issn 0393 5434

BRAUN-BLANQUETIA

RECUEIL DE TRAVAUX DE GEOBOTANIQUE / REVIEW OF GEOBOTANICAL MONOGRAPHS

4

UNTERSUCHUNGEN ZUR VEGETATIONSENTWICKLUNG UND ZUM STANDORTWANDEL AUF MEDITERRANEN REBBRACHEN

Michael Richter

1989

CAMERINO-BAILLEUL

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Courtesy of Editors

PUBLICATION DU DEPARTEMENT DE BOTANIQUE ET ÉCOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE CAMERINO ET DE LA STATION INTERNATIONALE DE PHYTOSOCIOLOGIE DE BAILLEUL SOUS L'ÉGIDE DE L'ASSOCIATION AMICALE DE PHYTOSOCIOLOGIE ET DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION

ÉDITEURS:

Jean-Marie Géhu
Université R. Descartes Paris et
Station Internationale de Phytosociologie, Haendries
F - 59270 Bailleul

Franco Pedrotti
Dipartimento di Botanica ed Ecologia
dell'Università, Via Pontoni, 5
I - 62032 Camerino (MC)

Sandro Pignatti
Dipartimento di Biologia Vegetale
Università "La Sapienza"
Piazzale Aldo Moro
I - 00185 Roma

Salvador Rivas-Martinez
Departamento de Botanica
Facultad de Farmacia
Universidad Complutense
E - 28040 Madrid

Erich Hübl
Botanisches Institut
Universität für Bodenkunde
Gymnasiumstraße, 79
A - 1190 Wien

BRAUN-BLANQUETIA

Un héritage est enrichissant et ouvre de nouvelles possibilités créatrices. Mais il en découle en contre partie l'obligation de ne pas gaspiller le patrimoine reçu. Ceux qui, aujourd'hui étudient la végétation grâce à la phytosociologie peuvent utiliser des méthodologies bien au point et tirer profit d'un ensemble cohérent de connaisances.
C'est le résultat du travail méthodique de nombreux chercheurs de qualité pendant plusieurs décennies. Aujourd'hui, nous nous trouvons face à des problèmes qui ne sont sans doute pas tout à fait nouveaux mais qui paraissent infiniment plus graves que dans le passé: primauté de la technique, spécialisation, pénurie de matières premières, d'énergie et d'espace, crise de l'environnement…
Il se développe ainsi des problèmes spécifiques divers pour lesquels il est nécessaire de trouver des réponses nouvelles. Les chercheurs sont placés devant un véritable défi et il dépend de leur savoir et de leur imagination de montrer si la Science de la végétation est capable d'apporter une contribution appréciable à la solution de ces problèmes.
La tradition phytosociologique dans ce contexte constitue une base essentielle. La conception typologique de la végétation et la clarté du système qui en découle, l'habitude des chercheurs de vivre en contact étroit avec la végétation, les recherches basées sur l'observation condition antithétique de l'expérimentation, sont les traits caractéristiques de la phytosociologie.
Les lignes directrices qui nous ont été transmises par les maîtres de la Science de la végétation, Josias Braun-Blanquet et Reinhold Tüxen avant tout, constituent actuellement une part importante de notre patrimoine d'idées. Notre but est de valoriser cet héritage et d'honorer la mémoire du premier de ces maîtres et fondateur de la phytosociologie moderne par une nouvelle série de publications.
Pourront y trouver place des monographies étudiant concrètement la végétation selon les enseignements de J. Braun-Blanquet et R. Tüxen qui, à travers la créativité des auteurs, produiront de nouveaux fruits.
Disciples nous-mêmes de J. Braun-Blanquet et ayant collaboré à son activité, nous pensons qu'à travers cette série de publications son héritage restera vivant dans l'esprit originel et avec de nouvelles idées.

COMITÉ DE LECTURE:

O. De Bolos (Barcelona)
P. Bridgewater (Canberra)
M. Costa (Valencia)
A. Damman (Storrs, Conn.)
K. Dierssen (Kiel)
N. Donita (Bucuresti)
U. Eskuche (Corrientes)
J. B. Falinski (Bialowieza)
M. Grandtner (Québec)
S. Grigore (Timisoara)
L. Ilijanic (Zagreb)
J. Izco (Santiago)
F. Klötzli (Zürich)
A. Lacoste (Paris-Orsay)
D. Lausi (Trieste)
E. Van der Maarel (Uppsala)
A. Miyawaki (Yokohama)
J. Moravec (Pruhonice)
R. Neuhäusl (Pruhonice)
A. Noirfalise (Gembloux)
E. Oberdorfer (Freiburg)
T. Ohba (Yokohama)
A. Pirola (Pavia)
P. Quezel (Marseille)
F. A. Roig (Mendoza)
R. Schumacker (Liège)
V. Westhoff (Nijmegen)
T. Wojterski (Poznan)
O. Wilmanns (Freiburg i.Br.)

Sécretariat général de la publication:
Dr. Roberto Venanzoni
Dipartimento di Botanica ed Ecologia
Via Pontoni 5, 62032 Camerino (Italia)
Tel. 0737/2527 Fax 0737/40528

Editorial Secretary: Laura Carimini

This volume has been written, edited and composed on a desktop publishing system using Apple Macintosh™ by Laura Carimini. Proofs were created on the PostScript® Apple LaserWriter®, final pages on the PostScript® Linotronic®300 by Lynotipia Benedetti Ancona.

© 1989 Dipartimento di Botanica ed Ecologia dell'Università - Camerino et Station de Phytosociologie - Bailleul

Printed in Italy by Centro Audiovisivi e Stampa, Università di Camerino

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

BRAUN-BLANQUETIA

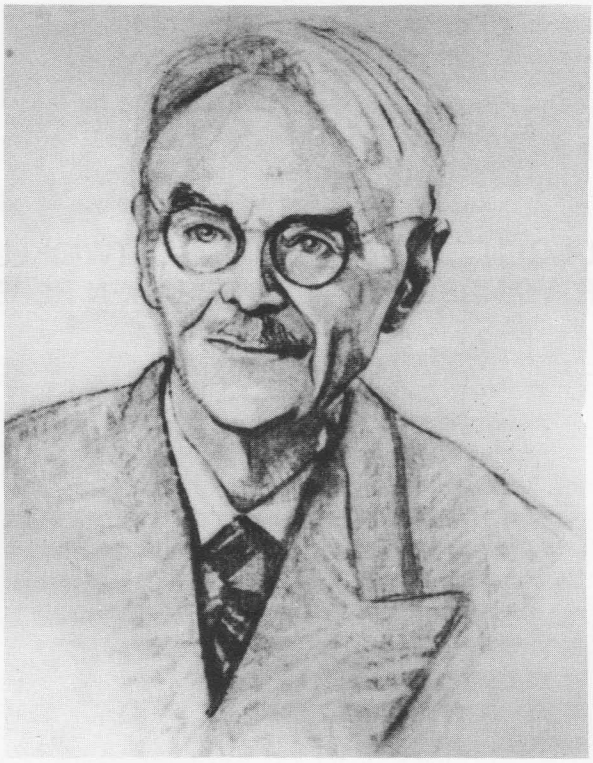
RECUEIL DE TRAVEAUX DE GEOBOTANIQUE
REVIEW OF GEOBOTANICAL MONOGRAPHS

4

UNTERSUCHUNGEN ZUR VEGETATIONSENTWICKLUNG UND ZUM STANDORTWANDEL AUF MEDITERRANEN REBBRACHEN

Michael Richter

Camerino-Bailleul
1989



J. BRAUN-BLANQUET, 1954
Drawn form a photograph by Françoise M. Dansereau

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

VORWORT

Wissenschaftliche Abhandlungen über ökologische Brachlandentwicklungen beschränken sich weitgehend auf mitteleuropäische Beispiele. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen in der Vorgehensweise bilden eine gute Voraussetzung für entsprechende Untersuchungen im Mittelmeergebiet, wo in zahlreichen Regionen seit der Jahrhundertwende insbesondere Rebflächen von der Bewirtschaftungsaufgabe betroffen sind.

Die Vorgabe der Kenntnisse aus Mitteleuropa führte in Verbindung mit der Ausgangssituation im mediterranen Raum zu der Bearbeitung des Themas. Es erfährt seit 5 Jahren eine unerwartete Aufwertung durch die Zunahme des politischen Stellenwerts von Fragen nach ökologischen Auswirkungen von Flächenstillegungen unrentabler landwirtschaftlicher Betriebe.

Die Grundlage für die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bilden Geländearbeiten von September 1980 bis September 1982 in Italien. Sie wurden im Rahmen eines Habilitandenstipendiums von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert. Ihr gebührt besonderer Dank, da ohne die großzügige Unterstützung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

In Italien wurden meine floristischen Kenntnisse durch Bestimmungshilfen von Herrn Dr. Mauro Mariotti, Dip. Biologia Ambientale, Siena, und von Herrn Dr. Giuseppe Maugeri, Ist. di Botanica, Catania, wesentlich erweitert. Ihnen sei an dieser Stelle gedankt. Die Bestimmungen einiger schwer identifizierbarer Pflanzen aus anderen Mittelmeerländern durch deutsche Kollegen finden in den jeweiligen regionalen Kapiteln Erwähnung.

Wertvolle Hinweise bei der Fertigstellung der Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Dr. F. Ahnert, Herrn Wolfgang Römer und Herrn Uwe Weber vom Geographischen Institut der RWTH-Aachen. Herr Achim Ehrig führte die Reinzeichnung eines Großteils der Abbildungen aus. Ihnen sei ebenfalls herzlich gedankt.

Den Herausgebern der Braun-Blanquetia, insbesondere Herrn Prof. S. Pignatti, danke ich für die Aufnahme der fachübergreifenden Arbeit aus dem geobotanisch-geoökologischen Übergangsbereich in diese Schriftenreihe.

Die Arbeit ist meiner Frau Irma gewidmet.

A EINLEITUNG

A 1. ENTWICKLUNGSTENDENZEN IM MEDITERRANEN REBBAU

Nach ROTHER (1984, S. 102) sind Weizen, Oliven (Öl) und Wein die klassischen Agrarprodukte der Mittelmeerregion. HOPF (1978) weist diesen Raum auch als Ursprungsgebiet der zugehörigen Wildformen und ihrer Aufzucht aus. Da die Landnutzung auf die Überwindung der Sommertrockenheit als begrenzender Faktor ausgerichtet sein muß, gibt es mehrere angepaßte Feldbausysteme.

Während die Getreidearten als einjährige Feldfrüchte auf den Regenfeldbau mit zwischengeschalteter Trockenbrache angewiesen sind, lassen sich Sträucher und Bäume der traditionellen Bewirtschaftung mit tief und weitreichenden Wurzelsystemen als Dauerkulturen im Trockenfeldbau nutzen. Im Gegensatz zu den Halmfrüchten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Binnenland bzw. mit der Züchtung neuer Clone auch im Gebirge zeigen, konzentrieren sich die Ölbaumkulturen auf meeresnahe Tiefebenen und Hanglagen. Die gleiche orographische Ausgangssituation wird für den Weinbau bevorzugt, der allerdings auch in größerer Küstenentfernung vorkommen kann, wo er nach PHILIPPSON (1907, S. 165) um die Jahrhundertwende noch bis in Höhen von 1100 bzw. 1250 m ü. M. hinaufreichte (Ätna bzw. Griechenland; maximale Höhengrenzen heute bei 900 m ü. M. am Ätna und am Ohridsee; zur Verbreitung s. Abb. 1 und 2).

Im Vergleich zum Regenfeldbau mit einjährigen Halmfrüchten und zum Trockenfeldbau mit mehrjährigen Strauch- und Baumkulturen gilt in der traditionellen Landwirtschaft des Mittelmeergebietes die Bewässerung mehrschichtiger Nutzgärten als arbeitsintensivstes Bewirtschaftungssystem. Sie konzentriert sich auf tiefgründige Alluvionen im Küstenbereich und in Tälern, wo der Anbau der drei klassischen Feldfrüchte mittlerweile nur eine untergeordnete Rolle spielt. Stattdessen bleiben diese Regionen dem Gemüseanbau und Obstbaumkulturen vorbehalten, wobei eine zunehmende Erschließung durch neue Bewässerungseinrichtungen im Verbund mit der Ausweitung eines modernen Verkehrsnetzes die Ausweitung des Anbaus exportorientierter Agrarerzeugnisse verursacht.

Aufgrund der internationalen Marktverflechtungen hat heute die Produktion von Olivenöl und Wein zumindest in der EG einen Sättigungspunkt erreicht bzw. stellenweise überschritten. Der Stagnation und Verringerung des Bedarfs an Anbauflächen mit diesen beiden traditionellen Agrarprodukten steht seit drei Jahrzehnten die Bedeutungszunahme neuer Agrarerzeugnisse gegenüber, so daß nun die mediterrane Landwirtschaft hinsichtlich der Nutzpflanzen von einer Innovationswelle erfaßt worden ist. Die traditionellen Anbaufrüchte werden durch neue ersetzt, die größtenteils weit entfernten Ursprungs sind.

An erster Stelle sind in diesem Zusammenhang Zitrusfrüchte und großkerniges Steinobst zu nennen. Bezüglich der Gewichtserträge ist die Olivenerzeugung mit 10.965.000 t bei den Baumkulturen im Mittelmeergebiet bereits von den Agrumen (11.587.000 t) an die zweite Stelle verdrängt worden (jeweils 1980, aus FAO-UNESCO, 1982; aufschlußreichere Flächenangaben lassen sich für die Gesamtregion nicht ermitteln). Aus Tab. 1 wird ersichtlich, daß Spanien und Italien die Hauptproduzenten bei den Zitrusfrüchten sind. Ebenso wie bei den Agrumeten ist auch bei den im Verlauf der letzten drei Jahrzehnte neu angelegten Pfirsich- und Nektarinen-Pflanzungen davon auszugehen, daß ein erheblicher Flächenanteil aus ehemaligem Rebland hervorgegangen ist.

Den steigenden Erntebilanzen bei Agrumen und Pfirsichen stehen gleichbleibende bzw. rückläufige Produktionszahlen bei anderen Anbaufrüchten gegenüber, oder es ist eine Standortverlagerung aus relativ trockenwarmen in kühlfeuchtere Klimaregionen zu verzeichnen, wie dies bereits seit Jahrhunderten die Züchtung neuen Saatguts bei Getreidearten erlaubt. Von den beiden übrigen traditionellen Kulturpflanzen des Mittelmeergebietes ist bei der Olivenerzeugung insgesamt ein Stagnieren festzustellen. Hier ist aber zu unterscheiden, daß z.B. in Tunesien in den letzten Jahrzehnten eine beträchtliche Produktionssteigerung zu verzeichnen ist, während die Erträge in Portugal und Frankreich rückläufig sind (Tab.1). In Italien, wo der Ölbaumkultivierung im internationalen Vergleich höchste Bedeutung zukommt, zeigt die Olivenerzeugung aufgrund der wachsenden technischen und chemischen Eingaben zwar noch eine steigende

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Tendenz, der Nutzflächenanteil ist jedoch rückläufig.

Viel deutlicher als bei den Ölbaumhainen läßt sich eine großräumige Verringerung der Nutzfläche beim Weinanbau feststellen, wie in Tab. 1 angezeigt ist. Mit Ausnahme der Maghreb-Länder, wo die ehemaligen Rebgebiete aus politisch-religiösen Gründen seit der Unabhängigkeit durch andere Kulturen ersetzt werden, ist der rückläufige Weinanbau insbesondere in Italien, Frankreich, Griechenland und Jugoslawien als Ergebnis von Sozialbrache-Erscheinungen zu betrachten. Ergänzend zu Tab. 1 läßt sich aus Angaben bei PHILIPPSON (1907, S. 166) für einige Länder die Veränderung der Weinbauflächen von der Jahrhundertwende bis heute ermitteln: Portugal = + 95,4%, Spanien = - 10,4%, Italien = – 25,4%, Griechenland = - 69,9%. In Gegenüberstellung zu den Angaben für den Zeitraum von 1963-82 (Spalte g in Tab. 1) ergibt sich somit schon seit Anfang der Jahrhundertwende für Portugal eine Zunahme, für Italien und vor allem für Griechenland hingegen eine Abnahme der Rebflächen. Für Spanien ist zwar ebenfalls ein Rückgang über die gesamte Zeitspanne nachweisbar, für die letzten zwanzig Jahre läßt sich aber ein positiver Trend feststellen.

Mit dem Ausbau des Verkehrsnetzes gewinnt zudem der Anbau der Tafeltrauben an Bedeutung (Andalusien, Südfrankreich, Apulien, Sizilien, Griechenland). Die Gebiete mit Schwerpunkt auf der Frischobsterzeugung konzentrieren sich weitgehend auf fruchtbare Schwemmlandböden und zeichnen sich durch großflächigen Anbau mit erhöhtem Technisierungsgrad aus. Diese Spezialkulturen werden von einer Bewirtschaftungsaufgabe nicht berührt.

Vom Brachfallen betroffen sind stattdessen Rebflächen, die in terrassierten und unterrassierten Hanglagen einer intensiven manuellen Bodenpflege im traditionellen Hackbauverfahren bedürfen. Solche Parzellen, die den Einsatz moderner technischer Geräte kaum erlauben, bleiben im Mittelmeergebiet stellenweise schon seit Ende des letzten Jahrhunderts unbewirtschaftet, wobei insbesondere der raschen Ausbreitung der Reblaus-Plage eine erhöhte Bedeutung zukam (vgl. Kap. B 2.2.2). Noch stärkere Auswirkungen zeigen jedoch Merkmale des sozioökonomischen Strukturwandels, von denen viele Gebiete im Mittelmeerraum in mehrfacher Hinsicht betroffen worden sind. Im folgenden werden mehrere Auslöser der Bewirtschaftungsaufgabe in chronologischer Abfolge zusammengestellt:

- Erste Phase der Auswanderung in andere Kontinente von 1890-1930 als Folge regionaler Übervölkerung (vor allem aus Italien nach Australien, Süd– und Nordamerika).
- Auswirkungen des zweiten Weltkrieges (Wehrdienst, Kriegsopfer).
- Zweite Phase der Auswanderung in andere Kontinente von 1945-1955 in den Nachkriegswirren (vor allem aus Italien nach Australien, Süd– und Nordamerika).
- Phase der saisonalen bzw. endgültigen Abwanderung in Industriegebiete des Inlandes und Mitteleuropas als Folge geringer Verdienstmöglichkeiten auf dem Lande von 1955-1970 (Italien, Spanien) bzw. ab 1970 (Jugoslawien, Griechenland, Türkei, Tunesien, Marokko).
- Phase der erweiterten Berufsmöglichkeiten am Ort (Tourismus: Spanien, Italien, Jugoslawien, Griechenland) und des verbesserten infrastrukturellen Ausbaus (Pendlerwesen: Spanien, Frankreich, Italien), ca. seit 1960; jedoch weiterhin Landflucht und Auslaufen landwirtschaftlicher Betriebe.

Mit den Ausführungen über die verschiedenen Sozialbrache-Phasen läßt sich eine räumliche Einengung des Themenbereiches vollziehen. Denn es wird nun ersichtlich, daß in Italien am ehesten mit nahezu lückenlosen Bracheserien seit Ende des letzten Jahrhunderts zu rechnen ist. So bildeten zwei Regionen dieses Landes den Schwerpunkt für die Geländearbeiten, während kürzere Studienaufenthalte in Südfrankreich, Spanien, Nordalgerien, Malta, Griechenland und in Jugoslawien vergleichenden Erhebungen dienten. In Marokko und Tunesien sind dagegen Rebbrachen derart selten, daß keine Untersuchungen kompletter Bracheserien vorliegen.

Die besondere Bedeutung von Rebbrachen wird nun offensichtlich, da mit Ausnahme der Olivenhaine weitere Kulturen nur unwesentlich von der Bewirtschaftungsaufgabe betroffen sind. Hinzu kommt, daß beim Weinbau insbesondere steile Hanglagen brachgefallen sind, so daß die Entwicklung naturnaher Biotope in solchen Fällen in verstärktem Maße mit Stabilisierungsproblemen verbunden ist.

A 2. PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSSTAND

In seiner Kritik zur landschaftsökologischen Standorterkundung und -typisierung der fünfziger Jahre schlägt HARD (1973, S. 93) als Alternative eine "Ökologie der Nutzung und des Nutzungswechsels, der Kultivierung und Verödung, der Nutzbarkeit, Belastung, Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit von Landschaftsteilen" vor. In dieser Ausführung werden mit Begriffen wie "Verödung" und "Regenerationsfähigkeit" Kernpunkte der natürlichen Brachlandentwicklung erwähnt, der in Mitteleuropa seit Mitte der siebziger Jahre von physisch-geographischer und botanischer Seite verstärkt Interesse entgegengebracht wird. Seit wenigen Jahren wird entsprechenden Untersuchungen auch von Politikern im Rahmen von Überlegungen zur sogenannten "Flächenstillegung" wegen der steigenden Agrarsubventionen in der EG erhöhte Aufmerksamkeit gezollt.

Der Anstoß für ökologische Studien auf Brachflächen erfolgte jedoch durch Kulturgeographen, die Ende der fünfziger Jahre eine Diskussion über die sozioökonomischen Gründe zur Entstehung und über die Auswirkungen der "Sozialbrache" auslösten (vgl. RUPPERT, 1958; BORN, 1968). Die Verwendung von Begriffen wie "müßig" für frühe, "staudenreich" oder "wüst" für späte, gehölzreiche Stadien nach Bewirtschaftungsaufgabe (WENDLING, 1966) täuschen in diesem Zusammenhang eine reguläre Abfolge in der Vegetationsentwicklung vor, die nicht immer zutrifft. Vielmehr weist HARD (1976) nach, daß es gerade auf Rebbrachen stellenweise schon im zweiten Jahrfünft, anderenorts aber erst nach einem halben Jahrhundert zur Ausbildung eines "(pseudo-) stabilen Dauerstadiums" kommen kann.

In beiden Fällen spricht er von "Brache" als "in jüngerer Zeit aufgelassenes Kulturland". Unter dieser vagen Zeitangabe wird im folgenden eine Entwicklungsphase von einem Jahr bis maximal einem Jahrhundert nach der letzten Bodenbearbeitung verstanden. Ältere Stadien erlauben wegen der mangelhaften Informationslage kaum genaue Zeitangaben über die Bewirtschaftungsaufgabe.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Tabelle 1— Anteile naturnaher und landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie Rückgang von Agrarflächen und Produktionszahlen ausgewählter Anbaufrüchte in den Mediterrangebieten der Mittelmeerländer. a - e aus Le Houerou (1981, Tab. 25.6, 25.7) beziehen sich auf das Jahr 1982; f - g aus Fao-Unesco (1983, versch. Tab.) beziehen sich auf das Jahr 1982.

	a		b		c	d	e	f			g	
	Mediterraner Anteil km²	%	Mediterraner km²	Wald/Macchie % von a	Ackerland % von a	Weideland % von a	Rückgang Ackerbau % (1965-76, ges. Land)	Oliven 1000 t	Agrumen 1000 t	Wein 1000 t	Weinanbau 1000 ha	Veränderung in% (63-82)
Portugal	56.560	65,0	31.560	55,8	31,8	12,4	-16,9	236	133	2.470	374	+7,2
Spanien	317.000	63,5	92.000	29,0	50,5	20,5	- 0,2	2.255	2.963	10.962	1655	+6,0
Frankreich	87.420	16,0	42.300	48,4	37,5	14,1	-11,1	14	34	17.080	1173	-16,6
Italien	117.250	40,0	34.090	47,2	47,2	23,8	-19,5	3.491	2.597	21.900	1377	-19,2
Malta	316	100	?	?	44,3	?	0	0	0	5	1	?
Jugoslawien	23.300	9,1	9.000	38,6	34,3	27,1	- 4,1	14	5	2.391	247	-7,1
Albanien	4.960	18,0	2.480	50,0	26,6	23,4	+32,8	50	10	115	18	?
Griechenland	81.020	62,0	26.180	32,3	28,8	38,9	+3,0	1.745	723	2.255	181	-24,6
Türkei	171.100	22,2	60.150	35,4	48,6	16,0	+7,5	1.350	1.158	4.004	800	+0,8
Zypern	8.550	100	3.300	38,5	50,3	10,9	0	39	246	267	34	-5,6
Syrien	65.670	35,6	4.570	7,0	80,1	12,9	-13,1	392	65	394	105	?
Libanon	10.230	100	5.700	55,7	34,0	10,3	+26,1	80	335	144	23	0
Israel	13.670	67,2	1.160	8,5	31,7	59,8	+4,6	45	1.654	108	6	?
Lybien	31.580	1,8	5.340	16,9	80,6	2,5	+1,4	162	39	16	6	?
Tunesien	81.900	52,7	5.300	6,5	53,8	39,7	+0,1	735	160	203	35	-22,2
Algerien	92.970	3,2	24.240	26,1	70,0	3,9	+13,6	140	423	738	196	-44,7
Marokko	137.980	31,0	51.640	37,6	56,8	5,6	+10,8	277	1.042	306	51	-33,2

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy o

Aus dieser Vorgabe stellt sich die Frage, inwiefern sich unter mediterranen Klimabedingungen ein säkularer Entwicklungszeitraum für die Ausbildung einer stabilen Dauergesellschaft als ausreichend lang erweist. Da aus den Ausführungen im vorigen Kapitel hervorgeht, daß sowohl in nördlichen als auch in südlichen Anrainerstaaten des Mittelmeerraums der Rebbau eine rückläufige Tendenz zeigt, sind unterschiedliche Sukzessionszeiten zu erwarten. Als Voraussetzung für Überlegungen zum methodischen Vorgehen müssen folglich klimaökologische und vegetationsgeographische Gliederungskriterien berücksichtigt werden, wie es im nächsten Kapitel geschieht.

Aus der vorliegenden Literatur ergeben sich kaum Hinweise auf progressive Entwicklungsreihen der Vegetation auf Brachflächen im Mittelmeergebiet. Durchweg werden Macchien, Garrigues und Trockenrasen in dieser Reihenfolge als regressive Stadien verstanden (vgl. die grundlegende Studie von TOMASELLI, 1977b). MOLINIER (1968) und NAHAL (1976) lassen mit Pfeilsymbolen in Schemata erkennen, daß nach Bewirtschaftungsaufgabe mit zunehmender Verbuschung auch eine umgekehrte Entwicklung stattfinden kann. Dieser positive Trend soll in der vorliegenden Arbeit in Hinblick auf den Formationswandel untersucht und interpretiert werden.

Darüber hinaus stellt sich die Frage nach einer syntaxonomischen Zuordnung von Brachestadien verschiedenen Alters. In dieser Hinsicht liegt ebenfalls keine spezielle Literatur vor; allerdings gibt es zahlreiche regionale Monographien mit Klassifizierungshinweisen. Hierbei sind Arbeiten aus den botanischen Instituten in Madrid (insbes. RIVAS-MARTINEZ), Barcelona (insbes. de BOLOS), Montpellier (insbes. BRAUN-BLANQUET) und Zagreb (insbes. HORVATIC) hervorzuheben. Jedoch ergibt sich gerade für die mediterrane Pflanzensoziologie das Problem, daß vielen der beschriebenen Assoziationen nur lokale Bedeutung zukommt und daß transitorische Gesellschaften kaum Berücksichtigung finden. Somit ist zu überdenken, ob sich das vorgegebene syntaxonomische System für eine Einordnung der Brachegesellschaften eignet oder ob die soziologische Bearbeitung auf die Interpretation von Zeigerwerten beschränkt bleiben soll, die sich aus Hinweisen über Standortmerkmale aufgrund der floristischen Zusammensetzung ergeben.

Als Übergangszone zwischen gemäßigten und subtropischen Breiten ist im Mittelmeergebiet davon auszugehen, daß sich mediterrane Rebbrache-Sukzessionen mehr oder weniger deutlich von denjenigen in Mitteleuropa unterscheiden. In einer abschließenden Übersicht über die Vegetationsentwicklung auf brachgefallenen Weinflächen muß also eine vergleichende Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus verschiedenen Fallbeispielen erfolgen, in der die Frage nach einer Differenzierung innerhalb der gesamten Landschaftszone in den Vordergrund rücken soll. Ausführungen über Unterschiede zur Rebbrache-Sukzession in Mitteleuropa bieten sich an, da es sich um eine Region handelt, aus der entsprechende Arbeiten und auch eigene Untersuchungen vorliegen (HARD, 1975; RICHTER, 1976; GERLACH *et alii*, 1978).

Mit den Veränderungen in der Brachevegetation geht ein Wandel der abiotischen Standortvoraussetzungen einher, der im folgenden kurz als "Standortwandel" bezeichnet wird. Sind schon Hinweise zur Sukzession auf aufgegebenen mediterranen Nutzflächen in der Fachliteratur selten, so fehlen ökologische Betrachtungen zu diesem Themenkomplex restlos. Dies hängt zum erheblichen Teil damit zusammen, daß sich in den Mittelmeerländern noch kein Fachbereich für landschaftsökologische Fragestellungen zuständig fühlt. So mußte für die eigenen Untersuchungen auf Arbeitsmethoden zurückgegriffen werden, die in Mitteleuropa in den Betrachtungsweisen der Geoökologie verankert sind.

Die Untersuchungen zum Standortwandel gehen von Überlegungen zu den Merkmalen und Auswirkungen mikroklimatischer Veränderungen aus. In diesem Zusammenhang stellen sich Fragen, die sich aus der Bedeutung der Trockenheit im Sommerhalbjahr ergeben, so daß bodenhydrologische Veränderungen im Verlauf der Rebbrache-Entwicklung ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Hinzu kommen Untersuchungen zur Beeinflussung edaphischer Faktoren, da bei erhöhter Einstrahlung mit der resultierenden Bodenerhitzung von ungünstigeren Voraussetzungen bei der Laubzersetzung und damit bei der initialen Bodenbildung auszugehen ist. Zu den Merkmalen des Standortwandels gehören schließlich die Auswirkungen der Überschirmungsdichten von Pflanzenbeständen verschiedener Entwicklungsstadien auf die Abtragungsraten.

Mit den angeführten Problemstellungen sollen die einzelnen Untersuchungen zu einer abschließenden Beurteilung des ökologischen Stellenwerts der mediterranen Rebbrache-Entwicklung führen und Hinweise für eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Brachen anderer Anbaukulturen geben.

Da abgesehen von einer integrierten Betrachtung auch kaum Einzeluntersuchungen zu den genannten Faktoren in der Literatur zu finden sind, mußten neben der Auswertung eigener Florenlisten alle Feldarbeiten zu Fragen des Standortwandels selbst durchgeführt werden. Dies war nur mit kontinuierlichen Geländearbeiten zur Erfassung saisonaler Unterschiede im klimatischen und phänologischen Jahresgang möglich. Da die Feldforschungen sowohl in einem trocken- als auch in einem feuchtmediterranen Fallbeispiel stattfinden sollten, wurde hierfür ein Zeitraum von zwei Jahren veranschlagt. Einen Schwerpunkt bildeten dabei Untersuchungen in Italien, insbesondere in Südligurien und auf den Äolischen Inseln, die mit anderthalb-monatiger Unterbrechung von Sept. 1980 bis Okt. 1982 durchgeführt wurden. Aufenthalte in den Frühjahrsmonaten von 1983 bis 1985 galten vergleichenden Studien in anderen Mittelmeerländern.

A 3. ZUR KLIMATISCHEN UND GEOBOTANISCHEN GLIEDERUNG DES MITTELMEERRAUMES

Die mediterrane Klimaregion ist sicherlich zu weit gefaßt, wenn sie im Sinne von DAGET (1977a, s. dort fig.1 und 3) weitgehend mit dem Winterregengebiet gleichgesetzt wird (vgl. sommertrockener Bereich in Abb. 3 und "isoklimatisches Mediterran-Gebiet" in Abb.4). Die von ihm umgrenzte Region nimmt neben dem Mittelmeergebiet einen Großteil des saharo-arabischen und irano-turanischen Gebietes ein und übertrifft damit die Vorstellungen anderer Autoren bei weitem (vgl. gegenüberstellende Abbildungen bei DAGET, 1980).

Eine zonale Einengung bietet sich an, wenn man in Betracht zieht, daß der Wechsel zwischen feuchten und trockenen Jahreszeiten in der Mittelmeerregion mit einem Wechsel von zyklonalem Geschehen und subtropischen Passat-Einflüssen einhergeht (Abb.3).

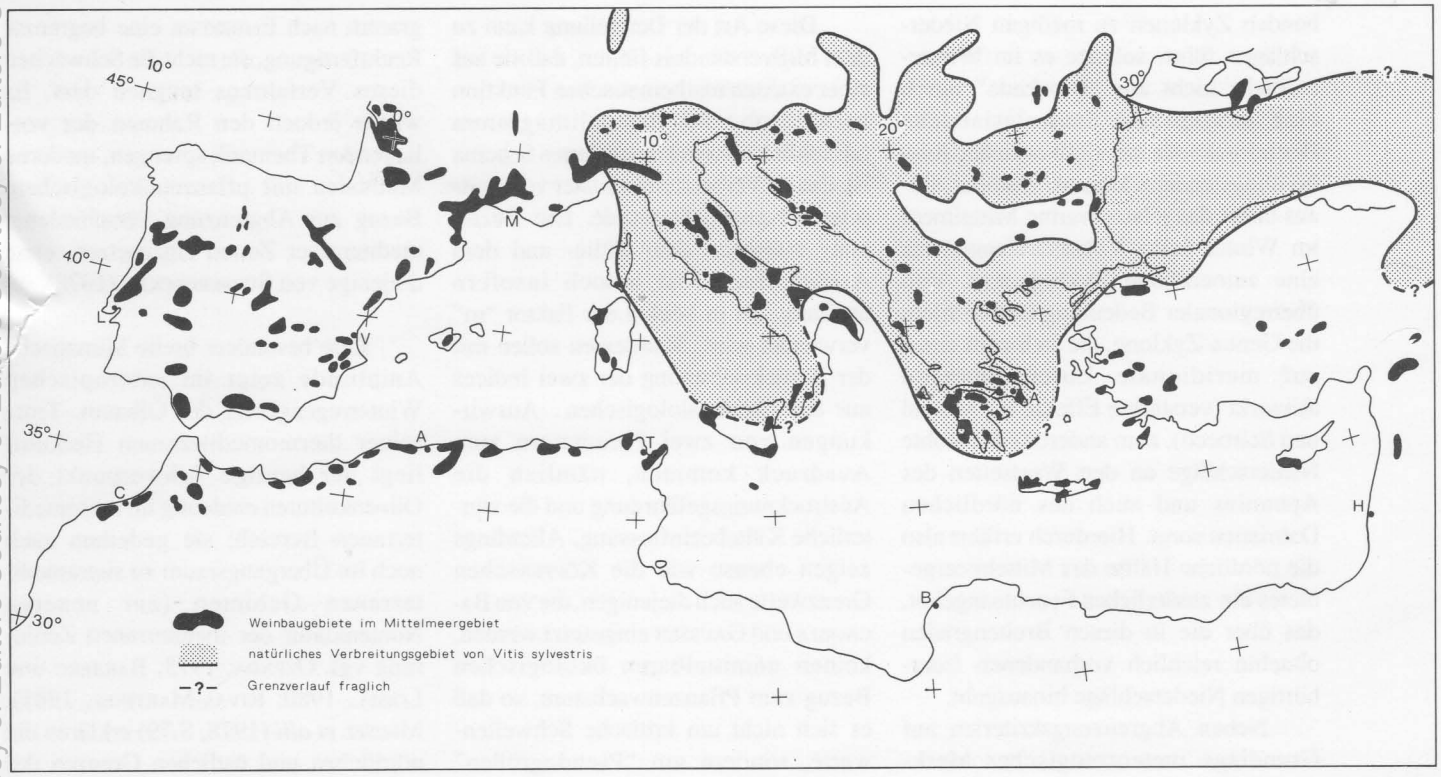


Abb. 1 — Ursprüngliches Verbreitungsgebiet von *Vitis silvestris* und heutige Weinbaugebiete im Mittelmeergebiet (nach verschiedenen Quellen und eigenen Erhebungen).

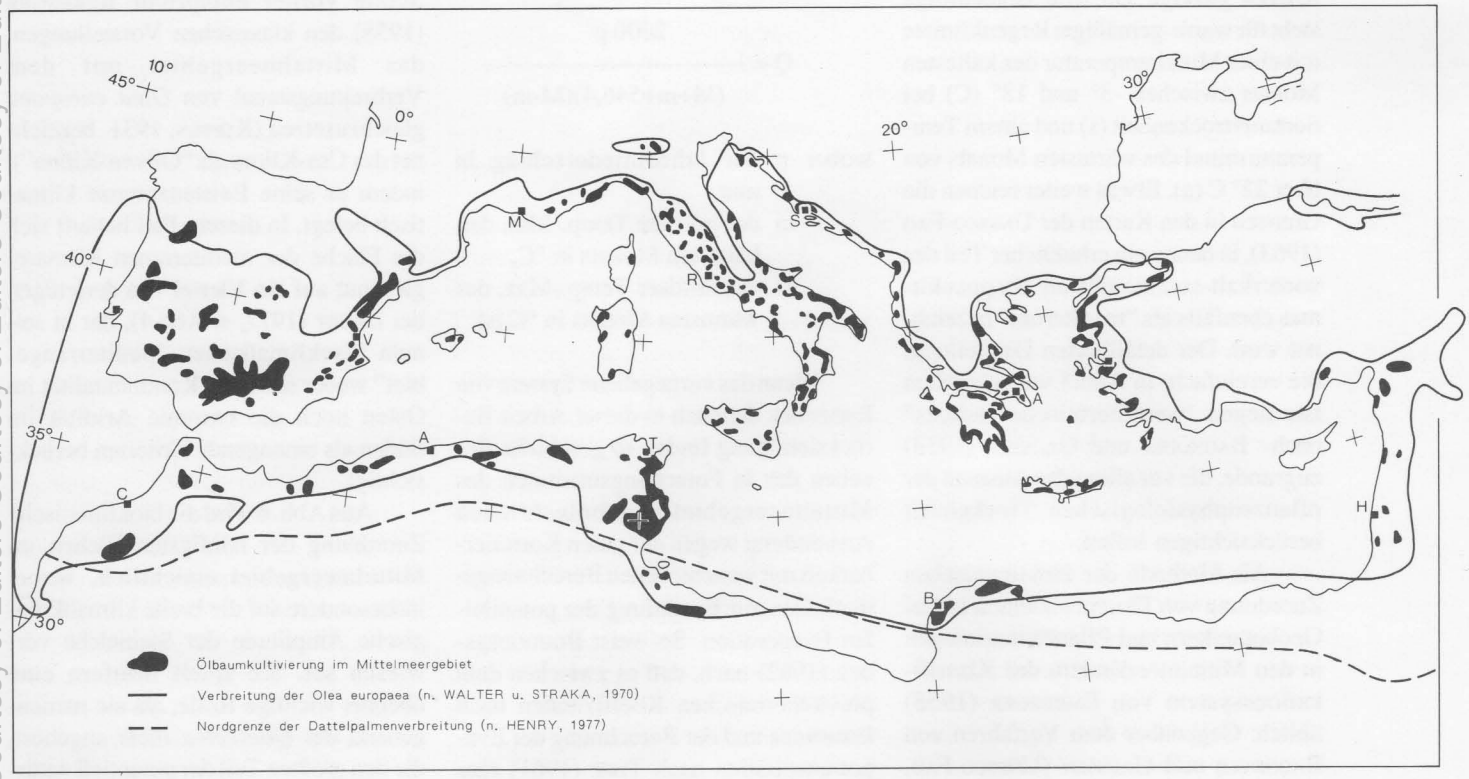


Abb. 2 — Verbreitung der Ölbaumkulturen im Mittelmeergebiet.

Hierdurch wird auch der hygrothermische Nordsüdwandel innerhalb der Mediterraneis bestimmt, wobei vor allem die Fronthäufigkeit im südeuropäisch-nordafrikanischen Sektor entscheidend ist (Abb. 3 bei KLAUS, 1979).

So gesehen muß also das winterliche Wettergeschehen erhöhte Beachtung finden, denn während im Sommer mit der Aufheizung der euroasiatischen Kontinentalmasse das Westwindsystem nach Norden verlagert wird, kommt es in der kühlen Jahreszeit zu einer mehrfachen Zyklonal-Einwirkung. Dabei handelt es sich in erster Linie um den mitteleuropäisch-zonalen Zirkulationstyp, der mit einem mediterranen Ast des polaren Jetstreams bei rasch durchzie-

Courtesy of Editors

henden Zyklonen zu mäßigen Niederschlägen führt, solange es im Winterhalbjahr nicht zur "Blockade" durch eine ausgeprägte zentralasiatische Hochdruckzelle mit südwestlicher Ausbreitungstendenz kommt. Darüber hinaus bietet das relativ warme Mittelmeer im Winter beste Voraussetzungen für eine autochthone Zyklogenese. Von überregionaler Bedeutung ist vor allem die Genua-Zyklone, die sich zum einen auf meridionale Luftströmungen auswirkt (verstärkte Effekte für Mistral und Scirocco), zum anderen für erhöhte Niederschläge an den Westseiten des Apennins und auch des nördlichen Dalmatien sorgt. Hierdurch erfährt also die nördliche Hälfte des Mittelmeergebietes ein zusätzliches Feuchteangebot, das über die in diesen Breitengraden ohnehin reichlich vorhandenen frontbürtigen Niederschläge hinausgeht.

Neben Abgrenzungskriterien auf Grundlage meteorologischer Merkmalsveränderungen gibt es konstruierte Grenzlinien, die auf Klimaberechnungen beruhen. Als klassisches Beispiel wird in Abb. 3 das Csa-Klima nach KÖPPEN gezeigt. Die Buchstabenfolge steht für warm-gemäßigte Regenklimate mit einer Mitteltemperatur des kältesten Monats zwischen -3° und 18° (C) bei Sommertrockenheit (s) und einem Temperaturmittel des wärmsten Monats von über 22° C (a). Etwas weiter reichen die Grenzen in den Karten der UNESCO-FAO (1963), in denen ein erheblicher Teil des winterkalt-sommerdürren Steppenklimas ebenfalls als "mediterran" bezeichnet wird. Der detaillierten Darstellung, die vereinfacht in Abb.5 widergegeben ist, liegen "xerothermische Indices" nach BAGNOULS und GAUSSEN (1953) zugrunde, die vor allem das Ausmaß der pflanzenphysiologischen Trockenzeit berücksichtigen sollen.

Als Methode der bioklimatischen Zuordnung von Florenelementen ist bei Geobotanikern und Pflanzensoziologen in den Mittelmeerländern das Klassifikationssystem von EMBERGER (1955) üblich. Gegenüber dem Verfahren von BAGNOULS und GAUSSEN (UNESCO-FAO, 1963) wird die hygrothermische Differenzierung durch die Einbeziehung der winterlichen Abkühlung ergänzt. Die Verteilung mediterraner Charakterarten erfolgt in einem "Klimagramm", in dem der pluviothermische Koeffizient Q als Ariditätsindex und die mittlere Minimumtemperatur des kältesten Monats als Kälteindex aufgetragen sind (s. Abb. 6, 7 u. 10 unten links).

Diese Art der Darstellung kann zu dem Mißverständnis führen, daß sie auf einer exakten mathematischen Funktion beruht, obwohl das Klimagramm tatsächlich nur ein konstruiertes Schema ist, das an Verbreitungsmuster von Leitpflanzen angepaßt wurde. Die Beziehung zwischen dem Kälte- und dem Ariditätsindex ist jedoch insofern unsinnig, als in beiden der Faktor "m" verwendet wird. Stattdessen sollen mit der Berücksichtigung der zwei Indices nur die ökophysiologischen Auswirkungen von zwei Parametern zum Ausdruck kommen, nämlich die Austrocknungsgefährdung und die winterliche Kältebeeinflussung. Allerdings zeigen ebenso wie die KÖPPENschen Grenzwerte auch diejenigen, die von BAGNOULS und GAUSSEN eingesetzt werden, keinen unmittelbaren ökologischen Bezug zum Pflanzenwachstum, so daß es sich nicht um kritische Schwellenwerte, sondern um "Pseudogrößen" handelt. Ebenso fehlen auch die physikalischen Hintergründe für die Aufstellung der Formel des pluviothermischen Quotienten.

$$Q = \frac{2000\,p}{(M+m+546{,}4)(M-m)}$$

wobei p der Jahresniederschlag in mm,
m das mittlere Temp.-Min. des kältesten Monats in °C,
M das mittlere Temp.-Max. des wärmsten Monats in °C ist.

Wenn das vorgegebene System von EMBERGER dennoch in dieser Arbeit Berücksichtigung findet, so geschieht dies neben der in Forschungsinstituten des Mittelmeergebietes gebräuchlichen Anwendung wegen der guten Korrelierbarkeit mit verschiedenen Berechnungsmethoden zur Ermittlung der potentiellen Evaporation. So weist BOUDOURESQUE (1982) nach, daß es zwischen dem pluviothermischen Koeffizienten nach EMBERGER und der Berechnung der Evapotranspiration nach TURC (1961) eine enge Beziehung gibt. Die Formel von TURC wiederum führt nach JOHANSSEN (1970, zit. in TUHKANEN, 1980, s. dort fig. 14) zu ähnlichen Werten der berechneten potentiellen Evaporation wie die Methoden nach PENMAN (1948) und THORNTHWAITE (1948).

Somit findet die Anwendung des Prinzips der bioklimatischen Gliederung des Mittelmeergebietes im Klimagramm nach EMBERGER eine begrenzte Rechtfertigung, die nicht die Schwächen dieses Verfahrens leugnen darf. Es würde jedoch den Rahmen der vorliegenden Thematik sprengen, moderne Methoden mit pflanzenökologischem Bezug zur Abgrenzung verschiedener mediterraner Zonen einzusetzen, etwa diejenige von SCHMIEDECKEN (1978).

Eine besonders breite klimatische Amplitude zeigt im subtropischen Winterregengebiet der Ölbaum. Trotz seiner thermomediterranen Herkunft liegt der heutige Schwerpunkt der Olivenkulturen eindeutig im mesomediterranen Bereich; sie gedeihen auch noch im Übergangsraum zu supramediterranen Gebieten (zur neueren Nomenklatur der mediterranen Zonierung vgl. OZENDA, 1975; BARBERO und LOISEL, 1980; RIVAS-MARTINEZ, 1981). MEUSEL *et alii* (1978, S.79) erklären die nördlichen und östlichen Grenzen der Ölbaum-Vorkommen mit zu niedrigen Wintertemperaturen und einer zu hohen Humidität während der Fruchtreife, die südliche mit der zunehmenden Aridität. Schon vorher entspricht BERENGER (1955) den klassischen Vorstellungen, das Mittelmeergebiet mit dem Verbreitungsareal von *Olea europaea* gleichzusetzen (KÖPPEN, 1931, bezeichnet das Csa-Klima als "Oliven-Klima"), indem er seine Existenzgrenze klimatisch belegt. In diesem Fall beläuft sich die Fläche der mediterranen Klimaregion nur auf ein Viertel von derjenigen bei DAGET (1977; s. Abb.4), der in seinem "isoklimatischen Mediterrangebiet" weder die hohe Kontinentalität im Osten noch die extreme Aridität im Süden als einengende Kriterien berücksichtigt.

Aus Abb. 6 wird die bioklimatische Zuordnung der häufigsten Eichen im Mittelmeergebiet ersichtlich, wobei insbesondere auf die breite klimaökologische Amplitude der Steineiche verwiesen sei. Sie spielt insofern eine überaus wichtige Rolle, als sie namengebend der *Quercetea ilicis* angehört, die den größten Teil der potentiell natürlichen Vegetation der unteren Höhenstufe im Mittelmeergebiet bestimmen, und zwar mit den *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* im thermomediterranen bzw. den *Quercetalia ilicis* im mesomediterranen Bereich (s. Abb. 7). Da die Steineiche nicht überall natürliche Vorkommen zeigt, wird im Sinne von ASCHMANN (1973) das Verbreitungsgebiet aller Hartlaubeichen als erweiterte Abgren-

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

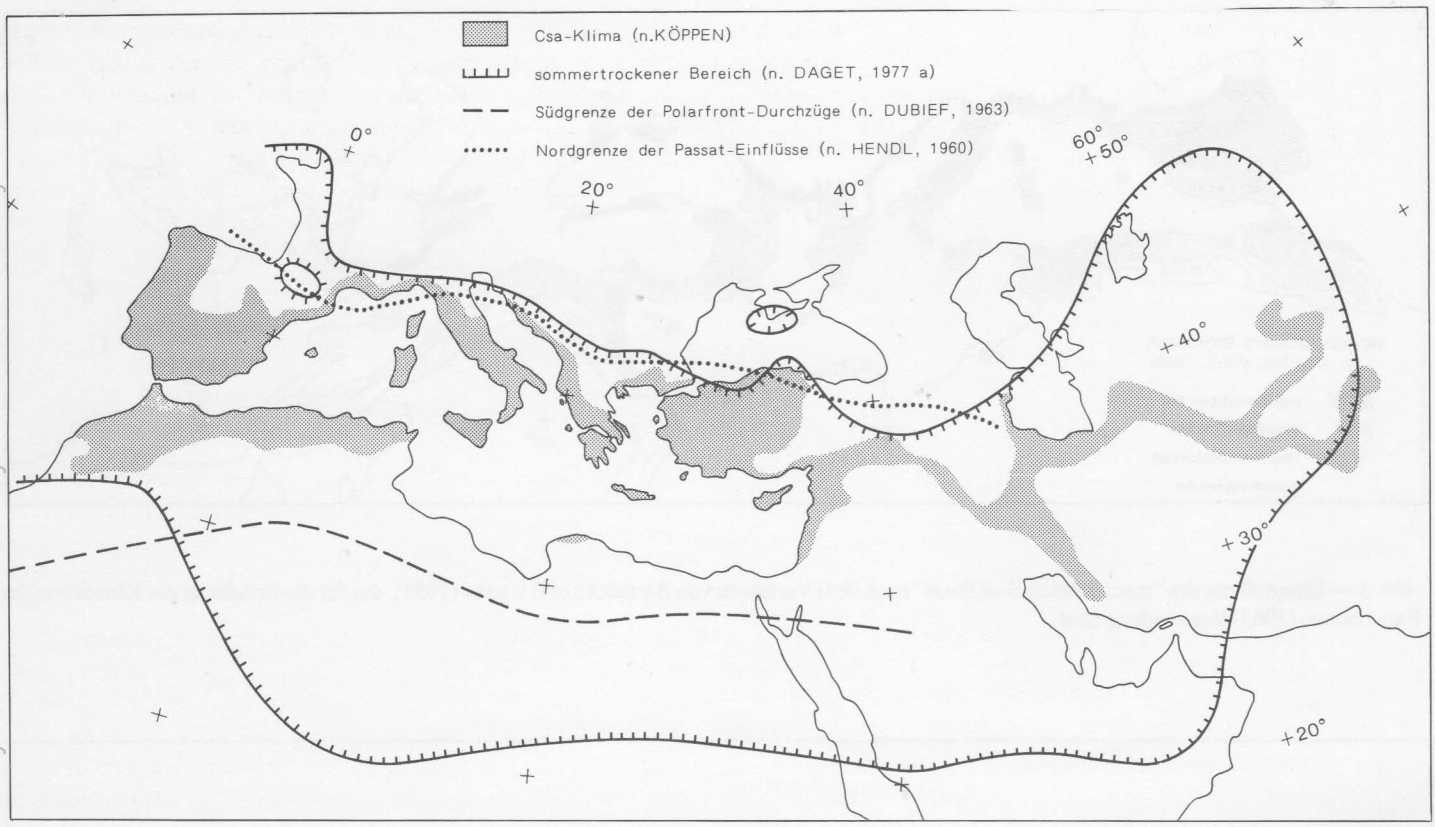


Abb. 3 — Verlauf einiger klimatischer Grenzlinien zur Kennzeichnung der mediterranen Klimaregion sowie Lage des Csa-Klimabereichs nach KÖPPEN.

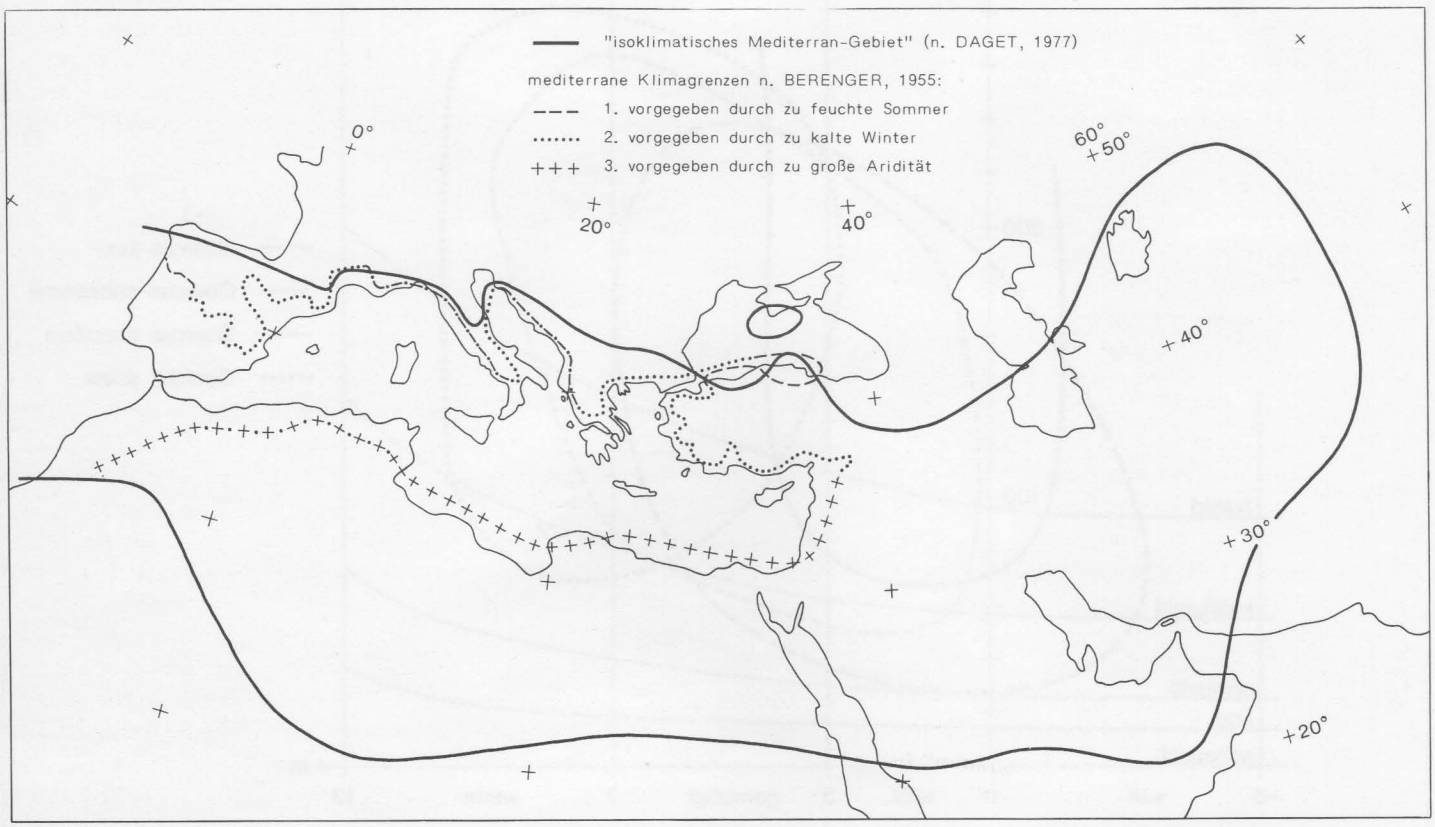


Abb. 4 — Vergleichende Gegenüberstellung des "isoklimatischen Mediterran-Gebietes" nach DAGET (1977, a) und der mediterranen Klimagrenzen nach BERENGER (1955); letztere orientieren sich am Verlauf des Verbreitungsgebietes des Ölbaums.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

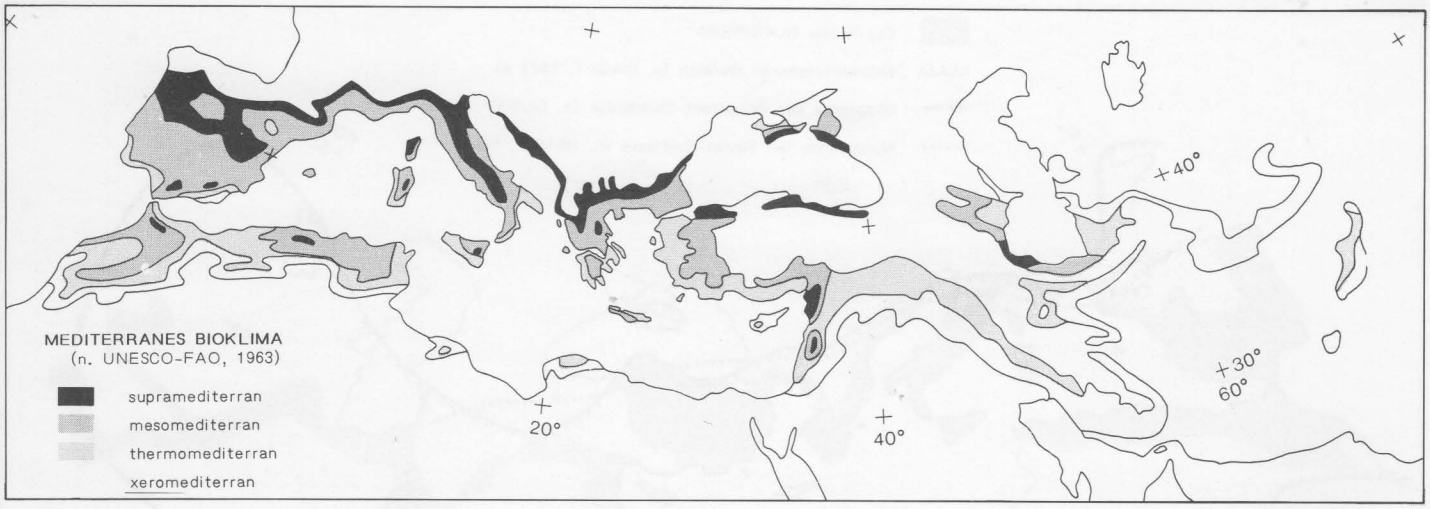


Abb. 5 — Unterteilung des "mediterranen Bioklimas" nach dem Verfahren von BAGNOULS et GAUSSEN (1953), das für die Erstellung der Klimakarte der FAO-UNESCO (1963) Verwendung fand.

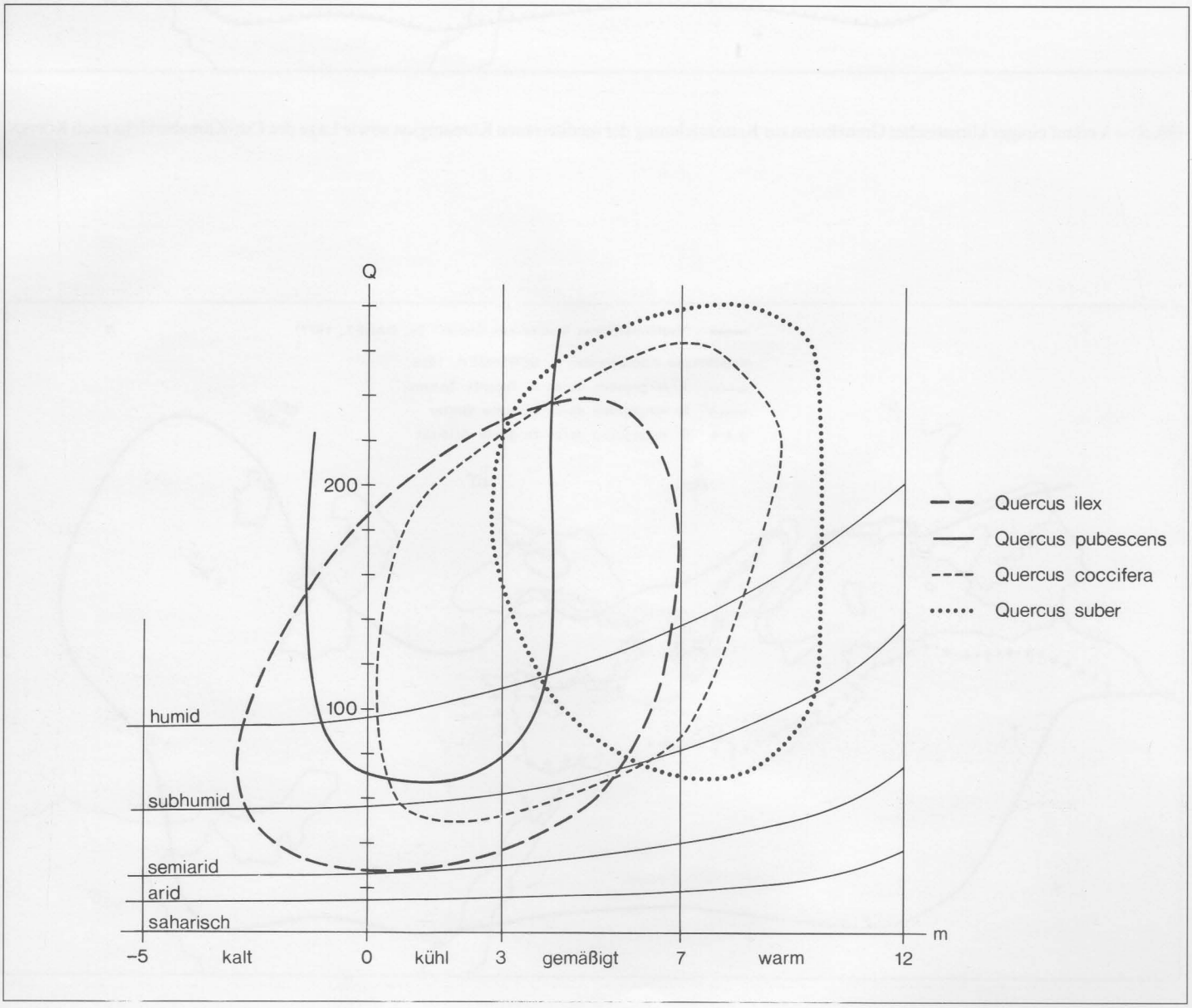


Abb. 6 — Pluviothermische Zuweisung der wichtigsten Eichenarten im Mittelmeergebiet (zusammengestellt n. versch. Autoren).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

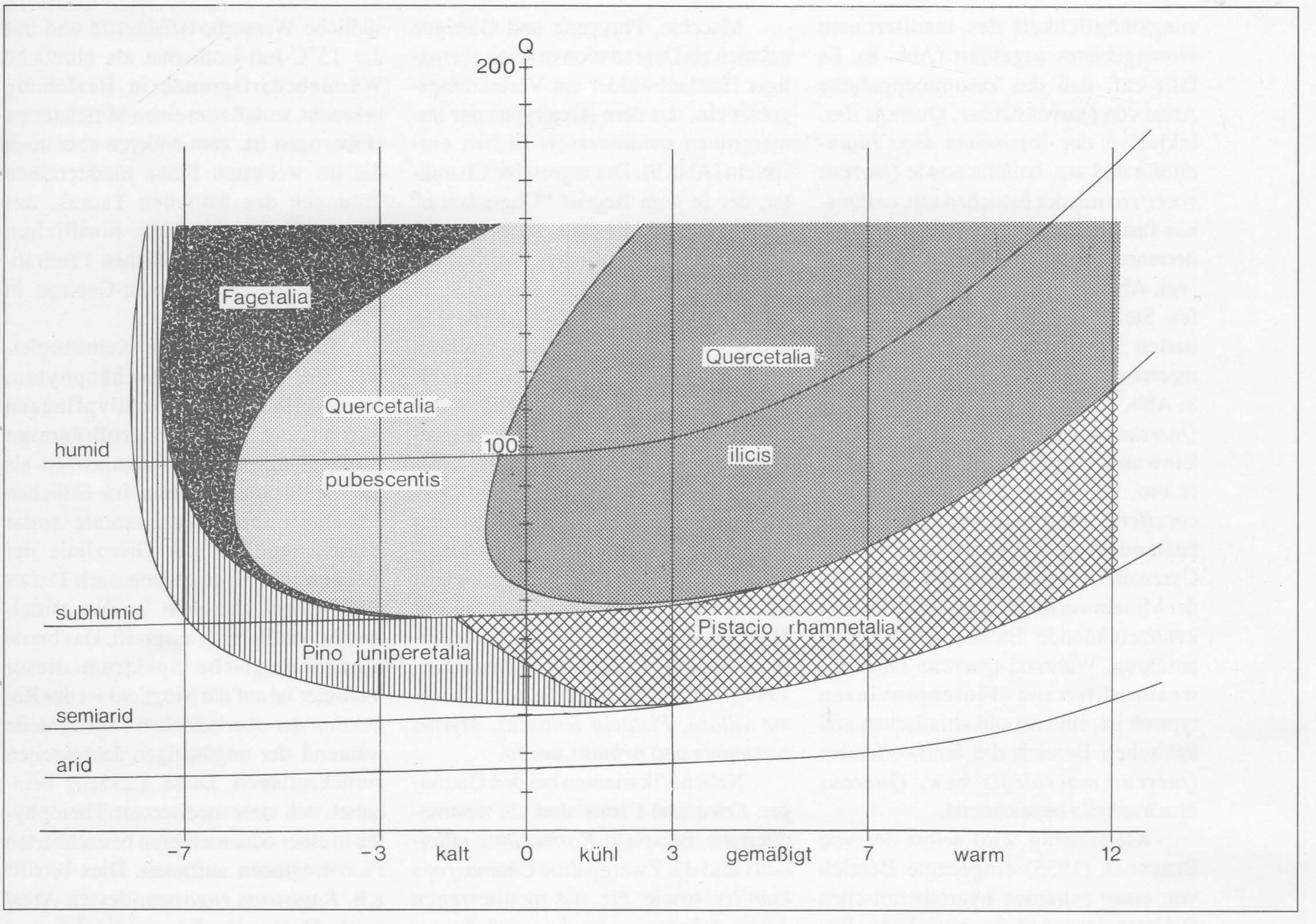


Abb. 7 — Pluviothermische Zuweisung der wichtigsten pflanzensoziologischen Ordnungen des Mittelmeergebietes nach QUEZEL/BARBERO/BONIN/LOISEL (1980).

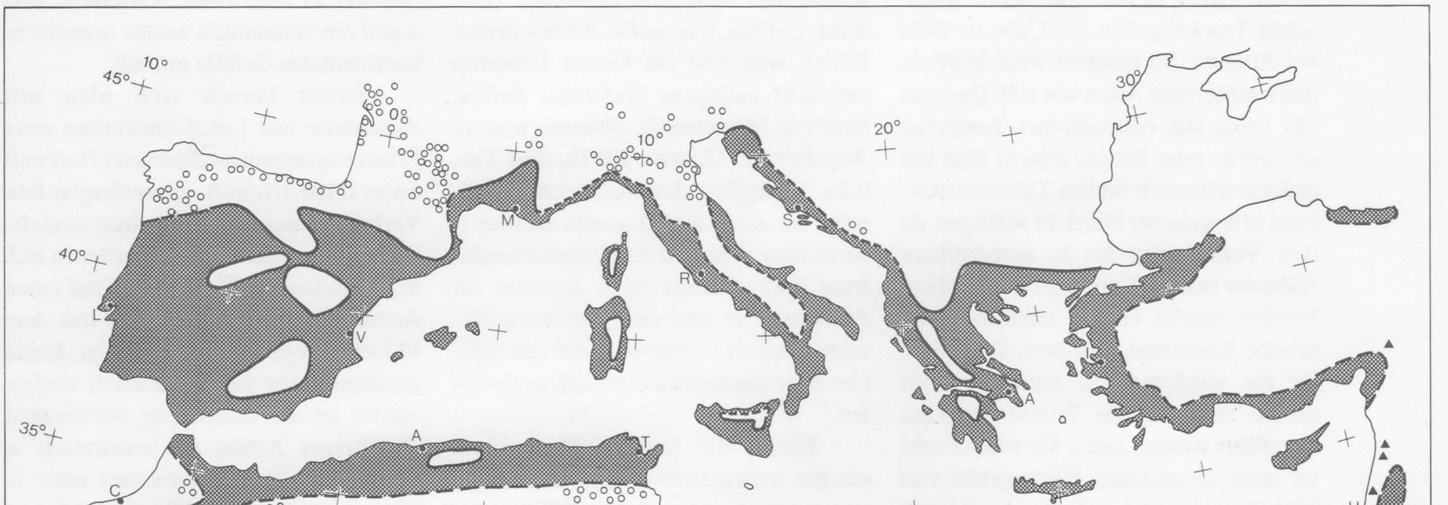


Abb. 8 — Verbreitungsgebiet der immergrünen Hartlaubeichen. Die Symbole zeigen die Lage isolierter Reliktbestände an (n. BARBERO u. LOISEL 1980, verändert nach LANG, 1970).

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

zungsmöglichkeit des mediterranen Florengebietes angeführt (Abb. 8). Es fällt auf, daß das zusammengefaßte Areal von *Quercus suber*, *Quercus ilex*, inklusive der iberischen ssp. *rotundifolia* und ssp. *ballota*, sowie *Quercus coccifera* mit der östlichen ssp. *calliprinos* fast deckungsgleich mit dem mediterranen Klimagebiet nach BERENGER ist (vgl. Abb. 4). An wenigen Stellen greifen Stein- und Kermeseiche mit isolierten Vorkommen über den Mittelmeerraum hinaus (s. Punktverbreitung in Abb. 8): im Nordwesten betrifft dies *Quercus ilex* als Relikt aus wärmeren Einwanderungsphasen im Holozän (LANG, 1970), im Südosten *Quercus coccifera* mit pluvialzeitlichen Restbeständen in Südisrael und in der Cyrenaika. Für den West-Ost-Wandel in der Mittelmeerflora lassen sich ebenfalls kennzeichnende Eichen als Beispiel anführen. Während *Quercus suber* für westmediterrane Florenprovinzen typisch ist, sind im südadriatischen und ägäischen Bereich die laubwerfenden *Quercus macrolepis* bzw. *Quercus brachyphylla* bezeichnend.

Kleinräumig wird selbst der von BERENGER (1955) eingeengte Bereich von einer extremen hygrothermischen Differenzierung gekennzeichnet. Bezüglich des Niederschlagsgefälles reicht sie von 4600 mm/a in Crkvice an der Bucht von Kotor in Süddalmatien bis hinunter auf 128 mm/a im südostspanischen Trockengebiet des Cabo de Gata bei Almeria. So gesehen wird deutlich, daß mediterrane Arten wie z.B. *Quercus ilex* (inkl. ssp. *rotundifolia*), *Juniperus oxycedrus* oder *Smilax aspera* über ein außergewöhnlich breites Toleranzspektrum in hygrischer Hinsicht verfügen, da ihre Vorkommen bis in unmittelbare Nähe der beiden Extremgebiete reichen. Entsprechendes betrifft auch die thermische Kontinentalität bzw. Ozeanität, für die wiederum die Steineiche mit einem sehr breiten Wuchsspektrum angeführt werden kann. Sie tritt sowohl im hoch-ozeanischen Klimagebiet von NW-Spanien und SW-Frankreich als auch in ausgesprochen kontinentalen Tallagen im Lee apenninischer und dalmatischer Gebirgsabschnitte auf. Die thermische Spannweite reicht bei *Quercus ilex* von Temperaturmaxima mit 45°C im Juli/August (Grenzgebiet von Andalusien und Estremadura) bis zu Tiefstwerten von -20°C im Januar in den Ligurischen Längstälern des Nordapennin (zur Temperaturresistenz dieser Art vgl. LARCHER u. MAIR, 1969).

Macchie, Phrygana und Garrigue nehmen als Degradationsstadien ehemaliger Hartlaubwälder ein Verbreitungsgebiet ein, das dem Arealtypus der immergrünen mediterranen Eichen entspricht (Abb. 9). Der regressive Charakter, der in dem Begriff "Degradation" zum Ausdruck kommt, trifft für die angeführten Formationen nur bedingt zu. Tatsächlich bilden Macchien in vielen Mittelmeerländern eine Phase in progressiven Entwicklungsreihen, beispielsweise in sekundären Sukzessionen nach Aufgabe von Kulturland und Rückgang der extensiven Weideführung, nach Bränden oder Kahlschlägen. In diesem Zusammenhang ist *Spartium junceum* als Pionier von besonderer Bedeutung, dessen weites Verbreitungsgebiet ebenfalls in Abb. 9 eingezeichnet ist. Darüber hinaus lassen sich andere Macchiensträucher dem omnimediterranen Arealtypus zuordnen (TOMASELLI, 1981), z.B. *Phillyrea latifolia*, *Calicotome villosa*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* und *Arbutus unedo*.

Neben Vikarianten bei den Gattungen *Erica* und *Cistus* sind als westmediterrane Beispiele *Rosmarinus officinalis* und die Zwergpalme *Chamaerops humilis* sowie die ost-mediterranen Arten *Arbutus andrachne* und *Sarcopoterium spinosum* zu erwähnen. Weitere Unterschiede bestehen schießlich in dem hohen Leguminosen-Anteil des westlichen Mittelmeergebietes (*Genista*, *Cytisus*, *Coronilla*, *Adenocarpus*, *Ulex*), während im Osten Labiaten verstärkt auftreten (*Sideritis*, *Salvia*, *Satureja*, *Micromeria*, *Phlomis*; weitere Angaben bei QUEZEL, 1981b, dort Tab. 6.2). Bezüglich der Macchien-Gesellschaften sind die *Ononido-Rosmarinetea* über Kalk und die *Cisto-Lavanduletea* über silikatreichem Substrat für das westliche und die gesteinsindifferente *Cisto-Micromerietea* für das östliche Mittelmeergebiet gegenüberzustellen.

Einzig die Verbreitungsgebiete einiger aussageschwacher, da anthropogen verschleppter Acker-Wildkräuter zeigen im Grenzverlauf Ähnlichkeiten mit der mediterranen Klimaregion nach KÖPPEN und GAUSSEN. Es handelt sich dabei um *Euphorbia chamaesyce* (MEUSEL *et alii*, 1978 Kartenteil) und darüber hinausgehend um *Scandix pecten-veneris*, *Calendula arvensis*, *Geranium rotundifolium* und *Vulpia myuros*. Der Arealtypus der vier letztgenannten Arten wird von JÄGER (1970) mit der 250 mm-Jahres-Isohyete als südliche Wasserbedarfsgrenze und mit der 15°C-Juli-Isotherme als nördliche Wärmebedarfsgrenze in Beziehung gebracht, so daß zum einen Mitteleuropa einbezogen ist, zum anderen aber auch die im weitesten Sinne mediterranen Talungen des östlichen Taurus, des Zagros-Gebirges, des nördlichen Elbursabfalls, der westlichen Pamirabdachung und das Suleiman-Gebirge in Pakistan inbegriffen sind.

Einige synanthrope Kulturbegleiter, die sich als Archäophyten, Neophyten oder Adventivpflanzen durch eine stärkere großräumige Ausbreitungsmobilität auszeichnen als die Gehölzarten, weisen im östlichen Abschnitt ihrer Wuchsareale sogar Beziehungen mit der Grenzlinie der mediterranen Klimaregion nach DAGET (1977a) auf, die weit in den mittelasiatischen Bereich ausgreift. Das breite klimaökologische Spektrum dieser Vertreter ist auf die Möglichkeit der Reduktion der oberirdischen Pflanzenteile während der ungünstigen Jahreszeiten zurückzuführen. Diese Tatsache beinhaltet, daß viele mediterrane Therophyten in einer oder mehreren benachbarten Florenregionen auftreten. Dies betrifft z.B. *Rapistrum rugosum*, dessen Areal nach Osten in die pontische und orientalisch-turanische Florenregion sowie nach Westen in die atlantisch-subatlantische Florenprovinz reicht (MEUSEL *et alii*, 1965, Kartenteil) und damit ein erstaunlich weites ozeanisch-kontinentales Gefälle umfaßt.

Somit lassen sich also mit Ausnahme von Lokal-Endemiten zwei Pflanzengruppen mediterraner Herkunft unterschiedlichen chorologischen Verhaltens trennen. Zum einen sind die Mehrjährigen zu nennen, von denen sich insbesondere die Gehölzarten auf einen Arealtypus beschränken, der mit dem Mittelmeergebiet im engeren Sinne gleichzusetzen ist. Wesentlich umfassender ist der Arealtypus vorwiegend einjähriger Arten, die zusätzlich in vorder- bis mittelasiatischen oder in west-europäischen Florenprovinzen auftreten. Ihre Verbreitung rechtfertigt insofern keine erweiterte Interpretation des mediterranen Vegetationskreises, da sie als Ephemere zu der jeweils günstigsten Jahreszeit auch in Gebieten gedeihen können, die sich großklimatische erheblich von den Herkunftsregionen dieser Arten unterscheiden.

Courtesy of Editors

A 4. AUSWAHLKRITERIEN UND LAGE DER UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Den Kriterien, die zur Auswahl der Fallbeispiele führten, wird die Lage der in Abb. 10 aufgeführten Untersuchungsgebiete vorangestellt. Soweit großmaßstäbige Karten zur Verfügung stehen, lassen sich genaue Koordinaten des Zentrums angeben, in dessen Umgebung die vegetationskundlich bearbeiteten Kultur- und Bracheflächen liegen. Dies betrifft nur die Fallbeispiele, auf denen 3-4 Tage lang im Frühjahr (und stellenweise auch im Spätsommer) vergleichende Erhebungen zur Pflanzenzusammensetzung auf 15 bis 25 Bracheflächen unterschiedlichen Alters durchgeführt wurden (vgl. Abb.10):

Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten jedoch Kultur- und Brachflächen in drei italienischen Gebieten, nämlich in Pignone und Corniglia (beide in Südligurien) sowie auf Salina, eine der Äolischen Inseln, nördlich von Sizilien. Um die Veränderung der Vegetation auf den in den Tabellen (Beilage) erfaßten 170 pflanzensoziologischen Aufnahmeflächen in späteren Arbeiten nachvollziehen zu können, wurden die Parzellennummern auf den jeweiligen Katasterplänen angegeben (Rückseite Tab. 5 und 7, s. Beilage; genaue Lageskizzen der Areale auf Tab.12 liegen beim Verfasser vor, wurden jedoch aus Platzgründen nicht beigefügt. Die Ortsangabe "V" auf Tab.7 bezeichnet den Katasterplan "Vernazza", bezieht sich jedoch immer auf den eingemeindeten Ort Corniglia).

Ort	Längengrad	Breitengrad	Untersuchungszeit
supramediterran:			
Acqui Terme (I)	4°58'13"	45°00'57"	24. - 27.05.83
Cartosio (I)	4°58'18"	44°36'42"	14. - 16.06.84
Orgnac d'Aven (F)	4°25'12"	44°17'34"	22. - 24.05.83
Montclus (F)	4°26'00"	44°15'45"	19. - 21.05.83
Dekani (YU)	1°24'50"	45°32'12"	4. - 6.04.85
Kastoria (GR)	21°12' ?"	40°34' ?"	2. - 4.06.82
Kalambaka (GR)	21°19' ?"	39°47' ?"	31.05. - 2.06.82
Ohrid (YU)	20°48' ?"	41°08' ?"	5. - 8.06.82
Gordola (CH)	8°52'25"	46°11'58"	17. - 18.06.84
			und 2. - 3.09.85
Gerra (CH)	8°47'10"	46°07'58"	16. - 17.06.84
			und 4. - 5.09.85
mesomediterran:			
Puyloubier (F)	5°40'00"	43°31'39"	17. - 19.05.83
Campmany (E)	2°59' ?"	42°22' ?"	12. - 14.06.84
Arles-sur-Tèch (F)	2°35' ?"	42°28' ?"	10. - 12.06.84
Cadaqués (E)	3°39'49"	37°43'00"	9. - 12.06.84
Zafferana (I)	2°39'49"	37°43'00"	22. - 23.10.81
			und 4. - 5.05.82
Scilla (I)	3°15'49"	38°14'30"	24. - 25.10.81
			und 27. - 28.02.82
Korçula (YU)	17°09' ?"	42°56' ?"	28.03. - 2.04.85
Peljesac (YU)	17°17' ?"	42°58' ?"	2. - 3.04.85
Korfu (GR)	19°47' ?"	39°45' ?"	9. - 11.06.82
Nemea (GR)	22°39' ?"	37°45' ?"	22. - 24.03.85
thermomediterran:			
Pantelleria (I)	12°46'40"	36°29'20"	1. - 3.09.82
Mellieha (M)	14°26' ?"	35°52' ?"	29.06. - 1.07.82
Instinción (E)	(W) 2°38'50"	37°00'10"	10. -12.02.85
Larhat (DZ)	1°52' ?"	36°33' ?"	21. -23.02.85
Mascara (DZ)	0°08' ?"	35°48' ?"	19. -20.02.85
Marmaras (GR)	23°52' ?"	40°02' ?"	26. -28.02.85

Die vorangegangenen Ausführungen in den Kapiteln über die klimaökologische und geobotanische Differenzierung sowie über die sozioökonomischen Ursachen für das Brachfallen von Rebflächen im Mittelmeergebiet erleichtern die Begründung der Kriterien, die zur Auswahl der Untersuchungsgebiete geführt haben.

Im ersten der beiden Jahre, die für fortlaufende Untersuchungen im Gelände zur Verfügung standen, konzentrierten sich die Arbeiten auf das supramediterrane Fallbeispiel Pignone und das mesomediterrane Fallbeispiel Corniglia (vgl. Abb. 10). Das Gebiet nordwestlich von La Spezia erweist sich für die Fragestellung deswegen als geeignet, da hier zwei Orte mit vollständigen Serien der Rebbrache-Entwicklung in unmittelbarer Nachbarschaft liegen und trotzdem erhebliche Unterschiede in den klimaökologischen und vegetationskundlichen Voraussetzungen zeigen: Corniglia und Pignone (vgl. Abb. 11 u. 15). Es konnten dadurch mit vergleichbaren Meßreihen und Pflanzenerhebungen innerhalb eines Jahres zwei der drei mediterranen Zonen durch intensive Untersuchungen parallellaufend abgedeckt werden.

Im zweiten Jahr wurden die Geländearbeiten im thermomediterranen Fallbeispiel Salina fortgesetzt. Allerdings geht aus dem pluviothermischen Diagramm in Abb. 10 (unten links) hervor, daß es sich hierbei um eine randliche Lage im Übergang zum mesomediterranen Bereich handelt, worauf auch die Arealtypenverteilung hindeutet (Tab. 11). Wenn Salina trotz seiner Zwischenstellung in die Reihe der intensiv untersuchten Fallbeispiele gestellt wird, so geschieht dies wegen des breiten Angebots verschiedener Brachestadien, das im Gegensatz zu anderen thermomediterranen Untersuchungsgebieten die Erstellung umfangreicher Tabellen mit zahlreichen Arealaufnahmen erlaubt.

Der Auswahl der drei wichtigsten Fallbeispiele liegen klimaökologische Gesichtspunkte zugrunde. Zu diesem Zwecke werden langjährige Daten der nächstgelegenen Stationen mit vergleichbarer topographischer Lage herangezogen: Ricco del Golfo (Niederschläge) und Santa Margherita (Temperaturwerte) für Pignone im supramediterranen, Levanto für Corniglia im mesomediterranen und Stromboli für Lin-

Courtesy of Editors of Editors Courtesy of Editors of Editors Courtesy of Editors of Editors Courtesy of Editors of Editors Courtesy of Editors of Editors Courtesy of Editors

gua auf Salina im thermomediterranen Bereich. Genauere Angaben zu den Wasserhaushaltsbilanzierungen liegen für die gleichen Stationen in Abb. 18, 32 u. 51 vor. Nach den zugehörigen Berechnungsverfahren von SCHMIEDECKEN (1978, Kap. B 2.1.2) ergeben sich in Verbindung mit Größenfrequenzanalysen nach AHNERT (1987) für die drei Fallbeispiele Jahresangaben zur hygrischen Differenzierung, die in Tab. 2 zusammengestellt sind.

Eine vergleichende Betrachtung der Werte verdeutlicht in Reihenfolge vom supra- zum thermomediterranen Fallbeispiel klare Veränderungstendenzen mehrerer Wasserhaushaltsgrößen:

- Die Niederschlagssummen nehmen deutlich ab, während sich der Aufbrauch der Niederschlagsüberschüsse für die Porenauffüllung erhöht. Es ergibt sich ein zunehmendes Defizit der nutzbaren Feldkapazität.
- Die Häufigkeit von Starkregen (vgl. auch Abb. 11, unten links) und die Niederschlagsüberschüsse nehmen deutlich ab, so daß morphoklimatisch von einer abnehmenden Häufigkeit der Erosionsfälle und klimaökologisch von einer selteneren Wassersättigung der Böden auszugehen ist.
- Die Häufigkeit an mehrwöchigen Perioden ohne Niederschlag (vgl. auch Abb. 11, unten rechts) nimmt zu, was eine zunehmende Austrocknungsgefährdung für die Pflanzen zur Folge hat.
- Potentielle und aktuelle Verdunstung[1] nehmen von Pignone über Corniglia bis Salina ab. Dieses Gefälle stimmt nicht mit der gesetzmäßigen Veränderung zwischen dem supra- und thermomediterranen Bereich überein.

Mit Ausnahme des letzten Punktes rechtfertigen die übrigen Merkmale eine deutliche klimaökologische Trennung der drei Fallbeispiele. Hinsichtlich der Verdunstungswerte sind lokalklimatische Gründe für die abnehmende Tendenz zwischen dem supra- und thermomediterranen Gebiet entscheidend. Im ersten Fall handelt es sich um ein Bekkenklima mit einem tagsüber erhöhten Wasserdampf-Sättigungsdefizit bei Strahlungswetter, im zweiten um ein Küstenklima mit deutlicher Land-Seewind-Zirkulation und im dritten Fall um ein hochozeanisches Inselklima. Auch wenn sich damit die Verdunstungsverhältnisse entgegen dem üblichen planetarischen Wandel verändern, so ist zu beachten, daß die Weinbaugebiete vom supra- zum thermomediterranen Bereich in zunehmendem Maße auf die küstennahen Zonen beschränkt bleiben. Diese veränderte Ausgangslage geht mit einer zunehmenden Beeinflussung durch feuchte Meeresluft einher, die sich wiederum positiv auf die Verdunstungsverluste auswirken.

Die regionalen Unterschiede im Wasserhaushalt laufen mit Unterschieden im Wärmehaushalt parallel. Dies kommt in den winterlichen Minimalwerten am stärksten zum Ausdruck. Aus Abb. 11 geht hervor, daß im supramediterranen Fallbeispiel für den Januar Frostwechsel typisch sind, während im thermomediterranen das mittlere Minimum nicht unter 10°C absinkt. Darüber hinaus läßt sich aus dem Abbildungsvergleich eine erhöhte Kaltluftgefährdung im Gebiet um Pignone ableiten, die für die übrigen supramediterranen Fallbeispiele ebenfalls nachweisbar ist (s.u.).

Die hygrothermischen Unterschiede zwischen den drei für die intensiven Untersuchungen ausgewählten Orte spiegeln sich in der natürlichen Vegetation wider. Die zunehmend xerothermen Verhältnisse werden durch einen Wechsel von *Quercetalia pubescentis-* über *Quercetalia ilicis-* zu *Pistacio-Rhamnetalia*-Gesellschaften gekennzeichnet. Ob sich die Rebbrache-Sukzessionen in Pignone, Corniglia und Salina als repräsentativ erweisen würden, ließ sich zu Anfang der Untersuchungen noch nicht abschätzen. So mußten die vegetationskundlichen Auswahlkriterien auf den Indikatorwert naturnaher Gesellschaften beschränkt bleiben. Erst im Nachhinein läßt sich die Übertragbarkeit der Merkmale des symmorphologischen Wandels auf Rebbrachen überprüfen.

In edaphischer Hinsicht wurde bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete darauf geachtet, daß ein möglichst breites Spektrum verschiedener Ausgangsgesteine mit nährstoffreichen bis nährstoffarmen Bodenauflagen und leichten bis schweren Bodenarten vorliegt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im Mittelmeergebiet Rebflächen über Kalkstein selten sind, da insbesondere in den traditionellen Hackbauverfahren die Bearbeitung eines hohen

Tabelle 2 — Jahresangaben zu verschiedenen hygrischen Merkmalen an den Klimastationen Ricco del Golfo bzw. Sta. Margherita, Levanto und Stromboli, die den drei Fallbeispielen Pignone, Corniglia und Salina zugeordnet sind. Grundlage: Klimadaten 10-jähriger Meßreihen; Bodenwasser-Kennwerte auf Rigosole bezogen.

	supramediterran	mesomediterran	thermomediterran
Niederschlagssumme	1652,5 mm	1064,9 mm	695,5 mm
Niederschlagstage	99	87	71
potentielle Evaporation	561 mm	522,4 mm	484,4 mm
aktuelle Evaporation	451,8 mm	408,6 mm	508,5 mm
Niederschlag-Überschuß	1109,1 mm	565,6 mm	255,4 mm
Aufbrauch für Porenauffüllung	91,6 mm	92,7 mm	151,6 mm
Defizit in der nutzbaren Feldkapazität	110 Tage/a	146 Tage/a	210 Tage/a
Häufigkeit von Niederschlägen			
> 10 mm/d	37,6 Tage/a	58,4 Tage/a	22,5 Tage/a
> 50 mm/d	15,9 Tage/a	9,5 Tage/a	4,0 Tage/a
Häufigkeit niederschlagsfreier Perioden			
> 10 Tage/a	7,6	7,7	8,0
> 20 Tage/a	1,5	2,2	5,7

1 berechnet nach der von SCHMIEDECKEN (1978, S. 145) um den Faktor 0,7 reduzierten Formel von PAPADAKIS, 1965:

$$\text{pot. Verdunstung in mm} = 7{,}5\,(E_{max} - E_{min\text{-}2})\,/12$$

mit E_{max} = Sättigungsdampfdruck bei der mittleren täglichen Maximumtemperatur (in mm Hg) und

$E_{min\text{-}2}$ = Sättigungsdampfdruck bei der um 2 K verminderten mittleren täglichen Minimumtemperatur (in mm Hg)

Courtesy of Editors

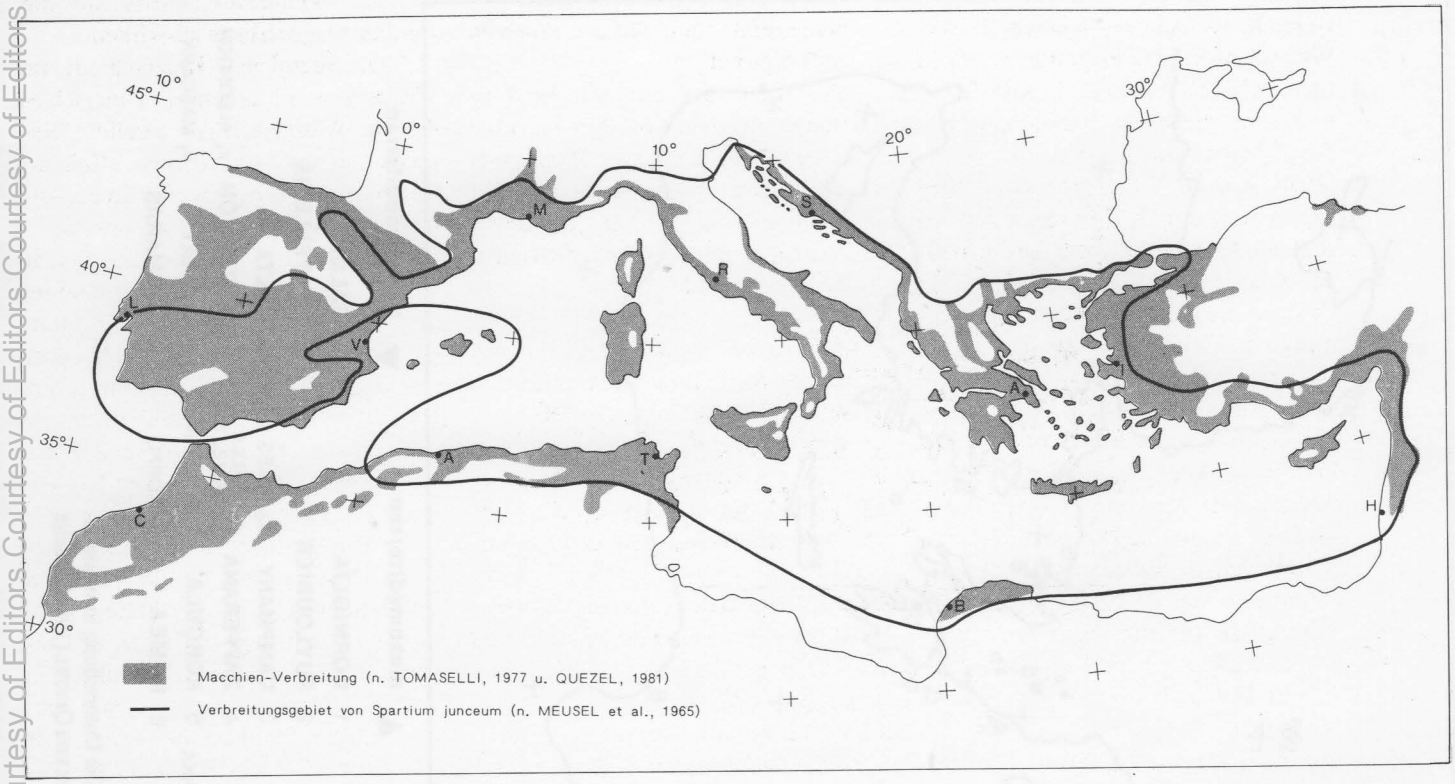


Abb. 9 — Verbreitung der Macchien im weiteren Sinne (Garrigues und Phrygana inbegriffen) und Arealgrenze von Spartium junceum.

körperlichen Aufwands bedarf. Weinbaugebiete sind folglich im Mittelmeergebiet nur dort über schweren Böden anzutreffen, wo großräumig sandige Böden fehlen. Von den drei intensiv untersuchten Fallbeispielen sind nur in Pignone und Corniglia über schmalen Kalksteinschichten eng begrenzt Rebgebiete auf basenreichen, schweren Böden zu finden, während ansonsten saures und lehmig-sandiges Ausgangsmaterial vorherrscht. Aus der folgenden Aufstellung läßt sich ersehen, daß bei der Auswahl der kurzzeitig untersuchten Fallbeispiele der stärkeren Verbreitung von brachgefallenen Rebflächen auf kalkarmen bis kalkhaltigen und leichten bis mäßig schweren Böden Rechnung getragen wurde.

Bracheserien über schweren, kalkreichen Böden: Montclus (Ortsnähe), Grana, Ohrid, Kastoria, Korçula, Nemea, Malta, Mascara.

Bracheserien über mäßig schweren kalkhaltigen bis kalkarmen Böden: Cartosio, Orgnac d'Aven, Kalambaka, Puyloubier, Llança, Peljesac, Korfu, Instinción, Larhat, Marmaras (Corniglia und Pignone).

Bracheserien über leichten, kalkarmen bis kalkhaltigen Böden: Montclus (Flußnähe), Gordola, Campmany, Arles-sur-Tèch, Zafferana, Scilla, Palizzi, Pantelleria (Corniglia und Salina).

Bleibt zu erwähnen, daß als wesentliche Voraussetzung zur Auswahl der Fallbeispiele in allen Untersuchungsgebieten Rebkulturen und vor allem Rebbrachen verschiedensten Aufgabealters vorhanden sein mußten.

A 5. METHODISCHES VORGEHEN

In Ökosystemen, die von Eingriffen des Menschen bestimmt werden, ist der Wandel bzw. die Vernichtung der Vegetationsdecke als Ausgangsgröße für Veränderungen in den Funktionalbeziehungen entscheidend. Bei Brachfallen ist damit zu rechnen, daß die spontane Besiedlung von Pflanzen durch Ansamung oder vegetative Ausbreitung aus Nachbarstandorten eine Veränderung synergetischer Prozesse einleitet. Die Überdeckung wird daneben von der Vitalität der überdauernden Kulturpflanzen nach ausbleibender Bodenbearbeitung bestimmt.

Die Auswirkungen der Vegetationsentwicklung auf andere Faktoren wird im folgenden Überblick den methodischen Aspekten vorangestellt (phytogene Sukzession, ELLENBERG, 1979a):

- Veränderung der Laubüberschirmung mit Einfluß auf das Mikro- bzw. Bestandsklima, den Bodenwasserhaushalt, den Bodenabtrag und die bodenbiologische Aktivität, vor allem in Hinblick auf Bilanzveränderungen im Energiefluß;
- Veränderungen der Phytomasse mit Einfluß auf den Bodenwasseraufbrauch und auf die Humuszufuhr;
- Veränderungen der Laubqualität mit Einfluß auf die bodenbiologische Aktivität und den Bodenchemismus;
- Veränderungen der Lebensformenanteile und der pflanzenstrukturellen Merkmale mit Einfluß auf das Mikroklima, den Bodenwasserhaushalt und die bodenbiologische Aktivität, vor allem unter Berücksichtigung der kleinräumigen Differenzierung der Faktorenkomplexe.

Diese Hinweise begründen die Vorgehensweise, Untersuchungsergebnisse zur Vegetationsdynamik jenen Parametern voranzustellen, die den Standortwandel verursachen. Die Rückwirkungen der Faktorenbündel Mikroklima, Bodenwasserhaushalt, Bodenabtrag und Bodenchemismus auf die Vegetation werden direkt in den jeweiligen

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

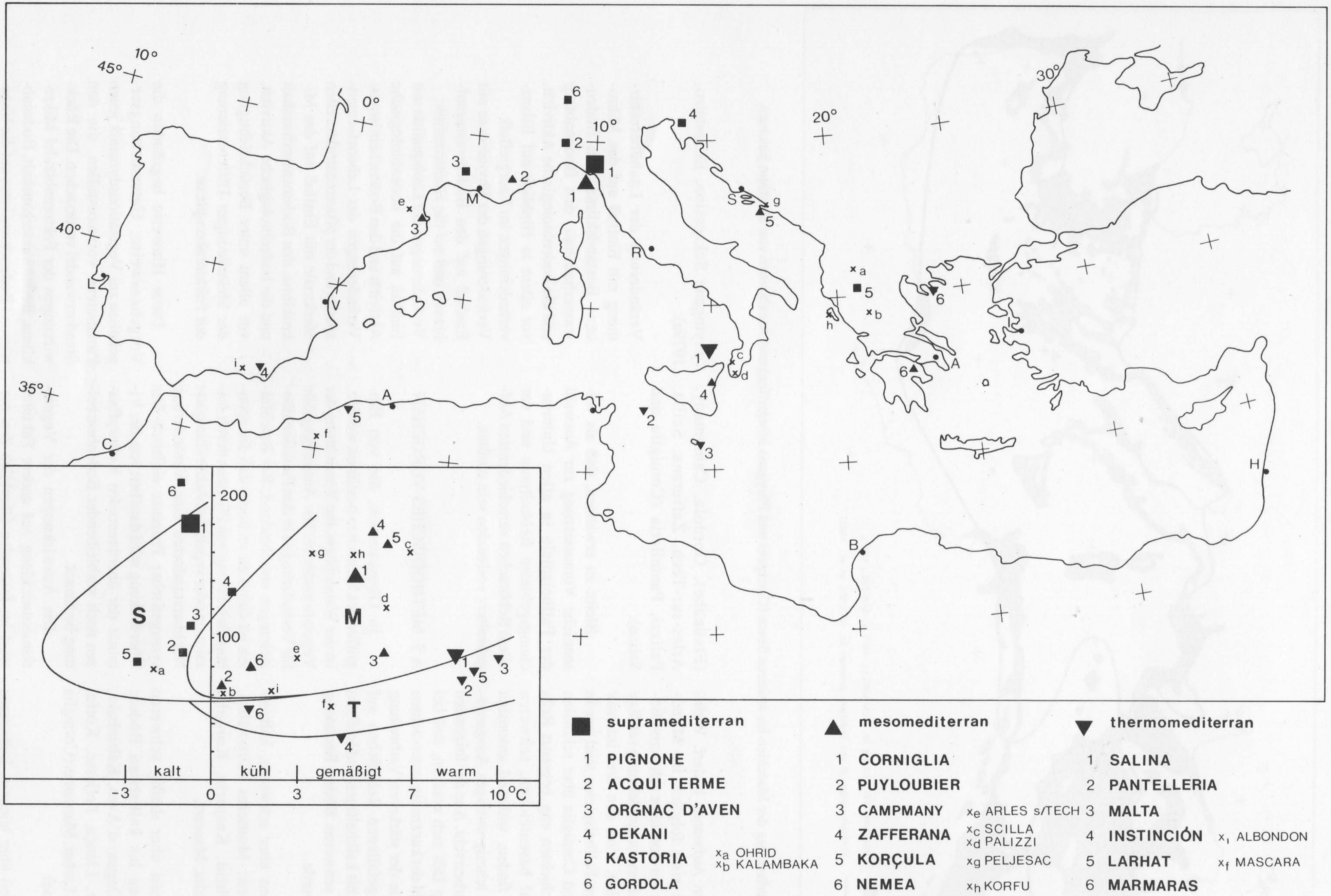
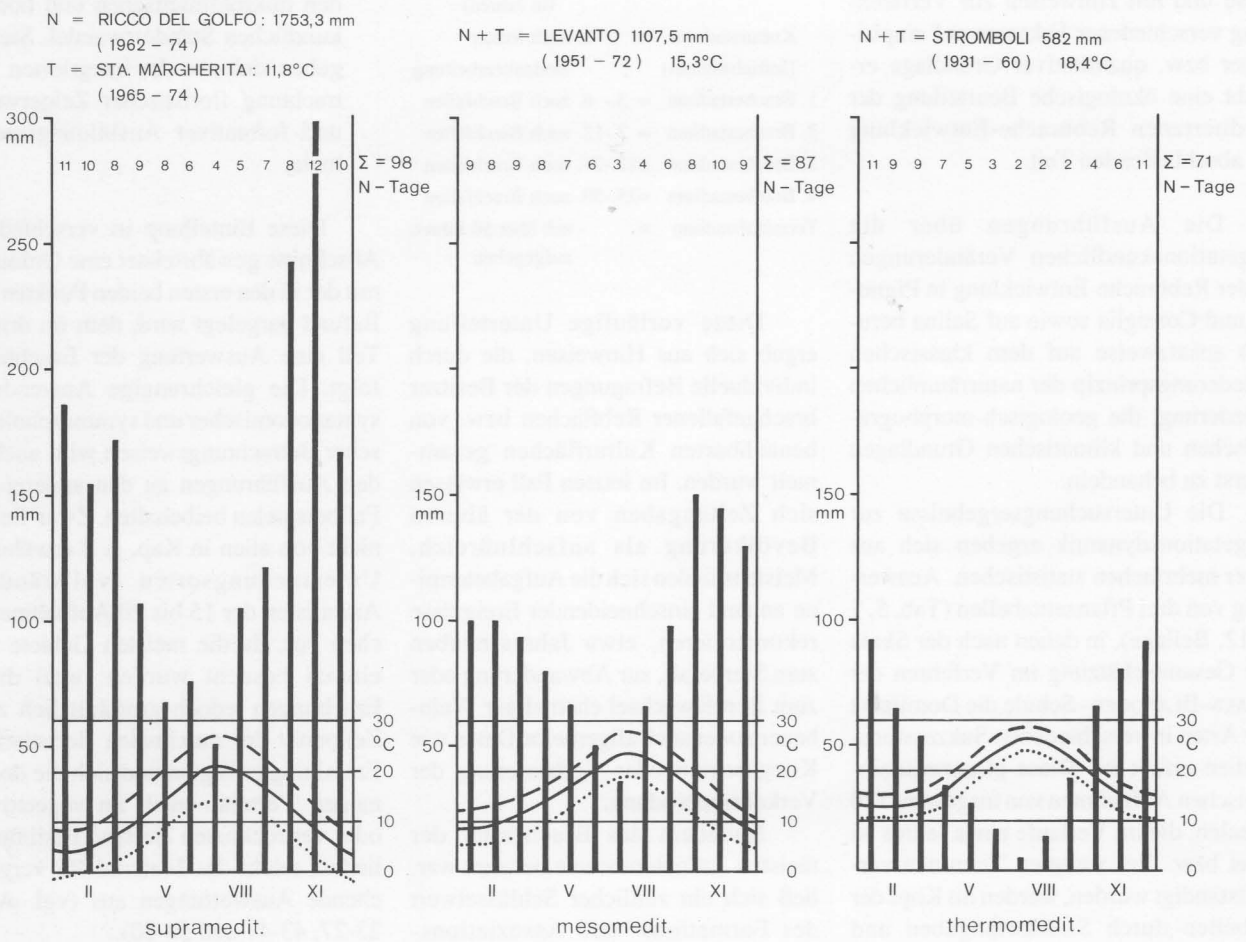


Abb. 10 — Lage der Untersuchungsgebiete und ihre Stellung im pluviothermischen Klimagramm nach EMBERGER (u. l.). Die Unterteilung in supramediterran (S), mesomediterran (M) und thermomediterran (T) erfolgte nach OZENDA (1975) in Abwandlung nach Ausführungen von QUEZEL (1980). Quelle der Klimadaten für die Berechnung: DWD, 1981.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte



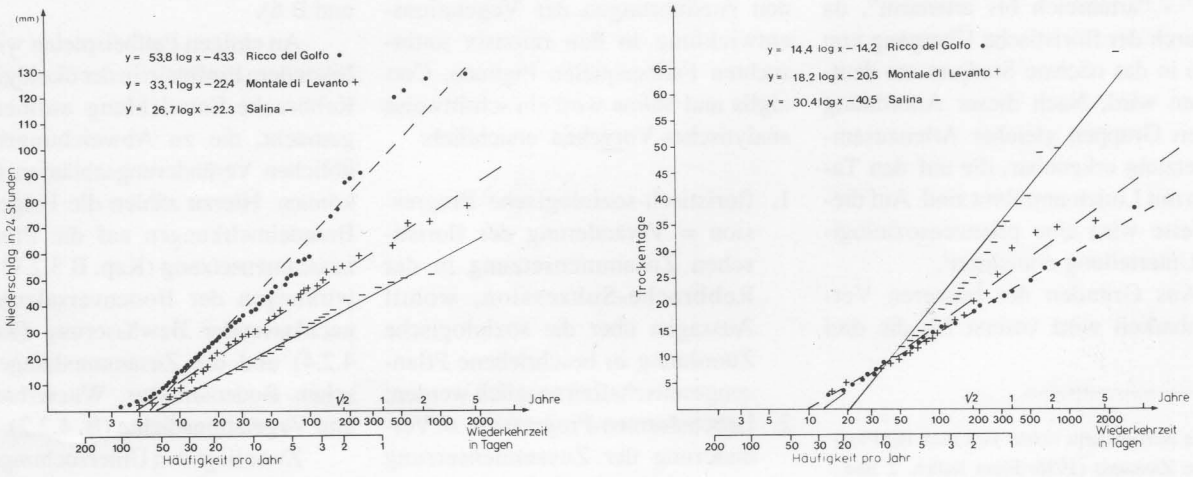


Abb. 11 — Klimatische Unterschiede zwischen den drei supra-, meso- und thermomediterranen Fallbeispielen Pignone, Corniglia und Salina. Oben: Jahresgang der monatlichen Niederschlagssummen und Temperaturwerte von nahegelegenen Klimastationen vergleichbarer orographischer Lage; unten: Größenfrequenzanalysen der Niederschlagsintensitäten und der Andauer niederschlagsfreier Perioden. Meßperiode in Ricco del Golfo/S. Margherita und in Levanto = 1964-73, in Salina (S. Marina) = 1976-85.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Unterkapiteln behandelt. Der analytische Teil mit Interpretationen der Meßergebnisse und mit Hinweisen zur Verflechtung verschiedener Faktoren auf empirischer bzw. quantitativer Grundlage erlaubt eine ökologische Beurteilung der mediterranen Rebbrache-Entwicklung im abschließenden Teil.

Die Ausführungen über die vegetationskundlichen Veränderungen in der Rebbrache-Entwicklung in Pignone und Corniglia sowie auf Salina beruhen ansatzweise auf dem klassischen Gliederungsprinzip der naturräumlichen Gliederung, die geologisch-morphographischen und klimatischen Grundlagen zuerst zu behandeln.

Die Untersuchungsergebnisse zur Vegetationsdynamik ergeben sich aus einer mehrfachen statistischen Auswertung von drei Pflanzentabellen (Tab. 5, 7 u. 12, Beilage), in denen nach der Skala der Gesamtschätzung im Verfahren der BRAUN-BLANQUET - Schule die Dominanz der Arten in verschiedenen Sukzessionsstadien erfaßt ist. Diese pflanzensoziologischen Aufnahmen von insgesamt 170 Arealen, die im Verlaufe eines Jahres an zwei bzw. drei weiteren Terminen vervollständigt wurden, werden im Kopf der Tabellen durch Standortangaben und Artenzahlen ergänzt. Das Brachealter der Flächen ist auf der Rückseite vermerkt; dabei handelt es sich um die Zeit der letzten Bodenbearbeitung. Die Anordnung der Aufnahmen von links nach rechts erfolgt nach einer Unterteilung der Brachflächen in sechs Zeitphasen von "bewirtschaftet" über "junge" bis zu "alten" Stadien. Die Abfolge innerhalb dieser Zeitblöcke verläuft im Wechsel nach dem Prinzip "artenarm bis artenreich" - "artenreich bis artenarm", da hierdurch der floristische Übergang von einem in das nächste Stadium am deutlichsten wird. Nach dieser Anordnung werden Gruppen gleicher Artenzusammensetzung erkennbar, die auf den Tabellen mit Linien umrahmt sind. Auf diese Weise wird eine pflanzensoziologische Unterteilung erleichtert[1].

Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit wird vorerst für die drei intensiv bearbeiteten Fallbeispiele ein starres Zeitschema beibehalten:

		(in Jahren)
Kulturstadium (Initialstadium)	=	-2. nach letzter Bodenbearbeitung
1. Brachestadium	=	3.- 6. nach Brachfallen
2. Brachestadium	=	7.-12. nach Brachfallen
3. Brachestadium	=	13.-24. nach Brachfallen
4. Brachestadium	=	25.-50. nach Brachfallen
Terminalstadium	=	seit über 50 Jahren aufgegeben

Diese vorläufige Unterteilung ergab sich aus Hinweisen, die durch individuelle Befragungen der Besitzer brachgefallener Rebflächen bzw. von benachbarten Kulturflächen gesammelt wurden. Im letzten Fall erwiesen sich Zeitangaben von der älteren Bevölkerung als aufschlußreich. Meistens ließen sich die Aufgabetermine anhand einschneidender Ereignisse rekonstruieren, etwa Jahresangaben zum Sterbefall, zur Abwanderung oder zum Berufswechsel ehemaliger Weinbauern oder auch allgemeine Daten wie Kriegsbeginn oder Verbesserung der Verkehrsanbindung.

Nachdem das Brachealter der meisten Aufnahmeareale bekannt war, ließ sich ein zeitlicher Schlüsselwert des Formations- und Assoziationsaspektes festlegen, auf dem die vorläufige Unterteilung der verschiedenen Brachestadien beruht. Nach quantitativer Auswertung aller Fallbeispiele, also auch derjenigen mit kurzzeitigen Erhebungen im Gelände, ist allerdings die Phasengliederung als gesetzmäßige Abfolge teilweise zu revidieren, wie aus Kap. B 6 ersichtlich wird.

Aus den Kapitelüberschriften zu den Ausführungen der Vegetationsentwicklung in den intensiv untersuchten Fallbeispielen Pignone, Corniglia und Salina wird ein schrittweise analytisches Vorgehen ersichtlich:

1. floristisch-soziologische Progression = Veränderung der floristischen Zusammensetzung in der Rebbrache-Sukzession, womit Aussagen über die soziologische Zuordnung in beschriebene Pflanzengesellschaften möglich werden;
2. Lebensformen-Progression = Veränderung der Zusammensetzung verschiedener Lebensformen, durch die der Wandel der Pflanzenformationen im Verlaufe der Rebbrache-Entwicklung aufgezeigt wird.
3. Beurteilung des symmorphologischen Wandels = erste Hinweise auf den mikroklimatischen und bodenkundlichen Standortwandel. Sie ergeben sich aus der integrierten Betrachtung floristischer Zeigerwerte und formativer Ausbildungsmerkmale.

Diese Einteilung in verschiedene Abschnitte gewährleistet eine Ordnung, mit der in den ersten beiden Punkten der Befund dargelegt wird, dem im dritten Teil eine Auswertung der Ergebnisse folgt. Die gleichrangige Anwendung syntaxonomischer und symmorphologischer Betrachtungsweisen wird auch in den Ausführungen zu den anderen 27 Fallbeispielen beibehalten. Zwar liegen nicht von allen in Kap. A 4 erwähnten Untersuchungsorten vollständige Artenlisten der 15 bis 20 Aufnahmeflächen vor, da die meisten Gebiete nur einmal besucht wurden; weil diese Erhebungen jedoch grundsätzlich zum Zeitpunkt der maximalen floristischen Entfaltung erfolgten und sich die dominanten Vertreter auch im vegetativen oder vertrockneten Zustand bestimmen ließen, reicht das Material für vergleichende Auswertungen aus (vgl. Abb. 23-27, 43-47 und 56-60).

Die Erhebungen zur Vegetationsentwicklung in den kurzzeitig besuchten Fallbeispielen sollen vor allem Fragen nach einer Übertragbarkeit der entsprechenden Ergebnisse aus Pignone, Corniglia und Salina beantworten. Ein Vergleich der Rebbrache-Sukzessionen mit Schlußfolgerungen ist also erst nach Auswertung aller Befunde und Zeigerwerte der soziologisch-formativen Veränderungsmerkmale möglich (Kap. B 5 und B 6).

An einigen Fallbeispielen wird auf besondere Einflüsse in der ökologischen Rebbrache-Entwicklung aufmerksam gemacht, die zu Abweichungen von üblichen Veränderungsabläufen führen können. Hierzu zählen die Folgen von Brandeinwirkungen auf die Pflanzenzusammensetzung (Kap. B 3.2.1), Auswirkungen der Bodenversalzung bei nachlassender Bewässerung (Kap. B 4.2.4) und die Zusammenhänge zwischen Bodenstruktur, Wasserhaushalt und Vegetationsdichte (B. 4.2.2).

Zwar liegt den Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf mediterranen Rebbrachen die pflanzensoziologische Methode zugrunde, jedoch dient ihre Anwendung im vorliegenden Fall nicht der Klärung syntaxonomischer

[1] Die Nomenklatur richtet sich nach der Flora von ZANGHERI (1976: Flora Italica. 2 Bde., Padova). Die neue Flora von PIGNATTI (1982: Flora d'Italia. 3 Bde., Bologna) lag zum Zeitpunkt der Auswertungen noch nicht vor. Pflanzenarten, die nicht in Italien vorkommen, sind nach TUTIN *et alii* benannt (1964-1980: Flora Europaea. 5 Bde., Cambridge).

Courtesy of Editors

Ordnungsprinzipien. Stattdessen werden unter Einbeziehung der Lebensformen-Veränderungen mit der soziologisch-formativen Betrachtung die Indikatorwerte von Gesellschaften in den Vordergrund gerückt. Das Problem einer von PIGNATTI (1967) angesprochenen "inflationären Entwicklung" der Benennung pflanzensoziologischer Einheiten läßt sich im Fall der Rebbrache-Sukzessionen mit der deduktiven Methode nach KOPECKY und HEJNY (1978) bewältigen, die erstmals für mediterrane Gesellschaften verwendet wird (s. Aufstellungen in Kap. B 6).

Da mit der zur Verfügung stehenden Zeit Erhebungen auf Dauerquadraten nicht in Frage kamen, findet in dieser Studie ausschließlich die "ergodische" Behandlung der dynamischen Prozesse in Rebbrachen Berücksichtigung, die in jenen naturwissenschaftlichen Disziplinen verfolgt wird, die sich mit sehr langsam ablaufenden Veränderungen auseinandersetzen (vgl. PAINE, 1985, S. 5: "location-for-time-substitution"). Einer solchen Betrachtung liegt die Übertragung von Daten des räumlichen Nebeneinanders auf das zeitliche Nacheinander zugrunde, d.h. Zeitserien werden durch Raumvergleich unterschiedlich weit entwickelter Formen rekonstruiert.

Das Prinzip der ergodischen Ableitung wird auch bei den Untersuchungen zu den Merkmalen des Standortwandels beibehalten, der im zweiten Teil der Arbeit den Ergebnissen zur Vegetationsdynamik folgt. Hier werden zuerst bestandsklimatische Veränderungen behandelt, die durch den Wechsel in der Dichte der Pflanzenüberdeckung zustande kommen (Kap. C 1). Die Auswertungen ergeben sich sowohl aus Tagesmessungen bei ausgewählten Wetterlagen als auch aus einjährigen Meßreihen, wobei die Faktoren Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Verdunstung, Niederschlag und Wind berücksichtigt werden. Geht es bei diesen Zeitserien um die Ermittlung klimaökologischer Extreme in verschiedenen Brachebeständen, so dienen kleinräumige Vergleichsmessungen zu bestimmten Terminen der bestandsinternen Differenzierung.

Die Einrichtung von Klimastationen mit registrierenden Geräten über jeweils einen einjährigen Zeitraum wurde in Südligurien und auf Salina unter zwei verschiedene Gesichtspunkte gestellt. Bei den parallellaufenden Untersuchungen in Corniglia und Pignone lag der Schwerpunkt der Messungen wegen der fehlenden Datengrundlage auf geländeklimatologischen Aspekten, um den Beweis über die Zugehörigkeit der beiden Fallbeispiele zum meso- bzw. supramediterranen Bereich zu erbringen. Es wurden sechs Wetterhütten mit Thermo-Hygrographen, drei Niederschlags- und zwei Verdunstungsschreiber (Wild' sche Waage) aufgestellt. In Salina rückten dagegen mikroklimatologische Untersuchungen in den Vordergrund, wobei außer in zwei Wetterhütten drei Thermo-Hygrographen in verschiedenen Pflanzenbeständen eingesetzt wurden; daneben liegen weitere Aufzeichnungen von drei Verdunstungsschreibern, einem Regenschreiber und einem Fernthermographen vor. Außerdem wurden für kurzzeitige Messungen ein Aspirations-Psychrometer, ein Anemometer, mehrere Thermosensoren und Piche-Evaporimeter verwendet (näheres s. Kap. C 1.1). Ebenso wie die Untersuchungen zur Bodenhydrologie und zum Bodenchemismus beschränken sich diejenigen zum Mikroklima weitgehend auf Corniglia und Lingua. Den Grund für die Wahl dieser beiden Untersuchungsgebiete bildete die Überlegung, Datenmaterial aus einer feucht- und einer trockenmediterranen Region vergleichend gegenüberstellen zu können.

Die Behandlung der Veränderungstendenz des Bodenwasserhaushaltes im Verlauf der Rebbrache-Entwicklung verbindet in einem überleitenden Kapitel die klimatischen und die geomorphologischen bzw. bodenchemischen Merkmale. Auch die Erhebungen zu den bodenhydrologischen Faktoren stützen sich auf jeweils einjährige Meßreihen in Corniglia und Lingua sowie einen kleinräumigen Ökotop-Vergleich. Hierbei kamen mehrere Tensiometer und ein Calciumcarbid-Feuchtemesser zum regelmäßigen Einsatz. Eine Berechnung des Bodenwasser-Aufbrauchs durch verschiedene Vegetationstypen der Brache und damit der Veränderung in der pflanzenökologischen Wasserhaushaltsbilanz schließt diesen Fragenkomplex ab.

Nur kurz wird der Bodenabtrag behandelt, da er in Rebbrachen eine untergeordnete Rolle spielt. Verstärkte Beachtung finden die Prozesse, die an Mauerbrüchen zwischen den Rebterrassen in Corniglia beteiligt sind. In diesem Zusammenhang wird auf Kartierungen aus zwei verschiedenen Jahren sowie auf Korngrößen-Untersuchungen an Bodenprofilen zurückgegriffen.

Im letzten Kapitel zum analytischen Teil des Standortwandels werden Ergebnisse zu den Veränderungen der bodenchemischen Eigenschaften im Verlauf der Rebbrache-Entwicklung behandelt. Hierfür wurden Rigosolen unterschiedlichen Brachealters Bodenproben entnommen, die im geomorphologischen Labor des Geographischen Instituts und am Institut für Siedlungswasser-Wissenschaften der RWTH-Aachen auf pH-Werte, C-, N-, Mg- und K-Gehalte sowie auf die Kationen-Austauschkapazität überprüft wurden. Da die Ermittlung der Nährstoffgehalte mit einem hohen Kostenaufwand verbunden war, beschränken sich die Aussagen auf 27 Proben von zwei Bracheserien in Corniglia und Lingua.

In die abschließende ökologische Beurteilung der mediterranen Rebbrache-Entwicklung fließen die Untersuchungsergebnisse zur Vegetationsdynamik und zum Standortwandel ein. Hierbei wird insbesondere das bei HAEUPLER (1982) ausführlich kritisierte Dogma "Diversität erzeugt Stabilität" im Zusammenhang mit der mediterranen Rebbrache-Entwicklung beleuchtet und mit Überlegungen zur Verwendung des Begriffs "Entropie" im ökologischen Kontext verbunden. Aus den verschiedenen Bewertungsmaßstäben leiten sich Anmerkungen über erforderliche bzw. unnötige Steuerungsmaßnahmen in der Landschaftspflege ab. Die Arbeit endet mit Hinweisen über Unterschiede zu mitteleuropäischen Rebbrache-Sukzessionen und mit Ausführungen zur Übertragbarkeit auf Brachen anderer mediterraner Anbaufrüchte. In bezug auf den letztgenannten Punkt werden aufgrund der Entwicklungstendenzen in der mediterranen Landwirtschaft aufgegebene Olivenhaine besonders berücksichtigt (vgl. Kap. A.1).

Courtesy of Editors

B VEGETATIONSDYNAMIK IN MEDITERRANEN REBBRACHEN

B 1. ZUR PFLANZENSOZIOLOGISCHEN AUSGANGSSITUATION IN REBBRACHEN: SYSTEMATISCHE GLIEDERUNG DER HACKWILDKRAUT-GESELLSCHAFTEN

Aus Kap. A 1 geht hervor, daß im Mittelmeergebiet der Weinbau mit einem Rückgang von 7,3% während der letzten 20 Jahre stärker als alle anderen Spezialkulturen von sozioökonomischen Strukturveränderungen beeinträchtigt worden ist. Es handelte sich dabei fast ausschließlich um Rebflächen, die im Hackbauverfahren bearbeitet wurden und somit pflanzensoziologisch der Klasse der *Chenopodietea* angehören. Dagegen blieben die Weinbaugebiete auf tiefgründigen Böden, die mit erhöhtem Maschineneinsatz nutzbar sind, entweder erhalten oder wurden durch andere Intensivkulturen ersetzt.

Schließt man die nordafrikanischen Länder bei der Berechnung des Brachezuwachses wegen des politisch-religiösen Wandels in der Agrarproduktion aus, so verbleiben im übrigen Mittelmeergebiet dennoch rund 4.000 km² bzw. 6% der ursprünglichen Weinbauflächen, die seit 1963 aus ehemaligem Rebland einer progressiven Vegetationsentwicklung zugeführt worden sind. Die Voraussetzungen für die Entstehung neuer naturnaher Biotope sind in diesem Fall günstig einzuschätzen, da die ehemals intensiv gepflegten und gedüngten Böden optimale Sukzessionsgrundlagen bieten. Durchweg handelt es sich um Parzellen im Kleinbesitz, auf denen bis zuletzt das Produktionsziel bei hohem manuellen Arbeitsaufwand weniger auf Massenerträge als vielmehr auf die Herstellung von Qualitätsweinen ausgerichtet ist. Da unter dieser Voraussetzung Herbizide kaum zum Einsatz kommen, ist als Ausgangssituation von einer üppigen und vielfältigen Unkrautflora auszugehen[1], die den Großbetrieben mit hohem technischen und chemischen Input fehlt. Damit ist in den Rebbrachen eine zusätzliche Komponente für eine spontane Vegetationsentwicklung gegeben: neben den günstigen Bodenstruktur- und Trophieverhältissen liegt bereits ein hohes Pflanzen- und Samenpotential vor, das durch Nachbarschaftseffekte ergänzt wird. Es ist daher naheliegend, daß in vielen Gebieten unter günstigen Witterungsvoraussetzungen schon wenige Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe eine dichte Brachevegetation kaum noch Spuren der ehemaligen Kultivierung erkennen läßt und die absterbenden Rebstöcke rasch überwächst.

Vorab muß mit dem Komplex der Hackwildkraut-Gesellschaften das Initialstadium der Rebbrachen-Sukzession klassifiziert werden (Abb. 12), d.h. die *Chenopodietea*, über deren systematische Gliederung vor allem in Italien heftige Diskussionen im Gange sind (s. Beiträge von BRULLO *et alii*, 1979 und MAUGERI *et alii*, 1979, die auf dem Kolloquium über Wildkrautvegetation in Pavia im Juni 1978 zu deutlichen Kontroversen führten). Sie gehen mittlerweile zu Lasten der Übersichtlichkeit und werden von einer Überwertung lokaler Ausbildungen gekennzeichnet. Als Folge kommt es bei den Wildkrautfluren häufig zu Neu- und Umbenennungen von Gesellschaften und Verbänden, wobei den geläufigen Nomenklaturen durch BRAUN-BLANQUET (1952), RIVAS-GODAY (1955), OBERDORFER (1954) oder TÜXEN (1950) kaum Rechnung getragen wird.

Im folgenden sei der Versuch einer systematischen Zuordnung von Gesellschaften der *Chenopodietea* einzig als Grundlage für die aufbauende Sukzession verstanden, indem im Sinne von TÜXEN (1966) die mitteleuropäischen *Polygono-Chenopodietalia* von den mediterranen *Eragrostietalia* getrennt werden. Die Zusammenstellung in der Übersicht (Abb. 12) stützt sich auf Angaben von OBERDORFER (1983), POLI (1966) und MAUGERI *et alii*, (1979). Der Aufstellung zufolge ist davon auszugehen, daß in supramediterranen Gebieten Assoziationen aus dem *Fumario-Euphorbion* als wärmeliebender Verband der mitteleuropäisch-mediterranen Übergangsregion dominieren, während die *Eragrostion*-Gesellschaften vor allem in der eumediterranen Region selbst anzutreffen sind.

Tatsächlich fällt die Zuordnung der Weinberg-Wildkrautgesellschaften weniger befriedigend aus als man aus der Übersicht erwarten darf. Vielmehr handelt es sich meistens um Fragmentgesellschaften, genau genommen um Rumpfgesellschaften (BRUN-HOOL, 1966), die dem Pioniercharakter spontaner Wildkrautbesiedlung entsprechen und als unvollkommen entwickelte Bestandstypen anzusehen sind. Dennoch lassen sich die "Bruchstücke" von Wildkraut-Assoziationen recht gut höheren syntaxonomischen Einheiten unterordnen (Verband, Ordnung, Klasse). Derartige Basalgesellschaften (DIERSCHKE, 1981, S. 112) lassen durchaus genauere Beurteilungen der klimatischen und edaphischen Standortqualitäten zu.

Nicht in gleichem Maße gilt dies für die stellenweise anzutreffenden Derivatgesellschaften, in denen eine oder mehrere Begleitarten durch hohe Deckungsgrade die Aussagekraft eigentlicher Charakterarten schmälern. Sie geben allerdings nützliche Hinweise auf besondere Ausbreitungsprozesse im Rahmen von Nachbarschaftseffekten (z.B. *Parietaria diffusa* von Mauerstandorten) oder durch unbeabsichtigte anthropogene Förderung (z.B. starke Zwiebelknospung bei *Oxalis pes-caprae* durch häufiges Umgraben). Weiterhin muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß jahreszeitliche Aspekte im Mittelmeergebiet zur periodischen Abfolge unterschiedlicher Wildkraut-Gesellschaften führen, die sogar verschiedenen Verbänden angehören können (MAUGERI, 1979; vgl. auch RAIMONDO *et alii*, 1979).

Außer in Rebkulturen sind wärmeliebende *Chenopodietea*-Gesellschaften in Gemüsegärten, Blattfrucht-Feldern (Artischocken, Zucchini) und Strauchkulturen des Mittelmeergebietes anzutreffen, solange es hier jährlich zum Umgraben kommt. Ähnliche floristische Merkmale zeigen auch die Wildkrautfluren unter offenen Baumbeständen mit Südfrüchten (Agrumen, Pfirsiche), in Dattelpalm-Gärten nordsaharischer Oasen und in Olivenhainen. Da unter den genannten Anbaufrüchten einzig Ölbaumkulturen verstärkt von der Bewirtschaftungsaufgabe betroffen sind und sie damit bei der Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse am Schluß der Arbeit angesprochen werden müssen, sei schon darauf hingewiesen, daß hier *Eragrostietalia*-Fragmentgesellschaften mit einem erhöhten Besatz schattenliebender Wildkräuter bezeichnend sind. Dies betrifft jedoch nur die beiden ersten Jahre nach dem Umbruch, der in Ölbaumhainen oftmals nur ein- bis

1 Daß sich der Unkrautbesatz oftmals in reziproker Weise zum Ernteertrag verhält, wird von RAAB im östlichen Mittelmeergebiet angeführt (Diskussionsbeitrag in WALTHER, 1966)

Courtesy of Editors

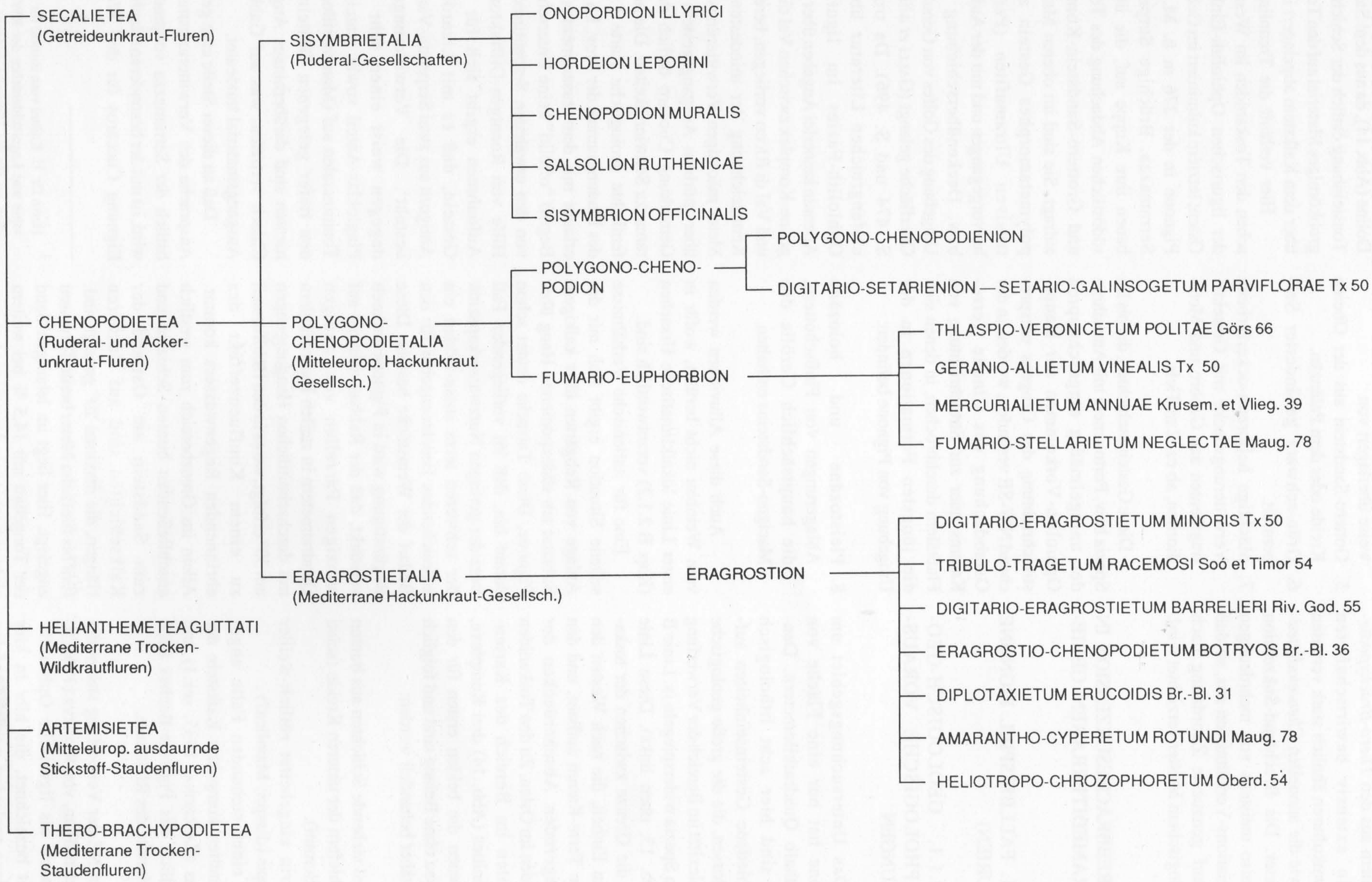


Abb. 12 — Syntaxonomische Zuordnung der häufigsten Wildkraut-Gesellschaften in Weinbergen.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

zweimal im Jahrzehnt erfolgt, so daß mehrjährige Staudengesellschaften mit Arten aus den *Tuberarietea guttati* und vor allem aus den *Thero-Brachypodietea* in extensiv bewirtschafteten Ölbaumkulturen ähnlich stark vertreten sind wie die annuellen *Chenopodietea*-Vertreter. Die Brachland-Sukzession geht also meistens von mehrdeutigen Assoziations-Verhältnissen aus, so daß hier auf genaueste Zuordnung nach soziologischem Muster verzichtet wird.

B 2. REBBRACHESUKZESSION IN SUPRAMEDITERRANEN GEBIETEN

B 2.1. FALLBEISPIEL PIGNONE (LIGURIEN)

B 2.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN

Das Untersuchungsgebiet um Pignone hat nur eine Fläche von anderthalb Quadratkilometern. Dennoch sind hier acht lithologisch verschiedene Gesteinseinheiten aufgeschlossen, die die große geologische Komplexität im Bereich der Verwerfung von La Spezia widerspiegeln (s. Linie B in Abb. 13, oben links). Diese Linie bildet die Grenze zwischen der toskanischen Einheit, die nach Westen den Cinque Terre-Kamm aufbaut, und den überlagernden Abscherdecken der Liguriden im Osten. Zu den Toskaniden II zählen im Bereich des Kartenausschnittes (Abb. 14) drei Komplexe, von denen die beiden ersten für den Weinbau ohne Belang sind und folglich nicht näher behandelt werden:

1. Steil stehende Schichten aus bunten Schiefern der unteren Kreide (scisti policromi).
2. Darin eingebettet rötlich-weißer Jaspis (diaspri; Maiolica?).
3. In einer stehenden Falte angeschnitten kompakter Kalkstein der Lias (ZACCAGNA, 1935, sez.1) und südlich des Pignone-Baches auch Dolomite des Rhätikum.

Im NE der Verwerfung stehen die Liguriden III an, von REUTTER (1968, S. 193) auch als ligurische Ophiolith-Einheit bezeichnet, die hier in vier Komplexe gegliedert werden (Abfolge von W nach E):

4. Schwach geschieferter Tonstein mit Kieselkalkbänken (argille a palombini) der unteren Kreide, stellenweise überlagert von
5. Gottero-Sandstein aus der Oberen Kreide oder dem Paläozän.
6. Grün-schwarz gebänderter Serpentinit.
7. Mächtige hellbraun-ockerfarbene Verwitterungsdecke mit Gesteinsfragmenten aus Gabbro und Metadioriten, ab ca. 2 m Tiefe.

Diese Gesteinsschichten, die bis La Spezia bzw. Portovenere mit Ausnahme der unregelmäßig eingeschuppten Ophiolith-Vorkommen der Hauptstreichrichtung des Orogens entsprechend NW-SE verlaufen, werden an der Ostabdachung des Cinque Terre-Kamms quer zur Streichrichtung von Flußtälern durchbrochen, in denen sich die jüngsten Formationen in der Umgebung von Pignone befinden:

8. Pleistozäne und holozäne Ablagerungen von Flußschottern, die hauptsächlich Gerölle des Macigno-Sandsteins enthalten.

Auch diese Alluvionen werden vom Weinbau nicht berührt, wofür in erster Linie lokalklimatische Ursachen (Kap. B 2.1.2) verantwortlich sind.

Eine für italienische Verhältnisse seltene Situation ergibt sich mit der Anlage von Rebgärten über kalkigem Substrat am südexponierten Hang über Pignone. Diese Tatsache deutet schon darauf hin, daß im vorliegenden Fall trotz der geringen Nutzwasserkapazität der schweren terra rossa-Böden ein ausreichendes Feuchteangebot für den Bedarf der Weinstöcke besteht. Diese Begünstigung wird in Pignone dadurch verstärkt, daß der Rebbau zumeist auf winzigen Parzellen von wenigen Quadratmetern in steilen Karrenfeldern mit durchschnittlichen Hangneigungen um 30° erfolgt, wo es in den Hohlformen zu einem Konfluenzeffekt des abrinnenden Regenwassers kommt. Allein im Grenzbereich zum westlich anschließenden bunten Schiefer und zum Sandstein am Ostrand der Kalkschichten sind auf flacheren Hängen, die maximal 20° geneigt sind, fünf bis fünfzehn Meter breite Terrassen angelegt. Hier liegt im lehmigen Sand der Tongehalt mit 14,5 % bei weitem nicht so hoch wie in den tonigen Lehmen der Rebgärten in den Karrenfeldern, wo er 42% beträgt. Leichter sind auch die karbonatreichen Rigosole am südwestexponierten Rand einer 22 m tiefen und an ihrem ebenen Grund 110 m breiten Doline (Abb. 14), da aus dem Sand- und Tonsteinhang östlich der Schichtgrenze grobkörniges Material auf den Terrassen über dem Kalkstein abgelagert ist.

Hier verläuft die Trennlinie zwischen den Toskaniden im Westen und der ligurischen Ophiolith-Einheit im Osten; letztere kulminiert im Gebiet von Pignone in der 276 m ü. M. hohen Serramazza. Brüchige Serpentinite bauen ihre Kuppe auf, die über der südöstlichen Abdachung des Tonstein- und Grottero-Sandstein-Komplexes aufragt. Sie sind im oberen Mantel als polymetamorphes Gestein aus intrusiven Ultramafiten (Peridotit) hervorgegangen und mit der Auffaltung bzw. Deckenüberschiebung in der Umgebung des Golfes von Genua an die Oberfläche gelangt (GALLI *et alii*, 1972, S. 474 und S. 496). Da trotz der umfangreichen Literatur über die Ophiolith-Fazies im ligurischen Apennin keinerlei Angaben über den Pignone-Komplex zwischen Val di Casale und Val di Ricco vorliegen, bereitet die Kennzeichnung der mindestens zwei Meter mächtigen Verwitterungsdecken über mürbem Ausgangsgestein in der Gemarkung Cuccaro östlich der Serramazza Schwierigkeiten. Die unveröffentlichte geologische Karte 1:25.000 des Planungsamtes der Prov. La Spezia erlaubt mit dem zusammenfassenden Begriff "ofioliti" keine Unterscheidung von den erwähnten Serpentiniten. Mit Hilfe von Roentgen-Diffraktometrie-Aufnahmen ergibt sich für dieses Gestein, daß es mit Lizardit und Antigorit aus zwei Serpentin-Varietäten besteht[1]. Die Verwitterungsdecke dagegen weist einen sehr hohen Plagioklas-Anteil sowie Anteile von Tonmineralen auf (Montmorillonit). In den tiefer gelegenen Gesteinsfragmenten sind darüberhinaus Augit und Chlorit vertreten, was auf Gabbro als Ausgangsmaterial hindeutet.

Daß an dieser Stelle eine genauere Ansprache des Verwitterungsmaterials östlich der Serramazza vorgenommen wird, ist mit der besonderen edaphischen Eignung Cuccaros für den Weinbau

[1] Herrn Dr. U. Knittel vom Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre der RWTH Aachen sei für die Hinweise gedankt, die sich aus seinen Roentgen-Beugungs-Analysen der Ophiolith-Handstücke aus Pignone ergeben.

Courtesy of Editors

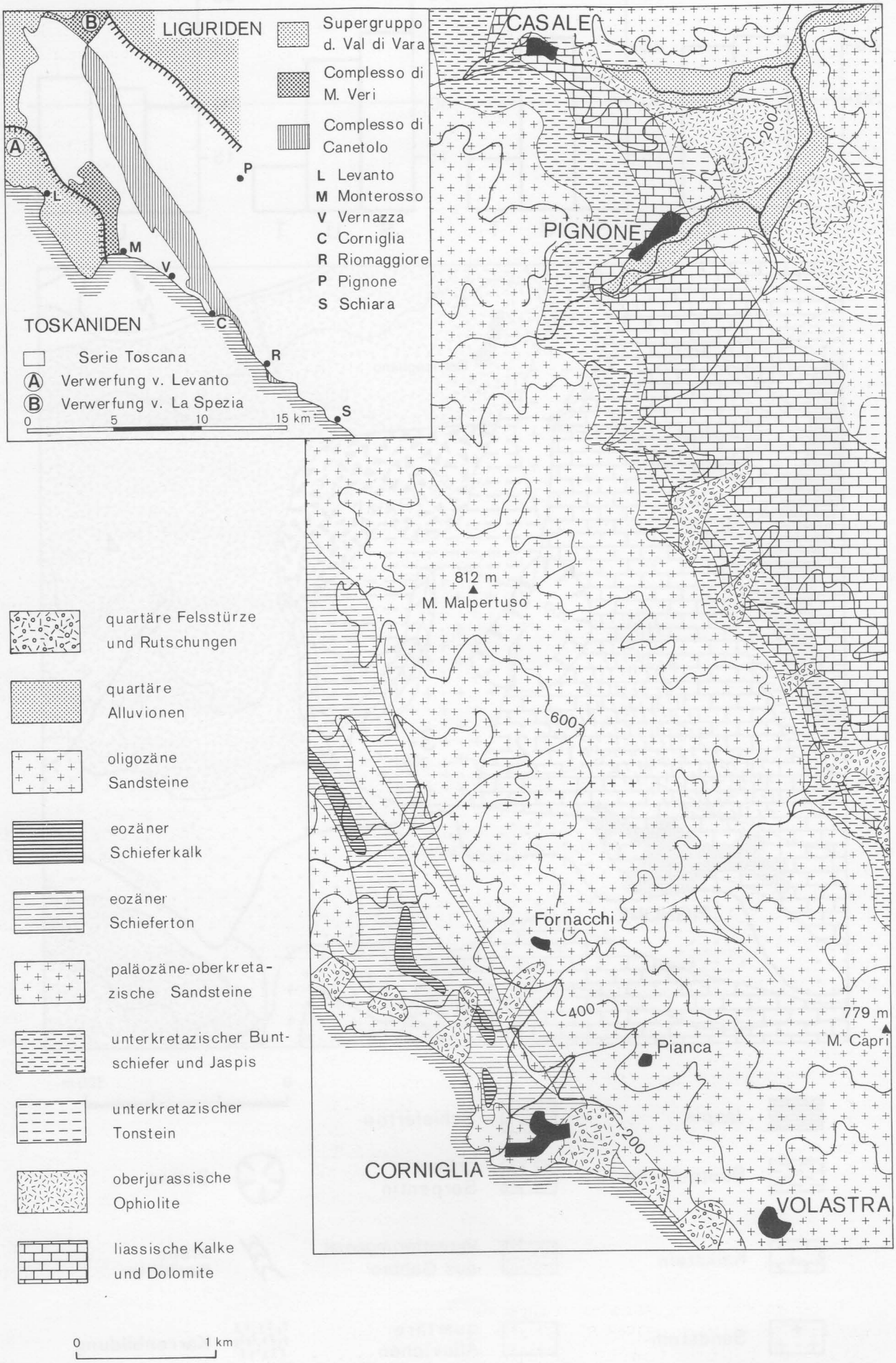


Abb. 13 — Geologische Übersichtskarte des Küstengebirges der Cinque Terre. Nach ABBATE (1969) und unveröffentlichten Karten des Planungsamtes La Spezia (Provinz-Regierung).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

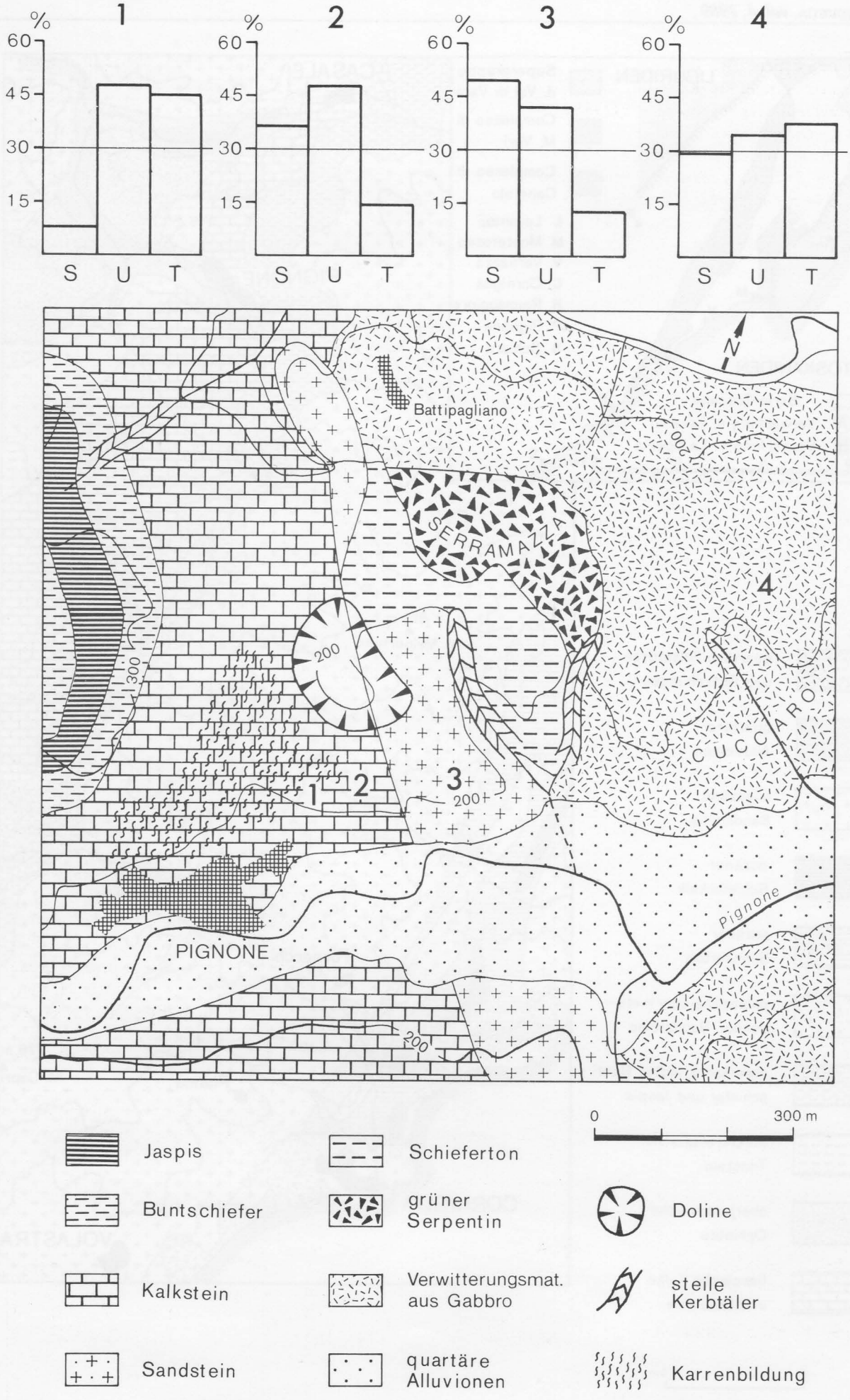


Abb. 14 — Geologisch-petrographische Übersicht und geomorphologischer Formenschatz im Untersuchungsgebiet von Pignone. Diagramme über der Karte: Korngrößenverhältnisse von Proben aus 15 cm Bodentiefe; die Nummerierung entspricht den Zahleneingaben in der Karte. S = Sand, U = Schluff, T = Ton.

Courtesy of Editors

Pignones zu begründen. Die Böden weisen ein ausgeglichenes Korngrößenverhältnis auf (sandig-toniger Lehm, s. Abb. 14, Diagramm 4), das sich neben der leichten Bodenbearbeitung durch günstige Strukturmerkmale auszeichnet. So sorgt die ausgewogene Dreikornverteilung für eine sehr gute Wasserspeicherung und Nährstoffnachlieferung sowie für eine gute Nährstoffspeicherung und Wassernachlieferung (vgl. Tab. 21 bei KUNTZE *et alii*, 1981). Darüber hinaus zeichnen sich die bis zu 75° geneigten Rasenböschungen zwischen den Rebterrassen durch hohe Standfestigkeit aus, die durch günstige Kohäsions- und Reibungseigenschaften, also durch einen großen Scherwiderstand verursacht wird. Anzeichen rezenter Verlagerungsprozesse sind im Bereich der Ophiolithe nicht auszumachen.

Dagegen deuten insbesondere im Ton- und Sandsteinkomplex die Vorkommen von Trockenmauern auf die Notwendigkeit der Einrichtung von Stützmaßnahmen gegen eine erhöhte Rutschungsgefahr im Böschungsbereich hin, die durch vereinzelte Mauerbrüche bestätigt wird. Neben der geringen Gefügestabilität des in diesem Abschnitt vorherrschenden Zweikorngemenges (für den Sandsteinkomplex vgl. Abb. 14, Diagramm 3) in der Feinmaterialauflage bilden hier die durchweg steileren Hangneigungen ein vergrößertes Gefahrenmoment. Sie erreichen in den Kerbtälern entlang den Schichtgrenzen südlich der Serramazza (Abb. 14) und im Tonstein über der Doline 36°, in den ophiolithischen Verwitterungsdecken hingegen mit Ausnahme der ungenutzten Nordhänge maximal 20°.

Bei den pflanzensoziologischen Aufnahmen (Tab. 5) wurde unter Einbeziehung von jeweils einer Bracheserie auf Macigno-Sandstein (Kap. B 3.1.1) in Pianca und Fornacchi oberhalb von Corniglia der Verteilung von Weinbauflächen bzw. der Rebbrachgebiete über verschiedenen Ausgangsgesteinen Rechnung getragen. Es werden vier Serien über Sand- und Tonstein, zwei über ophiolithischem Verwitterungsmaterial und eine über Serpentiniten sowie zwei über Karbonatgestein vorgestellt.

B 2.1.2. GELÄNDEKLIMATOLOGISCHE DIFFERENZIERUNG UND FLORISTISCHE VIELFALT

Nur sechs Kilometer von der ligurischen Küste der Riviera di Levante entfernt, wo das Fallbeispiel Corniglia liegt, zeigen die Talungen um Pignone (Einzugsgebiet der Vara nordwestlich von La Spezia) Merkmale einer ausgeprägten Kaltluftsee-Bildung. Entscheidend für diese Tatsache ist die Abschirmung gegen die Zufuhr feuchter Meeresluft durch das meridional verlaufende Küstengebirge der Cinque Terre, das in den höchsten Gipfeln rund 800 m ü. M. erreicht und den vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungen entgegensteht ("Ponente").

Besonders augenfällig kommen die Temperaturunterschiede, die von Anfang September 1980 bis Mitte September 1981 fortwährend mit vier Thermo-Hygrographen-Stationen (Gießener Wetterhütte in 2 m Höhe über Grund) ermittelt wurden, in der kalten Jahreszeit zum Ausdruck. Für Corniglia Tre Croce sind in diesem Zeitraum nur drei Frostwechseltage nachzuweisen, für Pignone hingegen 82 (s. Abb. 15, oben). Analog hierzu läßt sich in Küstennähe eine absolute Minimumtemperatur von -4,5°C verzeichnen, der diejenige von -11,6°C im Landesinnern gegenüberzustellen ist (jeweils am 9.1.1981). Aber auch bei den absoluten Maximumtemperaturen im Verlauf des Meßjahres zeichnet sich Pignone durch extremere Verhältnisse aus; der Höchstwert liegt hier bei 38,2°C gegenüber 35,5°C in Corniglia (am 4. bzw. 5.8.1981).

Die thermischen Unterschiede zwischen Luv- und Leelage treten im Verlauf der Tagesgänge hervor, die in Abb. 16 jeweils für eine Woche mit Strahlungswetter im Januar und im August vorgestellt werden. Hier wird ersichtlich, daß die Temperaturkurve in Pignone in erster Linie strahlungsbestimmt ist, während für Corniglia eine verstärkte advektive Luftmassenzufuhr durch das Land-Seewindsystem bzw. die lokale Hangzirkulation hinzukommt. Die geringen Tagesamplituden gehen im zweiten Fall mit der in der Nacht fortbestehenden guten Durchlüftung einher (vgl. geringe Luftfeuchtewerte), die in Pignone kaum merklich ist, so daß es hier nachts zur Bildung von Kaltluftseen kommt (häufige Talnebel in der kühlen Jahreszeit). Tagsüber führt die Seebrise auf der Luvseite zu einer Abschwächung der Temperaturspitzen, die auf der Leeseite deutlich ausgeprägt sind (s. Abb. 16).

Die thermischen Gegensätze gelten weniger für Wetterlagen mit bedecktem Himmel, bei denen sich die Temperatur-Verhältnisse an den beiden Stationen einander angleichen. Daß jedoch Südligurien im wesentlichen durch Strahlungswetter bestimmt wird, zeigt sich in den Thermo-Isoplethen-Diagrammen von 1980/1981 (Abb. 15, unten), indem die dichtere Konfiguration der Isolinien für Pignone größere Tages- und Jahresamplituden belegt.

Messungen mit Minimum- und Maximumthermometern vom Winter 1980/1981 belegen Kaltluftansammlungen im Haupttal (Punkt A und B, Tab. 3) und vor allem in einer über 20 m tiefen Doline (Punkt D, E und F). Die in Tab. 3 zusammengestellten Ergebnisse machen für den nicht einmal einen Quadratkilometer großen Kartenbereich lokale Unterschiede von über 5 K bei den mittleren Minimumtemperaturen und von fast 10 K bei den mittleren Maximumtemperaturen deutlich. Einschränkend

Tabelle 3 — Temperaturextreme (°C) in 5 cm ü. Gr. bei wolkenlosem Himmel im Verlauf von 22 (Minimum-Werte) bzw. 17 Tagen (Maximum-Werte) zwischen dem 5.12.1980 und dem 27.1.1981. Lage der 7 Meßstellen s. Abb. 17; B = Meßstation mit registrierenden Klimageräten.

Meßpunkt	A	B	G	D	E	F	G
Höhe in u. M.	168	204	230	210	195	195	275
abs. Min. Temp.	-13,6	-13,3	-9,5	-15,5	-17,3	-15,3	-10,3
abs. Max. Temp.	12,4	15,3	18,7	11,0	11,0	17,8	20,3
mittlere Min. Temp.:							
Abweichung von B	0,6	0	3,5	-0,7	-2,0	-0,8	3,2
mittlere Max. Temp.:							
Abweichung von B	-2,0	0	2,7	-4,6	-4,9	2,2	4,5

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

ist zwar darauf hinzuweisen, daß sich die Angaben auf Strahlungstage beschränken, jedoch entscheiden gerade die Extreme, die bei entsprechenden Wetterlagen auftreten, über die Artenzusammensetzung. Hinzu treten Unterschiede, die von der Exposition und der Horizonteinengung abhängen (vgl. z.B. Maximumtemperaturen bei Punkt D und F).

Topoklimatische Unterschiede sind auch für die relative Luftfeuchtigkeit sowie bei der potentiellen und aktuellen Verdunstung zu verzeichnen. Sie bestimmen nicht nur die natürliche und sekundäre Vegetation, sondern auch die Anbau-Möglichkeiten. Aus Abb. 17 wird ersichtlich, daß der Weinbau auf Hanglagen in südlicher Ausrichtung sowie auf Kuppen beschränkt bleibt, häufig in "cultura mista" mit Gemüse. Der Talgrund ist dagegen dem Feldbau vorbehalten, während erst oberhalb der Rebgärten vereinzelt Ölbaumhaine anzutreffen sind. Im Vergleich zu den Küstenabschnitten Liguriens, wo bis ca. 400 m ü. M. Wein- und Olivenanbau von den klimatischen Voraussetzugen her uneingeschränkt möglich ist, setzen im supramediterranen Hinterland auf gleichem Höhenniveau geländeklimatologische Ungunstfaktoren also beiden Kulturen klare Grenzen.

Zwar erlauben die eigenen Regenmessungen des einjährigen Erhebungszeitraumes (Abb. 15, Mitte) keine genauen Interpretationen, jedoch zeichnet sich im Vergleich mit den Stationen in Corniglia und Fornacchi ein Bild ab, das sich in die großräumigen Niederschlagsverhältnisse in Südligurien gut einfügen läßt. Danach nehmen unabhängig von lokalen Luv- und Leelagen die Jahressummen im WE-Profil bis zur 2000 m ü. M. aufragenden Hauptwasserscheide des Nordapennin kontinuierlich zu (über 3000 mm N/a in den Apuanischen Alpen, FERRARINI, 1972, Fig. 5). Von hier aus kommt es bei auflaufender Bewölkung zu einem Rückstau, der mit fortschreitender Distanz vom Gebirge das Vorland in abnehmendem Maße überdeckt. Dies geht mit einem gleichsinnigen Niederschlagsrückgang vom Apennin-Kamm zur Riviera di Levante einher. Daß Pignone feuchter als Corniglia ist, hat entsprechende Auswirkungen auf die Bodenfeuchtigkeit. Belegt wird diese Tatsache durch eine zehnjährige Wasserhaushaltsbilanzierung nach SCHMIEDECKEN (1978, 1979; vgl. Abb. 18 mit Abb. 32), die auf Niederschlagsdaten einer Station im 3 Kilometer entfernten Ricco del Golfo und Temperaturdaten vom 14 Kilometer weiter im NNW gelegenen S. Margherita beruht; beide Orte weisen eine Gelände- und Höhenlage auf, die mit derjenigen von Pignone vergleichbar sind. Wurzelraumkapazität und permanenter Welkepunkt sind bei sandigem Lehm unter Strauchbedekkung auf 340 bzw. 40 mm Wasserhöhe bei 2 m Bodentiefe festgelegt (SCHMIEDECKEN , 1978, S. 147 ff.)[1]. Mehrere Kennwerte der Wasserhaushaltsbilanz in Pignone wurden bereits in Kap. A 5 behandelt (Tab. 2), so daß auf weitere Ausführungen verzichtet wird.

Bei den pflanzensoziologischen Erhebungen in Pignone sind insgesamt 272 verschiedene Arten erfaßt; die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahmefläche liegt bei 39. Beide Angaben sprechen für eine beachtliche floristische Vielfalt, zumal die entsprechenden Werte im feuchtmediterranen Corniglia und im trockenmediterranen Salina niedriger liegen (vgl. Kap.B 3.1.2 und B 4.1.2). Der Artenreichtum läßt sich insofern mit der angesprochenen Kaltluftsee-Bildung erklären, als sie zusätzlich eurasiatische und eurasiatisch-subozeaniscne Florenelemente bedingt.

Vor allem der nach Stetigkeit gewichtete Prozentsatz (vgl. die Werte in Spalte 3, Tab. 4) deutet auf die Konkurrenzkraft und gute Vitalität mitteleuropäischer Pflanzen hin. Eher im umgekehrten Sinne sind die Angaben zum mesomediterranen Florenelement zu interpretieren: der hohe Artenanteil allein erklärt sich aus der geringen Entfernung zu diesem Florengebiet, während der niedrige Wert bei Berücksichtigung der Stetigkeit für eine geringere Wuchskraft spricht, die mit der winterlichen Frosteinwirkung zu erklären ist. Mediterrane Pflanzen einerseits und eurasiatische Vertreter andererseits tragen zwar maßgeblich zur Artenvielfalt in Pignone bei und belegen damit die floristische Übergangsstellung dieses Gebietes. Jedoch darf diese Tatsache nicht darüber hinwegtäuschen, daß das supramediterrane Florenelement am stärksten vertreten ist und die Täler im Hinterland der ligurischen Küste kennzeichnet.

Erstaunlich mutet der relativ hohe Anteil des subatlantischen Florenelements im Gebiet an. Hiermit wird ein Anlaß für eine weiterführende Differenzierung auf geländeklimatischer Grundlage gegeben. Ebenso wie für die mesomediterranen liegt für die subatlantischen Arten der Verbreitungsschwerpunkt in den Kuppenlagen, die sich von den durch eurasiatische Vertreter geprägten Talungen abheben (zur Orographie vgl. Abb. 17). Innerhalb der supramediterran bestimmten Region zeichnen sich also zwei Fazies ab, die entgegen einer üblichen Höhengliederung eine umgekehrte Abfolge zeigen und damit eine Beeinflussung durch Temperaturinversion bezeugen.

Die Beziehungen zwischen geländeklimatischer und floristischer Vielfalt werden durch Beobachtungen aus dem Übergangsgebiet zwischen Corniglia und Pignone belegt. Rund anderthalb Kilometer von der Küste entfernt liegen zwischen 430 und 530 m ü. M. die Weiler Fornacchi und Pianca, in denen der Rebbau seine Höhengrenze erreicht (Abb. 18 und 28). Da sie sich noch auf der Luvseite des Küstengebirges befinden, ist das Mesoklima hier ozeanisch geprägt, ohne daß es zur Ausbildung von Kaltluftseen kommt (obere Hanglage). Die Flora wird schon wesentlich stärker durch subatlantische und supramediterrane Arten gekennzeichnet als im tiefer gelegenen mesomediterranen Bereich, wo insbesondere die Sommermonate erheblich wärmer sind (vgl. Abb. 15, oben, Anzahl der "Sommertage" in Corniglia

---

[1] Daß gleiche Prinzip der Wasserhaushaltsbilanzierung liegt den Abb. 32 und 51, außerdem den Abb. 23-27, 43-47 und 56-60 zugrunde.

Niederschlag: gemessene Monatswerte an der nächstgelegenen Niederschlagsstation. Potentielle Evaporation: nach PAPADAKIS (1965, Formel in Kap. A 5) mit Temperaturdaten der nächsten Temperaturmeßstation berechnet.

Aktuelle Bodenwassermenge: nach Formel von PFAU (1966) unter Einbeziehung der bei SCHMIEDECKEN (1978) tabellarisch zusammengestellten Angaben der Wurzelraumkapazität (WK = FK - pWP).

$$Spn = \frac{Spn\text{-}1}{\exp\frac{(pV\text{-}N)_n}{WK}}$$

mit Spn bzw. Spn-1 = Wassergehalt des Bodens im Monat n bzw. im Vormonat n-1, wobei Sp0 = WK; WK = Wurzelraumkapazität; N = Niederschlagssumme; pV = pot. Verdunstung; exp. = 2,718282.

Überschußwasser: nur bei Spn = WK; Ü = N-aV-(Spn-Spn-1) mit aV = aktuelle Evaporation; bei N>pV: aV = pV, bei N<pV: aV = N-(Spn-Spn-1).

Courtesy of Editors

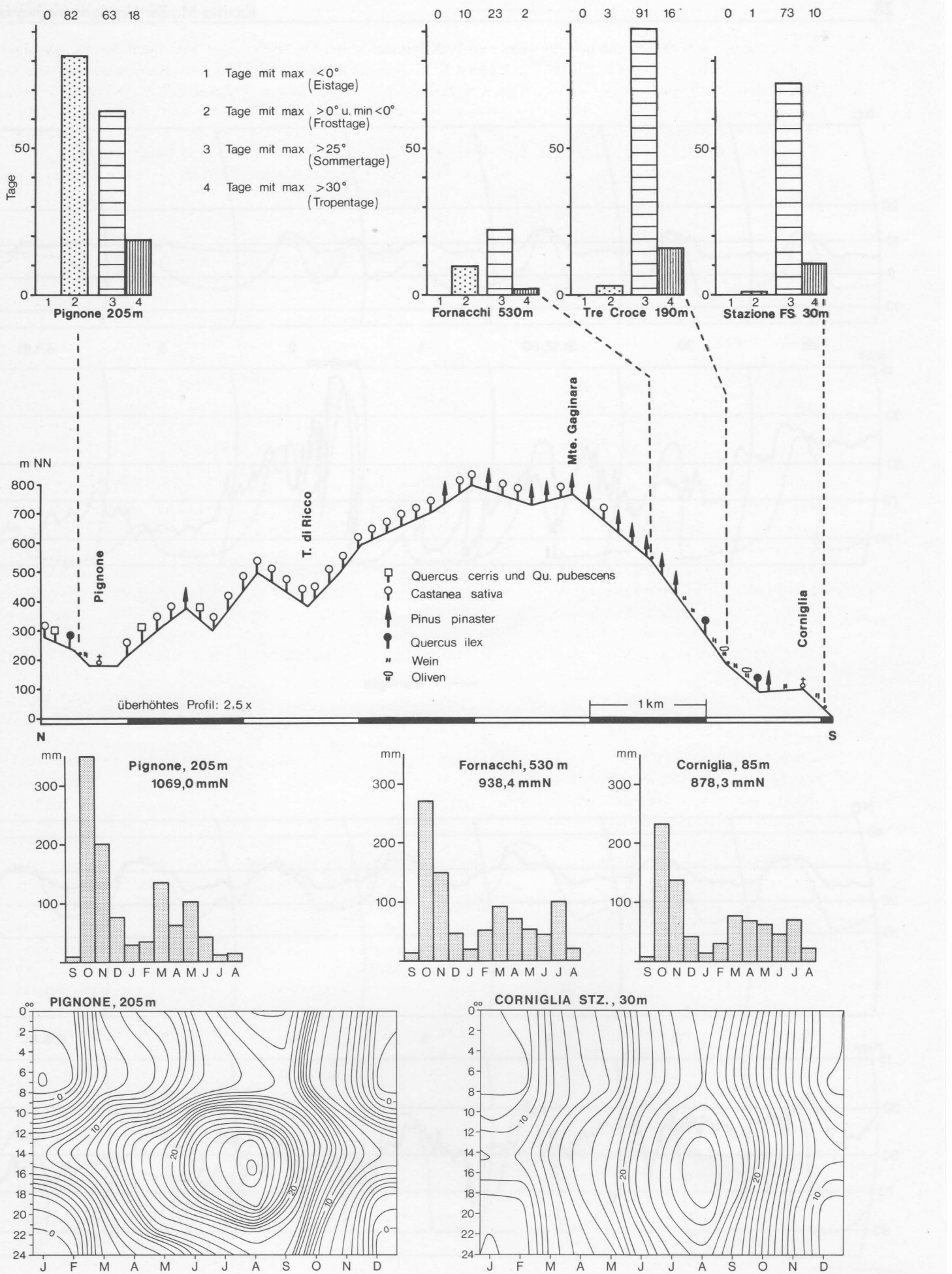


Abb. 15— Hygrothermische Differenzierung zwischen Luv- und Leeseite des Küstengebirges der Cinque Terre am Profil Corniglia-Pignone. Datengrundlage: Registrierungen von Thermo-Hygrographen- und Pluviographen-Stationen vom Okt. 1980 bis Sept. 1981. Über der Profilskizze: Anzahl der Eis-, Frost -, Sommer -, und Hitzetage an vier Stationen; unter dem Profil: monatliche Niederschlagssummen an drei Stationen und Thermo-Isoplethen-Diagramme (in °C) von zwei Stationen.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

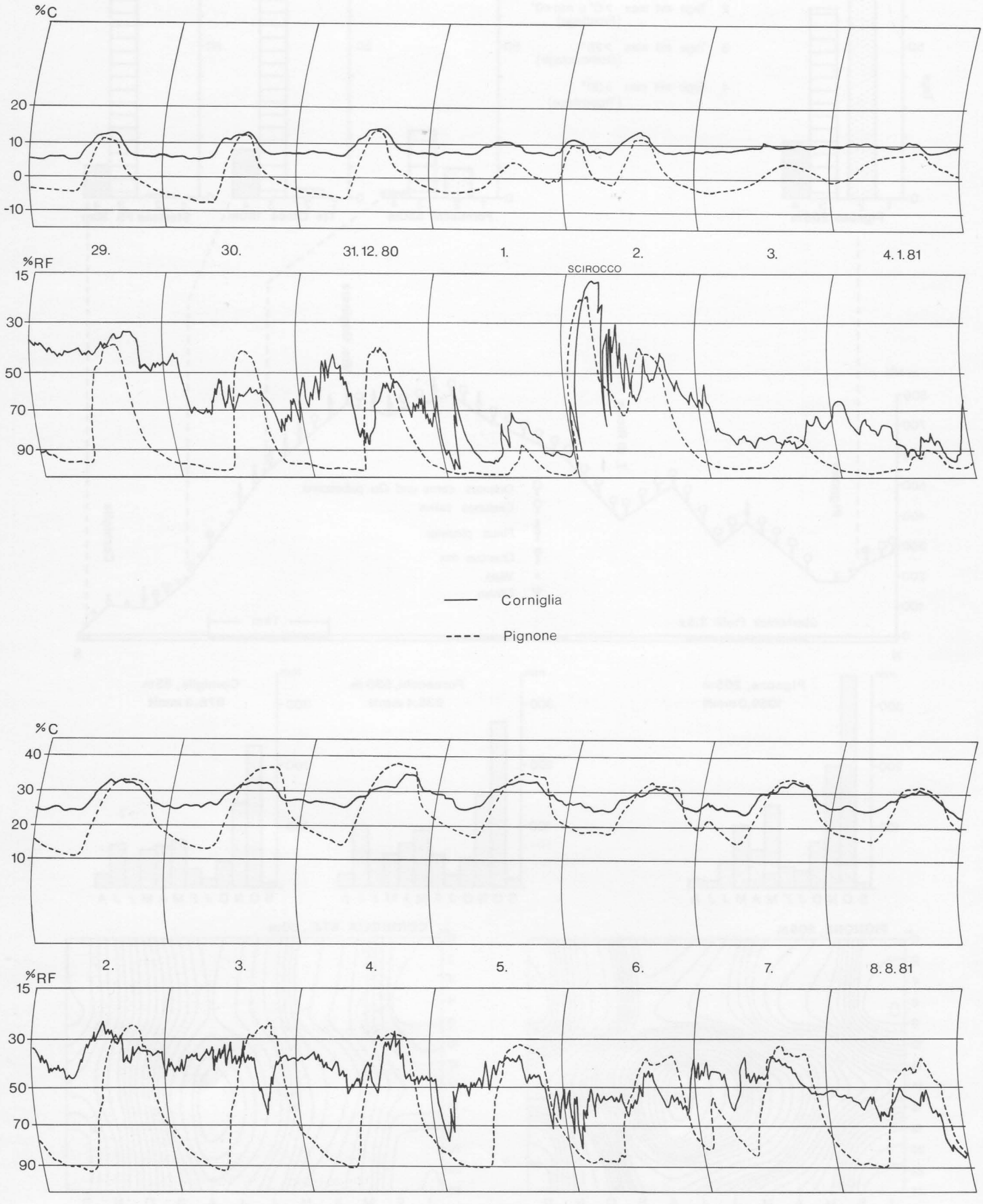


Abb. 16 — Verlauf der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit in Corniglia und in Pignone während jeweils einer Woche im Winter (oben) und im Sommer (unten).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

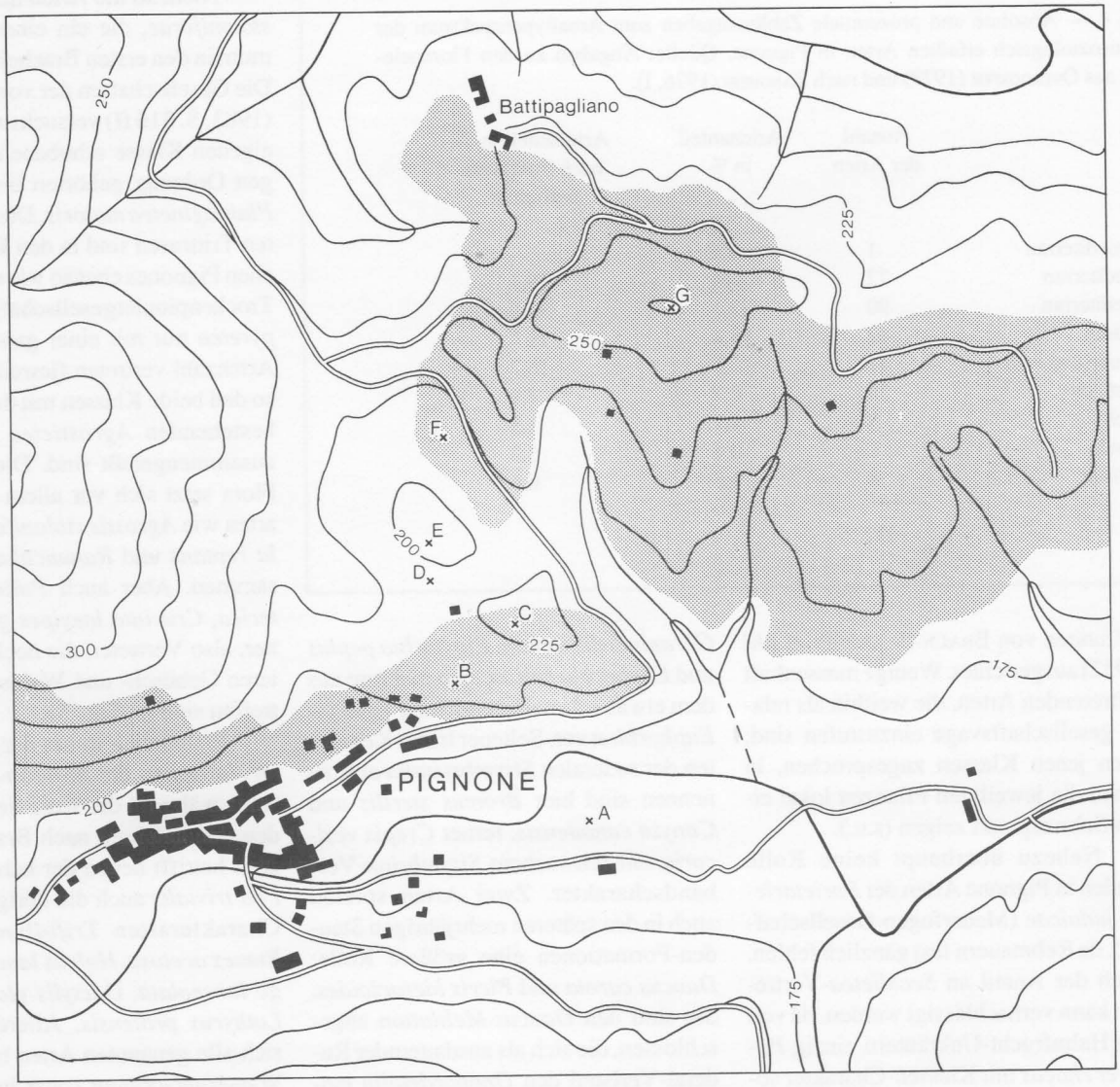


Abb. 17 — Lage der Klima-Meßstellen (s. Tab. 3) und des vegetationskundlich untersuchten Gebietes in Pignone.

und Fornacchi; zur Beurteilung des thermischen Höhengradienten vgl. Kap. B 3.1.2).

Aufgrund der geringen geländeklimatischen Unterschiede treten in Fornacchi und Pianca weder das mesomediterrane noch das eurasiatische Florenelement sonderlich in Erscheinung, d.h. es handelt sich um einen recht homogenen und artenarmen supramediterran-subatlantischen Arealtypus. Aus Tab. 5 (Beilage) läßt sich ableiten, daß die Artenzahl auf den Aufnahmeflächen der beiden Orte (lfd. Nr. 1, 2, 17, 19, 20, 21, 33, 35, 38, 41, 49, 53) bei einem Durchschnitt von 31 gegenüber 42 in Pignone liegt. So gesehen ergibt sich in Pignone also eine günstigere Situation für eine durch Nachbarschaftseffekte gesteuerte Vielfalt im Artenpotential.

B 2.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (*CHENOPODIETEA* BIS *QUERCETEA PUBESCENTIS*, vgl. Tabelle 5, Beilage)

Dem Umfang der Pflanzenliste in Tab. 5 entsprechend ist bei der Flora der Weinbergbrachen in Pignone schon vorab mit einem breiten pflanzensoziologischen Spektrum zu rechnen. Bei genauerer Analyse stellt sich eine Zugehörigkeit zu 17 verschiedenen Klassen heraus, die bei den folgenden Erörterungen auf Grundlage der statistischen Darstellungen in Abb. 19 aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit zu 13 Einheiten zusammengefaßt wurden. Die systematische Auflistung entspricht der "soziologischen Progression" (vgl. ELLENBERG, 1982, S. 900 ff.); soweit es sich um Verbände handelt, die auch in Mitteleuropa vorkommen, liegt der Einordnung die Gliederung von OBERDORFER und Mitarbeitern (1977, 1978 und 1983) zugrunde. Die Zugehörigkeit zu mediterranen Einheiten ist weitgehend nach den Vor-

Courtesy of Editors

Tabelle 4 — Absolute und prozentuale Zahlenangaben zum Arealtypenspektrum der pflanzensoziologisch erfaßten Arten in Pignone. Quelle: Angaben zu den Florenelementen aus OBERDORFER (1979) und nach ZANGHERI (1976, I).

	Anzahl der Arten	Artenanteil in %	Artenanteil in %, nach Stetigkeit gewichtet
thermomediterran	1	0,4	-
mesomediterran	72	26,4	19,7
supramediterran	90	33,1	33,9
eurasiatisch	42	15,4	19,7
euras.-subozeanisch	41	15,1	16,7
subatlantisch	18	6,7	7,9
atlantisch	3	1,1	1,3
endemisch	1	0,4	0,2
neophytisch	4	1,5	0,6
	272		

stellungen von BRAUN-BLANQUET *et alii* (1952) ausgerichtet. Wenige massenhaft auftretenden Arten, die weithin als relativ gesellschaftsvage einzustufen sind, seien jenen Klassen zugesprochen, in denen die jeweiligen Pflanzen lokal einen Schwerpunkt zeigen (s.u.).

Nahezu überhaupt keine Rolle spielen in Pignone Arten der *Parietarietea judaicae* (Mauerfugen-Gesellschaften), da Rebmauern fast gänzlich fehlen. Auch der Anteil an *Secalietea*-Vertretern kann vernachlässigt werden, da von den Halmfrucht-Unkräutern einzig *Papaver rhoeas* mit Klassen-Charakter sowie *Rhaphanus raphanistrum* (*Aperetalia*) und *Sherardia arvensis* (*Secalietalia*) während der Bewirtschaftungsphase ins Gewicht fallen. Ganz anders verhält es sich mit der Gemeinschaft der Blattfrucht-Unkräuter, die in den *Chenopodietea* zusammengefaßt sind und mit einem Anteil von 54,7% im Kulturstadium den höchsten Klassen-Prozentsatz überhaupt während einer der sechs verschiedenen Phasen aufweisen. Den Schwerpunkt bilden die Klassen-Charakterarten *Capsella bursa-pastoris*, *Linaria vulgaris*, *Sonchus oleraceus* und *Stellaria media* zusammen mit den Kennarten der *Polygono-Chenopodietalia*: *Misopates orontium*, *Mercurialis annua*, *Oxalis corniculata*, *Polygonum persica*, *Lamium amplexicaule* und *Veronica persica*. Hier einzubeziehen sind auch die besonders häufige *Cerastium glomeratum* und ferner *Setaria glauca*, wobei letztere bereits zu den *Eragrostietalia* überleitet.

Verbands-Charakterarten aus den *Polygono-Chenopodion* fehlen, dafür liegen jedoch mit *Fumaria officinalis*, *Geranium dissectum*, *Euphorbia peplus* und *Euphorbia helioscopia* mehrere aus dem etwas wärmeliebenderen *Fumario-Euphorbion* vor. Seltener treten Kennarten der ruderalen *Sisymbrietalia* auf; zu nennen sind hier *Bromus sterilis* und *Conyza canadensis*, ferner *Crepis vesicaria* mit schwachem *Sisymbrion*-Verbandscharakter. Zwei Arten spielen auch in den späteren mehrjährigen Stauden-Formationen eine größere Rolle: *Daucus carota* und *Picris hieracioides*. Sie sind den *Daucus-Melilotion* angeschlossen, die sich als ausdauernder Ruderal-Verband den *Onopordetalia* einfügen. Es handelt sich also um Kennarten aus einer überleitenden Einheit, die von GÖRS (1966) als *Onopordion acanthii* noch den *Sisymbrietalia* untergeordnet, von ELLENBERG (1982) bereits als eigene Ordnung zu den *Chenopodietea* gestellt und nun von MÜLLER (in OBERDORFER, 1983, S. 241 und S. 249) den *Artemisietea vulgaris* eingegliedert werden (so auch in Abb. 19).

Während jedoch die *Onopordetalia*-Kennarten typisch für wärmebedürftige und Trockenheit ertragende ausdauernde Ruderalgesellschaften sind, haben die Vertreter der ebenfalls fragmentarisch angedeuteten *Calystegietea sepium* und *Artemisietea* höhere Feuchtigkeitsansprüche und vermögen durchaus scharfen Winterfrost zu ertragen. Sowohl die namengebende *Calystegia sepium* im ersten als auch die im zweiten Fall bezeichnende Kennart *Silene alba* haben ebenso wie *Cirsium arvense* als Klassen-Charakterart ihren Verbreitungsschwerpunkt eindeutig in dem noch bewirtschafteten Hackkultur-Stadium (s. Tab. 5).

Nicht so die Arten der *Agrostietea stoloniferae*, die ein eindeutiges Optimum in den ersten Brachejahren zeigen. Die Gesellschaften der von OBERDORFER (1983, S. 316 ff) versuchsweise zu einer eigenen Klasse erhobenen gleichnamigen Ordnung gehörten bislang zu den *Plantaginetea majoris*. Diese sogenannten Trittrasen sind in den Weinbergbrachen Pignones ebenso wie die Quecken-Trockenpioniergesellschaften der *Agropyretea* nur mit einer ganz begrenzten Artenzahl vertreten (jeweils unter 1%), so daß beide Klassen mit den relativ nahestehenden *Agrostietea stoloniferae* zusammengefaßt sind. Die zugehörige Flora setzt sich vor allem aus Pionierarten wie *Agrostis stolonifera*, *Potentilla reptans* und *Ranunculus repens* zusammen. Aber auch *Pulicaria dysenterica*, *Cruciata laevipes* gehören hierher, also Vertreter, die noch in den späteren Gebüsch- und Waldstadien anzutreffen sind (s. Tab. 5).

Erstaunlich mutet der hohe Anteil an Vertretern der *Molinio-Arrhenatheretea* während der Kultivierung und in den ersten Jahren nach Brachfallen an. Dies betrifft neben der beherrschenden *Poa trivialis* auch die übrigen Klassen-Charakterarten *Trifolium pratense*, *Rumex acetosa*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Dactylis glomerata* und *Lathyrus pratensis*. Allerdings lassen sich alle genannten Arten bei günstiger Wasserversorgung sogar in eumediterranen Regionen nachweisen, so z.B. in der Umgebung von Montpellier (s. Tab. bei ILIJANIC, 1965). Anzumerken ist, daß von den Feuchtwiesen der *Molinietalia* in Pignone einzig *Lychnis flos-cuculi* vorkommt, während die zu den gedüngten Frischwiesen gehörenden Arten der *Arrhenatheretalia* etwas häufiger sind: *Viola tricolor*, *Galium mollugo*, *Bellis perennis* und die in den späteren Stadien ebenfalls noch anzutreffenden *Arrhenatherum elatius*, *Chrysanthemum leucanthemum* und *Achillea millefolium*. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß ein mageres, halbruderales *Arrhenatheretum*, das nicht mit den Glatthafer-Fettwiesen auf frischen, schweren Lehmböden verwechselt werden darf, für Weinbergbrachen bezeichnend sein kann (RICHTER, 1978, S. 49). Allerdings wäre es mangels Kennarten nicht haltbar, die nicht genauer festgelegten Gemeinschaften "*Dauco-Arrhenatheretum*" (MEISEL, HÜBSCHMANN, 1973) und "*Inulo-Arrhenatheretum*" (HARD, 1976, S. 142) in das pflanzensoziologische System zu integrieren,

Courtesy of Editors

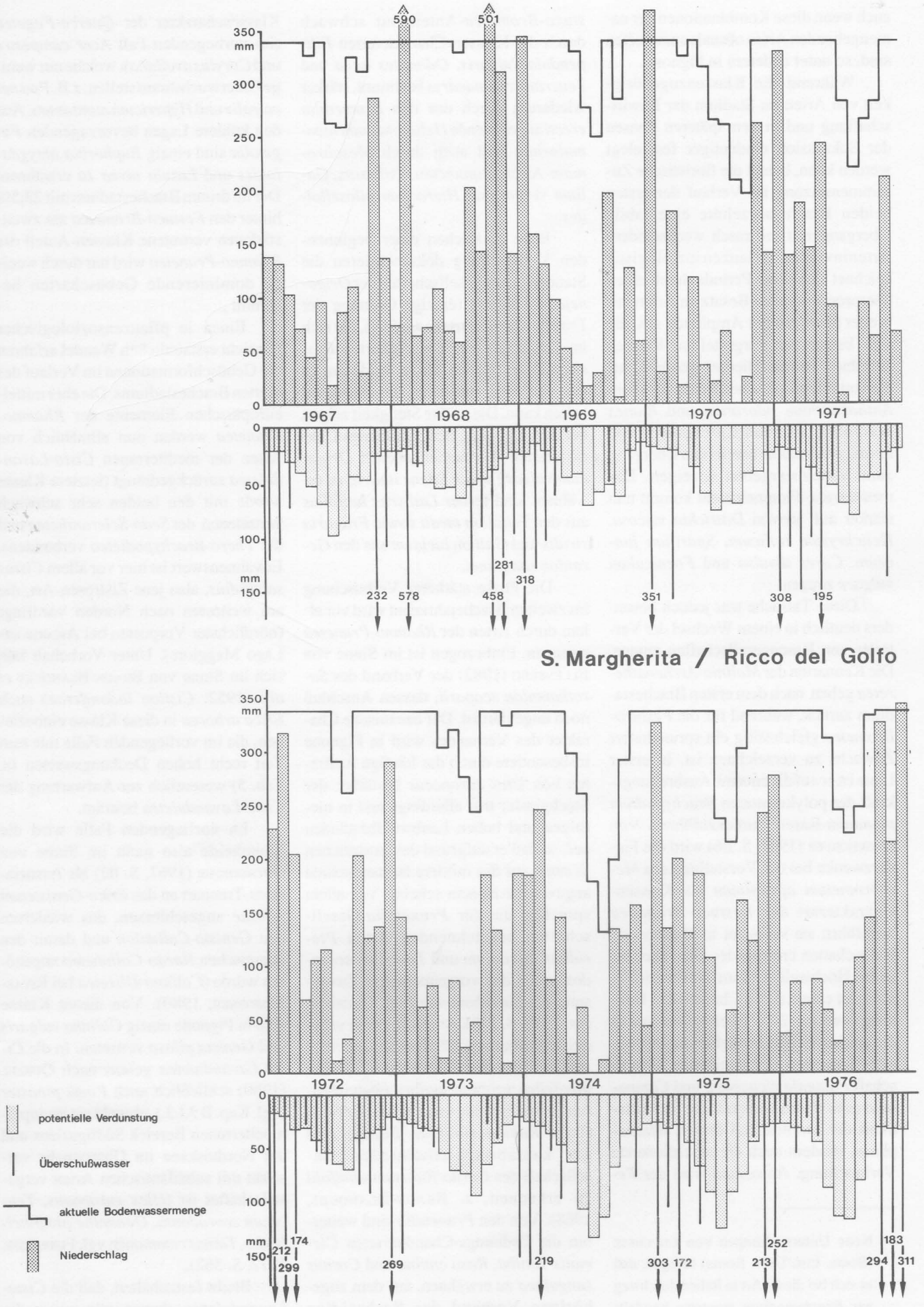


Abb. 18— Wasserhaushalts-Bilanzierung für das mittlere Vara- Tal im Hinterland der Cinque Terre nach der Berechnungsmethode von SCHMIEDECKEN (1978; Darstellung nach RICHTER, 1984). Quelle: Niederschlagsdaten von Ricco del Golfo (148 m ü. M.) und Temperaturdaten von S. Margherita (187 m ü. M.) aus Unterlagen des Serv. Idrografico, Genova. WK = 340mm/2m Bodentiefe in sandigem Lehm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

auch wenn diese Kombinationen der namengebenden Arten oftmals anzutreffen sind, so unter anderem in Pignone.

Während die Klassenzugehörigkeit von Arten im Stadium der Bewirtschaftung und in den späteren Phasen der Sukzession eindeutiger festgelegt werden kann, belegt die floristische Zusammensetzung im Verlauf der ersten beiden Brachejahrzehnte eine labile Übergangszeit mit rasch wechselndem Arteninventar. Pflanzensoziologisch zeichnet sich diese Periode durch einen überproportionalen Besatz an Arten mit breiter ökologischer Amplitude aus, die sich keiner der vorgestellten Klassen zuordnen lassen. Hierher gehören aus dem mitteleuropäischen Raum vor allem *Anthoxanthum odoratum* und *Rumex acetosella*, während *Carex flacca* und *Lotus corniculatus* bereits den Übergang zum Mittelmeergebiet anzeigen. Das mediterrane Florenelement kommt nun stärker auf, wovon *Dittrichia viscosa*, *Helichrysum italicum*, *Spartium junceum*, *Carex divulsa* und *Foeniculum vulgare* zeugen.

Diese Tatsache tritt jedoch besonders deutlich in einem Wechsel der Vertreter von Rasengesellschaften zutage. Die Kennarten der *Molinio-Arrhenatheretea* gehen nach dem ersten Brachestadium zurück, während für die *Festuco-Brometea* gleichzeitig ein sprunghafter Zuwachs zu verzeichnen ist. In erster Linie ist er auf die enorme Ausbreitungskraft der polykormonen *Brachypodium pinnatum*-Rasen[1] zurückzuführen. Von OBERDORFER (1967, S. 116) wird die Fiederzwenke bei der Vorstellung des *Mesobrometum apenninum* als Klassen-Charakterart der *Festuco-Brometea* angeführt; sie verbleibt in Pignone als Halbschatten ertragendes Gras aber bis in das Hochwaldstadium der Pseudoklimax mit einem durchschnittlichen Dekkungswert von 24%! Ebenso überdauern die beiden übrigen im Gebiet angetroffenen Kennarten der genannten Gesellschaft *Polygala nicaeensis* und *Campanula ranunculus* nicht nur das Rasenstadium der zweiten und dritten Brachephase, sondern auch die anschließende Verbuschung. Ansonsten wird der *Festuco-Brometea*-Anteil nur schwach durch die Klassen-Charakterarten *Filipendula vulgaris*, *Odontites lutea* und *Teucrium chamaedrys* bestimmt, stärker wiederum durch das den *Brometalia erecti* angehörende *Helianthemum nummularium* und auch durch *Mesobromion*-Arten: *Ranunculus bulbosus*, *Galium verum* und *Hieracium piloselloides*.

Erste Anzeichen einer beginnenden Verbuschung dokumentieren die Stauden-Saumgesellschaften der *Origanetalia vulgaris* (einzige Ordnung der *Trifolio-Geranietea sanguinei*), die sich im Gegensatz zur konsolidierten *Brachypodium*-reichen Magerweide nur in den lichteren mittleren Brachestadien halten kann. Die größte Stetigkeit zeigen bei den Klassen- bzw. Ordnungs-Charakterarten das namengebende *Origanum vulgare* sowie *Silene italica*; zu erwähnen sind ferner *Lathyrus latifolius* aus den *Trifolion medii* sowie *Fragaria viridis* und *Galium lucidum* aus den *Geranion sanguinei*.

Die Phase stärkerer Verbuschung im zweiten Brachejahrzehnt wird vor allem durch Arten der *Rhamno-Prunetea* getragen. Einbezogen ist im Sinne von ELLENBERG (1982) der Verband des *Sarothamnion scoparii*, dessen Anschluß noch ungeklärt ist. Der ozeanische Charakter des Verbandes wird in Pignone insbesondere durch das häufige Auftreten von *Ulex europaeus* bestätigt; der Stechginster tritt allerdings erst in niedrigen und hohen Laubwaldbeständen auf, so daß er aufgrund des frostreichen Winters auf das mildere Bestandsklima angewiesen zu sein scheint. Vor allem sprechen die für *Prunetalia*-Gesellschaften bezeichnenden Arten *Pteridium aquilinum* und *Teucrium scorodonia* für die vorgenommene Zuweisung der *Sarothamnion* (vgl. OBERDORFER, 1978, S. 248). Auch die durch vegetative Ausbreitung überaus konkurrenzstarken Brombeer-Gebüsche mit *Rubus ulmifolius* gehören hierher (*Rubo-Prunion* oder im Sinne von DE BOLOS, 1954: *Pruno-Rubion ulmifolii*; Bezüge sind zur kantabrisch-atlantischen Gesellschaft des *Corno-Rubetum ulmifolii* zu erkennen, s. BRAUN-BLANQUET, 1968). Von den *Prunetalia* sind weiterhin die Ordnungs-Charakterarten *Clematis vitalba*, *Rosa canina* und *Cornus sanguinea* zu erwähnen, aus dem zugehörigen Verband der *Berberidion* außerdem *Ligustrum vulgare* und *Tamus communis*. Die genannten Gebüsche sind häufiger anzutreffen als solche mit Klassencharakter der *Querco-Fagetea* (im vorliegenden Fall *Acer campestre* und *Corylus avellana*), welche nur wenige Unterwuchsarten stellen, z.B. *Poa nemoralis* und *Hypericum montanum*. Aus den kühlere Lagen bevorzugenden *Fagetalia* sind einzig *Euphorbia amygdaloides* und *Luzula nivea* zu erwähnen. Der im dritten Brachestadium mit 23,5% hinter den *Festuco-Brometea* am zweitstärksten vertretene Klassen-Anteil der *Rhamno-Prunetea* wird nur durch wenige dominierende Gebüscharten bestimmt.

Einen in pflanzensoziologischer Hinsicht erstaunlichen Wandel erfahren die Gebüschformationen im Verlauf des vierten Brachestadiums. Die eher mitteleuropäischen Elemente der *Rhamno-Prunetea* werden nun allmählich von Arten der mediterranen *Cisto-Lavanduletea* zurückgedrängt (letztere Klasse wurde mit den beiden sehr schwach vertretenen der *Sedo-Scleranthetea* und der *Thero-Brachypodietea* verbunden). Erwähnenswert ist hier vor allem *Cistus salvifolius*, also jene Zistrosen-Art, die am weitesten nach Norden vordringt (nördlichster Vorposten bei Ascona am Lago Maggiore). Unter Vorbehalt läßt sich im Sinne von BRAUN-BLANQUET *et alii* (1952: *Cistion ladoniferae*) auch *Erica arborea* in diese Klasse einbeziehen, die im vorliegenden Falle mit zum Teil recht hohen Deckungswerten (s. Tab. 5) wesentlich zur Aufwertung der *Cisto-Lavanduletea* beiträgt.

Im vorliegenden Falle wird die Baumheide also nicht im Sinne von OBERDORFER (1967, S. 112) als Assoziations-Trennart an das *Erico-Genistetum pilosae* angeschlossen, das wiederum den *Genisto-Callunion* und damit den atlantischen *Nardo-Callunetea* angehören würde (*Calluno-Ulicetea* bei RIVAS-MARTINEZ, 1980). Von dieser Klasse sind in Pignone einzig *Calluna vulgaris* und *Genista pilosa* vertreten. In die *Cisto-Lavanduletea* gehört nach QUEZEL (1980) schließlich auch *Pinus pinaster* (vgl. Kap. B 3.1.3.), obwohl sie im supramediterranen Bereich Südliguriens und der Nordtoskana im Unterwuchs verstärkt mit subatlantischen Arten vergesellschaftet ist (*Ulex europaeus*, *Teucrium scorodonia*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Tamus communis*; vgl. FERRARINI, 1972, S. 562).

Bleibt festzuhalten, daß die *Cisto-Lavanduletea* ebenso wie zuvor die *Rhamno-Prunetea* ihren prozentualen Anteil von über 20% dem hohen Bedekkungsgrad einiger weniger Gebüsche

---

1 Neue Untersuchungen von LUCCHESE (Botan. Inst. Univ. Roma) belegen, daß es sich bei dieser Art in Italien durchweg um *Brachypodium rupestre* handelt; nach seinen Ausführungen kommt *Br. pinnatum* im zentralen Mittelmeerraum nicht vor (Vortrag in L'Aquila, 11.6.87)

Courtesy of Editors

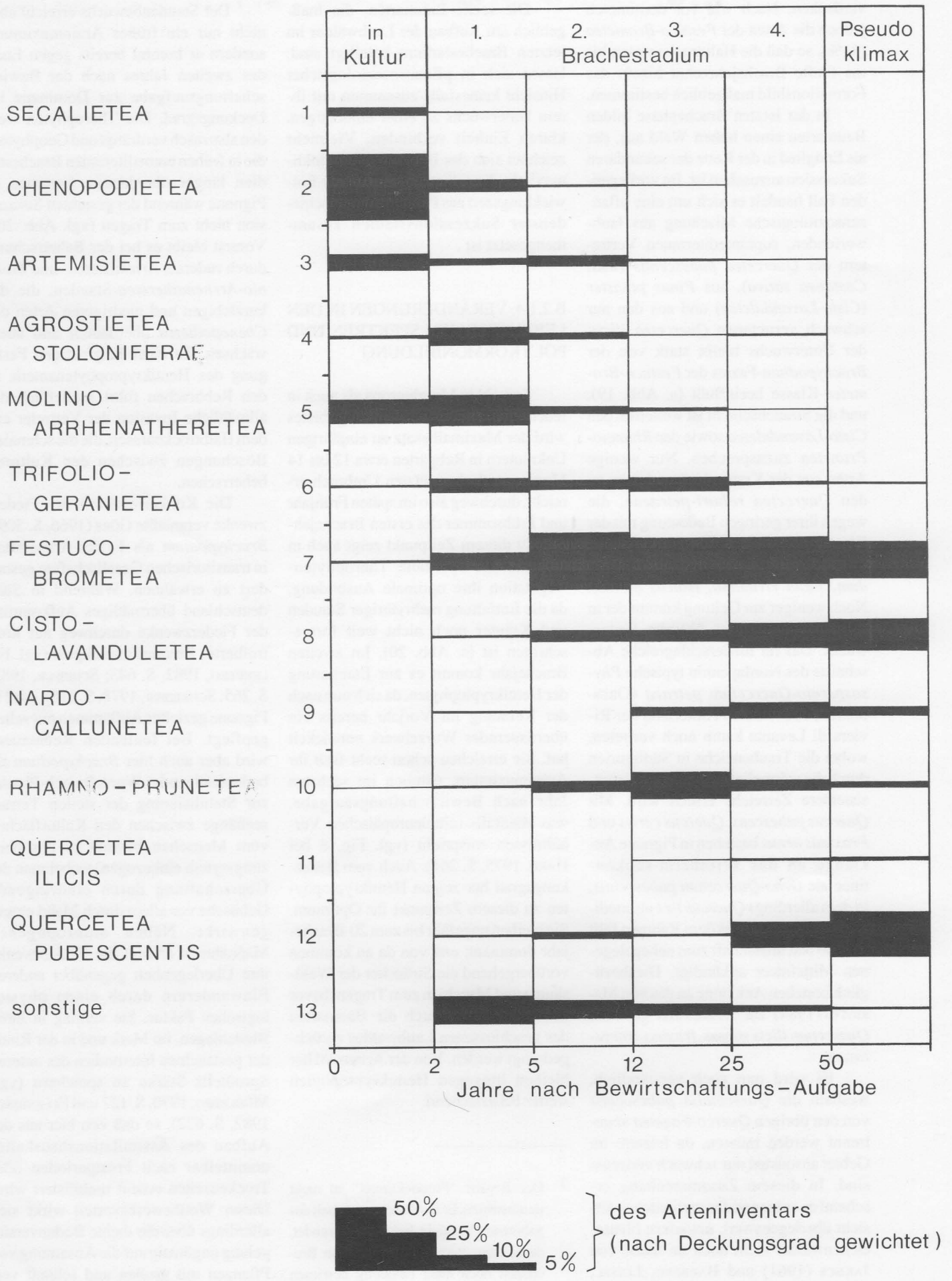


Abb. 19 — Prozentualer Anteil der pflanzensoziologischen Zugehörigkeit der in Tab. 5 aufgeführten Arten von Pignone auf Klassen-Ebene unter Berücksichtigung der verschiedenen Brachestadien.

Courtesy of Editors

verdanken. Nach wie vor dominieren jedoch die Arten der *Festuco-Brometea* (31%), so daß die Halbtrockenrasen bis ins fünfte Brachejahrzehnt hinein das Formationsbild maßgeblich bestimmen.

In der letzten Brachephase bilden Baumarten einen hohen Wald aus, der als Endglied in der Kette der sekundären Sukzession anzusehen ist. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine pflanzensoziologische Mischung aus laubwerfenden, supramediterranen Vertretern der *Quercetea pubescentis* (inkl. *Castanea sativa*), aus *Pinus pinaster* (*Cisto-Lavanduletea*) und aus den nur schwach vertretenen *Quercetea ilicis*; der Unterwuchs bleibt stark von der *Brachypodium*-Fazies der *Festuco-Brometea*-Klasse beeinflußt (s. Abb. 19), und die Strauchschicht ist weiterhin den *Cisto-Lavanduletea* sowie den *Rhamno-Prunetea* zuzusprechen. Nur wenige Arten aus der Krautschicht gehören zu den *Quercetea roburi-petraeae*, die wegen ihrer geringen Bedeutung mit der Klasse der Flaumeichenwälder zusammengefaßt werden (*Hieracium sabaudum*, *Viola riviniana*, *Holcus mollis*). Noch weniger zur Geltung kommt der in Steineichenwäldern übliche Unterwuchs. Das für niederschlagreiche Abschnitte des Nordapennin typische *Physospermo-Quercetum petraea* (OBERDORFER, 1967) ist im Hinterland der Riviera di Levante kaum noch vertreten, wobei die Traubeneiche in Südligurien durch die wärmeliebende und trockenresistentere Zerreiche ersetzt wird. Mit *Quercus pubescens*, *Quercus cerris* und *Fraxinus ornus* bestehen in Pignone Anklänge an das xerotherm-subkontinentale *Orno-Quercetum pubescentis*, in dem allerdings *Quercus ilex* als mediterraner Vertreter aus dem Rahmen fällt und die Nachbarschaft zum nahegelegenen Mittelmeer ankündigt. Diesbezüglich bestehen Anklänge an das von MARIOTTI (1984) zur Diskussion gestellte *Quercetum ilicis* subass. *fraxino-ostryetosum*.

Es wird nun auch verständlich, weshalb die *Quercetalia pubescentis* von den übrigen *Querco-Fagetea* abgetrennt werden müssen, da letztere im Gebiet ansonsten nur schwach vertreten sind. In diesem Zusammenhang erscheint es entgegen der verbreiteten Ansicht überlegenswert, inwiefern Flaumeichenwälder nicht doch im Sinne von JAKUCS (1961) und BARBERO, LOISEL, QUEZEL (1974) eine eigene Klasse der *Quercetea pubescentis* bilden.

Die sechs Baumarten, die maßgeblich am Aufbau der Laubwälder im letzten Brachestadium beteiligt sind, lassen sich in pflanzensoziologischer Hinsicht keinesfalls zusammen mit ihrem Unterwuchs zu einer eindeutigen, klaren Einheit verbinden. Vielmehr zeichnet sich das Bild einer Pseudoklimax[1] ab, die selbst nach säkularer Entwicklungszeit aus Fragmenten verschiedenster Sukzessionsstadien zusammengesetzt ist .

B 2.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORMEN-SPEKTREN UND POLYKORMONBILDUNG

Sowohl in Mitteleuropa als auch in feuchten Teilen des Mittelmeergebietes wird der Maximalbesatz an einjährigen Unkräutern in Rebgärten etwa 12 bis 14 Monate nach dem letzten Umbruch erreicht, durchweg also im späten Frühjahr und Frühsommer des ersten Brachejahres. Zu diesem Zeitpunkt zeigt auch in Pignone die spontane Therophyten-Vegetation ihre optimale Ausbildung, da die Entfaltung mehrjähriger Stauden und Kräuter noch nicht weit fortgeschritten ist (s. Abb. 20). Im zweiten Brachejahr kommt es zur Etablierung der Hemikryptophyten, da sich nun nach der Keimung im Vorjahr bereits ein überdauerndes Wurzelwerk entwickelt hat. Sie erreichen schon recht früh ihr Artenmaximum, nämlich im sechsten Jahr nach Bewirtschaftungsaufgabe, was ebenfalls mitteleuropäischen Verhältnissen entspricht (vgl. Fig. 8 bei HARD, 1975, S. 261). Auch vom Bedekkungsgrad her zeigen Hemikryptophyten zu diesem Zeitpunkt ihr Optimum. Sie bleiben ungefähr bis zum 20 Brachejahr dominant; erst von da an kommen vorübergehend die Sträucher der Waldsäume und Macchien zum Tragen, bevor diese wiederum durch die Baumarten des geschlossenen Laubwaldes zurückgedrängt werden. Von der Artenzahl her bleiben hingegen Hemikryptophyten weiter beherrschend.

Der Staudenbewuchs erreicht aber nicht nur ein frühes Artenmaximum, sondern er kommt bereits gegen Ende des zweiten Jahres nach der Bewirtschaftungsaufgabe zur Dominanz im Deckungsgrad. Die Therophyten werden also rasch verdrängt und Geophyten, die in frühen eumediterranen Brachestadien länger überdauern, kommen in Pignone während der gesamten Sukzession nicht zum Tragen (vgl. Abb. 20). Vorerst bleibt es bei der Beherrschung durch ruderale *Artemisietea*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Stauden, die die kurzlebigen und niedrigeren Arten der *Chenopodietea* überdauern und überwachsen. Zu einer langfristigen Festigung des Hemikryptophytenanteils in den Rebbrachen führt schließlich die allmähliche Invasion der Vertreter aus dem Halbtrockenrasen, die die schmalen Böschungen zwischen den Kulturen beherrschen.

Die Konkurrenzkraft der Fiederzwenke veranlaßte GÖRS (1966, S. 509), *Brachypodium* als Fazies-Anmerkung in transitorischen Gesellschaften gesondert zu erwähnen. Während in Süddeutschland übermäßiges Aufkommen der Fiederzwenke durchweg auf kontrolliertes Brennen zurückgeht (vgl. ELLENBERG, 1982, S. 643; SCHIEFER, 1982, S. 265; SCHREIBER, 1978, S. 116), wird in Pignone gezieltes Abflämmen nur selten gepflegt. Bei fehlenden Rebmauern wird aber auch hier *Brachypodium* als bodenfestigender Wurzelkriech-Pionier zur Stabilisierung der steilen Terrassenhänge zwischen den Kulturflächen vom Menschen bewußt in das Nutzungssytem einbezogen, wobei man der Überschattung durch eindringende Gebüsche vor allem durch Mahd entgegenwirkt. Neben anthropogenen Maßnahmen erlangt die Fiederzwenke ihre Überlegenheit gegenüber anderen Einwanderern durch einen physiologischen Faktor. Sie vermag in ihren Blattanlagen, im Mark und in der Rinde der gestauchten Internodien des unteren Sproßteils Stärke zu speichern (vgl. MÜHLBERG, 1970, S. 127 und ELLENBERG, 1982, S. 622), so daß von hier aus der Aufbau des Assimilationshaushaltes unmittelbar nach Frostperioden oder Trockenzeiten erneut mobilisiert wird. Dieser Wettbewerbsvorteil wirkt sich allerdings über die dichte Bodenversiegelung ungünstig auf die Ansamung von Pflanzen mit großen und schnell verderblichen Früchten aus, so daß das Aufkommen von Gehölzen erschwert ist.

---

[1] Der Begriff "Pseudoklimax" ist nicht unumstritten. Er wird in dieser Arbeit aus gebotener Vorsicht bewußt verwendet, da in einer maximal 100-jährigen Brachezeit noch nicht eindeutig bewiesen werden kann, wie eine "endgültige" Klimax-Gesellschaft zusammengesetzt sein könnte.

Courtesy of Editors

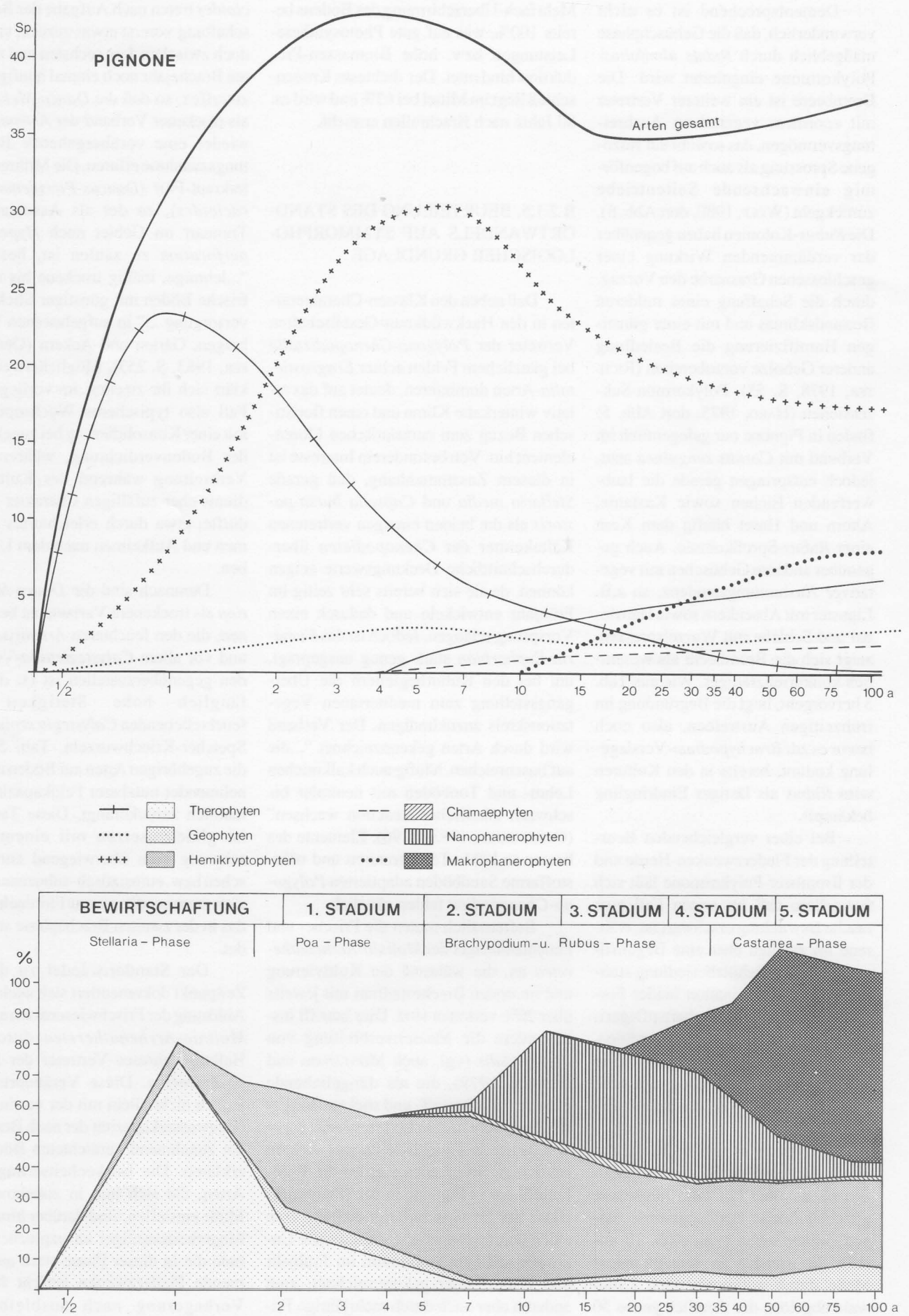


Abb. 20 — Lebensformen-Veränderung in aufgegebenen Rebgärten Pignones in Abhängigkeit vom Brachealter. Oben: Veränderung der Artenanteile; unten: Veränderung der Deckungsanteile.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, daß die Gebüschphase maßgeblich durch *Rubus ulmifolius*-Polykormone eingeleitet wird. Die Brombeere ist ein weiterer Vertreter mit enormem vegetativen Ausbreitungsvermögen, das sowohl auf rhizogene Sprossung als auch auf bogenförmig einwachsende Seitentriebe zurückgeht (WOLF, 1980, dort Abb. 8). Die *Rubus*-Kolonien haben gegenüber der verdämmenden Wirkung einer geschlossenen Grasnarbe den Vorzug, durch die Schaffung eines milderen Bestandsklimas und mit einer günstigen Humifizierung die Besiedlung anderer Gehölze vorzubereiten (RICHTER, 1978, S. 55). Polykormon-Sukzessionen (HARD, 1975, dort Abb. 5) finden in Pignone nur gelegentlich im Verbund mit *Cornus sanguinea* statt, jedoch entspringen gerade die laubwerfenden Eichen sowie Kastanie, Ahorn und Hasel häufig dem Kern einer *Rubus*-Sproßkolonie. Auch gegenüber anderen Gebüschen mit vegetativer Ausbreitungstendenz, so z.B. Liguster mit Absenkern sowie Hartriegel und Schlehe mit Wurzelsprossen, zeigt sich die Brombeere als wesentlich konkurrenzfähiger. Wie aus Tab. 5 hervorgeht, liegt die Begründung im frühzeitigen Austreiben, also noch bevor es zur *Brachypodium*-Versiegelung kommt; bereits in den Kulturen wird *Rubus* als lästiger Eindringling bekämpft.

Bei einer vergleichenden Beurteilung der Fiederzwenken-Herde und der Brombeer-Polykormone läßt sich feststellen, daß im ersten Fall eine rasche Bewaldung erschwert ist, während im zweiten eher eine Begünstigung initialer Gehölzbesiedlung stattfindet. Die Kombination beider Formationen ist vom landschaftspflegerischen Aspekt durchaus zu begrüßen, da sie verhältnismäßig lange für eine wünschenswerte physiognomische Vielfalt sorgt ("Parklandschaft-Effekt").

Erst nach ungefähr 30 Jahren nimmt der Anteil der Strauchformationen ab, die über fast zwei Jahrzehnte gleichbleibende Deckungswerte eingenommen haben (vgl. Abb. 20 unten). Sie werden in zunehmendem Maße durch aufkommenden Laubwald abgelöst, der ziemlich genau 50 Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe einen 50%-igen Kronenschluß zeigt. Zu diesem Zeitpunkt übersteigt die Vegetationsbedeckung durch die Mehrfach-Überschirmung des Bodens bereits 100%, was auf gute Photosynthese-Leistungen bzw. hohe Biomassen-Produktion hindeutet. Der dichteste Kronenschluß liegt im Mittel bei 63% und wird ca. 80 Jahre nach Brachfallen erreicht.

B 2.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE

Daß neben den Klassen-Charakterarten in den Hackwildkraut-Gesellschaften Vertreter der *Polygono-Chenopodietalia* bei gänzlichem Fehlen echter *Eragrostietalia*-Arten dominieren, deutet auf das relativ winterkalte Klima und einen floristischen Bezug zum eurasiatischen Florenelement hin. Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang, daß gerade *Stellaria media* und *Capsella bursa-pastoris* als die beiden einzigen vertretenen Kältekeimer der *Chenopodietea* überdurchschnittliche Deckungswerte zeigen können, da sie sich bereits sehr zeitig im Frühjahr entwickeln und dadurch einen Vorsprung erlangen. Jedoch ist das *Fumario-Euphorbion* stark genug ausgeprägt, um bei den Kulturbegleitern die Übergangsstellung zum mediterranen Vegetationskreis anzukündigen. Der Verband wird durch Arten gekennzeichnet "...die auf basenreichen, häufig auch kalkreichen Lehm- und Tonböden mit neutraler bis schwach alkalischer Reaktion wachsen" (OBERDORFER, 1983, S. 96). Elemente des besser an kühle Temperaturen und nährstoffarme Sandböden adaptierten *Polygono-Chenopodion* fehlen gänzlich.

Befremdlich muten die Frische- und Feuchteanzeiger der *Molinio-Arrhenatheretea* an, die während der Kultivierung und im ersten Brachestadium mit jeweils über 20% vertreten sind. Dies betrifft insbesondere die Massenverbreitung von *Poa trivialis* (vgl. auch MONTANARI und GENTILE, 1979), die als düngeliebende Pflanze für nährstoff- und stickstoffreiche Böden spricht und sickerfeuchte bis nasse Wuchsorte in Feuchtwiesen und Äckern bevorzugt. So gesehen werden die Wildkrautfluren in Pignone in der Übergangsphase der Bewirtschaftungsaufgabe zum einen durch wärmeliebende annuelle Unkräuter mit Wuchsoptimum im Frühjahr und Frühsommer gekennzeichnet, zum anderen aber auch durch mehrjährige Frischeanzeiger, die zwar trockenheitserduldend sind, deren Vegetationsperiode aber weiter in die kühle Jahreszeit hinein verlagert ist. *Daucus carota* und *Picris hieracioides* treten nach Aufgabe der Bewirtschaftung vorerst etwas zurück, sind jedoch zwischen dem sechsten und zwölften Brachejahr noch einmal häufiger anzutreffen, so daß die *Dauco-Melilotion* als trockener Verband der *Artemisietea* wieder eine vorübergehende Bedeutungszunahme erfaren. Die Möhren-Bitterkraut-Flur (*Daucus-Picridetum hieracioides*), zu der als Assoziations-Trennart im Gebiet noch *Hypericum perforatum* zu zählen ist, besiedelt "...lehmige, mäßig trockene bis mäßig frische Böden mit günstiger Stickstoffversorgung ..." in aufgelassenen Weinbergen, Gärten und Äckern (OBERDORFER, 1983, S. 253). Möglicherweise erklärt sich ihr zweites, im vorliegenden Fall also typischeres Wuchsoptimum mit einer Konsolidierung bei zunehmender Bodenverdichtung, während die Verbreitung während des Kulturstadiums eher zufälligen Charakter haben dürfte, etwa durch erleichtertes Ansamen und Aufkeimen nach dem Umgraben.

Demnach sind die *Dauco-Melilotion* als trockenere Variante zu bezeichnen, die den feuchteren *Artemisietalia*- und vor allem *Calystegietalia*-Verbänden gegenüberzustellen ist (s. die anfänglich hohe Stetigkeit der feuchteliebenden *Calystegia sepium* mit Speicher-Kriechwurzeln, Tab. 5) und die zugehörigen Arten auf Böden mit abnehmender nutzbarer Feldkapazität allmählich zurückdrängt. Diese Tatsache ist gleichzusetzen mit einem Umschwung vom überwiegend eurasiatischen bzw. eurasiatisch-subozeanischen zum supramediterranen Florenelement, das in der zweiten Brachephase stattfindet.

Der Standortwandel zu diesem Zeitpunkt dokumentiert sich auch in der Ablösung der Frischwiesenarten aus den *Molinio-Arrhenatheretea* durch die Halbtrockenrasen-Vertreter der *Festuco-Brometea*. Diese Veränderung ist jedoch nicht allein mit der verringerten Nutzwasserkapazität der nach Brachfallen zunehmend verdichteten Böden zu erklären. Die trockenheitsertragenden Arten, die sich nun in zunehmendem Maße einstellen, sind darüber hinaus als Magerkeitsanzeiger anzusprechen. Gerade die in dieser Phase stark aufkommende Fiederzwenke spricht für die Verhagerung nach ausbleibender Düngung; dies betrifft auch das feuchtere Verhältnisse bevorzugende *Anthoxanthum odoratum*. Durch die weitflächige *Brachypodium*-Versiegelung

Courtesy of Editors

kommt es zumindest während des Verbreitungsmaximums in der dritten Brachephase zu einer Einengung des Wuchsraumes für andere Pflanzen (s. Abb. 21). Jedoch bleiben die für die Florenvielfalt entscheidenden Restflächen, die nach Abzug der 10 Arten mit den höchsten Deckungswerten überbleiben, stets größer als im mesomediterranen Corniglia (vgl. Bereiche oberhalb der punktierten Linie in Abb. 21 und Abb. 40).

Daß in Pignone Arten der Fiederzwenken-Rasenhänge erst im zweiten Brachestadium auf den aufgegebenen Rebflächen zum Tragen kommen, geht aus den Clusteranalysen und Regressionen in Abb. 22 hervor. Während der Bewirtschaftungsphase läßt sich keine floristische Beziehung zwischen den parallel zum Hang angelegten Rebzeilen und dem *Brachypodium*-Rasen erkennen. Was die Artenähnlichkeit (Formel nach SØRENSEN, 1948[1]) in den zehn Streifen mit Hackwildkräutern entlang der Erziehung betrifft, so lassen sich zwei Gruppen trennen: während in der zweiten *Poa trivialis* eindeutig dominiert (Rebzeile 3, 4, 10, 9, 6), treten in der ersten *Potentilla reptans* und *Bromus sterilis* mit hohen Deckungswerten hinzu (Zeile 5, 1, 6, 7, 2). Zweieinhalb Jahre nach dem letzten Umgraben zeichnet sich auf den Kulturterrassen ein gleichförmigeres Artenspektrum ab, das vor allem durch eine enge Beziehung des Inventars in den Zeilen 1-5 gekennzeichnet wird. Die floristische Angleichung ist in dieser Phase auf die Fortdauer der massenhaften Ansamung von Wildkräutern zurückzuführen, die nun auch die ehemals freigehaltenen Flächen zwischen den Rebzeilen besetzen. Ähnlichkeiten zwischen der Flora der Brache und des Hanges lassen sich erst im Beispiel sechs Jahre nach Aufgabe des Weinbaus ausmachen, da sich nunmehr die Vertreter der Halbtrockenrasen auch auf der Terrasse etablieren (Abb. 22).

Im Vergleich zur Fiederzwenke tritt *Rubus ulmifolius* als weiterer Vertreter vegetativer Ausbreitung nicht so dicht und etwas weniger häufig auf (vgl. Tab. 5, Stetigkeit und Flächendeckung), bildet also stattdessen punktuelle, buschförmige Polykormone. Daß der Stellenwert sproßbildender Kolonien in der Ausbreitungsökologie bei der sekundären Sukzession in Pignone höher ist als in den meso- und thermomediterranen Fallbeispielen, läßt sich zumindest teilweise mit Erkenntnissen aus den kühlgemäßigten Breiten erklären. In der vorübergehenden Vorrangstellung der Polykormonbildner während der offenen Bracheformationen spiegelt sich für den supramediterranen Bereich die klimatisch ungünstige Situation einer zweifach eingeengten Vegetationsperiode wider: Keimvoraussetzungen und vor allem Wuchsleistungen von Pflanzen werden sowohl im kalten Winter als auch im regenarmen Sommer gemindert, so daß Arten mit hohen Stoffproduktionsraten für die Ausbildung der generativen Organe benachteiligt sind.

Eine geringe Rolle spielen die Gebüsche der *Nardo-Callunetea* und der *Cisto-Lavanduletea*. Die mediterranen Vorkommen von *Erica arborea* und *Cistus salvifolius* erreichen hier in thermischer Hinsicht ihre kontinentale Verbreitungsgrenze, zieht man in Betracht, daß bei ihnen Frostschäden dritten Grades ab -20°C auftreten (LARCHER, 1970, Abb. 5). Entsprechendes gilt für den atlantischen *Ulex europaeus* und für die subatlantische *Genista pilosa*, die ozeanische Verhältnisse andeuten. Ihre Vorkommen in Pignone sind in erster Hinsicht auf die riesigen einförmigen Bestände dieser beiden Sträucher in der nur zwei bis drei Kilometer entfernten Kammlage des Küstengebirges zurückzuführen.

Auch hinsichlich der Baumarten stößt das mediterrane Florenelement mit den häufig auftretenden *Quercus ilex* und *Pinus pinaster* auf Befremden. Für die Steineiche liegt jedoch mittlerweile vielfach der Beweis einer Kälteresistenz vor, die angesichts ihres Verbreitungsareals (s. Abb. 8) verwundern mag. Zwar liegt bei der Flaumeiche die Frosthärte an vergleichbaren Organen und Geweben durchweg um 7 K tiefer, jedoch sind für die Resistenzgrenze von *Quercus ilex* regelmäßig wiederkehrende Kältebelastungen entscheidender als katastrophale Temperaturrückgänge, die erst bei ca. -30°C zur sicheren Letalität führen (LARCHER und MAIR, 1969).

Ebenso weist FREITAG (1975) aus geobotanischer Sicht nach, daß in supramediterranen Gebieten Flaumeichen bei guter Wasserversorgung keineswegs den immergrünen Steineichen überlegen sein müssen. Dementsprechend gilt auch für Pignone, daß selbst in den kälteren Lagen die Wuchskraft von *Quercus ilex* nicht wesentlich gemindert ist. Selbst nach einem extrem kalten Zeitabschnitt im Januar 1985, in dem die Temperatur auf -21°C fiel (in Corniglia -7°C), konnten fünf Monate später keine Schäden an Steineichen festgestellt werden. Die Vorkommen von *Pinus pinaster*, deren westmediterranes Verbreitungsgebiet in "subhumiden bis humiden Bioklimaten" nach QUEZEL (1980, S. 2) an erhöhte Ozeanitätsansprüche gebunden ist, sind in Pignone hingegen einzig auf die milderen Kuppenlagen auf nährstoffarmen Serpentiniten bzw. Ophiolithen beschränkt (vgl. auch entsprechende Ausführungen von HOFMANN, 1960).

Bei der Bewaldung zeichnen sich die Kastanien und Kiefern durch rasches Wachstum aus und bilden zuerst einen Niederwald, in welchem als nächstes die Steineiche, danach auch die beiden laubwerfenden Eichen vermehrt auftreten und schließlich die Blumenesche hinzukommt. Im Verlaufe der zunehmenden Laubüberschirmung reduziert sich der Flächenanteil einiger Sträucher und Gebüsche leicht (*Rubus*, *Cornus*, *Cistus*), während *Erica*, *Genista* und *Ulex* unter den gemäßigteren bestandsklimatischen Voraussetzungen weiterhin gut gedeihen. Hinzu treten mit *Luzula forsteri* und *Ruscus aculeatus* zwei Kennarten, die zwar nicht beherrschend werden, jedoch bei JÄGER (1970) zusammen mit dem ebenfalls gelegentlich auftretenden *Ilex aquifolius* für "euryozeanische" Areale im mediterran-supramediterran-atlantischen Übergangsgebiet als bezeichnend angeführt werden.

Nach diesen Ausführungen läßt sich die Pseudoklimax am ehesten als subkontinentale Waldgesellschaft mit subozeanisch geprägtem Unterwuchs kennzeichnen. Diese Gemeinschaft läßt sich in eine wärmeliebende Variante mediterraner Ausprägung (mit *Pinus pinaster*) über flach- bis mittelgründigen, nährstoffarmen und wechseltrockenen Böden auf Kuppen und in eine kälteadaptierte supramediterrane (mit *Quercus cerris* und *Quercus pubescens*) über tiefgründigen, nährstoffreichen und wechselfeuchten Böden in Hanglagen über dem Talgrund unterteilen.

---

[1] $$IS\% = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

wobei IS = Ähnlichkeits-Index (similarity index), a + b = die Anzahl der in zwei zu vergleichenden Standorten nicht gemeinsam auftretenden Arten bzw., c = gemeinsam auftretenden Arten ist.

Courtesy of Editors

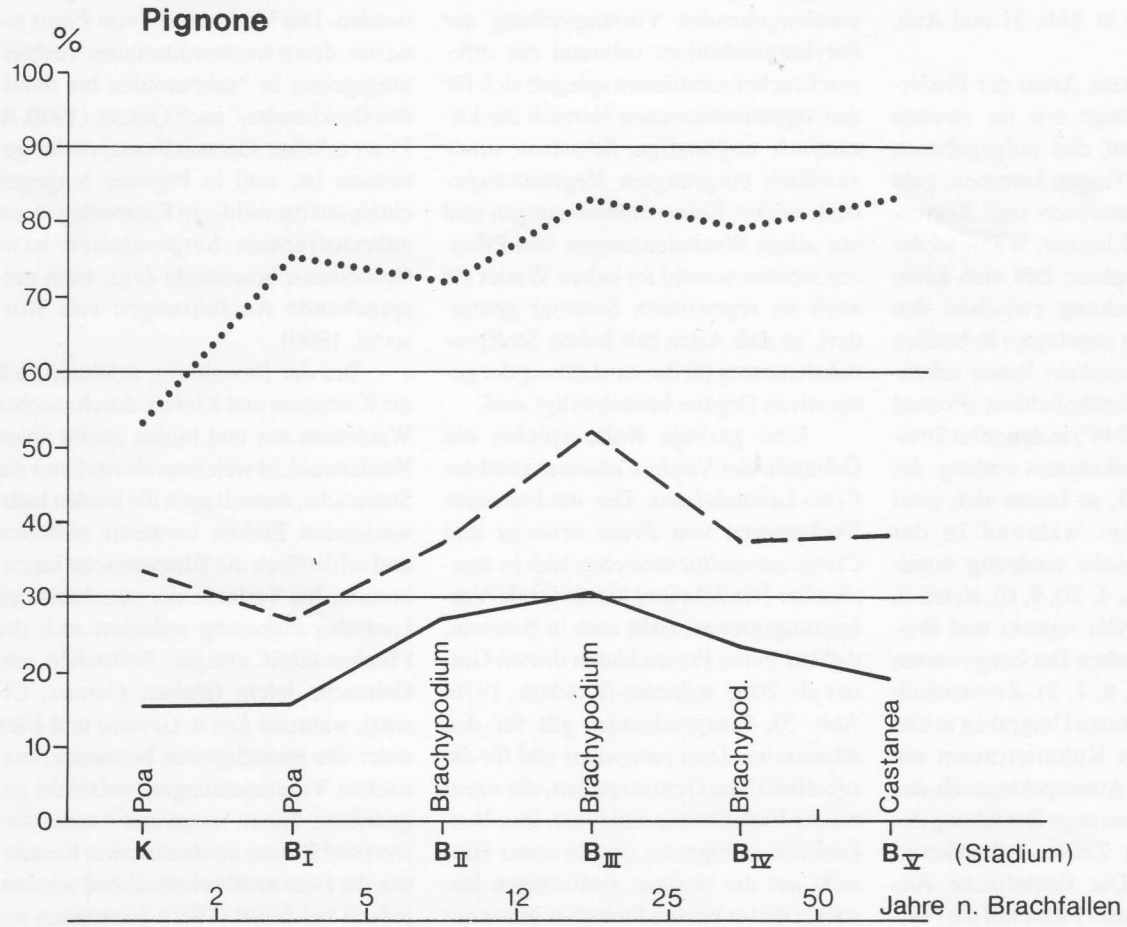
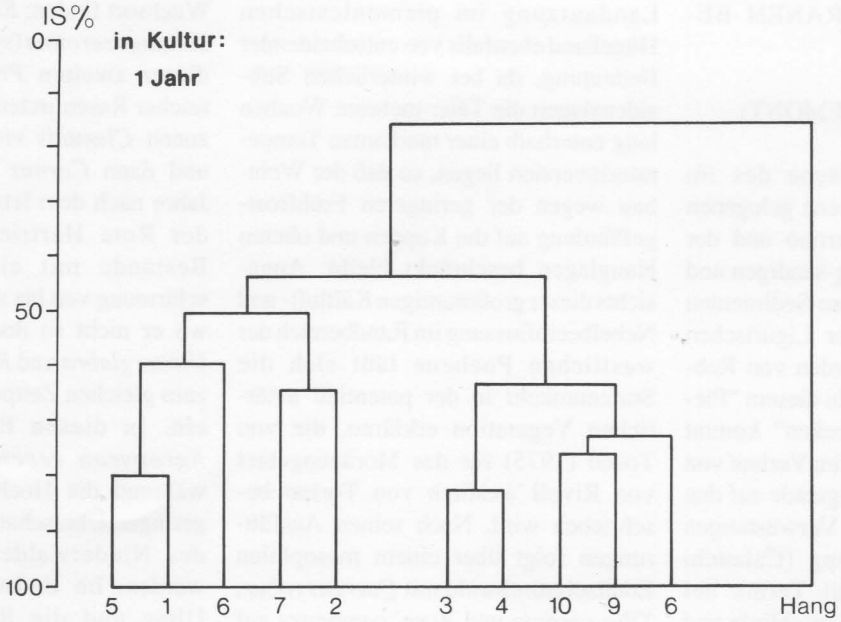
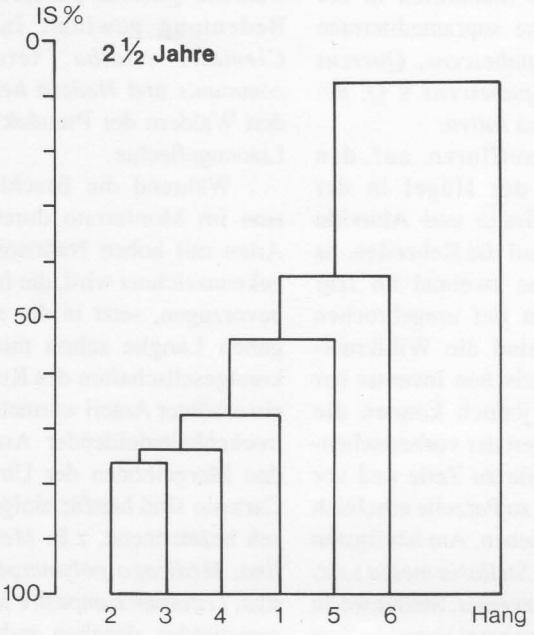


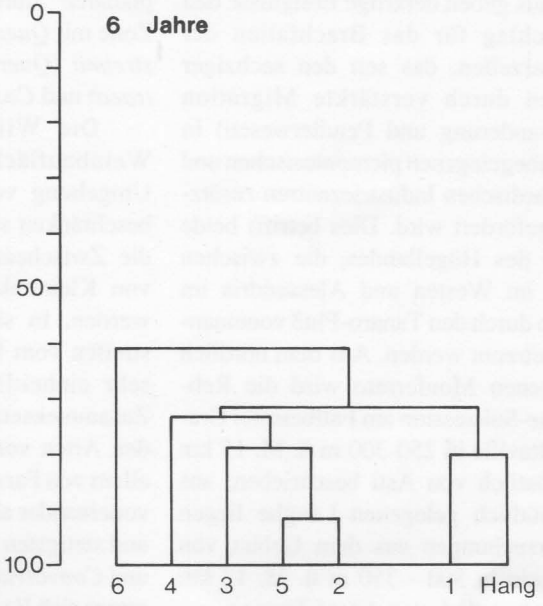
Abb. 21 — Prozentuale Überdeckung der vorherrschenden Art bzw. Arten während des Kulturstadiums und der verschiedenen Brachestadien in Pignone.

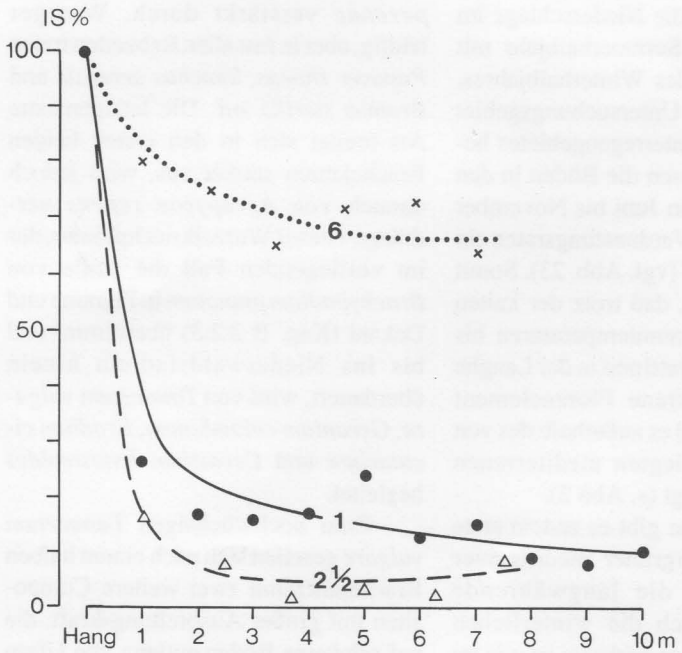
Abb. 22 — (rechts) Floristische Ähnlichkeiten (similarity index in IS% n. SØRENSEN) der *Brachypodium*-Böschungen und der Rebzeilen im Kulturstadium und in zwei Brachestadien (Nr. 1 - 10 und Nr. 1 - 6 in zunehmender Hangentfernung, H = *Brachypodium* -Hang). Darstellung in Dendrogrammen auf Grundlage von Clusteranalysen und (unten) in graphisch ermittelten Beziehungskurven.

Courtesy of Editors









Courtesy of Editors

B 2.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM SUPRAMEDITERRANEN BEREICH

B 2.2.1. CARTOSIO (PIEMONT)

Fast 23% der Fläche des im westlichen Teil der Poebene gelegenen Hügellandes von Monferrato und der Langhe, das aus schluffig-sandigen und schluffig-tonigen Molasse-Sedimenten im Vorland nördlich der Ligurischen Alpen aufgebaut ist, werden von Rebkulturen eingenommen. In diesem "Piemontesischen Tertiär-Becken" kommt es nach TROPEANO (1983) im Verlauf von torentiellen Regenfällen gerade auf den Weinhängen zu lokalen Verwüstungen durch Spülrillen-Bildung (Calanchi südwestlich von Acqui Terme bei Prasco), Grabenreißen, Erdschlipfe und Muren (vgl. Photo 1 bei TROPEANO). Oftmals geben derartige Ereignisse den Ausschlag für das Brachfallen der Rebparzellen, das seit den sechziger Jahren durch verstärkte Migration (Abwanderung und Pendlerwesen) in die nahegelegenen piemontesischen und lombardischen Industriezentren zusätzlich gefördert wird. Dies betrifft beide Teile des Hügellandes, die zwischen Alba im Westen und Alessandria im Osten durch den Tanaro-Fluß voneinander getrennt werden. Aus dem nördlich gelegenen Monferrato wird die Rebbrache-Sukzession am Fallbeispiel Grana/Altavilla in 250-300 m ü. M. 15 km nordöstlich von Asti beschrieben; aus der südlich gelegenen Langhe liegen Untersuchungen aus dem Gebiet von Cartosio in 300 - 350 m ü. M. 12 km südsüdwestlich von Acqui Terme vor.

Zwar liegen die Niederschläge im (hydrologischen) Sommerhalbjahr mit 57% über denen des Winterhalbjahres, so daß sich das Untersuchungsgebiet außerhalb des Winterregengebietes befindet, jedoch weisen die Böden in den sechs Monaten von Juni bis November wegen der hohen Verdunstungsraten ein Feuchtedefizit auf (vgl. Abb. 23). Somit wird verständlich, daß trotz der kalten Winter mit Minimumtemperaturen bis –16°C im Monferrato und in der Langhe das supramediterrane Florenelement überwiegt, obwohl es außerhalb des von BERENGER festgelegten mediterranen Klimabereichs liegt (s. Abb 2).

In der Langhe gibt es zudem erste Vorposten immergrüner mediterraner Arten, da hier die langwährende Auskühlung durch die winterlichen Nebel nicht mehr so wirksam ist wie im Monferrato. Dieser Faktor ist für die Landnutzung im piemontesischen Hügelland ebenfalls von entscheidender Bedeutung, da bei winterlichen Subsidenzlagen die Täler mehrere Wochen lang unterhalb einer markanten Temperaturinversion liegen, so daß der Weinbau wegen der geringeren Frühfrostgefährdung auf die Kuppen und oberen Hanglagen beschränkt bleibt. Angesichts dieser großräumigen Kaltluft- und Nebelbeeinflussung im Randbereich der westlichen Poebene läßt sich die Stufenumkehr in der potentiell natürlichen Vegetation erklären, die von TOSCO (1975) für das Moränengebiet von Rivoli westlich von Torino beschrieben wird. Nach seinen Ausführungen folgt über einem mesophilen Edellaubmischwald mit *Quercus robur*, *Tilia cordata* und *Acer campestre* auf grundwasserfernen Standorten in der planaren Stufe eine supramediterrane Zone mit *Quercus pubescens*, *Quercus streimii* (*Quercus pubescens* x *Q. petraea*) und *Castanea sativa*.

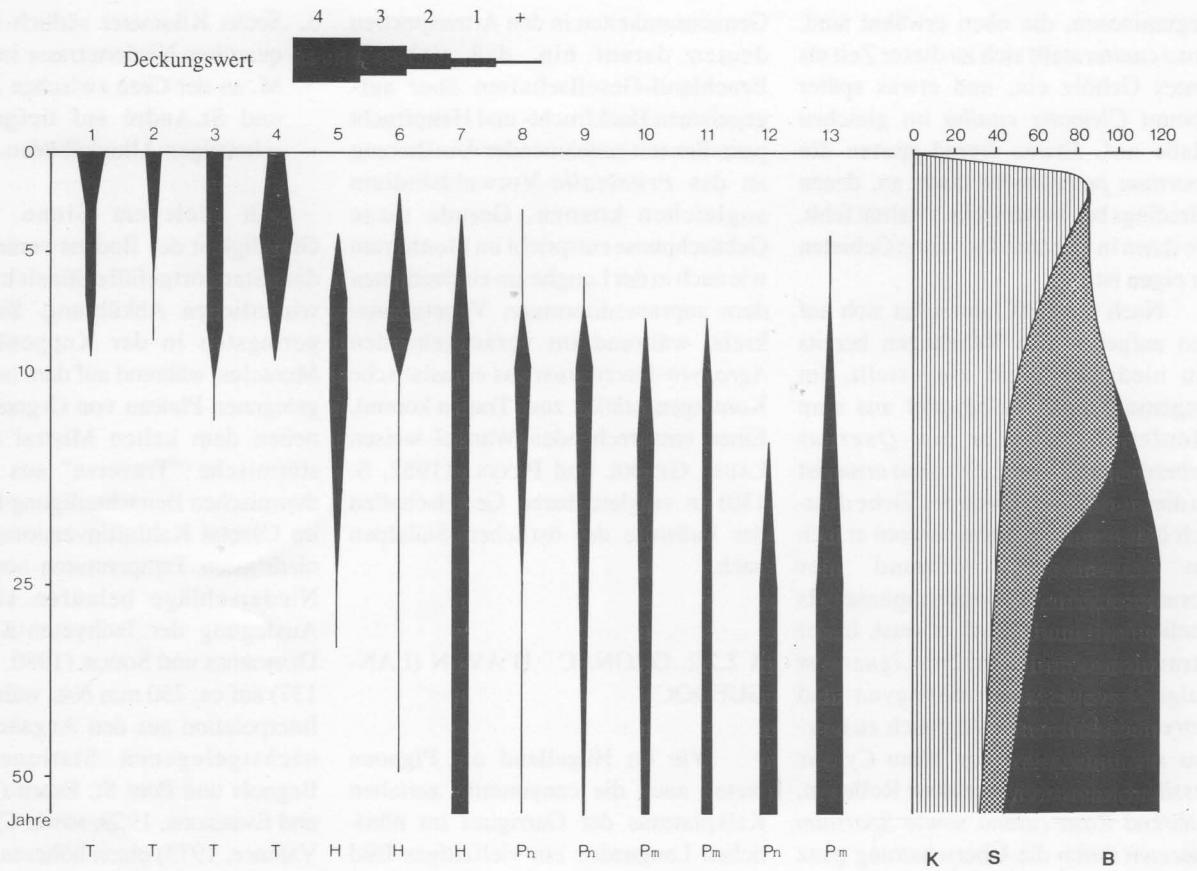
Die Wildkrautfluren auf den Weinbauflächen der Hügel in der Umgebung von Grana und Altavilla beschränken sich auf die Rebzeilen, da die Zwischenräume zweimal im Jahr von Kleintraktoren tief umgebrochen werden. In sich sind die Wildkrautstreifen vom floristischen Inventar her sehr einheitlich, jedoch können die Zusammensetzungen der vorherrschenden Arten von Zeile zu Zeile und vor allem von Parzelle zu Parzelle erheblich voneinander abweichen. Am häufigsten und stetigsten sind *Stellaria media* s.str. und *Convolvulus arvensis*. Stellenweise setzen sich *Veronica persica* und *Lolium perenne* verstärkt durch. Weniger häufig, aber in fast allen Rebzeilen treten *Papaver rhoeas*, *Sonchus arvensis* und *Bromus sterilis* auf. Die letztgenannte Art breitet sich in den ersten beiden Brachejahren stärker aus, wird jedoch danach von *Agropyron repens* verdrängt. Dieser Wurzelkriechpionier, der im vorliegenden Fall die Rolle von *Brachypodium pinnatum* in Pignone und Dekani (Kap. B 2.2.3) übernimmt und bis ins Niederwaldstadium hinein überdauert, wird von *Tanacetum vulgare*, *Geranium columbinum*, *Erodium cicutarium* und *Cerastium holosteoides* begleitet.

Zum hochwüchsigen *Tanacetum vulgare* gesellen sich nach einem halben Brachejahrzehnt zwei weitere Compositen mit großer Ausbreitungskraft, die auf schweren Böden entlang von Ufern und auf Ödplätzen ihren optimalen Wuchsort finden: *Erigeron annuus* und *Solidago serotina* (syn. *Sol.gigantea*). In dieser zweiten Phase hochstaudenreicher Rasen treten als Phanerophyten zuerst *Clematis vitalba*, *Rosa canina* und dann *Cornus sanguinea* auf. 20 Jahre nach dem letzten Umbruch kann der Rote Hartriegel geschlossene Bestände mit einer Kronenüberschirmung von bis zu 80% bilden. Dort, wo er nicht so dominant wird, leiten *Ulmus glabra* und *Robinia pseudacacia* zum gleichen Zeitpunkt die Bewaldung ein. In diesen Beständen vermag *Agropyron repens* zu überstehen, während die Hochstauden schon bei geringer Überschattung an die Säume des Niederwaldes zurückgedrängt werden. Im Endstadium bleiben die Ulme und die Robinie dominant, während *Quercus pubescens* kaum an Bedeutung gewinnt. Insbesondere *Clematis vitalba*, ferner *Tamus communis* und *Hedera helix* bilden in den Wäldern der Pseudoklimax dichte Lianengeflechte.

Während die Brachland-Sukzession im Monferrato durch mesophile Arten mit hohen Nährstoffansprüchen gekennzeichnet wird, die frische Böden bevorzugen, setzt in der südlich gelegenen Langhe schon mit den Wildkrautgesellschaften des Kulturstadiums ein erhöhter Anteil wärmeliebender und trockenheitsduldender Arten ein. Auf den Mergelböden der Umgebung von Cartosio sind hierfür einige Leguminosen bezeichnend, z.B. *Medicago lupulina*, *Medicago polymorpha*, *Vicia sativa*, *Trifolium campestre* und *Coronilla scorpioides*, daneben andere Vertreter mit weiter meso- bis supramediterraner Verbreitung: *Aegilops geniculata* s.str., *Anthemis tinctoria*, *Leopoldia comosa* und *Blackstonia perfoliata*. Von den ebenfalls während der Bewirtschaftung aufkommenden Kulturbegleitern *Polygonum aviculare*, *Erigeron annuus*, *Bromus sterilis* und *Avena cf. sterilis* nimmt die letztgenannte in der ersten Brachephase besonders stark zu (Abb. 23). Nur allmählich gewinnt in diesem Stadium *Dactylis glomerata* s.str. an Bedeutung, die nach ungefähr fünf Jahren zur Dominanz kommt.

Sie wird in der zweiten Hälfte des ersten Brachejahrzehnts vor allem von *Galium verum*, *Brachypodium pinnatum*, *Euphorbia cyparissias* und weiterhin von *Avena* und *Erigeron* begleitet, ferner noch immer von den in diesem Falle recht lange überdauernden

Courtesy of Editors



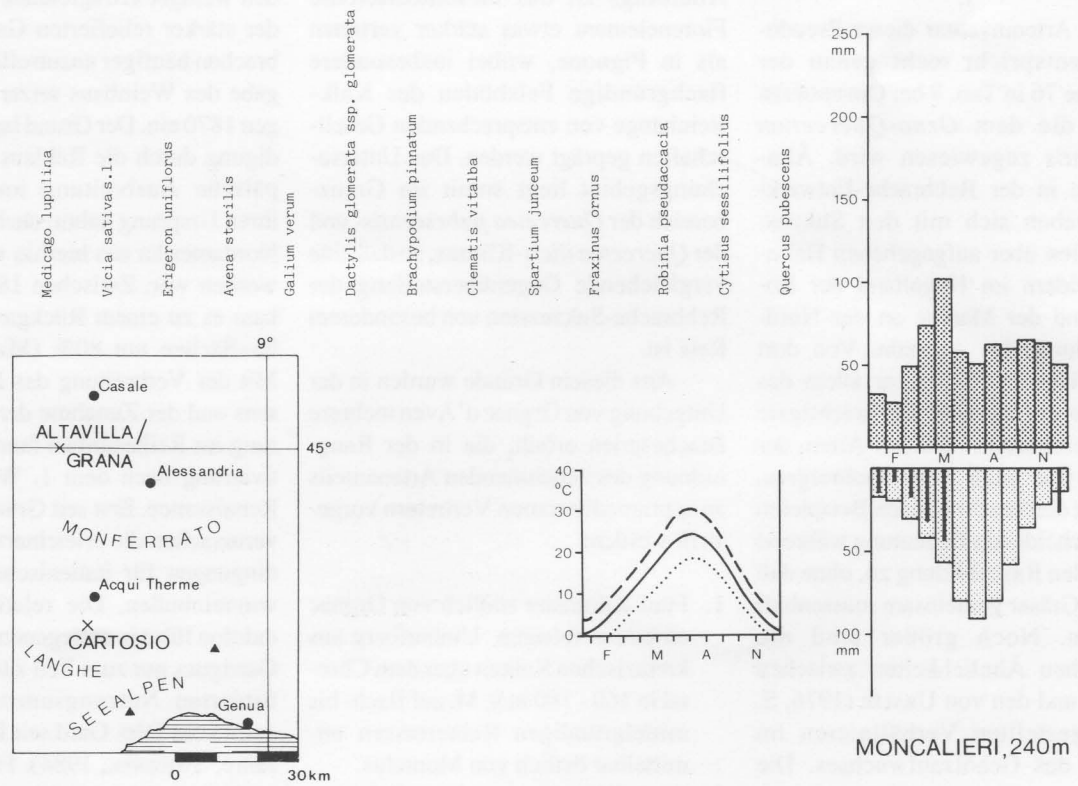


Abb. 23 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Cartosio. Klimastation: Moncalieri. BA = sandiger Lehm; BT = 1 m; WK = 400 mm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Leguminosen, die oben erwähnt sind. *Rosa canina* stellt sich zu dieser Zeit als erstes Gehölz ein, und etwas später kommt *Clematis vitalba* im gleichen Maße auf. Etwas fremd muten die *Spartium junceum*-Bestände an, denen allerdings bei weitem jene Vitalität fehlt, die ihnen in mesomediterranen Gebieten zu eigen ist.

Nach etwa 30 Jahren hat sich auf den aufgelassenen Rebhängen bereits ein niedriger Wald eingestellt. Im Gegensatz zum Fallbeispiel aus dem Monferrato wird er aus *Quercus pubescens* aufgebaut. *Fraxinus ornus* ist zu diesem Zeitpunkt von der Eiche deutlich überflügelt worden, obwohl er sich im Jungwuchs während der vorangegangenen Gebüschphase als ähnlich konkurrenzstark erweist. In der Strauchschicht nehmen *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna* und *Corylus avellana* im Vergleich zu *Cornus sanguinea* und vor allem *Cytisus sessilifolius* eine bescheidene Rolle ein, während *Rosa canina* sowie *Spartium junceum* durch die Überschattung ganz verdrängt werden. Unter den Lianen ist einzig *Lonicera caprifolium* von Bedeutung; im Unterwuchs bleiben lückige *Brachypodium pinnatum*-Rasen bestehen, in denen nur *Carex flacca* und *Teucrium chamaedrys* häufig vorkommen.

Das Arteninventar dieser Pseudoklimax entspricht recht genau der Aufnahme 76 in Tab. 8 bei OBERDORFER (1967), die dem *Orno-Quercetum pubescentis* zugewiesen wird. Ähnlichkeiten in der Rebbrache-Entwicklung ergeben sich mit den Sukzessionsstadien über aufgegebenen Halmfrucht-Feldern im Hügelland der Romagna und der Marche an der Nordostabdachung des Apennin. Von dort erwähnt UBALDI (1976) vor allem das *Agropyro-Dactyletum* als wichtigste Pioniergesellschaft[1]. Beiden Arten, der Quecke wie auch dem Knäuelgras, kommt in den beschriebenen Beispielen eine entscheidende Bedeutung während der initialen Rasenbildung zu, ohne daß die zwei Gräser gemeinsam massenhaft auftreten. Noch größer sind die floristischen Ähnlichkeiten zwischen Cartosio und den von UBALDI (1976, S. 58) vorgestellten Verhältnissen im Stadium des Gehölzaufwuchses. Die Gemeinsamkeiten in den Artenspektren deuten darauf hin, daß sich die Brachland-Gesellschaften über aufgegebenen Hackfrucht- und Halmfrucht parzellen mit zunehmender Annäherung an das *Prunetalia*-Vorwaldstadium angleichen können. Gerade diese Gebüschphase entspricht im Monferrato wie auch in der Langhe am eindeutigsten dem supramediterranen Vegetationskreis, während im vorausgehenden *Agropyro-Dactyletum* das eurasiatische Kontingent stärker zum Tragen kommt. Einen entsprechenden Wandel weisen LAUSI, GERDOL und PICCOLI (1982, S. 130) in vergleichbaren Gesellschaften der Fußstufe der östlichen Südalpen nach.

B 2.2.2. ORGNAC D'AVEN (LANGUEDOC)

Wie im Hügelland um Pignone bieten auch die canyonartig zertalten Kalkplateaus der Garrigues im nördlichen Languedoc ein vielfältiges Bild verschiedenster Pflanzenformationen. Sie werden durch eine artenreiche Flora und ein breites Spektrum unterschiedlicher Sigmeten gekennzeichnet, die zum größeren Teil dem supramediterranen Vegetationskreis angehören. Allerdings ist das mesomediterrane Florenelement etwas stärker vertreten als in Pignone, wobei insbesondere flachgründige Felsböden der Kalksteinhänge von entsprechenden Gesellschaften geprägt werden. Das Untersuchungsgebiet liegt somit im Grenzbereich der *Quercetea pubescentis*- und der *Quercetea ilicis*-Klimax, so daß eine vergleichende Gegenüberstellung der Rebbrache-Sukzession von besonderem Reiz ist.

Aus diesem Grunde wurden in der Umgebung von Orgnac d'Aven mehrere Bracheserien erfaßt, die in der Rangordnung des zunehmenden Artenanteils an supramediterranen Vertretern vorgestellt werden:

1. Fünf Kilometer südlich von Orgnac an einem felsigen Umlaufberg aus kretazischen Kalken über dem Cèzetal in 160 - 180 m ü. M. auf flach- bis mittelgründigen Rebterrassen unmittelbar östlich von Montclus.
2. Drei Kilometer südwestlich von Orgnac bei Bruguier auf einem Kalkplateau (Unterkreide) in 260 m ü. M. über mittelgründigen steinig-lehmigen Böden.
3. Sechs Kilometer südlich auf einer quartären Niederterrasse in 115 m ü. M. an der Cèze zwischen Montclus und St.André auf tiefgründigen schottrigen Alluvialböden.

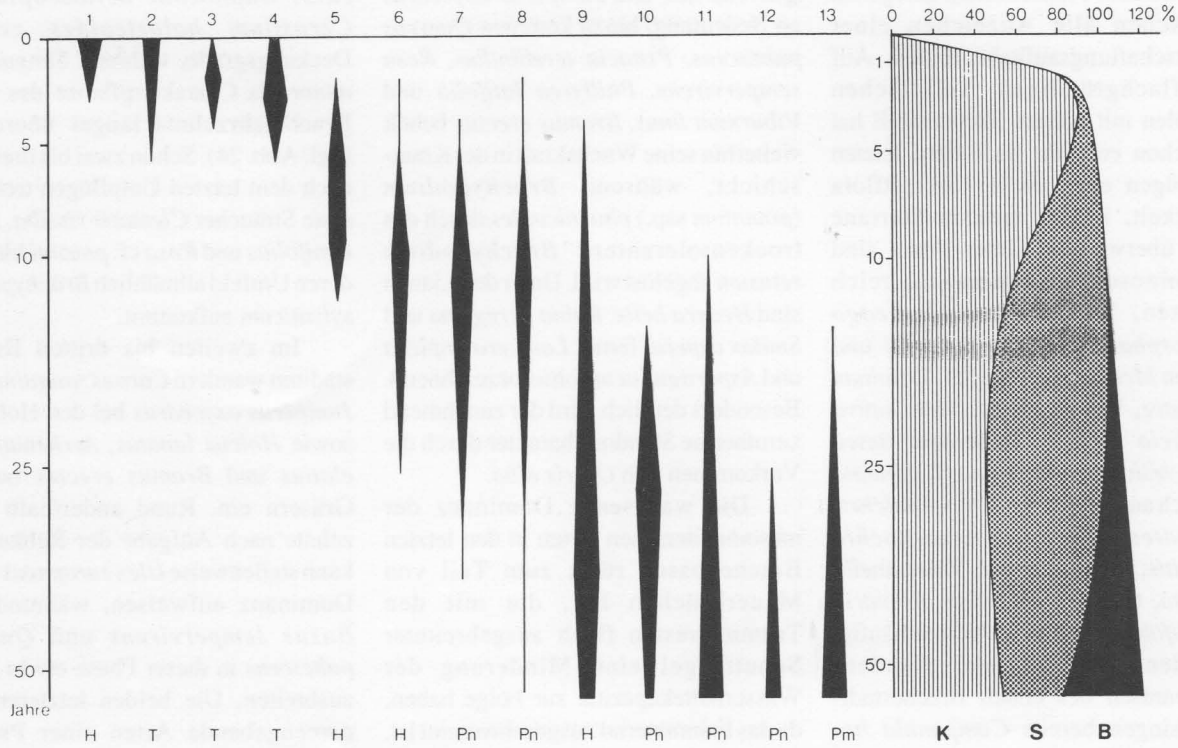
In gleichem Sinne wie die Gründigkeit des Bodens verändert sich das Standortgefälle hinsichtlich der winterlichen Abkühlung. Sie ist am geringsten in der Kuppenlage von Montclus, während auf dem noch höher gelegenen Plateau von Orgnac d'Aven neben dem kalten Mistral auch die stürmische "Traverse" aus NW zur thermischen Benachteiligung führt, und im Cèzetal Kaltluftinversionen für die niedrigsten Temperaturen sorgen. Die Niederschläge belaufen sich nach Auslegung der Isohyeten-Karte von DESBORDES und SOULIE (1980, Fig. 3, S. 137) auf ca. 750 mm N/a, während eine Interpolation aus den Angaben für die nächstgelegenen Stationen Alès, Bagnols und Pont St. Esprit (BAUDIERE und EMBERGER, 1959, sowie CNRS, Blatt Valence, 1973) einen höheren Wert um 900 mm N/a ergibt.

Im Gegensatz zu den riesigen Weinbaukulturen des Bas-Languedoc, wo es nur vorübergehend zu Phasen des Nutzungswechsels oder der Bewirtschaftungsextensivierung kam, sind in den weniger ertragreichen Rebgebieten der stärker reliefierten Garrigues Rebbrachen häufiger anzutreffen. Eine Aufgabe des Weinbaus setzte erstmals gegen 1870 ein. Der Grund lag in der Schädigung durch die Reblaus, deren europäische Ausbreitung im Languedoc ihren Ursprung nahm, nachdem sie von Nordamerika aus hierhin eingeschleppt worden war. Zwischen 1872 und 1879 kam es zu einem Rückgang der Weinbauflächen um 80% (MAURIN, 1979). Mit der Verbreitung des Pfropfverfahrens und der Zunahme der Mechanisierung im Reihenanbau fand die Rebkultivierung nach dem 1. Weltkrieg eine Renaissance. Erst seit Gründung der EG verursachen die erleichterten Importbedingungen für italienische Weine Gewinneinbußen. Die relative Überproduktion führt in entlegenen Gebieten der Garrigues nur zum Teil zur staatlich geförderten Nutzungsumstellung (Prämien vom Dép. Gard seit Ende der 70er Jahre, SWIDEREK, 1984). Für das Untersuchungsgebiet um Montclus sind bereits seit der frühen Nachkriegszeit Merkmale der Landflucht zu verzeichnen, die sich in lückenlosen Serien der Rebbrache-Stadien widerspiegeln.

---

1 Nach KOPECKY und HEJNY (1978) sind diese Gräser für straßenbegleitende Derivatgesellschaften bezeichnend.

Courtesy of Editors



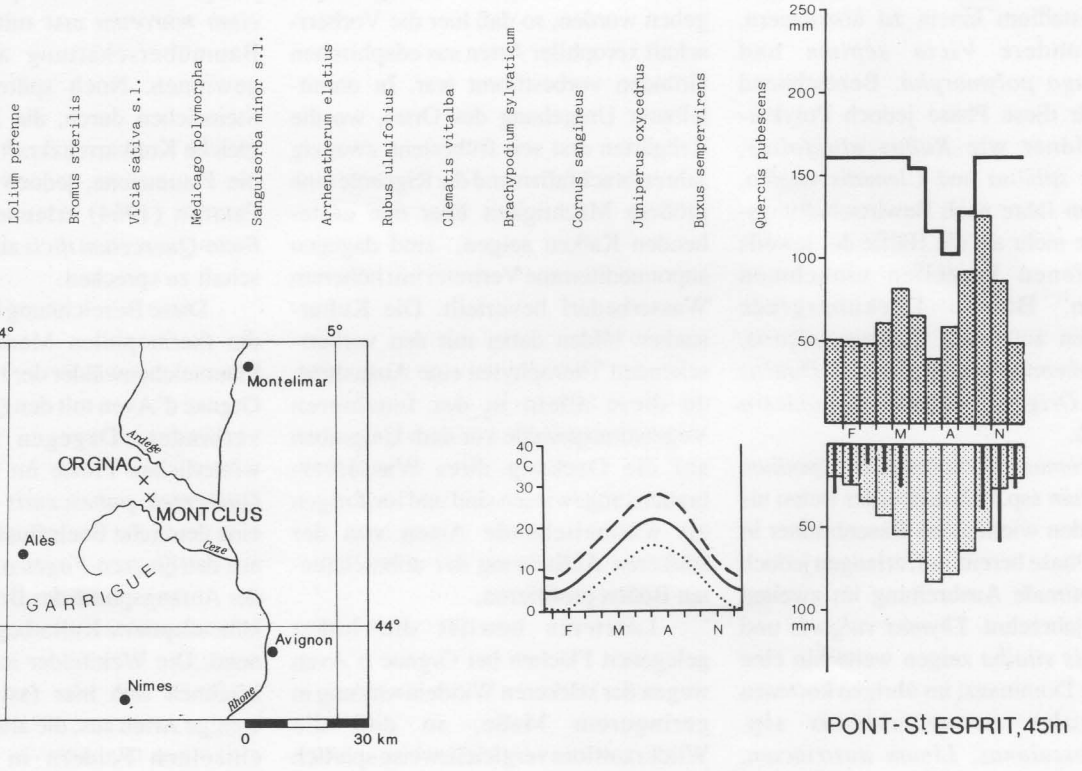


Abb. 24 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebflächen in Orgnac d'Aven. Klimastation: Pont - St. Esprit. BA = lehmiger Sand; BT = 1 m; WK = 160 mm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Dies betrifft insbesondere die Brachesukzession auf Rebterrassen über Lesesteinmauern in Südwestlage an einem Felshügel, während auf den unterhalb über Flußschottern gelegenen Rebflächen alle Anzeichen einer Bewirtschaftungsaufgabe fehlen. Auf den flachgründigen kalkreichen Rigosolen mit hohem Skelettanteil hat sich schon ein Jahr nach dem letzten Umpflügen eine reiche Unkrautflora entwickelt, in der mesomediterrane Arten überwiegen. Unter ihnen sind Leguminosen besonders zahlreich vertreten, vor allem *Medicago polymorpha*, *Medicago lupulina* und daneben *Melilotus officinalis*, *Trifolium campestre*, *Vicia hybrida*, *Vicia sativa* und *Vicia sepium*. Außerdem treten *Crepis vesicaria* und *Sagina* cf. *subulata* reichlich auf; ferner sind *Rumex pulcher*, *Misopates orontium*, *Aristolochia clematitis*, *Sonchus asper*, *Valerianella echinata*, *Cynodon dactylon*, *Arenaria serpyllifolia* und *Arabis hirsuta* häufig. Von den Vertretern der Stauden-Trockenrasen des ersten Brachestadiums dringen bereits *Campanula bononiensis*, *Hypericum perforatum*, *Daucus carota*, *Dactylis glomerata* s.l., *Vulpia ciliata* und *Clematis vitalba* frühzeitig in größeren Mengen ein. In umgekehrtem Sinne vermögen aber auch einige der üblichen Kulturbegleiter noch viele Jahre bis weit in das zweite Brachestadium hinein zu überdauern, insbesondere *Vicia sepium* und *Medicago polymorpha*. Bezeichnend sind für diese Phase jedoch Polykormonbildner wie *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa* und *Clematis vitalba*, die zehn Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe mehr als die Hälfte der jeweils betroffenen Parzellen einnehmen können. Höhere Deckungsgrade erreichen außerdem *Thymus vulgaris*, *Helianthemum nummularium*, *Daucus carota*, *Origanum vulgare* und *Lonicera implexa*.

Bromus erectus und *Brachypodium (pinnatum* ssp.*) phoenicoides* treten als die beiden wichtigsten Rasenbildner in dieser Phase bereits auf, erlangen jedoch ihre optimale Ausbreitung im zweiten Brachejahrzehnt. *Thymus vulgaris* und *Clematis vitalba* zeigen weiterhin eine erhöhte Dominanz; im übrigen kommen *Astragalus monspessulanus* ssp. *monspessulanus*, *Linum austriacum*, *Dorycnium* (syn. *Bonjeanea*) *hirsutum*, *Psoralea bituminosa*, *Rubia peregrina*, und *Sedum reflexum* verstärkt vor. Zeichnet sich in diesem Stadium bereits eine leichte Zunahme des mesomediterranen Florenelements ab, so wird sie im folgenden ganz offensichtlich. Unter den Holzarten gewinnen vor allem *Quercus ilex* und *Juniperus oxycedrus* an Bedeutung, hinzu kommen *Quercus pubescens*, *Pistacia terebinthus*, *Rosa sempervirens*, *Phillyrea latifolia* und *Viburnum tinus*. *Bromus erectus* behält weiterhin seine Wuchskraft in der Krautschicht, während *Brachypodium (pinnatum* ssp.*) phoenicoides* durch das trockentolerantere *Brachypodium retusum* abgelöst wird. Unter den Lianen sind *Hedera helix*, *Rubia peregrina* und *Smilax aspera*, ferner *Lonicera implexa* und *Asparagus acutifolius* bezeichnend. Besonders deutlich wird der zunehmend xerotherme Standortcharakter durch die Vorkommen von *Osyris alba*.

Die wachsende Dominanz der mesomediterranen Arten in den letzten Brachephasen rührt zum Teil von Mauerbrüchen her, die mit den Trümmerresten flach ausgebreiteter Schuttkegel eine Minderung der Wasserhaltekapazität zur Folge haben, da das Feinmaterial ausgeschwemmt ist. Im Falle Montclus ist die Begründung in erster Linie in dem unterschiedlichen Standortgefälle zwischen den aufgegebenen Parzellen zu finden. In der Nachkriegszeit sind zuerst die flachgründigsten Lagen am Hangkopf in größerer Siedlungsentfernung aufgegeben worden, so daß hier die Vorherrschaft xerophiler Arten aus edaphischen Gründen vorbestimmt war. In unmittelbarer Umgebung des Ortes, wo die Rebgärten erst seit frühestens zwanzig Jahren brachfallen und die Rigosole eine größere Mächtigkeit über den anstehenden Kalken zeigen, sind dagegen supramediterrane Vertreter mit höherem Wasserbedarf bevorteilt. Die Kulturstadien bilden dabei mit den vorherrschenden Therophyten eine Ausnahme, da diese allein in der feuchteren Vegetationsperiode vor dem Umgraben auf die Deckung ihres Wasserverbrauchs angewiesen sind und im übrigen als wärmeliebende Arten von der stärkeren Aufheizung der unbeschatteten Böden profitieren.

Letzteres betrifft die höher gelegenen Flächen bei Orgnac d'Aven wegen der stärkeren Windeinwirkung in geringerem Maße, so daß die Wildkrautflora vergleichsweise spärlich und artenarm ausgebildet ist. Sie wird von dem mehrjährigen *Lolium perenne* beherrscht; ansonsten ist nur *Bromus sterilis* stärker vertreten. Auch die Gräser und Stauden der ersten Brachephase stellen sich nur zögernd ein. Kurzfristig zeigen *Vicia sativa* s.l., *Medicago polymorpha*, *Melilotus sulcata*, *Euphorbia helioscopia* und *Cerastium holosteoides* erhöhte Deckungsgrade, während *Sanguisorba minor* als Charakterpflanze des ersten Brachejahrzehnts länger überdauert (vgl. Abb. 24). Schon zwei bis drei Jahre nach dem letzten Umpflügen treten als erste Sträucher *Clematis vitalba*, *Rubus ulmifolius* und *Rosa* cf. *pouzini* hinzu, in deren Umfeld allmählich *Brachypodium sylvaticum* aufkommt.

Im zweiten bis dritten Brachestadium wandern *Cornus sanguinea* und *Juniperus oxycedrus* bei den Holzarten sowie *Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius* und *Bromus erectus* bei den Gräsern ein. Rund anderthalb Jahrzehnte nach Aufgabe der Rebkulturen kann stellenweise *Ulex europaeus* starke Dominanz aufweisen, während sich *Buxus sempervirens* und *Quercus pubescens* in dieser Phase etwas später ausbreiten. Die beiden letzteren sind namengebende Arten einer Pseudoklimax-Gesellschaft, die nach etwa 50 Jahren einen lichten Wald bedingt. Charakteristisch bleiben für diese Bestände *Juniperus oxycedrus* und *Brachypodium sylvaticum*, während *Melittis melissiphyllum*, *Carex* cf. *olbiensis*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* und *Hieracium murorum* erst mit zunehmender Baumüberschattung an Bedeutung gewinnen. Noch später setzen sich Steineichen durch, die zwar nicht die gleiche Konkurrenzkraft aufweisen wie die Flaumeiche, jedoch im Sinne von FREITAG (1964) erlauben, von einem *Buxo-Quercetum ilicis* als Schlußgesellschaft zu sprechen.

Diese Bezeichnung beinhaltet noch die thermophilen Merkmale, die die Flaumeichenwälder der Hochfläche von Orgnac d'Aven mit den *Quercetea ilicis* verbinden. Dagegen bedingen die winterlichen Fröste im Cèzetal in der *Quercetea pubescentis*-Pseudoklimax eine deutliche Beeinflussung mit Arten aus den *Querco-Fagetea*. Aber schon in der Anfangsphase des Brachfallens sind kälteadaptierte Kulturbegleiter bezeichnend. Die Weinfelder in Reberziehung zeichnen sich hier fast immer durch wenige Arten aus, die allerdings auf den einzelnen Feldern in wechselnden Kombinationen massenhaft auftreten können, z. B. *Equisetum arvense* mit *Aristolochia clematitis*, *Stellaria media* mit *Conyza canadensis* und frisch

Courtesy of Editors

austreibenden *Rubus fruticosus* agg.-Sprossen oder wiederum *Lolium perenne* mit *Bromus sterilis*.

Aber auch in diesen winterkalten Tallagen treten Leguminosen auf nährstoffreichen Alluvialböden während der ersten beiden Brachephasen in den Vordergrund. Es handelt sich dabei um Arten, die in Mitteleuropa ebenfalls verbreitet sind, z. B. *Vicia sativa* ssp. *nigra*, ferner *Trifolium pratense*, *Trifolium campestre* und *Vicia lutea*. Ansonsten stellen sich *Arrhenatherum elatius*, *Sedum album*, *Melica uniflora*, *Pteridium aquilinum* und *Clematis vitalba* ein, während sich die allenthalben festzustellende Wuchskraft von *Rubus fruticosus* agg. hier vorerst noch in Grenzen hält. Im zweiten Brachejahrzehnt stellt sich eine gebüscharme Zwergstrauchformation ein, die mit der von FREITAG (1964, S. 169 f) für Kahlschläge in der Rouvière beschriebenen Vegetation Ähnlichkeiten aufweist. Auf einigen Stellen kann *Calluna vulgaris* zur massenhaften Entfaltung kommen, wobei sie stets von *Cistus salvifolius*, seltener auch von *Polygala vulgaris*, *Rosa* cf. *pouzini* und *Arbutus unedo* begleitet wird.

Die beiden letzteren Büsche sind auch im Waldstadium der Schlußgesellschaft vertreten, in der neben *Quercus pubescens* unter den laubwerfenden Bäumen *Castanea sativa*, *Robinia pseudacacia* und *Acer campestre* typisch sind, die auf die günstige Wasserversorgung hindeuten. Ebenso kommt *Quercus ilex* vor, zusammen mit den in kühleren Steineichenwäldern häufiger auftretenden Begleitern *Ruscus aculeatus*, *Pistacia terebinthus* und der hier besonders stark wuchernden *Rubia peregrina*. Die überdurchschnittliche Verbreitung von *Melica uniflora* und *Pteridium aquilinum* im Unterwuchs deutet im Sinne von BRAUN-BLANQUET *et alii* (1952, S. 257 f) auf schwache Beziehungen zum *Quercetum mediterraneo-montanosum* hin. *Rubus fruticosus agg.* kommt erst jetzt bei voller Überschattung, d. h. nach ungefähr fünf bis sieben Brachejahrzehnten, zur Dominanz in der Strauchschicht, in der *Clematis vitalba*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus oxycedrus*, *Arbutus unedo* und *Hedera helix* weniger ins Gewicht fallen.

Bleibt festzuhalten, daß, ähnlich wie in Pignone, die kleinräumige geländeklimatische und edaphische Differenzierung zu einer vielfältigen Flora und zu einer pflanzensoziologischen Progression unterschiedlicher chorologischer Zugehörigkeit führt. In den Garrigues sind jedoch in der Rebbrache-Sukzession Fazies mit starker Polykormon-Bildung weniger bedeutend als in den meisten anderen supramediterranen Fallbeispielen, wobei vor allem der versiegelnde Effekt dichter *Brachypodium pinnatum*-Rasen ausbleibt. Was die größere Konkurrenzkraft der Lichtholzart *Quercus pubescens* gegenüber der schattenduldenden *Quercus ilex* auf tiefgründigen Böden betrifft, so sind damit die Ausführungen von FREITAG (1973, 1975) gegen erhöhte Wasseransprüche der Flaumeiche keineswegs widerlegt. Es muß vielmehr nochmals betont werden, daß im vorliegenden Fall nicht allein die Bodenmächtigkeit, sondern auch die winterliche Abkühlung für die Ausbildung einer *Quercetea pubescentis*-Schlußgesellschaft entscheidend sind.

B 2.2.3. DEKANI (ISTRIEN)

Der Weinbau auf der Halbinsel Istrien in Nordwest-Jugoslawien beschränkt sich weitgehend auf die Westküste und weist ein Zentrum in der Nähe der Südspitze bei Pula auf. Während dieser Bereich in Anlehnung an die Vegetationskarte von HORVATIC (1963) noch dem eumediterranen Steineichen-Verband angehört, sind einige verstreut gelegene Rebgebiete im Landesinnern zwischen Buzet und Koper der sommergrünen Vegetation der supramediterranen Zone zuzuordnen. Auch das Fallbeispiel Dekani gehört dazu, das ungefähr 15 km südlich von Triest fünf Kilometer von der Küste entfernt liegt. Die Diagramme der Temperaturgänge und der Wasserhaushalts-Bilanz belegen in mehrfacher Hinsicht die mediterrane Randlage des Gebietes; so ist neben dem kühlen Winterhalbjahr mit Minimumtemperaturen bis -14,3° C insbesondere der feuchte Sommer erwähnenswert, in dem es keinen Monat mit einem Feuchtedefizit gibt (s. Abb. 25). Diese Ausgangslage hat zur Folge, daß die lehmigen Böden des im slowenischen Teil Istriens vorherrschenden Flyschsandsteins auch in Hanglagen ganzjährig gut durchfeuchtet sind, und die Vegetation nicht unter Wassermangel leidet. Unter diesen Voraussetzungen ist das eurasiatisch-subozeanische Florenelement ähnlich stark verbreitet wie das supramediterrane, während sich eumediterrane Vertreter weitgehend auf xerotherme Felsbestände beschränken. Nach diesen Ausführungen wird verständlich, wieso nicht nur das Kulturstadium, das auch noch in mesomediterranen Gebieten von einigen Kältekeimern geprägt sein kann (s.u.), sondern auch die Brachephasen physiognomisch an die Verhältnisse im südlichen Mitteleuropa erinnern.

Nach PIGNATTI (1980, S. 143) lassen sich die Pflanzengesellschaften der terrassierten Weinberge im Gebiet von Triest dem *Anagallidi-Mercurialetum* zuweisen. Um Dekani treten die beiden Charakterarten *Anagallis arvensis* und *Mercurialis annua* zwischen den Rebzeilen weit hinter *Stellaria media* s. str. zurück, die Dominanzwerte von 3 bis 4 erreicht. Auch *Setaria glauca* und *Veronica persica* treten häufig auf, ferner kommen *Taraxacum officinale*, *Geranium dissectum*, *Erodium cicutarium*, *Euphorbia helioscopia* und *Cardamine hirsuta* vor. Von den Arten, die in den folgenden Brachestadien stärker zur Geltung kommen, sind bereits *Brachypodium pinnatum*, *Daucus carota* und *Muscari botryoides* vertreten.

In der Staudenrasen-Fazies des ersten Brachejahrzehnts wachsen die Gramineen *Dactylis glomrata* s.str. und vor allem *Brachypodium pinnatum* derart dicht auf, daß es zu einer vorübergehenden Versiegelung gegen eine frühzeitige Phanerophyten-Ansamung kommt. Die uniforme Rasenformation darf nicht über den floristischen Reichtum in dieser Phase hinwegtäuschen, der wie in Pignone durch das Zusammentreffen eurasiatischer und supramediterraner Florenelemente verursacht wird. Erwähnenswert sind neben den Sauergräsern *Carex caryophyllea* und *Carex flacca*, *Galium mollugo*, *Daucus carota*, *Picris hieracioides*, *Muscari botryoides* und eine *Centaurea jacea*-Unterart (*cf. gaudinii* = *syn. Centaurea bracteata*). Eine Ausnahme bei der erschwerten Strauchansiedlung bildet *Clematis vitalba*, die schon bald nach dem letzten Umbruch mit den Reben um den Rankplatz an den Rebpfählen konkurriert. Vergleichsweise erlangt *Rubus ulmifolius* nur geringe Bedeutung, so daß das von PIGNATTI (1980) aus dem Triestino erwähnte *Clematidi-Rubetum* in Dekani durchweg nicht so klar ausgeprägt ist und hinter den langzeitig dominierenden Zwenkenrasen zurücksteht. Letztere werden vom glei-

Courtesy of Editors

chen Autor einer *Brachypodium pinnatum*-Fazies des *Danthonia-Scorzoneretum chrysopogonetosum* zugeordnet, das von HORVATIC (1958b) beschrieben wird. Als "typicum"-Variante setzt sich diese Gesellschaft, die von ILIJANIC (1970) am Lim-Kanal vierzig Kilometer südlich des Untersuchungsgebietes nachgewiesen wird, in erster Linie aus xerothermen Arten zusammen, die in den Rebbrachen von Dekani fehlen. Aus der Humusauflage der absterbenden *Clematis*-Polykormone, zu denen sich mit *Prunus spinosa* etwas verspätet ein weiterer Koloniebildner gesellt, wachsen sommergrüne Laubhölzer auf, die für *Rhamno-Prunetea* bzw. *Querco-Fagetea*-Mantelgesellschaften bezeichnend sind: *Rosa canina*, *Ligustrum vulgare*, *Sarothamnus scoparius* und vor allem *Prunus mahaleb* sowie *Cornus mas*. Letztere deuten nach HORVAT *et alii* (1974, S 192) bereits auf eine Entwicklung zum *Carpinetum orientalis croaticum typicum* hin. ingegen kommen in den gleichzeitig weiterbestehenden *Brachypodium pinnatum*-Rasen im Verlauf des zweiten Brachejahrzehnts vereinzelt Holzarten auf, die den Grundstock zur späteren Pseudoklimax bilden. Am besten setzt sich gegen den Rasenfilz *Carpinus orientalis* durch, aber auch *Fraxinus ornus*, *Robinia pseudacacia*, *Pinus nigra* und *Juniperus oxycedrus*, also Arten mit relativ kleinen Samen. Größere Schwierigkeiten bis zum Mineralboden durchzudringen zeigen Eicheln, so daß sich die drei anzutreffenden Arten *Quercus pubescens*, *Qu. cerris* und *Qu. petraea* im Gehölzaufwuchs erst zum Schluß der Rebbrache-Sukzession durchsetzen.

Sie bilden nach etwa sieben Brachejahrzehnten eine hochwüchsige Pseudoklimax aus, also auf jenen Flächen, die während des ersten Weltkrieges aufgegeben wurden. Das Kronendach wird zu drei Vierteln von den Eichen gestellt, während *Carpinus orientalis*, *Fraxinus ornus*, *Robinia pseudacacia* und *Pinus nigra* geringere Anteile von höchstens 5% zeigen. Im Unterwuchs sind die Mantelgebüsche zurückgetreten, und auch die Fiederzwenke sowie die Polykormonbildner erweisen sich als weniger vital. Hinzugekommen sind stattdessen in der Krautschicht *Helleborus* spec. und *Sesleria autumnalis*, das auf die Verwandtschaft mit dem *Seslerio-Quercetum petraeae* von PIGNATTI (1980, S. 144) bzw. nach WRABER (1963) mit dem *Seslerio-Ostryetum* als submontane Klimaxgesellschaft des slowenischen Abschnitts in Istrien hindeutet. In der Strauchschicht sind zuunterst *Ruscus aculeatus* und *Asparagus acutifolius* neu, darüber nimmt *Juniperus oxycedrus* an Bedeutung zu. Die letztgenannten zeigen als einzige die Nähe des eumediterrancn Florenkreises an, wobei der Wacholder als eine der in thermischer Hinsicht anspruchslosesten Arten anzusprechen ist. Dies belengen die bei EHRIG (1963) angeführten Bestände auf Rab, die sich insbesondere auf die der Bora ausgesetzten NE-Küste des Kamenjak-Rückens konzentrieren.

Im regionalen Vergleich wird die nördliche Randlage der supramediterranen Bereiche Istriens durch den erwähnten Mangel an mesomediterranen Elementen unterstrichen. Denn schon wenig weiter südlich sind auf den supramediterranen Ostseiten der Quarnero-Inseln Cres und Krk insbesondere in den offenen Sukzessionsstadien xerotherme Arten wie *Smilax aspera*, *Thymus longicaulis*, *Spartium junceum* und *Helichrysum italicum* beigemengt. Da sich die Rebbrachen hier allerdings durchweg auf flachgründigen Lehmböden über Karst befinden, verbirgt sich hinter den gleichartigen Klimabedingungen bei geringerer nutzbarer Feldkapazität wie in vielen anderen Fällen eine edaphische Benachteiligung als Ursache für den erhöhten Anteil trockenheitsresistenter Pflanzen. Darüber hinaus zeigt die Brachlandsukzession in Dekani im regionalen Vergleich große Ähnlichkeiten mit derjenigen auf den Quarnero-Inseln, im überregionalen aber auch mit Pignone, vor allem was die Abfolgen der Formationsentwicklung betrifft.

B 2.2.4 KASTORIA (MAKEDONIEN)

Nur unter Vorbehalt läßt sich der südliche Übergangssaum zur illyrisch-moesischen Vegetationszone noch als supramediterran bezeichnen (vgl. RAUS, 1979 a, S. 581). Vielmehr wird die Verbandsgruppe der in der collinen Stufe Makedoniens vorherrschenden *Quercion frainetto*-Klimax (HORVAT, 1954) von HORVAT, GLAVAC und ELLENBERG (1974, S. 161) "subkontinental" genannt, "...weil ihre klimazonale Vegetation zwar physiognomisch und in den herrschenden Baumarten der submediterranen sehr ähnlich ist, aber deren Begleitflora an die Waldsteppen Osteuropas erinnert und keine mediterranen Arten enthält". Die gleichen Autoren weisen jedoch darauf hin (S. 242 ff.), daß kontinentale Laubmischwälder im nordgriechisch-südjugoslawischen Grenzgebiet von supramediterranen Inseln durchsetzt sind. Für solche extrazonalen Vorkommen werden im folgenden drei Fallbeispiele vorgestellt, in denen verschiedene Klimax-Gesellschaften anzutreffen sind (von S nach N, vgl. Abb. 10):

1. Kalambaka (Westthessalien/GR) = *Coccifero-Carpinetum orientale* (HORVAT, 1954, s. dort abb. 1)
2. Kastoria (Westmakedonien/GR) = *Carpinetum orientalis macedonicum* (HORVAT, 1954, S. 437)
3. Ohrid(Westmakedonien/YU) = *Quercetum trojanae* (HORVAT *et alii*, 1974, S. 244).

Der Weinbau beschränkt sich nach eigener Anschauung allein auf diese supramediterranen Gebiete in der umgebenden *Quercion frainetto*-Zone, die durch xerotherme, winterkahle Laubmischwälder mit hoher Frostresistenz geprägt wird (vgl. Angaben zu den Stationen Florina und Skopje, wo die absoluten Temperatur-Minima bis –21°C bzw. -23,9°C hinunterreichen; nach DWD, 1981). Auch für die engeren Untersuchungsgebiete ist bei mittleren Jahresniederschlägen zwischen 650 und 800 mm N/a eine für mediterrane Verhältnisse extreme Winterkälte charakteristisch, so daß sich der Rebbau auf geländeklimatische Gunstlagen beschränkt und mit Ausnahme der Fußstufe des Galicica-Gebirges am Ohridsee nirgendwo großflächige Anbauflächen einnimmt. Brachfallen ist in der Umgebung von Kalambaka und Ohrid vor allem auf die neu entstandenen Erwerbsmöglichkeiten im Fremdenverkehr zurückzuführen, der sich im ersten Fall auf die Meteoraklöster als Ausflugsziel und im zweiten auf einen Kurbetrieb von nationaler Bedeutung stützt. Für das Gebiet um Kastoria ist zumindest in der Nachkriegszeit eine Auswanderung in die USA bzw. eine saisonale Abwanderung nach Mitteleuropa als Ursache für die Sozialbrache nachweisbar.

Der relativ niedrigen Breitengrad- und geringen Höhenlage von ca. 250 m ü.M. entsprechend zeigt die Rebbrache-Sukzession auf den sandigen Lehmböden über quartären Sedimenten unmit-

Courtesy of Editors

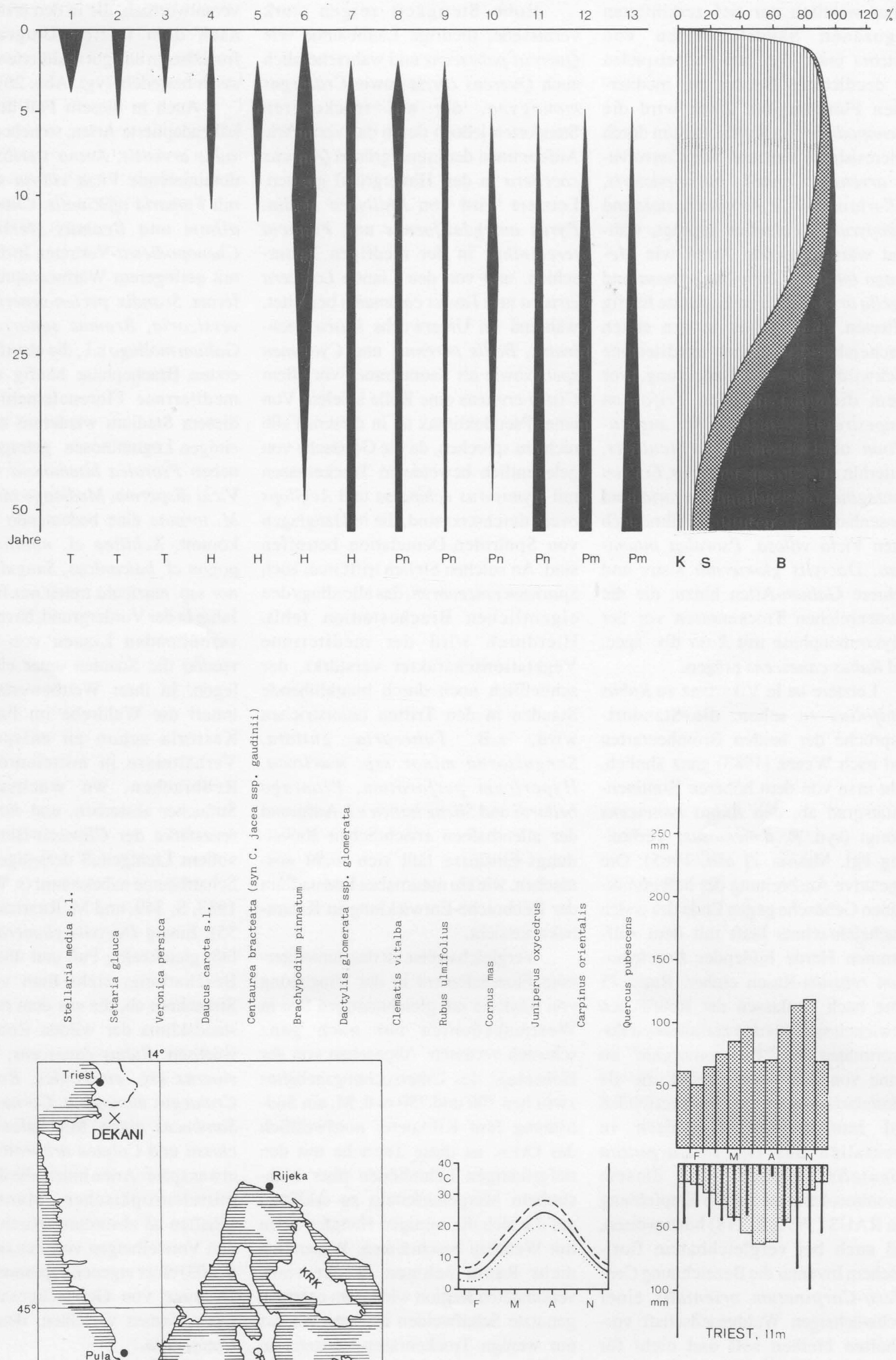


Abb. 25 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Dekani. Klimastation: Triest. BA = Lehm; BT = 1 m; WK = 275 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

telbar westlich der tief zerklüfteten oligozänen Sandsteinfelsen von Meteora unter den drei Fallbeispielen die deutlichsten Bezüge zur mediterranen Florenregion. Zwar wird die *Chenopodietea* im Kulturstadium durch kälteresistente Vertreter wie *Convolvulus arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media* s.l., *Atriplex hastata* und *Fagopyrum esculentum* geprägt, während wärmeliebende Arten wie *Medicago tornata*, *Leopoldia comosa* und *Nigella arvensis* nur stellenweise häufig auftreten. Aber schon in den ersten Brachejahren gewinnen mediterrane Hackwildkräuter an Bedeutung, vor allem die Leguminosen *Trifolium campestre*, *Tr. arvense*, *Tr. angustifolium* und *Medicago orbicularis*, weiterhin auch *Anchusa azurea*, *Echium plantagineum*, *Anthemis tinctoria* und massenhaft *Lolium rigidum*. Allmählich treten *Vicia villosa*, *Psoralea bituminosa*, *Dactylis glomerata* s.str. und mehrere *Galium*-Arten hinzu, die die staudenreichen Trockenrasen vor der Polykormonphase mit *Rosa* div. spec. und *Rubus canescens* prägen.

Letztere ist in Vikarianz zu *Rubus ulmifolius* zu sehen; die Standortansprüche der beiden Brombeerarten sind nach WEBER (1983) ganz ähnlich, sieht man von dem höheren Kontinentalitätsgrad ab, den *Rubus canescens* anzeigt (syn. *R. tomentosus*; Verbreitung vgl. MEUSEL *et alii*, 1965). Die vegetative Ausbreitung der halbimmergrünen Gebüsche gegen Ende des ersten Brachejahrzehnts läuft mit dem Aufkommen Herde bildender *Brachypodium retusum*-Rasen einher. Rund 25 Jahre nach Auflassen der Rebflächen entwickelt sich aus den zerfallenden Polykormonen eine "Pseudomacchie" im Sinne von ADAMOVIC (1906), die als Sekundärformation aus laubwerfenden und immergrünen Holzarten in Thessalien das *Ostryo-Carpinion orientalis* ersetzt. In diesem Zusammenhang ist auf die Empfehlung von RAUS (1980, S. 318) hinzuweisen, daß auch bei vergleichbarem floristischem Inventar die Bezeichnung *Coccifero-Carpinetum orientalis* einer hochwüchsigen Waldgesellschaft vorbehalten bleiben soll und nicht für Sekundärgebüsche oder Degradationsstadien zu verwenden ist. Stattdessen spricht er bei den Pseudomacchien von einer "*Quercus coccifera-Carpinus orientalis*-Gesellschaft", der die letzte Sukzessionsphase auf den Rebbrachen von Kalambaka nahesteht.

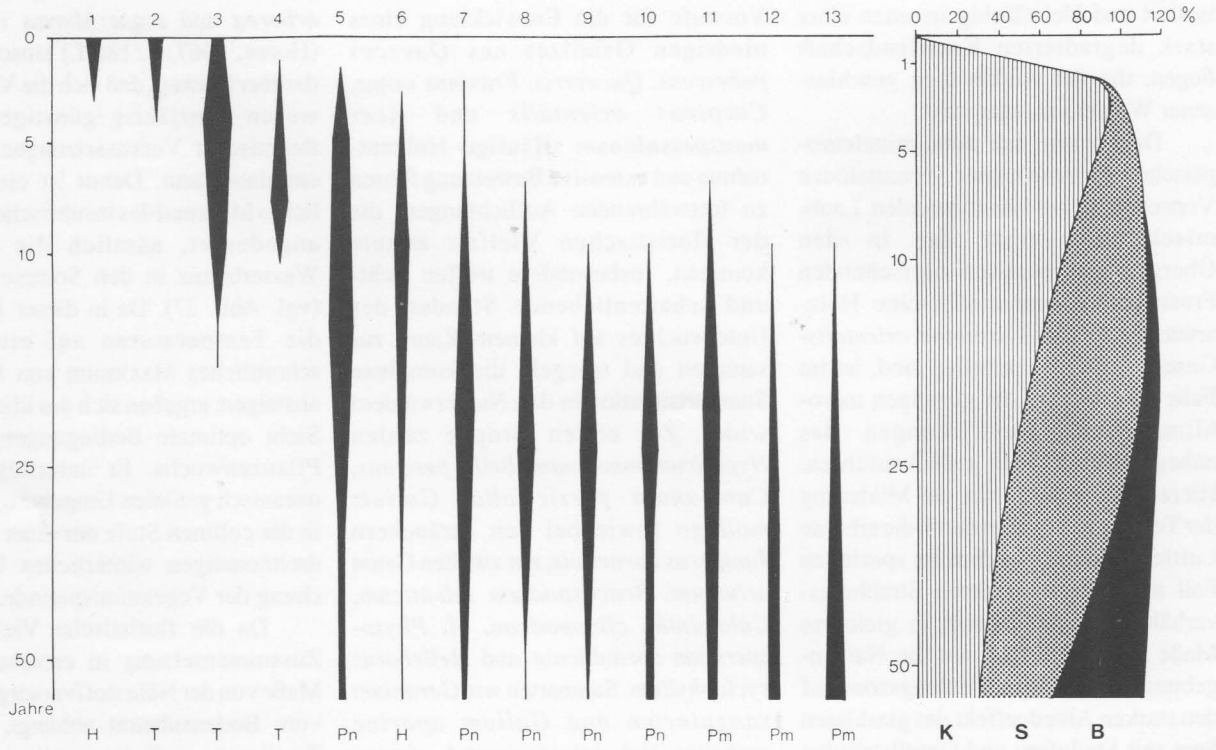
Hohe Stetigkeit zeigen stark verbissene, niedrige Laubbäume wie *Quercus pubescens* und wahrscheinlich auch *Quercus cerris* sowie *Crataegus monogyna*, die auf trockeneren Standorten jedoch durch das vermehrte Aufkommen der immergrünen *Quercus coccifera* in den Hintergrund geraten. Letztere wird von *Phillyrea media*, *Pyrus amygdaliformis* und *Pistacia terebinthus* in der niedrigen Baumschicht und von den Lianen *Lonicera etrusca* und *Tamus communis* begleitet, während im Unterwuchs *Ruscus aculeatus*, *Bellis perennis* und *Cyclamen spec.* sowie als Saumstrauch vor allem *Cistus creticus* eine Rolle spielen. Von einer Pseudoklimax ist in diesem Falle nicht zu sprechen, da die Gebüsche von gelegentlich beweideten Trockenrasen mit *Cynosurus echinatus* und *Aegilops ovata* durchsetzt sind, die in Hanglagen von Spülrillen-Denudation betroffen sind. An solchen Stellen trifft man auch *Spartium junceum* an, das allerdings den eigentlichen Brachestadien fehlt. Hierdurch wird der mediterrane Vegetationscharakter verstärkt, der schließlich noch durch buntblühende Stauden in den Triften unterstrichen wird, z.B. *Tuberaria guttata*, *Sanguisorba minor ssp. muricata*, *Hypericum perforatum*, *Plantago bellardi* und *Silene italica s.l.* Aufgrund der allenthalben ersichtlichen Beweidungs-Einflüsse läßt sich nicht ausmachen, wie ein naturnahes Endstadium der Rebbrache-Entwicklung in Kalambaka aussieht.

Vergleichsweise ist das eumediterrane Florenelement in der Umgebung von Kastoria am gleichnamigen See in Westmakedonien nur noch ganz schwach vertreten. Abgesehen von der Höhenlage des Untersuchungsgebietes zwischen 700 und 750 m ü. M. am Südosthang fünf Kilometer nordwestlich des Ortes, ist diese Tatsache mit den tiefgründigen Lehmböden über triassischem Mergelkalkstein zu erklären, auf die sich die wenigen Hangterrassen mit Weinbau beschränken. Wesentlich mehr Raum nehmen in der stark verkarsteten Region wiederum extensiv genutzte Schafweiden ein, von wo aus nur wenige Trockenrasen-Vertreter in die Weinkulturen und -brachen einzudringen vermögen. Einzig *Tordylium grandiflorum* gelingt dies in stärkerem Maße, nicht hingegen den für die Kalkmagerrasen typischen *Verbascum*- und *Linum*-Arten. Hierfür ist die große Wuchskraft der Ephemeren und Stauden verantwortlich, die in den ersten Jahren nach dem letzten Umgraben die fruchtbaren und gut drainierten Rigosole rasch besiedeln (vgl. Abb. 26).

Auch in diesem Fall überwiegen kälteadaptierte Arten, so neben *Convolvulus arvensis*, *Avena sterilis* und die dominierende *Vicia villosa* ssp. *varia* mit *Fumaria officinalis*, *Chenopodium album* und *Bromus sterilis* reine *Chenopodietea*-Vertreter. In die Gruppe mit geringerem Wärmeanspruch fallen ferner *Scandix pecten-veneris*, *Crepis versicaria*, *Bromus squarrosus* und *Galium mollugo* s.l., die ebenfalls in der ersten Brachephase häufig sind. Das mediterrane Florenelement wird in diesem Stadium wiederum zuerst von einigen Leguminosen getragen, wobei neben *Psoralea bituminosa* vor allem *Vicia disperma*, *Medicago minima* und *M. tornata* eine bedeutende Rolle zukommt. *Achillea* cf. *nobilis*, *Tragopogon* cf. *balcanicus*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata* treten nur für wenige Jahre in der Vordergrund, bevor die alles verhüllenden Lianen von *Clematis vitalba* die Stauden unter eine Decke legen. In ihrer Wettbewerbskraft erinnert die Waldrebe im Fallbeispiel Kastoria schon an entsprechende Verhältnisse in mitteleuropäischen Rebbrachen, wo wuchsschwache Sträucher absterben, und die Konkurrenzstärke der *Clematis*-Bestände bei vollem Lichtgenuß derjenigen unserer Schattbäume nahekommt (s. WILMANNS, 1983, S. 349, und M. RICHTER, 1978, S. 55). Einzig *Dactylis glomerata* s. str. faßt gleichzeitig Fuß und übersteht die Beschattung, sieht man von jenen Sträuchern ab, die aus dem milden Bestandsklima der wilden Rebe herauswachsen: *Rubus canescens*, *Coronilla emerus* ssp. *emeroides*, *Rosa* spec., *Crataegus monogyna*, *Cornus mas* und *Sambucus nigra*. Mit *Paliurus spina-christi* und *Colutea arborescens* treten etwas später Arten hinzu, die den Aspekt mitteleuropäischer Mantelgesellschaften ad absurdum führen und nach den Vorstellungen von FUKAREK (1968, S. 103) einer eigenen supramediterranen Ordnung von Gebüschgesellschaften ihren Namen verleihen, den *Paliuro-Cotinetalia*.

Mit *Quercus pubescens*, *Qu. cerris* und seltener auch *Qu. frainetto* kommen laubwerfende Eichen auf, außerdem sind *Carpinus orientalis* und *Ostrya carpinifolia* anzutreffen. Dennoch können Phanerophyten auf den Rebbrachen im Untersuchungsgebiet nur

Courtesy of Editors



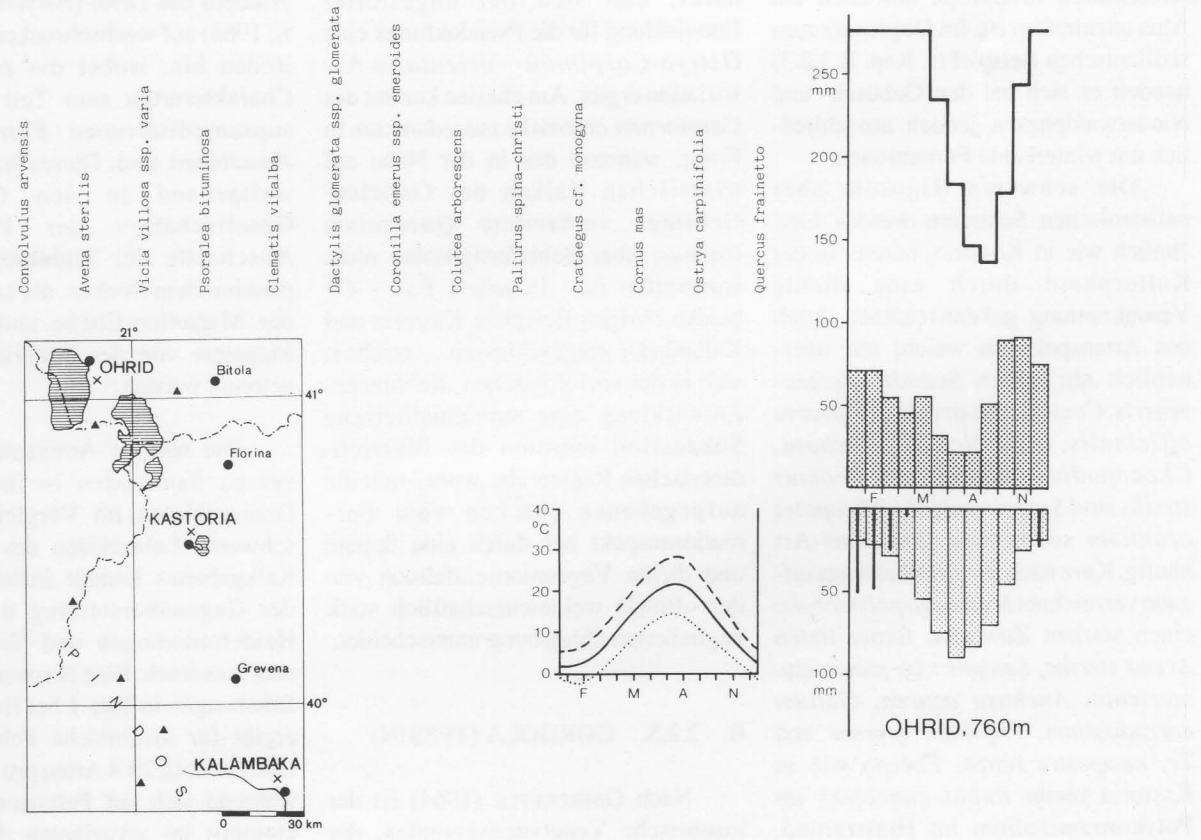


Abb. 26 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Kastoria. Klimastation: Ohrid. BA = Lehm; BT = 1 m; WK = 275 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of

engumgrenzte Baumbestände aufbauen, da die ehemaligen Weinparzellen isoliert und kleinflächig inmitten einer stark degradierten Karstlandschaft liegen, die der Ausbreitung geschlossener Wälder entgegensteht.

Daß neben den zum mitteleuropäischen Florenelement vermittelnden Vertretern der subkontinentalen Laubmischwälder trotz der in den Übergangsjahreszeiten herrschenden Frostwechsel supramediterrane Holzarten aus *Ostryo-Carpinion orientalis*-Gesellschaften anzutreffen sind, ist im Falle Kastoria auf die günstigen mesoklimatischen Auswirkungen des nahegelegenen Sees zurückzuführen. Hierzu zählen nicht nur die Milderung der Temperaturspitzen durch die erhöhte Luftfeuchtigkeit, sondern im speziellen Fall auch die besonderen Strahlungsverhältnisse. Dies betrifft in gleichem Maße den Ohrid-See, wo die Namengebung für die antike Siedlungszone auf den starken Albedoeffekt des glasklaren Sees mit Steilufern und Geröllstränden aus weißem Kalkstein hindeutet: Lychnidos = Ort des Lichtes. Aus dieser Gunstlage erklärt sich auch der Tafeltraubenanbau bei Ohrid, der oberhalb von Pestani mit fast 900 m ü. M. eine Höhengrenze erreicht, die bei Rebkulturen in Europa nur noch am Ätna anzutreffen ist. Im Gegensatz zum sizilianischen Beispiel (s. Kap. B 3.2.3) handelt es sich bei den Gebüsch- und Niederwaldphasen jedoch ausschließlich um winterkahle Formationen.

Die schweren Rigosole über paläozoischen Schiefern werden hier, ähnlich wie in Kastoria, bereits in der Kulturphase durch eine dichte Verunkrautung gekennzeichnet. Auch das Artenspektrum weicht nur unerheblich ab; neben *Scandix pecten-veneris*, *Convolvulus arvensis*, *Fumaria officinalis*, *Medicago tornata*, *Chenopodium album* und *Bromus sterilis* sind *Senecio vulgare*, *Misopates orontium* sowie eine *Anthemis*-Art häufig. Kurz nach Bewirtschaftungsaufgabe verzeichnet *Medicago polymorpha* einen starken Zuwachs, ferner treten *Avena sterilis*, *Sanguisorba minor* ssp. *muricata*, *Anchusa azurea*, *Galium corrudifolium*, *Trifolium arvense* und *Tr. campestre* hinzu. Ebenso wie in Kastoria bleibt *Rubus canescens* im Polykormonstadium im Hintergrund, während sich *Clematis vitalba* ein weiteres Mal als überaus konkurrenzstark erweist und nur den Aufwuchs einiger Gebüsche gestattet, so unter anderem *Cornus mas*, *Rosa arvensis* und *Euonymus verrucosus*. Sie bilden die Vorstufe für die Entwicklung eines niedrigen Gehölzes aus *Quercus pubescens*, *Qu. cerris*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus orientalis* und *Acer monspessulanum*. Häufige Holzentnahme und extensive Beweidung führen zu fortwährenden Auflichtungen, die der floristischen Vielfalt zugute kommen. Insbesondere treffen licht- und schattenliebende Stauden des Unterwuchses auf kleinem Raum zusammen und spiegeln die komplexe Standortsituation in den Niederwäldern wider. Zur ersten Gruppe zählen *Hypericum montanum*, *Bellis perennis*, *Campanula persicifolia*, *Galium mollugo* sowie bei den Sträuchern *Juniperus communis*, zur zweiten *Geum urbanum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Calamintha clinopodium*, cf. *Physospermum cornubiense* und *Helleborus cyclophyllum*. Saumarten wie *Geranium sanguineum* und *Galium aparine* verhalten sich interponierend, ebenso die Lianen *Tamus communis*, *Lonicera caprifolium* und die weiterhin wuchsstarke *Clematis vitalba*. Trotz der fragmentarischen Zusammensetzung aus verschiedenen Gesellschaftskomplexen sprechen die meisten Arten dafür, daß sich bei ungestörter Entwicklung für die Pseudoklimax eine *Ostryo-Carpinion orientalis*-Assoziation ergibt. Am ehesten kommt das *Carpinetum orientalis macedonicum* in Frage, während das in der Nähe auf triassischen Kalken des Galicica-Gebirges verbreitete *Quercetum trojanae* über Schieferrigosolen nicht anzutreffen ist. In jedem Fall - die beiden übrigen Beispiele Kastoria und Kalambaka eingeschlossen - zeichnet sich in der soziologischen Rebbrache-Entwicklung eine supramediterrane Sukzession inmitten der illyrisch-moesischen Region ab, wobei sich die aufgegebenen Flächen vom Formationsaspekt her durch eine üppige und dichte Vegetationsentfaltung von der oftmals weidewirtschaftlich stark degradierten Umgebung unterscheidet.

B 2.2.5. GORDOLA (TESSIN)

Nach OBERDORFER (1964) ist der insubrische Vegetationskomplex, der das Gebiet der norditalienischen Seen kennzeichnet, deutlich vom supramediterranen zu trennen. Seltene, allein auf trockene und warme Felspartien beschränkte eumediterrane Florenelemente wie *Cistus salvifolius*, *Erica arborea* und sogar *Myrtus communis* (HOFER, 1967, S. 188 f.) täuschen nicht darüber hinweg, daß sich die Vegetation wegen ganzjährig günstiger hygrothermischer Voraussetzungen sehr gut entfalten kann. Damit ist ein wesentliches Merkmal des insubrischen Klimas angedeutet, nämlich die positive Wasserbilanz in den Sommermonaten (vgl. Abb. 27). Da in dieser Jahreszeit die Temperaturen auf ein durchschnittliches Maximum von fast 30°C ansteigen, ergeben sich aus klimatischer Sicht optimale Bedingungen für den Pflanzenwuchs. Er unterliegt in der ozeanisch getönten Umgebung der Seen in der collinen Stufe nur einer ungefähr dreimonatigen winterlichen Unterbrechung der Vegetationsperiode.

Da die floristische Vielfalt und Zusammensetzung in entscheidendem Maße von der Nährstoffversorgung, also vom Bodensubstrat abhängt, sind im Tessin zwei Teilgebiete zu unterscheiden. In der Umgebung des Luganer Sees herrschen mesozoische Schichten aus überwiegend karbonatreichen Gesteinen vor, die der südalpinen Sedimentzone angehören. Hier deuten Klimaxgesellschaften mit xerothermen Wäldern des *Orno-Ostryon* (ANTONIETTI, 1968) auf wechseltrockene, eutrophe Böden hin, wobei die zugehörigen Charakterarten zum Teil noch dem supramediterranen Florenelement zuzuordnen sind. Dieses fehlt dagegen weitgehend in den *Carpinion*-Gesellschaften der kristallinen Abschnitte der Südalpen und der penninischen Decken, die am Nordrand der Magadino-Ebene und des Lago Maggiore von der insubrischen Linie getrennt werden.

Die relative Artenarmut auf den sauren Sandböden in insubrischen Gneisgebieten im Vergleich zu den schweren Lehmböden des Luganeser Kalkgebietes kommt insbesondere in der Gegenüberstellung der offenen Heideformationen und Trockenrasen zum Ausdruck. Eine Auswertung der 42 Erhebungen in Tab. 1 bei HOFER (1967) ergibt für insubrische Felsheiden im Durchschnitt 29,4 Arten pro Aufnahme, während sich auf Felsstandorten über Dolomit im vikarianten *Andropogonetum grylli insubricum* das Mittel aus 46 Erhebungen von MEYER (1973) auf 50,5 Arten pro Aufnahme beläuft. Somit ist davon auszugehen, daß die Reb-

Courtesy of Editors

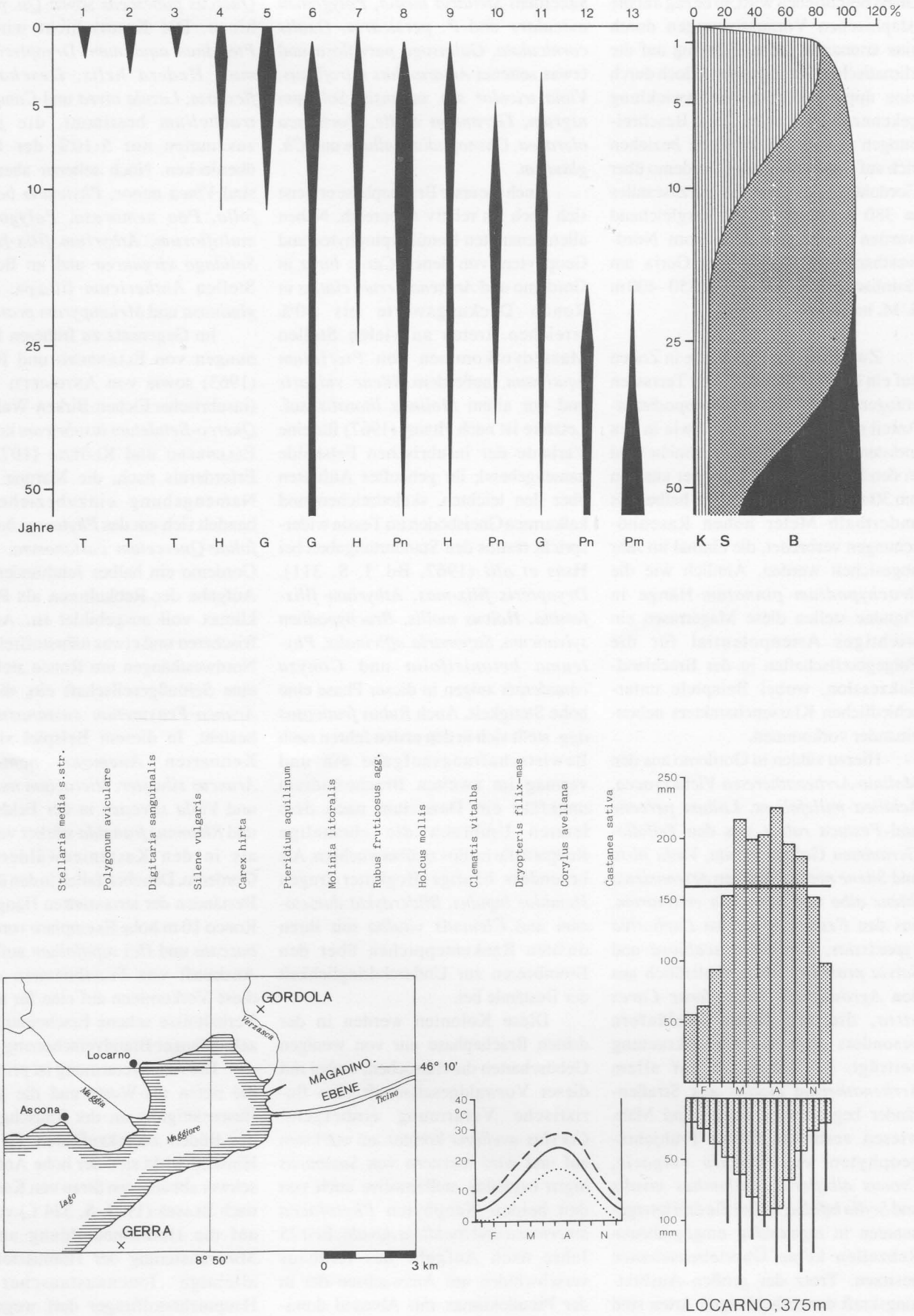


Abb. 27 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Gordola. Klimastation: Locarno - Monti. BA = Sand; BT = 1,5 m; WK = 160 mm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

brache-Sukzession, die im vorliegenden Fall von terrassierten Hängen über Gneis beschrieben wird, in bezug auf die edaphischen Voraussetzungen durch eine artenarme Flora, in bezug auf die klimatischen Bedingungen jedoch durch eine üppige Vegetationsentwicklung gekennzeichnet wird. Die Beschreibungen der Bracheabfolgen beziehen sich auf den Südhang bei Gordemo über Gordola am Ausgang des Verzascatales in 380 - 410 m ü. M. Vergleichend werden Aufzeichnungen vom Nordwesthang bei Ronco über Gerra am Gambarogno-Höhenzug aus 350 - 400 m ü. M. herangezogen.

Zwischen den Reben, die in Zeilen auf ein bis fünf Meter breiten Terrassen erzogen werden, ist der *Chenopodietea*-Anteil nicht so dominierend wie in den meisten anderen Fällen. Vielmehr sind in den Kulturen auch Vertreter aus den um 30-60° abfallenden, einen halben bis anderthalb Meter hohen Rasenböschungen verbreitet, die einmal im Jahr abgesichelt werden. Ähnlich wie die *Brachypodium pinnatum*-Hänge in Pignone stellen diese Magerrasen ein wichtiges Artenpotential für die Folgegesellschaften in der Brachland-Sukzession, wobei Beispiele unterschiedlichen Klassencharakters nebeneinander vorkommen.

Hierzu zählen in Gordemo aus den *Molinio-Arrhenatheretea Vicia cracca*, *Achillea millefolium*, *Lolium perenne* und *Festuca rubra*, aus den *Trifolio-Geranietea Galium verum*, *Viola hirta* und *Silene nutans*, aus den *Artemisietea Silene alba* und *Artemisia verlotorum*, aus den *Festuca-Brometea Euphorbia cyparissias*, *Centaurea scabiosa* und *Salvia pratensis* sowie schließlich aus den *Agrostietalia stoloniferae Carex hirta*, die mit ihren Ausläufern besonders stark zur Verunkrautung beiträgt. In Ronco ist vor allem *Arrhenatherum elatius* aus Straßenränder begleitenden Rasen und Mähwiesen vertreten, ferner Frühjahrsgeophyten wie *Primula vulgaris*, *Crocus albiflorus*, *Galanthus nivalis* und *Scilla bifolia*, wobei die drei letztgenannten in regelmäßig umgegrabenen Rebzeilen keine Überlebenschance besitzen. Trotz der großen Ausbreitungskraft der mehrjährigen Arten sind während des Kulturstadiums auf den Rigosolen Theroyten am häufigsten, die den Chenopodietea nahestehen. Zu nennen sind vor allem wärmeliebende Gräser wie *Digitaria sanguinalis*, *Setaria verticillata* und von den Wegrändern *Echinochloa crus-galli*, außerdem *Stellaria media*, *Polygonum aviculare* und *P. persicaria*, *Oxalis corniculata*, *Galinsoga parviflora* und etwas seltener *Amaranthus retroflexus*, *Viola tricolor* ssp. *arvensis*, *Solanum nigrum*, *Geranium molle*, *Portulaca oleracea*, *Chenopodium album* und *Ch. glaucum*.

Auch die erste Brachephase erweist sich noch als relativ artenreich. Neben allen genannten Hemikryptophyten und Geophyten, von denen *Carex hirta* in Gordemo und *Arrhenatherum elatius* in Ronco Deckungswerte bis 30% erreichen, treten an vielen Stellen Massenvorkommen von *Pteridium aquilinum*, außerdem *Silene vulgaris* und vor allem *Molinea litoralis* auf. Letztere ist nach HUBER (1967) für eine Variante der insubrischen Felsheide namengebend; ihr gehäuftes Auftreten über den leichten, skelettreichen und kalkarmen Gneisböden im Tessin widerspricht restlos den Standortangaben bei HESS *et alii* (1967, Bd. I, S. 311). *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Holcus mollis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Saponaria officinalis*, *Phyteuma betonicifolia* und *Conyza canadensis* zeigen in dieser Phase eine hohe Stetigkeit. Auch *Rubus fruticosus agg.* stellt sich in den ersten Jahren nach Bewirtschaftungsaufgabe ein und vermag im zweiten Brachestadium ungefähr ein Dezenium nach dem letzten Umbruch die ehemalige Rebparzelle restlos zu überwuchern. Als besonders häufige Begleiter tragen *Humulus lupulus*, *Bilderdykia dumetosum* und *Clematis vitalba* mit ihren dichten Rankenteppichen über den Brombeeren zur Undurchdringlichkeit der Bestände bei.

Diese Kolonien werden in der dritten Brachephase nur von wenigen Gebüscharten durchbrochen, wobei mit dieser Vorwaldgesellschaft eine floristische Verarmung einhergeht. *Corylus avellana* kommt am stärksten auf und wird meistens von *Sambucus nigra* begleitet, stellenweise auch von den beiden Neophyten *Phytolacca americana* und *Buddleja davidii*. Erst 25 Jahre nach Aufgabe des Rebbaus verschwinden mit Auswachsen der in der Pseudoklimax mit Abstand dominierenden *Castanea sativa* die Brombeerpolykormone weitgehend. Unter dem dichten Kronenschluß der Kastanienwälder überdauert von den ersten Holzarten nur die Haselnuß; vereinzelt treten *Prunus avium*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior* und noch seltener *Quercus pubescens* sowie *Qu. petraea* hinzu. Die Krautschicht wird von *Pteridium aquilinum*, *Dryopteris filix-mas*, *Hedera helix*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula nivea* und *Campanula trachelium* bestimmt, die jedoch zusammen nur 5-10% der Fläche überdecken. Noch seltener aber stetig sind *Vinca minor*, *Phyteuma betonicifolia*, *Poa nemorosa*, *Polygonatum multiflorum*, *Athyrium filix-femina*, *Solidago virgaurea* und an lichteren Stellen *Anthericum liliago*, *Salvia glutinosa* und *Melampyrum pratense*.

Im Gegensatz zu früheren Benennungen von ELLENBERG und REHDER (1963) sowie von ANTONIETTI (1968) (insubrischer Eichen-Birken-Wald bzw. *Querco-Betuletum insubricum* kommen ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) der Erfordernis nach, die Marone in die Namengebung einzubeziehen. Es handelt sich um das *Phyteumo betonicifoliae-Quercetum castanosum*, das in Gordemo ein halbes Jahrhundert nach Aufgabe der Rebkulturen als Pseudoklimax voll ausgebildet ist. Auf den frischeren und etwas nährstoffreicheren Nordwesthängen um Ronco stellt sich eine Schlußgesellschaft ein, die dem *Arunco-Fraxinetum castanosum* nahesteht. In diesem Beispiel sind als Kennarten *Anemone nemorosa*, *Aruncus silvester*, *Hieracium murorum* und *Viola silvester* in der Feldschicht und *Rhamnus frangula* stärker vertreten als in den Kastanienwäldern von Gordemo. Daneben fallen in den ältesten Beständen der terrassierten Hänge über Ronco 10 m hohe Exemplare von *Taxus baccata* und *Ilex aquifolium* auf. Nach Auskunft von Forstbeamten deuten diese Vorkommen auf eine für tessiner Verhältnisse seltene Erscheinung jahrzehntelanger Brandverschonung hin.

Die Artenverarmung ist primär auf die tiefen pH-Werte und die geringe Basensättigung an der Tauschgarnitur der Böden zurückzuführen. In dieser Hinsicht wirkt sich der hohe Anfall der schwer abbaubaren Streu von Kastanien nach BLASER (1973, S. 324 f.) vorteilig auf die Humusneubildung aus: die Mineralisierung der Humusstoffe als alleinige Ionenaustauscher und Hauptnährstoffträger darf wegen des geringen Tongehaltes in den sandigen Böden nur langsam erfolgen, da im anderen Fall der hohe Grobporenanteil zu einer allzu raschen Versickerung des Niederschlages führt (RICHARD, 1962,

Courtesy of Editors

S. 9 f.). Die positive Wirkung der Humusanreicherung auf die Wasserspeicherung in den tessiner Gneisböden ergibt sich aus einem Vergleich von Feuchtewerten nach einer fünfwöchigen Trockenperiode im August 1983. Zu diesem Zeitpunkt sank der Wassergehalt in 15 cm Tiefe in den umgegrabenen humusarmen Rigosolen auf 4,5 Gew.%, während der entsprechende Wert im stark verbraunten Oberboden unter einem ca. 50 Jahre alten Kastanienwald noch bei 18 Gew.% lag.

So gesehen entsprechen die Schlußgesellschaften auf tessiner Rebbrachen über Silikatgestein in Anlehnung an Ausführungen von BLASER (Tab. 13 und S. 327) aus edaphischer Sicht einer Idealgesellschaft, da das Laub von *Castanea sativa* im Gegensatz zu den übrigen heimischen Laubbäumen die erforderliche langfristige Zersetzung gewährleistet. Diese Situation ist um so mehr von Bedeutung, als die Etablierung der Kastanien im vorliegenden Fall erheblich von den Beispielen im supramediterranen Bereich abweicht.

Daß mit wenigen Vertretern dieses Florenelements keineswegs von vornherein zu rechnen ist, ergibt sich aus den Untersuchungen zur soziologischen Progression in aufgegebenen Rebflächen Mitteleuropas. Als Beispiele seien die Ergebnisse von ALLORGE (1978) aus dem Gebiet um Vully am Murtensee im Schweizerischen Mittelland sowie von REIF und STÖTZER (1983) aus der Ködnitzer Weinleite in Oberfranken erwähnt. Hier ist nach Auswertung der pflanzensoziologischen Tabellen verschiedener Brachestadien das supramediterrane Florenelement trotz der größeren Entfernung zum zugehörigen Vegetationskreis viel stärker vertreten als im Tessin. Eigene Beobachtungen im Wallis (Leyton/Montagnon) und am Südwestrand des Schwarzwaldes (Efringen) bestätigen diese Tatsache insbesondere für die Staudenrasen- und Vorwaldphase.

B 3. REBBRACHE-SUKZESSION IN MESOMEDITERRANEN GEBIETEN

B 3.1. FALLBEISPIEL CORNIGLIA (LIGURIEN)

B 3.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN

Die geologischen Übersichtskarten (Abb. 13 und Abb. 28) zeigen im Bereich von Corniglia vier Baueinheiten:

1. Quartäre Felssturz- und Rutschmassen mit Schutt aus Sandsteinen und Schieferton.
2. Komplex feinkörniger Sandsteine aus dem oberen Oligozän (Macigno = Toskaniden II).
3. Zone eozäner Schiefertone mit Kalksandstein und Siltiteinlagerungen (Kalk-Ton-Serie = Liguriden I).
4. Inselartige Vorkommen aus geschieferten Kalk-Mergeln und feinkörnigem Kalkstein (Groppo del Vescovo-Kalke = Liguriden I).

Profilskizzen von ZACCAGNA (1955, sez. 2) zeigen die drei letztgenannten Einheiten als NNW-SSE streichende, annähernd senkrecht einfallende Schichten. Tatsächlich weist aber der tektonische Bau in den Cinque Terre an vielen Stellen einen wirren bis chaotischen Verlauf mit Merkmalen einer deutlichen Zerscherung auf, der eine intensive Verformung der allochthonen Deckeneinheiten belegt (vgl. Abb. 1 bei WUNDERLICH, 1963). Dies betrifft insbesondere die aus Olisthostromen hervorgegangen Ablagerungen der Liguriden I (Kalk-Ton-Serie mit Groppo del Vescovo-Kalken - Canetolo-Komplex), die im oberen Teil des Macigno der Toskaniden II einsedimentiert sind (REUTTER, 1968, S. 188). Gerade die Zone der Schiefertone ist in der Umgebung von Corniglia nach Ausweisung der Karten von DE STEFANIS *et alii* (1978) in N-S-Richtung zerklüftet und wird fast nur im Bereich zwischen Vernazza und Manarola durch Absackungen und Rutschungen geprägt. Der Grund liegt in der Küstenunterschneidung und Druckentlastung an jener Stelle, wo die Zone der im Vergleich zum kompakteren Macigno-Sandstein brüchigeren Schiefer ins Meer taucht und von nachgerutschten Schuttmassen überdeckt ist.

Sind sozioökonomische Veränderungen ausschlaggebend für den allgemeinen Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzung in den Cinque Terre, so haben besonders häufig auftretende Mauerbrüche in Rodalabia (näheres hierzu s. Kap. C 3.2) zur Folge, daß Corniglia im Vergleich mit den anderen vier Ortschaften am stärksten vom Brachfallen betroffen ist. In dieser Gemarkung, die ehemals das wichtigste Weinbaugebiet der Gemeinde bildete, füllen Rutschmassen ("Paläofrana" n. TERRANOVA, 1984) eine riesige, schüsselförmige Abrißnische auf und liegen im südwestlichen Teil den Schiefertonen des Canetolo-Komplexes auf (vgl. Abb. 28 und 2)[1]. Der nordöstliche Abschnitt überdeckt hingegen den Macigno-Sandstein, der den größten Anteil an den Schuttmassen im gesamten Akkumulationsgebiet stellt. Die eigentliche Angriffsfläche durch die Meeresbrandung liegt also weit unterhalb des Sandsteinkomplexes, der während der Kliffbildung in die Schieferzone nachgerutscht ist. Damit bilden die Aufschüttungen über dem Anstehenden des unteren Hangabschnitts eine Auflage aus grobblockigem Fremdgestein, das nur in Küstennähe mit Feinmaterialanreicherungen der autochthonen Schiefertone durchsetzt ist. Der Steilabhang als ursprünglicher Verursacher der gravitativen Prozesse wird heute durch die Schuttakkumulation überdeckt, tritt jedoch unmittelbar südlich von Corniglia in W-E-Richtung zutage.

Heute ist der Küstenabschnitt am Fuße der Rutschungen durch Stützmauern der Eisenbahntrasse am Bahnhof von Corniglia gesichert. Somit ist in diesem Abschnitt der Meereserosion Einhalt geboten; dennoch zeigen Mauerbrüche und Risse in Hauswänden aufgrund von Bergschäden durch die Anlage der Trasse und durch die Erweiterung von Bahntunneln während der fünfziger Jahre, daß zumindest bis vor einem Jahrzehnt der Rutschhang von Rodalabia noch in Bewegung war. Besonders wurde davon der Höhenabschnitt zwischen 150 und 250 m ü.M. betroffen, wo noch bei

[1] Die Karten von DE STEFANIS *et alii* (1978) und von ABBATE (1969) weisen hinsichtlich der Verbreitung der ligurischen Einheiten erhebliche Abweichungen auf; da nach eigenen Geländebeobachtungen die Angaben von ABBATE eher zuzutreffen scheinen, wurde für die Erstellung von Abb. 28 auf die Karte dieses Autors zurückgegriffen.

Courtesy of Editors

Neigungswinkeln bis 37° die Hänge terrassiert sind. Aber auch im flachen Fußbereich der Ablagerungen kam es zu Sackungen, da hier nach starken Regenfällen trotz Drainageeinrichtungen der Austritt von Quellwasser durch die hohen Betonmauern zum Schutz der Eisenbahntrasse behindert wurde, und es im Schuttkörper zur Ausbildung eines Staudrucks kam. Erst mit der Konsolidierung des Materials unmittelbar hinter den Stützeinrichtungen läßt die Wirkung dieses Effektes nach Mittlerweile scheint sich nach Ansicht von Ingenieurgeologen (mdl. Mitt.) der Hangfuß über dem Bahnhof stabilisiert zu haben.

Angesichts der erhöhten Mauerbruch-Gefährdung im Sackungsgebiet von Rodalabia stellt sich die Frage, wieso sich gerade hier das größte zusammenhängende Weinbaugebiet von Corniglia entwickelte. Die Antwort liegt im relativ geringen Anteil an leichten Böden in dieser Gemeinde, da der Sandstein im Vergleich mit den übrigen Orten der Cinque Terre nicht so stark vertreten ist (FREGONI *et alii* 1977, dort Tab 1). Ergebnisse von Korngrößenanalysen zeigen, daß nur im Flurstück von Rodalabia, wo die Rutschmassen bereits über dem anstehenden Schieferton liegen, die Böden arm an Ton sind und noch als schluffiger Sand bezeichnet werden können. Dagegen steigt der Ton-Gehalt im Norden und Westen des Ortes auf 15 - 60% an, wobei über den kalkschiefern tonige Lehme als Bodenart vorherrschen (vgl. Korngrößenverteilung neben Abb. 28 und 29). Somit ist unter der gegebenen Sommertrockenheit der größere Teil Corniglias in edaphischer Hinsicht für den Weinbau ungeeignet, was für einen Großteil des Küstenabschnittes nördlich der Provinz La Spezia bezeichnend ist. Ähnlich wie dort bleiben auch im Untersuchungsgebiet die schweren Böden weitgehend den Olivenkulturen vorbehalten, da der Ölbaum auch in extremen Trockenperioden Saugkräfte zur Aufrechterhaltung der Hydratur aufzubringen vermag, zu der die Weinrebe nicht mehr fähig ist.

Nur ein kleines Weinbaugebiet zwischen Guvano und Fornacchi befindet sich über Kalkschiefer. Es erstreckt sich über einen bis zu 35° geneigten Hang, der gleichfalls durch Großformen der Denudation gekennzeichnet ist. Den schwach gewölbten, schuttarmen Massen nach zu urteilen, handelt es sich um Gleitungen, die aus einer flachen Abrißnische stammen. Eine Erklärung für diese Materialbewegung läßt sich nur bedingt durch die Unterlagerung einer gering durchlässigen Schicht geben (im vorliegenden Fall der anstehenden Schiefertone), da eine der beiden Frane in Abb. 28 nach oben auf den Sandstein übergreift. Nach der Beschaffenheit der Fließzungen ist davon auszugehen, daß das toniglehmige Substrat murenartig über die Macigno-Einheit geflossen ist, und sich möglicherweise die Absitznische nachträglich in die oberhalb folgende nächste Sandsteinschicht als retrograde Rutschung versetzt hat (vgl. Abb. 28, unmittelbar unter bzw. südlich Fornacchi). In allen Fällen handelt es sich um fossile Formen, auf denen die Trockenmauern der Rebterrassen eine größere Standfestigkeit zeigen als in Rodalabia. Die für den in den Abbildungen nur noch halb erfaßten Guvano-Bergschlipf von DE STEFANIS *et alii* (1978) gegebene Erklärung einer pleistozänen Meeresunterschneidung in Höhe der marinen Abrasionsterrassen um 100-120 m ü.M. als auslösender Faktor für die Massenbewegung läßt sich auf die beschriebene große Frana nicht übertragen. Im Höhenbereich der Schlipferstreckung zwischen 210 und 400 m ü. M. fehlen sowohl Verebnungsflächen als auch Gefällsknicke im Anstehenden, die auf fossile Kliffbildung hindeuten.

Die übrigen Weinbaugebiete im Gebiet von Fornacchi und Pianca befinden sich ausnahmslos über standfestem Macigno-Sandstein. Seltene Mauerbrüche gaben hier weniger Anlaß zur Aufgabe der Rebflächen als die ortsferne Lage und die schlechte Erreichbarkeit (mdl. Mitt. von Besitzern), was insbesondere westlich und südlich unterhalb von Pianca zum Brachfallen führte. Dagegen werden die Rebflächen im Tal unmittelbar westlich von Corniglia größtenteils noch immer intensiv genutzt. Daß die petrographischen Grenzen eine Trennung zwischen den Anbaufrüchten bedingen, wird in diesem Gebiet besonders deutlich, da sich nördlich der leichten Böden über Sandstein mit dem Gesteinswechsel sogleich Olivenhaine an die Rebkulturen anschließen.

Die petrographisch-geomorphologische Differenzierung des Untersuchungsgebietes ergibt eine grobe Dreiteilung der Brachephasen, die bei der Auswahl der pflanzensoziologisch erfaßten Areale Berücksichtigung finden:

- Die Aufnahmen in Kulturstadien liegen fast ausschließlich im Kerbtal unmittelbar westlich von Corniglia sowie im unteren Teil der Rodalabia-Rutschmassen
- Die Aufnahmen in zehn- bis dreißigjährigen Brachestadien befinden sich zum erheblichen Teil im oberen Teil der Rodalabia-Rutschmassen.
- Die Aufnahmen in dreißig- bis hundertjährigen Brachestadien liegen zum größeren Teil zwischen Rodalabia und Pianca, ferner im Bereich der Steilküste jenseits des Tales westlich von Corniglia.

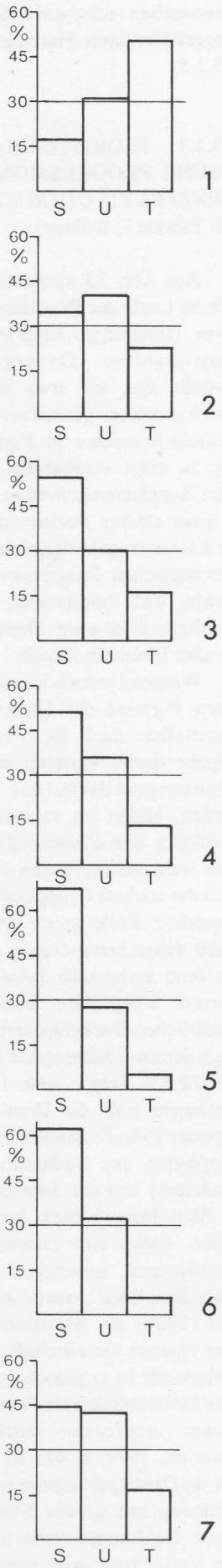
Darüber hinaus wurde jeweils eine Bracheserie in Monterosso und südlich von Riomaggiore in Schiara erfaßt. Bei diesen Fällen handelt es sich um Areale über Macigno-Sandstein, wodurch edaphisch gleichartige Voraussetzungen gewährleistet sind. Ergänzend wurden in Corniglia Bracheserien über Schieferton und Kalkschiefer aufgenommen, die aufgrund der seltenen Vorkommen von Rebflächen über diesen Gesteinen vergleichenden und nicht repräsentativen Charakter haben (über die petrographischen Grundlagen vgl. Standortangaben zu Tab. 7, Beilage).

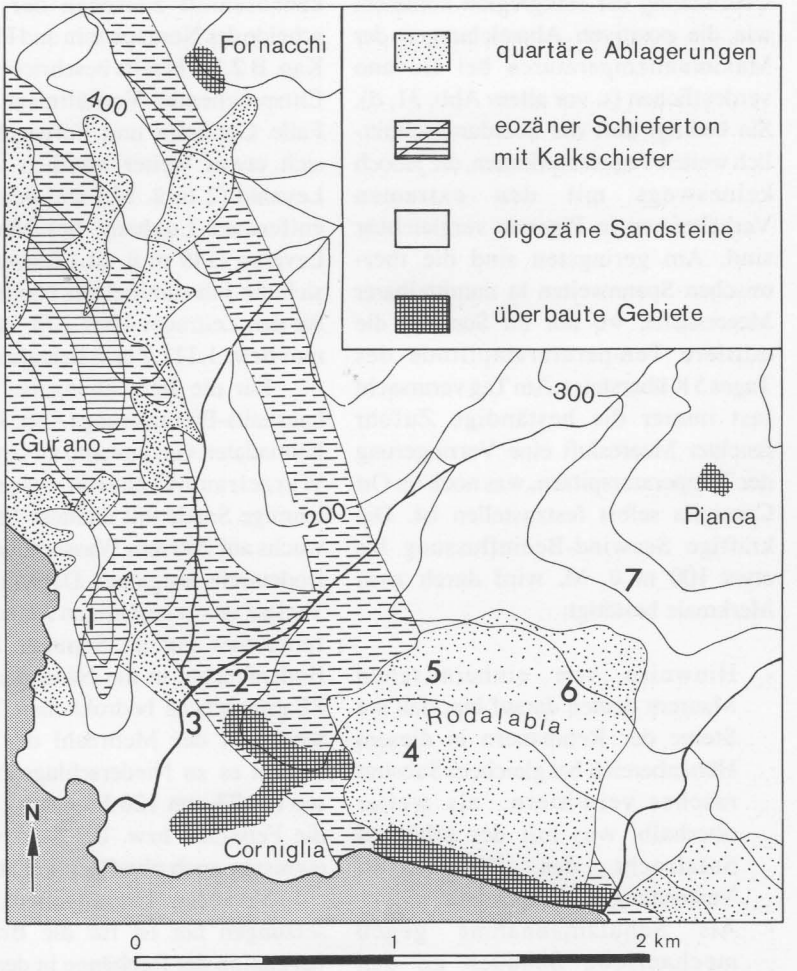
B 3.1.2. FLORISTISCHE DIFFERENZIERUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM HYGROTHERMISCHEN FLORENGRADIENTEN

Während die vielfältige geländeklimatische Ausgangssituation in Pignone auf kleinem Raum durch Mulden, Hügel, Täler und Kämme bestimmt wird, ist an den meerseitigen Hängen der Cinque Terre die orographische Gliederung weniger differenziert (Abb. 30). Nur vier tiefe Kerbtäler über Vernazza, Corniglia, Manarola und Riomaggiore sind erwähnenswert; topoklimatische Unterschiede beschränken sich hier auf Höhen- und Expositionsunterschiede, da es wegen der guten Durchlüftung nicht zur Ausbildung von Kaltluftseen kommt.

So werden die Rebhänge von Corniglia durch einen vertikalen Temperaturgradienten ohne Anzeichen nächtlicher Inversionen geprägt. Tagsüber kann es zu einer leichten

Courtesy of Editors





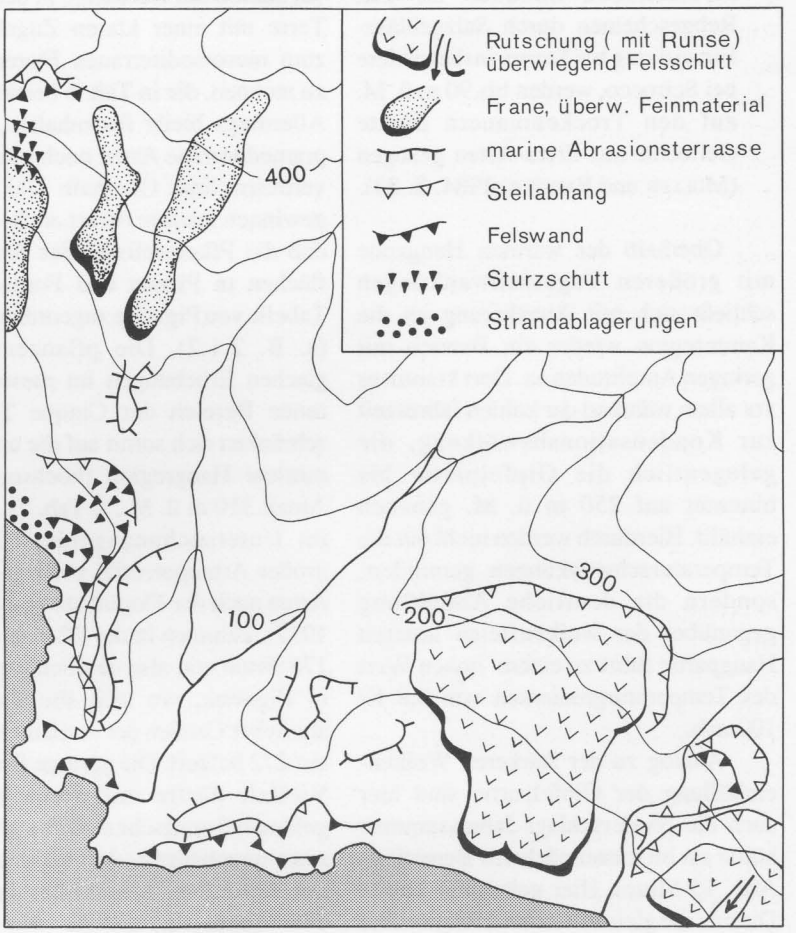


Abb. 28-29 — (oben): Geologisch-petrographische Übersicht des Unterschungsgebietes in Corniglia (n. ABBATE, 1969 und nach eigenen Erhebungen). (unten): Geomorphologischer Formenschatz im Unterschungsgebiet (nach eigenen Erhebungen in Anlehnung an DE STEFANIS *et alii*, 1978).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Überhitzung der Hangregion kommen, wie die positiven Abweichungen der Maximumtemperaturen bei Guvano verdeutlichen (s. vor allem Abb. 31, d). Sie bedingt dort die überdurchschnittlich weiten Tagesamplituden, die jedoch keineswegs mit den extremen Verhältnissen in Pignone vergleichbar sind. Am geringsten sind die thermischen Spannweiten in unmittelbarer Meeresnähe, wo nur im Sommer die mittlere Temperaturamplitude des Tages 5 K übersteigt. Am Tag verursacht fast immer die beständige Zufuhr feuchter Meeresluft eine Verringerung der Temperaturspitzen, was noch im Ort Corniglia selbst festzustellen ist. Die kräftige Seewind-Beeinflussung bis etwa 100 m ü. M. wird durch zwei Merkmale bestätigt:

- Hinweise von einheimischen Maurern deuten darauf hin, daß die Steine der Rebmauern in diesem Höhenbereich bei gleichem Substrat rascher verwittern als weiter oberhalb, was mit der erhöhten Salzfracht des Windes in Verbindung zu bringen ist.
- Als Schutzmaßnahme gegen mechanische Schäden an den Rebgescheinen durch Salzgebläse-Einwirkung bei Sturm, insbesondere bei Scirocco, werden bis 90 m ü. M. auf den Trockenmauern dichte Geflechte aus Erica-Ästen gezogen (MÜLLER und RICHTER, 1984, S. 23).

Oberhalb der warmen Hangzone mit größeren Tagesschwankungen schließt sich mit Annäherung an die Kammregion wieder ein Bereich mit geringen Amplituden an. Dort kommt es vor allem während der kühlen Jahreszeit zur Kondensationsbewölkung, die gelegentlich die Gipfelpartie bis hinunter auf 250 m ü. M. gänzlich einhüllt. Hierdurch werden nicht nur die Temperaturschwankungen gemindert, sondern die deutliche Abkühlung gegenüber der wolkenfreien unteren Hangpartie führt zu einem hohen Wert des Temperaturgradienten von 0,8 K/ 100 m/a.

Analog zu der stärkeren Wolkeneinhüllung der Gipfelpartie sind hier auch die Niederschlags-Jahressummen höher als im küstennächsten Bereich (s. Abb. 15 Mitte). Hier gelten auf kurzer Distanz die gleichen Ausführungen über die Beziehung zwischen Bewölkungsrückstau und Niederschlagsgeschehen, wie sie über einen längeren Streckenabschnitt zwischen der Wasserscheide des Nordapennin und Pignone in Kap. B 2.1.2 bereits beschrieben wurde. Entsprechende Verhältnisse wie im Falle Corniglia und Fornacchi lassen sich etwas weiter nördlich zwischen Levanto (2 m ü. M.) und dem 2,5 km entfernten Luvhang bei Montale di Levanto (149 m ü. M.) feststellen, wo sich die Jahresmittel der Niederschläge für den Zeitraum 1969 - 78 auf 951,9 mm bzw. 1.111,7 mm belaufen.

Für die Berechnung der Wasserhaushalts-Bilanzierung (Abb. 32) liegen Klimadaten von Levanto zu Grunde; die Wurzelraumkapazität wurde für lehmige Sande mit dichtem Strauchbewuchs auf 200 mm Wasserhöhe pro 1 m Bodentiefe festgelegt. Danach sank im Verlauf des zehnjährigen Berechnungszeitraumes nur im Sommer 1971 die Bodenfeuchte in die Nähe der für den Pflanzenwuchs bedrohlichen Trockenwerte. In der Mehrzahl der Monate kommt es zu Niederschlagsüberschüssen (an 73 von 120 Monaten), die über die Felssohle bzw. bei Starkregen-Ereignissen auch oberflächlich abfließen.

Von den klimatischen Voraussetzungen her ist für die Brachlandvegetation der Rebhänge in den Cinque Terre mit einer klaren Zugehörigkeit zum mesomediterranen Florenelement zu rechnen, die in Tab. 6 bestätigt wird. Allerdings bleibt festzuhalten, daß supramediterrane Arten noch relativ stark vertreten sind. Oberhalb 400 m ü M. gewinnen letztere derart an Bedeutung, daß die Pflanzenlisten der Aufnahmeflächen in Pianca und Fornacchi der Tabelle von Pignone zugeordnet wurden (s. B. 2.1.2). Die pflanzensoziologischen Erhebungen im mesomediterranen Bereich der Cinque Terre beschränken sich somit auf die untere und mittlere Hangregion (höchstgelegenes Areal: 310 m ü. M., s. Tab. 7). Obwohl im Untersuchungsgebiet ein recht großes Artenpotential vorliegt (ca. 850 Arten nach der Florenliste von ARIELLO, 1957), kommen in der Pflanzenliste nur 178 Arten vor, also deutlich weniger als in Pignone, wo sich die Zahl trotz ähnlicher Größen der Aufnahmeflächen auf 272 beläuft. Die geringe floristische Vielfalt dürfte mit der schwachen geländeklimatischen Differenzierung zusammenhängen, darüberhinaus auch mit den relativ nährstoffarmen Böden über Sandstein, die für den Rebbau bevorzugt werden. Tatsächlich zeichnen sich die Standorte über kalkreichen Schiefern, die hauptsächlich dem Olivenanbau vorbehalten bleiben, durch eine reichhaltigere Flora aus (s. Tab. 10, B 3.1.5).

B.3.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (*CHENOPODIETEA* BIS *QUERCETEA ILICIS*, vgl. Tabelle 7, Beilage)

Aus Abb. 33 wird ersichtlich, daß sich im Laufe der Brachlandsukzession keine frühzeitige Etablierung einer quasi-stabilen Dauergesellschaft einstellt, die, wie etwa im Falle der *Brachypodium pinnatum*-Herde der *Festuco-Brometea* in Pignone (Abb. 19), zu einer verzögerten Bewaldung führt. Stattdessen kommt es in Corniglia zu einer stärker wechselnden Abfolge der Klassenzugehörigkeit im Laufe der soziologischen Progression und zwar derart, daß höchstens über zwei Brachestadien eine Dominanz verwandter Einheiten besteht.

Während jedoch im supramediterranen Pignone die Hackwildkräuter unmittelbar nach Bewirtschaftungsaufgabe durch Vertreter mehrjähriger Pflanzengesellschaften verdrängt werden, bilden im mesomediterranen Corniglia die *Chenopodietea*-Arten auch während der ersten Brachephase noch die stärkste Gruppe (49,1%). Eine besondere Rolle spielt während des ersten Jahrzehntes *Oxalis pes-caprae*, das rund anderthalb Jahre nach dem letzten Umgraben einen durchschnittlichen Deckungswert von 24,7% zeigt, der zwei Jahre später noch immer bei 22,8% liegt; erst im siebten Brachejahr sinkt die Dominanz dieser Art unter 10%. Es handelt sich um einen Neophyten aus Südafrika, der sich mindestens seit der Jahrhundertwende im Mittelmeergebiet, besonders in Italien, durch eine enorme Ausbreitungsdynamik auszeichnet. Der "nikkende Sauerklee". wurde zunächst von POLI (1966) als Assoziationskennart einer eigenen Gesellschaft zugeordnet; mittlerweile ist er jedoch auf den Rang einer Differentialart im *Fumario-Stellarietum neglectae* zurückgestuft (MAUGERI, 1979, S. 47). In den Regionen, wo *Oxalis pes-caprae* auftritt, ist sie durchweg mit großer Stetigkeit und hohen Dekkungswerten anzutreffen. Ihre Verbreitung wird durch Hackbau gefördert (s. Kap. B 3.1.4), womit eine weitere Rechtfertigung für den *Chenopodietea*-Anschluß gegeben ist. Massenvorkommen in anderen Hack-

Courtesy of Editors

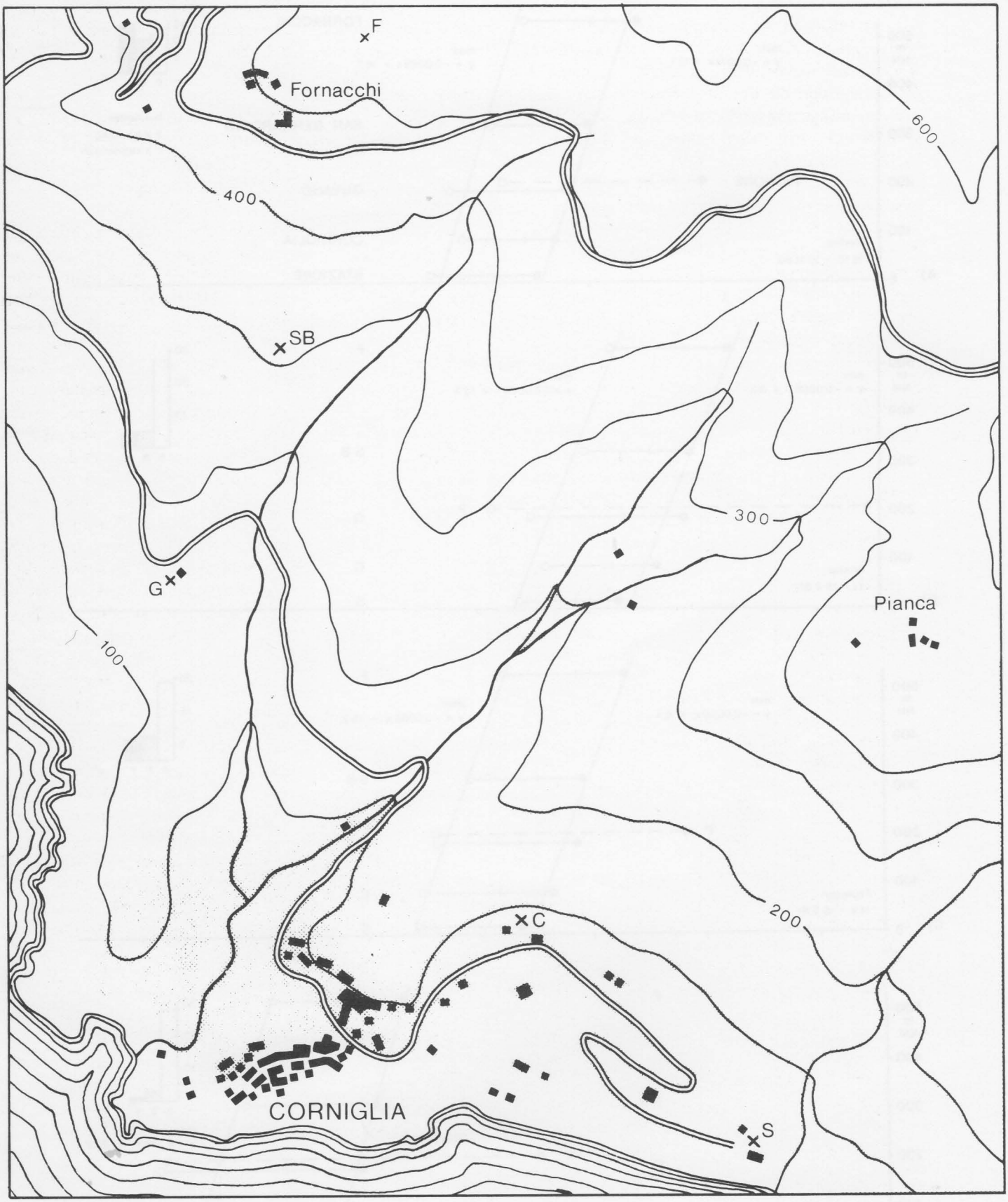


Abb. 30 — Lage der Klima-Meßstationen (vgl. Abb. 31) und des vegetationskundlich untersuchten Gebietes in Corniglia.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

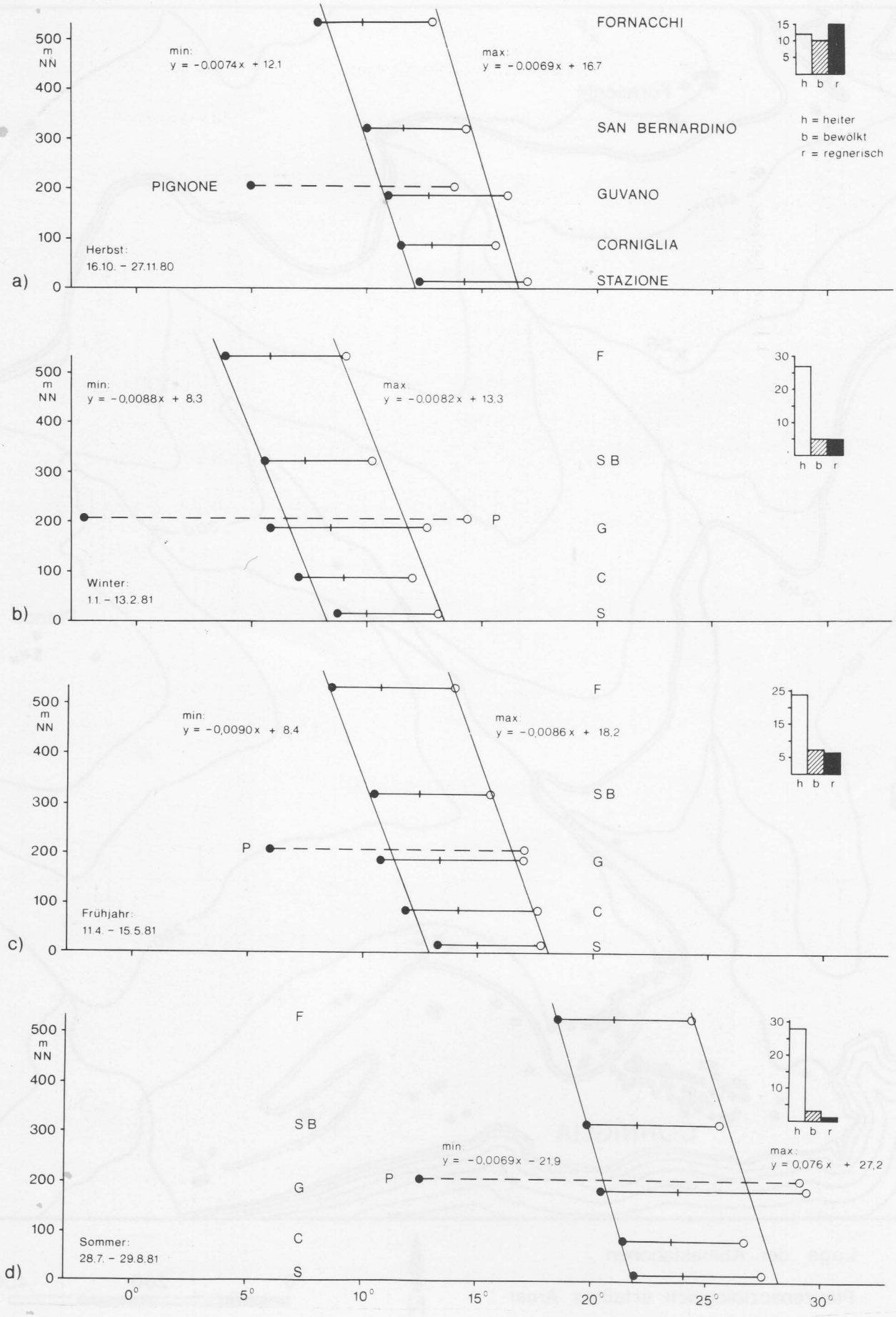


Abb. 31 — Thermische Höhengradienten am Luvhang des Cinque Terre-Gebirgszuges im Verlauf von vier bis sechs Wochen während der verschiedenen Jahreszeiten. Die Regressionsgeraden beziehen sich auf die mittleren Minima (dunkle Kreise) und Maxima (helle Kreise); beide Werte sind mit einer Linie der mittleren Spannweite verbunden, in der die Mitteltemperatur der Meßperiode mit einem Querstrich markiert ist. Die Extremwerte und Amplituden der Station Pignone sind zum Vergleich eingezeichnet, bei der Gradientbestimmug jedoch nicht einbezogen. Jeweils rechts oben ist die Anzahl der Tage bestimmter Wettertypen eingezeichnet.

Courtesy of Editors

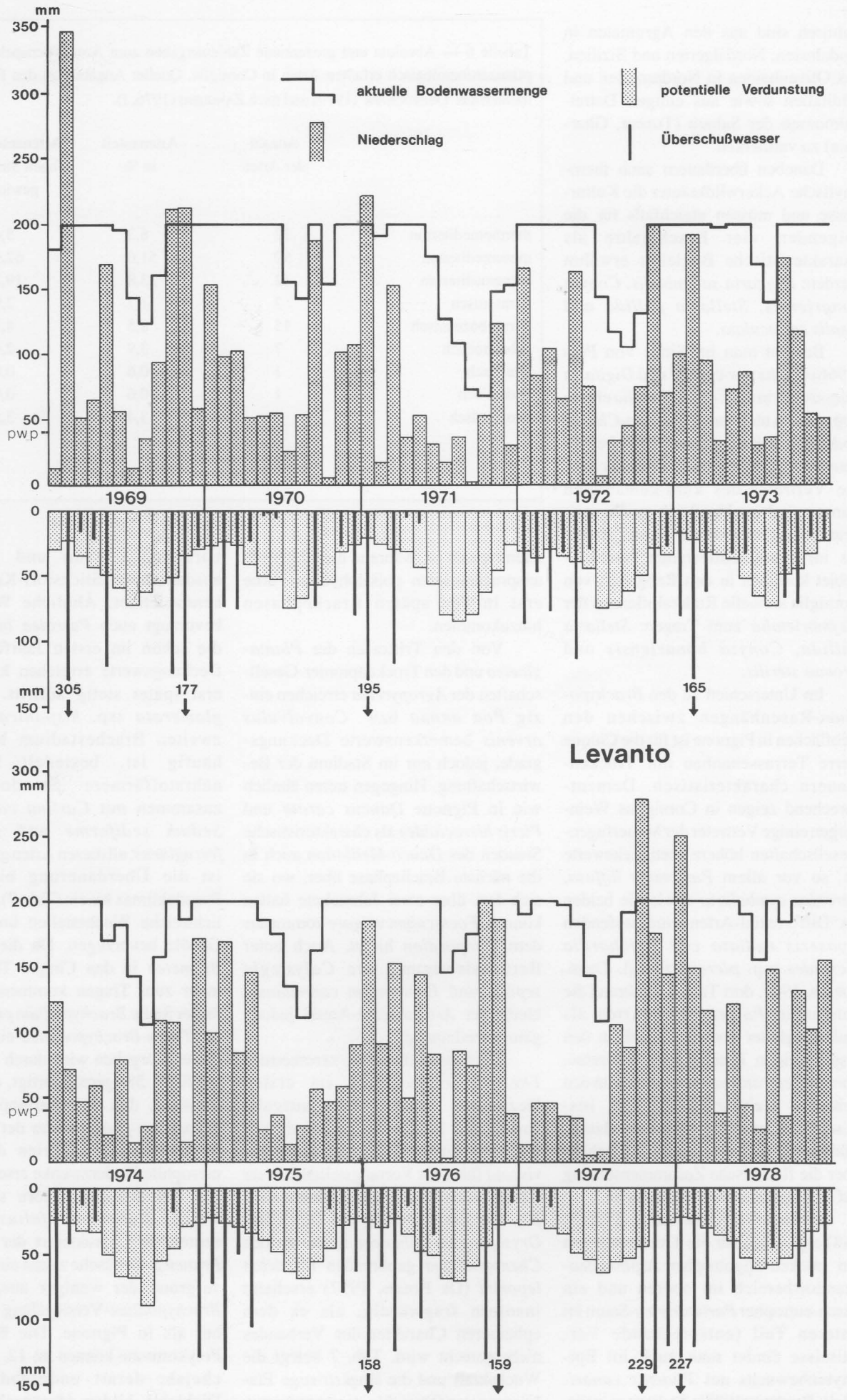


Abb. 32 — Wasserhaushalts-Bilanzierung für die Cinque Terre nach der Berechnungsmethode von SCHMIEDECKEN (1978). Quelle: Daten von Levanto (2 m ü. M.) aus Unterlagen des Serv. Idrografico, Genova. WK = 200 mm; 1 m Bodentiefe in sandigem Lehm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

kulturen sind aus den Agrumeten in Andalusien, Nordalgerien und Sizilien, aus Olivenhainen in Nordtunesien und Süditalien sowie aus einigen Dattelpalmoasen der Sahara (Tozeur, Ghardaia) zu vermerken.

Daneben überdauern auch therophytische Ackerwildkräuter die Kulturphase und müssen gleichfalls für die folgenden vier Brachejahre als charakteristische Begleiter erwähnt werden: *Digitaria sanguinalis*, *Conyza bonariensis*, *Stellaria pallida* und *Oxalis corniculata*.

Bezieht man im Sinne von POLI (1966) *Oxalis pes-caprae* und *Digitaria sanguinalis* in die *Eragrostietalia* ein, so liegt der Anteil an *Polygono-Chenopodietalia*-Kennarten nur noch bei einem Sechstel der Hackwildkräuter, d.h. die Vertreter des kühl-gemäßigten Europa sind im Vergleich zu Pignone deutlich zurückgetreten. Etwas stärker als im supramediterranen Nachbargebiet kommen in den Rebgärten von Corniglia annuelle Ruderalpflanzen der *Sisymbrietalia* zum Tragen: *Stellaria pallida*, *Conyza bonariensis* und *Bromus sterilis*.

Im Unterschied zu den *Brachypodium*-Rasenhängen zwischen den Rebflächen in Pignone ist für die Cinque Terre Terrassenanbau mit Trockenmauern charakteristisch. Dementsprechend zeigen in Corniglias Weinbergen einige Vertreter der Mauerfugen-Gesellschaften höhere Stetigkeitswerte an, so vor allem *Parietaria diffusa*, *Veronica cymbalaria* sowie die beiden als Differential-Arten einzustufenden *Hyoseris radiata* und *Reichardia picroides* ssp. *picroides* (vgl. OBERDORFER, 1969, dort Tab. 1). Während die genannten *Parietarietea*-Arten als Kulturbegleiter und auch noch in den ersten beiden Brachejahren auftreten, kommt *Centranthus ruber* stärker in den späteren Gehölzstadien vor, insbesondere auf eingestürzten Mauertrümmern. Tabelle 8 gibt Aufschluß über die floristische Zusammensetzung auf Weinbergmauern in Corniglia.

Im Sinne von OBERDORFER (1975, S. 148) ergibt sich für die Trockenmauern ein trocken-oligotropher *Asplenietea*-Standortbereich im oberen und ein frisch-eutropher *Parietarietea*-Saum im unteren Teil (entsprechende Verhältnisse findet man auch im Epiphytenbewuchs auf *Phoenix canariensis*, RICHTER, 1985). So liegt es nahe, daß die letztgenannte Gruppe für die gedüngten und umgebrochenen Rebflächen typisch ist, während die edaphisch anspruchsloseren poikilohydren Farne erst in den späten Brachephasen hinzukommen.

Tabelle 6 — Absolute und prozentuale Zahlenangaben zum Arealtypenspektrum der pflanzensoziologisch erfaßten Arten in Corniglia. Quelle: Angaben zu den Florenelementen aus OBERDORFER (1979) und nach ZANGHERI (1976, I).

	Anzahl der Arten	Artenanteil in %	Artenanteil in % nach Stetigkeit gewichtet
thermomediterran	12	6,3	5,4
mesomediterran	90	51,0	62,5
supramediterran	42	23,8	19,7
eurasiatisch	3	1,7	2,0
eurasubozeanisch	15	8,5	4,1
subatlantisch	7	3,9	2,4
atlantisch	1	0,6	0,05
endemisch	1	0,6	0,05
neophytisch	6	3,4	3,8
	178		

Von den Trittrasen der *Plantaginetea* und den Trockenpionier-Gesellschaften der *Agropyretea* erreichen einzig *Poa annua* bzw. *Convolvulus arvenis* bemerkenswerte Deckungsgrade, jedoch nur im Stadium der Bewirtschaftung. Hingegen treten ähnlich wie in Pignone *Daucus carota* und *Picris hieracioides* als charakteristische Stauden des *Dauco-Melilotion* auch in die nächste Brachephase über, wo sie sich fast über zwei Jahrzehnte halten können. *Foeniculum vulgare* kommt aus dem *Onopordion* hinzu. Auch unter Berücksichtigung von *Calystegia sepium* und *Eupatorium cannabinum* bleibt der *Artemisietea*-Anteil jedoch ganz unbedeutend.

Stattdessen treten die xerothermen *Thero-Brachypodietea* im ersten Dezenium nach Kulturaufgabe zunehmend in den Vordergrund. Vor allem die Einbeziehung von *Dittrichia viscosa* führt zur Vorrangstellung dieser Klasse im zweiten Brachestadium (Abb. 33). Die Eingliederung des *Dittrichio-Oryzopsietum miliaceae* in die zu den *Chenopodietea* gehörenden *Hordeion leporini* (DE BOLOS, 1957) erscheint insofern fragwürdig, als es dem ephemeren Charakter des Verbandes nicht gerecht wird. Tab. 7 belegt die Wuchskraft und die längerfristige Etablierung von *Dittrichia*, die im gesamten Mittelmeergebiet auf Ruderalstellen wie auch im Brachland massenhaft vorkommen kann und hier die ausdauernden Stickstoff-Krautfluren kennzeichnet. Ähnliche Wuchsorte bevorzugt auch *Psoralea bituminosa*, die schon im ersten Jahrfünft hohe Deckungswerte erreichen kann, aber erst später stetig auftritt. *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica*, die im zweiten Brachestadium besonders häufig ist, besiedelt hingegen nährstoffärmere Standorte, oft zusammen mit *Carlina corymbosa*, *Sedum sediforme* und *Dianthus ferrugineus*; all diesen Arten gemeinsam ist die Überdauerung bis in die Pseudoklimax hinein (Tab. 7), wobei sie lichtreiche Wuchsstellen im lückigen Gehölz bevorzugen. Da die *Festuco-Brometea* in den Cinque Terre nicht mehr zum Tragen kommen, wird an dieser Stelle *Brachypodium pinnatum* in die *Thero-Brachypodietea* einbezogen; dieses Vorgehen wird durch DE BOLOS (1970, S. 58) gerechtfertigt, der darauf hinweist, daß das thermophile *Brachypodium phoenicoides* der Provence im feuchteren Ligurien durch die mesophile Fiederzwenke ersetzt wird.

Bei den Sträuchern stellt sich wieder *Rubus ulmifolius* als bedeutendste Charakterart der *Rhamno-Prunetea*-Gebüsche zuerst ein und zwar aufgrund der weniger ausgeprägten *Brachypodium*-Versiegelung etwas früher als in Pignone. Die Brombeer-Polykormone können im 12. - 25. Brachejahr derart undurchdringliche Dickichte bilden (durchschnittlicher Deckungswert 53%), daß es nicht verwundert, wenn sich hier vorerst nur

Courtesy of Editors

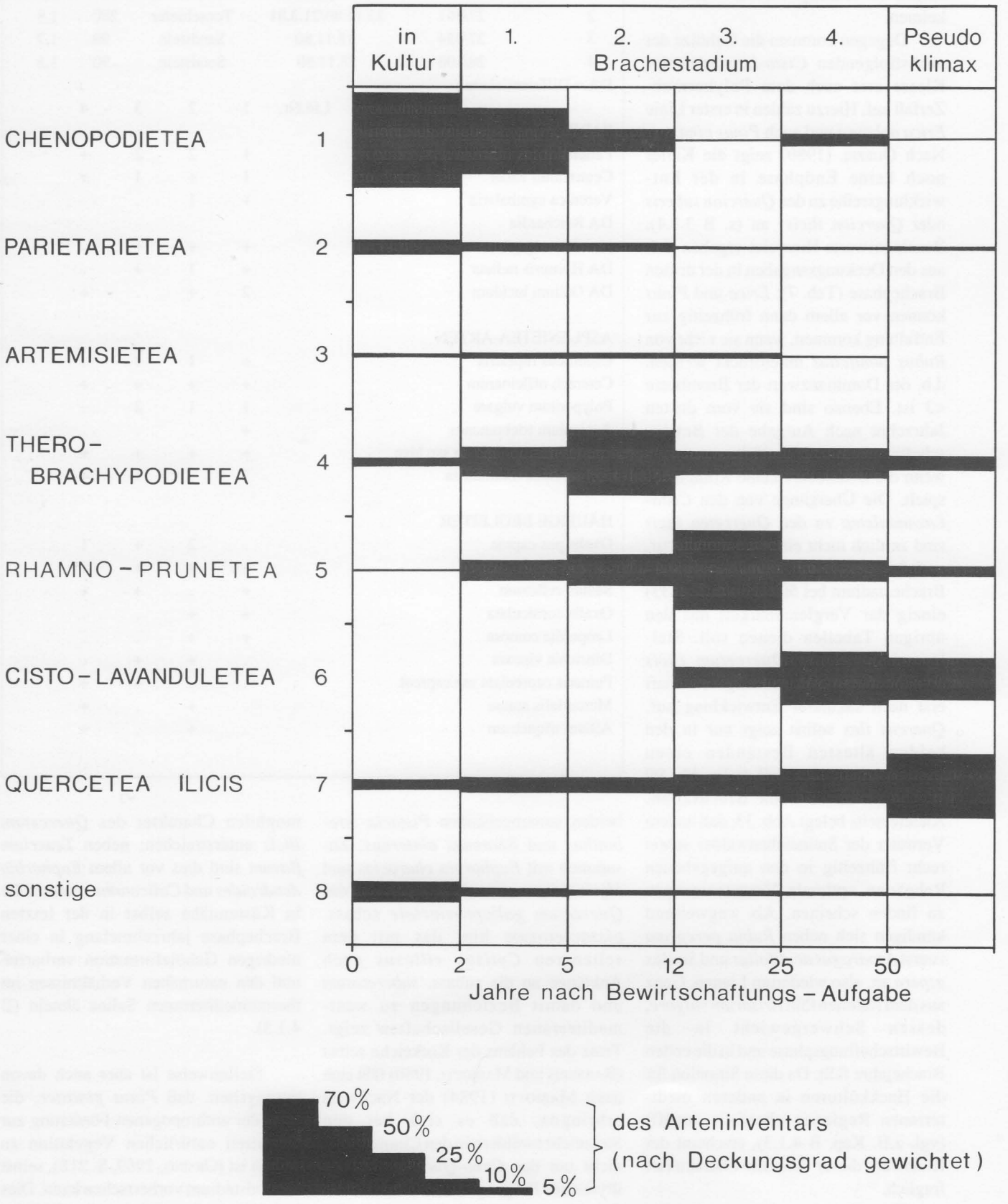


Abb. 33 — Prozentualer Anteil der pflanzensoziologischen Zugehörigkeit der in Tab. 7 enthaltenen Arten von Corniglia auf Klassen-Ebene unter Berücksichtigung der verschiedenen Brachestadien.

Courtesy of Editors

Clematis vitalba, *Hedera helix* und *Rubia peregrina* durchsetzen. Diese Lianen, von denen die beiden erstgenannten als weitere Mantel-Arten auch später von Belang bleiben, können bereits im schattigen Unterwuchs aufkeimen.

Dagegen kommen die Gehölze der nächstfolgenden *Cisto-Lavanduletea*-Klasse erst nach dem Polykormon-Zerfall auf. Hierzu zählen in erster Linie *Erica arborea* und auch *Pinus pinaster*. Nach QUEZEL (1980) zeigt die Kiefer noch keine Endphase in der Entwicklungsreihe zu den *Quercion suberis* oder *Quercion ilicis* an (s. B 3.1.4). Beachtenswerte Hinweise ergeben sich aus den Deckungsangaben in der dritten Brachephase (Tab. 7); *Erica* und *Pinus* können vor allem dann frühzeitig zur Entfaltung kommen, wenn sie nicht von *Rubus ulmifolius* unterdrückt werden, d.h. der Dominanzwert der Brombeere <3 ist. Ebenso sind sie vom dritten Jahrzehnt nach Aufgabe der Bewirtschaftung an nur dann stärker vertreten, wenn die Brombeere keine Rolle mehr spielt. Die Übergänge von den *Cisto-Lavanduletea* zu den *Quercetea ilicis* sind zeitlich nicht eindeutig festlegbar, so daß die Grenze zwichen dem 4. und 5. Brachestadium bei 50 Jahren (Abb. 33) einzig der Vergleichbarkeit mit den übrigen Tabellen dienen soll. Stellenweise tritt das *Quercetum ilicis galloprovinciale* als Klimaxgesellschaft erst nach säkularer Entwicklung auf. *Quercus ilex* selbst zeigt nur in den beiden ältesten Beständen einen dichteren Kronenschluß (>3), d.h. 90 bzw. 100 Jahre nach Brachfallen. Andererseits belegt Abb. 33, daß andere Vertreter der Steineichenwälder schon recht frühzeitig in den aufgegebenen Rebgärten optimale Voraussetzungen zu finden scheinen. Als wegweisend kündigen sich neben *Rubia peregrina* zuerst *Asparagus acutifolius* und *Smilax aspera* an, also wiederum Lianen. Ganz aus dem Rahmen fällt *Arisarum vulgare*, dessen Schwergewicht in die Bewirtschaftungsphase und in die ersten Brachejahre fällt. Da diese Situation für die Hackkulturen in anderen mediterranen Regionen ebenfalls zutrifft (vgl. z.B. Kap. B 4.1.3), erscheint der Kennwert dieser Klassen-Charakterart fraglich.

Erst in den letzten beiden Brachestadien erlangen thermophile Baumarten der *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* (RIVAS-MARTINEZ, 1974) einen zunehmenden Anteil, so vor allem die beiden namengebenden *Pistacia terebinthus* und *Rhamnus alaternus*. Zusammen mit *Euphorbia characias* und *Myrtus communis* deuten sie auf das *Quercetum galloprovinciale* subass. *pistacietosum* hin, das mit dem selteneren *Cytisus villosus* auch Anklänge an die subass. *suberetosum* und damit Beziehungen zu westmediterranen Gesellschaften zeigt. Trotz des Fehlens der Korkeiche selbst (BARBERIS und MARIOTTI, 1980) läßt sich nach MARIOTTI (1984) der Nachweis erbringen, daß es sich bei den Steineichenwäldern in den Cinque Terre nicht um das *Orno-Quercetum ilicis* illyrischer Prägung handelt, wie es von OBERDORFER (1967, S. 94) und von DE BOLOS (1970, S. 70) für die übrige ligurische Küste beschrieben wurde.

Daneben sei auf die *Oleo-Ceratonion*-Kennarten verwiesen, die den thermophilen Charakter des *Quercetum ilicis* unterstreichen: neben *Teucrium flavum* sind dies vor allem *Euphorbia dendroides* und *Calicotome spinosa*, die in Küstennähe selbst in der letzten Brachephase jahrzehntelang in einer niedrigen Gehölzformation verharren und den naturnahen Verhältnissen im thermomediterranen Salina ähneln (B 4.1.3).

Stellenweise ist aber auch davon auszugehen, daß *Pinus pinaster*, die trotz der anthropogenen Förderung zur potentiell natürlichen Vegetation zu zählen ist (ORSINO, 1969, S. 218), selbst im Endstadium vorherrschen kann. Dies betrifft insbesondere die Wälder oberhalb 250 m ü. M., wo die ziemlich feuerresistente Kiefer gelegentliche Flächenbrände recht gut übersteht.

Tabelle 8 — Das *Parietarietum judaicae* auf Weinbergmauern in Corniglia

Lfd. Nr.	Katasternummer	Aufnahmedaten	Gestein	m ü. M.	m ü. Gr.
1	23-407/23-357	20.11.80/5.4.81	Kalkschiefer	150	1,5
2	27/561	23.11.80/21.3.81	Tonschiefer	280	1,8
3	27/424	18.11.80	Sandstein	90	1,7
4	28/108	28.11.80	Sandstein	90	1,5

DA = Differentialarten

Lfd.Nr.	1	2	3	4
PARIETARIETEA-ARTEN				
Parietaria diffusa	1	2	2	+
Centranthus ruber	1	+	1	+
Veronica cymbalaria	+	1	.	.
DA Reichardia picroides ssp.picr.	+	+	+	.
DA Hyoseris radiata	+	1	+	.
DA Galium lucidum	2	+	.	+
ASPLENIETEA-ARTEN				
Umbilicus rupestris	+	1	1	.
Ceterach officinarum	+	+	+	+
Polypodium vulgare	1	1	2	.
Asplenium trichomanes	+	.	.	.
DA Dactylis glomerata ssp.hisp.	+	+	+	+
DA Psoralea bituminosa	1	.	+	+
HÄUFIGE BEGLEITER				
Oxalis pes-caprae	.	2	+	1
Arisarum vulgare	+	+	+	+
Sedum reflexum	+	.	+	+
Oxalis corniculata	+	+	.	.
Leopoldia comosa	+	+	.	.
Dittrichia viscosa	.	+	+	.
Fumaria capreolata ssp.capreol.	.	.	+	+
Mercurialis annua	.	+	.	+
Allium triquetrum	.	+	.	+

Courtesy of Editors

Die Berechnung der Heterogenität[1] (H' nach SHANNON, 1976) bzw. der daraus abgeleiteten Evenness[2] (E', sog. "Gleichverteilungsgrad", s. FISCHER, 1982 und HAEUPLER, 1982) zeigt für die Pseudoklimax-Gesellschaft in der letzten Brachephase im Mittel eine geringe Diversität im Artengefüge (vgl. Tab. 15, mesomediterran B V). Diese Gleichförmigkeit kommt durch den hohen Anteil monotypischer Kiefern-Gehölze zustande (s. Kap. B 3.1.4). Jedoch zeigen die Schlußassoziationen eine hohe Standardabweichung bei der Evenness (vgl. Abb. 34, Werte zwischen 0,17 und 0,67). Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Abstufung in der Gesellschaftsstruktur auf Ebene der Subassoziation bzw. Fazies. In den Cinque Terre läuft die soziologische Sukzession auf eine thermomediterran beeinflußte, artenreiche Variante in tieferen und eine eindeutig mesomediterrane, artenarme in mittleren Hanglagen hinaus (Abb. 34, Erklärung in B 3.1.4).

Dennoch liegt eine klare Zugehörigkeit zu den *Quercetea ilicis* vor. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß Begleiter, die keine oder nur eine vage soziologische Einordnung erlauben, in Corniglia wesentlich unbedeutender sind als in Pignone und Salina (vgl. Abb. 33 mit Abb. 19 und Abb. 53, Anteil der "sonstigen" Begleiter).

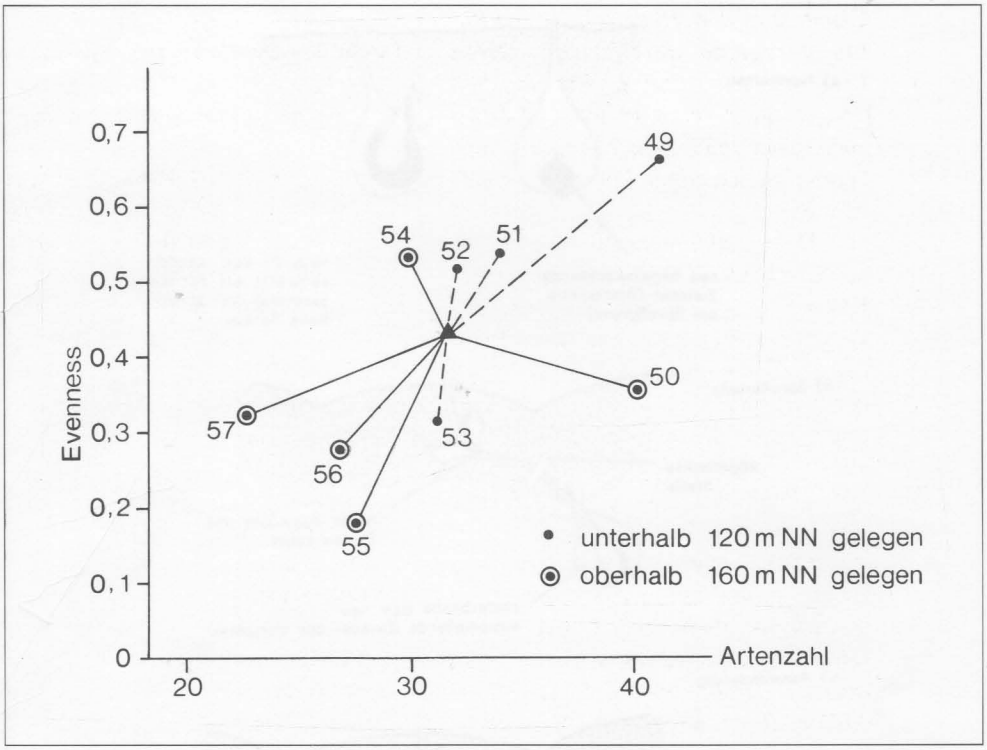


Abb. 34 — Beziehung zwischen Evenness (Gleichverteilungsgrad) und Artenzahl im letzten Brachestadium (die Zahlen beziehen sich auf die Lfd. Nummern der Pflanzenaufnahmen in Tab. 7). Die artenarmen, gleichförmigen Kiefernbestände bilden im Diagramm einen Schwerpunkt unten links, während die artenreichen und standortkomplexen Baumwolfsmilch - Macchien der tieferen Lagen oben rechts stärker vertreten sind.

B 3.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORM-SPEKTREN UND MERKMALE DER BEWALDUNG

Analog zu der längerfristigen *Chenopodietea*-Vorherrschaft bleiben therophytische und geophytische Unkräuter bis ins vierte Brachejahr im Flächenanteil dominierend. Während sich die Annuellen-Flora aus vielen Arten zusammensetzt, tragen zwei Zwiebelpflanzen die Lebensformen-Gruppe der Kryptophyten nahezu alleine: *Arisarum vulgare* und *Oxalis pes-caprae*.

Letztere zeichnet sich während der Bewirtschaftung und in den ersten beiden Brachephasen nicht nur durch hohe Stetigkeit aus, sondern tritt dort, wo sie vorkommt, durchweg massenhaft auf (s. Kap. B 3.1.3). Eine Erklärung für die hohen Anteile wird durch die morphologische Kennzeichnung vegetativer Ausbreitungsmöglichkeiten gegeben, wobei zwei Beispiele die Förderung durch Hackbau verdeutlichen sollen (Abb. 35). Hinweise über die Wurzelsprossung und Zwiebelknospung finden sich weiterhin bei GALIL (1968).

Obwohl *Oxalis* eine starke Dominanz zeigen kann, geht damit keineswegs eine Bodenversiegelung einher, wie sie für Rasenkolonien beschrieben wurde. In Abb. 37 zeigen die beiden unteren Terrassen trotz dichten Sauerkleebewuchses genügend Freistellen für die Einwanderung anderer Pflanzen. Entsprechendes gilt für alle Therophyten und Geophyten mit hohen Deckungswerten. Hinzu kommt, daß die Entwicklungszeit zwischen Keimung bzw. Sprießen und Fruchtreife bei beiden Lebensformen in den Zeitraum von Oktober bis April fällt, während sie in der trocken-warmen Jahreszeit verwelkt bzw. untergraben sind, so daß zu dieser Periode der Boden für die Ansamung potentieller Invasoren offenliegt. Somit ist die Ursache für verzögertes Aufkommen mehrjähriger Pflanzen nicht in einer langfristigen Verdämmung durch Thero- und Geophyten zu suchen.

Hemikryptophyten zeigen in den Cinque Terre insofern während der ersten Brachejahre erhebliche Etablierungsschwierigkeiten, als erhöhte Evaporationsraten in den Sommermonaten zu einer tiefgreifenden Bodenaustrocknung führen. Das offene Verteilungsmuster mehrjähriger Stauden, das Abb. 38 auf den vier oberen Terrassen nach drei- bzw. achtjähriger Bewirtschaftungsaufgabe erkennen läßt, entspricht keineswegs den Besiedlungsmöglichkeiten, die durch Freiflächen vorgegeben sind. Abgesehen von den ungünstigeren Voraussetzungen im Boden-Wasserhaushalt wird in den Cinque Terre die Einwanderung von Hemikryptophyten durch das niedrige Artenpotential der unmittelbar angrenzenden Rebmauern eingeschränkt. Von hier aus dringen einzig *Psoralea bituminosa* (vgl. Abb. 36), *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* und *Galium lucidum* in größeren Mengen in die brachgefallenen Rebflächen ein - im Vergleich zu den

---

1 $$H' = - C \sum_{i=1}^{S} \frac{Ni}{N} \ln \frac{Ni}{N}$$

mit N = Menge aller Arten, hier: Schätzung n. BRAUN-BLANQUET
Ni = Menge der i-ten Art
S = Gesamtartenzahl
C = 1

2 $$E' = \frac{H'}{\ln S}$$

Courtesy of Editors

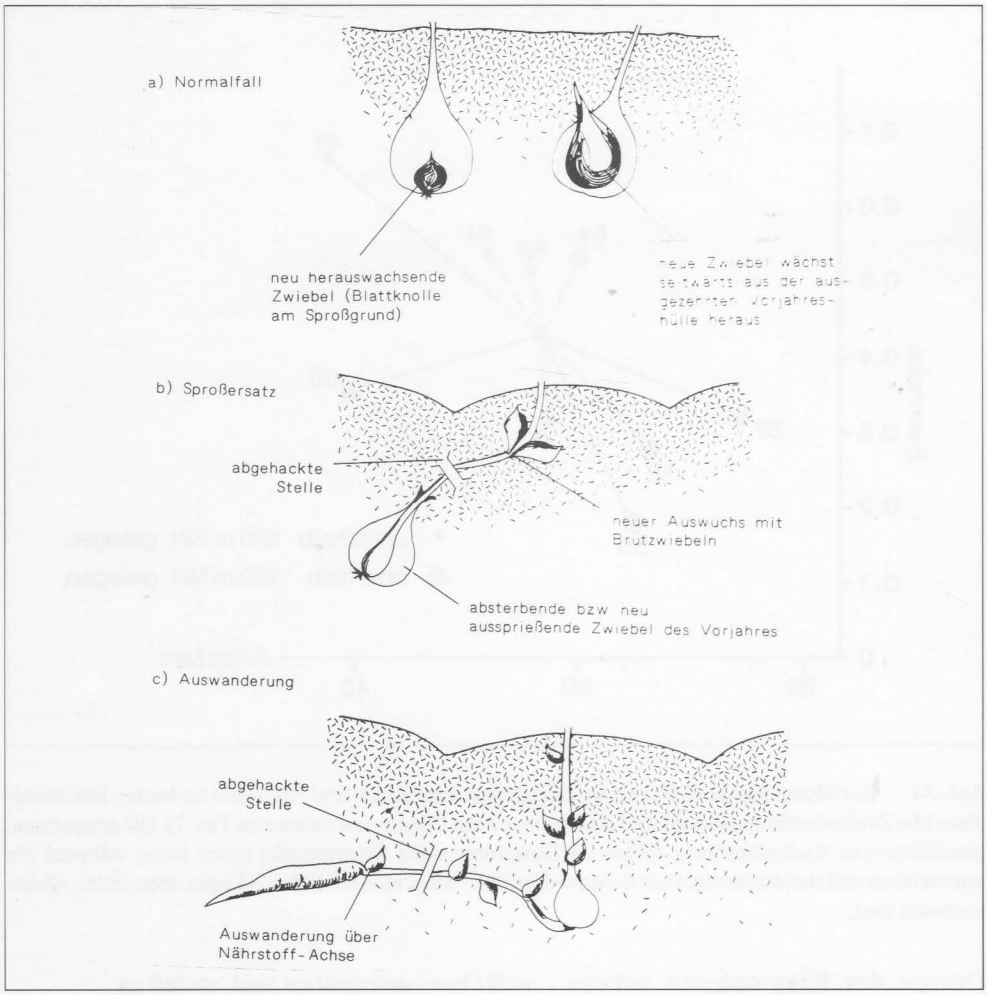


Abb. 35 — Beispiele der vegetativen Regeneration von *Oxalis pes-caprae* unter besonderer Berücksichtigung der Hackbau-Förderung (b und c).

Rasenhängen von Pignone ein recht bescheidenes und wenig vitales Angebot. Erst im sechsten Brachejahr kommen Hemikryptophyten zur Vorherrschaft. Sie hält sich bis Ende des zweiten Stadiums; in der Folgezeit stagnieren Stauden bei ungefähr einem Zehntel der Gesamtdeckung. Das kurze Optimum mehrjähriger Wildkraut-Gesellschaften wird fast zu einem Viertel von *Dittrichia viscosa* getragen (durchschnittlich 23%, s. Abb. 39 und 40), deren starke Ausbreitung auf den offenen Bracheböden zum einen im massenhaften Anflug der leichten Samen, zum anderen im breiten ökologischen Spektrum dieser Art begründet liegt.

Zeichnet sich also in der zweiten Brachephase eine *Dittrichia* (syn. *Cupularia*)-Staudenformation ab, so wird die dritte durch Brombeer-Gebüsch gekennzeichnet, das mit seinem Lianenreichtum (*Rubia*, *Asparagus*, *Smilax*) zu den Macchien vermittelt. Auch hier zeigt sich wieder im Gegensatz zu Pignone eine markantere, aber vergleichsweise etwas kürzere Dominanz durch eine einzelne Art. Der Polykormonzerfall setzt hier etwa fünf Jahre früher ein als im supramediterranen Hinterland. Die klar begrenzte Zeitspanne eines *Rubus*-Optimums in Corniglia hängt möglicherweise mit dem Fehlen anderer konkurrenzstarker Herdbildner zusammen, die die zentral-periphere Ausweitung der Brombeere verlangsamen würden. Zwar kommt es auch in den Cinque Terre zu *Brachypodium*-reichen Fazies, jedoch setzt sich die Fiederzwenke wegen des Fehlens zwischengeschalteter Hänge mit anthropogen geförderten Halbtrockenrasen erst in der vierten Brachephase mit großer Stetigkeit durch (Tab. 7). Dies vollzieht sich also nach der Massenverbreitung durch *Rubus ulmifolius*, d.h. zu einem Zeitpunkt, in dem sich *Erica arborea* und *Pinus pinaster* schon vor einer drohenden *Brachypodium*-Versiegelung im Polykormon-Keimbett etabliert haben.

Damit ist bereits die frühe Bewaldung angedeutet, die in Corniglia zwischen dem 2. und 4. Brachejahrzehnt rascher fortschreitet als in Pignone (s. Tab. 9). Hinsichtlich der beiden dominierenden Baumarten zeigt die bioklimatische Situation in Corniglia sowohl für *Pinus pinaster* als auch für *Quercus ilex* recht günstige Voraussetzungen (s. Abb. 41, Bezugsstation für die umgerechneten pluviothermischen Kennwerte von Corniglia ist Levanto). Dies betrifft besonders die subhumiden Verhältnisse, die von der Kiefer und der Steineiche bevorzugt werden. Hierbei zeigt *Quercus ilex* ebenso wie bei den Nährstoffansprüchen zwar eine größere Spannweite als Pinus pinaster, letzterer kommen jedoch die silikatreichen Böden im Untersuchungsgebiet zustatten (zur Ökologie der Steineiche vgl. BARBERO, LOISEL, 1980 und QUEZEL, 1976 bzw. der Kiefer vgl. LOISEL, 1976 und QUEZEL, 1980).

Aufschluß über den Baumaufwuchs sollen die Detailkartierungen in Abb. 42 c geben, wobei Interpretationen zum Wettbewerbsverhalten von Kiefer und Steineiche von besonderem Interesse sind. Das genauer untersuchte Gebiet eignet sich insofern, als hier einheitliches Ausgangsgestein zugrunde liegt (nährstoffarme, eozäne Sandsteine). Die Sukzession beginnt hier mit offenen *Digitaria-Stellaria*-Wildkrautfluren, die ebenso wie das folgende Staudenstadium mit *Dittrichia* und *Dactylis* als häufigste Arten den Boden im ersten Brachejahrzehnt nicht einmal zur Hälfte überdecken. Eine frühzeitige Sameneinbringung durch

Tabelle 9 — Baumkronenüberschirmung in Abhängigkeit vom Brachealter (Grundlage: Auswertungen der Tabellen 5 und 7)

Brachejahre	20	30	40	50	60	80*	100**
Corniglia	11%	31%	43%	51%	56%	-	65%
Pignone	3%	17%	33%	55%	61%	63%	-

*(Max. in Pig.) **(Max. in Cor.)

Courtesy of Editors

Abb. 36 — Verteilungsmuster von Wildkräutern auf einer Rebterrasse. Die Rechtecke in der Parzelle geben die Lage von Kompostgräben an, die nur mit einer dünnen bzw. garkeinen Bodenschicht überdeckt sind. Pfeil: Eingang in den Rebgarten. Die Terrasse wird an der Oberseite von einer aufsteigenden, auf der Unterseite von einer abfallenden Mauer begrenzt.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

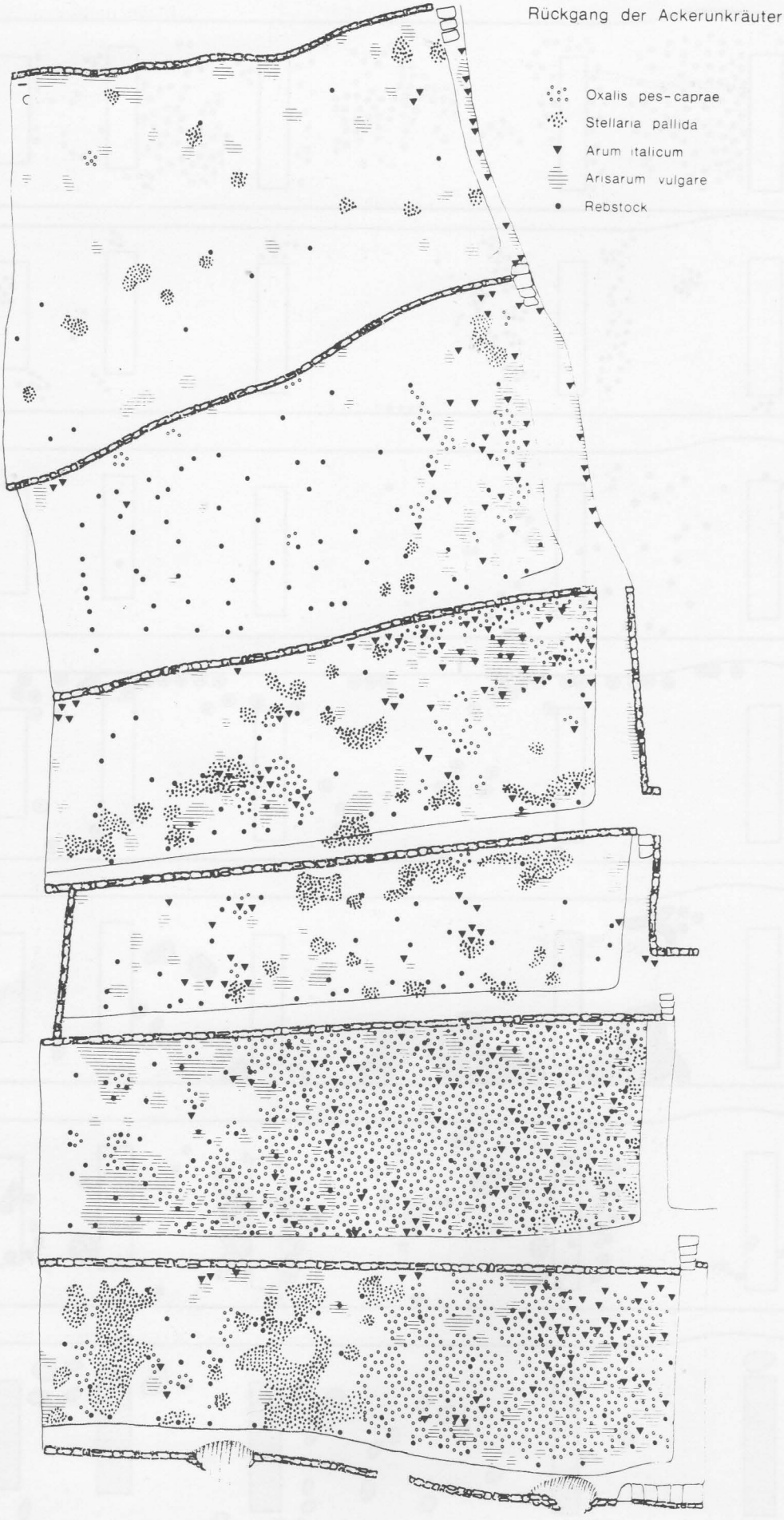
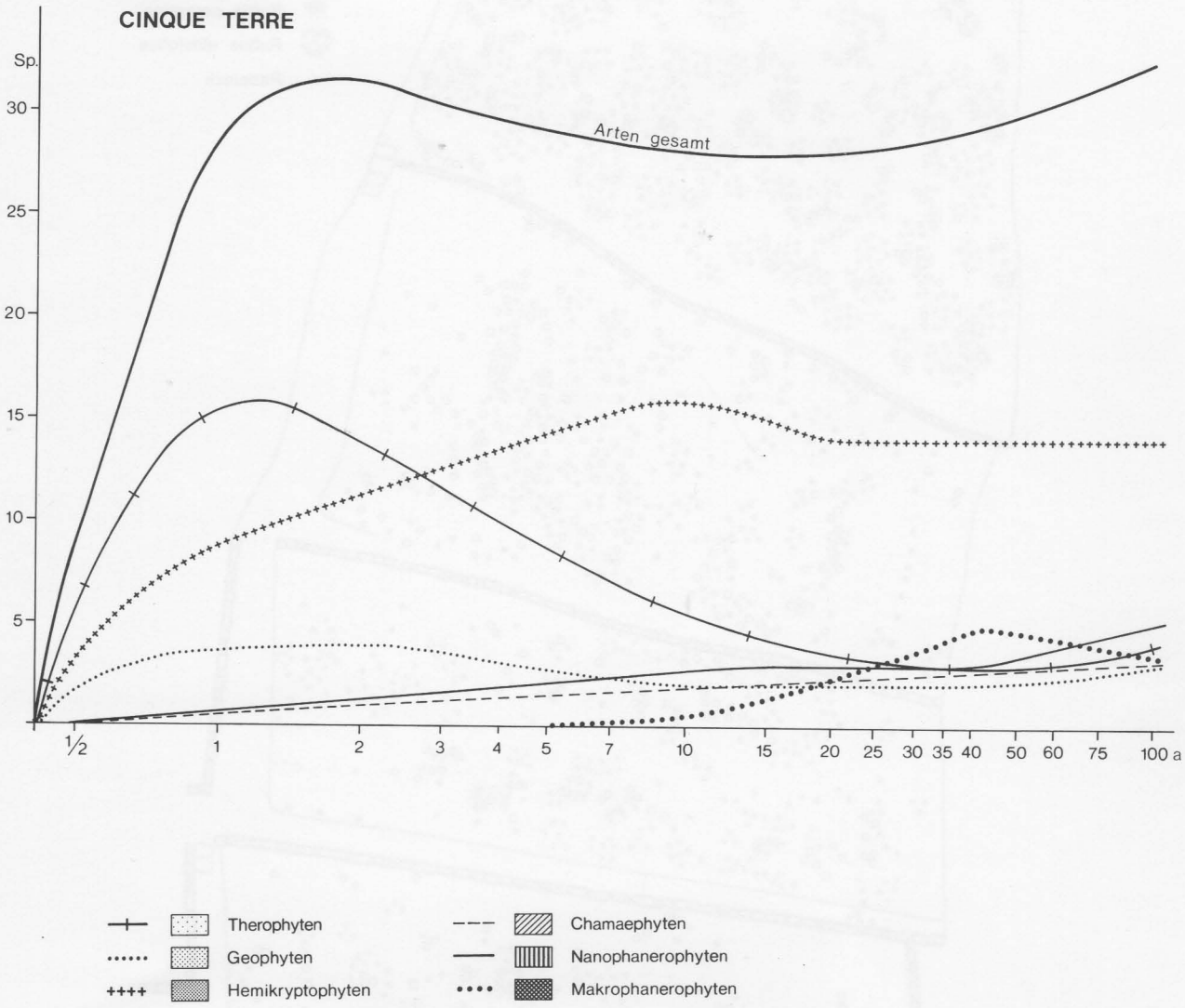


Abb. 37 — Verteilung der vorherrschenden Ackerwildkräuter auf sechs Rebterrassen in Corniglia (von unten nach oben ansteigend, unterste Mauer an zwei Stellen zusammengebrochen). Letzter Umbruch auf den beiden untersten Terrassen ein Jahr, auf den drei mittleren vier Jahre und auf der oberen sieben Jahre vor der Aufnahme (Erhebung im April 1981).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Abb. 38 — Verteilung der vorherrschenden Stauden und Sträucher auf den sechs Rebterrassen in Corniglia (vgl. Abb. 37).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors



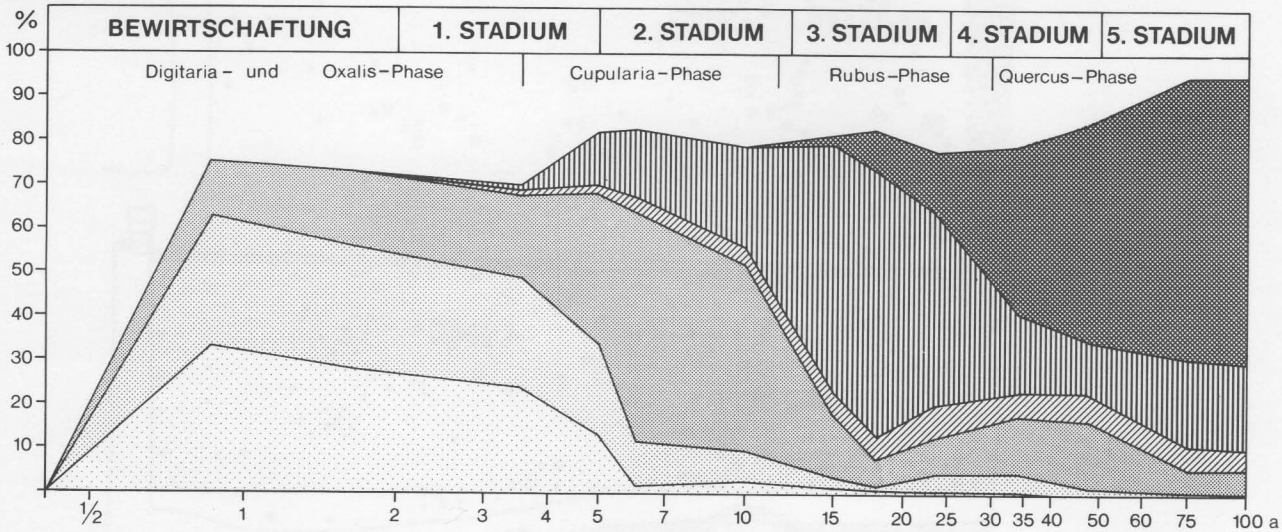


Abb. 39 — Lebensformen-Veränderung in aufgegebenen Rebgärten Corniglias in Abhängigkeit vom Brachestadium. Oben: Veränderung der Artenanteile; unten: Veränderung der Deckungsanteile.

Courtesy of Editors

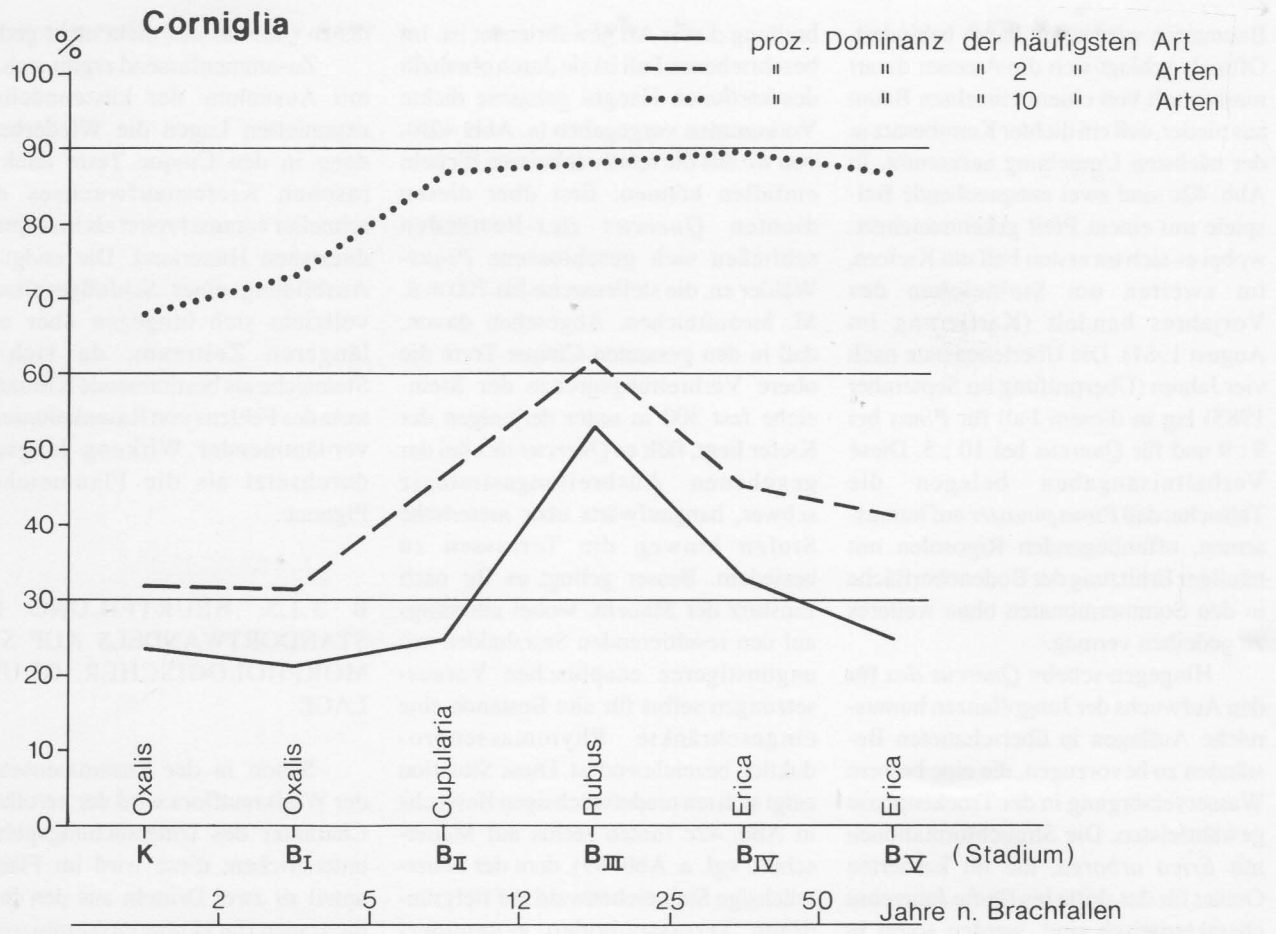


Abb. 40 — Prozentuale Überdeckung der vorherrschenden Art bzw. Arten während des Kulturstadiums und der verschiedenen Brachestadien in Corniglia.

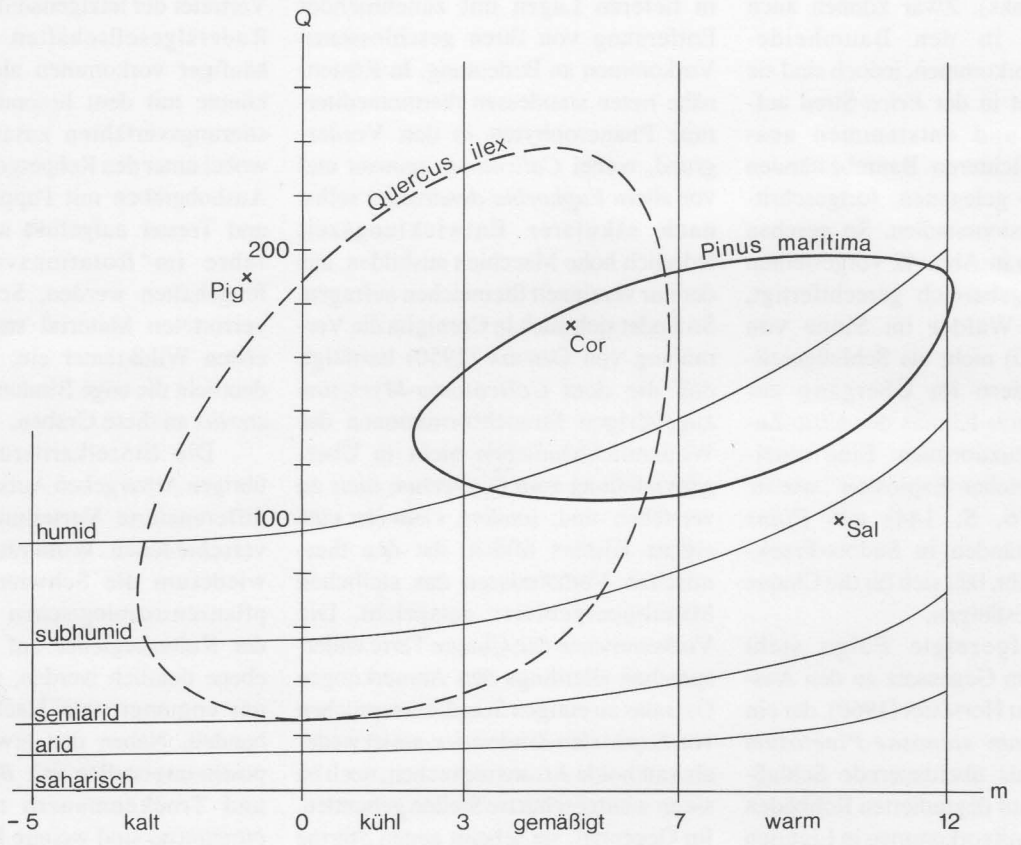


Abb. 41 — Zuordnung des klimaökologischen Verbreitungsspektrums von *Quercus ilex* und *Pinus pinaster* in das pluviothermische Klimagramm nach EMBERGER.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Baumarten wird somit kaum behindert. Oftmals schlägt sich die Aussaat derart massenhaft von einem einzelnen Baum aus nieder, daß ein dichter Keimbesatz in der nächsten Umgebung aufkommt. In Abb. 42c sind zwei entsprechende Beispiele mit einem Pfeil gekennzeichnet, wobei es sich im ersten Fall um Kiefern, im zweiten um Steineichen des Vorjahres handelt (Kartierung im August 1981). Die Überlebensrate nach vier Jahren (Überprüfung im September 1985) lag in diesem Fall für *Pinus* bei 9 : 9 und für *Quercus* bei 10 : 5. Diese Verhältnisangaben belegen die Tatsache; daß *Pinus pinaster* auf humusarmen, offenliegenden Rigosolen mit häufiger Erhitzung der Bodenoberfläche in den Sommermonaten ohne weiteres zu gedeihen vermag.

Hingegen scheint *Quercus ilex* für den Aufwuchs der Jungpflanzen humusreiche Auflagen in überschatteten Beständen zu bevorzugen, die eine bessere Wasserversorgung in der Trockenphase gewährleisten. Die Strauchformationen mit *Erica arborea*, die im kartierten Gebiet für das dritte bis fünfte Jahrzehnt charakteristisch sind, werden somit in erster Linie von Kiefern überschirmt, die sich bereits kurz nach Bewirtschaftungsaufgabe eingestellt haben (vgl. lfd. Nr. 40, 43, 46, 50, 57 in Tab. 7 und in Abb. 42c unten links). Zwar können auch Steineichen in den Baumheide-Gebüschen vorkommen, jedoch sind sie durchweg erst in der *Erica*-Streu aufgewachsen und entstammen ausschließlich dichteren Baumbeständen aus oberhalb gelegenen, fortgeschrittenen Sukzessionsstadien. So gesehen ist es für den in Abb. 42 vorgestellten Untersuchungsbereich gerechtfertigt, die Kiefern-Wälder im Sinne von QUEZEL (1980) nicht als Schlußgesellschaft, sondern im Übergang zur *Quercetum ilicis*-Klimax den *Cisto-Lavanduletea* zuzuordnen. Eine regelrechte "Steineichen-Explosion", wie sie LOISEL (1976, S. 144) aus *Pinus pinaster*-Beständen in Südost-Frankreich beschreibt, läßt sich für die Cinque Terre nicht bestätigen.

Die aufgezeigte Folge steht keineswegs im Gegensatz zu den Ausführungen von HOFMANN (1960), der ein "*Euphorbietum spinosae-Pinetosum maritimae*" als überdauernde Schlußgesellschaft auf degradierten Rohböden über Serpentinitvorkommen in Ligurien beschreibt. Denn die Etablierung der Steineichenwälder setzt voraus, daß eine günstige Provenienzlage für die Verbreitung dieser Art gewährleistet ist. Im beschriebenen Fall ist sie durch oberhalb des kartierten Hanges gelegene dichte Vorkommen vorgegeben (s. Abb. 42b), von wo aus die relativ schweren Eicheln einfallen können. Erst über diesen dichten *Quercus ilex*-Beständen schließen sich geschlossene *Pinus*-Wälder an, die stellenweise bis 700 m ü. M. hinaufreichen. Abgesehen davon, daß in den gesamten Cinque Terre die obere Verbreitungsgrenze der Steineiche fast 300 m unter derjenigen der Kiefer liegt, fällt es *Quercus ilex* bei der gegebenen Ausbreitungsstrategie schwer, hangaufwärts über meterhohe Stufen hinweg die Terrassen zu besiedeln. Besser gelingt es ihr nach Einsturz der Mauern, wobei allerdings auf den resultierenden Sturzhalden mit ungünstigeren edaphischen Voraussetzungen selbst für alte Bestände eine eingeschränkte Phytomassenproduktion bezeichnend ist. Diese Situation zeigt sich am niederwüchsigen Bewuchs in Abb. 42c (unten rechts auf Mauerschutt, vgl. a. Abb. 89), dem der höherwüchsige Steineichenwald auf tiefgründigen Terrassenböden gegenüberzustellen ist (s. Abb. 42c, oben links). Erweist sich in Meereshöhen über 300 m ü. M. die Kiefer bei der Brachland-Sukzession als sehr vital, so verliert sie in tieferen Lagen mit zunehmender Entfernung von ihren geschlossenen Vorkommen an Bedeutung. In Küstennähe treten stattdessen thermomediterrane Phanerophyten in den Vordergrund, wobei *Calicotome spinosa* und vor allem *Euphorbia dendroides* selbst nach säkularer Entwicklungszeit lediglich hohe Macchien ausbilden, aus der nur vereinzelt Steineichen aufragen. So findet sich auch in Corniglia die Vermutung von OZENDA (1950) bestätigt, daß die dem *Calicotomo-Myrtetum* zugehörigen Strauchformationen der Wolfsmilchbäumchen nicht in Übergangsstellung zum *Quercetum ilicis* zu verstehen sind, sondern vielmehr eine eigene Klimax bilden, die den thermischen Verhältnissen des südlichen Mittelmeergebietes entspricht. Die Vorkommen in den Cinque Terre widersprechen allerdings den Anmerkungen Ozendas zu einigen Standortansprüchen von *Euphorbia dendroides*: sie ist weder als kalkholde Art anzusprechen, noch ist sie an windgeschützte Stellen gebunden. Im Gegenteil, sie scheint gegen Stürme mit Salzstaub bei Scirocco und Ponente bestens gewappnet zu sein und tritt gehäuft an exponierten Stellen auf, an denen *Quercus ilex* nicht mehr gedeiht.

Zusammenfassend ergibt sich, daß mit Ausnahme der küstennächsten, exponierten Lagen die Wiederbewaldung in den Cinque Terre dank des raschen Kiefernaufwuchses noch schneller voranschreitet als im supramediterranen Hinterland. Die endgültige Ausbildung einer Schlußgesellschaft vollzieht sich hingegen über einen längeren Zeitraum, da sich die Steineiche als bestimmende Klimax-Art trotz des Fehlens von Rasenkolonien mit verdämmender Wirkung langsamer durchsetzt als die Flaumeiche in Pignone.

B 3.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE

Schon in der Zusammensetzung der Wildkrautflora wird der xerotherme Charakter des Untersuchungsgebietes unterstrichen; diese wird im Flächenanteil zu zwei Dritteln aus den in mediterranen Hackkulturen dominierenden *Eragrostietalia* gestellt, und auch die übrigen Arten, die dem *Fumario-Euphorbion* und den *Sisymbrietalia* entstammen, sind wärmebedürftig. Daß Vertreter der letztgenannten nitrophilen Ruderalgesellschaften in Corniglia häufiger vorkommen als in Pignone, könnte mit dem besonderen Kompostierungsverfahren zusammenhängen, wobei unter den Rebpergolen metertiefe Aushubgräben mit Pappkartons, Laub und Trester aufgefüllt und über zwei Jahre im 'Rotationsverfahren offengehalten werden. Schon auf dem verrotteten Material stellen sich die ersten Wildkräuter ein; Abb. 36 verdeutlicht die enge Bindung von *Bromus sterilis* an diese Gräben.

Die Einzelkartierungen zu den übrigen Arten geben Aufschluß über das differenzierte Verteilungsmuster der verschiedenen Wildkräuter, wodurch wiederum die Schwierigkeiten von pflanzensoziologischen Zuordnungen der Kulturbegleiter auf Assoziationsebene deutlich werden, sobald es sich um engumgrenzte Hackbauparzellen handelt. Neben den erwähnten Kompostierungsstellen mit *Bromus sterilis* und Trockenmauern mit *Psoralea bituminosa* sind weitere Kleinstnischen auszumachen, die von bestimmten Arten bevorzugt werden. So tritt *Fumaria capreolata* verstärkt auf dem

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

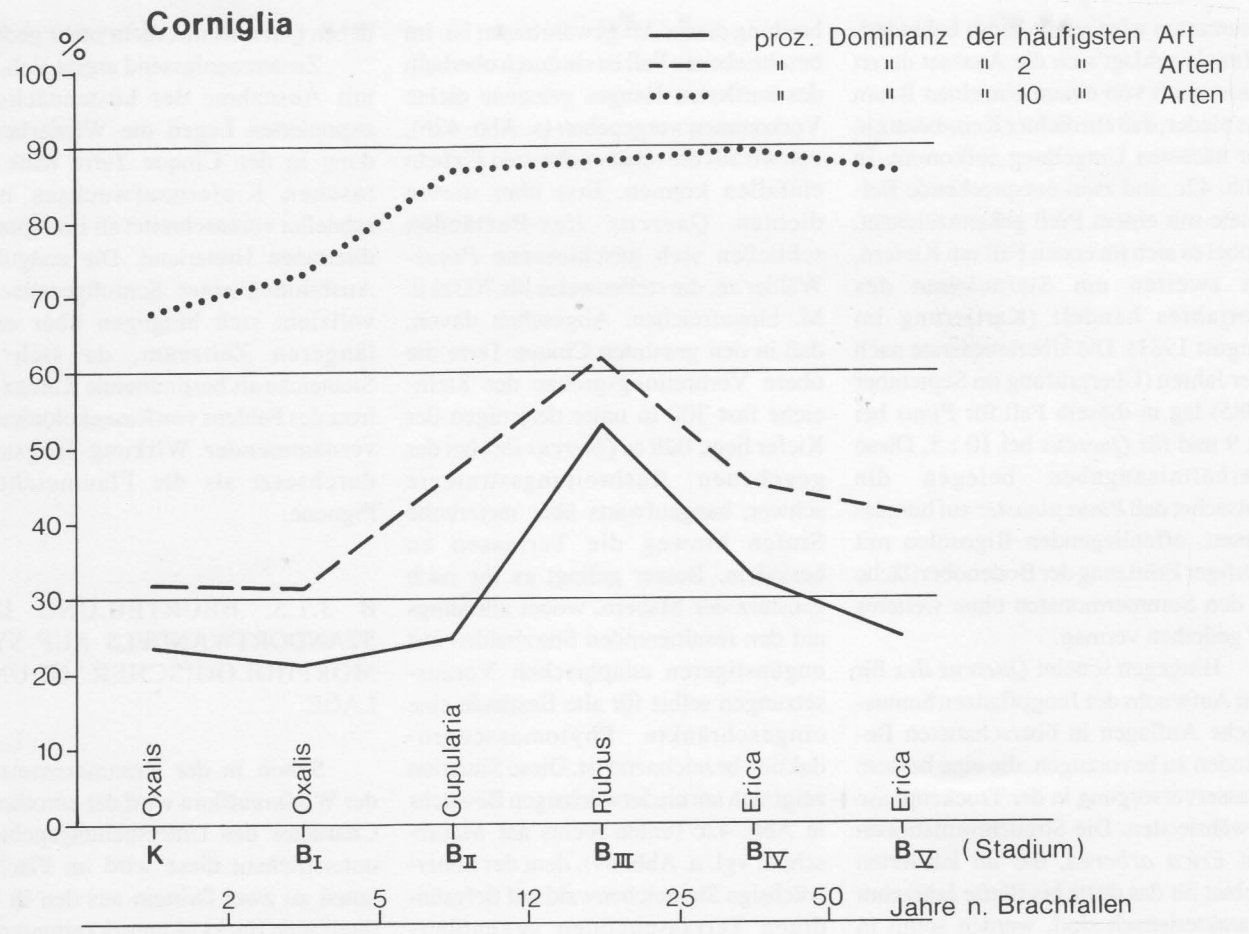


Abb. 40 — Prozentuale Überdeckung der vorherrschenden Art bzw. Arten während des Kulturstadiums und der verschiedenen Brachestadien in Corniglia.

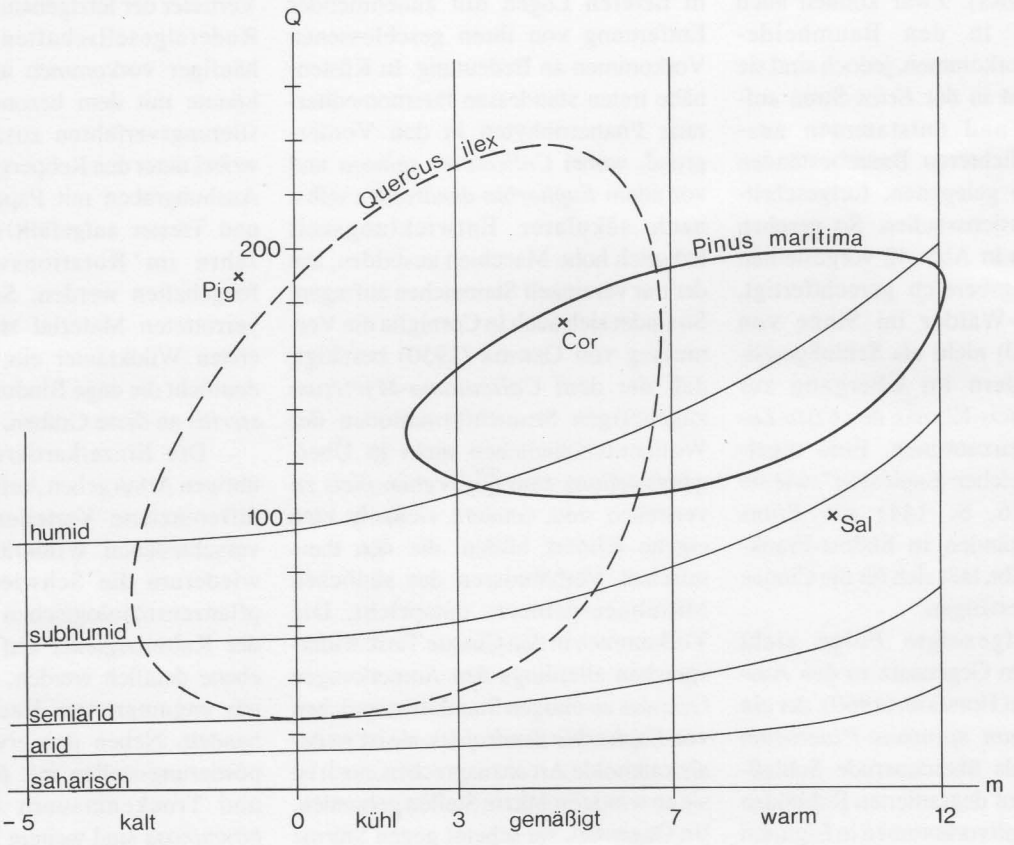


Abb. 41 — Zuordnung des klimaökologischen Verbreitungsspektrums von *Quercus ilex* und *Pinus pinaster* in das pluviothermische Klimagramm nach EMBERGER.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Baumarten wird somit kaum behindert. Oftmals schlägt sich die Aussaat derart massenhaft von einem einzelnen Baum aus nieder, daß ein dichter Keimbesatz in der nächsten Umgebung aufkommt. In Abb. 42c sind zwei entsprechende Beispiele mit einem Pfeil gekennzeichnet, wobei es sich im ersten Fall um Kiefern, im zweiten um Steineichen des Vorjahres handelt (Kartierung im August 1981). Die Überlebensrate nach vier Jahren (Überprüfung im September 1985) lag in diesem Fall für *Pinus* bei 9 : 9 und für *Quercus* bei 10 : 5. Diese Verhältnisangaben belegen die Tatsache; daß *Pinus pinaster* auf humusarmen, offenliegenden Rigosolen mit häufiger Erhitzung der Bodenoberfläche in den Sommermonaten ohne weiteres zu gedeihen vermag.

Hingegen scheint *Quercus ilex* für den Aufwuchs der Jungpflanzen humusreiche Auflagen in überschatteten Beständen zu bevorzugen, die eine bessere Wasserversorgung in der Trockenphase gewährleisten. Die Strauchformationen mit *Erica arborea*, die im kartierten Gebiet für das dritte bis fünfte Jahrzehnt charakteristisch sind, werden somit in erster Linie von Kiefern überschirmt, die sich bereits kurz nach Bewirtschaftungsaufgabe eingestellt haben (vgl. lfd. Nr. 40, 43, 46, 50, 57 in Tab. 7 und in Abb. 42c unten links). Zwar können auch Steineichen in den Baumheide-Gebüschen vorkommen, jedoch sind sie durchweg erst in der *Erica*-Streu aufgewachsen und entstammen ausschließlich dichteren Baumbeständen aus oberhalb gelegenen, fortgeschrittenen Sukzessionsstadien. So gesehen ist es für den in Abb. 42 vorgestellten Untersuchungsbereich gerechtfertigt, die Kiefern-Wälder im Sinne von QUEZEL (1980) nicht als Schlußgesellschaft, sondern im Übergang zur *Quercetum ilicis*-Klimax den *Cisto-Lavanduletea* zuzuordnen. Eine regelrechte "Steineichen-Explosion", wie sie LOISEL (1976, S. 144) aus *Pinus pinaster*-Beständen in Südost-Frankreich beschreibt, läßt sich für die Cinque Terre nicht bestätigen.

Die aufgezeigte Folge steht keineswegs im Gegensatz zu den Ausführungen von HOFMANN (1960), der ein "*Euphorbietum spinosae-Pinetosum maritimae*" als überdauernde Schlußgesellschaft auf degradierten Rohböden über Serpentinitvorkommen in Ligurien beschreibt. Denn die Etablierung der Steineichenwälder setzt voraus, daß eine günstige Provenienzlage für die Verbreitung dieser Art gewährleistet ist. Im beschriebenen Fall ist sie durch oberhalb des kartierten Hanges gelegene dichte Vorkommen vorgegeben (s. Abb. 42b), von wo aus die relativ schweren Eicheln einfallen können. Erst über diesen dichten *Quercus ilex*-Beständen schließen sich geschlossene *Pinus*-Wälder an, die stellenweise bis 700 m ü. M. hinaufreichen. Abgesehen davon, daß in den gesamten Cinque Terre die obere Verbreitungsgrenze der Steineiche fast 300 m unter derjenigen der Kiefer liegt, fällt es *Quercus ilex* bei der gegebenen Ausbreitungsstrategie schwer, hangaufwärts über meterhohe Stufen hinweg die Terrassen zu besiedeln. Besser gelingt es ihr nach Einsturz der Mauern, wobei allerdings auf den resultierenden Sturzhalden mit ungünstigeren edaphischen Voraussetzungen selbst für alte Bestände eine eingeschränkte Phytomassenproduktion bezeichnend ist. Diese Situation zeigt sich am niederwüchsigen Bewuchs in Abb. 42c (unten rechts auf Mauerschutt, vgl. a. Abb. 89), dem der höherwüchsige Steineichenwald auf tiefgründigen Terrassenböden gegenüberzustellen ist (s. Abb. 42c, oben links). Erweist sich in Meereshöhen über 300 m ü. M. die Kiefer bei der Brachland-Sukzession als sehr vital, so verliert sie in tieferen Lagen mit zunehmender Entfernung von ihren geschlossenen Vorkommen an Bedeutung. In Küstennähe treten stattdessen thermomediterrane Phanerophyten in den Vordergrund, wobei *Calicotome spinosa* und vor allem *Euphorbia dendroides* selbst nach säkularer Entwicklungszeit lediglich hohe Macchien ausbilden, aus der nur vereinzelt Steineichen aufragen. So findet sich auch in Corniglia die Vermutung von OZENDA (1950) bestätigt, daß die dem *Calicotomo-Myrtetum* zugehörigen Strauchformationen der Wolfsmilchbäumchen nicht in Übergangsstellung zum *Quercetum ilicis* zu verstehen sind, sondern vielmehr eine eigene Klimax bilden, die den thermischen Verhältnissen des südlichen Mittelmeergebietes entspricht. Die Vorkommen in den Cinque Terre widersprechen allerdings den Anmerkungen Ozendas zu einigen Standortansprüchen von *Euphorbia dendroides*: sie ist weder als kalkholde Art anzusprechen, noch ist sie an windgeschützte Stellen gebunden. Im Gegenteil, sie scheint gegen Stürme mit Salzstaub bei Scirocco und Ponente bestens gewappnet zu sein und tritt gehäuft an exponierten Stellen auf, an denen *Quercus ilex* nicht mehr gedeiht.

Zusammenfassend ergibt sich, daß mit Ausnahme der küstennächsten, exponierten Lagen die Wiederbewaldung in den Cinque Terre dank des raschen Kiefernaufwuchses noch schneller voranschreitet als im supramediterranen Hinterland. Die endgültige Ausbildung einer Schlußgesellschaft vollzieht sich hingegen über einen längeren Zeitraum, da sich die Steineiche als bestimmende Klimax-Art trotz des Fehlens von Rasenkolonien mit verdämmender Wirkung langsamer durchsetzt als die Flaumeiche in Pignone.

B 3.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE

Schon in der Zusammensetzung der Wildkrautflora wird der xerotherme Charakter des Untersuchungsgebietes unterstrichen; diese wird im Flächenanteil zu zwei Dritteln aus den in mediterranen Hackkulturen dominierenden *Eragrostietalia* gestellt, und auch die übrigen Arten, die dem *Fumario-Euphorbion* und den *Sisymbrietalia* entstammen, sind wärmebedürftig. Daß Vertreter der letztgenannten nitrophilen Ruderalgesellschaften in Corniglia häufiger vorkommen als in Pignone, könnte mit dem besonderen Kompostierungsverfahren zusammenhängen, wobei unter den Rebpergolen metertiefe Aushubgräben mit Pappkartons, Laub und Trester aufgefüllt und über zwei Jahre im Rotationsverfahren offengehalten werden. Schon auf dem verrotteten Material stellen sich die ersten Wildkräuter ein; Abb. 36 verdeutlicht die enge Bindung von *Bromus sterilis* an diese Gräben.

Die Einzelkartierungen zu den übrigen Arten geben Aufschluß über das differenzierte Verteilungsmuster der verschiedenen Wildkräuter, wodurch wiederum die Schwierigkeiten von pflanzensoziologischen Zuordnungen der Kulturbegleiter auf Assoziationsebene deutlich werden, sobald es sich um engumgrenzte Hackbauparzellen handelt. Neben den erwähnten Kompostierungsstellen mit *Bromus sterilis* und Trockenmauern mit *Psoralea bituminosa* sind weitere Kleinstnischen auszumachen, die von bestimmten Arten bevorzugt werden. So tritt *Fumaria capreolata* verstärkt auf dem

Courtesy of Editors

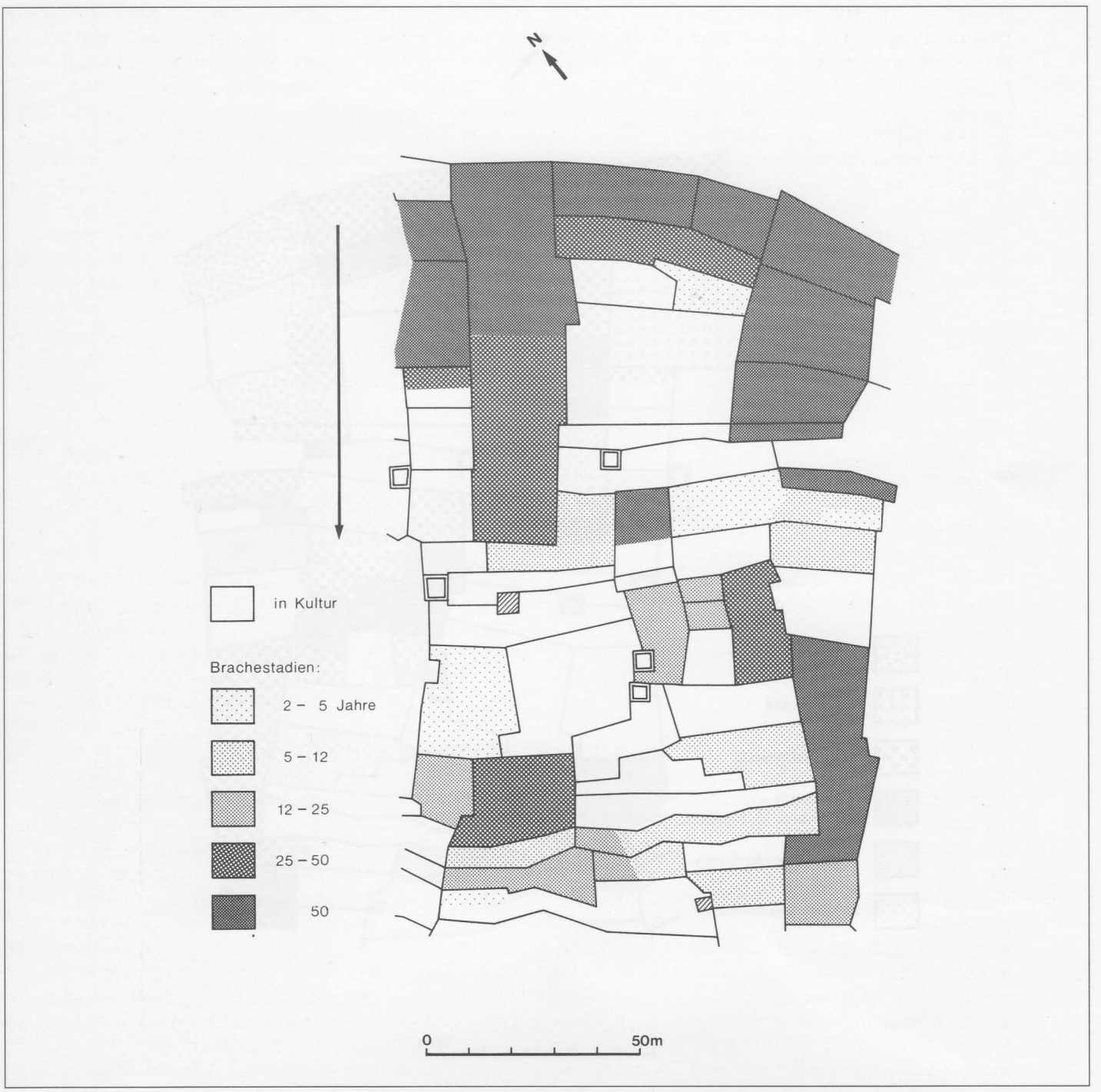


Abb. 42 — Detailkartierung eines Ausschnittes aus dem Katasterplan von Vernazza-Corniglia: terrassierter Hang mit steilem Abfall (ca. 31°) in Pfeilrichtung. Lage: oberer Bereich der Flurteils Rodalabia in Corniglia (vgl. Abb. 28, zwischen Punkt 5 und 6); September 1981.
a) Altersstadien der verschiedenen Brachflächen.

lockeren Aushubmaterial neben den Gräben auf und auch *Stellaria pallida* hält sich im Bereich dieser Trockenstandorte auf. *Poa annua* deutet die stärker begangenen Trittstellen entlang der aufsteigenden Mauer und vor allem in der Nähe des Parzelleneingangs an (Pfeil in Abb. 36). Im Gegensatz zu *Oxalis pes-caprae*, das sich bereits über die gesamten Flächen ausgebreitet hat, hat *Ornithogalum pyramidale* als weiterer Zwiebel-Geophyt erst einen Teil der Anbaufläche besiedeln können.

Trotz der komplexen Ausgangssituation, die durch Tritteinwirkung, Aushubmaterial, Umbruch und Mauerränder gegeben ist, kommt es in Corniglia nicht zu der erwarteten Vielfalt von Arten, die eng an die verschiedensten Struktur- und Nährstoffverhältnisse gebunden sein sollten. Stattdessen stellen sich aus dem relativ begrenzten Artenpotential der weiteren Umgebung Pflanzen massenhaft ein, denen die edaphischen Standortvoraussetzungen behagen. Da Therophyten und Geophyten auch das erste Brachestadium bestimmen, ist für diese Phase eine dichte Überschirmung durch Wildkräuter nur für den kühleren Jahresabschnitt bezeichnend. Die Darstellung der prozentualen Deckwerte (Abb. 39 unten) darf nicht darüber hinweg täuschen, daß saisonal erhebliche Schwankungen in der Wuchsdichte bestehen, wobei sich im ersten bis vierten Brachejahr während der Sommermonate die Pflanzenbedeckung vorübergehend um mehr als die Hälfte reduziert. Diesbezüglich liegt also ein wesentlicher Unterschied zu den Verhältnissen in

Courtesy of Editors

Abb. 42 b — Pflanzenformationen auf den verschiedenen Brachflächen.

Pignone vor, wo der hohe Hemikryptophyten-Anteil schon bald nach Bewirtschaftungsaufgabe zu einer kontinuierlichen Überschirmung der Böden führt.

Die saisonale Lichtung der Krautfluren im mesomediterranen Bereich ist jedoch insofern positiv zu bewerten, als hierdurch die Ansamung von Holzarten wenig behindert wird. Dies gilt um so mehr, als *Pinus pinaster* im späten Frühjahr fruchtet, also zu einem Zeitpunkt, zu dem die Arten der Unkrautfluren bereits welken. Zwar bedingt in der folgenden Trockenzeit die resultierende Verminderung des Strahlenschutzes eine mikroklimatische Verschärfung, jedoch ist in den Sommermonaten der ersten Brachejahre noch eine schwache Beschattung durch die lichte Belaubung der vorläufig weiterlebenden Rebstöcke gewährleistet.

Die eindeutige Vorherrschaft des mesomediterranen Florenelements kann nicht für die relative Artenarmut in den Brachestadien verantwortlich gemacht werden. Hiergegen spricht unter anderem die Tatsache, daß in den Cinque Terre insgesamt mehr als doppelt so viele Arten nachzuweisen sind (ca. 850 spec. auf 24 km^2) als für Salina (ca. 300 spec. auf 27 km^2), wo in den aufgegebenen Rebgärten eine größere floristische Vielfalt herrscht (vgl. Kap. B 4.1.3). Überlegungen zu einer eventuellen edaphischen Beeinträchtigung des Artenpotentials in der Brachland-Sukzession führen ebensowenig zur Klärung der Ursachen wie die Berücksichtigung der geländeklimatischen Voraussetzungen. So sprechen die bodenstrukturellen Verhältnisse in Corniglia für eine günstigere Wasserversorgung der Pflanzen als in Salina. Ebenso kann die relative Nährstoffarmut der Rigosole über Sandstein nur bedingt als Grund für

Courtesy of Editors

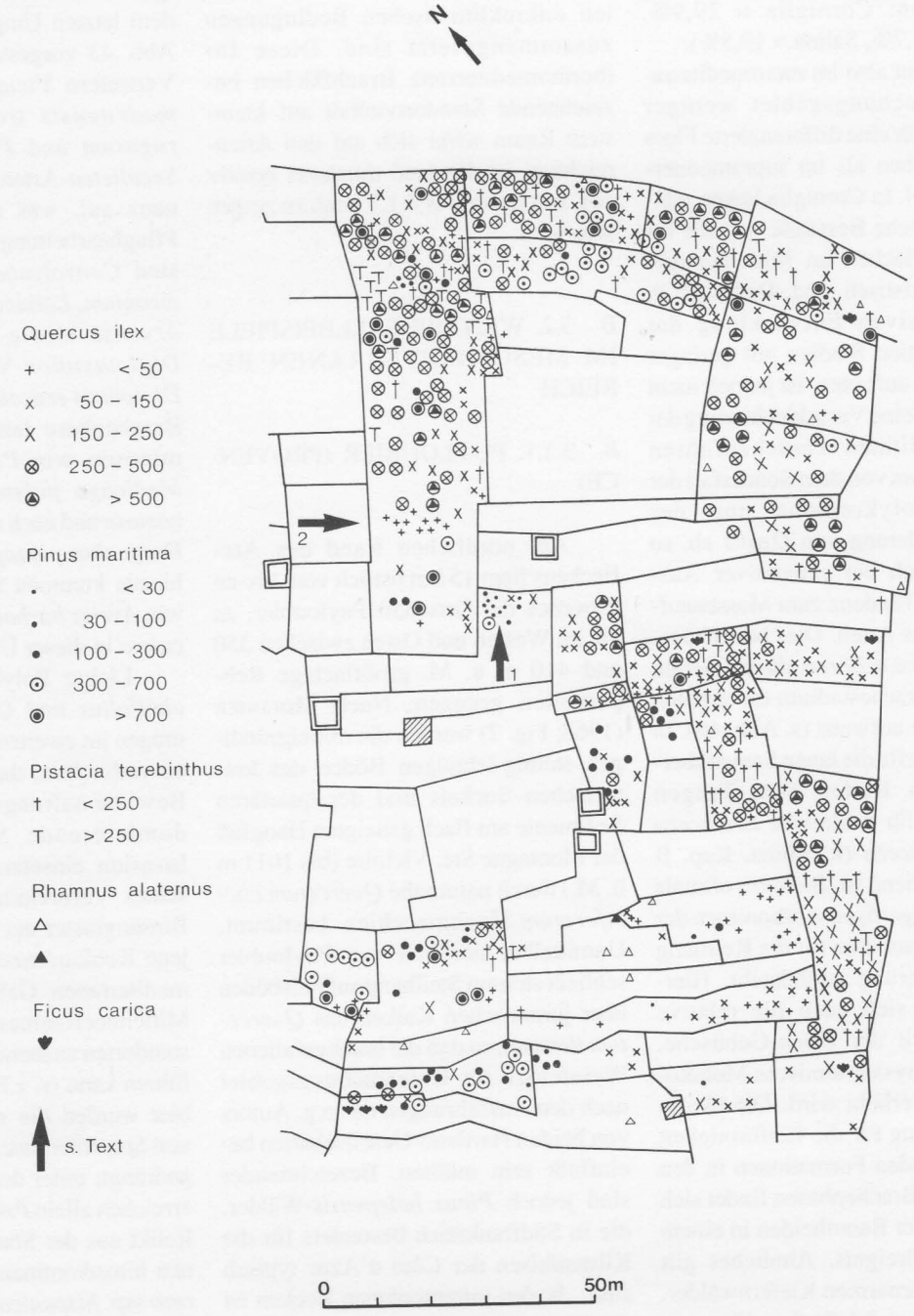


Abb. 42c — Baumverteilung mit Aufwuchshöhen in cm über Grund. Pfeile = Textvermerk in Kap. B 3.1.4.

die Florenarmut in den Brachestadien dienen, da sich über nährstoffreicheren Ausgangsgesteinen nicht wesentlich breitere Artenspektren ergeben. Hierfür seien einige Kennwerte in der folgenden Tabelle gegenübergestellt:

Was die geländeklimatische Differenzierung betrifft, so lassen sich zwar im Vergleich zu Pignone aufgrund der lokalen Hangwindzirkulation in Verbund mit dem Land-Seewindsystem wesentlich einheitlichere Verhältnisse feststellen. Dennoch erklärt diese Tatsache nicht die relative Artenarmut auf den Brachflächen, da in Salina ähnliche topoklimatische Voraussetzungen herrschen.

Eine genauere Analyse der Dekkungsanteile zeigt, daß in Corniglia wenige Arten stark dominieren (Abb. 40). Dies betrifft nicht nur den Ausreißer durch die *Rubus*-Polykormone im dritten Brachestadium, auch in den übrigen Phasen liegen fast alle Werte der Dominanzkurven für Corniglia höher als in den beiden anderen Fällen (durchschnittlicher Dominanzwert der häufig-

Tabelle 10 — Mittlere Bodenazidität und mittlere Basensättigung verschiedener Rigosole im Bezug zur durchschnittlichen Artenzahl auf verschiedenen Brachestadien in Corniglia

Ausgangsgestein	(Zahl der Proben)	Artenzahl	pH($H_2$0)	V-Wert
Sandstein	(19)	27	5,6	33,8
Tonschiefer	(6)	33	5,5	35,2
Kalkschiefer	(7)	29	6,9	80,5

Courtesy of Editors

sten Arten im Verlauf der Brachland-Sukzessionen: Corniglia = 29,9%, Pignone = 21,7%, Salina = 19,5%).

Es scheint also im mesomediterranen Untersuchungsgebiet weniger Wuchsraum für eine differenzierte Flora übrig zu bleiben als im supramediterranen Beispiel. In Corniglia liegen relativ monotypische Bestände vor, die für degradierte Flächen im Mittelmeergebiet charakteristisch sind. Daß auch in der progressiven Entwicklung der Brachevegetation Stadien mit geringer Florenvielfalt auftreten, ist jedoch nicht unbedingt auf eine Verschlechterung der Standortqualitäten zurückzuführen (s.o.). Sieht man von dem Sonderfall der Brombeer-Polykormone und der Hackbau-Förderung von *Oxalis* ab, so zeigt sich auch bei generativer Ausbreitung eine Tendenz zum Massenaufwuchs weniger Arten. Dies betrifft insbesondere *Erica arborea*, die im vierten und fünften Brachestadium die größten Flächenanteile aufweist (s. Abb. 40). In diesem Fall dürfte die lange Samenüberdauerung im Boden zum Tragen kommen, die für zahlreiche *Ericaceen* und *Papilionaceen* (s. Salina, Kap. B 4.1.4) bezeichnend ist. Sie führt oftmals zu einem schlagartigen Aufkommen der Bestände, das auf eine für die Keimung günstige Witterung zurückgeht. Hierdurch erklärt sich auch die relative Gleichaltrigkeit der *Erica*-Gebüsche, durch die die physiognomische Monotonie zusätzlich erhöht wird. Die ökologische Erklärung für die Einförmigkeit der bestimmenden Formationen in den letzten beiden Brachephasen findet sich also im Falle der Baumheiden in einem kurzfristigen Ereignis. Ähnliches gilt auch für die artenarmen Kiefernwälder, *Ulex*-Gebüsche und Adlerfarn-Fluren in den Lagen oberhalb 400 m ü. M., wo die gelegentliche Einwirkung von Flächenbränden zu einer schlagartigen Vernichtung anderer Arten und einer Veränderung von Standortfaktoren führt.

Die für die *Pinus*wälder bezeichnende Formations-Monotonie in den letzten Brachestadien trifft für die xerothermen Standorte in tieferen Lagen nicht zu (lfd. Nr. 47, 49 und 50 in Tab. 7 und Abb. 34). Insbesondere die wärmeliebenden Gehölze *Euphorbia dendroides*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia terebinthus* und *Calicotome spinosa* bilden hier durchweg offene Hochmacchien, die von wenigen Quadratmeter großen Trockenrasen oder Garrigue-Flächen durchsetzt sind. Es handelt sich also um Ökotope erhöhter Komplexität, die aus mehreren Nischen mit unterschiedlichsten mikroklimatischen Bedingungen zusammengesetzt sind. Diese für thermomediterrane Brachflächen bezeichnende Standortvielfalt auf kleinstem Raum wirkt sich auf den Artenreichtum im Bestand durchaus positiv aus, wie in Kap. B 4.1.5 noch zu zeigen sein wird.

B 3.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM MESOMEDITERRANEN BEREICH

B 3.2.1. PUYLOUBIER (PROVENCE)

Am nördlichen Rand des Arc-Beckens liegt 15 km östlich von Aix-en Provence die Ortschaft Puyloubier, an die im Westen und Osten zwischen 350 und 410 m ü. M. großflächige Rebparzellen grenzen. Nach MOLINIER (1963; Fig. 7) werden die mittelgründigen steinig-lehmigen Böden des kretazischen Sockels und der quartären Sedimente am flach geneigten Hangfuß der Montagne Ste. Victoire (bis 1011 m ü. M.) durch naturnahe *Quercetum coccifereturn*-Hochmacchien bestimmt. Unmittelbar nördlich von Puyloubier schließt sich am Steilhang auf Felsböden über jurassischen Kalken das *Quercetum ilicis* an, so daß die brachgefallenen Weinfelder im Untersuchungsgebiet nach den Ausführungen des o.g. Autors von beiden Hartlaub-Gesellschaften beeinflußt sein müßten. Bezeichnender sind jedoch *Pinus halepensis*-Wälder, die in Südfrankreich besonders für die Küstenfelsen der Côte d'Azur typisch sind. In den intramontanen Becken ist die Aleppokiefer als frostempfindliche Art nur dort bestandsbildend, wo sie oberhalb von Kaltluftseen vor der winterlichen Mistraleinwirkung geschützt ist. Bei relativ geringen Jahresniederschlägen, die sich im sieben Kilometer südwestlich des Untersuchungsgebietes gelegenen Rousset auf 608 mm belaufen (CNRS, 1975, Blatt Marseille), ist zudem die im Sommer erhöhte Saugspannung des Wassers in den schweren Böden für das Vorherrschen der xerothermen Baumart verantwortlich.

Schon während der Bewirtschaftung drückt sich die eingeschränkte Wasserversorgung zwischen den maschinell gepflügten Rebzeilen mit Drahterziehung in einer schleppend einsetzenden Verunkrautung aus (ca. 50%-ige Pflanzenüberdeckung ein Jahr nach dem letzten Umgraben). Außer den in Abb. 43 vorgestellten *Chenopodietea*-Vertretern *Vicia sativa* und *Bromus madritensis* treten mit *Rapistrum rugosum* und *Papaver rhoeas* auch *Secalietea*-Arten mit erhöhter Dominanz auf, was auf die mechanische Pflugbearbeitung hindeutet. Außerdem sind *Convolvulus arvensis*, *Erodium ciconium*, *Lolium multiflorum*, *Cirsium arvense* sowie die namengebende *Diplotaxidion*-Verbandscharakterart *Diplotaxis erucoides* häufig. In die erste Brachephase leiten vor allem Leguminosen wie *Psoralea bituminosa*, *Medicago polymorpha*, *Hippocrepis comosa* und auch schon das verholzende *Dorycnium pentaphyllum* über. Darüber hinaus kommen einjährige Gramineen wie *Avena barbata* und *Aegilops geniculata* in dieser Übergangsphase vor.

Lichte Polykormone aus *Rubus ulmifolius* und *Clematis vitalba* vermögen im zweiten Brachestadium nicht zu verhindern, daß ein Jahrzehnt nach Bewirtschaftungsaufgabe eine alles dominierende *Spartium junceum*-Invasion einsetzt. Hier am Nordrand seines Verbreitungsgebietes zeigt der Binsenginster nur auf schweren Böden jene Konkurrenzstärke, die in thermomediterranen Gebieten des südlichen Mittelmeerraumes gerade über Sandstandorten zu monotypischen Beständen führen kann (s. z.B. Salina). In Puyloubier werden die meisten Straucharten von *Spartium junceum* deutlich zurückgedrängt; unter den Hemikryptophyten erreichen allein *Psoralea bituminosa* als Relikt aus der Staudenphase sowie die neu hinzukommenden *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* und *Ferula communis* erhöhte Dominanzwerte (um 2 - 3).

Nur langsam dringen als erste Träger der nachfolgenden Niedermacchie *Cistus albidus* und *Thymus vulgaris* in die Ginsterbestände ein. Damit ist der Übergang zum *Coccifereturn rosmarinetosum* geschaffen, das nach MOLINIER (1968; S. 832) über Kalk als letzte Sukzessionsgesellschaft einer *Quercetum ilicis*-Klimax vorausgeht. Nach Absterben von *Spartium junceum* sind in Puyloubier nach etwa zweieinhalb Brachejahrzehnten *Rosmarinus officinalis* und *Cistus salvifolius* in den offenen Holzbeständen am stärksten vertreten. Aber auch *Cistus albidus*, *Linum austriacum*, *Thymus vulgaris* und *Dactylis glomerata ssp. hispanica* können Deckungsgrade zwischen 5 und 10 % erreichen. Ebenso kommt *Junipe-*

Courtesy of Editors

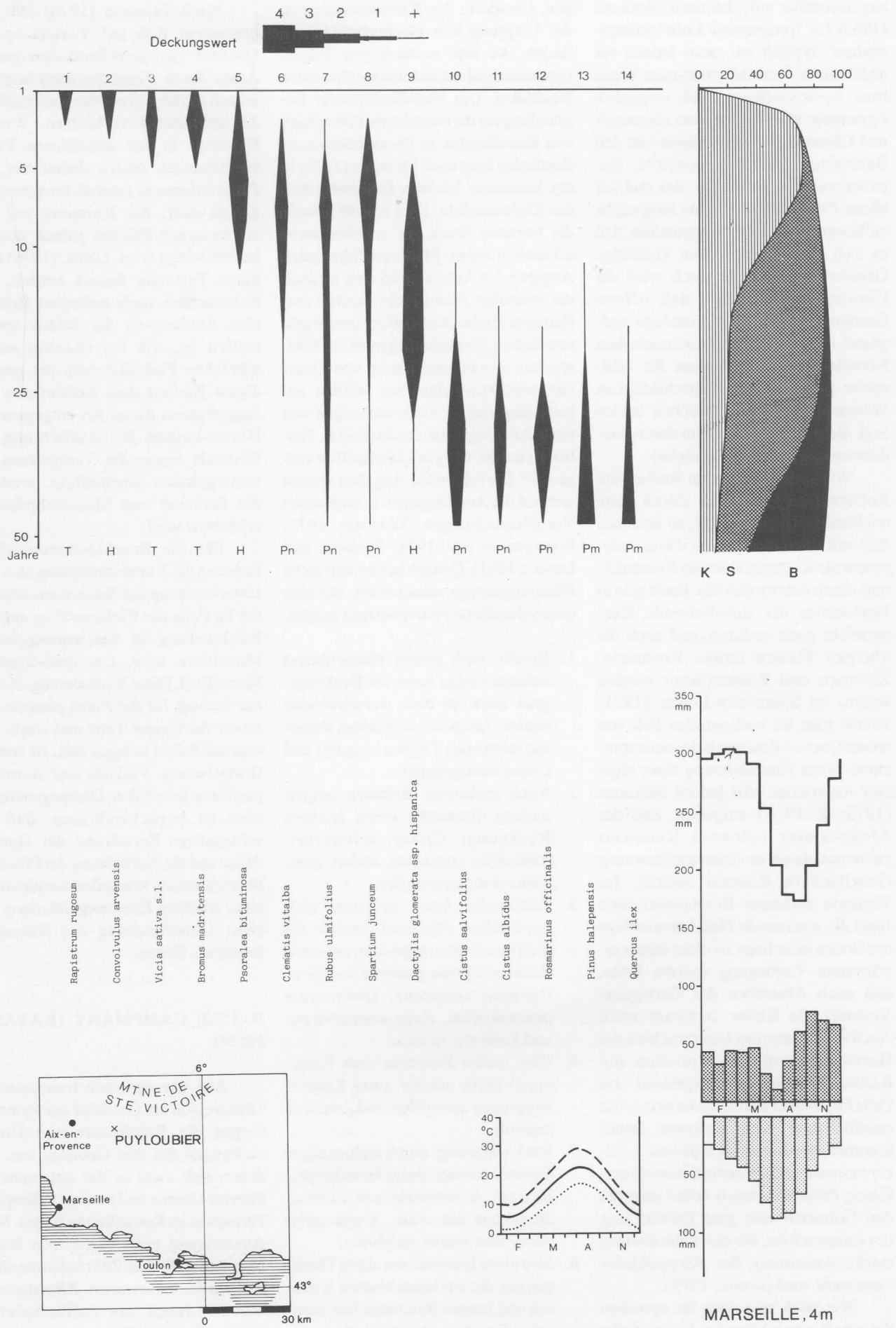


Abb. 43 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Puyloubier. Klimastation: Marseille. BA = sandiger Lehm; BT = 2 m; WK = 360 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

rus oxycedrus auf, das nach MOLINIER (1963) für "progressive Entwicklungsstadien" typisch ist, nicht jedoch für abgebrannte Strauchformationen. Wenn man berücksichtigt, daß weiterhin *Lavandula stoechas*, *Myrtus communis* und *Clematis flammula* sowie von den Baumarten *Quercus coccifera*, *Qu. pubescens*, *Qu. suber*, *Qu. ilex* und vor allem *Pinus halepensis* im Jungwuchs aufkommen, so bleibt festzuhalten, daß es sich um ausgesprochen vielfältige Gehölze handelt. Hierdurch wird die Überlegung bestätigt, daß offene Garrigues xerothermer Standorte aufgrund ihrer hohen mikroklimatischen Komplexität ein Refugium für zahlreiche Pflanzen mit unterschiedlichen Wärme- und Lichtansprüchen bilden (vgl. die Ausführungen zum thermomediterranen Bereich in Corniglia).

Wird also das vorletzte Stadium der Rebbrache-Sukzession durch eine reichhaltige Flora geprägt, so zeichnen sich mit Auswachsen von *Pinus halepensis* die Kiefernwälder der Pseudoklimax durch Artenarmut aus. Ihnen geht in Puyloubier die lichtliebende Kermeseiche ganz verloren, und auch die übrigen Eichen sowie Rosmarin, Zistrosen und Binsenginster werden selten. Im Sinne von LOISEL (1971) könnte man im vorliegenden Fall von einem *Querco-Pinetum halepensis* sprechen; dieser Ausgliederung einer eigenen Assoziation hält jedoch MOLINIER (1973; S. 19 f.) entgegen, daß der Aleppokiefer keinerlei Kennwert zukommt, da sie in vielen mediterranen Gesellschafts-Klassen auftritt. Im Verlaufe mehrerer Brachejahrzehnte führt die wachsende Nadelstreuauflage am Boden allerdings zu einer derart erschwerten Verjüngung anderer Arten, daß nach Absterben der Garrigues-Vertreter die Kiefer dominant wird. Auch die Kräuter des Unterwuchses der Hartlaubeichenwälder meiden die Rohhumusauflagen weitgehend. Im Falle Puyloubier ist nur *Rubia peregrina* reichlich und stetig vertreten; ferner kommen *Asparagus acutifolius*, *Lonicera etrusca* und *Clematis flammula* auf. Einzig *Pinus halepensis* selbst zeigt bei den Holzarten eine gute Entwicklung des Jungwuchses, die durch die überaus starke Ansamung der Aleppokiefer verursacht wird (LOISEL, 1979).

Wie noch zu zeigen ist, sprechen die gute Reproduktion der Aleppokiefer sowie einige Unterwuchsarten im Fallbeispiel Puyloubier gegen die in Südfrankreich häufigen Brandeinwirkungen. Gerade in den Kiefernwäldern ist der Ursprung von Flächenbränden zu finden, die hier nachhaltigere Folgen verursachen als in anderen mediterranen Beständen. Die feuerökologische Begründung für die erleichterte Entstehung von Brandherden in *Pinus halepensis*-Beständen liegt nach TRABAUD (1976) in der besonders leichten Entzündbarkeit der Kiefernnadeln. Dies betrifft sowohl die trockene Streu, die zu überdurchschnittlich hohen Flammen führt (nach Angaben des Autors bis 65 cm), als auch die lebenden Nadeln, die rascher entflammen als das Hartlaub der immergrünen Eichen. Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung von *Quercus coccifera*-Gebüschen werden anhand langfristiger Untersuchungen von einer Arbeitsgruppe des Institut L. Emberger aus St. Gely bei Montpellier vorgestellt. Die folgenden Angaben stützen sich auf die Ausführungen in mehereren Veröffentlichungen (TRABAUD, 1973; POISSONET *et alii*, 1978; TRABAUD und LEPART, 1981). Danach lassen sich sechs Pflanzengruppen ausscheiden, die eine unterschiedliche Feuerresistenz zeigen.

1. Bereits nach einem Flächenbrand nehmen einige Arten im Deckungsgrad stark ab bzw. verschwinden restlos: *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus alaternus*, *Thymus vulgaris* und *Cistus monspeliensis*.
2. Nach mehreren Bränden zeigen weitere Holzarten einen leichten Rückgang: *Cistus salvifolius*, *Euphorbia characias*, *Rubus ulmifolius* und *Quercus ilex*.
3. Zahlreiche Arten erweisen sich gegenüber Flächenbränden als indifferent: *Brachypodium retusum*, *Rubia peregrina*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Rosa sempervirens* und *Lonicera etrusca*.
4. Eine leichte Zunahme nach Feuereinwirkung zeigen zwei Lianen: *Asparagus acutifolius* und *Lonicera implexa*.
5. Stark begünstigt durch mehrmaliges Brennen werden einige Hemikryptophyten: *Arrhenatherum elatius*, *Hieracium murorum*, *Sanguisorba minor* und *Sedum sediforme*.
6. Neu hinzu kommen vor allem Therophyten, die aus benachbarten Kulturen und jungen Bracheflächen stammen: *Sonchus oleraceus*, *S. tenerrimus*, *Hippocrepis comosa*, ferner die mehrjährigen Kräuter *Daucus carota* und *Silene italica*.

Nach TRABAUD (1973) läßt sich ergänzen, daß auf Testflächen in *Quercus coccifera*-Beständen nur 14 Arten durch Feuer beeinträchtigt, 41 jedoch begünstigt wurden, während sich 28 indifferent verhielten. Wenige Hinweise in den angeführten Veröffentlichungen deuten darauf hin, daß *Pinus halepensis* zwar als brandresistent gelten darf, die Keimung auf den abgebrannten Flächen jedoch deutlich beeinträchtigt wird. LOISEL (1976) führt diese Tatsache darauf zurück, daß insbesondere nach mehreren Bränden eine Auslaugung der Böden festzustellen ist, die bei ohnehin eingeschränkter Fruktifizierung der geschädigten Kiefern dem Aufkommen von Jungpflanzen dieser Art entgegensteht. Hinzu kommt die Auflichtung der Bestände sowie die Vernichtung der versiegelnden Streuauflage, wodurch die Invasion von Macchienpflanzen erleichtert wird.

Für die Brachlandentwicklung bedeutet die Brandeinwirkung also eine Unterbrechung des Sukzessionsablaufs, der im Falle der Kiefernwälder auf eine Rückstufung in das vorangehende Macchien- bzw. Garrigue-Stadium hinausläuft. Diese Veränderung, die sich nur bedingt für die *Pinus pinaster*-Bestände der Cinque Terre und von S. Marina auf Salina belegen läßt, ist von der floristischen Vielfalt her durchaus positiv zu beurteilen. Demgegenüber ist aber zu berücksichtigen, daß die schlagartige Zerstörung der Humusdecke und die Auflichtung der Pflanzenüberschirmung zumindest kurzfristig zu einer erhöhten Erosionsgefährdung und einer Unterbrechung des Nährstoffkreislaufs führen.

B 3.2.2. CAMPMANY (KATALONIEN)

Aus der spanisch-französischen Grenzregion am Ostabfall der Pyrenäen liegen die Ergebnisse von Untersuchungen aus drei Gebieten vor, von denen sich zwei in der katalonischen Provinz Gérona und eins im Vallespi bei Perpignan im Roussillon befinden. Nach Ausweisung einer Karte von RIVAS-MARTINEZ (1981; S. 261) fallen sie alle in den mesomoditerranen Klimabereich, wobei Llança als Fallbeispiel in unmittelbarer Küstennähe schon Anklänge an die thermo- und Arles-sur-Tèch im Pyrenäental des Hinterlandes an die supramediterrane Zone zeigen.

Courtesy of Editors

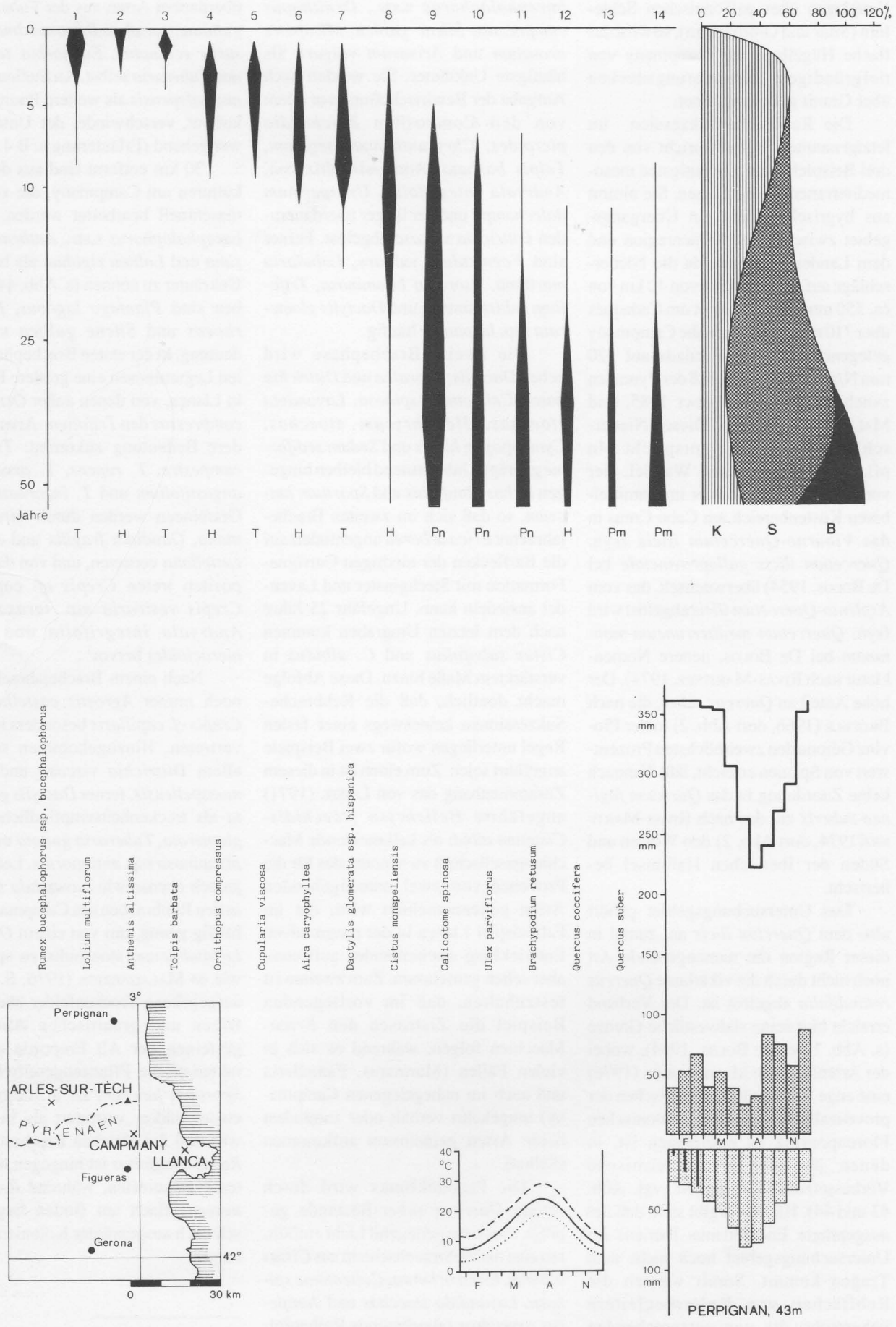


Abb. 44 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Campmany. Klimastation: Perpignan. BA = lehmiger Sand; BT = 2m; WK = 360 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Befinden sich die terrassierten Weinberge in diesen beiden Gebieten in Hanglagen über paläozoischen Schiefern (Silur und Ordovizium), so wird das flache Hügelland um Campmany von tiefgründigen Verwitterungsdecken über Granit gekennzeichnet.

Die Rebbrache-Sukzession im letztgenannten Fall entspricht von den drei Beispielen am eindeutigsten mesomediterranen Verhältnissen. Sie nimmt aus hygrischer Sicht ein Übergangsgebiet zwischen der Küstenregion und dem Landesinnern ein, da die Niederschläge auf einer Distanz von 40 km von ca. 550 mm N/a im Gebiet um Cadaqués über 710 mm N/a in der nahe Campmany gelegenen Ortschaft Peralada auf 920 mm N/a in Darpius am Fuß der Pyrenäen zunehmen (nach KELLETAT 1985, und MALAGARRIGA, 1976). Dieser Niederschlagsveränderung entspricht ein pflanzensoziologischer Wandel, der vom *Querco-Lentiscetum* im unmittelbaren Küstenbereich am Cabo Creus in das *Viburno-Quercetum ilicis* (syn. *Quercetum ilicis galloprovinciale* bei DE BOLOS, 1954) überwechselt, das vom *Asplenio-Quercetum ilicis* abgelöst wird (syn. *Quercetum mediterraneum-montanum* bei DE BOLOS, neuere Nomenklatur nach RIVAS-MARTINEZ, 1974). Der hohe Anteil an *Quercus suber*, die nach BRECKLE (1966, dort Abb. 2) in der Provinz Gérona den zweithöchsten Prozentwert von Spanien erreicht, läßt demnach keine Zuordnung in das *Quercion fagineo-suberis* zu, das nach RIVAS-MARTINEZ(1974, dort Abb. 2) den Westen und Süden der iberischen Halbinsel beherrscht.

Das Untersuchungsgebiet gehört also dem *Quercion ilicis* an, zumal in dieser Region die namengebende Art noch nicht durch die vikariante *Quercus rotundifolia* abgelöst ist. Der Verband erreicht hier seine südwestliche Grenze (s. Abb. 1 bei DE BOLOS, 1954), wobei der Artenliste von MALAGARRIGA (1976) eine enge Verwandtschaft zwischen der provenzalischen und der katalonischen Florenprovinz zu entnehmen ist, in denen ähnliche hygrothermische Voraussetzungen vorliegen (vgl. Abb. 43 und 44). Hieraus ergibt sich, daß der ausgeprägte Endemismus Iberiens im Untersuchungsgebiet noch nicht zum Tragen kommt. Somit werden die Rebflächen von Kulturbegleitern beherrscht, die von entsprechenden Standorten im Midi und von relativ trockenen Abschnitten in der tyrrhenischen Region bekannt sind. Hierzu zählen an der Küste südlich von Llança *Cynodon dactylon*, *Rumex bucephalophorus* s.str., *Ornithopus compressus*, *Silene gallica*, *Misopates orontium* und *Arisarum vulgare* als häufigste Unkräuter. Sie werden nach Aufgabe der Bewirtschaftung vor allem von den Compositen *Reichardia picroides*, *Chrysanthemum segetum*, *Tolpis barbata*, *Anthemis altissima*, *Andryala integrifolia*, *Urospermum dalechampii* und der länger überdauernden *Dittrichia viscosa* abgelöst. Ferner sind *Foeniculum vulgare*, *Lobularia maritima*, *Psoralea bituminosa*, *Trifolium subterraneum* und *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* häufig.

Die zweite Brachephase wird neben *Dactylis*, *Psoralea* und *Dittrichia* durch *Calicotome spinosa*, *Lavandula stoechas*, *Helichrysum stoechas*, *Cymbopogon hirtus* und *Sedum sediforme* geprägt. Unbedeutend bleiben hingegen *Rubus ulmifolius* und *Spartium junceum*, so daß sich im zweiten Brachejahrzehnt *Erica arborea* ungehindert auf die Barflecken der niedrigen Garrigue-Formation mit Stechginster und Lavendel ansiedeln kann. Ungefähr 25 Jahre nach dem letzten Umgraben kommen *Cistus salvifolius* und *C. albidus* in verstärktem Maße hinzu. Diese Abfolge macht deutlich, daß die Rebbrache-Sukzessionen keineswegs einer festen Regel unterliegen wofür zwei Beispiele angeführt seien. Zum einen ist in diesem Zusammenhang das von LOISEL (1971) angeführte *Helichryso stoechidis-Cistetum albidi* als kalkmeidende Macchiengesellschaft zu nennen, das für die Provence von zwei namengebenden Arten gekennzeichnet wird, die im Fallbeispiel Llança in der progressiven Entwicklung nacheinander auftreten, aber selten gemeinsam. Zum zweiten ist festzuhalten, daß im vorliegenden Beispiel die Zistrosen den *Erica*-Macchien folgen, während es sich in vielen Fällen (Marmaras, Pantelleria und auch im nahegelegenen Campmany) umgekehrt verhält oder zumindest beide Arten gemeinsam aufkommen (Salina).

Die Pseudoklimax wird durch offene *Quercus suber*-Bestände geprägt, durch die genügend Licht einfällt, um eine dichte Strauchschicht aus *Cistus albidus*, *Erica arborea*, *Calicotome spinosa*, *Lavandula stoechas* und *Juniperus oxycedrus* (abnehmende Reihenfolge) bestehen zu lassen. In der Feldschicht gedeihen *Brachypodium retusum*-Kolonien, außerdem *Lathyrus articulatus*, *Arisarum vulgaris* und *Polypodium vulgare*. Auf lichteren Stellen überdauern Arten aus der *Tuberarietea guttatae*, vor allem *Briza maxima*, *Cynosurus echinatus*, *Euphorbia terracina* und *Tuberaria* selbst. An Stellen, wo *Pinus halepensis* als weitere Baumart aufkommt, verschwindet der Unterwuchs weitgehend (Erläuterung s. B 4.2.5).

30 km entfernt sind aus den Rebkulturen um Campmany, die zum Teil maschinell bearbeitet werden, *Rumex bucephalophorus* s.str., *Anthemis altissima* und *Lolium rigidum* als häufigste Unkräuter zu nennen (s. Abb. 44); daneben sind *Plantago lagopus*, *Papaver rhoeas* und *Silene gallica* von Bedeutung. In der ersten Brachephase spielen Leguminosen eine größere Rolle als in Llança, von denen außer *Ornithopus compressus* den *Trifolium*-Arten besondere Bedeutung zukommt: *Trifolium campestre*, *T. repens*, *T. arvense*, *T. angustifolium* und *T. incarnatum*. Die Gramineen werden durch *Aira cupaniana*, *Gaudinia fragilis* und *Agrostis castellana* vertreten, und von den Compositen treten *Crepis cf. capillaris*, *Crepis vesicaria ssp. taraxacifolia*, *Andryala integrifolia* und *Picris hieracioides* hervor[1].

Nach einem Brachejahrzehnt sind noch immer *Agrostis castellana* und *Crepis cf. capillaris* besonders reichlich vertreten. Hinzugekommen sind vor allem *Dittrichia viscosa* und *Cistus monspeliensis*, ferner *Dactylis glomerata* als trockenheitsempfindlichere ssp. *glomerata*, *Tuberaria guttata* und *Ononis spinosa* ssp. *antiquorum*. Letztere ist jedoch ebenso wie *Lavandula stoechas* in den Rebbrachen um Campmany nicht häufig genug, um von einem *Ononido-Lavanduletum* stoechidis zu sprechen, wie es MALAGARRIGA (1976, S. 37) für aufgegebene Trockenfelder über schiefrigen und granitischen Ausgangsgesteinen der Alt Emporda als charakteristische Pflanzengesellschaft tut. *Spartium junceum* ist in dieser Phase etwas stärker vertreten als in Llança während des gleichen Brachestadiums; *Rubus ulmifolius* ist hingegen noch seltener anzutreffen, während *Rubus canescens* flach am Boden liegend zu schwach ausgeprägter Kolonienbildung neigt.

---

1 Für die Bestimmung einiger Pflanzen aus Campmany danke ich Herrn Prof. Dr. E. Patzke, Botan. Inst. der RWTH - Aachen.

Courtesy of Editors

Zwischen dem zweiten und vierten Brachejahrzehnt erreicht *Cistus monspeliensis* extreme Deckungswerte bis 90% (Abb. 44). Möglicherweise ist die monospezifische Ausbildung der Bestände dafür ausschlaggebend, daß sich erst verhältnismäßig spät Baumarten durchsetzen. Einzig *Calicotome spinosa*, *Ulex parviflorus*, *Lavandula stoechas* und im Unterwuchs *Brachypodium retusum* vermögen sich gegen die Zistrosenübermacht zu behaupten. Erst mit der Überalterung der Macchienpflanzen kommt ein Mischwald auf, der von Immergrünen beherrscht wird. In erster Linie handelt es sich um *Quercus suber*, aber auch *Qu. ilex* und *Qu. coccifera* erreichen Deckungswerte von 5 - 10%. Erwähnenswert sind zudem die zerstreuten Vorkommen von *Quercus pubescens*, die im Vergleich zur Küstenregion bereits auf kontinentalere Verhältnisse hindeuten. Die Mischbestände erlauben einen verhältnismäßig dichten und artenreichen Unterwuchs aus *Erica arborea*, *Cistus monspeliensis*, *Ulex parviflorus*, *Daphne gnidium* und *Spartium junceum* in der Strauchschicht, aus *Brachypodium retusum*, *Galium maritimum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex muricata* s.l. und *Dorycnium pentaphyllum* in der Krautschicht sowie aus *Asparagus acutifolius*, *Hedera helix*, *Lonicera implexa* und *Rubia peregrina* als Lianen. In diesem Fall kommt es nach Überwindung der Zistrosen-Phase zu einer deutlichen Zunahme der floristischen Heterogenität, die durch artenbedingte Unterschiede im Kronenschluß und der damit verbundenen Einstrahlungsdifferenzierung verursacht wird.

Ähnliche Verhältnisse treffen auch für die Pseudoklimax in Arles-sur-Tèch zu, wo der Anteil an laubwerfenden Bäumen im oberen Kronendach mit ca. 20% noch höher als in Campmany liegt. Neben *Quercus pubescens* zählen hierzu *Quercus petraea* und *Castanea sativa*, die für eine Aufhellung der gemischten Kork- und Steineichenwälder im Endstadium der Rebbrache- Sukzession über den Terrassenresten an den südexponierten Hängen sorgen. Neben den winterkahlen Baumarten zeugt auch die Strauchschicht im Unterwuchs mit *Sarothamnus scoparius*, *Pistacia terebinthus* und *Arbutus unedo* von einer im Vergleich zu den beiden anderen Fallbeispielen ausgeglicheneren Wasserversorgung im Sommerhalbjahr.

Insbesondere beim Besenginster handelt es sich um ein Relikt aus den Vorwaldgesellschaften, die das zweite und dritte Brachejahrzehnt beherrschen und deutliche Anklänge an die nahegelegene supramediterrane Zone in den Pyrenäentälern zeigen. *Sarothamnus* übernimmt in Arles-sur-Tèch die Rolle der fehlenden *Spartium*- oder *Calicotome*-Bestände und wird in seinem optimalen Ausbreitungsstadium von *Rubus ulmifolius* und *Clematis vitalba* begleitet. Durchweg handelt es sich um dichte Strauchgeflechte, die zusätzlich von *Lonicera implexa*, *Smilax aspera* und *Rubia peregrina* durchrankt sind. Dazwischen bestehen jedoch Lücken mit Staudenrasen, in denen die häufigsten Arten *Brachypodium retusum*, *Cymbopogon hirtus*, *Psoralea bituminosa*, *Galium lucidum*, *Sedum sediforme*, *Silene vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Dactylis glomerata* s.str. und *Arrhenatherum elatius* eine Mischgesellschaft der *Thero-Brachypodietea* erkennen lassen, die Anzeichen eines erhöhten Durchsetzungsvermögens des eurasiatisch-subozeanischen Florenelements zeigt.

Somit ergibt sich auch in diesem Fall die Situation, daß die Vegetationsentwicklung auf Rebbrachen im Grenzgebiet des meso- und supramediterranen Bereichs von einem erhöhten Artenangebot profitiert und damit durch eine größere floristische Vielfalt gekennzeichnet wird.

B 3.2.3. ZAFFERANA ETNEA (SIZILIEN)

Die Weinbauzone am Ätna zieht sich zwischen ca. 300 und 800 m ü. M. von den Südhängen bei Belpasso an der Ostabdachung entlang bis nach Randazzo auf der Nordseite. In der Umgebung von Zafferana und Milo, von wo die folgenden Untersuchungsergebnisse stammen, sind die Rebstöcke in langen Zeilen auf 5 - 70 m breiten Terrassen erzogen, die über Lavasteinmauern angelegt sind. Die Tatsache, daß sich der Weinbau im vorigen Jahrhundert bis 1100 m ü. M. hinauf erstreckte (mdl. Mitt. Dr. G. MAUGERI, Botan. Inst. Catania), deutet auf günstige thermische Voraussetzungen hin, an denen die erhöhte Wärmespeicherung der dunkelbraunen Rigosole über Basaltaschen und Pyroklastika maßgeblich beteiligt ist. Aus hygrischer Sicht ergibt sich bei durchlässigen humusarmen Böden mit erhöhtem Sickerwasserverlust und geringer Speicherkapazität ein Ausgleich durch die Niederschläge, die in dem Rebgürtel am feuchten Ostabhang durchweg über 1000 mm N/a liegen (Nicolosi = 1180 mm N/a, S. Alfio = 1269 mm N/a, Linguaglossa = 1219 mm N/a; aus: WERNER, 1968, Abb. 3). So läßt sich nach TOMASELLI (1961) die potentiell natürliche Vegetation zwischen 500 und 900 m ü. M. dem *Quercion ilicis* zuordnen, das sich oberhalb an das durch bewässerte Agrumeten weitgehend ersetzte *Oleo-Ceratonion* anschließt.

Im Untersuchungsgebiet wurden Ende November 1981 je zwei Areale aus sechs verschiedenen Brachestadien pflanzensoziologisch vollständig erfaßt und Anfang Mai nochmals ergänzt. Im Gegensatz zu den größtenteils tiefer gelegenen Aufnahmen von MAUGERI *et alii* (1979, dort Tab. 1) spielen in den Hackwildkraut-Gesellschaften der Rebkulturen Zafferanas und Milos *Eragrostietalia*-Arten keine überragende Rolle. Abgesehen von *Amaranthus retroflexus* und *Galinsoga parviflora* kommen weitere Differentialarten wie *Oxalis pes-caprae*, *Brassica fructiculosa* s.str., *Sorghum halepense* oder *Setaria decipiens* im untersuchten Höhenbereich nur spärlich vor, obwohl sie weiter unterhalb in den Zitruskulturen typisch sind. Andere *Chenopodietea*-Arten stellen sich zögernd ein; so daß erst gegen Ende des dritten Jahres nach dem letzten Umbruch eine 80%-ige Überdeckung erreicht ist (s. Abb. 45). Zu diesem Zeitpunkt sind sowohl ruderale als auch xerische Therophyten hinzugekommen, die den *Sisymbrietalia* (vor allem *Chenopodium album* und *Bromus*-Arten) bzw. den *Tuberarietea guttati* angehören (z.B. *Ornithopus compressus*, *Rumex bucephylophorus* s.str., *Tolpis barbata* und *Silene gallica*). Bei den Hemikryptophyten der ersten Brachejahre werden hingegen gesellschaftsvage Begleiter dominierend, von denen *Cynodon dactylon*, *Achillea ligustica* und *Isatis tinctoria* sowie als überdauernde Art auch *Dactylis glomerata ssp. hispanica* genannt seien.

Die dritte Brachephase wird eindeutig von *Rubus ulmifolius* und *Spartium junceum* bestimmt. Die Ausbildung dieser Gebüsch-Fazies unterscheidet sich von derjenigen Salinas insofern (Kap. B 4.1.3); als die Brombeere am Ätna mit höherer und größerer Vitalität auftritt. Zwar erreicht der Binsenginster stellenweise die höchsten Deckungswerte (bis 70%), was WERNER (1968, dort Tab. 4) dazu

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

veranlaßte, von einem *Spartium*-Buschstadium zu sprechen, jedoch kann diese Art auch ganz fehlen.

Zeichnen sich in dieser Phase der Bildung monotypischer Gebüsche Unterschiede zum Entwicklungsablauf auf Rebbrachen im thermomediterranen Bereich Süditaliens kaum ab, so zeigen die beiden letzten Sukzessionsstadien am Ätna ausgeprägte supramediterrane Züge. Erste Hinweise ergeben sich aus dem Baumaufwuchs, bei dem sich *Quercus pubescens* gegenüber *Quercus ilex* eindeutig als konkurrenzstärker erweist. Läßt sich diese Tatsache noch mit dem rascheren Aufwuchs unter vergleichsweise geringem Assimilationsaufwand der Flaumeiche erklären (FREITAG, 1975, S. 63), so sprechen die Unterwuchsarten doch für wesentlich ausgeglichenere Klimaverhältnisse als in Salina, sobald die extremen mikroklimatischen Effekte durch dichte Laubüberschirmung erst einmal ausgeschaltet sind. Schon im *Rubus-Spartium*-Stadium werden lichtliebende *Thero-Brachypodietea*-Stauden wie *Carlina corymbosa*, *Cynosurus echinatus* und *Reichardia picroides* zurückgedrängt, während schattenliebende Arten im aufkommenden Wald zunehmen. Nur ein kleiner Teil gehört dem mesomediterranen Florenelement an: *Cytisus villosus*, *Rubia peregrina* und *Asplenium onopteris*. Aus der oberhalb anschließenden supramediterranen Flaumeichen-Kastanien-Stufe stammen neben *Doronicum orientale* und *Clematis vitalba* die vereinzelt auftretenden Endemiten *Genista aetnensis* und *Linaria purpurea*.

Hinzu kommen Arten mit mitteleuropäisch-ozeanischem Verbreitungscharakter, von denen *Galium aparine* und *Geum urbanum*, vor allem aber *Agrostis stolonifera* und *Brachypodium sylvaticum* zu erwähnen sind. Als Waldpflanzen, die für die Übergangsstellung zwischen meso- und supramediterranen Bereichen vermitteln, seien *Cyclamen repandum*, *Clinopodium vulgare*, *Hypericum hircinum* und *Ruscus aculeatus* genannt.

Bei den Baumarten erreicht *Quercus pubescens* auf grund der günstigen Standortvoraussetzungen schon nach einem halben Jahrhundert eine 40% -ige Kronenüberschirmung, die nach säkularer Entwicklung nahezu geschlossen ist. In der Pseudoklimax haben sich zu der Flaumeiche weitere laubwerfende Bäume wie *Castanea sativa*, *Fraxinus ornus* und *Ostrya carpinifolia* hinzugesellt, während unter den Hartlaub-Gehölzen nur *Quercus ilex* eine erwähnenswerte Rolle spielt.

Im Verlaufe der Rebbrache-Sukzession am Ätna ergibt sich also ein allmählicher Wechsel von mesomediterranen Ephemeren und Stauden auf offenen Standorten zu supramediterranen Vertretern in den Gehölzstadien, der mit dem bestandsklimatischen Wandel einhergeht. Jedoch dürften ausgleichende hygrothermische Effekte für Veränderungen in den Arealspektren in geringerem Maße verantwortlich sein als die regionale Ausgangssituation für die Pflanzenausbreitung. Diese wird durch die Grenzlage des Untersuchungsgebietes zwischen dem intensiv bewirtschafteten Kulturgürtel der Fußstufe und den extensiv genutzten Sekundärwäldern im mittleren Hangbereich geprägt. Während also die wärmeliebenden und trockentoleranten Wildkräuter von unten her in die Rebkulturen und jungen Brachen von Zafferana und Milo einwandern, bleibt als Herkunftsgebiet für eine natürliche Wiederbewaldung nur die supramediterrane Flaumeichen-Kastanien-Zone, von wo aus Holzarten mit ihren Begleitern eindringen können. Eine autochthone Entwicklung aus dem Arteninventar des ursprünglichen *Quercion ilicis* ist hingegen nicht feststellbar, da die potentiell natürliche Vegetation vom Menschen vernichtet worden ist.

Eine ähnliche Situation bestätigen Untersuchungsergebnisse vom Küstenabschnitt zwischen Scilla und Bagnara, von wo ebenfalls 12 pflanzensoziologische Aufnahmen aus Entwicklungsreihen auf Rebbrachen vorliegen. Trotz der geringen Meereshöhe (120-250 m ü. M.) werden in dem mesomediterranen Klimabereich mit fast 1000 mm N/a (GANDOLFO und DE PASQUALE SCHIPANI, 1974, dort Fig. 2) die Schlußgesellschaften durch Kastanienwälder gekennzeichnet, in denen neben *Castanea sativa* noch *Fraxinus ornus* häufiger auftritt, laubwerfende und immergrüne Eichen hingegen eine untergeordnete Rolle spielen. Im Unterwuchs sind *Cytisus villosus* und *Erica arborea* beherrschend; *Brachypodium sylvaticum* ist ähnlich stark vertreten wie am Ätna. Eingeleitet wird diese supramediterrane Fazies durch dichte *Rubus ulmifolius*-Polykormone, denen eine Abfolge wärmeliebender Wildkraut-Stauden-Fluren mit *Oxalis pes-caprae* als wichtigstem Kulturbegleiter vorausgegangen ist.

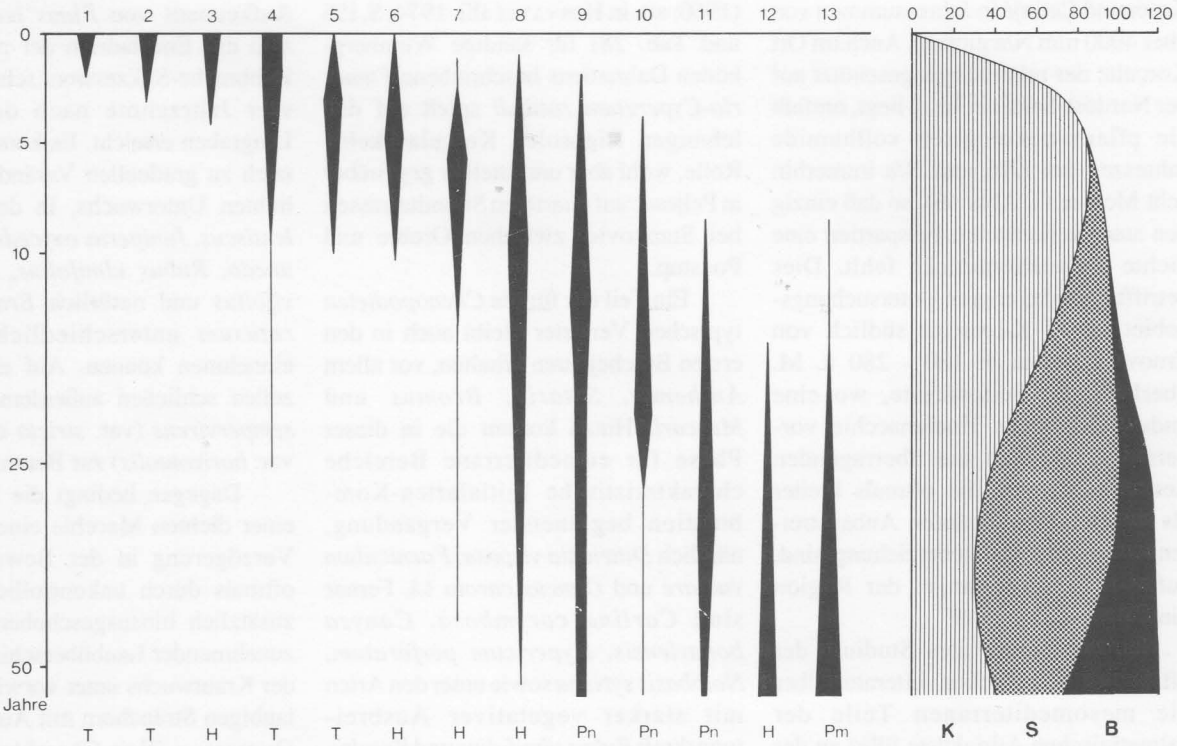
Während also auch hier in Ermangelung von *Quercion ilicis*-Relikten supramediterrane Florenelemente aus höheren Lagen für die Ausbildung von Ersatzgesellschaften sorgen, läuft die Rebbrache-Sukzession an der flacheren Südabdachung des Aspromonte über Palizzi (350 - 450 m ü. M.) im günstigsten Fall auf lichte Steineichen-Gehölze hinaus. Obwohl sich die Niederschläge noch immer auf fast 900 mm N/a belaufen, tragen selbst in den Endphasen Arten wie *Ampelodesmos mauretanicus* und *Pistacia lentiscus* zum *Oleo-Ceratonion*-Charakter bei, der bei schütterem Bewuchs eine Degradierung der tonreichen Böden durch Calanchi-Spülung zur Folge hat. In diesem Fall führt das Fehlen nahegelegener Waldbestände zur lükkenhaften Besiedlung durch Holzarten, wobei es zu Rückkopplungseffekten kommen kann, solange einzig xerotherme Arten mit geringer Biomassenproduktion zu überdauern vermögen und somit die Bodenerosion kaum eingedämmt wird.

Vergleichsweise zeichnet sich also im Falle der Brachland-Sukzession am Ätna und nördlichen Aspromonte mit der Einwanderung supramediterraner Arten und mit rascher Wiederbewaldung eine günstigere Entwicklung ab als am südlichen Aspromonte, wo zögerndes Aufkommen thermomediterraner Elemente einer zügigen Entwicklung bis zur Schlußgesellschaft entgegenstehen.

B 3.2.4. KORÇULA (DALMATIEN)

Während das Streichen der Dinariden überwiegend NW-SE gerichtet ist, erstrecken sich die hauptsächlich aus oberkretazischen Kalken aufgebauten Mitteldalmatischen Inseln Braç, Hvar und Korçula in W-E-Richtung. Die orographische Situation bedingt die klimatische Differenzierung in eine landwirtschaftlich extensiv genutzte trocken-kühle Nordseite mit Bora-Beeinflussung und eine feuchtwarme Südseite, wo bei entsprechenden edaphischen Voraussetzungen der Anbau von Südfrüchten möglich ist. So konzentriert sich der Weinbau auf Korçula und auf der unmittelbar im Nordosten gegenüberliegenden Halbinsel Peljesac auf die geschützten Längsbekken bzw. Poljen sowie auf die südexponierten Abdachungen. Daß es in Dalmatien trotz der schweren Böden mit geringer nutzbarer Feldkapazität

Courtesy of Editors



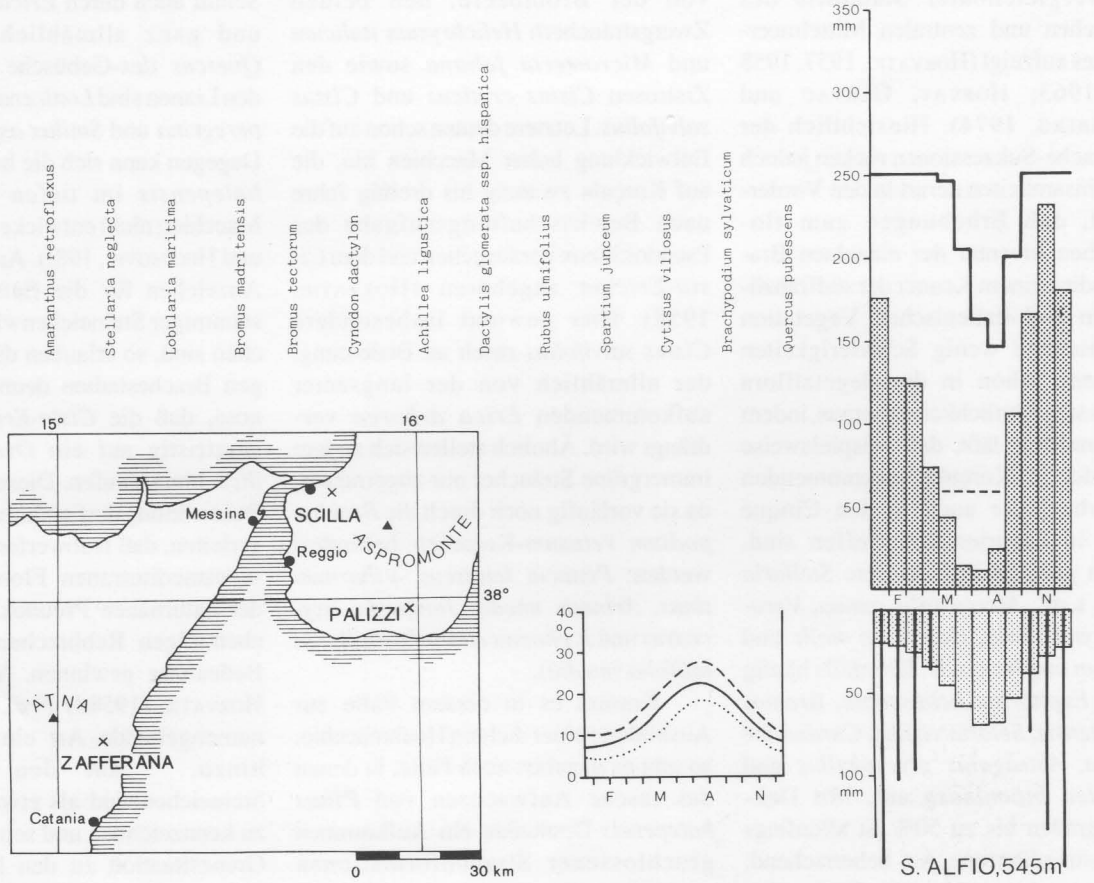


Abb. 45 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Zafferana Etnea. Klimastation: S. Alfio. BA = Sand; BT = 2 m; WK = 250 mm.

Courtesy of Editors

überhaupt zu Rebbau kommen kann, ist mit lokal erheblichen Niederschlagsmengen zu erklären, die im Gebiet um Kotor und Cetinje in Jahressummen von über 4000 mm N/a gipfeln. Auch im Ort Korçula; der relativ regengeschützt auf der Nordost-Seite der Insel liegt, umfaßt die pflanzenökologisch vollhumide Jahreszeit bei 1076 mm N/a immerhin acht Monate (s. Abb. 46), so daß einzig den stark verkarsteten Felspartien eine dichte Vegetationsdecke fehlt. Dies betrifft auch das engere Untersuchungsgebiet zwei Kilometer südlich von Zrnovo-Postrana in 180 - 280 ü. M. oberhalb der Südostküste, wo eine undurchdringliche Hochmacchie vorherrscht; obgleich die überragenden Lesestein-Mauern, die oftmals breiter als die zwischenliegenden Anbaustreifen mit einzeiliger Reberziehung sind, auf den Feinerdemangel der Region hindeuten.

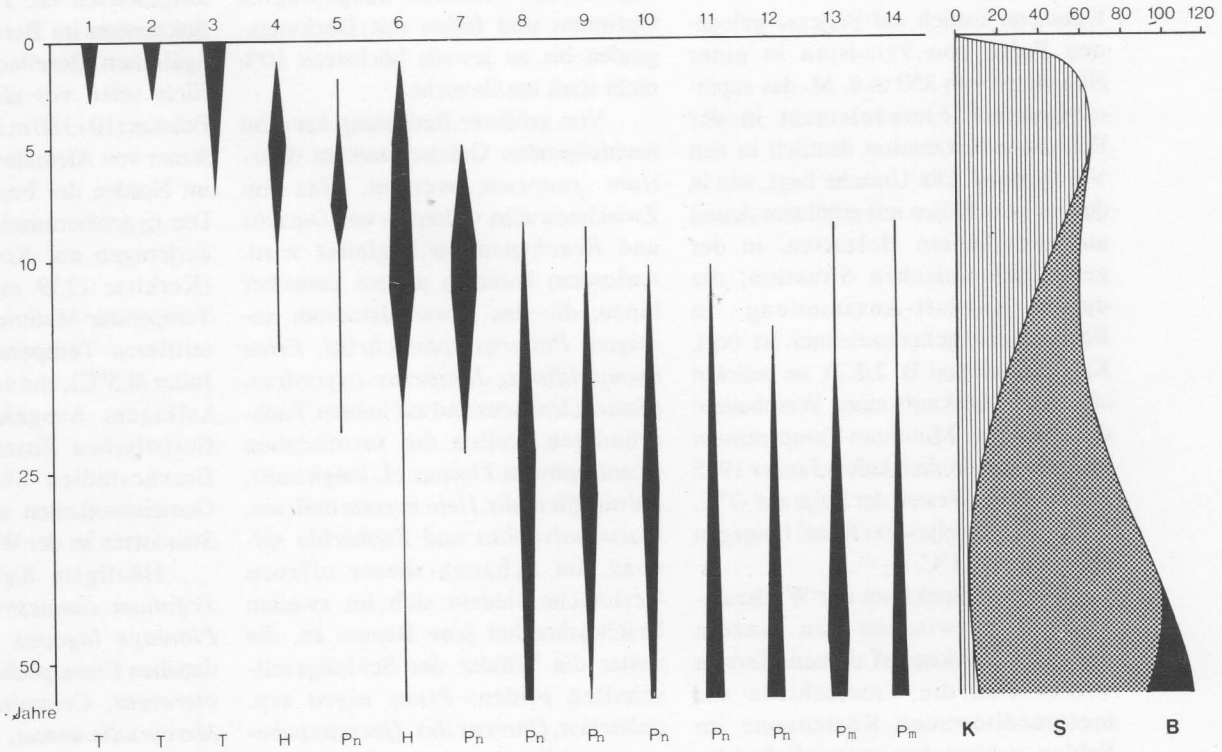
Ein vorbereitendes Studium der pflanzensoziologischen Literatur über die mesomediterranen Teile der dalmatinischen Adriaküste führt zu der Vorstellung und Erwartung, auf eine eigenständige Flora zu treffen, die aufgrund ihres Endemiten-Reichtums erhebliche Abweichungen von derjenigen vergleichbarer Standorte des westlichen und zentralen Mittelmeergebietes aufzeigt (HORVATIC, 1957, 1958 und 1963; HORVAT, GLAVAC und ELLENBERG, 1974). Hinsichtlich der Rebbrache-Sukzessionen rücken jedoch Gemeinsamkeiten derart in den Vordergrund, daß Erhebungen zum floristischen Inventar der einzelnen Brachestadien einem Kenner der südfranzösischen und italienischen Vegetation überraschend wenig Schwierigkeiten bereiten. Schon in der Segetalflora stellen sich Ähnlichkeiten heraus, indem sich ermitteln läßt, daß beispielsweise 55% der in Korçula vorkommenden Kulturbegleiter auch in den Cinque Terre in Ligurien anzutreffen sind. Hierzu gehören insbesondere *Stellaria media* s.str., *Mercurialis annua*, *Veronica cymbalaria*, *Geranium molle* und *Lamium amplexicaule*. Ebenfalls häufig treten *Euphorbia helioscopia*, *Bromus madritensis*, *Setaria viridis*, *Cardamine hirsuta*, *Astragalus glycyphyllos* und *Psoralea bituminosa* auf. Mit Dekkungsgraden bis zu 50% ist allerdings eine ostmediterrane Art beherrschend, *Anthemis chia* (Abb. 46). Stetig aber seltener vertreten sind schließlich *Sonchus oleraceus*, *Tordylium apulum*, *Viola arvensis*, *Erodium cicutarium*, *E. malacioides*, *Capsella rubella*, *Calendula arvensis*, *Valerianella locusta* und *Muscari botryoides*. Das von HORVATIC (1960; zit. in HORVAT et alii, 1974, S. 156 und Tab. 28) für sandige Weinbergböden Dalmatiens beschriebene *Fumario-Cyperetum rotundi* spielt auf den lehmigen Rigosolen Korçulas keine Rolle, wohl aber unmittelbar gegenüber in Peljesac auf quartären Strandterrassen bei Stankovici zwischen Orebic und Podstup.

Ein Teil der für die *Chenopodietea* typischen Vertreter bleibt auch in den ersten Brachejahren erhalten, vor allem *Anthemis*, *Setaria*, *Bromus* und *Muscari*. Hinzu kommt die in dieser Phase für eumediterrane Bereiche charakteristische Initialarten-Kombination beginnender Vergandung, nämlich *Dittrichia viscosa*, *Foeniculum vulgare* und *Daucus carota* s.l. Ferner sind *Carlina corymbosa*, *Conyza bonariensis*, *Hypericum perforatum*, *Notobasis syriaca* sowie unter den Arten mit starker vegetativer Ausbreitungskraft *Rubus ulmifolius* und *Brachypodium retusum* zu nennen. Die letztgenannte ährige Zwenke erlangt nach ungefähr einem Brachejahrzehnt den höchsten Deckungswert, gefolgt von der Brombeere, den beiden Zwergsträuchern *Helichrysum italicum* und *Micromeria juliana* sowie den Zistrosen *Cistus creticus* und *Cistus salvifolius*. Letztere deuten schon auf die Entwicklung hoher Macchien hin, die auf Korçula zwanzig bis dreißig Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe der Pseudoklimax vorausgehen und dem *Cisto-Ericion* angehören (HORVATIC, 1958). Hier gewinnt insbesondere *Cistus salvifolius* rasch an Bedeutung, der allmählich von der langsamer aufkommenden *Erica arborea* verdrängt wird. Ähnlich stellen sich andere immergrüne Sträucher nur zögernd ein, da sie vorläufig noch durch die *Brachypodium retusum*-Kolonien behindert werden: *Pistacia lentiscus*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Juniperus oxycedrus* und *J. phoenicea* sowie *Phillyrea latifolia* (*media*).

Kommt es in diesem Falle zur Ausbildung einer dichten Hochmacchie, so gibt es daneben auch Fälle, in denen das rasche Aufwachsen von *Pinus halepensis*-Beständen ein Aufkommen geschlossener Strauchformationen verhindert (Begründung s. Kap. B 4.2.5). In den Kiefernwäldern überdauern stattdessen die *Brachypodium*-Rasen, die in den Macchien der Überschattung durch das geschlossene Laubwerk nicht gewachsen sind. Im Falle eines massenhaften Ansamens und Aufkeimens von *Pinus halepensis* ist also das Endstadium der progressiven Rebbrache-Sukzession schon drei bis vier Jahrzehnte nach dem letzten Umgraben erreicht. Es kommt hier nur noch zu graduellen Veränderungen im lichten Unterwuchs, in dem *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Arbutus unedo*, *Rubus ulmifolius*, *Cistus salvifolius* und natürlich *Brachypodium retusum* unterschiedliche Anteile einnehmen können. Auf einigen Parzellen schließen außerdem *Cupressus sempervirens* (var. *stricta* und seltener var. *horizontalis*) zur Baumschicht auf.

Dagegen bedingt die Etablierung einer dichten Macchie eine erhebliche Verzögerung in der Bewaldung, die oftmals durch unkontrollierte Brände zusätzlich hinausgeschoben wird. Bei zunehmender Laubüberschirmung wird der Krautwuchs unter vorwiegend hartlaubigen Sträuchern mit Ausnahme der *Quercetea ilicis*-Charakterart *Asplenium onopteris* ganz verdrängt. Die Gehölze werden ansonsten durch *Coronilla emerus ssp. emeroides*, auf lichteren Stellen über Mauerbruch-Schutt auch durch *Erica manipuliflora* und ganz allmählich auch durch *Quercus ilex*-Gebüsche ergänzt; von den Lianen sind *Lonicera etrusca*, *Rubia peregrina* und *Smilax aspera* vertreten. Dagegen kann sich die heliophile *Pinus halepensis* im tiefen Schatten der Macchien nicht entwickeln (vgl. ILIJANIC und HECIMOVIC, 1981). Auch wenn keine Anzeichen für die Entstehung hochstämmiger Steineichenwälder auszumachen sind, so erlauben die fünfzigjährigen Brachestadien dennoch die Prognose, daß die *Cisto-Ericion*-Bestände langfristig auf ein *Orno-Quercetum ilicis* hinauslaufen. Diese Assoziations-Bezeichnung darf nicht zu der Annahme verleiten, daß laubwerfende Bäume des supramediterranen Florenelements in der naturnahen Pseudoklimax auf den ehemaligen Rebbrachen Korçulas an Bedeutung gewinnen. Vielmehr zieht HORVATIC (1958d) *Fraxinus ornus* als namengebende Art einzig deswegen hinzu, "...um den kroatischen Steineichenwald als etwas Besonderes zu kennzeichnen und seine ökologische Grenzsituation zu den laubwerfenden Wäldern auszudrücken" (HORVAT *et alii*, 1974, S. 132). Tatsächlich belegt das floristische Inventar der Schlußgesellschaften unmißverständlich den

Courtesy of Editors



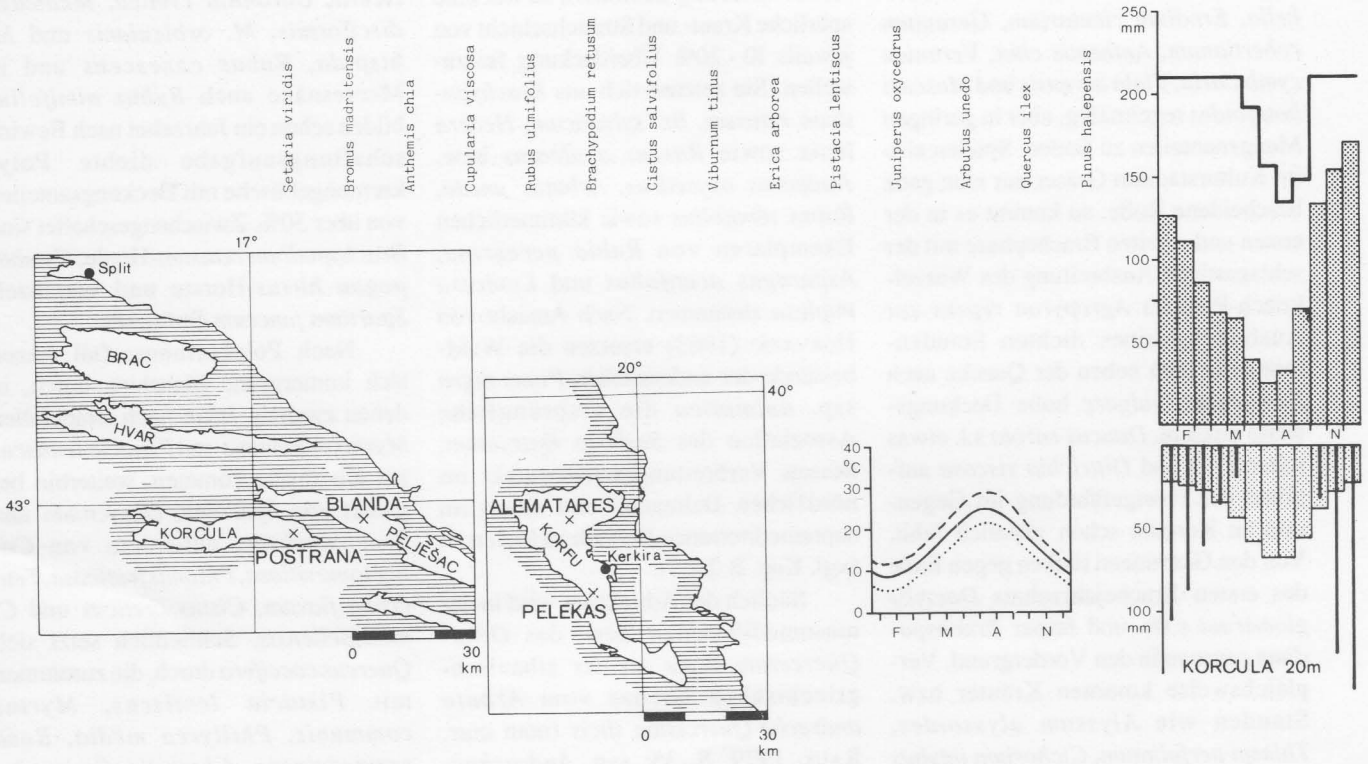


Abb. 46 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Korçula. Klimastation: Korçula. BA = Lehm; BT = 0,75 m; WK = 210 mm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

mesomediterranen Charakter der Vegetationsentwicklung.

Dagegen tritt in der nur 15 Kilometer östlich auf Peljesac gelegenen Polje von Prizdrina in einer Höhenlage von 350 m ü. M. das supramediterrane Florenelement in der Rebbrache-Sukzession deutlich in den Vordergrund. Die Ursache liegt, wie in den meisten Fällen mit erhöhtem Anteil an winterkahlen Holzarten, in der geländeklimatischen Situation, die durch Kaltluft-Ansammlung in Beckenlagen gekennzeichnet ist (vgl. Kap. B 2.1.5 und B. 2.2.2); so beliefen sich nach Auskunft eines Weinbauern die absoluten Minimum-Temperaturen im außergewöhnlich kalten Januar 1985 in Blanda im Westen der Polje auf -7°C, in Orebic am Peljesacki Kanal hingegen lediglich auf -1°C.

Im Artenspektrum der Wildkrautvegetation zwischen den einzeln stehenden Stöcken auf ebenem Terrain wirken sich die Unterschiede zur mesomediterranen Küstenzone im Fehlen zahlreicher wärmeliebender Arten aus. Bedeckungswerte von bis zu 20% können *Crepis sancta* und *Stellaria media* ssp. *pallida* erreichen, während *Geranium molle* eine ähnlich hohe Stetigkeit bei schwächerer Dominanz zeigt. Ferner sind *Cerastium fontaneum* ssp. *triviale*, *Senecio vulgaris*, *Setaria viridis*, *Cardamine hirsuta*, *Capsella rubella*, *Erodium cicutarium*, *Geranium robertianum*, *Anthemis chia*, *Veronica cymbalaria*, *Viola arvensis* und *Muscari botryoides* regelmäßig, aber in geringen Mengenanteilen zu finden. Spielen also im Kulturstadium Gräser nur eine ganz bescheidene Rolle, so kommt es in der ersten und zweiten Brachephase mit der schlagartigen Ausbreitung des Wurzelkriech-Pioniers *Agropyron repens* zur Ausbildung eines dichten Staudenrasens, in dem neben der Quecke auch *Foeniculum vulgare* hohe Deckungswerte erreicht, *Daucus carota* s.l. etwas seltener ist und *Dittrichia viscosa* aufgrund der Frostgefährdung im Gegensatz zu Korçula schon gänzlich fehlt. Von den Gramineen rücken gegen Ende des ersten Brachejahrzehnts *Dactylis glomerata* s.str. und ferner *Brachypodium retusum* in den Vordergrund. Vergleichsweise kommen Kräuter bzw. Stauden wie *Alyssum alyssoides*, *Thlaspi perfoliatum*, *Cichorium intybus* und *Inula conyza* nur kurzzeitig stärker auf. Auch die Polykormon-Bildner *Rubus ulmifolius*, *Clematis vitalba* und *Prunus spinosa* erreichen in der zweiten Brachephase zwischen fünf und zehn Jahre nach dem letzten Umgraben lediglich ein schwach ausgeprägtes Optimum und fallen mit Deckungsgraden bis zu jeweils höchstens 10% nicht stark ins Gewicht.

Von größerer Bedeutung kann im nachfolgenden Gebüschstadium *Spartium junceum* werden, das im Zwischenwuchs weiterhin von *Dactylis* und *Brachypodium* begleitet wird. Außerdem kommen andere Sträucher hinzu, die das Vorwaldstadium anzeigen: *Paliurus spina-christi*, *Erica manipuliflora*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus* und auf lichten, flachgründigen Stellen die xerothermen Chamaephyten *Thymus* cf. *longicaulis*, *Salvia officinalis*, *Helichrysum italicum*, *Cistus salvifolius* und *Euphorbia spinosa*. Im Schatten dieser offenen Gesträuche siedeln sich im zweiten Brachejahrzehnt jene Bäume an, die später die Wälder der Schlußgesellschaften bilden: *Pinus nigra* ssp. *dalmatica*, *Quercus ilex*, *Quercus pubescens* und *Fraxinus ornus*. Die Pseudoklimax, die sich rund 50 Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe eingestellt hat, kommt dem *Orno-Quercetum ilicis pinetosum* nahe, eine Subassoziation, die HORVATIC (1958a) von den Inseln Hvar und Braç beschreibt. Unter den vier genannten Baumarten von denen die Kiefer eindeutig dominiert, ist nur eine spärliche Kraut- und Strauchschicht von jeweils 10 - 20% Überdeckung festzustellen. Sie setzten sich aus *Brachypodium retusum*, *Br. sylvaticum*, *Hedera helix* sowie *Ruscus aculeatus* bzw. *Juniperus oxycedrus*, *Arbutus unedo*, *Rubus ulmifolius* sowie kümmerlichen Exemplaren von *Rubia peregrina*, *Asparagus acutifolius* und *Lonicera implexa* zusammen. Nach Ansicht von HORVATIC (1963) ersetzen die Waldbestände der endemischen *Pinus nigra* ssp. *dalmatica* die ursprüngliche Assoziation des *Seslerio Ostryetum*, dessen Verbreitungsschwerpunkt im nördlichen Dalmatien und damit im supramediterranen Bereich zu finden ist (vgl. Kap. B 2.2.3).

Südlich der Adriaküste wird in der mesomeditarranen Zone das *Orno-Quercetum ilicis* an der albanisch-griechischen Grenze vom *Arbuto andrache-Quercetum ilicis* (nom corr. RAUS, 1979, S. 35; syn. *Andrachno-Quercetum ilicis* bei HORVAT *et alii*, 1974) abgelöst, wobei dieser Assoziation nach BARBERO und QUEZEL (1976, S. 18) allerdings viel weniger Raum zukommt, als auf der Karte von HORVAT *et alii* (1974, Beilage) ausgewiesen ist. Für die Rebbrache-Sukzession im Bereich dieser ionisch-ägäischen Gesellschaft des *Quercion ilicis* seien vor allem Beispiele von Pelekas (10 - 180 m ü. M) im Westen und ferner von Alematares (ca. 350 m ü. M) im Norden der Insel Korfu angeführt. Die hygrothermische Situation ist mit derjenigen auf Korçula vergieichbar (Kerkira: 1239 mm N/a, mittleres Temperatur-Minimum im Jan. = 5,0°C, mittleres Temperatur-Maximum im Juli.= 31,5°C), und auch hier gibt es über kalkigem Ausgangsgestein in der floristischen Zusammensetzung der Brachestadien überraschend viele Gemeinsamkeiten mit entsprechenden Standorten an der Westküste Italiens.

Häufigste Kulturbegleiter sind *Trifolium campestre*, *Anthemis chia*, *Plantago lagopus* und *Pl. psyllium*, daneben *Chenopodium album*, *Sonchus oleraceus*, *Convolvulus arvensis* und *Mercurialis annua*, *Stellaria media* s. str. und *Digitaria sanguinalis*. Im ersten Brachestadium gewinnen *Agropyron junceum*, *Pteridium aquilinium* und *Dorycnium hirsutum* stark an Bedeutung, stellenweise auch *Dittrichia viscosa*, *Foeniculum vulgare*, *Pulicaria odora*, *Convolvulus elegantissimus*, *Astragalus glycyphyllos*, *Lathyrus cicera*, *Coronilla cretica*, *Medicago disciformis*, *M. orbicularis* und *M. hispida*, *Rubus canescens* und in Meeresnähe auch *Rubus ulmifolius* bilden schon ein Jahrzehnt nach Bewirtschaftungsaufgabe dichte Polykormongebüsche mit Deckungsanteilen von über 50%. Zwischengeschaltet sind *Brachypodium retusum*-Herde, *Cymbopogon hirtus*-Horste und vereinzelt *Spartium junceum*-Sträucher.

Nach Polykormonzerfall setzen sich immergrüne Macchien durch, in denen zwanzig Jahre nach Brachfallen *Myrtus communis* und *Pistacia lentiscus* zur Dominanz kommen, weiterhin begleitet von *Spartium*, *Dorycnium* und *Brachypodium*, außerdem von *Calicotome villosa*, *Phlomis fruticosa*, *Teucrium flavum*, *Cistus creticus* und *C. monspeliensis*. Schließlich setzt sich *Quercus coccifera* durch, die zusammen mit *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea media*, *Rosa sempervirens*, *Clematis flammula*, *Smilax aspera* und *Rubia peregrina* eine dichte Hochmacchie bildet. Sie steht nach Auslegung der Beschreibungen von BARBERO und QUEZEL (1976, vgl.

Courtesy of Editors

dort Tab. 4) dem *Phillyreo-Coccifieretum* näher als dem *Arbuto andrachne-Quercetum ilicis*. Einzig auf den Alluvialböden in küstenferneren Kontinentallagen der Insel können die immergrünen Macchienbestände ein halbes Jahrhundert nach Brachfallen von einem lichten *Quercus pubescens*-Wald überschirmt werden, während weder Aleppoföhren noch Steineichen in der Pseudoklimax eine Rolle spielen (vgl. ähnliche Situation auf Levkos, HOFMANN, 1968).

Somit läßt sich feststellen, daß sowohl auf Korçula als auch auf Korfu die Rebbrache-Sukzession meistenfalls in einem dichten Hochmacchienstadium steckenbleibt. Da in beiden Fallbeispielen keine Hinweise auf eine nennenswerte Beeinflussung durch Holzentnahme, Feuereinwirkung oder Beweidung vorliegen, ist davon auszugehen, daß die Schatteneinwirkung der Hartlaubgebüsche und die geringe Nutzwasserkapazität auf den schweren Lehmböden den Baumaufwuchs erschweren.

Standorte mit entsprechenden edaphischen Voraussetzungen werden im mesomediterranen Bereich Italiens durchweg von Kulturen des trockenresistenten Ölbaums eingenommen. Sowohl in floristischer als auch in formativer Hinsicht ist hier (z.B. in Portovenere, Prov. La Spezia, auf der Halbinsel Argentario, Prov. Grosseto, oder in Maratea, Prov. Potenza) eine ganz ähnliche Brachland-Entwicklung auszumachen wie in den beschriebenen Fällen der Kalkgebiete in Dalmatien und Epirus.

B 3.2.5. NEMEA (PELOPONNES)

Die Zentren des Weinbaus auf dem Peloponnes befinden sich im Küstentiefland zwischen Pyrgos und Patras im Westen sowie zwischen Patras und Korinth im Norden. Brachflächen sind hier selten.

Daneben gibt es ein engumgrenztes Anbaugebiet bei Nemea nördlich von Argos, wo die Rebflächen weitgehend auf die karbonatreichen Alluvialböden und die Verwitterungsdecken tertiärer Kalkkonglomerate der unteren Hangpartien von zwei intramontanen Becken konzentriert sind. Oberhalb schließen sich über flachgründige Rendzinen Ölbaumkulturen und auf den felsigen Kuppen Hochmacchien an, so daß sich eine zonale Differenzierung abzeichnet, bei der die kaltluftgefährdeten Senken mit wasserführender Sedimentauffüllung aus umlagertem lehmigem Mergelsubstrat dem Weinbau vorbehalten bleiben.

Dieses Gebiet erweist sich für die Fragestellung insofern als interessant, als es im westlichen Grenzbereich der Phrygana liegt (ECONOMIDOU, 1976, Fig. 1), d.h. jener Garrigue-Formation, die vor allem durch polsterförmige, dornige Zwergsträucher geprägt wird (s.u.). In pflanzensoziologischer Hinsicht befindet sich Nemea nach OBERDORFER (1948, dort Abb. 1) im Übergangsgebiet zwischen *Quercus ilex*- und *Ceratonia*-Zone, so daß aus geobotanischer Sicht von einer Randlage zum thermomediterranen Bereich der Ägäis auszugehen ist, wo ostmediterrane Taxa eine größere Rolle spielen als in den übrigen griechischen Fallbeispielen.

Dies überrascht angesichts der hygrothermischen Situation, die im Untersuchungsgebiet durch große Temperaturamplituden im Jahresablauf und trotz der Leelage im Osten des Hochlandes von Arkadien durch hohe Winterniederschläge gekennzeichnet wird. So werden durch die 45 km südwestlich in ähnlicher topographischer Lage befindlichen Klimastation von Tripolis (660 m ü. M., Nemea = 560 m ü.M.) im Verlauf der Meßperiode 1950 - 1970 absolute Temperatur extreme zwischen -17,0°C und 40,2°C belegt; die Niederschläge von 844 mm N/a reichen bei der guten Speicherqualität des Bodens für eine fünfmonatige pflanzenökologische Humidität im Winterhalbjahr (vgl. Abb. 47). Inwiefern das Zusammentreffen des Zeitraums günstiger Wasserversorgung mit demjenigen erhöhter Frosteinwirkung zu Verzögerungen in der Rebbrache-Sukzesson führt, bildet den Kern der Ausführungen zu den Untersuchungsergebnissen aus Nemea.

Für das Kulturstadium ist die Dominanz frische- und kälteadaptierter Annueller bezeichnend, die durch Hackwildkräuter gestellt werden, welche auch in der mitteleuropäischen Segetalflora vertreten sind. Neben *Digitaria sanguinalis*, *Capsella bursa-pastoris* und *Senecio vulgaris* (s. Abb.47) sind in diesem Zusammenhang *Lamium amplexicaule*, *Fumaria officinalis*, *Holosteum umbellatum*, *Erodium cicutarium*, *Muscari neglectum* und *Gagea arvensis* zu nennen. Vergleichsweise fallen eumediterrane Vertreter wie *Sonchus oleraceus*, *S. tenerrimus*, *Arum italicum*, *Calendula arvensis*, *Veronica cymbalaria*, *Notobasis syriaca* und die ostmediterrane *Anthemis chia* mit geringeren Deckungsgraden weniger ins Gewicht[1]. Einen überraschenden Aspekt vermittelt schließlich *Ranunculus ficarioides*, der in dichten Pulks Vernässungsstellen an Quellaustritten zwischen den einzeln stehenden Rebstöcken kennzeichnet, oft in unmittelbarer Nachbarschaft ausgesprochen xerothermer Pflanzengemeinschaften an den Rändern der Rebflächen.

Nur *Digitaria*, *Muscari* und *Ranunculus* vermögen noch einige Brachejahre zu überdauern, da sich für die anderen Arten die rasche Verringerung der nutzbaren Feldkapazität durch die Materialsetzung nach Ausbleiben des regelmäßigen Umbruchs nachteilig auswirkt. Neben *Daucus carota* s.l. stellen sich insbesondere trockenheitsduldende Hemikryptophyten wie *Dittrichia viscosa*, *Oryzopsis miliacea*, *Anthemis parnassica* und schon *Brachypodium retusum* ein. Mit *Rubus sanctus* und *Micromeria graeca* sind niedrige Holzarten bereits in der frühesten Brachephase zugegen. Der Artenwandel geht jedoch vorerst nicht mit einer Zunahme des Deckungsgrades einher. Diese kommt erst durch das Auswachsen der Brombeerpolykormone in der zweiten Brachephase zustande, die für Nemea zwischen dem fünften und zehnten Jahr nach Bewirtschaftungsaufgabe anzusetzen ist.

Nach dem ersten Brachejahrzehnt werden die *Rubus sanctus*-Kolonien von *Genista acanthoclada* abgelöst, die nach RAUS (1979b, S. 62) auch in Ostthessalien bevorzugt auf verlassenen Weinfeldern auftritt, dort jedoch in Ko-Dominanz mit *Sarcopoterium spinosum*. Dieser Vorgang ist in Analogie zum Wechsel von *Rubus ulmifolius*-Beständen zu *Spartium junceum* Gebüschen zu sehen, wie er für mehrere westmediterrane Beispiele bezeichnend ist (z.B. Puyloubier, Zafferana und Salina). Unterschiede bestehen in der geringeren Wuchshöhe der beiden griechischen Vertreter sowie darin, daß Brombeere und/oder Ginster nicht unbedingt in jeder Bracheserie vorkommen. So gewinnt z.B. weiter östlich auf dem Weg

1 Für die Bestimmung zahlreicher Arten aus Griechenland danke ich Herrn Dr. Th. Raus, Botanischer Garten Berlin-Dahlem.

Courtesy of Editors

zum rund 250 m tiefer gelegenen Ort Chillomodi *Spartium junceum* an Bedeutung während *Genista acanthoclada* gänzlich fehlen kann.

Im Falle des Ausbleibens einer Brombeer-Ginster-Sequenz bleiben in Nemea die offenen Stauden-Trockenrasen mit *Micromeria graeca* als charakteristischer Begleiter wesentlich länger erhalten als im Falle einer frühzeitigen Polykormon-Bildung, bei der mit einem neu geschaffenen Keimbett die Ansamung weiterer Holzarten erleichtert ist. Ohne die Zwischenschaltung von Brombeergebüschen werden die Rasenkolonien aus *Brachypodium retusum* begünstigt, dessen vegetative Ausbreitung stellenweise zu einer Versiegelung des Terrains und damit zur Erschwerung der Gebüschansiedlung beiträgt. Letztere setzt ohnehin nur ganz allmählich ein, wobei *Cistus salvifolius* im zweiten Brachejahrzehnt eine Pionierrolle zukommt, die jedoch nirgendwo zu dichten Zistrosenbeständen führt. Als typischer Begleiter ist *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica*; anzusehen, darüber hinaus sind in dieser Phase Phrygana-Arten am stärksten vertreten. Nach ZOHARY und ORSHAN (1965, S. 28 f.) gehören hierzu neben *Genista acanthoclada* Vertreter der *Poterietalia* (*-Sarcopoterietalia*) *spinosi intermedia*, insbesondere *Sarcopoterium spinosum* selbst und *Coridothymus capitatus*, nach ECONOMIDOU (1976) außerdem *Satureja thymbra* und *Globularia alypum*.

Alle genannten Arten sind in Nemea nur vereinzelt in der lichten xerothermen Übergangsformation zwischen Trift und Garrigue zu finden. Während diese Zwergsträucher mit aufkommender Überschattung durch höhere Gebüsche wieder verschwinden, bleiben *Odontites linkii*, *Dorycnium hirsutum*, *Gynandriris sisyrinchium*, *Thymelea tartonraira* und *Hypericum empetrifolium* auch in den nachfolgenden Macchien fortwährende Begleiter. Trockenrasen- und Phrygana-Vertreter bilden zusammen mit dem Jungwuchs der allmählich aufkommenden Hochmacchien-Arten die floristisch und physiognomisch vielfältigste Phase in der Rebbrache-Sukzession von Nemea, verursacht durch das hohe Angebot verschiedenster mikroklimatischer Nischen im relativ offenen dritten Brachestadium zwischen 10 und 25 Jahren nach Bewirtschaftungsaufgabe (vgl. Abb. 47).

In diesem Stadium fassen von den hochwüchsigen Gebüschen *Quercus coccifera* und *Pistacia lentiscus* zuerst Fuß. Eine zunehmende Bestandsdichte setzt jedoch erst mit Auswachsen der drei beherrschenden Pseudoklimax-Vertreter ein: *Arbutus unedo*, *Erica manipuliflora* und *Pinus halepensis* (s. Abb. 47). Im Sinne von ZOHARY und ORSHAN (1965, S. 44) sowie von LAVRENTIADES (1969) ließe sich die Hochmacchie von Nemea als *Erica manipuliflora - Arbutus unedo* - Assoziation ansprechen, die dem westmediterranen *Erica arborea-Arbutetum* entspräche (ALLIER, LACOSTE, 1980, 1981, vgl. a. Kap. B 4.1.3). RAUS (1979 b, S. 47) ist jedoch der Ansicht, daß die griechische Vikariante mangels kennzeichnender Charakterarten nicht als eigenständige Assoziation haltbar ist, und auch das dem *Cistion orientale* angehörende *Ericetum manipuliflorae* (OBERDORFER, 1954) ist nach seiner Auffassung auf seinen synsystematischen Wert zu überprüfen. Im Palle Nemea ist mit BARBERO und QUEZEL (1976, S. 10 ff., s. dort auch Tab. 2, Lfd. Nr. 10) am ehesten von einer *Pinus halepensis - Erica manipuliflora* - Assoziation zu sprechen, die aufgrund ihres Unterwuchses mit *Cistus salvifolius* und *Hypericum empetrifolium* von den beiden Autoren ebenfalls an das *Cistion orientale* anzuschließen ist. Auch hierin läßt sich eine Vikarianz-Erscheinung zu westmediterranen Gesellschaften erkennen, etwa dem *Querco-Pinetum halepensis* (LOISEL, 1971, vgl. auch Kap. B 3.2.1). Neben den überdauernden Arten aus vorangegangenen Sukzessionsphasen (s.o.) kommen in der Pseudoklimax die Lianen *Smilax aspera*, *Lonicera etrusca* und *Rubia peregrina* verstärkt auf. Außerdem sind *Arbutus andrachne*, *Cistus creticus* und *Carex illegitima* stetig vertreten.

Die Untersuchungsergebnisse lassen den Schluß zu, daß im Randbereich des Verbreitungsgebietes der Phrygana die Chamaephyten der *Sarcopoterietalia spinosi intermedia* in der Brachland-Sukzession nur vorübergehend an Bedeutung gewinnen. Ihre optimale Ausbildung erlangen die zugehörigen Charakterarten bei erschwerter Wasserversorgung nach Bodenverdichtung und durch erhöhte Evaporationsraten in unbeschatteten, periodisch überhitzten Zwergstrauchformationen mit offenem Verteilungsmuster. Bei zunehmender Laubüberschirmung durch den Zusammenschluß eines dichten Macchienbestandes verschwinden die Phrygana-Arten weitgehend. Ähnliche Entwicklungsabläufe treffen nach mdl. Mitteilung von Th. Raus selbst für einige der arideren Inseln der Kykladen zu, es sei denn, daß durch eine isolierte geographische Lage ein Mangel an Holzarten besteht (z.B. auf Santorin), wodurch die Pseudoklimax in einer Zwergstrauchformation des Garrigue-Typs steckenbleibt.

Courtesy of Editors

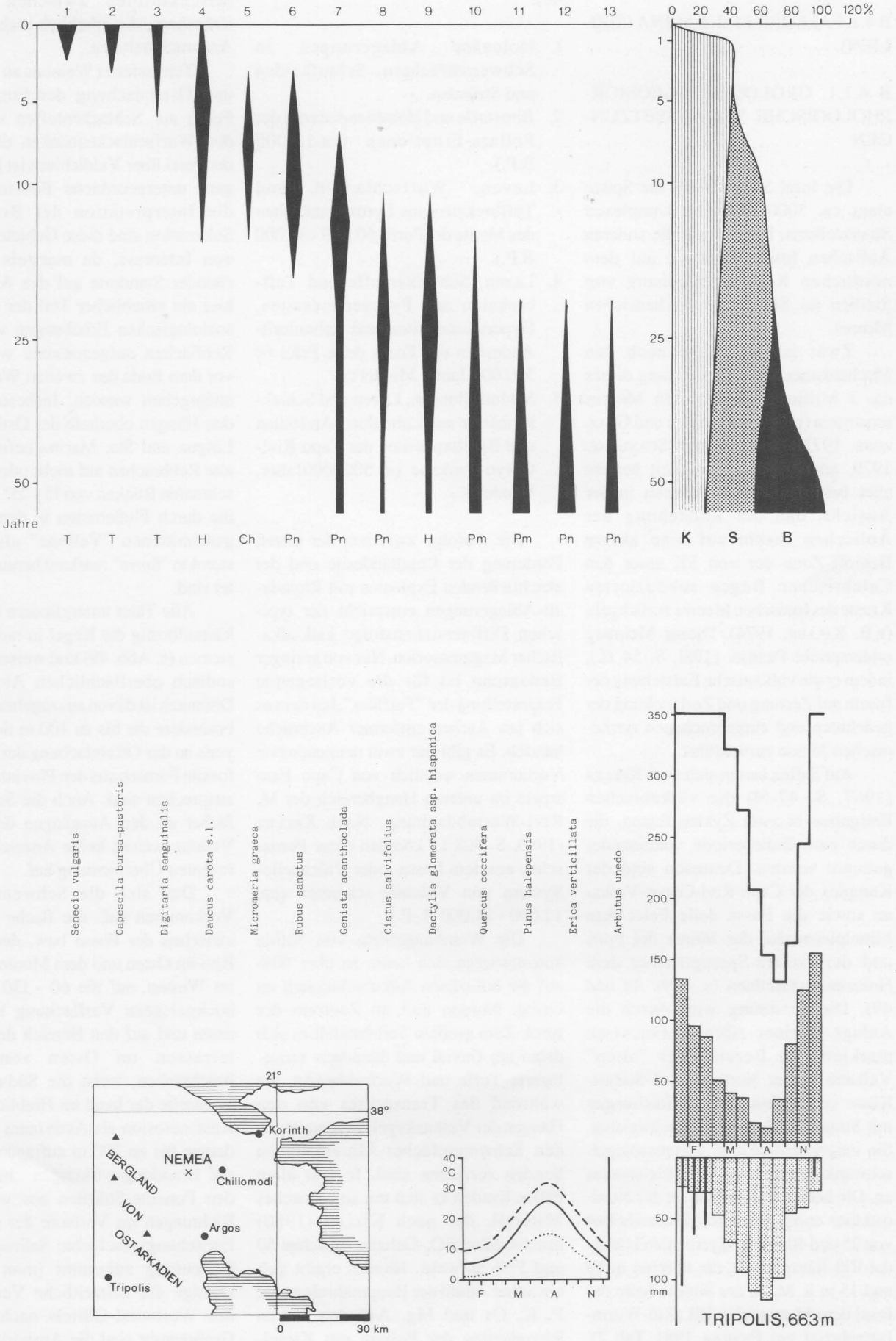


Abb. 47 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Nemea. Klimastation: Tripolis. BA = Lehm; BT = 1,5 m; WK = 350 mm.

Courtesy of Editors

B 4. REBBRACHE-SUKZESSION IN THERMOMEDITERRANEN GEBIETEN

B 4.1. FALLBEISPIEL SALINA (SIZILIEN)

B 4.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN

Die Insel Salina bildet die Spitze eines ca. 3000 m hohen komplexen Stratovulkans. Ebenso wie die anderen Äolischen Inseln liegt sie auf dem nördlichen Kontinentalabhang von Sizilien im Süden des tyrrhenischen Meeres.

Zwar ist die Frage nach den Mechanismen einer Ausweitung dieses ca. 7 Millionen Jahre alten Meeres umstritten (vgl. z. BOCCALETTI und GUAZZONE, 1972, einerseits und SCANDONE, 1979, andererseits). Einigkeit besteht aber bei den meisten Autoren in der Ansicht, daß die Entstehung der Äolischen Inseln auf eine aktive Benioff-Zone der von SE unter den Calabrischen Bogen subduzierten Kruste des Ionischen Meeres zurückgeht (z.B. KELLER, 1974). Dieser Meinung widerspricht PICHLER (1981, S. 54 ff.), indem er die vulkanische Entstehung der Inseln auf Zerrung und Zerblockung der gedehnten und eingebrochenen tyrrhenischen Masse zurückführt.

Auf Salina lassen sich nach KELLER (1967, S. 47-51) die vulkanischen Ereignisse in zwei Zyklen fassen, die durch eine Ruheperiode voneinander getrennt werden. Demnach sind der Komplex der Capo-Rivi-Corvo-Vulkane sowie die Fossa delle Felci dem Mittelpleistozän, der Monte dei Porri und der Pollara-Sprengtrichter dem Holozän zuzuordnen (s. Abb. 48 und 49). Die Trennung wird durch die Anlage mariner Abrasionsterrassen markiert. Im Bereich der "alten" Vulkane an der Nordost- und Südost-Küste von Salina sind Verflachungen mit Strandkonglomeraten nachweisbar. Sie zeigen eustatische Meeresspiegelschwankungen während des Pleistozäns an. Die höheren Terrassen an der Nordostküste entsprechen mit Meereshöhen von 25 und 40 m dem Tyrrhenien I (Mindel-Riß-Interglazial), die tieferen in 10 und 15 m ü. M. an der Südost-Seite der Insel dem Monastirien I/II (Riß-Würm-Interglazial, vgl. PICHLER, 1981, Tab. 2). Den "jungen" Vulkanen im Westen der Insel fehlen diese Meeresterrassen.

Nach Ausweisung der Karte von KELLER (1980) lassen sich folgende Komplexe auf Salina trennen (vgl. Abb. 48):

1. Holozäne Ablagerungen in Schwemmfächern, Schutthalden und Stränden.
2. Bimstuffe und Hornblendedazite der Pollara-Eruptionen (ca.13.000 B.P.).
3. Laven, Wurfschlacken und Tuffbrekzien aus Pyroxenandesiten des Monte dei Porri (60.000 - 38.000 B.P.).
4. Laven, Schlackentuffe und Tuffbrekzien aus Pyroxenandesiten, Hypersthendaziten und Labradorit-Andesiten der Fossa delle Felci (< 500.000 Jahre, Mindel?).
5. Schlotfüllungen, Laven und Schlakkenbänke aus Labradorit-Andesiten und Basaltandesiten der Capo-Rivi-Corvo-Vulkane (< 500 000Jahre, Mindel?).

Die Abfolge zwischen der ersten Förderung der Basaltandesite und der abschließenden Explosion mit Rhyodazit-Ablagerungen entspricht der typischen Differentiationsfolge kalk-alkalischer Magmenserien. Nur von geringer Bedeutung ist für die vorliegende Fragestellung der "Tufflöss", bei dem es sich um Aschen entfernter Ausbrüche handelt. Es gibt nur zwei nennenswerte Vorkommen westlich von Capo Faro sowie im unteren Hangbereich der M. Rivi-Westabdachung. Nach KELLER (1980, S. 508 f.) könnten diese Fernaschen aus dem Fossa- oder Vulcanello-System von Vulcano stammen (ca. 12.000 - 24.000 B. P.).

Die Weinbaugebiete von Salina konzentrieren sich heute zu über 90% auf die holozänen Akkumulationen im Osten, Norden und im Zentrum der Insel. Zum größten Teil handelt es sich dabei um fluvial und denudativ umgelagerte Tuffe und Wurfschlacken, die während des Transportes von den Hängen der Vulkankegel bis hinunter zu den Schwemmfächer-Alluvionen zu Sanden zerrieben sind. In fast allen Fällen handelt es sich um andesitisches Material, das nach KELLER (1980) intermediäre SiO_2-Gehalte zwischen 50 und 57% aufweist. Hieraus ergibt sich ein hoher Anteil der Hauptnährelemente P, K, Ca und Mg. Auf den sauren Rhyodaziten der Pollara mit Kieselsäure-Gehalten von 60 - 66% und einem entsprechend geringeren Nährstoffvorrat des Ausgangsgesteins spielt der Weinbau eine unbedeutende Rolle. Die Rebstöcke stehen hier durchweg in Mischkulturen zwischen Kapern sträuchern, die erheblich mehr Platz in Anspruch nehmen.

Terrassierter Weinbau an der West- und Ostabdachung der Fossa (delle Felci) auf Schlackentuffen sowie auf den Wurfschlackenbänken des Monte dei Porri über Valdichiesa ist heute von ganz untergeordneter Bedeutung. Für die Interpretation der Brachland-Sukzession sind diese Gebiete dennoch von Interesse, da mangels entsprechender Standorte auf den Alluvionen hier ein erheblicher Teil der pflanzensoziologischen Erhebungen von jenen Rebflächen aufgenommen wurde, die vor dem Ende des zweiten Weltkrieges aufgegeben wurden. Insbesondere an den Hängen oberhalb der Ostküste von Lingua und Sta. Marina befinden sich alte Rebbrachen auf mehr oder weniger schmalen Rücken von 15 - 25° Neigung, die durch Flußerosion in den tief eingeschnittenen "Vallone" als langgestreckte "Serre" markant herausgearbeitet sind.

Alle Täler untergliedern kerb- und kastenförmig die Kegel in radialen Systemen (s. Abb. 49) und weisen nur episodisch oberflächlichen Abfluß auf. Demnach ist davon auszugehen, daß insbesondere die bis zu 100 m tiefen Canyons an der Ostabdachung der Fossa als fossile Formen aus den Pluvialzeiten anzusprechen sind. Auch die Schwemmfächer an den Ausgängen der großen Vallone weisen keine Anzeichen einer rezenten Überformung auf.

Daß sich die Schwemmkegel-Vorkommen auf die flache Schwelle zwischen der Fossa bzw. dem Monte Rivi im Osten und dem Monte dei Porri im Westen, auf die 60 - 130 m ü. M. hochgelegene Verflachung im Nordosten und auf den Bereich der Strandterrassen im Osten von Salina beschränken, weist die Südwest- und Westseite der Insel im Hinblick auf die Küstenerosion als Aktivraum aus. Hier deuten bis zu 200 m aufragende Kliffs auf Brandungswirkungen hin, wobei den Ponente-Stürmen aus westlichen Richtungen im Verlaufe der gesamten Entstehungsgeschichte Salinas erhöhte Bedeutung zukommt (man berücksichtige die kaltzeitliche Verlagerung des Westwind-Gürtels nach Süden). Großräumig sind die Auswirkungen in Hangneigungs-Unterschieden auszumachen, da das Rückschreiten der

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

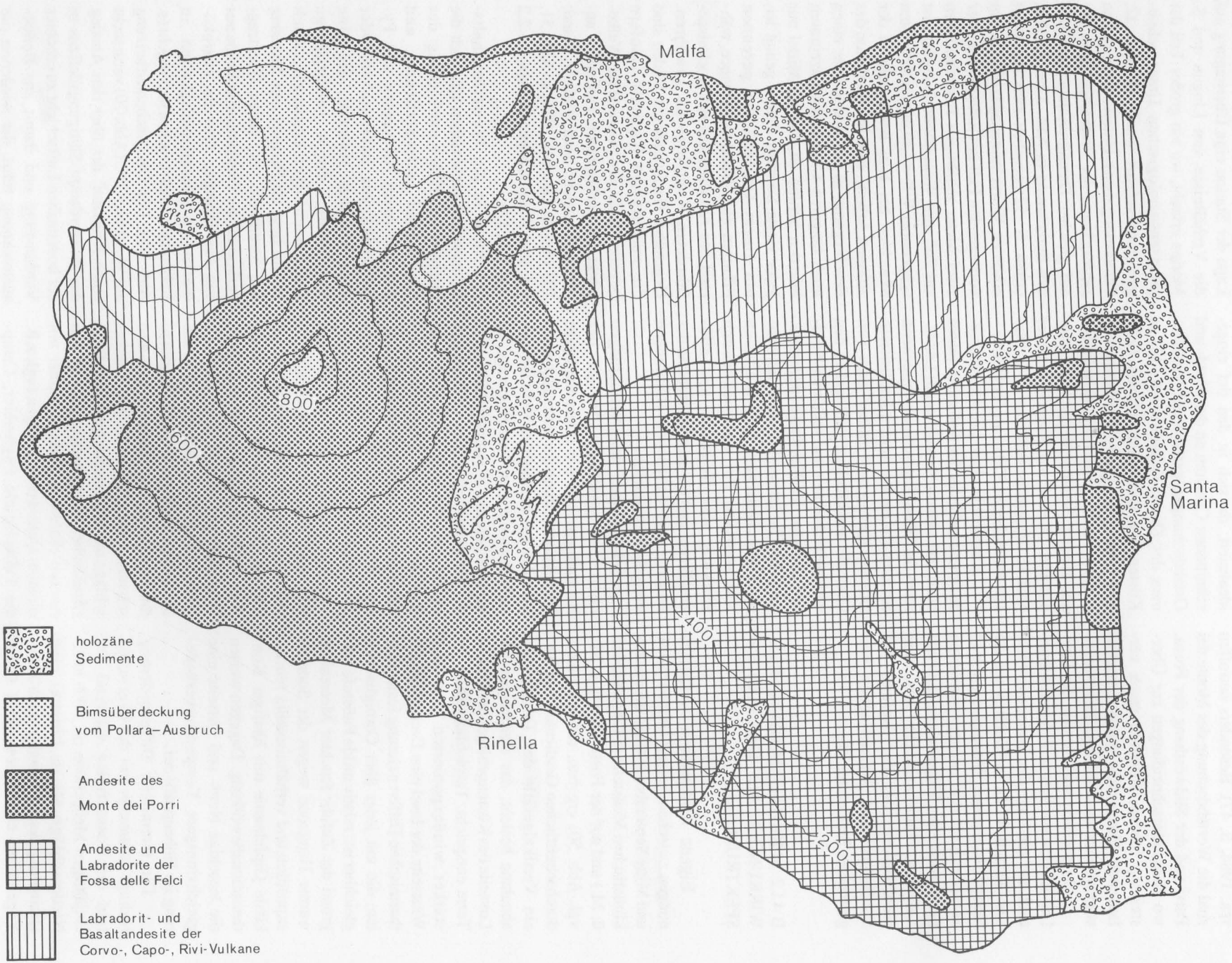


Abb. 48 — Geologisch-petrographische Übersicht von Salina.

Courtesy of Editors

Küstenlinie eine Verkürzung der Strecke zwischen Gipfel und Meeresspiegel als Erosionsbasis bedingt (RICHTER, 1984, S. 47). Besonders betroffen sind die Westabdachung des Monte dei Porri und der Südwesthang der Fossa, wo Hangunterschneidungen zur Übersteilung führen, wodurch rasch verlaufende Massenbewegungen begünstigt werden, insbesondere Steinstürze.

So gesehen wirken sich die Luv-Lee-Effekte auf Salina nicht nur klimatisch auf die Lage der Weinbaugebiete aus (Kap. B 4.1.2). In Hinblick auf die morphologischen Voraussetzungen entsprechen die westexponierten Steilküsten einer Ungunstlage, die auch auf den Nachbarinseln seit dem Neolithikum bei der Anlage der Siedlungs- und Kulturflächen von geringerer Bedeutung ist.

B 4.1.2. MIKROKLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN AUF DAS FLORENSPEKTRUM

Eigene Klimastation-Aufzeichnungen zwischen Anfang Oktober 1981 und Mitte September 1982 an der mikroklimatischen Meßstelle in Lingua (20 m ü. M.) und auf der Fossa (920 m ü. M., vgl. Abb. 50) ergeben, daß mit einem durchschnittlichen Gradienten von 0,8° ein Vertikalgefälle der Temperaturabnahme besteht, das demjenigen der Luvseite des Küstengebirges der Cinque Terre entspricht. Tatsächlich ist an der stärker windexponierten Süd- und Westseite der Insel eine Dreiteilung der thermischen Differenzierung festzustellen, die mit jener über Corniglia vergleichbar ist: relativ milde Fußstufe aufgrund der Zufuhr feuchter Meeresluft, warme Hangzone wegen der Sonnenexposition und verhältnismäßig feuchtkühle Gipfelpartie mit häufiger Kondensationsbewölkung. Dagegen weisen die leeseitige Nord- und Ostseite eine gleichsinnigere Temperaturveränderung im Höhenprofil auf.

Die thermische Differenzierung bedingt zusammen mit der hygrischen (auf der Fossa fielen während der einjährigen Meßperiode ca. 20% mehr Niederschläge als in Lingua) eine Dreiteilung der potentiellen natürlichen Vegetation: eine thermophile *Oleo-Ceratonion*-Stufe in Küstennähe, eine *Quercion ilicis*-Stufe in der Hangzone und eine *Quercion pubescentis*-Stufe in der Gipfelpartie. Diese Höhengürtel zeigen eine asymmetrische Anordnung, indem sie auf der Südseite rund 200 m höher hinaufreichen als auf der Nordseite. Aber auch dieses Bild ist idealisiert, da sich in den tief eingeschnittenen Canaloni an den Nord- und Ostabdachungen extrazonale Vorkommen des *Quercion pubescentis* bis in Küstennähe erstrecken können (z.B. eine wintergrüne *Quercus aphanes* in 15 m ü. M. nördlich von Lingua), während auf langen Schuttschleppen an Südhängen *Oleo-Ceratonion*-Vertreter noch in Gipfelnähe auftreten (z. B. Mastix-Sträucher in 850 m an der Fossa).

Klimatische Luv-Lee-Unterschiede führen auf jeder der Äolischen Inseln dazu, daß sich die Bewohner auf Ländereien in West-Exposition weitgehend auf den Anbau der unempfindlicheren Oliven, Kapern und früher auch von Getreide beschränken, während in den windgeschützteren und milderen Nord- und Ostlagen der Weinbau dominiert (s. Abb. 50). Im letzten Fall sind die während der Blütezeit empfindlichen Kulturen vor der austrocknenden Wirkung des Scirocco aus südwestlichen und vor dem Salzgebläse des Ponente aus westlichen Richtungen weitgehend geschützt.

Scheint nach den Ausführungen über die leeseitige Anlage der Rebkulturen und die höhenabhängige Vegetationsstufung der Untersuchungskomplex aus thermischer Sicht auf mesomediterrane Bereiche eingeengt, so verursachen die Wasserhaushalts- und die mikroklimatischen Verhältnisse einen xerothermen Charakter der Brachevegetation. Gegenüber der sizilianischen und calabrischen Küste, wo die Staubewölkung an den zusammenhängenden Gebirgsabschnitten zu Niederschlägen zwischen 900 und 1300 mm N/a führt, belaufen sich diese für die Äolischen Inseln auf 550 bis 700 mm N/a (nach Auswertung von Daten der Stationen in Lipari, Stromboli und Malfa). Hier sorgt die isolierte Lage der Kegelberge dafür, daß die frontal herangeführten Luftmassen die Erhebungen nur passieren, sich also seltener stauen. Zwar würden Niederschläge um 600 mm N/a unter günstigen edaphischen Voraussetzungen für den raschen Aufwuchs lichter Wälder mit dichtem Unterwuchs genügen (vgl. z.B. die Fallbeispiele Puyloubier, Campmany oder Marmaras), für Salina ist jedoch die sehr hohe Wasserdurchlässigkeit der sandigen Böden von erheblichem Einfluß.

Mangels langzeitiger Meßreihen von der Insel selbst liegen der Wasserhaushalts-Bilanzierung in Abb. 51 Daten von Stromboli zugrunde, da die Lage der Station eine Übertragung auf die Verhältnisse von Lingua und S. Marina erlaubt, wo ein großer Teil der pflanzensoziologischen Untersuchungen durchgeführt wurde (s. Tab. 12, Standortangaben). Unterschiede zu den Jahresgängen der Bodenfeuchte in der auf gleicher Datengrundlage beruhenden Berechnung in Abb. 3 bei RICHTER (1984, S. 52) ergeben sich aus einer erhöhten Wurzelraumkapazität, die im vorliegenden Fall mit Rebkulturen über zwei Meter mächtigen Bodenauflagen auf 260 mm Wasserhöhe festgelegt ist (gegenüber WK = 130 mm unter lichten Macchien bei 1 m Bodentiefe in der zitierten Arbeit). Eine Interpretation des Feuchtegangs in den Böden über einen noch längeren Untersuchungszeitraum läßt den Schluß zu, daß im Mittel nur jeder vierte Sommer feucht genug ist, um einem Großteil der perennen Pflanzen eine Überlebenschance während des Auswachsens der trocknisgefährdeten Keimlinge zu gewähren. Gegenüber flachgründigen Böden sind die mächtigeren Rigosole insofern bevorzugt, als der permanente Welkepunkt im vorliegenden Fall nicht annähernd erreicht wird (tiefster Stand: 103 mm im Oktober 1978, s. Abb. 51, vgl. auch Ausführungen in Kap. B 4.2.2 und Tab. 13).

Nicht in die Wasserhaushalts-Bilanzierung einbeziehen läßt sich die enorme Oberflächenerhitzung der vorwiegend schwärzlichen und dunkelbraunen Alluvionen und Pyroklastika aus basaltischem oder andesitischem Material, die eine Besiedlung durch mehrjährige Kulturnachfolger erschwert. Auch hierfür liegt als Beispiel eine Messung aus Stromboli vor, deren Übertragbarkeit auf die Verhältnisse in Salina aus den Ausführungen über die mikroklimatischen Gesetzmäßigkeiten in Rebkulturen und -brachen hervorgeht (s. Abb. 52). Die Oberflächenaufheizung auf Werte bis 77°C (Abb. 70) verursacht einen Kreislauf, der über den Anstieg des Wasserdampf-Sättigungsdefizits in der bodennahen Luftschicht zu erhöhter Verdunstung und damit zur Bodenaustrocknung führt, die wiederum die Wärmekapazität heraufsetzt. Darüber hinaus zeigen die vorherrschenden Sande als grobporiges Lockermaterial eine geringere Wärmeleitfähigkeit bzw. Volumenwärme als Festkörper (BRETT-

Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

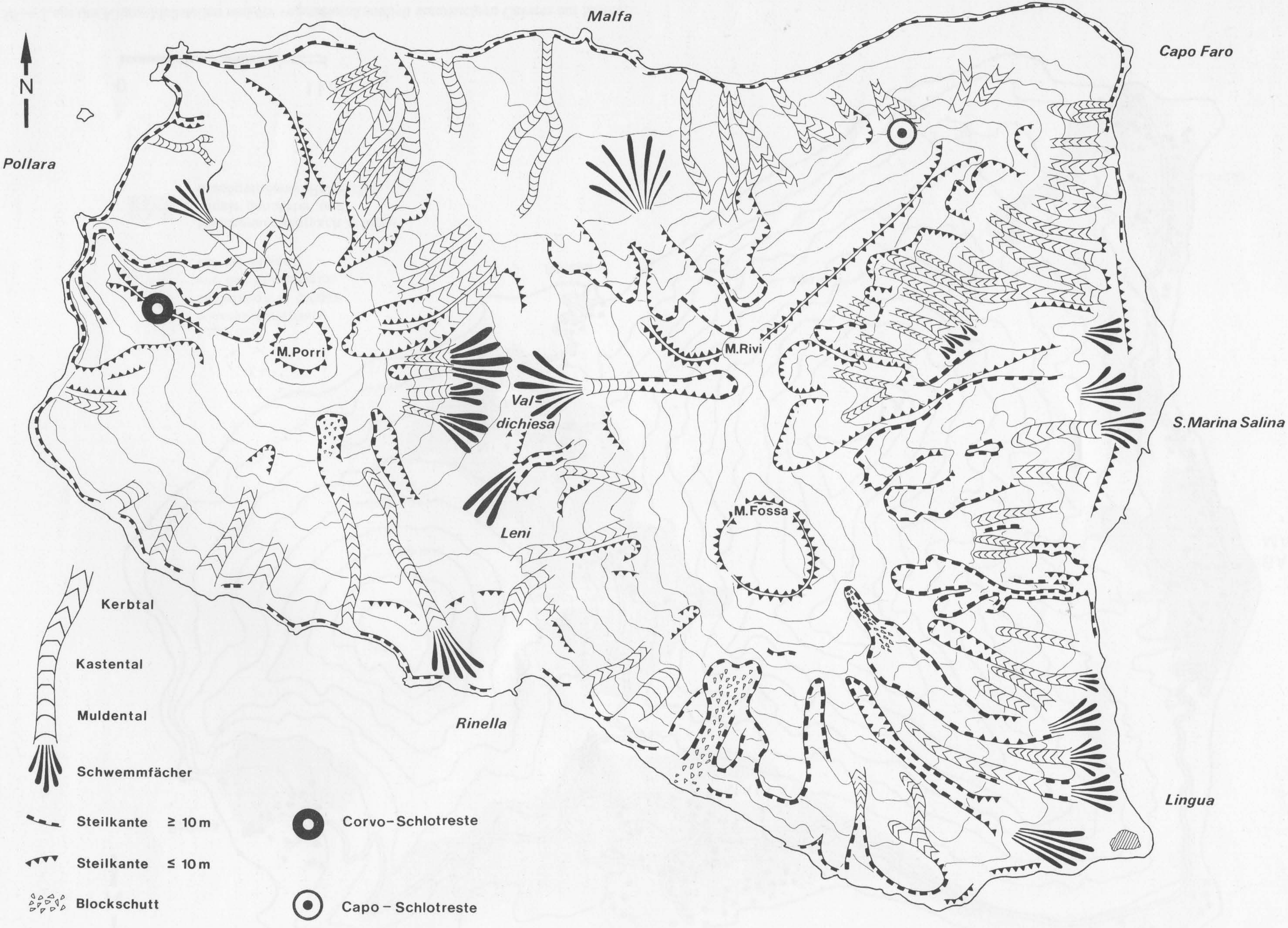


Abb. 49 — Geomorphologischer Formenschatz auf Salina.

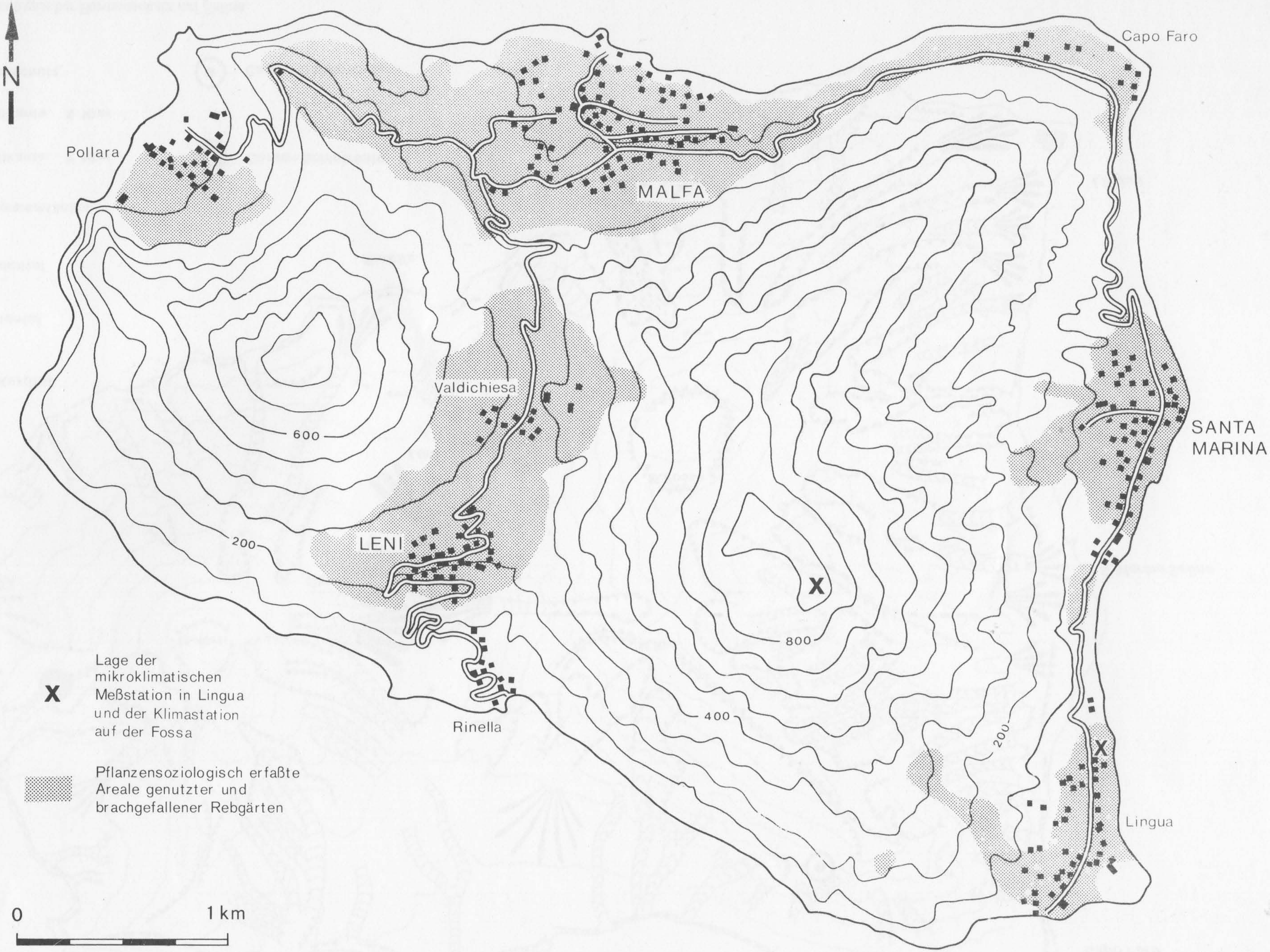


Abb. 50 — Lage der Klima-Meßstellen und der vegetationskundlich untersuchten Gebiete auf Salina.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

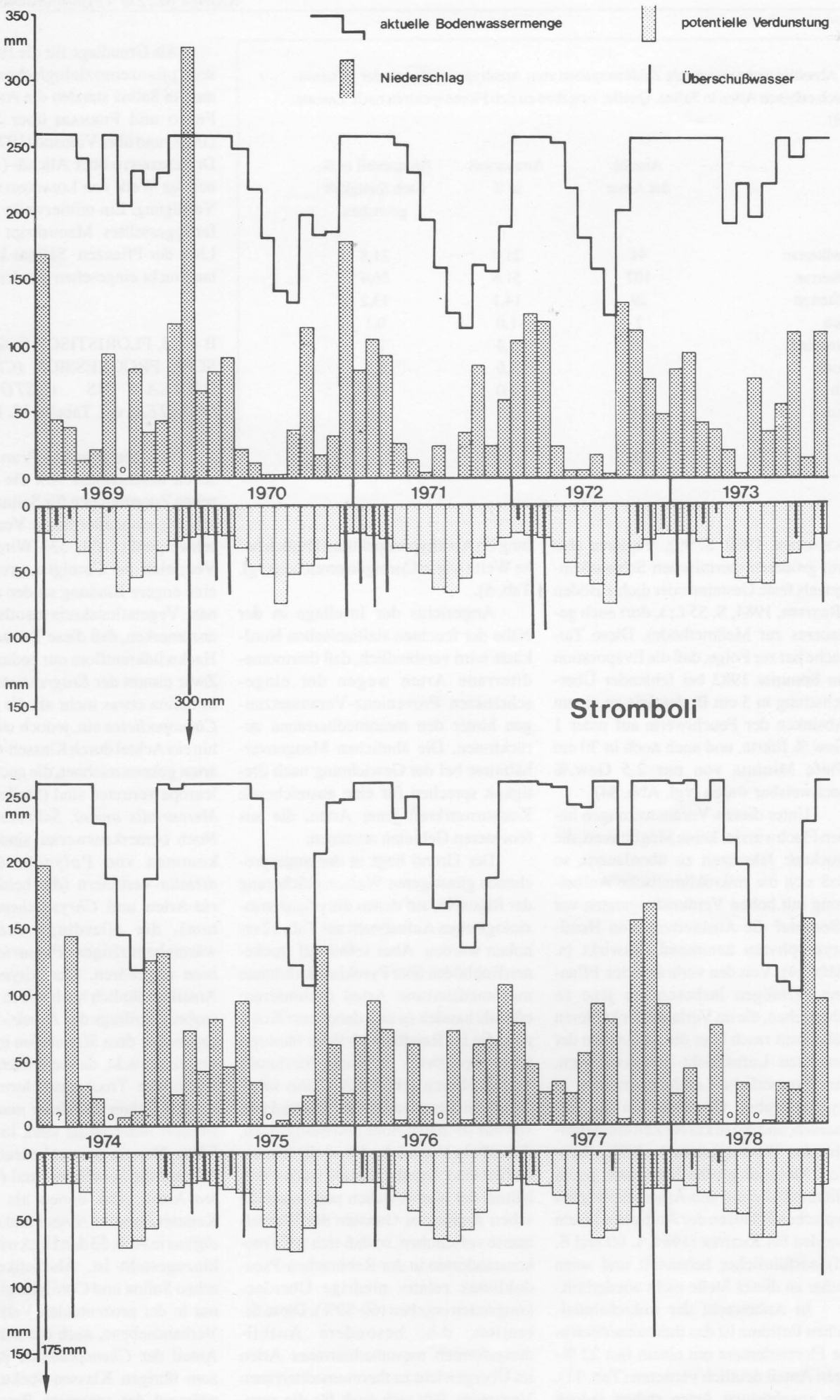


Abb. 51 — Wasserhaushalts-Bilanzierung für Stromboli-Ort (mit Lingua auf Salina vergleichbar) nach der Berechnungsmethode von SCHMIEDEKEN (1978). Quelle: Daten aus Annuario di Statistiche Meteorologiche, Vol. IV - XIII, Roma, 1970-79.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Tab. 11 - Absolute und prozentuale Zahlenangaben zum Arealtypenspektrum der pflanzensoziologisch erfaßten Arten in Salina. Quelle: Angaben zu den Florenspektren nach ZANGHERI (1976, I).

	Anzahl der Arten	Artenanteil in %	Artenanteil in %, nach Stetigkeit gewichtet
thermomediterran	44	21,4	21,8
mesomediterran	107	51,8	56,4
supramediterran	29	14,1	13,2
eurasiatisch	2	1,0	0,1
eurasubozeanisch	7	3,4	2,9
subatlantisch	2	1,0	0,1
endemisch	4	2,0	0,6
neophytisch	11	5,3	4,9
	206		

SCHNEIDER, 1980, S. 99), reagieren also mit größeren thermischen Schwankungen als feste Gesteine oder dichte Böden (RICHTER, 1984, S. 55 f.; s. dort auch genaueres zur Meßmethode). Diese Tatsache hat zur Folge, daß die Evaporation im Sommer 1982 bei fehlender Überschattung in 5 cm Bodentiefe zu einem Absinken der Feuchtwerte auf unter 1 Gew.% führte, und auch noch in 30 cm Tiefe Minima von nur 2,5 Gew.% nachweisbar waren (vgl. Abb. 84).

Unter diesen Voraussetzungen haben Flachwurzler keine Möglichkeit, die trockene Jahreszeit zu überdauern, so daß sich die mikroklimatische Aufheizung mit hohen Verdunstungsraten vor allem auf die Ausbreitung von Hemikryptophyten hemmend auswirkt (s. Abb. 54). Von den verholzenden Pflanzen vermögen insbesondere jene zu überstehen, die im Verlaufe der kühleren Jahreszeit rasch über die Stresszone der untersten Luftschicht hinauswachsen, um sommerliche Letaltemperaturen in hygromorphen Gewebeteilen zu vermeiden, und die in kurzer Zeit ein tiefreichendes Wurzelsystem ausbilden können. Morphologische Merkmale gegen Hitzeschädigung und Austrocknung bei typischen Pflanzen der Äolischen Inseln werden bei RICHTER (1984, s. 60 und S. 9l) ausführlicher behandelt und seien daher an dieser Stelle nicht wiederholt.

In Anbetracht der mikroklimatischen Extreme ist das thermomediterrane Florenelement mit einem fast 22 %-igen Anteil deutlich vertreten (Tab. 11), die zugehörigen Arten stehen jedoch hinter den mesomediterranen Vertretern zurück, die bei der prozentualen Verteilung im Arealtypenspektrum ähnlich hohe Werte wie in Corniglia erreichen (vgl. Tab. 6).

Angesichts der Insellage in der Nähe der feuchten sizilianischen Nordküste wird verständlich, daß thermomediterrane Arten wegen der eingeschränkten Provenienz-Voraussetzungen hinter den mesomediterranen zurücktreten. Die ähnlichen Mengenverhältnisse bei der Gewichtung nach Stetigkeit sprechen für eine ausreichende Konkurrenzkraft jener Arten, die aus feuchteren Gebieten stammen.

Der Grund liegt in der angesprochenen günstigeren Wasserspeicherung der Rigosole, auf denen die pflanzensoziologischen Aufnahmen aus Tab. 12 erhoben wurden. Aber selbst auf trockenen Rohböden über Pyroklastika können mesomediterrane Arten dominieren; oftmals handelt es sich dabei um Ökotypen, die im Randbereich ihres ökologischen Spektrums atypische Merkmale zeigen. Hierzu gehört z.B. *Cistus salvifolius* mit ausgewachsenen Exemplaren von nur 10-20 cm Höhe und Blattgrößen, die auf ein Viertel der Normalfläche reduziert sind. Darüber hinaus ist das Verhältnis der oberirdischen und unterirdischen Anteile zu Gunsten der Wurzelmasse verschoben, so daß sich auf Trockenstandorten in der Rebbrachen-Pseudoklimax relativ niedrige Überdeckungsraten ergeben (60-80%). Diese Situation, d.h. besondere Ausbildungsformen mesomediterraner Arten im Übergewicht zu thermomediterranen Vertretern, läßt sich auch für die xerothermen Fallbeispiele Pantelleria, Malta und Larhat nachweisen (s.u.).

Als Grundlage für die floristischen und pflanzensoziologischen Aufnahmen in Salina standen die Arbeiten von FERRO und FURNARI über Stromboli (1968) und über Vulcano (1970) und von DI BENEDETTO über Alicudi (1973), ferner das Werk von LOJACONO (1878) zur Verfügung. Ein mittlerweile von FERRO fertiggestelltes Manuskript mit einer Liste der Pflanzen Salinas konnte bislang nicht eingesehen werden.

B 4.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (*CHENOPODIETEA* BIS *CISTO-LAVANDULETEA*; vgl. Tabelle 12, Beilage)

Von den *Rhamno-Prunetea* abgesehen beschränken sich die soziologischen Zuordnungen für Salina auf Klassen mit eumediterranem Verbreitungsschwerpunkt (Abb. 53). Wird damit im Vergleich zu Corniglia grundsätzlich eine engere Bindung an den mediterranen Vegetationskreis deutlich, so ist anzumerken, daß diese Tatsache auf die Hackwildkrautflora nur bedingt zutrifft. Zwar nimmt der *Eragrostietalia*-Anteil in Salina etwas mehr als die Hälfte der *Chenopodietea* ein, jedoch wird immerhin ein Achtel durch Klassen-Charakterarten gekennzeichnet, die auch in Mitteleuropa vertreten sind (*Stellaria media*, *Mercurialis annua*, *Solanum nigrum*). Noch bemerkenswerter sind die Vorkommen von *Polygono-Chenopodietalia*-Vertretern (die beiden *Fumaria*-Arten und *Chrysanthemum segetum*), die allerdings dem relativ wärmebedürftigen *Fumario-Euphorbion* angehören. Der *Sisymbrietalia*-Anteil ist ähnlich hoch wie in Corniglia, wobei allerdings das *Hordeion leporini* gegenüber dem *Sisymbrion* in den Vordergrund rückt, da die beiden für stickstoffreiche Trockenstandorte bezeichnenden Gräser *Hordeum murinum* und *Bromus madritensis* stark ins Gewicht fallen. Nur ein ganz unbedeutender Teil fällt auf die *Secalietea*- und *Parietarietea*-Arten, von denen als häufigste Kennart *Papaver rhoeas* und *Parietaria diffusa* in Abb. 53 den Hackwildkräutern hinzugestellt ist. Ähnlichkeiten zwischen Salina und Corniglia gibt es nicht nur in der prozentualen Verteilung auf Verbandsebene, auch der schwindende Anteil der *Chenopodietea* in Relation zum übrigen Klassen-Spektrum bleibt während der gesamten Brachesukzession vergleichbar (vgl. Abb. 33 und Abb. 53).

Courtesy of Editors

Foto 1 — *Euphorbia dendroides*-Macchie auf ca. 30 Jahre alten Rebbrachen in der Terrassen-Landschaft zwischen Corniglia und Manarola (Cinque Terre).

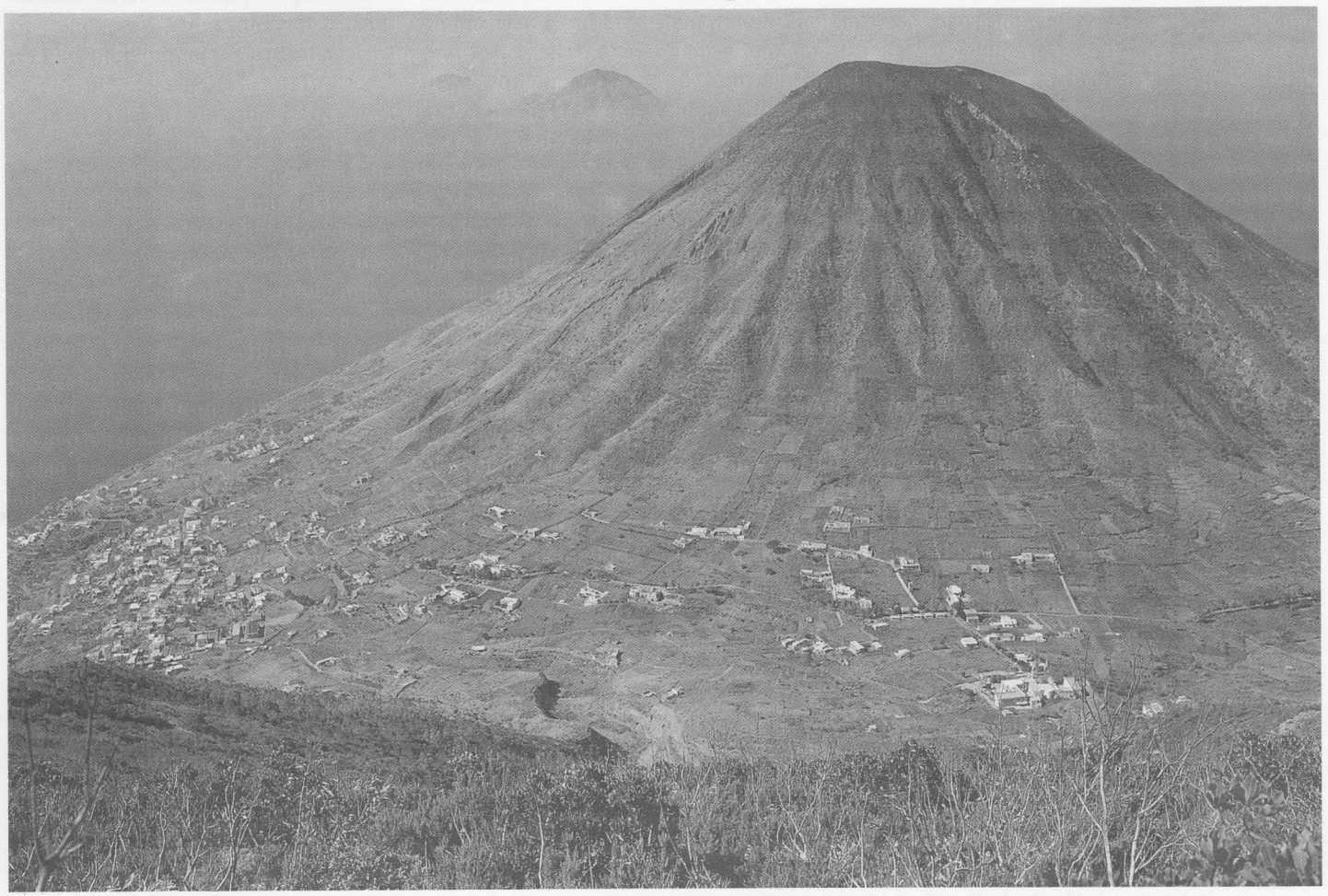


Foto 2 — Rebland zwischen Leni und Valdichiesa im Zentrum von Salina. In Ortsnähe sind die meisten Parzellen noch kultiviert, während am Hang des gegenüberliegenden Monte dei Porri verfallene Terrassen mit Macchie die Flurwüstung belegen.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

Die drei häufigsten Arten der Bewirtschaftungsphase entstammen den *Eragrostietalia*; neben der bereits für Corniglia ausführlich erklärten Zuordnung von *Oxalis pes-caprae* (B 3.1.3), die auf Salina während der Kultivierung ebenso wie in der ersten Brachephase einen Deckungsanteil von fast 18% zeigt, handelt es sich um die beiden neu hinzukommenden *Brassica fruticulosa ssp. fruticulosa* und *Cyperus rotundus*. Die drei Arten stehen stellvertretend für zwei *Chenopodietea*-Assoziationen, für die MAUGERI (1979, s. auch RAIMONDI *et alii*, 1979) hinsichtlich ihres phänologischen Verhaltens nachweist, daß sie sich jahreszeitlich ablösen: *Oxalis* tritt als Differentialart des *Fumario-Stellarietum neglectae* (*Fumario-Euphorbion*) im Winterhalbjahr auf, während *Brassica* und *Cyperus* als Kennarten des *Amarantho-Cyperetum rotundi* (*Eragrostion*) für das Sommerhalbjahr typisch sind. Mit *Fumaria agraria* und *F. capreolata*, *Chrysanthemum segetum*, *Misopates orontium* sowie *Lamium amplexicaule* erreichen die *Polygono-Chenopodietalia* also nur im März/April ein Optimum inmitten der ganzjährig, vor allem aber im Sommer beherrschenden *Eragrostietalia*. Letztere sorgen mit Arten wie *Heliotropium europaeum*, *Setaria italica*, *Portulaca oleracea*, *Tribulus terrestris* und den beiden Vertretern des *Amarantho-Cyperetum rotundi* dafür, daß in der trockenheißen Jahreszeit in Salinas Rebgärten eine viel dichtere Überdekkung durch Annuelle festzustellen ist als in Corniglia. Somit deutet sich in der thermomediterranen Hackwildkraut-Vegetation doch ein entscheidender Unterschied gegenüber dem mesomediterranen Beispiel an, indem nun ausgesprochen xerische Elemente in den Sommermonaten hinzutreten und als zusätzliche, nicht als ersetzende Komponente zu betrachten sind (s. Kap.B 4.1.4).

Merkmale des für subtropische Trockengebiete charakteristischen Ephemeren-Besatzes lassen sich in den Weinbergen Salinas auch nach Bewirtschaftungsaufgabe feststellen. So setzt sich die einzige neu hinzutretende Klasse der *Tuberarietea guttati*, die von BRAUN-BLANQUET *et alii* (1952, dort als *Helianthemetalia guttati* den *Cisto-Lavanduletea* untergeordnet, S. 215 ff.) als letztes Stadium in der Degradationsreihe mediterraner Hartlaub-Gesellschaften auf schwach sauren bis neutralen Böden beschrieben wird, in Salina ausschließlich aus Annuellen zusammen. In erster Linie sind *Rumex bucephalophorus* ssp. *bucephalophorus* und *Briza maxima*, ferner *Ornithopus compressus*, *Silene gallica* und *Vulpia myuros* zu nennen. Eine Trennung der *Tuberarietea* von den *Cisto-Lavanduletea* im Sinne von RIVAS-GODAY (1957) erscheint angesichts der soziologischen Progression auf Rebbrachen gerechtfertigt: nicht nur in Salina treten die genannten Charakterarten durchweg im Verbund mit den *Chenopodietea* auf, während sie in den Zistrosen-Macchien späterer Stadien kaum zur Geltung kommen (vgl. Abb.53). Für Vulcano weisen FERRO und FURNARI (1970) auf brachgefallenen Rebflächen die Bedeutung von *Tuberarietea*-Arten ebenfalls nach. Die Ausscheidung einer endemischen Assoziation, wie sie von den beiden Autoren (S. 46 ff.) mit dem *Tolpidetum gussonei* vorgeschlagen wird, erweist sich für Salina (und Stromboli) als undurchführbar, da hier die drei Charakterarten *Tolpis virgata* var. *gussonei*, *Trifolium nigrescens* s.str. und *Trifolium subterraneum* s.str. kaum von Bedeutung sind.

Auch für die *Thero-Brachypodietea*, die im zweiten Brachestadium ihr Optimum zeigen und deren Arten 25-50 Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe nochmals an Bedeutung gewinnen (s.u.), sind in Salina mehrere Annuelle bezeichnend: neben *Vulpia ciliata*, *Melilotus sulcatus* und *Medicago polymorpha* sei besonders auf *Echium plantagineum*, *Chamaemilum mixtum* und *Galactites tomentosa* hingewiesen. Die letztgenannten drei Arten wurden von MOLINIER und MOLINIER (1955b) für Sizilien noch den *Chenopodietea* zugewiesen. Zum eigenständigen Verband erhoben, wurden die *Echio-Galactition* von DE BOLOS und MOLINIER (1969) vorerst dem Gesellschaftskomplex der Hackwildkräuter untergeordnet, allerdings schon mit dem Hinweis, daß es den *Thero-Brachypodietea* nahesteht, an die es von MOLINIER (1973) endgültig angeschlossen wurde. Dieser Wechsel in der Klassenzuweisung zeugt von den Schwierigkeiten, die sich für den thermomediterranen Bereich bei der Trennung der Annuellen aus Hackkulturen von jenen aus quasinatürlichen Trokkenstandorten ergeben.

Mehrjährige Stauden und Gräser sind jedoch für die *Thero-Brachypodietea* bezeichnender als die oben genannten Ephemeren. An erster Stelle ist *Brachypodium ramosum* zu nennen, dem wegen seiner standortvagen Verbreitung aus pflanzensoziologischer Sicht kein bedeutender Kennwert beigemessen wird. Da die vielästige Zwenke aber sowohl in den westmediterranen *Thero-Brachypodietea* als auch in den vikarianten *Brachypodio-Chrysopogonetea* des östlichen Mittelmeergebietes (HORVATIC, 1957) häufigster Begleiter in den Steindriften und Trockenrasen ist, sei sie hier der nächststehenden Klasse zugeordnet. Während *Brachypodium* vom fünften Brachejahr an in allen Progressionsstadien reichlich vertreten ist, zeigen die beiden anderen häufigsten Kennarten zu verschiedenen Phasen ein jeweiliges Optimum: *Dittrichia viscosa* ist im zweiten, *Cymbopogon hirtus* im vierten Brachestadium besonders stark vertreten. Der Anschluß an das *Dittrichio-Oryzopsietum* (DE BOLOS, 1970, nom. nov.) im ersten bzw. an die *Cymbopogono-Brachypodion ramosi* (HORVATIC, 1957) im zweiten Fall rechtfertigt trotz der unterschiedlichen Zeiträume des Verbreitungsoptimums die Zuweisung in die gleiche Klasse. Als häufige Kennarten sind ferner *Oryzopsis miliacea*, *Convolvulus althaeoides* ssp. *althaeoides* und als Begleiter *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* sowie *Achillea ligustica* zu nennen. Mit Ausnahme von *Brachypodium ramosum*, das mit 13% Überdeckung als Relikt aus den *Thero-Brachypodietea* auch in der Pseudoklimax stark vertreten bleibt, verschwinden die übrigen Kennarten dieser Klasse in der Endphase der soziologischen Sukzession auf Rebbrachen.

Die vorübergehende Einengung der Trockenrasen-Vertreter im dritten Brachestadium ist als Folge der Überschattung durch dichte Binsenginster-Gebüsche und Brombeer-Polykormone zu verstehen. *Rubus ulmifolius* ist in Abb. 53 ebenso wie in Corniglia und Pignone den *Rhamno-Prunetea* zugeordnet; ferner sind ihnen als Begleiter die dem *Geo-Alliarion* angehörenden *Geranium robertianum* und *Galium aparine* zugewiesen worden.

Viel wichtiger als die in Salina ohnehin nicht mehr sehr vitalen *Rubus*-Polykormone sind die *Spartium*-Gebüsche, die im zweiten Brachestadium die *Cisto-Lavanduletea* einleiten und schon im zweiten Brachejahrzehnt beherrschend werden. Obwohl der Binsenginster als Pionierstrauch in den mediterranen Macchien weit verbreitet ist (s. Abb. 9), gibt es kaum Angaben über seine pflanzensoziologische Zugehörigkeit. Einzig bei HORVATIC (1957, S. 43 f.) findet *Spartium junceum* als heliophiler

Courtesy of Editors

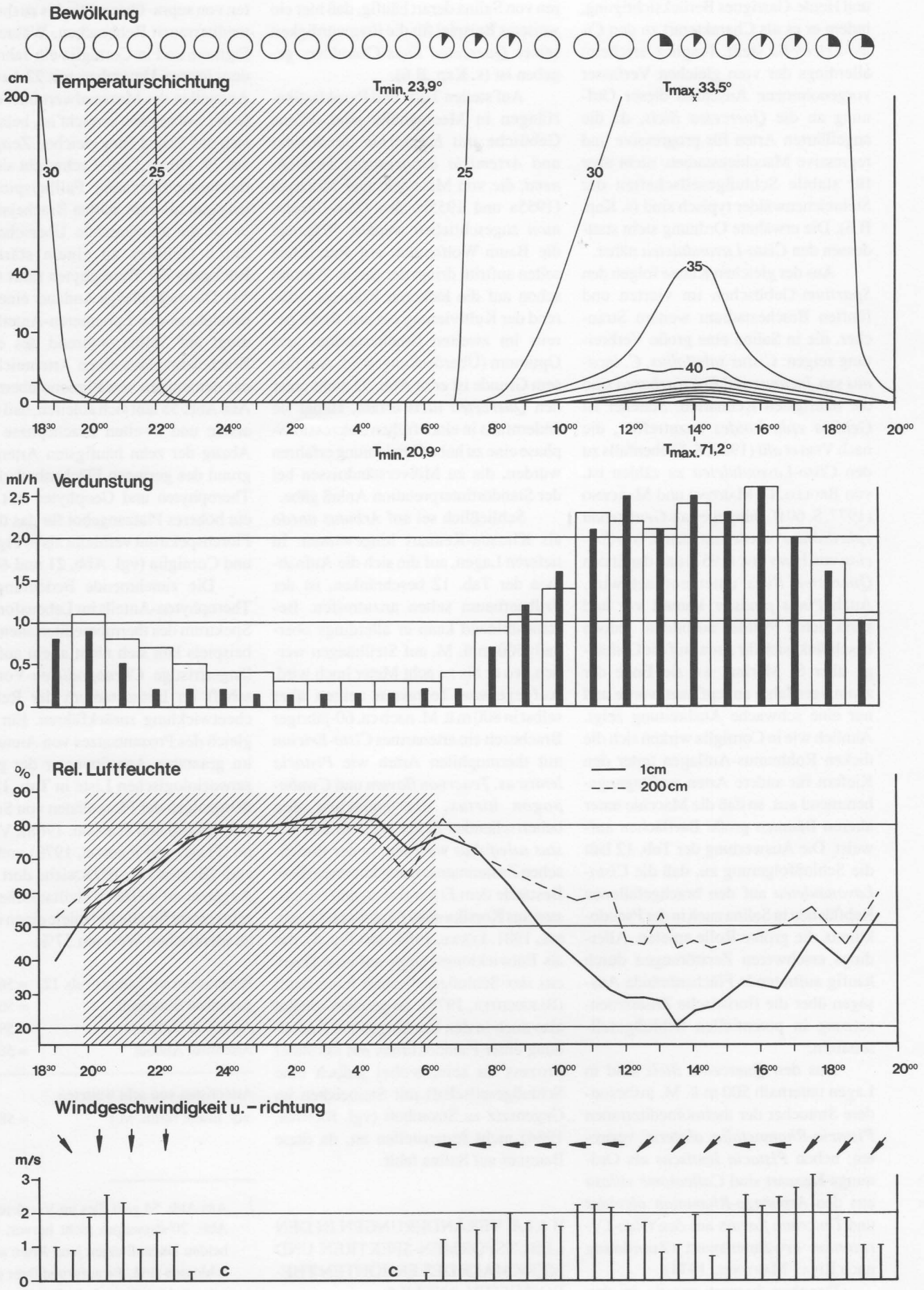


Abb. 52 — Mikroklimatischer Tagesgang am 13. - 14. 7. 1982. Verdunstung: Stundenwerte in 1 cm (schwarze Säulen) und in 100 cm ü. B. (weiße Säulen; aus RICHTER, 1984).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

Vertreter in den adriatischen Zistrosen- und Heide-Garrigues Berücksichtigung, indem er es als Charakterart zu den *Cisto-Ericetalia* stellt. Fraglich erscheint allerdings der vom gleichen Verfasser vorgenommene Anschluß dieser Ordnung an die *Quercetea ilicis*, da die angeführten Arten für progressive und regressive Macchienstadien, nicht aber für stabile Schlußgesellschaften der Steineichenwälder typisch sind (s. Kap. B 6). Die erwähnte Ordnung steht stattdessen den *Cisto-Lavanduletea* näher.

Aus der gleichen Klasse folgen den *Spartium*-Gebüschen im vierten und fünften Brachestadium weitere Sträucher, die in Salina eine große Verbreitung zeigen: *Cistus salvifolius*, *C. incanus* ssp. *incanus* und *Erica arborea* sind die häufigsten Kennarten. Seltener ist *Genista ephedroides* anzutreffen, die nach VERI *et alii* (1980, S. 8) ebenfalls zu den *Cisto-Lavanduletea* zu zählen ist, von BRULLO, DI MARTINO und MARCENO (1977, S. 60 ff.) hingegen als *Genistetum ephedroides* wiederum den *Cisto-Ericion* von HORVATIC (1957) und damit den *Quercetea ilicis* untergeordnet wird. Auch *Pinus pinaster* kommt vor und kann lichte Wälder ausbilden, jedoch beschränkt sich ihr Areal auf die Osthänge über S. Marina, wo sie Ende der zwanziger Jahre angepflanzt wurde und nur eine schwache Ausbreitung zeigt. Ähnlich wie in Corniglia wirken sich die dicken Rohhumus-Auflagen unter den Kiefern für andere Arten verjüngungshemmend aus, so daß die Macchie unter älteren Bäumen große Barflächen aufweist. Die Auswertung der Tab. 12 läßt die Schlußfolgerung zu, daß die *Cisto-Lavanduletea* auf den brachgefallenen Rebflächen in Salina auch in der Pseudoklimax die größte Rolle spielen. Allerdings erschweren Zerstörungen durch häufig auftretende Flächenbrände Aussagen über die floristische Zusammensetzung in potentiellen Schlußgesellschaften.

Aus den *Quercetea ilicis* sind in Lagen unterhalb 500 m ü. M. insbesondere Sträucher der thermomediterranen *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* vertreten: neben *Pistacia lentiscus* als Ordnungs-Kennart sind *Calicotome villosa* aus den *Asparago-Rhamnion oleoides* und *Teucrium flavum* aus den *Oleo-Ceratonion* erwähnenswert (Zuordnung nach RIVAS-MARTINEZ, 1974).

Daneben kommt gerade in den Macchien der letzten Brachephase *Arisarum vulgare* erstaunlich häufig vor. Dieser Wintergeophyt ist aber - ähnlich wie in Corniglia - auch in den Rebkulturen von Salina derart häufig, daß hier ein weiteres Beispiel für die Fragwürdigkeit seines *Quercetea ilicis*-Charakters gegeben ist (s. Kap. B 6).

Auf steilen Tuff- und Pyroklastika-Hängen in Meeresnähe sind offene Gebüsche mit *Euphorhia dendroides* und *Artemisia arborescens bezeichnend*, die von MOLINIER und MOLINIER (1955a und 1955b) den *Oleo-Ceratonion* zugeschrieben werden. Während die Baum-Wolfsmilch auf Rebrachen selten auftritt, dringt der Baum-Wermut schon auf die lockeren Rigosole während der Kultivierung ein und findet bereits im zweiten Brachestadium sein Optimum (Überdeckung: 6%). Aus diesem Grunde ist er in Abb. 53 nicht unter den *Quercetea ilicis* erfaßt, zumal sie andernfalls in einer frühen Sukzessionsphase eine zu hohe Gewichtung erfahren würden, die zu Mißverständnissen bei der Standortinterpretation Anlaß gäbe.

Schließlich sei auf *Arbutus unedo* als Klassen-Kennart hingewiesen. In tieferen Lagen, auf die sich die Aufnahmen der Tab. 12 beschränken, ist der Erdbeerbaum selten anzutreffen. Bestandsbildend kann er allerdings oberhalb 500 m ü. M. auf Steilhängen werden, wo er bis zu acht Meter hoch wird. Aufgegebene Terrassen zeigen aber selbst in 800 m ü. M. nach ca. 60-jähriger Brachezeit ein artenarmes *Cisto-Ericion* mit thermophilen Arten wie *Pistacia lentiscus*, *Teucrium flavum* und *Cymbopogon hirtus*, die zwischen den beherrschenden *Erica arborea* und *Cistus salvifolius* wachsen. In der floristischen Zusammensetzung kommen diese Bestände dem *Erico-Arbutetum cistetosum* aus Korsika nahe (ALLIER und LACOSTE, 1981, LÜCKE, 1984, dort Fig. 8), das als Entwicklungsetappe auf eine *Quercus ilex*-Schlußgesellschaft hinausläuft (BURRICHTER, 1979). So gesehen scheint also auch in den Hochlagen die Ausbildung einer Pseudoklimax ein säkularer Prozess zu sein, wobei jedoch eine Schlußgesellschaft mit Steineichen im Gegensatz zu Stromboli (vgl. RICHTER, 1984) nicht festzustellen ist, da diese Baumart auf Salina fehlt.

B 4.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORMEN-SPEKTREN UND MERKMALE DES ERHÖHTEN THEROPHYTEN-ANTEILS

Aus der Gegenüberstellung von Abb. 20, 39 und 54 ergibt sich ein deutlicher Bedeutungszuwachs der Therophyten von supra- über meso- bis zu thermomediterranen Rebbrachen. Während in Pignone und in Corniglia ein Jahr nach dem letzten Umgraben mit 23 bzw. 16 Annuellen der Maximalwert im Verlaufe der Sukzession erreicht ist, beläuft er sich auf Salina zum gleichen Zeitpunkt auf 29. Dieser Gipfel schwächt sich im thermomediterranen Fallbeispiel nur langsam bis zum achten Brachejahr ab, bevor die zunehmende Überschattung durch Gehölze zu einem stärkeren Rückgang der Therophyten führt (Abb. 54). Die mehrjährige Andauer einer Optimalphase des Ephemeren-Anteils bedingt auf Salina während des ersten Brachejahrzehnts einen Artenreichtum, der denjenigen von Pignone übertrifft[1]. Aus Abb. 55 läßt sich ableiten, daß in der ersten und zweiten Brachephase nach Abzug der zehn häufigsten Arten aufgrund des geringen Flächenbedarfs der Therophyten und Geophyten mit 40% ein höheres Platzangebot für das übrige Florenspektrum verbleibt als in Pignone und Corniglia (vgl. Abb. 21 und 40).

Die zunehmende Bedeutung des Therophyten-Anteils im Lebensformen-Spektrum des thermomediterranen Fallbeispiels läßt sich nicht allein auf eine längerfristige *Chenopodietea*-Vorherrschaft im Initialstadium der Rebbrachentwicklung zurückführen. Ein Vergleich des Prozentsatzes von Annuellen im gesamten Arteninventar der pflanzensoziologischen Liste in Tab. 12 mit demjenigen der Florenlisten von Stromboli (FERRO und FURNARI, 1968), Vulcano (FERRO und FURNARI, 1970) und Alicudi (BENEDETTO, 1973, siehe dort auch Angaben zu weiteren sizilianischen Inseln) ergibt für alle Beispiele einen nahezu identischen Wert um 57%:

Rebbrachen auf Salina (Tab. 12)	= 56,7%
Artenliste Stromboli	= 56,6%
Artenliste Vulcano	= 59,4%
Artenliste Alicudi	= 56,6%
Artenlisten von acht weiteren siz. Inseln (arith. M.)	= 58,1%

[1] Aus Abb. 54 geht dies im Vergleich mit Abb. 20 deswegen nicht hervor, da in beiden Darstellungen jene Arten ausgeschlossen sind, die aufgrund ihrer geringen Stetigkeit auch in Tab. 5 und 12 fehlen, jedoch in den zugehörigen Standortbeschreibungen erwähnt werden (s. Beilage).

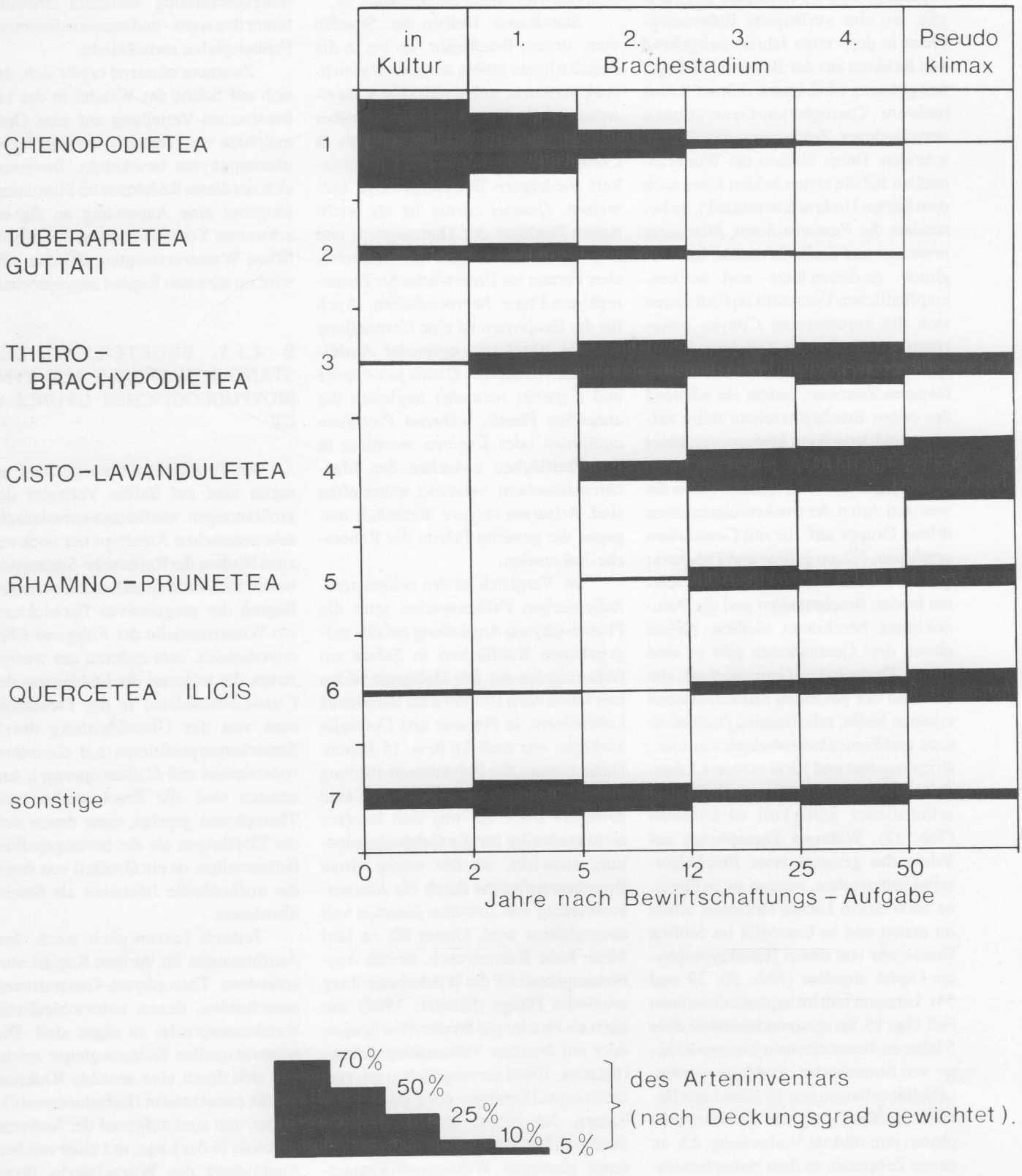


Abb. 53 — Prozentualer Anteil der pflanzensoziologischen Zugehörigkeit der in Tab. 12 enthaltenen Arten von Salina auf Klassen-Ebene unter Berücksichtigung der verschiedenen Brachestadien.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Damit deuten sich zwei weitere Hinweise als Erklärung der größeren Konkurrenzkraft von Therophyten an, nämlich die erhöhte Aridität im südlichen Mittelmeergebiet und die Insellage, bei der aufgrund der ansonsten schwach ausgeprägten Nachbarschaftseffekte Annuelle als Saatgutbegleiter bei der Ausbreitung besonders begünstigt sind. Im Gegensatz zu Corniglia, wo eine verlängerte Ephemeren-Phase in den ersten Jahren weitgehend von Relikten aus der Bewirtschaftungszeit getragen wird, lassen sich auf Salina mehrere Therophyten-Generationen verschiedener Zusammensetzung ausscheiden. Dabei bleiben die Winterannuellen auf die ersten beiden Jahre nach dem letzten Umbruch beschränkt, insbesondere die *Fumaria*-Arten, *Misopates orontium* und *Stellaria media*. Im Vergleich zu diesen hitze- und trockenempfindlichen Vertretern reproduzieren sich die xerothermen *Conyza bonariensis*, *Aira elegans*, *Trifolium angustifolium* und *Vulpia ciliata* über einen längeren Zeitraum, indem sie während des ersten Brachejahrzehnts stetig auftreten und danach nur langsam verdrängt werden.

Vergleichsweise spärlich treten die wenigen Arten der trockentolerantesten dritten Gruppe auf, die mit *Centaurium erythraea*, *Filago gallica* und *Tuberaria guttata* auf die Gebüschphasen der letzten beiden Brachestadien und die Pseudoklimax beschränkt bleiben. Neben diesen drei Generationen gibt es eine vierte Therophyten-Gemeinschaft, die während der gesamten Sukzessionszeit erhalten bleibt; mit *Brassica fruticulosa* s.str. und *Rumex bucephalophorus* s.str., *Briza maxima* und *Vicia villosa* s.l. handelt es sich um Arten, die mit überdurchschnittlicher Stetigkeit vorkommen (Tab. 12). Während Therophyten auf Salina das gesamte erste Brachejahrzehnt beherrschen, werden sie in Pignone nach einem kurzen Optimum schon im ersten und in Corniglia im fünften Brachejahr von einem Hemikryptophyten-Gipfel abgelöst (Abb. 20, 39 und 54). Letzterer hält im supramediterranen Fall über 15, im mesomediterranen über 5 Jahre an, bevor die mehrjährigen Kräuter von Straucharten verdrängt werden. In Salina erlangen erst 35 Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe Hemikryptophyten ihre stärkste Verbreitung, d.h. zu einem Zeitpunkt, zu dem Nanophanerophyten bereits einen doppelt so großen Flächenanteil einnehmen. Die maximale Überdeckung durch Stauden beläuft sich in dieser Phase lediglich auf 33%, während sie in den beiden anderen Fallbeispielen sieben Jahre nach dem letzten Umbruch bei jeweils 55% liegt. Hierin zeigt sich, daß in der Rebbrache-Sukzession zwischen dem Therophyten- und dem Phanerophytenstadium in Pignone eine lange, in Corniglia eine kurze und in Salina keine Phase mit Hemikryptophyten-Dominanz eingeschaltet ist.

Stattdessen bleiben die Stauden vom dritten Brachejahr an bis in die Pseudoklimax hinein annähernd gleichstark vertreten, wobei sich *Dittrichia viscosa* und *Carlina corymbosa* zwar über einen längeren Zeitraum halten als in Corniglia, jedoch trotz der hohen Stetigkeit niedrigere Deckungswerte aufweisen. *Daucus carota* ist als wichtigster Begleiter der Therophyten- und *Brachypodium retusum* als maßgeblicher Partner im Unterwuchs der Phanerophyten-Phase hervorzuheben. Auch für die Geophyten ist eine Unterteilung in zwei Abschnitte optimaler Ausbildung zu vermerken. *Oxalis pes-caprae* und *Cyperus rotundus* begleiten die annuellen Fluren, während *Pteridium aquilinum* oder *Urginea maritima* in den Freiflächen zwischen den Macchiensträuchern verstärkt anzutreffen sind. *Arisarum vulgare* durchläuft hingegen die gesamte Palette der Rebbrache-Sukzession.

Im Vergleich zu den beiden norditalienischen Fallbeispielen setzt die Phanerophyten-Ansiedlung auf den aufgegebenen Rebflächen in Salina am frühzeitigsten ein. Die Holzarten bilden hier schon nach 10 Jahren die dominante Lebensform, in Pignone und Corniglia hingegen erst nach 18 bzw. 15 Jahren. Dabei kommt der Polykormon-Bildung im thermomediterranen Beispiel eine geringere Rolle zu, was sich insofern nicht nachteilig für die Gebüschansiedlung auswirkt, als der wenig vitale Brombeeraufwuchs durch die Massenausbreitung von *Spartium junceum* voll ausgeglichen wird. Dieser bis zu fünf Meter hohe Rutenstrauch, dessen Ausbreitungskraft für die Wiederbesiedlung erodierter Hänge (KUNKEL, 1962) wie auch als Pionier auf Straßenböschungen oder auf frischen Vulkanablagerungen (RICHTER, 1984) hervorgehoben sei, verdankt seine Dominanz der Fähigkeit der Samen, Jahrzehnte im Boden überdauern zu können. Auf diese Weise wird unter günstigen Witterungsvoraussetzungen eine schlagartige Massenentfaltung möglich. Abb. 55 verdeutlicht die Bedeutung von *Spartium junceum*, das in der dritten Brachephase eine mittlere Pflanzenüberdeckung von 30% erreicht.

Auch nach Absterben der Binsenginsterbestände, das in Salina durch den schädigenden Befall einer Spinnerraupe gefördert wird, bleiben Phanerophyten dominant, wobei jedoch der Anteil von Bäumen wegen des geringen Artenangebotes und der edaphischen Austrocknungsgefährdung weiterhin erheblich hinter den supra- und mesomediterranen Fallbeispielen zurückbleibt.

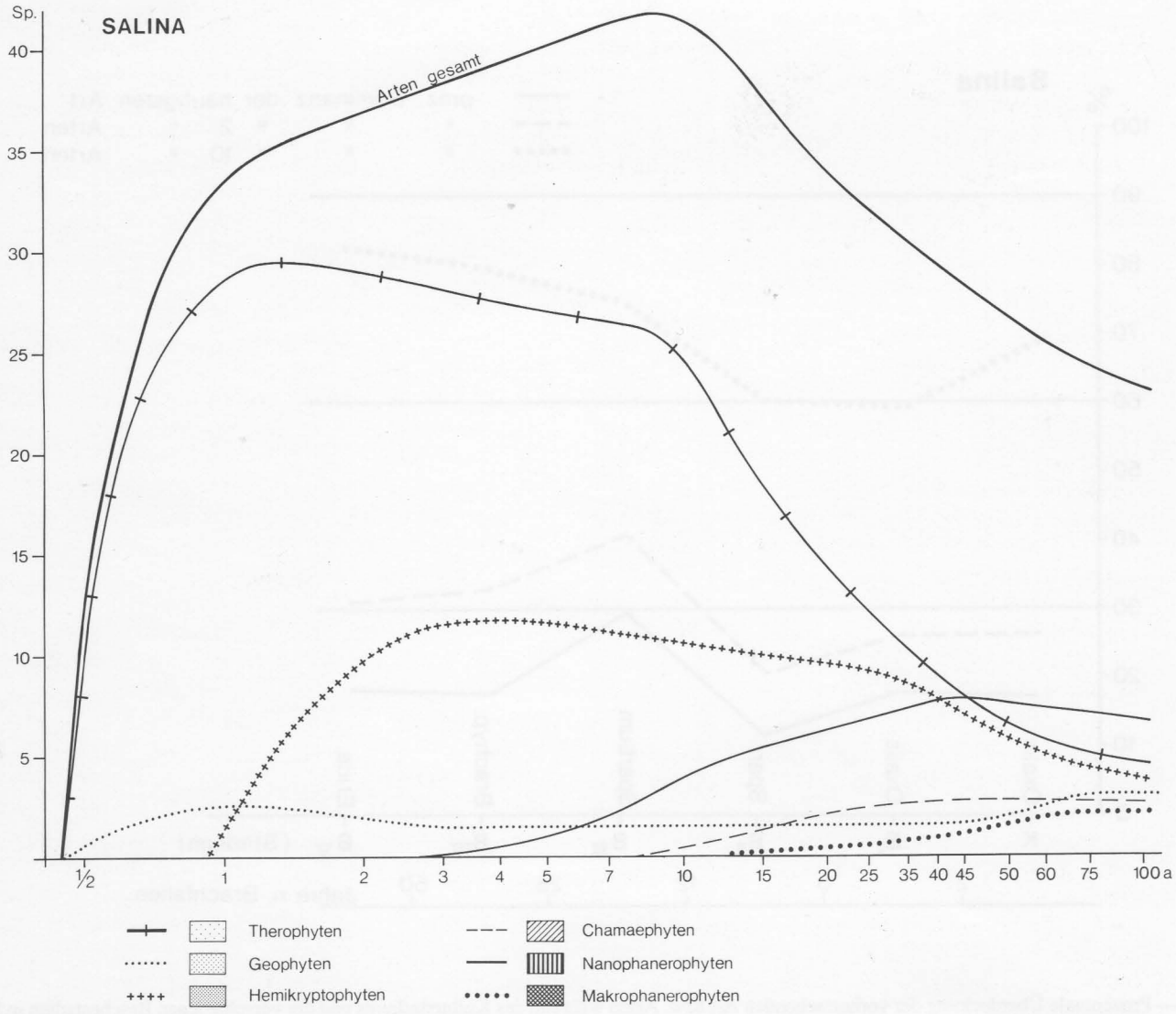
Zusammenfassend ergibt sich, daß sich auf Salina der Wandel in der Lebensformen-Verteilung auf eine Optimalphase von Therophyten und Nanophanerophyten beschränkt. Inwiefern sich aus dieser Reduktion im Formationsangebot eine Anpassung an die erschwerten Voraussetzungen der pflanzlichen Wasserversorgung ableiten läßt, wird im nächsten Kapitel angesprochen.

B 4.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE

Im Vergleich zu Pignone und Corniglia sind auf Salina Vertreter des großräumigen mediterran-eurasiatisch-subozeanischen Arealtyps nur noch auf zwei Stadien der Rebbrache-Sukzession beschränkt. Zum einen handelt es sich zu Beginn der progressiven Entwicklung um Winterannuelle der *Polygono-Chenopodietalia*, zum anderen um wenige Arten, die während der Etablierung der *Cisto-Lavanduletea* in der Pseudoklimax von der Überschattung durch Straucharten profitieren (z.B. *Geranium robertianum* und *Galium aparine*). Ansonsten sind alle Brachestadien von Therophyten geprägt, unter denen sich die Einjährigen als die bestangepaßten herausstellen, da ein Großteil von ihnen die trockenheiße Jahreszeit als Samen überdauert.

Jedoch lassen sich nach den Ausführungen im vorigen Kapitel verschiedene Therophyten-Generationen ausscheiden, denen unterschiedliche Standortansprüche zu eigen sind. Die winterannuellen Kulturbegleiter zeichnen sich durch eine sensible Reaktion auf die einsetzenden Herbstniederschläge aus und sind aufgrund der lockeren Rigosole in der Lage, mit einer raschen Ausbildung des Wurzelwerks ihren Wasserbedarf zu decken. Es handelt sich um heliophile Arten, die im Winter die Sonneneinstrahlung für die Photosyn-

Courtesy of Editors



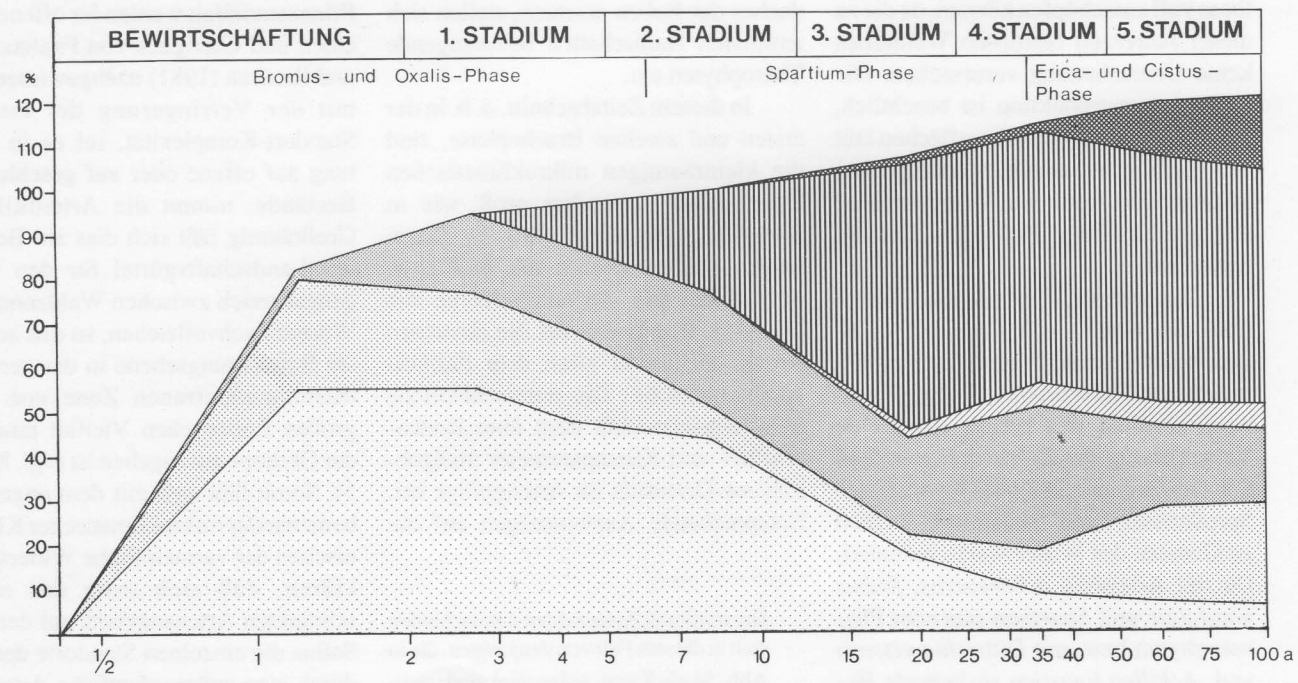


Abb. 54 — Lebensformen-Veränderung in aufgegebenen Rebgärten Salinas in Abhängigkeit vom Brachealter. Oben: Veränderung der Artenanteile; unten: Veränderung der Deckungsanteile.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

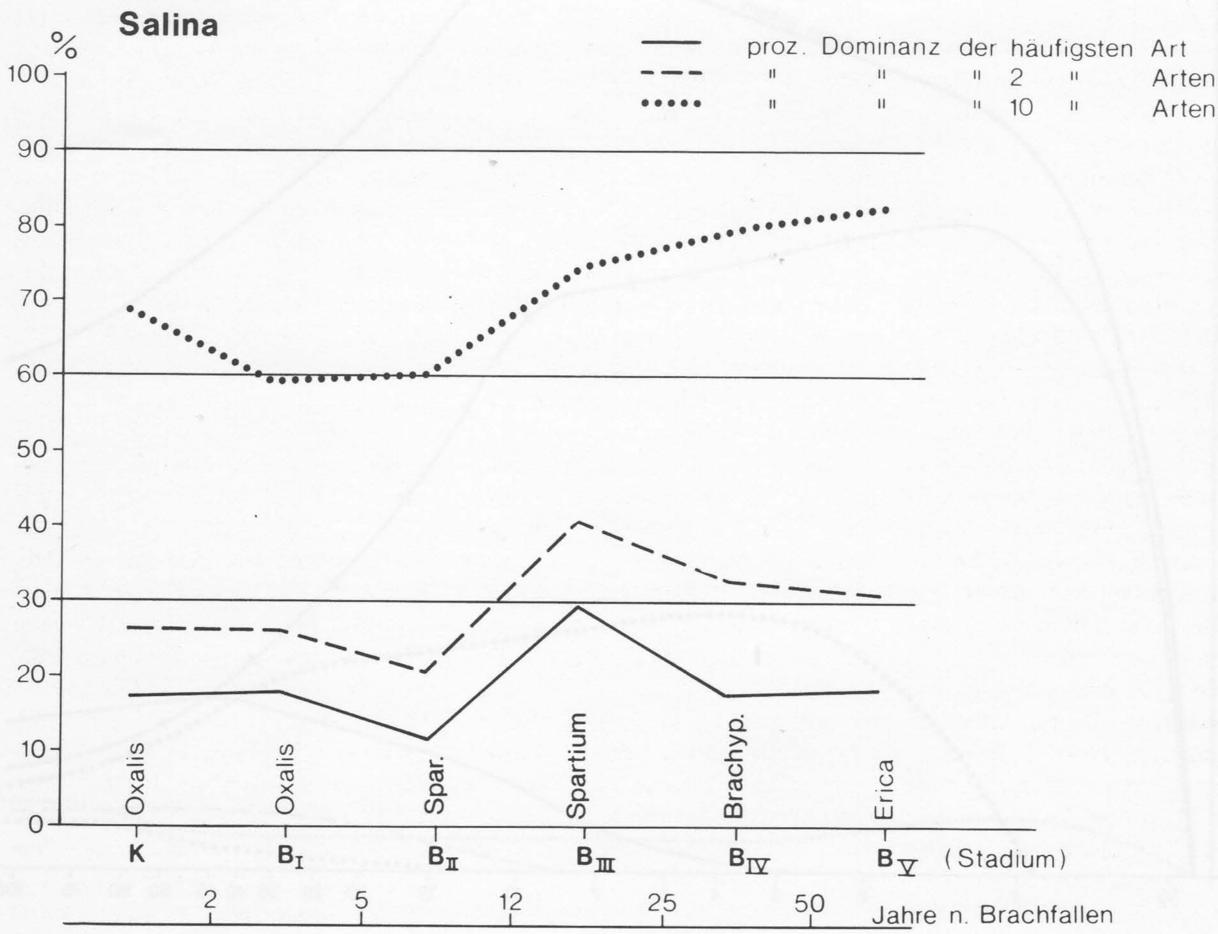


Abb. 55 — Prozentuale Überdeckung der vorherrschenden Art bzw. Arten während des Kulturstadiums und der verschiedenen Brachestadien in Salina.

these voll ausschöpfen können, da die zu dieser Jahreszeit blattlosen Weinreben keine Überschattung verursachen. Die Phytomassenproduktion ist beachtlich, denn in fast allen Aufnahmeflächen läßt sich ein Jahr nach dem letzten Umgraben im März und April eine Verunkrautung mit geschlossener Bodenüberdeckung feststellen.

Die nächste Therophyten-Generation, die vorerst von *Eragrostietalia-* und in den folgenden Sommern zunehmend von *Tuberarietea*-Arten gestellt wird, zeichnet sich bereits durch eine Verschiebung der Relationen zwischen den drei Grundorganen des Kormus aus: Sproßachsen- und Blattanteile werden zu Gunsten des Wurzelwerks reduziert. Da mit *Artemisia arborescens*, *Rubus ulmifolius* und *Spartium junceum* Phanerophyten bzw. mit *Dittrichia viscosa* und *Achillea ligustica* ausladende Hemikryptophyten frühzeitig als Schattenspender aufkommen, die die sommerliche Überschirmung eines lichten Laubdaches der Reben ersetzen, stellen sich zusätzlich Halbschatten bevorzugende Therophyten ein.

In diesem Zeitabschnitt, d. h. in der ersten und zweiten Brachephase, sind die kleinräumigen mikroklimatischen Unterschiede besonders groß, wie in Kap. C 1.4 dargelegt wird. In diesen beiden Stadien werden mit 44,2 bzw. 46,7 Arten pro Aufnahmefläche die höchsten Mittelwerte für die einzelnen Brachestadien in allen drei Fallbeispielen erreicht[1]. Die unterschiedliche Strahlungsintensität trägt über Bodenfeuchte- und Klimaparemeter maßgeblich zur Diversität im Artengefüge bei. Entsprechende Auswirkungen auf die Pflanzenvielfalt werden für offene Macchien und Garrigues von FRANKENBERG und RICHTER (1981) nachgewiesen. Erst mit der Vęrringerung der internen Standort-Komplexität, sei es in Richtung auf offene oder auf geschlossene Bestände, nimmt die Artenfülle ab. Großräumig läßt sich dies am Beispiel der Landschaftsgürtel für den Übergangsbereich zwischen Waldzonen und Wüsten nachvollziehen, so daß auf dieser Betrachtungsebene in der xero- bis thermomediterranen Zone von einer großen floristischen Vielfalt innerhalb der Ökotope auszugehen ist (vgl. Kap. B 5). Somit läßt sich mit dem engen Nebeneinander mikroklimatischer Kleinstnischen der vermeintliche Widerspruch klären, daß sich trotz des eingeschränkten Artenangebots auf der Insel Salina die einzelnen Standorte dennoch durch eine außerordentliche Artenfülle auszeichnen.

Besonders bevorteilt sind die ersten Brachephasen, da sich hier aus den

---

[1] Die mittleren Artenzahlen unterscheiden sich in diesem Fall von denjenigen, die in Abb. 54 als Kurve aufgezeigt sind, insofern, als auch die Arten mitgezählt sind, die wegen ihrer geringen Stetigkeit in Tab. 12 fehlen (Grundlage für Abb. 54).

umgebenden Standorten ein breites Samenangebot niederschlagen kann (Freiland-Effekt) und die Böden gegenüber den steinigen Rohhumusrankern naturnaher Gebiete anthropogen aufgebessert sind (Düngezugabe und Steinlese). Die Auswirkungen dieser Inwertsetzung auf die Flora tritt besonders deutlich im Vergleich mit den Hangpartien an der Südseite der Fossa zutage, die nie einer intensiven Nutzung zugeführt wurden. Entsprechende Unterschiede lassen sich auch für Stromboli nachweisen (RICHTER, 1984). So gesehen ergibt sich die Schlußfolgerung, daß die Flora einer Region verarmen muß, sobald es zur Aufgabe eines Großteils der Nutzflächen kommt. Dies betrifft semiaride Regionen insofern stärker als humide, als im meso- bis thermomediterranen Übergangsbereich gerade die kulturbegleitenden Therophyten besonders begünstigt sind und sich in den späteren Brachestadien zunehmender Verbuschung drastisch reduzieren.

Mit der Massenausbreitung von *Spartium junceum* wird die Artenfülle deutlich eingeengt. Da diese Bestände jedoch eine geringere überschattende Wirkung zeigen als die *Rubus*-Polykormone in Corniglia, bleibt auf Salina das dritte Brachestadium artenreicher als im mesomediterranen Fallbeispiel. Der vom dritten Jahrzehnt nach Aufgabe der Rebflächen herrschende überdurchschnittliche Besatz an Gebüschen erklärt sich aus der starken Durchlässigkeit der Böden, die es Sträuchern erlaubt, langfristig tiefliegende Wasservorräte auszuschöpfen, während Annuelle nur die kurzfristige Durchfeuchtung des Oberbodens wahrnehmen können. Daraus läßt sich wiederum ableiten, daß der dazwischen liegende Bereich von etwa 25 cm bis über 1 m Bodentiefe für die hygrische Versorgung von Pflanzen schlechtere Eigenschaften bietet, also jene Zone, die von xerischen Hemikryptophyten bevorzugt durchwurzelt wird. Oberhalb dienen kurzzeitige Niederschläge den Flachwurzlern, unterhalb steht den Tiefwurzlern das Speicherwasser zur Verfügung, das nicht mehr im gleichen Maße dem kapillaren Aufstieg durch Verdunstung unterliegt wie das Bodenwasser in mittleren Horizonten.

Auch wenn Baumwuchs auf Salina in den niedrigen Lagen möglich und nachweisbar ist, so deutet die klare Vorherrschaft von Nanophanerophyten auf die für Therophyten bereits angeführte Regel einer Reduktion der oberirdischen Phytomasse hin. Dies betrifft insbesondere die beiden *Cistus*-Arten, die mit malakophyllen, nur leicht behaarten Blättern auf geringe Transpirations-Widerstände schließen lassen. Erhöhte Verdunstungsverluste werden in diesem Fall durch Ausweitung des Wurzelwerks, Reduktion der Blattgrößen und temporären Laubwurf bewältigt. Je nach Trockenheit des Standortes zeigen die Blattoberflächen eine Streubreite zwischen 100 und 450 mm^2. In Extremfällen verharrt *Cistus salvifolius* auf Chamaephyten-Niveau, also jener Lebensform, die neben Therophyten für heiße Wüsten als beste Anpassungsform gilt, in Salina ansonsten jedoch keine große Rolle spielt. Stattdessen zeugen die Hochmacchien der Pseudoklimax mit gut entwickeltem Unter- und Zwischenwuchs eher von günstigen Verhältnissen in der Wasser- und Nährstoffversorgung. Der eingeschränkte Baumwuchs ist demzufolge kein Indiz für eine Einengung der pflanzlichen Stoffproduktion, was am Beispiel Pantelleria weiter belegt wird (B 4.2.1). Vielmehr ist zu vermerken, daß die Überdeckungsrate in den Schlußgesellschaften der Rebbrachen mit einem mittleren Maximalwert von 121% im Frühjahr für thermomediterrane Bereiche extrem hoch ist.

B 4.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM THERMOMEDITERRANEN BEREICH

B 4.2.1. PANTELLERIA (SIZILIEN)

Die Landwirtschaft der 102 km südlich von Sizilien und 84 km östlich von der tunesischen Halbinsel Cap Bon gelegenen Vulkaninsel Pantelleria wird in erster Linie durch den Anbau von Zibibbio-Tafeltrauben in Einzelstöcken und in niedrigen Zeilen bestimmt, ferner von Kapern und schließlich durch die sporadische Nutzung einzeln stehender Feigen- und Olivenbäume. Letztere werden wegen der Windeinwirkung oftmals auf anderthalb Meter Höhe gestutzt, bezeugen mit ihren z.T. mächtigen Stämmen jedoch hohes Alter. Im Gegensatz zu den meisten kleineren Inseln Italiens, die vom Tourismus ebenfalls nur unwesentlich berührt werden, sind auf Pantelleria in diesem Jahrhundert keine Phasen verstärkter Abwanderung zu verzeichnen (vgl. ROMBAI, 1977).

Strukturveränderungen im Weinanbau führten dennoch zur Aufgabe von Rebflächen, der die Intensivierung der Tafeltrauben-Kultivierung auf tiefgründigen Böden gegenüberzustellen ist, so z.B. im windgeschützten Bekken des Piano di Ghirlanda östlich der 830 m ü. M. hohen Montagna Grande (s. Abb. 56). Die Untersuchungen zur Brachesukzession beziehen sich vor allem auf die Westküste zwischen Scauri und Sesi, wo die Ernten durch Scirocco- und Ponente-Beeinflussung gefährdet sind. Das Ausgangsmaterial besteht aus Aschefall- bzw. Tufflagen alkalischer Zusammensetzung (WRIGHT, 1980) und ist ähnlich durchlässig wie in Salina. Es wird gleichfalls durch klimatische und edaphische Trockenheit gekennzeichnet (Aereoporto = 419 mm N/a).

So ist es nicht erstaunlich, daß vor allem die Wildkrautflora der *Chenopodietea* derjenigen von Salina ähnelt, wobei jedoch Unterschiede im Dekkungsgrad und in der Stetigkeit bestehen. Nur an wenigen Stellen kommt *Oxalis pes-caprae* zur Dominanz, während *Funaria capreolata Chrysanthemum coronarium* (s. Abb. 56), *Chr. segetum* und *Coleostephus myconis* stärker vertreten sind als in den Rebgärten der Äolischen Inseln. Floristische Ähnlichkeiten werden durch *Chenopodium album*, *Solanum nigrum* und *Portulaca oleracea* sowie durch *Tribulus terrestris* und *Cyperus rotundus* im Sommeraspekt bzw. *Avena barbata*, *Lupinus angustifolius*, *Vicia villosa*, *Silena gallica*, *Mercurialis annua* und *Convolvulus arvensis* in der Winterfazies bestätigt. Häufig sind schließlich *Galium aparine*, *Malva sylvestris*, *M. parviflora* und *Lavatera cretica*[1].

Pflanzensoziologische Erhebungen auf Rebflächen der ebenfalls in der Straße von Sizilien gelegenen Vulkaninsel Linosa veranlaßten BRULLO und MARCENO (1979, dort Tab. 3), von einer endemischen Gesellschaft des *Heliotropium dolosi* zu sprechen. Abgesehen von den beiden Assoziations-Kennarten *Heliotropium dolosum* und *Silene behen*, kommt die Inventarliste der häufigsten *Chenopodietea*-Arten denjenigen von Salina und Pantelleria jedoch derart nahe, daß es unsinnig erscheint, lokale Varianten auf Inseln zu eigenständigen Gesellschaften aufzuwerten. Stattdessen erscheint es angebracht, im Falle vulkanischer Böden für den siziliani-

[1] Hinweise zum Frühjahrsaspekt der Wildkrautfluren verdanke ich Herrn Florian Bemmerlein, Nürnberg.

Courtesy of Editors

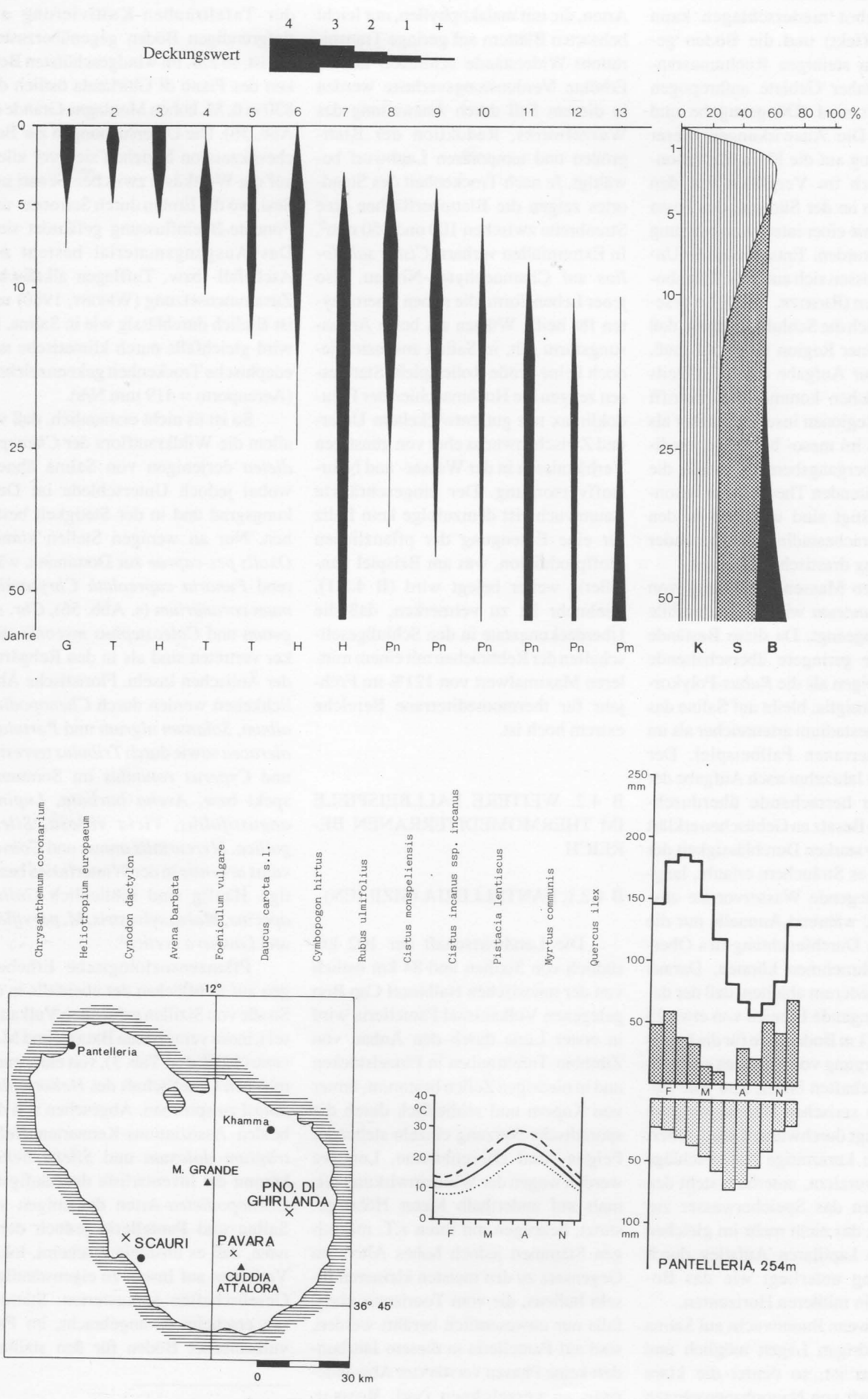


Abb. 56 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Pantelleria. Klimastation: Pantelleria. BA = Sand; BT = 1,5 m; WK = 190 mm.

Courtesy of Editors

schen Raum jene Zuordnung saisonal wechselnder Hackwildkraut-Assoziationen zu übernehmen, die von MAUGERI (1979) vorgeschlagen werden (s. Kap. B.4.1.3).

Auch für die beiden nächsten Brachestadien bleibt die enge floristische Verwandtschaft zwischen den Vulkaninseln nachweisbar, wie es im Falle Pantelleria durch *Avena barbata*, *Foeniculum vulgare*, *Daucus carota* s.l., etwas später auch durch *Rubus ulmifolius* und das überdauernde Horstgras *Cymbopogon hirtus* ersichtlich wird (Abb. 56). Für die Staudenrasen der ersten Brachejahre sind zudem *Trifolium arvense*, *Bromus rigidus*, *Galactites tomentosa*, *Echium plantagineum* und *Chondrilla juncea* zu erwähnen. Auffallend ist allerdings das Fehlen von *Dittrichia viscosa*, und auch *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* tritt nur wenig in Erscheinung; im ersten Falle ist die Insellage für die Abwesenheit ausschlaggebender als die Aridität, da die Composite in ähnlich trockenen Gebieten durchaus vertreten sein kann (z.B. auf Santorin). Auch die Leguminosen-Bedeckung ist auf Pantelleria in den ersten Brachejahren etwas geringer als in Salina, was bei dem hohen Artenanteil (12%, s. Liste bei BRULLO, MARTINO und MARCENO, 1977, S. 27 f.) eventuell auf eine schlechtere Nährstoffbereitstellung hindeutet. Hierfür sprechen auch die Massenvorkommen von *Pteridium aquilinum*, die stellenweise für das 2. Brachestadium typisch sind.

Nach zehn Jahren werden auf einem Teil der Rebbrachen Ginster in der Strauchschicht beherrschend, wobei allerdings das in dieser Phase für Salina charakteristische *Spartium junceum* überhaupt keine Rolle spielt. Stattdessen ist auf skelettreichen Böden *Calicotome villosa* häufig, während ansonsten *Cytisus villosus* und auf den trockensten Standorten auch die auf Nordalgerien und Tunesien beschränkte *Genista aspalathoides* dominieren. Ähnlichkeiten mit Salina bestehen insofern, als auch auf Pantelleria die Ginsterbestände einförmige Strauchformationen ausbilden, die mit Ausnahme von *Genista* einem recht abrupten Zerfall erliegen können.

Das vierte Brachestadium wird klar von Zistrosen geprägt. Es handelt sich um jene drei Arten der Gattung, die in späten mediterranen Rebbrachephasen allgemein am häufigsten anzutreffen sind, jedoch nur selten auf einem Wuchsort gemeinsam vorkommen (vgl. Verbreitungskarten bei RIZZOTTO, 1979, dort Fig. 4, 7 und 8): *Cistus incanus* ssp. *incanus*, *Cistus salvifolius* und *Cistus monspeliensis*. In dieser lichteren und niedrigeren zweiten Strauchgeneration kommen *Arbutus unedo*, *Daphne gnidium* und *Ampelodesmos mauretanicus* auf, ferner *Quercus ilex* und *Myrtus communis*. Diese beiden Arten leiten die offene Pseudoklimax ein, zu der weiterhin *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *E. multiflora*, *Phillyrea angustifolia* in der Strauchschicht sowie *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* und *Lonicera implexa* bei den Lianen gehören. Einer Zuordnung zu dem von BRULLO, DI MARTINO und MARCENO (1977) vorgeschlagenen *Erico-Quercetum ilicis* wird hier nicht zugestimmt (Begründung s. B 6).

Handelt es sich bei dieser Vergesellschaftung um eine vergleichsweise feuchtere Variante auf tiefgründigen Sandböden, die vor allem im Bereich der terrassierten Hänge des Passes von Pavara (Abb. 56) zu einer dichten Hochmacchie führt, so herrscht an der windexponierten Westküste eine trockene Fazies vor. Sie gedeiht auf steinigen Rigosolen zwischen überkragenden Rebmauern, die bis zu zwei Meter breit aus dunklen Lesesteinen zusammengesetzt sind. *Quercus ilex* und *Pistacia lentiscus* treten hier nur vereinzelt auf, während *Cistus monspeliensis* sowie die skleromorphen Gräser *Oryzopsis miliacea* und *Cymbopogon hirtus* steppenartige Bestände bilden. Am eindeutigsten wird die Trockenheit dieser offenen Gehölze jedoch durch *Euphorbia dendroides*, *Lycium intricatum* und *Periploca laevigata* var. *angustifolia* belegt, während die Mauern höchstens von *Opuntia ficus-indica* besiedelt werden können. Diese Assoziation entspricht dem *Periploco-Euphorbietum dendroides* von BRULLO *et. alii* (1977), das von DRESEN (1982, dort als *Pistacia lentiscus-Periploca laevigata-Brachypodium distachyon*-Gesellschaft bezeichnet, S. 79 ff.) auch auf Lampedusa für aufgelassene Rebfelder nachgewiesen wird.

Als wesentliches Merkmal der Vegetationsentwicklung auf Rebbrachen in Pantelleria bleibt festzuhalten, daß trotz der vorgegebenen edaphischen und klimatischen Trockenheit auf sandigen Rigosolen über basaltischem Material auch im thermomediterranen Bereich die Pseudoklimax von mehr oder weniger dichten Baumbeständen geprägt sein kann. Somit ist also der Nachweis erbracht, daß auf Salina die *Cisto-Lavanduletea* nur bedingt als Endstadium der soziologischen Brachesukzession angesehen werden dürfen. Das wahrscheinlich durch menschliche Holznutzung verursachte Fehlen der Steineiche zusammen mit episodischen Flächenbränden verhindert das Aufkommen eines Waldes mit dichtem Unterwuchs, der sich in Aufforstungen mit standortfremden Rohhumusbildnern wie *Pinus pinaster* oder *Eucalyptus div. spec.* keinesfalls schaffen läßt.

Darüber hinaus wird ersichtlich, daß der für beide Fälle auf vulkanischen Böden erbrachte Nachweis einer für thermomediterrane Verhältnisse erstaunlich dichten Phanerophyten-Überdeckung in den letzten Brachephasen auf die z.T. tiefgründigen Feinmaterial-Auflagen zurückzuführen ist. Die Mächtigkeit der Aschensand-Rigosole beläuft sich in Salina wie auch in Pantelleria auf bis zu 3 m Tiefe, so daß die Wurzelraumkapazität deutlich erhöht ist, den Pflanzen also erheblich mehr nutzbares Haftwasser zur Verfügung steht als über flachgründigen Böden (vgl. Verhältnisse auf Malta, Kap. 4.2.2; dort auch genauere Ausführungen zum Wasserhaushalt, Tab. 13).

B 4.2.2. MELLIEHA (MALTA)

Aufgrund der relativen Überbevölkerung auf den beiden Hauptinseln von Malta (1985: 1050 E/km^2) ist es im Laufe dieses Jahrhunderts zu einer beständigen Emigration gekommen, die in den letzten drei Jahrzehnten vor allem nach Australien und Canada, ferner nach England führte. Da die Auswanderung für eine Verminderung des Bevölkerungsdruckes keinesfalls ausreichte, sind Merkmale einer Extensivierung in der landwirtschaftlichen Nutzung kaum auszumachen. Stattdessen gibt es Anzeichen für eine Überführung von Anbauflächen mit exportorientierten Produkten in Kulturen, deren Erzeugnisse in erster Linie dem Bedarf der einheimischen Bevölkerung dienen sollen. Der eingeengte Agrarraum zwingt vor allem zu einer Umstellung auf einen leistungsfähigen Anbau hochwertiger Getreide, Gemüse- und Obstsorten. Da dies fast ausschließlich im Trockenfeldbau erfolgt und hochwertige Böden selten sind, beschränkt sich der Weinbau entweder auf flachgründige Hanglagen oder wird in den meisten Fällen in gemischten Intensivkulturen zusammen mit der Erzeugung von Zwiebeln und Gemüse zwischen den Einzelstöcken

Courtesy of Editors

bzw. Reihen verbunden, oftmals überschirmt durch Pfirsich-, Pflaumen-, Feigen- und Johannisbrotbäume oder lichte Agrumenhaine. Aufgegebene Rebkulturen in ortsfernen Lagen werden oftmals einer extensiven Schafbeweidung zugeführt, so daß die Brachlandsukzession frühzeitig in einem schütteren Trockenstauden-Garrigue-Stadium mit erhöhtem Anteil an Weideunkräutern steckenbleibt (*Dittrichia viscosa*, *Carthamus lanatus*, *Carlina corymbosa*, *Pallensis spinosa* und *Coridothymus capitatus*), so z.B. auf der Kalktafel nördlich von Manikata.

Nicht nur die fortwährende Degradierung durch Beweidung trägt zu einer schütteren Vegetationsbedeckung bei. Auch in weitgehend ungestörten Sukzessionen wirken sich sowohl die sechsmonatige Trockenzeit (Luqa = 599 mm N/a) als auch die geringe Bodenentwicklung über den stark verkarsteten miozänen Kalktafeln nachteilig aus. Vorgestellt werden Ergebnisse aus dem Gemeindegebiet von Mellieha (Malta), insbesondere aus dem Flurbereich Ghaja Hadid an der Imgiebah Bay, die für das Kultur- und erste Brachestadium durch Untersuchungen aus Mgarr (Gozo) ergänzt werden.

Schon bei der Zusammensetzung der Hackwildkrautgemeinschaften zeigen sich in den Rebkulturen Maltas erhebliche Unterschiede zu den *Chenopodietea*-Gesellschaften süditalienischer Vulkaninseln. Auffallend ist der erhöhte Anteil an *Secalietea*-Arten, also Vertretern aus Halmfruchtfeldern: *Kicksia spuria* ssp. *integrifolia*, *Anagallis arvensis*, *Raphanum raphanistrum* s.l., *Papaver rhoeas* und *Hypericum triquetrifolium*, das mit Innovationstrieben aus Wurzelsprossen im ersten Brachestadium an Ausbreitungskraft gewinnt (s. HAGEMANN und MEUSEL, 1984). Für die Beantwortung der Frage, ob diese floristische Zusammensetzung auf die schweren Böden oder auf das Vorherrschen des Getreide-Pflugbaus in der Umgebung zurückgeht, sind Untersuchungen von DRESEN (1982) recht aufschlußreich. Nach seinen Ausführungen spielen im östlichen Teil der Insel Lampedusa bei ähnlicher petrographisch-edaphischer Ausgangssituation *Secalietea*-Arten in den Rebgärten eine wesentlich geringere Rolle. Stattdessen sind mit *Oxalis pes-caprae*, *Arisarum vulgare* und *Fumaria capreolata* solche Vertreter besonders häufig, die auf Malta in den gleichen Kulturen keine Bedeutung erlangen. So gesehen dürften hier also die Nachbarschaftseffekte für die Zusammensetzung der kulturbegleitenden Flora entscheidender sein als die edaphischen Faktoren. Gemeinsam sind den Wildkrautgemeinschaften von Lampedusa und Malta vor allem *Chrysanthemum coronarium*, *Convolvulus arvensis*, *Lobularia maritima*, *Malva sylvestris* und im Übergang zum ersten Brachestadium *Bromus madritensis*, *Silene vulgaris* s.l. sowie die gleichfalls den *Secalietea* angehörende *Avena fatua*. Reichlich vertreten sind auf Malta *Heliotropium europaeum*, *Chenopodium album*, *Trifolium arvense* und *Portulaca oleracea*, die nach Sichtung der Tabellen von DRESEN (1982) auf Lampedusa zu fehlen scheinen.

Das beschriebene Arteninventar der malteser Weingärten entspricht nur teilweise den Listen von BRULLO und MARCENO (1979, Tab. 1), deren Aufnahmen zum *Chrozophoro-Kickxietum integrifoliae* sowohl von der Insel selbst als auch von Sizilien zum größten Teil auf Stoppelfeldern erhoben wurden; zusammen mit einigen ihrer Erhebungen auf Rebflächen wird diese Gesellschaft den *Diplotaxion erucoidis* und damit den *Chenopodietea* untergeordnet. Dieses Vorgehen muß insofern auf Befremden stoßen, als hier die syntaxonomische Trennung von Gesellschaften auf *Secalietea*- und *Chenopodietea*-Standorten außer Acht gelassen ist. Unter diesem Hintergrund muß ohne weiterführende Untersuchungen eine genauere Assoziationszuordnung zurückgestellt werden; die für Lampedusa bezeichnende *Oxalis pes-caprae-Arisarum vulgare*-Gesellschaft (DRESEN, 1982, S. 61 ff.) läßt sich für die Rebgärten Maltas nicht nachweisen.

Nach Aufgabe der Bewirtschaftung stellen sich bei der Ansamung der Pflanzen nachfolgender Sukzessionsstadien Schwierigkeiten ein, die sich aus der Kombination der langen Trockenperiode mit den flachgründigen schweren Böden ergeben (zum Boden-Wasserhaushalt s. Klimadiagramm in Abb. 57 und Tab. 13). Der ausbleibenden Auflockerung durch Hacken folgt in den ersten Brachejahren eine Verhärtung der Substratoberfläche mit Ausbildung von Trockenrissen. Bodenverdichtung und Verringerung der nutzbaren Feldkapazität erschweren das Aufkommen von Staudenrasen, so daß die ersten Sukzessionsstadien durch einen geringen Anfall an Humusmaterial gekennzeichnet bleiben. Zusätzlich ist in der Folgezeit die Zersetzung und Mineralisierung der ohnehin spärlichen organischen Substanz mangels ausreichender biologischer Aktivität stark reduziert. So dürfen floristische Ähnlichkeiten mit anderen thermomediterranen Gebieten nicht darüber hinwegtäuschen, daß die mangelhafte Bodenentwicklung in den Fazies des Endstadiums nur einen schütteren Bewuchs erlaubt.

In der ersten Brachephase treten neben den in Abb. 57 aufgeführten Arten *Anchusa azurea*, *Reichardia picroides*, *Daucus carota* s.l., *Medicago polymorpha*, *Notobasis syriaca*, *Pallensis spinosa* und stellenweise die blattsukkulente *Inula crithmoides* auf. *Rubus ulmifolius* vermag unter den beschriebenen edaphischen Voraussetzungen lediglich Formen schwacher Vitalität auszubilden. Nur in wenigen Fällen (längere Überschattung durch Horizonteinengung oder an Nordabhängen) bildet die Brombeere ein Keimbett für Arten wie *Ferula communis*, *Psoralea bituminosa*, *Smyrnium olusathrum* und *Acanthus molle* aus. Ansonsten sind ein Jahrzehnt nach Bewirtschaftungsaufgabe Trockenrasen typisch, in denen sich neben den genannten Stauden die Horstgräser *Cymbopogon hirtus* und *Oryzopsis miliacea* eingestellt haben. Zwergstrauch-Garrigues mit *Coridothymus capitatus* entfalten sich ebenfalls im zweiten Brachestadium, tragen jedoch keineswegs zur floristischen und physiognomischen Differenzierung des Vegetationsbildes bei. Dies wird im günstigsten Fall durch offene Macchien erreicht, in denen zwei Jahrzehnte nach Brachfallen *Pistacia lentiscus* und seltener auch verwilderte *Ceratonia siliqua*-Gebüsche allmählich zum Tragen kommen. In diesem Fall entwickelt sich *Brachypodium retusum* im Unterwuchs, und es ist ein Rankgerüst für Lianen wie *Asparagus albus*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* und *Clematis flammula* gegeben. Ähnlich vorteilhaft in bezug auf Bodenüberschattung und Schaffung eines Humus-Keimbetts können sich Feigenstrauch-Polykormone auswirken. Nach dem Prinzip der *Ficus*-Nebkas auf Stromboli (RICHTER, 1984, s. dort Abb. 14) überwuchern sie von zerfallenen Trockenmauern bzw. Lesesteinhaufen aus ein weites Umfeld, wobei einzelne Kolonien Pulks von 20x20 Meter bilden können. Das von BRULLO, DI MARTINO und MARCENO (1977) für Malta ebenfalls nachgewiesene *Periploco-Euphorbietum dendroides* spielt auf ehemaligen Rebflächen keine Rolle. Die Baum-

Courtesy of Editors

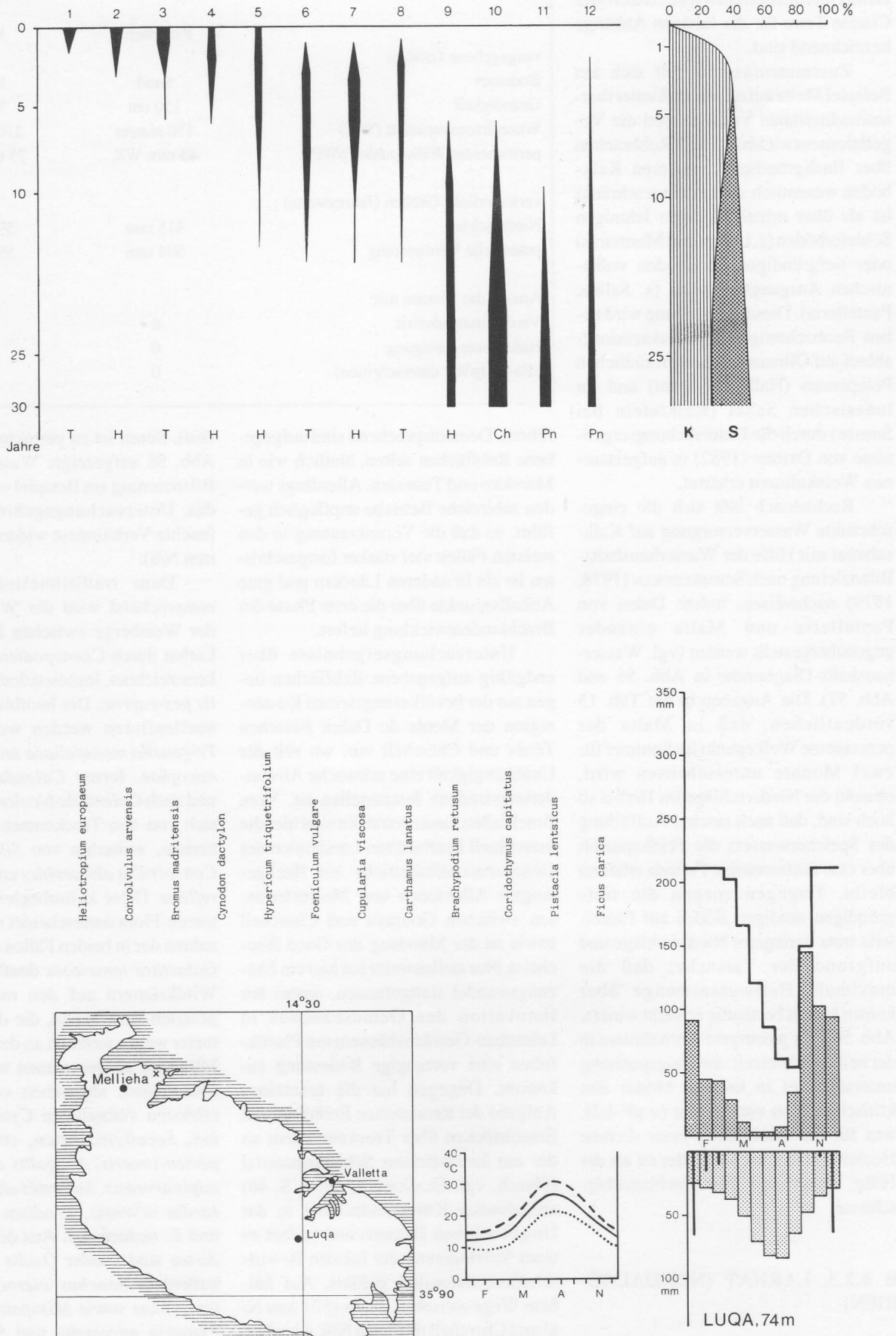


Abb. 57 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Malta. Klimastation: Luqa. BA = Lehm; BT = 0, 75 m; WK = 210 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

euphorbien bilden hier ebensowenig eine Pseudoklimax aus wie in Salina, während sie dort wie auch in Malta und im thermomediterranen Küstensaum der Cinque Terre für die felsigen Abhänge bezeichnend sind.

Zusammenfassend läßt sich am Beispiel Malta aufzeigen, daß unter thermomediterranen Verhältnissen die Vegetationsentwicklung auf Rebbrachen über flachgründigen schweren Kalkböden wesentlich stärker eingeschränkt ist als über mittelgründigen lehmigen Schieferböden (s. Larhat und Marmaras) oder tiefgründigen Sandböden vulkanischen Ausgangsmaterials (s. Salina, Pantelleria). Diese Feststellung wird neben Beobachtungen zum Sukzessionsablauf auf Ölbaumbrachen im südlichen Peloponnes (Halbinsel Mani) und im tunesischen Sahel (Kalktafeln bei Sousse) durch die Untersuchungsergebnisse von DRESEN (1982) in aufgelassenen Weinkulturen erhärtet.

Rechnerisch läßt sich die eingeschränkte Wasserversorgung auf Kalksubstrat mit Hilfe der Wasserhaushalts-Bilanzierung nach SCHMIEDECKEN (1978, 1979) nachweisen, indem Daten von Pantelleria und Malta einander gegenübergestellt werden (vgl. Wasserhaushalts-Diagramme in Abb. 56 und Abb. 57). Die Angaben in der Tab. 13 verdeutlichen, daß in Malta der permanente Welkepunkt im Sommer für zwei Monate unterschritten wird, obwohl die Niederschläge im Herbst so hoch sind, daß nach rascher Auffüllung des Speicherwassers die Feldkapazität über eine fünfmonatige Periode erhalten bleibt. Dagegen sorgen die tiefgründigen sandigen Böden auf Pantelleria trotz geringerer Niederschläge und aufgrund der Tatsache, daß die maximale Haftwassermenge über keinen Monat beständig erreicht wird (s. Abb. 56), für günstigere Verhältnisse in der heißen Jahreszeit: die Saugspannung unterschreitet in keinem Monat den kritischen Wert von 15 atm (= pF 4,2), was für die Ausbildung einer dichten Hochmacchie entscheidender ist als die Höhe winterlicher Niederschlagsüberschüsse.

Tabelle 13 — Kenngrößen des Bodenwasserhaushalts in Scauri (Pantelleria, Klimadaten von der Station am Flughafen) und von Ghaja Hadid (Malta, Klimadaten von Luqa, Verdunstung nach PAPADAKIS und WK bzw. pWP nach SCHMIEDECKEN berechnet)

	Pantelleria	Malta
vorgegebene Größen:		
Bodenart	Sand	Lehm
Gründigkeit	150 cm	75 cm
Wurzelraumkapazität (WK)	190 mm/m	210 mm/m
permanenter Welkepunkt (pWP)	45 mm WK	75 mm WK
veränderliche Größen (Jahreswerte) :		
Niederschlag	415 mm	599 mm
potentielle Verdunstung	504 mm	590 mm
Anzahl der Monate mit:		
Verdunstungsdefizit	6	6
Haftwasser-Sättigung	0	5
pF>4,2 (pWP unterschritten)	0	2

B 4.2.3. LARHAT (NORDALGERIEN)

Die rückläufigen Zahlen des Weinbaus in Algerien (vgl. Tab. 1) sind weniger auf Brachfallen der Kulturen als vor allem auf Nutzungswechsel zurückzuführen. Dementsprechend sind aufgegebene Rebflächen selten, ähnlich wie in Marokko und Tunesien. Allerdings werden zahlreiche Betriebe unpfleglich geführt, so daß die Verunkrautung in den meisten Fällen viel stärker fortgeschritten ist als in anderen Ländern und gute Anhaltsspunkte über die erste Phase der Brachlandentwicklung liefert.

Untersuchungsergebnisse über endgültig aufgegebene Rebflächen liegen aus der bevölkerungsarmen Küstenregion der Monts de Dahra zwischen Ténès und Cherchell vor, wo seit der Unabhängigkeit eine schwache Abwanderungstendenz festzustellen ist. Vom Brachfallen kaum betroffen sind hier die maschinell bearbeiteten Ländereien der Genossenschaftsbetriebe auf flachgeneigten Alluvionen und Meeresterrassen zwischen Gouraya und Cherchell sowie an der Mündung des Oued Boucheira. Nur stellenweise hat hier ein Nutzungswandel stattgefunden, wobei der Innovation des Gemüseanbaus in Leichtbau-Gewächshäusern mit Plastikfolien eine vorrangige Bedeutung zukommt. Dagegen hat die ersatzlose Aufgabe der terrassierten Rebhänge mit Einzelstöcken über Trockenmauern an der aus kretazischem Schiefermaterial (Flysch, vgl. GLANGEAUD, 1952, S. 46) aufgebauten Küstenabdachung in der Umgebung von Damous und Larhat zu einer Verringerung der lokalen Bewirtschaftungsintensität geführt. Auf halbem Wege zwischen Ténès (521 mm N/a) und Cherchell (622 mm N/a; Angaben nach EMBERGER, 1930) gelegen, ist davon auszugehen, daß sich die mittlere Jahresniederschlagssumme im Untersuchungsgebiet auf ca. 600 mm N/a beläuft. Somit ist zu vermuten, daß die in Abb. 58 aufgezeigte Wasserhaushalts-Bilanzierung am Beispiel von Algier für das Untersuchungsgebiet etwas zu feuchte Verhältnisse widerspiegelt (685 mm N/a).

Dem traditionellen Hackbau entsprechend wird die Wildkrautflora der Weinberge zwischen Damous und Larhat durch *Chenopodietea*-Arten gekennzeichnet, insbesondere durch *Oxalis pes-caprae*. Die buntblühenden Annuellenfluren werden weiterhin von *Trigonella monspeliaca* und *Fedia cornucopiae*, ferner *Calendula arvensis* und auch *Calendula bicolor* geprägt, die sich von den Trockenmauern her ausbreiten, weiterhin von *Silene fuscata*, *Convolvulus althaeoides* und *Linaria* cf. *reflexa*. Diese kulturbegleitende Ephemeren-Flora unterscheidet sich mit Ausnahme der in beiden Fällen auftretenden *Galactites tomentosa* deutlich von den Wildkräutern auf den maschinengepflügten Rebflächen, die dreißig Kilometer weiter westlich an der Boucheira-Mündung aufgenommen wurden. Hier überwiegen, abgesehen von dem am stärksten verbreiteten *Cynodon dactylon*, *Secalietea*-Arten, etwa *Scandix pecten-veneris*, *Anagallis arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Anthemis altissima*, *Sherardia arvensis*, *Erodium moschatum* und *E. malacoides*. Aus den *Chenopodietea* sind wieder *Oxalis pes-caprae*, außerdem *Sonchus oleraceus* und *S. tenerrimus* sowie *Misopates orontium*, *Fumaria micrantha* und *Solanum nigrum* vertreten, allerdings nur schwach; hinzu kommen *Convolvulus arvensis* und *Atriplex hastata*.

Courtesy of Editors

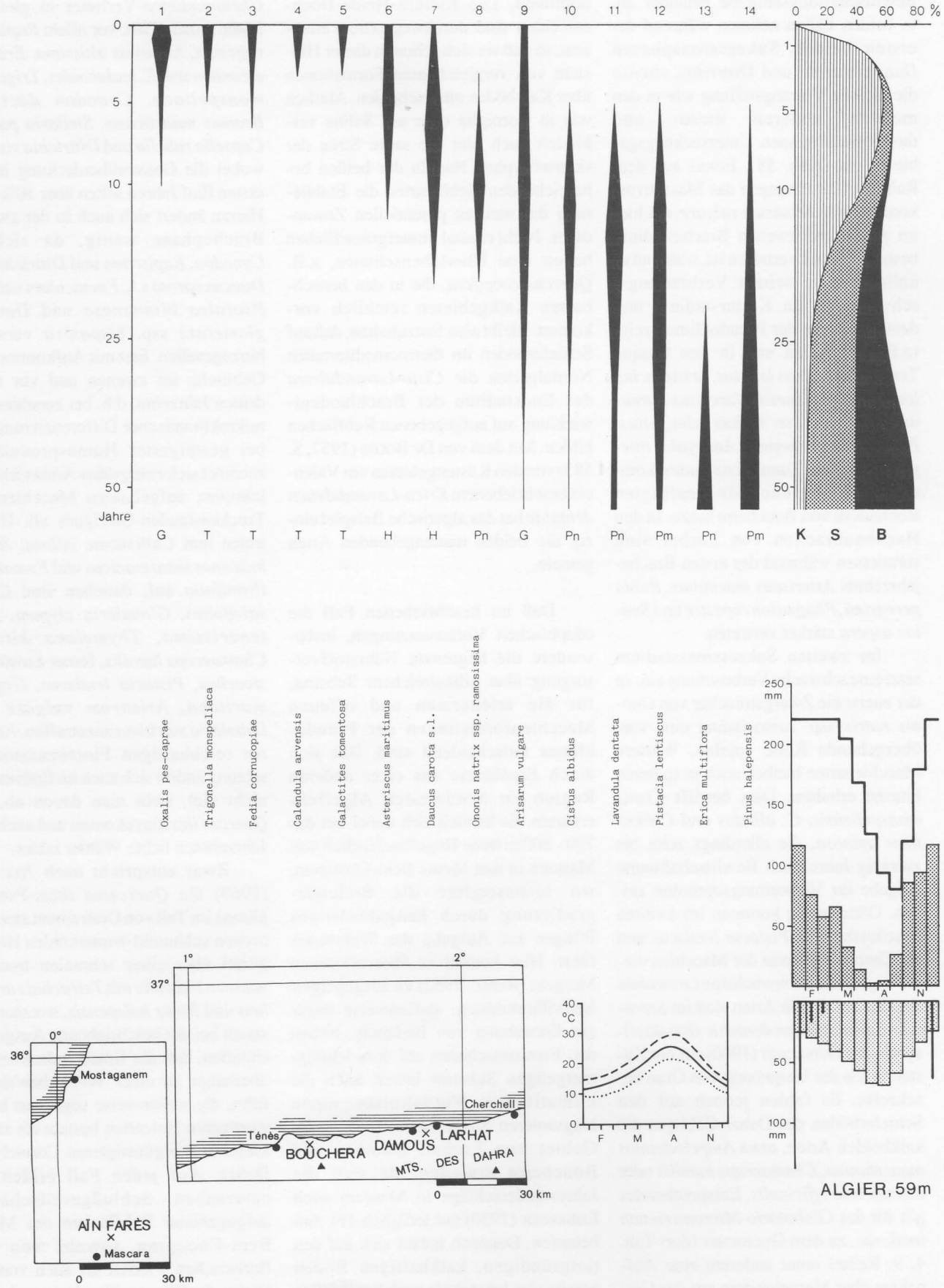


Abb. 58 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Larhat - Damous. Klimastation: Algier. BA = sandiger Lehm; BT = 1 m; WK = 220 mm.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Trotz der unterschiedlichen Ausgangssituationen in Larhat und Boucheira nähert sich die Brachevegetation in floristischer Hinsicht rasch nach Bewirtschaftungsaufgabe einander an. In beiden Fällen nehmen während der ersten beiden Sukzessionsphasen *Daucus carota* und *Dittrichia viscosa* die gleiche Vorrangstellung wie in den meisten anderen meso- und thermomediterranen Untersuchungsgebieten ein (Abb. 58). Etwas aus dem Rahmen fällt hingegen das Massenvorkommen von *Arisarum vulgare*, das hier im ersten und zweiten Brachestadium besonders stark vertreten ist, während es üblicherweise seinen Verbreitungsschwerpunkt im Kulturstadium und dann wieder in der Pseudoklimax zeigt (z.B. auf Salina und in den Cinque Terre). *Carthamus lanatus*, *Aristolochia longa* ssp. *fontanesii*, *Narcissus aureus* und stellenweise *Rubus ulmifolius*, *Plantago coronopus*, *Andryala integrifolia* sowie *Tamus communis* kommen auf den ehemals gepflügten Rebfeldern von Boucheira hinzu. In den Hackbaubrachen von Larhat sind stattdessen während des ersten Brachejahrzehnts *Asteriscus maritimus*, *Rubia peregrina*, *Phagnalon rupestre* und *Smilax aspera* stärker vertreten.

Im zweiten Sukzessionsstadium setzt eine schwache Verbuschung ein, in der zuerst die Zwergsträucher von *Ononis natrix* ssp. *ramosissima* eine vorübergehende Rolle spielen. Weitere Macchienarten bleiben auch in späteren Phasen erhalten. Dies betrifft *Cistus monspeliensis*, *C. albidus* und *Calicotome spinosa*, die allerdings zehn bis zwanzig Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe ihr Verbreitungsoptimum zeigen. Gleichzeitig kommen im zweiten Brachejahrzehnt *Pistacia lentiscus* und als Charakterpflanze der Macchien dieser Region die hochwüchsige *Lavandula dentata* auf. Beide Arten sind im *Serratulo-Lavanduletum dentatae* charakteristisch, das GUINOCHET (1980) aus der Küstenregion der Umgebung von Oran beschreibt. Es fehlen jedoch auf den Schieferböden des Dahar-Gebirges die kalkholden Arten, etwa *Ampelodesmos mauretanica*, *Chamaerops humilis* oder *Rosmarinus officinalis*. Entsprechendes gilt für das *Globulario-Micromerietum inodorae*, zu dem GUINOCHET (dort Tab. 4, 9. Reihe) unter anderem eine Aufnahme über Mergelgestein aus der Umgebung von Ténès zählt.

In beiden aufgeführten Gesellschaften sind *Pinus halepensis*, *Erica multiflora* und *Tetraclinis articulata* häufige Begleiter. Diese drei Arten werden auch in den letzten beiden Brachephasen bzw. in der Pseudoklimax dominant. Die Kiefern-Heide-Hochmacchien sind durchweg extrem artenarm, so daß sie sich schon in dieser Hinsicht von vergleichbaren Formationen über Kalkböden unterscheiden. Ähnlich wie in Corniglia oder auf Salina verhindert auch hier die saure Streu der skleromorphen Nadeln der beiden beherrschenden Gehölzarten die Etablierung der meisten potentiellen Zuwanderer. Nicht einmal immergrüne Eichen haben eine Überlebenschance, z.B. *Quercus coccifera*, die in den benachbarten Kalkgebieten reichlich vorkommt. Bleibt also festzuhalten, daß auf Schieferböden im thermomediterranen Nordalgerien die *Cisto-Lavanduletea* das Endstadium der Brachlandentwicklung auf aufgegebenen Rebflächen bilden. Mit dem von DE BOLOS (1957, S. 583) von den Küstengebieten um Valencia beschriebenem *Erico-Lavanduletum dentatae* hat das algerische Beispiel einzig die beiden namengebenden Arten gemein.

Daß im beschriebenen Fall die edaphischen Voraussetzungen, insbesondere die begrenzte Nährstoffversorgung über silikatreichem Substrat, für die artenarmen und offenen Macchienformationen der Pseudoklimax entscheidend sind, läßt sich durch Ergebnisse aus einer anderen Region im Nordwesten Algeriens erhärten. Es handelt sich dabei um das 700 - 800 m hohe Hügelland östlich von Mascara in den Monts Beni-Chougran, wo insbesondere die Bodendegradierung durch hangabwärtiges Pflügen zur Aufgabe des Weinbaues führt. Hier kommt es über miozänen Mergeln (REPAL, 1952) zu ausgeprägter Spülrillenbildung, stellenweise sogar zur Entstehung von Badlands. Neben den Erosionsschäden auf dem lehmig-mergeligen Substrat lassen auch die klimatischen Verhältnisse einen langsameren Sukzessionsablauf als im Gebiet von Larhat, Damous und Boucheira erwarten, da sich die Jahresniederschläge in Mascara nach EMBERGER (1930) auf lediglich 491 mm belaufen. Dennoch haben sich auf den tiefgründigen, kalkhaltigen Böden bereits vier Jahrzehnte nach Brachfallen niedrige, aber dichte Steineichenwälder eingestellt, die zunächst aufgrund der schleppend einsetzenden Besiedlung durch Kulturbegleiter und Brachewildkräuter kaum erwartet werden können.

Auch hier sind *Secalietea*- wie *Chenopodietea*-Vertreter in gleichem Maße anzutreffen, vor allem *Rapistrum rugosum*, *Anthemis altissima*, *Erodium ciconium* und *E. malacoides*, *Trigonella monspeliaca*, *Cynodon dactylon*, *Bromus madritensis*, *Stellaria pallida*, *Capsella rubella* und *Dittrichia viscosa*, wobei die Gesamtüberdeckung in den ersten fünf Jahren selten über 30% geht. Hieran ändert sich auch in der zweiten Brachephase wenig, da sich zu *Cynodon*, *Rapistrum* und *Dittrichia* nur *Daucus carota* s.l., *Foeniculum vulgare*, *Psoralea bituminosa* und *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* verstärkt hinzugesellen. Erst mit Aufkommen der Gebüsche im zweiten und vor allem dritten Jahrzehnt, d.h. bei zunehmender mikroklimatischer Differenzierung und bei gesteigerter Humusproduktion, zeichnet sich eine größer Artenvielfalt in komplex aufgebauten Macchien mit Trockenstauden-Garrigues ab. Häufig treten nun *Calicotome villosa*, *Ampelodesmos mauretanicus* und *Fumana* cf. *thymifolia* auf; daneben sind *Cistus salvifolius*, *Globularia alypum*, *Stipa tenacissima*, *Thymelaea hirsuta*, *Chamaerops humilis*, ferner *Lavandula stoechas*, *Pistacia lentiscus*, *Urginea maritima*, *Arisarum vulgare* und *Lobularia maritima* anzutreffen. An dieser reichhaltigen Florenzusammensetzung ändert sich auch im Endstadium nicht viel, sieht man davon ab, daß *Quercus ilex* hinzukommt und nach 4 - 5 Jahrzehnten lichte Wälder bildet.

Zwar entspricht nach ALCARAZ (1969) die *Quercetea ilicis*-Pseudoklimax im Tell von Oran einem ziemlich breiten subhumid-winterkühlen Höhengürtel über einer schmalen trockenwarmen Fußstufe mit *Tetraclinis articulata* und *Pinus halepensis*, trotzdem erstaunt bei der beschriebenen Ausgangssituation, daß die Brachlandsukzession überhaupt zu einer Wiederbewaldung führt, die stellenweise sogar aus hochwertigeren Holzarten besteht als an der klimatisch begünstigteren Corniche de Dahra. Auf jeden Fall bilden die naturnahen Schlußgesellschaften aufgegebener Rebflächen der Monts Beni-Chougran sowohl von der floristischen Vielfalt als auch von der Dichte der Pflanzenüberdeckung her einen wirksameren Erosionsschutz und eine bessere Ausgangssituation für eine leichter zersetzbare Laubproduktion als

Courtesy of Editors

die standortfremden Eukalyptus-Aufforstungen im gleichen Gebiet, die nur einen schütteren Unterwuchs in den lichten Holzbeständen erlauben.

B 4.2.4. INSTINCIÓN (ANDALUSIEN)

Die Untersuchungen der Vegetationsentwicklung auf Rebbrachen in Südostspanien beschränken sich auf den mittleren Talabschnitt des Rio Andarax bei Instinción in 300 - 400 m ü. M. an der Nordabdachung der Sierra de Gador bzw. in den südöstlichen Ausläufern der Sierra Nevada. Der Weinanbau konzentriert sich hier auf die lehmigen, natron- und gipshaltigen Böden der stark zertalten und zerrachelten Badlandhänge unmittelbar oberhalb des Hauptflusses. Am Rande der trokkensten Region Europas (Cabo de Gata: 128 mm N/a, Almeria: 205 mm N/a, 50 bzw. 20 km südöstlich gelegen) belaufen sich die Jahresniederschläge im engeren Untersuchungsgebiet nach Angaben von FREITAG (1971, dort Abb. 4) auf ca. 270 mm. Der Pergola-Anbau der Tafeltrauben ist somit zumindest im Abschnitt zwischen den Orten Canjayar und Alhama de Almeria auf eine intensive Bewässerung angewiesen, die über ein stellenweise unterirdisches Kanalsystem geregelt wird.

Insofern ergibt sich für die Pflanzensukzession auf den Rebbrachen eine besondere ökologische Ausgangssituation, als bei nachlassender Pflege unmittelbar vor der endgültigen Bewirtschaftungsaufgabe durch eine relative Standortaustrocknung eine Versalzung des Oberbodens üblich ist. Diese Ausnahmeerscheinung bedingt eine Gesellschafts- und Formationsabfolge, die mit denen anderer Regionen keinerlei Ähnlichkeiten zeigt. Einzig während der Kultivierung unter regelmäßiger Bewässerung lassen sich Parallelen mit anderen thermomediterranen Regionen erkennen, indem sich überwiegend Hackwildkräuter aus den *Eragrostietalia* einstellen. Ähnlichkeiten bestehen auch mit dem mesomediterranen *Sisymbrio irio-Malvetum parviflorae*, das RIVAS-MARTINEZ (1978) als nitrophile wegbegleitende *Chenopodion muralis*-Gesellschaft aus Zentralspanien beschreibt. Neben den in Abb. 59 (Nr. 1-6) genannten Arten können *Fumaria densiflora*, *Euphorbia peplus* und *Amaranthus* cf. *gracilis*, ferner auch kälteresistentere Therophyten wie *Stellaria media*, *Lamium amplexicaule* und *Calendula arvensis* Deckungswerte bis zu 5% zeigen. Aber schon in der ersten Brachephase stellt sich mit der deutlichen Abnahme in der Gesamtüberdeckung ein Phänomen ein, das in allen übrigen Untersuchungsgebieten ausbleibt. Die Ursache liegt in der Salzanreicherung in der Krume, sobald der kapillare Aufstieg des Bodenwassers die Versickerungsrate übersteigt, also vor allem in der heissen Jahreszeit bei unzureichender Bewässerung.

Nach Bewirtschaftungsaufgabe vermögen sich nur wenige der Kulturbegleiter zu halten, vor allem *Sonchus tenerrimus* und *Sisymbrium irio* (gleichfalls Charakterarten leicht unterbewässerter Oasengärten in der Sahara), ferner *Cynodon dactylon* und eine *Setaria*-Art. Von den eumediterranen *Thero-Brachypodietea*-Vertretern können nur jene eindringen, die trockenheitsduldend sind und schwache Chloridkonzentrationen ertragen: *Foeniculum vulgare*, *Oryzopsis miliacea* und stellenweise *Dittrichia viscosa*, *Bromus madritensis* sowie *Psoralea bituminosa*. Zusammen mit den oben erwähnten annuellen Kulturbegleitern entstammen diese nitrophilen Stauden in dem weitgehend geschlossenen Band der Wirtschaftsflächen an den Talhängen zum einen der xeromediterranen Küstenregion am Golf von Almeria, zum anderen dem mesomediterranen Bereich des intramontanen Beckens der Alpujarras, das zwischen Sierra Nevada und Sierra Contraviesa liegt.

Für die Pflanzeneinwanderung in späteren Brachestadien kommen drei Herkunftsgebiete in Frage. Den *Genisto-Phlomidion almeriensis* gehört die Rosmarin-Garrigue an, die bei Instinción oberhalb ca. 550 m ü. M. eine Überdeckung von 40-60% aufweist (Ersatzverband für das *Rhamno-Cocciferetum* der *Quercetalia ilicis*, RIVAS-MARTINEZ, 1974, S. 222 f.). Sie gehört noch zu den *Anthyllidetalia terniflorae*, obwohl sie bereits im Grenzbereich zu den westlich anschließenden *Phlomidetalia purpureae* liegt (endemische Ordnungen der südspanischen *Ononido-Rosmarinetea*, vgl. Fig. 10 und Fig. 12 in RIVAS-GODAY und RIVAS-MARTINEZ, 1967).

Folgende Arten werden mit den zugehörigen Stetigkeitswerten angeführt:

Rosmarinus offincinalis	V
Phlomis purpurea	III
Genista umbellata	III
Ulex parviflorus	III
Stipa tenacissima	III
Cistus albidus	II
Cistus clusii	II
Lavandula lanata	II
Brachypodium ramosum	II
Helichrysum stoechas	II
Thymus hyemalis	II

Wesentlich artenärmer und lichter ist die unterhalb folgende Wermut-Spartgras-Steppe, die mit einer Überdeckung von 20-40% bereits aridere Verhältnisse widerspiegelt. Im Sinne von FREITAG (1971) zeigt sie Anklänge an die *Lygeo-Stipetalia* (*Thero-Brachypodietea*, s. BRAUN-BLANQUET und DE BOLOS, 1957), die als Ersatzordnung für das *Periploco-Gymnosporietum* der *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* zu verstehen ist (RIVAS-GODAY und RIVAS-MARTINEZ, 1967, 10)[1] :

Artemisia barrelieri	V
Lygeum spartum	IV
Coronilla juncea	III
Thymus hyemali	III
Carlina corymbosa	II

Von diesen beiden Einheiten dringen einzig *Thymus hyemalis* und vor allem die endemische *Artemisia barrelieri* mit großer Stetigkeit in die Rebbrachen ein (s. Abb. 59). Letztere duldet leichte Bodenversalzung und bringt damit eine entscheidende Lebensvoraussetzung mit sich. Ferner dringen vereinzelt *Ulex parviflorus*, *Coronilla juncea* und *Carlina corymbosa* in die aufgegebenen Weinterrassen ein.

Erfolgt die Einwanderung der wenigen salzmeidenden Pflanzen also vor allem aus den oberhalb gelegenen Höhengürteln in die Rebgärten, so dringen die für die Brachestadien von Instinción bezeichnenden Halophyten von unten her am Rio Andarax entlang aus der Küstenregion von Almeria ein. Die Auengebüsche auf den grundwassernahen Schotterfeldern des Flußbettes selbst spielen für die Brachlandsukzession keine Rolle (vor allem *Tamarix* cf. *africana*, *Nerium oleander* und auch *Retama retam*, die nach FREITAG, 1971, auf Ackerbrachen verbreitet sein kann, s. dort S. 193). Zur Vorherrschaft auf den Rebbrachen gelangen vielmehr Nano-

[1] Herrn Prof. Dr. H. Freitag, Abt. Morphologie und Systematik der Pflanzen an der Gesamthochschule Kassel, danke ich für die Bestimmung einiger Arten.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

phanerophyten und Chamaephyten, die den Fluß auf den Niederterrassen begleiten:

Salsola oppositifolia	V
Atriplex halimus	III
Salsola papillosa	III
Salsola genistoides	III

Zusammenfassend ergibt sich also für die Vegetationsentwicklung auf den Rebrachen im Südosten von Andalusien eine recht spezielle Situation, die in floristischer Hinsicht durch Endemiten und mauretanisch-iberische bzw. südmediterran-iberische Sippen gekennzeichnet wird (vgl. Arealkarten bei JÄGER, 1971). Von den Lebensformen bestimmen Chamaephyten und Nanophanerophyten schon im zweiten Brachejahrzehnt das Formationsbild, wobei es zur Ausbildung offener halophytischer Strauchsteppen kommt (Deckungsgrad im Endstadium nur 20-30%). Baumarten, von denen in der Umgebung einzig die überaus trockenresistente *Pinus halepensis* selbst die Badlands zu besiedeln vermag, können auf den salzhaltigen Böden nicht Fuß fassen. Die Aufgabe des Weinbaus hat hier also eindeutig nachteilige Auswirkungen auf die folgenden Wirkungsgefüge. Ausgehend von der oberflächlichen Versalzung bildet sich eine Xerogarrigue aus kniehohen Sträuchern mit meterweiten Lücken, die der flächenhaften Abspülung mit Zerrachelung und Grabenreißen kaum Einhalt gebietet. So gesehen kann man in diesem Fall ausnahmsweise von einer regressiven Vegetationsentwicklung nach Brachfallen sprechen, die der progressiven in allen übrigen Beispielen gegenübersteht.

Während um Instinción immerhin rund ein Zehntel der Rebflächen brachgefallen ist, können aus einem anderen wichtigen Weinbaugebiet Andalusiens keine genaueren Entwicklungstendenzen der Vegetation aufgegebener Nutzflächen aufgezeigt werden. Es handelt sich um das Gebiet zwischen Albuñol und Cadiar an den Hängen der Sierra Contraviesa, wo der Wein in niedrigen Stöcken zwischen Feigen- und Mandelbäumen steht. Rebbrachen sind hier kaum anzutreffen. Allerdings deuten einige naturnahe Standorte auf eine unproblematische Entwicklung hin, die auf eine Pseudoklimax mit niedrigem Hartlaubwald hinausläuft (vgl. ERN, 1966, S. 87 f.), in dem sich Arten des *Quercetum rotundifoliae* und des *Asparago-Rhamnetum oleoidis* treffen. Mit diesem Hinweis sei noch einmal unterstrichen, daß es sich bei der Brachland-Sukzession im Andarax-Tal um einen eng begrenzten, allerdings höchst interessanten Sonderfall handelt.

B 4.2.5. MARMARAS (CHALKIDIKE)

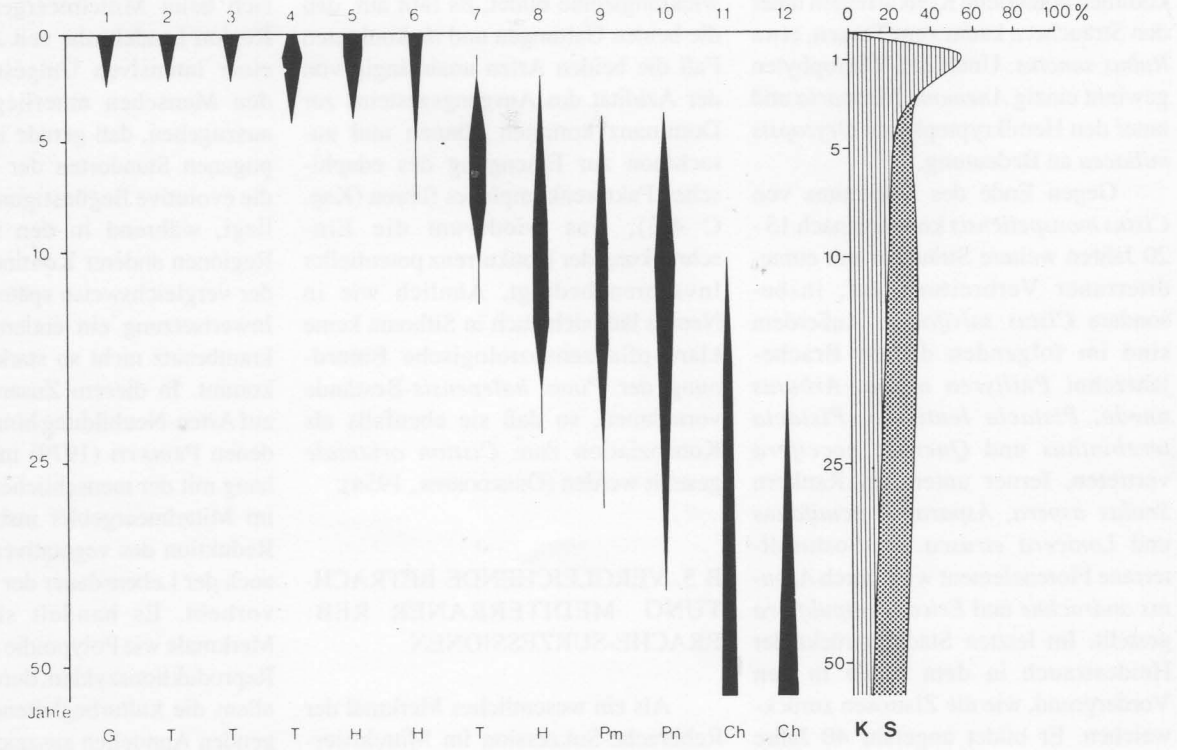
Wenn der Rebbrachen-Entwicklung auf Sithonia ein eigenes Kapitel eingeräumt wird, so erfolgt dies keineswegs, um einem eventuellen Bedeutungswandel eines ehemalig intensiv gepflegten Weinbaus gerecht zu werden. Tatsächlich diente die Weinerzeugung auf der mittleren Chalkidike-Halbinsel von jeher einzig der Selbstversorgung, so daß die Rebflächen allenfalls kleine Flurstücke über Küstensanden granodioritischen Ausgangsmaterials in unmittelbarer Meeresnähe einnehmen. Einzig zwischen Neos Marmaras und Koufos befindet sich in der Nähe des neu entstandenen Hotelkomplexes von Porto Carras ein riesiger Weinbaubetrieb. Hier erfolgt die Reberziehung isohypsenparallel in Längszeilen über flachen Böschungen, die die 5 - 15° gegen Süden geneigten Hänge in einhalb bis anderthalb Meter hohen Stufen untergliedern. Da hier auch Brachflächen unterschiedlichen Alters vorliegen, ist eine lückenlose Rekonstruktion der Vegetationsdynamik möglich, so daß dieses Fallbeispiel herangezogen wird, um eine Rebbrachen-Sukzession im thermomediterranen kontinentalgetönten Bereich der Ägäis vorzustellen, sozusagen als östlichstem Vorposten in den vorliegenden Untersuchungen.

Das Klimadiagramm belegt, daß trotz der Meeresnähe die Jahresschwankungen der Temperatur für mediterrane Verhältnisse ausgesprochen groß sind (Spannweite der mittleren Tagesmittel = 21,5°C; mittleres Monatsminimum im Januar = 1,4°C; mittleres Tagesmaximum im August = 32,7°C; Extremwerte = -14,0°C bzw. 43,2°C; Quelle: DWD, 1981) und die Niederschläge, nicht ausreichen, um auch nur vorübergehend eine Wassersättigung des Bodens zu schaffen (vgl. Abb. 60). Allerdings ist davon auszugehen, daß die in Ermangelung anderer Grundlagen verwendeten Klimadaten von der fast achzig Kilometer entfernten Station Thessaloniki-Sedès die Verhältnisse in Sithonia nicht genau widerspiegeln. Die dichte Vegetation auf der Halbinsel spricht gegen ein derart starkes Absinken der Bodenfeuchtigkeit, wie es in der Wasserhaushaltsbilanz aufgezeigt ist. Immerhin muß in Betracht gezogen werden, daß die lehmigen Böden im Bereich der jurassischen Phyllite des Untersuchungsgebietes eine gute Wasserhaltekapazität gewährleisten.

Sommertrockenheit und Bodenfröste zeichnen sich im Diagramm der zeitlichen Veränderung in der Pflanzenüberdeckung durch eine schleppende Verunkrautung im Initialstadium der Rebbrache-Entwicklung ab (Abb. 60). So setzt die Keimung der meisten *Chenopodietea*-Arten erst gegen Ende des Winterhalbjahres ein, weshalb im Gegensatz zu anderen eumediterranen Gebieten noch im April das Bestimmungsmaterial durchweg vertrocknet aus dem Vorjahr oder in frisch austreibendem Zustand vorliegt. Stetigkeiten und Überdeckungsgrade sind bei den Ephemeren ähnlich, d.h. keine Art neigt zu eindeutiger Dominanz. Bezüge zum *Heliotropeto-Chrozophoretum*, das nach OBERDORFER (1954, S. 385) die Rebgärten der eumediterranen Teile Nordgriechenlands beherrscht, sind mit der folgenden Auflistung für das Kulturstadium in Sithonia nicht gegeben: *Digitaria sanguinalis*, *Bromus madritensis*, *Crucinella latifolia*, *Misopates orontium*, *Stellaria media* s.l., *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Lamium amplexicaule*, *Convolvulus althaeoides*, *Sonchus oleraceus*, *Cardamine hirsuta*, *Euphorbia exigua*, *Geranium molle*, *Xanthium* spec., *Psoralea bituminosa*, *Dittrichia viscosa*, *Cynodon dactylon*, *Leopoldia comosa* und *Muscari neglectum*.

Außer den zwei letztgenannten Liliaceen, die in den ersten beiden Brachestadien vertreten bleiben, überdauern einzig *Psoralea* sowie *Dittrichia* und kommen zusammen mit *Daucus carota* zwei bis drei Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe zur Dominanz. Allerdings bilden sie nicht so dichte Bestände wie in regenreichen Mittelmeergebieten, etwa wie in Corniglia. Hinzu kommen *Hypericum perforatum*, *Hainardia cylindrica*, *Campanula lingulata*, *Cirsium acarna*, *Conyza bonariensis*, *Oryzopsis coerulescens* sowie die Chamaephyten *Teucrium divaricatum* und *Micromeria juliana*. Ebenso tritt *Cistus monspeliensis* bereits wenige Jahre nach dem letzten Umgraben auf. Die Zistrose entwickelt sich in der zweiten Brachephase derart stark, daß sie nach 15 Jahren rund drei Viertel der ehemaligen Rebflächen

Courtesy of Editors



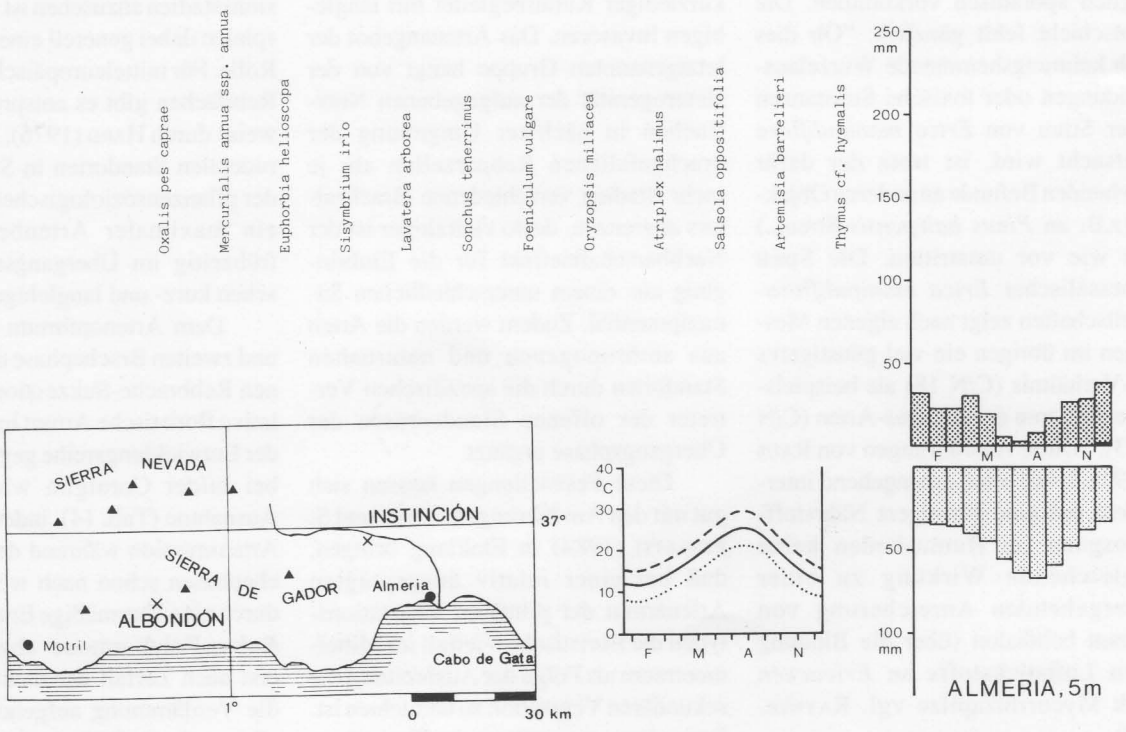


Abb. 59 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Instinción. Klimastation: Almeria. BA = sandiger Lehm; BT = 2 m; WK = 45 mm.

Courtesy of Editors

überdeckt. Der Lebensraum der zuvor genannten Hemikryptophyten wird hierdurch stark eingeengt, ebenso kommen potentielle Konkurrenten unter den Sträuchern kaum zum Tragen, etwa *Rubus sanctus*. Unter den Therophyten gewinnt einzig *Anemone coronaria* und unter den Hemikryptophyten *Oryzopsis miliacea* an Bedeutung.

Gegen Ende des Optimums von *Cistus monspeliensis* kommen nach 15 - 20 Jahren weitere Sträucher mit eumediterraner Verbreitung auf, insbesondere *Cistus salvifolius*. Außerdem sind im folgenden dritten Brachejahrzehnt *Phillyrea media*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus* und *Quercus coccifera* vertreten, ferner unter den Rankern *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius* und *Lonicera etrusca*. Das ostmediterrane Florenelement wird durch *Arbutus andrachne* und *Erica manipuliflora* gestellt. Im letzten Stadium rückt der Heidestrauch in dem Maße in den Vordergrund, wie die Zistrosen zurückweichen. Er bildet ungefähr 40 Jahre nach Auflassen der Rebflächen eine dichte Strauchschicht unter einem offenen *Pinus halepensis*-Wald aus. Die Bestände dieser Pseudoklimax sind ausgesprochen artenarm; neben den beiden Charakterarten spielen nur noch Zistrosen und *Pistacia lentiscus* eine Rolle, während die beiden Erdbeerbaum-Arten und *Phillyrea media* lediglich sporadisch vorkommen. Die Krautschicht fehlt gänzlich. "Ob dies durch keimungshemmende Wurzelausscheidungen oder toxische Substanzen in der Streu von *Erica manipuliflora* verursacht wird, ist trotz der dafür sprechenden Befunde an anderen Objekten (z.B. an *Pinus halepensis*-Streu...) nach wie vor umstritten. Die Streu ostthessalischer *Erica manipuliflora*-Gesellschaften zeigt nach eigenen Messungen im übrigen ein viel günstigeres C/N-Verhältnis (C/N 18) als beispielsweise die Streu der *Arbutus*-Arten (C/N 24-33)." Diese Ausführungen von RAUS (1979 b, S. 46) seien dahingehend interpretiert, daß eine günstigere Nährstoffversorgung im Humusboden keine ausgleichende Wirkung zu einer einhergehenden Anreicherung von Toxinen beinhaltet (über die Bindung freien Luftstickstoffs an *Ericaceen* durch Mycorrhizapilze vgl. RAYNER, 1922).

Bleibt festzuhalten, daß in Analogie zu anderen mediterranen *Erica-Pinus*-Wäldern auch in Sithonia das entsprechende Endstadium der Rebbrachen-Sukzession die artenärmste Gesellschaft in der gesamten Entwicklungsreihe bildet. Es fällt auf, daß die beiden Gattungen und im konkreten Fall die beiden Arten unabhängig von der Azidität des Ausgangsgesteins zur Dominanz kommen können und autochthon zur Einengung des edaphischen Faktorenkomplexes führen (Kap. C 4.3), was wiederum die Einschränkung der Konkurrenz potentieller Invasoren bedingt. Ähnlich wie in Nemea läßt sich auch in Sithonia keine klare pflanzensoziologische Einordnung der *Pinus halepensis*-Bestände vornehmen, so daß sie ebenfalls als Konsoziation zum *Cistion orientale* gestellt werden (OBERDORFER, 1954).

B 5. VERGLEICHENDE BETRACHTUNG MEDITERRANER REBBRACHE-SUKZESSIONEN

Als ein wesentliches Merkmal der Rebbrache-Sukzession im Mittelmeergebiet ist hervorzuheben, daß sich die ersten beiden Brachestadien durch einen überdurchschnittlichen Artenreichtum auszeichnen. Von diesem Kennzeichen weichen bei den untersuchten Fallbeispielen einzig Instinción stark und Corniglia leicht ab. Eine Begründung für die floristische Vielfalt im ersten Brachejahrzehnt liegt im Zusammentreffen kurzlebiger Kulturbegleiter mit langlebigen Invasoren. Das Artenangebot der letztgenannten Gruppe hängt von der Heterogenität der aufgegebenen Nutzflächen in nächster Umgebung der brachgefallenen Rebparzellen ab: je mehr Stadien verschiedenen Brachealters angrenzen, desto vielfältiger ist der Nachbarschaftseffekt für die Einbringung aus einem unterschiedlichen Samenpotential. Zudem werden die Arten aus anthropogenen und naturnahen Standorten durch die spezifischen Vertreter der offenen Staudenrasen der Übergangsphase ergänzt.

Diese Feststellungen lasssen sich gut mit den Ausführungen von E. und S. PIGNATTI (1984) in Einklang bringen, daß bei einer relativ ausgeprägten Artenarmut der primären Vegetationstypen die floristische Vielfalt im Mittelmeerraum als Folge der Ausbreitung der sekundären Vegetation zu betrachten ist. Besonders zu erwähnen ist die bessere Anpassungsfähigkeit der zumeist euryöken Arten, aus der "...sich zum Großteil die synanthropen Vegetationsklassen *Thero-Brachypodietea* und *Tuberarietea guttatae...*" zusammensetzen (E. und S. PIGNATTI, S. 355). Da es sich beim Mittelmeergebiet um eine Region handelt, die seit Jahrtausenden einer intensiven Umgestaltung durch den Menschen unterliegt, ist davon auszugehen, daß gerade in den anthropogenen Standorten der Ursprung für die evolutive Begünstigung dieser Zone liegt, während in den mediterranen Regionen anderer Kontinente aufgrund der vergleichsweise späten agrarischen Inwertsetzung ein endemischer Wildkrautbesatz nicht so stark zum Tragen kommt. In diesem Zusammenhang ist auf Arten-Neubildung hinzuweisen, von denen PIGNATTI (1979) im Zusammenhang mit der menschlichen Einwirkung im Mittelmeergebiet insbesondere die Reduktion des vegetativen Anteils wie auch der Lebensdauer der Pflanzen hervorhebt. Es handelt sich also um Merkmale wie Polypoidie und verkürzte Reproduktionszyklen, durch die sich vor allem die kulturbegleitenden und -folgenden Annuellen auszeichnen.

Therophyten bilden also die Grundlage für den besonderen Artenreichtum einer Region, die von den natürlichen Umweltbedingungen her nicht als besonders günstig für das Pflanzenwachstum zu bezeichnen ist (E. und S. PIGNATTI, 1984). Darüberhinaus ist darauf hinzuweisen, daß Artenvielfalt als allgemeines Merkmal früher Sukzessionsstadien anzusehen ist. Therophyten spielen dabei generell eine maßgebliche Rolle. Für mitteleuropäische Acker- und Rebflächen gibt es entsprechende Hinweise durch HARD (1976); aber auch auf ruderalen Standorten in Städten tritt in der pflanzensoziologischen Progression ein maximaler Artenbesatz bereits frühzeitig im Übergangsstadium zwischen kurz- und langlebigen Fazies ein.

Dem Artenoptimum in der ersten und zweiten Brachephase der mediterranen Rebbrache-Sukzession steht die relative floristische Armut im Endstadium der Entwicklungsreihe gegenüber. Hierbei bildet Corniglia wiederum eine Ausnahme (Tab. 14), indem die übliche Arteninvasion während der ersten Brachephasen schon nach wenigen Jahren durch eine übermäßige Entwicklung der *Rubus*-Polykormone abgeblockt und erst nach Zerfall der dichten Kolonien die Verdämmung aufgehoben wird. In allen anderen Fallbeispielen der supra- und mesomediterranen Bereiche sorgt hingegen erst die zunehmende Überschattung durch Phanerophyten wäh-

Courtesy of Editors

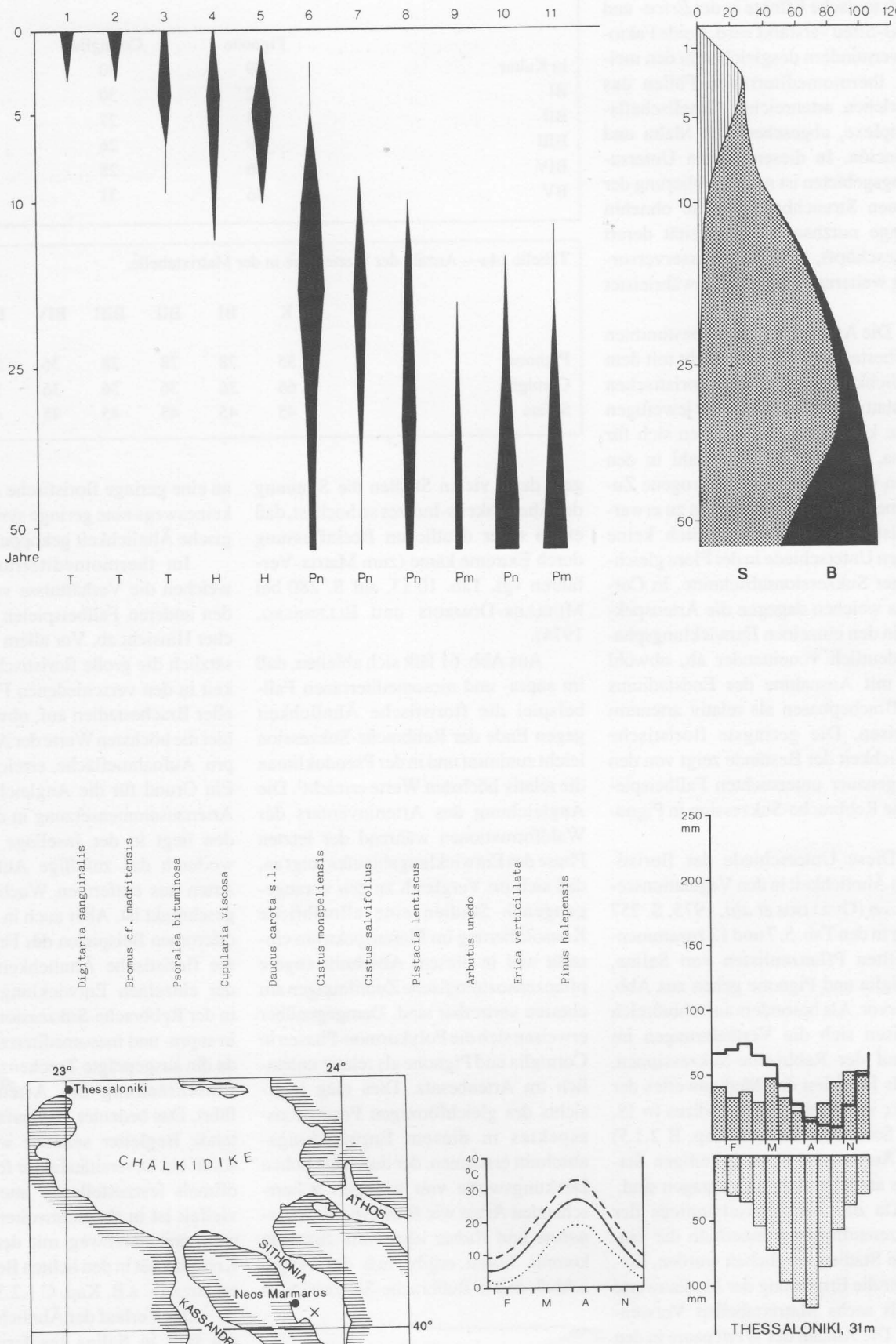


Abb. 60 — Floristische Veränderung und Formationswandel auf Rebbrachen in Marmaras. Klimastation: Thessaloniki. BA = sandiger Lehm; BT = 1m; WK = 230 mm.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

rend der letzten beiden Sukzessionsstadien im Unterwuchs für eine Verdrängung heliophiler Begleiter, die oftmals durch toxische Effekte in der *Erica*- und *Pinus*-Streu verstärkt wird. Beide Faktoren vermindern desgleichen in den meisten thermomediterranen Fällen das Überleben artenreicher Gesellschafts-Komplexe, abgesehen von Malta und Instinción. In diesen beiden Untersuchungsgebieten ist nach Etablierung der offenen Strauchbestände die ohnehin geringe nutzbare Feldkapazität derart ausgeschöpft, daß die Wasserversorgung weiterer Arten nicht gewährleistet ist.

Die Artenvielfalt eines bestimmten Brachestadiums läßt sich nicht mit dem Ähnlichkeitsgrad in der floristischen Ausstattung der Bestände der jeweiligen Phase korrelieren. So ergeben sich für Salina, wo von der Artenzahl in den ersten vier Stadien eine heterogene Zusammensetzung der Bestände zu erwarten ist (Tab. 14), tatsächlich keine großen Unterschiede in der Flora gleichaltriger Sukzessionsabschnitte. In Corniglia weichen dagegen die Artenspektren in den einzelnen Entwicklungsphasen deutlich voneinander ab, obwohl sich mit Ausnahme des Endstadiums alle Brachephasen als relativ artenarm erweisen. Die geringste floristische Ähnlichkeit der Bestände zeigt von den drei genauer untersuchten Fallbeispielen die Rebbrache-Sukzession in Pignone.

Diese Unterschiede der floristischen Ähnlichkeit in den Vegetationssequenzen (GUILLERM *et alii*, 1975, S. 257 f.) der in den Tab. 5, 7 und 12 zusammengestellten Pflanzenlisten von Salina, Corniglia und Pignone gehen aus Abb. 61 hervor. Als besonders aufschlußreich erweisen sich die Veränderungen im Verlauf der Rebbrache-Sukzessionen, die als Funktion des Medianwertes der Matrix von Ähnlichkeits-Indizes (= IS, nach SØRENSEN, 1948, s. Kap. B 2.1.5) aller Aufnahmen eines jeweiligen Stadiums an der x-Achse abgetragen sind.

Da die Ähnlichkeitsindices der Pflanzenaufnahmen innerhalb der einzelnen Stadien verglichen wurden, fanden für die Ermittlung der Medianwerte jeweils sechs Matrixtabellen Verwendung. Die Anzahl der Wertepaare in den verschiedenen Bracheabschnitten, auf die sich die Punkte in Abb. 61 beziehen, wird in der Aufstellung Tab. 14a gegeben.

Der Medianwert wird im vorliegenden Fall dem Mittelwert vorgezogen, da in vielen Stadien die Streuung der Ähnlichkeits-Indizes so hoch ist, daß es zu einer deutlichen Beeinflussung durch Extreme käme (zum Matrix-Verfahren vgl. Tab. 10.13. auf S. 280 bei MUELLER-DOMBOIS und ELLENBERG, 1974).

Tabelle 14 — Durchschnittliche Artenzahlen der Aufnahmeflächen in den verschiedenen Entwicklungsabschnitten der Rebbrache-Sukzession in Pignone, Corniglia und Salina.

	Pignone	Corniglia	Salina
in Kultur	39	30	38
BI	42	30	44
BII	44	27	47
BIII	39	26	36
BIV	36	28	32
BV	36	31	28

Tabelle 14a— Anzahl der Wertepaare in der Matrixtabelle.

	K	BI	BII	BIII	BIV	BV
Pignone	55	28	28	28	36	36
Corniglia	66	36	36	36	36	36
Salina	45	45	45	45	45	45

Aus Abb. 61 läßt sich ableiten, daß im supra- und mesomediterranen Fallbeispiel die floristische Ähnlichkeit gegen Ende der Rebbrache-Sukzession leicht zunimmt und in der Pseudoklimax die relativ höchsten Werte erreicht[1]. Die Angleichung des Arteninventars der Waldformationen während der letzten Phase des Entwicklungablaufes zeigt an, daß sich im Vergleich zu den vorangegangenen Stadien eine allmähliche Konsolidierung im Florenspektrum einstellt und in diesem Abschnitt engere pflanzensoziologische Zuordnungen am ehesten vertretbar sind. Demgegenüber erweisen sich die Polykormon-Phasen in Corniglia und Pignone als relativ unähnlich im Artenbesatz. Dies mag angesichts des gleichförmigen Formationsaspektes in diesem Entwicklungsabschnitt erstaunen, der durch die hohen Deckungswerte von wenigen beherrschenden Arten wie *Brachypodium pinnatum* und *Rubus ulmifolius* zustande kommt. Somit ergibt sich der Folgeschluß, daß in Rebbrache-Sukzessionen an eine geringe floristische Ähnlichkeit keineswegs eine geringe symmorphologische Ähnlichkeit gekoppelt sein muß.

Im thermomediterranen Salina weichen die Verhältnisse von den beiden anderen Fallbeispielen in mehrfacher Hinsicht ab. Vor allem fällt grundsätzlich die große floristische Ähnlichkeit in den verschiedenen Formationen aller Brachestadien auf, obwohl gerade hier die höchsten Werte der Artenvielfalt pro Aufnahmefläche erreicht werden. Ein Grund für die Angleichung in der Artenzusammensetzung in den Beständen liegt in der Insellage begründet, wodurch das zufällige Auftreten von Arten aus entfernten Wuchsorten eingeschränkt ist. Aber auch in thermomediterranen Beispielen des Festlandes ist die floristische Ähnlichkeit innerhalb der einzelnen Entwicklungsabschnitte in der Rebbrache-Sukzession größer als in supra- und mesomediterranen Fällen, da die ausgeprägte Trockenzeit zu einer Einschränkung des Artenpotentials führt. Das bedeutet, daß zufällig auftretende Begleiter seltener werden und somit ein Diversitätsfaktor fortfällt. Die oftmals festzustellende interne Artenvielfalt ist in thermomediterranen Formationen durchweg mit der Nischen-Komplexität in den lichten Beständen zu erklären (s. z.B. Kap. C 1.2.3).

Der Verlauf der Ähnlichkeits-Indizes fällt in Salina insofern aus dem Rahmen, als sich die Formationen in der Phase der höchsten Artenvielfalt (s. Tab. 14) in floristischer Hinsicht als besonders ähnlich erweisen (Abb. 61), d.h. das Staudenrasen-Stadium. Dies liegt in der Ausbreitungsstrategie der Therophyten

[1] Da die Brachezeit auf der y-Achse logarithmisch aufgetragen ist, täuschen die Kurven eine deutliche Krümmung vor. Es ist zu beachten, das die Variation des medianen IS in keiner der drei Bracheukzessionen deutlich über 20 % liegt.

Courtesy of Editors

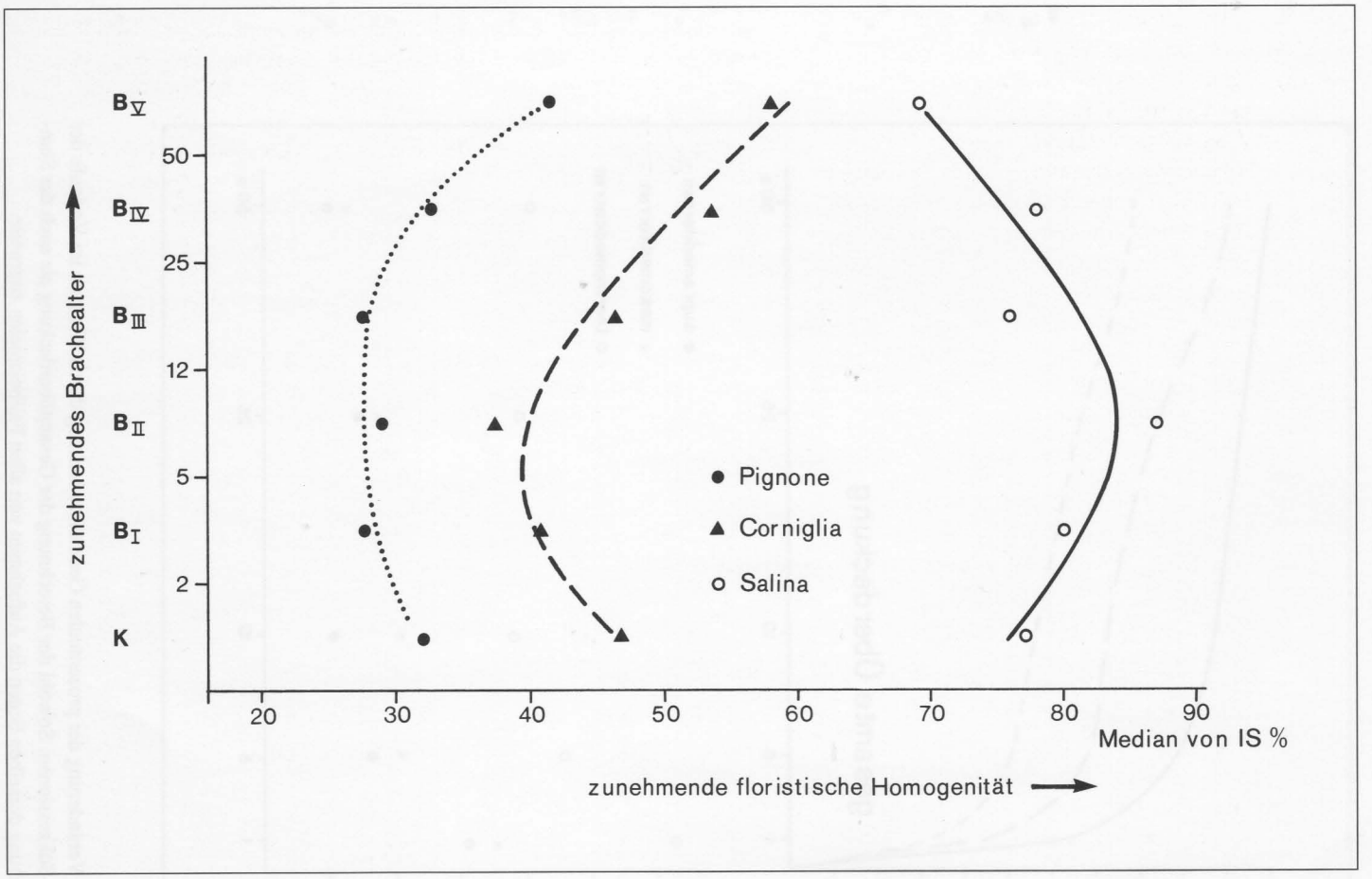


Abb. 61 — Floristische Ähnlichkeit (IS = similarity index n. SØRENSEN, s. Text) der Pflanzennaufnahmen innerhalb der einzelnen Brachestadien in Pignone, Corniglia und Salina. Anzahl der Wertepaare für Bestimmung der Mediane s. Kap. B 5.

als dominierende Lebensform begründet, die sich durch massenhafte Ausstreuung leicht verfrachtbarer Samen auszeichnen und in dieser Phase noch nicht durch Raummangel eingeschränkt werden. Im Verhältnis zu den meisten übrigen Brachephasen erweisen sich gerade jene Bestände in floristischer Hinsicht als relativ unähnlich, die sich vom Formationsaspekt her als besonders einförmig präsentieren, also die *Spartium*-Bestände im zweiten Brachejahrzehnt. So wie im folgenden Entwicklungsabschnitt und in der Pseudoklimax, die ebenfalls von Macchien geprägt werden, liegt eine Erklärung für die geringere Ähnlichkeit im Arteninventar in der unterschiedlichen Dichte der Strauchschicht.

Aus Abb. 62 ergeben sich Regeln, die im Ablauf der Veränderungen für alle supra-, meso- und thermomediterranen Beispiele der Rebbrache-Sukzession prinzipiell zutreffen: eine maximale Überdeckung der Krautschicht drei bis vier Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe, eine vorübergehende maximale Verbuschung im zweiten bis dritten und ein deutlicher Baumartenzuwachs im vierten Brachejahrzehnt. Insbesondere für die Kraut- und die Baumschicht ist zu vermerken, daß der jeweilige Überdeckungsgrad mit der Verlängerung der Trocken- und Hitzeperiode abnimmt. Stärker als in den anderen Zonen werden die Gebüsche im supramediterranen Bereich durch die dichte Kronenüberschirmung der Bäume zurückgedrängt.

Bei der Gesamt-Überdeckung zeigt sich für die letzte Brachephase und die Pseudoklimax in supramediterranen Regionen eine schwach ausgeprägte Mehrfachüberdeckung, durch die fünfzig Jahre nach Brachfallen ein mittlerer Dominanzwert von 110% zustandekommt (Abb. 63, oben). Dagegen bleiben die thermomediterranen Schlußformationen im Endstadium relativ licht. In chronologischer Hinsicht dürfte die langfristige Veränderung der vorhandenen Phytomasse im Kurvenverlauf demjenigen der Gesamt-Überdekkung ähneln.

Als aufschlußreich erweisen sich die Ergebnisse zur Berechnung der Standardabweichung des Überdeckungsgrades. In Abb. 63 (unten) belegen die erhöhten Werte im Kulturstadium und in der ersten Brachephase, daß zu Anfang beträchtliche Unterschiede in der Geschwindigkeit der spontanen Pflanzenbesiedlung bestehen. Außerdem lassen sich aus den hohen Standardabweichungen der Überdeckung in der thermomediterranen Region deutliche Vitalitätsunterschiede in den Vegetationssequenzen ableiten. Die Begründung liegt im Ausmaß des Wasserversorgungs-Defizits, da bei den Fallbeispielen aus dieser Zone die Spannweite mit sechs bis zwölf pflanzenökologisch ariden Monaten besonders groß ist.

Die Ausführungen über den gesetzmäßigen Ablauf der Arten- und Bestandsvielfalt sowie der Veränderungen in der Bewuchsdichte erlauben eine Beurteilung der Vegetationsentwicklung in mediterranen Rebbrachen, die unter Berücksichtigung der Ergebnisse zum Formationswandel in Tab. 15 zusammengefaßt sind.

Mit Ausnahme der Angaben zur Evenness stimmen die Ergebnisse, die sich auf die Fallbeispiele Pignone, Corniglia und Salina beziehen, weitgehend

Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

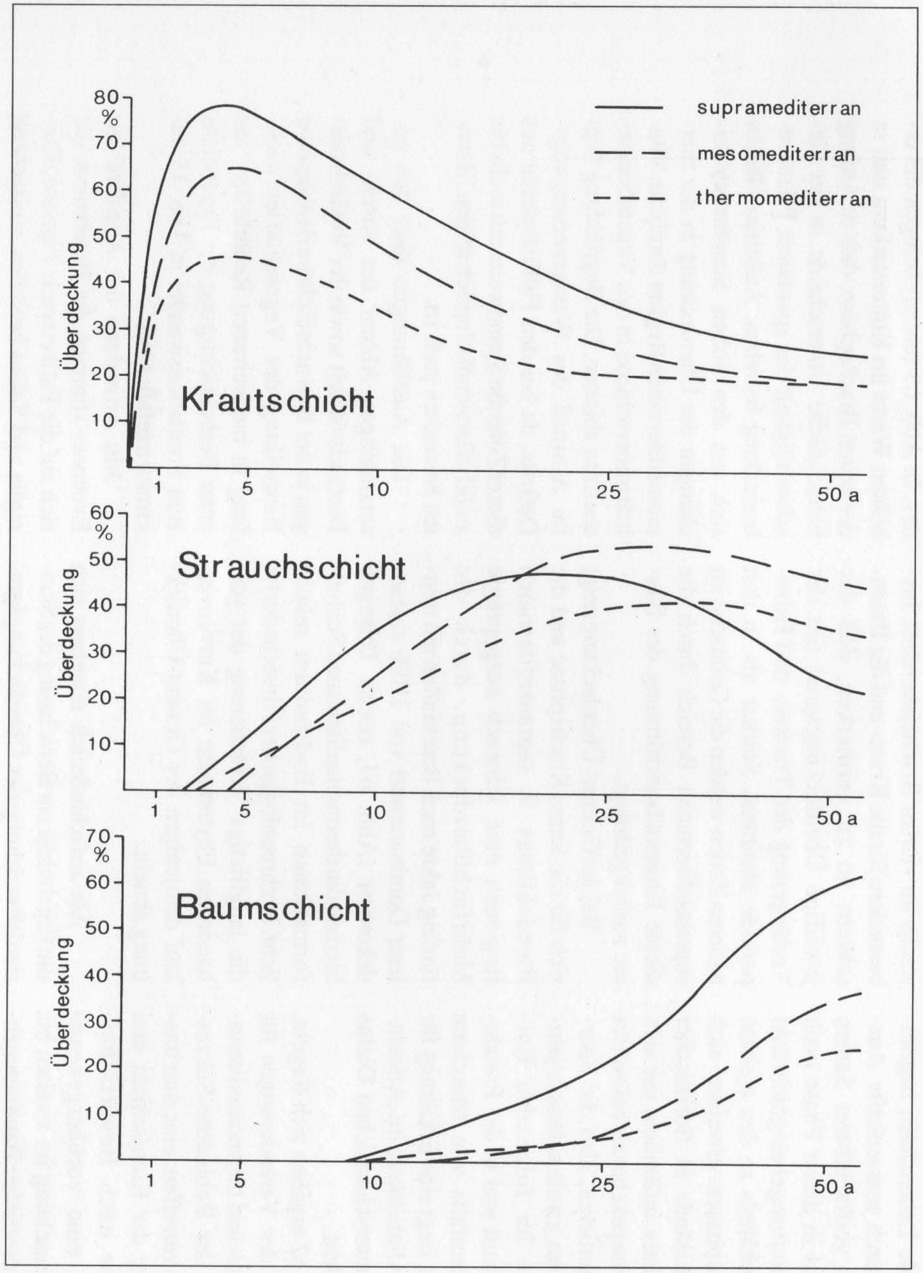


Abb. 62— Veränderung der prozentualen Überdeckung der Kraut-, Strauch-und Baumschicht im Verlaufe der Rebbrache-Sukzessionen. Der Berechnung der Mittelwerte in den supra-, meso- und thermomediterranen Bereichen liegen die Aufnahmen aller Fallbeispiele zugrunde.

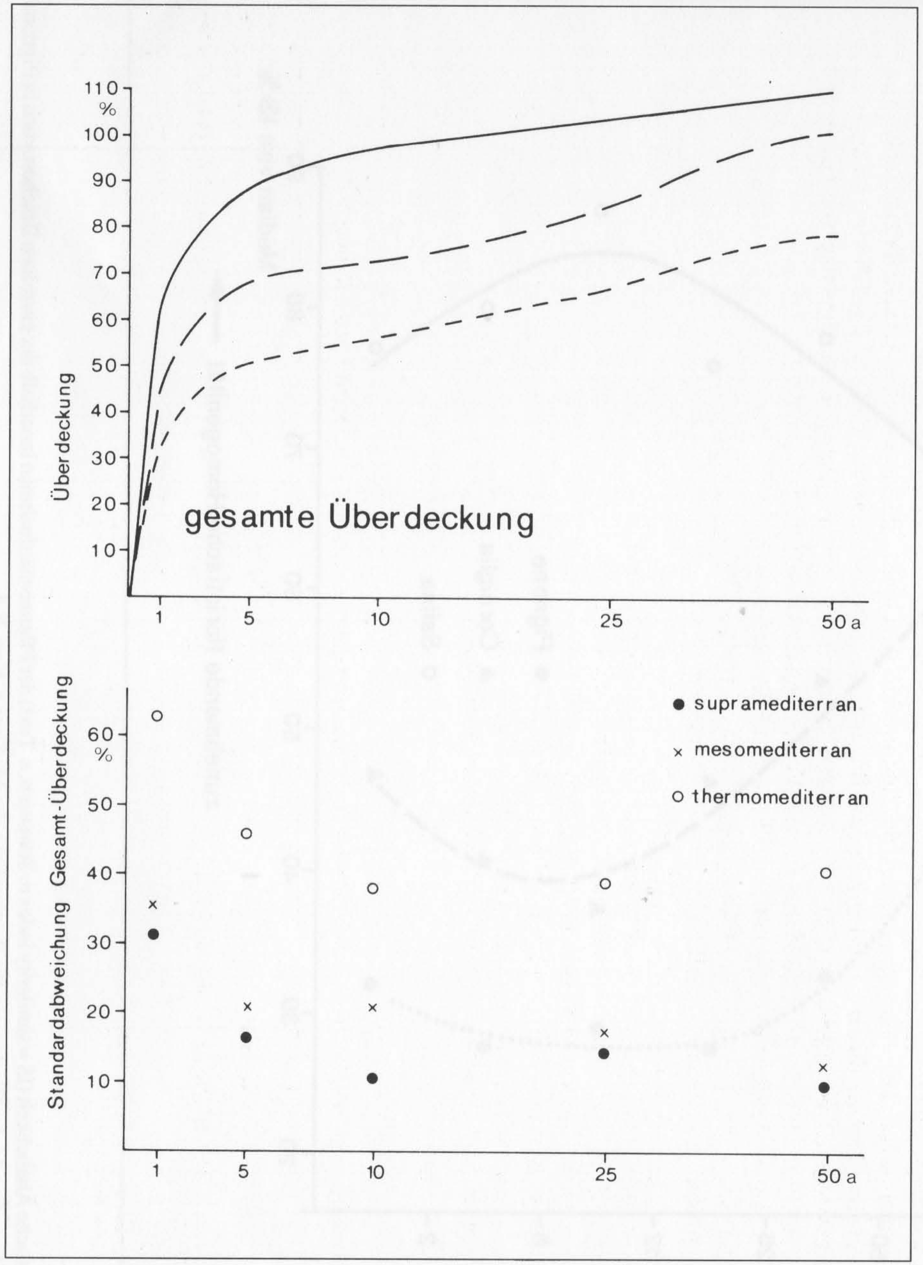


Abb. 63 — Veränderung der prozentualen Geamtüberdeckung durch Pflanzen im Verlaufe der Rebbrache-Sukzessionen. Sowohl der Berechnung der Gesamtüberdeckung als auch der Standardabweichung derselben liegen die Aufnahmen von allen Fallbeispielen zugrunde.

mit den weniger intensiv untersuchten Gebieten im Mittelmeergebiet überein. Für die Berechnung der Evenness sind vollständige Artenlisten erforderlich, die in diesen Orten nicht erhoben werden konnten. Eine Übertragbarkeit dieser Größe ist nicht ohne weiteres gewährleistet, da schon für die vorgestellten Fallbeispiele keine eindeutige Tendenz erkennbar wird, die eine klare Aussage zum ökologischen Wert des jeweiligen Gleichverteilungsgrades zuläßt. Einzig in Salina ist ein Wandel von hoher zu mäßiger Evenness nachweisbar. Gerade in diesem Fall ist es aber fraglich, ob die von FISCHER (1982, S. 221) angeführte Regel in Anbetracht der relativ extremen Klimabedingungen auch auf thermomediterrane Standorte übertragbar ist: "...je gleichmäßiger die Mengenverteilung (der Pflanzenarten) ist, desto größer sollte deshalb die Zahl ökologischer Nischen und die Zahl angehängter Organismenreihen im Rahmen der gegebenen Standortsbedingungen sein, desto größer wegen der Vernetzung der Organismen auch die Stabilität des betrachteten Ökosystems". Denn nach HAEUPLER (1982, S. 154) bedeutet hohe Evenness eine Zufallsverteilung "...oder, physikalisch gesehen, hohe Entropie bzw. hohe Unordnung...", wobei externe, vor allem mechanische Störungen den E-Wert von bisher stabilen Pflanzenbeständen ansteigen lassen. Hierzu zählen auf Salina zum Beispiel Feuereinwirkungen, die zwar zur Erhöhung der Artenvielfalt und der Evenness beitragen, jedoch keineswegs zur Stabilität. Weiterhin erweisen sich in thermomediterranen Initialstadien trotz hoher Artenvielfalt und hoher Evenness (Tab. 15) Therophytengemeinschaften als kurzlebig und besonders störanfällig.

Tabelle 15— Beurteilung der Vegetationsdynamik auf Grundlage einer fünfteiligen Gruppenbildung in den Stadien K bis B V

	Bestandsdichte	Baum-überdeckung	Arten-vierfalt	floristische Bestands-ähnlichkeit	Evenness	Rasenherden	Verbreitung von Gebüsch-polykormonen
supramediterranen							
K	I	--	+	--	+	++	++
BI	++	--	++	--	--	+	++
BII	++	--	++	--	+	+	++
BIII	++	--	+	--	I	I	I
BIV	++	+	+	--	+	I	+
BV	++	++	I	-	+	+	++
mesomediterranen							
K	-	--	-	-	I	++	++
BI	+	--	-	-	--	++	+
BII	+	--	--	-	++	+	I
BIII	++	--	--	-	-	+	--
BIV	++	-	--	I	+	+	-
BV	++	I	-	I	-	++	++
thermomediterranen							
K	-	--	+	+	++	++	++
BI	I	--	++	++	++	++	++
BII	I	--	++	++	++	++	++
BIII	+	--	+	+	I	+	+
BIV	+	--	-	++	I	I	+
BV	+	-	-	+	+	+	++
[1] aus allen Fallbeispielen ermittelt	[1] 0-20 % --	[1] <20 % --	[2] <28 sp --	[2] <80 % --	[2] <0,55 --	[2] <46 % --	
	20-40 % -	21-30 % -	29-32 -	65-79 % -	0,5-0,55 -	31-45 % -	
	40-60 % I	31-40 % I	33-36 I	50-64 % I	0,45-0,5 I	16-30 % I	
	60-80 % +	41-50 % +	37-40 +	35-49 % +	0,4-0,45 +	6-15 % +	
[2] aus Ergebnissen in Pignone, Corniglia und Salina ermittelt	>80 % ++	>51 % ++	>41 sp ++	>34 % ++	>0,4 ++	>5 % ++	

Courtesy of Editors

B 6. SYNTAXONOMISCHE DIFFERENZIERUNG DER MEDITERRANEN REBBRACHE-SUKZESSION

Aus Abb. 61 und Tab. 15 geht hervor, daß die floristische Ähnlichkeit zwischen den Pflanzenbeständen der jeweiligen Brachestadien einzig in der thermomediterranen Zone groß ist; dagegen zeigt sie in der supramediterranen ausgesprochen und in der mesomediterranen ziemlich geringe Werte. Läßt sich diese Feststellung vorerst nur aus den Beispielen Pignone, Corniglia und Salina ableiten, so wird später nachgewiesen, daß diese Verhältnisse auch im großräumigen Vergleich unter Berücksichtigung aller Fallbeispiele zutreffen (vgl. Ausführungen zu Abb. 67, in diesem Kapitel). Hieraus ergibt sich zumindest für die meso- und supramediterrane Region das Problem, daß eine generelle Zuordnung in das ohnehin lückenhafte pflanzensoziologische System mediterraner Gesellschaften nicht möglich ist. Diese Schwierigkeit ist für Vegetationssequenzen in sekundären Sukzessionen schon in anderem Zusammenhang erkannt worden. Insbesondere Pflanzensoziologen aus der Tschechoslowakei kommt das Verdienst zu, eine deduktive Methode zur syntaxonomischen Einordnung instabiler Gesellschaften der Ruderalkomplexe auszuarbeiten, die sich gegenüber dem in solchen Fällen allzu starren Betrachtungsschema der Zürich-Montpellier-Schule als überlegen erweist.

Da es sich bei den Initialstadien in der mediterranen Rebbrache-Sukzession vorwiegend um floristisch verarmte "Basalgesellschaften" handelt, wird im folgenden die Methode von KOPECKY und HEJNY (1978) verwendet. Dabei orientiert sich die Benennung an den höheren Vegetationseinheiten der Braun-Blanquet-Schule (Klasse, Ordnung, Verband), denen zusätzlich die häufigste Trennart der einzelnen Stadien vorangestellt wird. Die Derivatgesellschaften in Brache-Sukzessionen zeigen ebenfalls fließende Artenverbindungen mit neu auftretenden und verschwindenden Begleitern, die z.T. eine breite zönologische Amplitude aufweisen oder nur zufälligen Charakter haben. In solchen Fällen gebietet dieses Klassifizierungsprinzip einer uferlosen Ausweitung neu zu schaffender Assoziationsnamen Einhalt (s. kritische Anmerkungen am Schluß des Kapitels).

Zur Benennung der Entwicklungsabschnitte in der soziologischen Progression sind in einem ersten Schritt die Arten zusammengestellt, die den untersuchten Beispielen aus dem jeweiligen mediterranen Teilbereich am häufigsten gemeinsam sind. Daraus ergeben sich Listen der "floristischen Zusammensetzung ökologischer Gruppen" in bewirtschafteten und post-kulturellen Stadien (GUILLERM, 1972). Im nächsten Schritt wird die zeitliche Verteilung der Frequenzen der charakteristischen Arten aus diesen Gruppen ermittelt, um eine abgesicherte Abgrenzung und möglichst klare Bezeichnung zu ermitteln; die zugehörige Darstellungsmethode in Abb. 64 bis 66 ist ebenfalls einer Arbeit von GUILLERM (1980, dort Fig. 5) entnommen. Ubiquisten, die als euryöke, plastische Sippen (ROTHMALER, 1955, S. 50) gerade in den frühen Brachestadien häufig auftreten, werden in den Abbildungen berücksichtigt, haben aber keinerlei Trenn- bzw. Kennwert und sind somit für eine Namengebung nicht brauchbar (z.B *Daucus carota* und *Dactylis glomerata* s.l.). Schließlich läßt sich im letzten Schritt anhand der 10 Arten, die in allen Fallbeispielen der jeweiligen Zonen am häufigsten gemeinsam auftreten, für jede Brachephase ein Kohärenzindex bestimmen (=IC), der die prozentuale Übereinstimmung des Arteninventars widergibt:

$$IC\% = 10 \frac{\sum_{i=1}^{n} h}{z}$$

wobei

n = die Anzahl der Arten (auf 10 festgelegt),
h = die Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens der 10 Arten in %und
z = die Anzahl der Fallbeispiele ist (Artenlisten mit IC s.u.).

Hiermit läßt sich die soziologische Ähnlichkeit der Brachephasen in den verschiedenen Fallbeispielen ermessen (Abb. 67). - Im folgenden werden die Ergebnisse der drei Arbeitsschritte für die supra-, meso- und thermomediterranen Bereiche getrennt vorgestellt.

Das zugrunde liegende floristische Datenmaterial zur supramediterranen Rebbrache-Sukzession stammt aus 11 Fallbeispielen; neben den ausführlicher behandelten Aufnahmen aus Pignone, Grana-Altavilla, Cartosio, Gordola, Montclus (Cèze-Tal), Orgnac d'Aven, Dekani, Peljesac, Ohrid und Kastoria sind die Listen von GREMAUD (1978) aus Vully im Vaud einbezogen. Der Zahlenwert hinter den Pflanzen, die nach den festgelegten Zeitabschnitten in Gruppen gegliedert sind, gibt an, in wievielen der 11 Fälle die Art vorkommt (vgl. Abb. 64):

K:	*Stellaria media* s.l.	8
	Convolvulus arvensis	8
	Bromus sterilis	7
	Plantago lanceolata	5
	Capsella bursa-pastoris	5
	Sonchus oleraceus	5
	Senecio vulgare	4
	Fumaria officinalis s.l.	4
	Conyza canadensis	4
	Chenopodium album	4
		54
		IC = 49%
B I:	*Sanguisorba minor*	8
	Daucus carota	8
	Clematis vitalba	7
	Dactylis glomerata	6
	Rubus fruticosus agg.	6
	Hypericum perfoliatum	5
	Bromus sterilis	5
	Brachypodium pinnatum	4
	Crepis vesicaria s.l.	3
	Picris hieracioides	3
		55
		IC = 50%
B II:	*Clematis vitalba*	9
	Rubus fruticosus agg.	8
	Dactylis glomerata s.str.	7
	Daucus carota	6
	Rosa canina agg.	5
	Cornus sanguinea	5
	Hypericum perfoiliatum	4
	Prunus spinosa	4
	Brachypodium pinnatum	4
	Pteridium aquilinum	4
		56
		IC = 50,9%
B III:	*Clematis vitalba*	11
	Cornus sanguinea	8
	Dactylis glomerata	8
	Rosa canina agg.	8
	Rubus fruticosus agg.	7
	Brachypodium pinnatum	6
	Crataegus monogyna	5
	Coronilla emerus	5
	Prunus spinosa	4
	Juniperus oxycedrus	4
		66
		IC = 60%
BV:	*Quercus pubescens*	10
	Hedera helix	8
	Fraxinus ornus	6
	Robinia pseudacacia	6
	Melittis melissophyllum	6
	Clematis vitalba	6

Courtesy of Editors

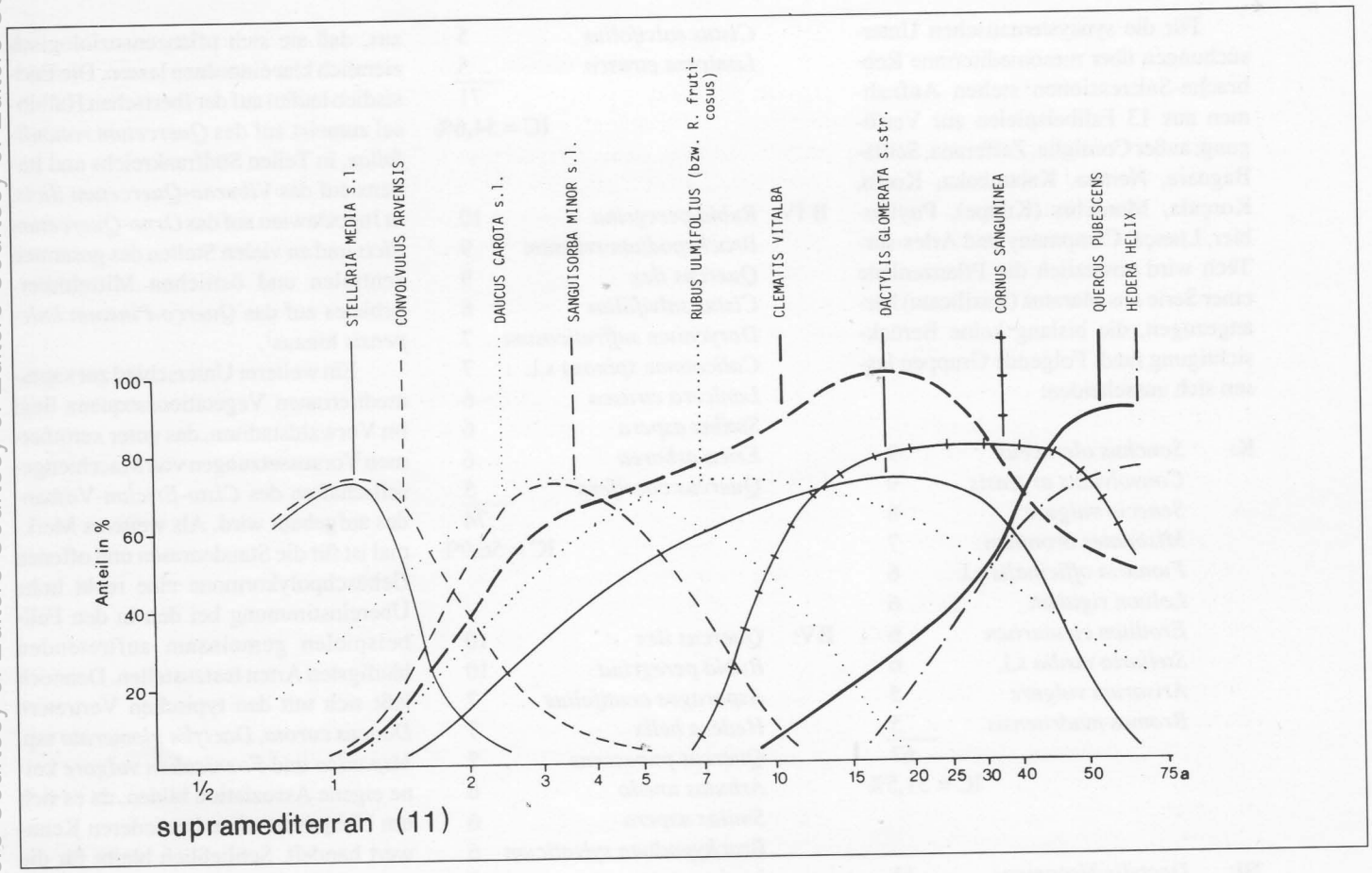


Abb. 64 — Verteilung der Frequenz charakteristischer Arten supramediterraner Rebbrache-Sukzession in % des Anteils in den zusammengenommen Fallbeispielen (Anzahl der Fallbeispiele in Klammern).

	Brachypodium sylvaticum	6
	Brachypodium pinnatum	5
	Ruscus aculeatus	4
	Quercus ilex	4
		61
	IC = 55,5%	
B IV:	*Cornus sanguinea*	8
	Rosa canina agg.	7
	Hedera helix	6
	Quercus pubescens	6
	Rubus fruticosus agg.	6
	Robinia pseudaccacia	6
	Clematis vitalba	6
	Dactylis glomerata s.str.	6
	Brachypodium sylvaticum	5
	Brachypodium pinnatum	5
		61
	IC = 55,5%	

Aus der Gruppenbildung und der Frequenzverteilung (Abb. 64) läßt sich die synsystematische Gliederung der supramediterranen Rebbrache-Sukzession wie folgt ableiten; die Brachephasen können nun aufgrund der pflanzensoziologischen Differenzierung neu gefaßt werden:

K (- $1^3/_4$ Jahre): *Stellaria media*- [*Fumario-Euphorhion* Görs 66]
↓
BI ($1^3/_4$ - 5 Jahre): *Sanguisorba minor* - [*Dauco-Melilotion* Görs 66]
↓
BII (5-15 Jahre): *Clematis vitalba*- [*Pruno-Rubion ulmifolion* Bol. 54]
↓
BIII (15-40 Jahre): *Cornus sanguinea*- [*Pruno-Rubion ulmifolion* Bol. 54]
↓
BIV (>40 Jahre): im W=*Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 31; im E = *Orno-Ostryon* Aich. 33

Wie aus Abb. 64 hervorgeht ist in keinem der Stadien eine weite Übereinstimmung der pflanzensoziologischen Strukturen festzustellen. Der höchste Kohärenzindex bleibt unter dem Schwellenwert von 60% und kommt hauptsächlich durch Arten ohne spezifischen Zeigerwert zustande. Als weiteres Kennzeichen ist zu vermerken, daß Annuelle unmittelbar nach Bewirtschaftungsaufgabe verschwinden, ein Merkmal, das durch Untersuchungen von BORNKAMM (1981, s. dort Fig. 1) mit Experimenten auf mitteleuropäischen Ruderal- und Gartenstandorten bestätigt wird und für sekundäre Sukzessionen in gemäßigten Breiten charakteristisch ist. Dagegen setzt die Ansiedlung von Vorwaldgesellschaften mit einer Abfolge über zwei Polykormonfazies vom dichten *Rubus-Clematis*- zum etwas lichteren *Cornus-Rosa*-Gebüsch (Doppelpolykormone, s. HARD, 1975) schon wenige Jahre nach dem letzten Umbruch ein. Staudenrasen-Gesellschaften bestehen nur dort länger, wo Rasenherden der *Festuco-Brometea* zu pseudostabilen Entwicklungsstadien führen. Auch wenn die Verhältnisse zwischen Gebüsch- und Rasenkolonien von Beispiel zu Beispiel stark variieren, so spielt der verdämmende Effekt für die Gehölzansiedlung durch Ausläufer bildende Gräser nirgendwo im supramediterranen Bereich eine so gravierende Rolle wie in den Rebbrache-Sukzessionen Mitteleuropas. Vergleichbar ist jedoch die ungleiche Frequenz der Entwicklungsabschnitte in den Vegetationssequenzen, die man sich nicht als "Normalabfolge" von Stadien vorstellen darf (vgl. GERLAND, HAGER und HARD, 1978, S. 344).

Courtesy of Editors

Für die synsystematischen Untersuchungen über mesomediterrane Rebbrache-Sukzessionen stehen Aufnahmen aus 13 Fallbeispielen zur Verfügung; außer Corniglia, Zafferana, Scilla-Bagnara, Nemea, Kalambaka, Korfu, Korçula, Montclus (Kuppe), Puyloubier, Liança, Campmany und Arles-sur-Tèch wird zusätzlich die Pflanzenliste einer Serie aus Maratea (Basilicata) herangezogen, die bislang keine Berücksichtigung fand. Folgende Gruppen lassen sich ausscheiden:

K:	*Sonchus oleraceus*	9
	Convolvulus arvensis	9
	Senecio vulgare	8
	Misopates orontium	7
	Fumaria officinalis s.l.	6
	Lolium rigidum	6
	Erodium cicutarium	6
	Stellaria media s.l.	6
	Arisarum vulgare	5
	Bromus madritensis	5
		67
		IC = 51,5%

BI:	*Dactylis hispanica*	11
	Daucus carota	11
	Foeniculum vulgare	10
	Psoralea bituminosa	10
	Vicia sativa s.l.	9
	Sanguisorba minor	8
	Bromus madritensis	8
	Dittrichia viscosa	8
	Reichardia picroides	7
	Rubus ulmifolius	7
		89
		IC = 68,5%

B II:	*Rubus ulmifolius*	12
	Dactylis hispanica	12
	Briza maxima	8
	Hypericum perfoliatum	8
	Clematis vitalba	7
	Psoralea bituminosa	7
	Brachypodium retusum	7
	Spartium junceum	7
	Dittrichia viscosa	6
	Origanum vulgare	5
		79
		IC = 60,8%

B III:	*Rubus ulmifolius*	11
	Dactylis hispanica	10
	Spartium junceum	8
	Brachypodium retusum	7
	Clematis vitalba	7
	Rubia peregrina	7
	Leopoldia comosa	6
	Erica arborea	5
	Cistus salvifolius	5
	Lonicera etrusca	5
		71
		IC = 54,6%

B IV:	*Rubia peregrina*	10
	Brachypodium retusum	9
	Quercus ilex	9
	Cistus salvifolius	8
	Dorycnium suffruticosum	7
	Calicotome spinosa s.l.	7
	Lonicera etrusca	6
	Smilax aspera	6
	Erica arborea	6
	Quercus coccifera	5
		74
		IC = 56,9%

BV:	*Quercus ilex*	10
	Rubia peregrina	10
	Asparagus acutifolius	7
	Hedera helix	7
	Quercus pubescens	7
	Arbutus unedo	6
	Smilax aspera	6
	Brachypodium sylvaticum	6
	Lonicera etrusca	5
	Pinus halepensis	4
		68
		IC = 52,3%

Im Vergleich zur supramediterranen Zone läßt sich für den mesomediterranen Bereich eine zusätzliche Phase in der pflanzensoziologischen Progression ausscheiden:

K (- $1^3/_4$ Jahre): *Sonchus oleraceus* - [*Fumario-Euphorhion* Görs 66]
↓
B I ($1^3/_4$ - 5 Jahre): *Psoralea bituminosa* - [*Thero-Brachypodion* Br.-Bl. 36]
↓
B II (5-10 Jahre): *Briza maxima* - [*Pruno-Rubion ulmifolii* Bol. 54]
↓
B III (10-25 Jahre): *Spartium junceum* - [*Pruno-Rubion ulmifolii* Bol. 54]
↓
B IV (25-40 Jahre): *Brachypodium retusum* - [*Cisto-Ericion* H-ic. 57]
↓
B V (>40 Jahre): *Quercion ilicis* Br.-Bl. 31

Im Gegensatz zu den supramediterranen Verhältnissen zeichnen sich die Schlußgesellschaften der mesomediterranen Rebbrache-Sukzession dadurch aus, daß sie sich pflanzensoziologisch ziemlich klar einordnen lassen. Die Endstadien laufen auf der Iberischen Halbinsel zumeist auf das *Quercetum rotundifoliae*, in Teilen Südfrankreichs und Italiens auf das *Viburno-Quercetum ilicis*, in Jugoslawien auf das *Orno-Quercetum ilicis* und an vielen Stellen des gesamten zentralen und östlichen Mittelmeergebietes auf das *Querco-Pinetum halepensis* hinaus[1].

Ein weiterer Unterschied zur supramediterranen Vegetationssequenz liegt im Vorwaldstadium, das unter xerothermen Voraussetzungen von Macchiengesellschaften des *Cisto-Ericion*-Verbandes aufgebaut wird. Als weiteres Merkmal ist für die Staudenrasen und offenen Gebüschpolykormone eine recht hohe Übereinstimmung bei den in den Fallbeispielen gemeinsam auftretenden häufigsten Arten festzustellen. Dennoch läßt sich mit den typischen Vertretern *Daucus carota*, *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* und *Foeniculum vulgare* keine eigene Assoziation bilden, da es sich um Ubiquisten ohne besonderen Kennwert handelt. Schließlich bleibt für die mesomediterrane Rebbrache-Sukzession festzuhalten, daß mit dem lebhaften Assoziationswechsel vom Kultur- bis zum Endstadium insbesondere ein stetiger Rückgang jener Arten einhergeht, die auch in der mitteleuropäischen Florenregion vorkommen.

Für die Gruppenbildung im thermomediterranen Bereich kommen neben den Fallbeispielen Salina, Pantelleria, Malta, Marmaras, Instinción, Mascara und Larhat-Damous zusätzlich Aufnahmen aus Cadaqués (Katalanien), Portovenere (Ligurien) und von Lampedusa (Listen von DRESEN, 1982) zur Geltung:

K:	*Sonchus tenerrimus*	7
	Fumaria officinalis s.l.	7
	Bromus madritensis	7
	Cynodon dactylon	7
	Lobularia maritima	6
	Oxalis pes-caprae	6
	Misopates orontium	6
	Calendula arvense	6
	Sonchus oleraceus	6
	Stellaria media s.l.	6
		64
		IC = 64%

[1] Letzteres wird von LOISEL (1971) für Südfrankreich beschrieben, jedoch von MOLINIER (1973) nicht als eigenständige Gesellschaft anerkannt.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

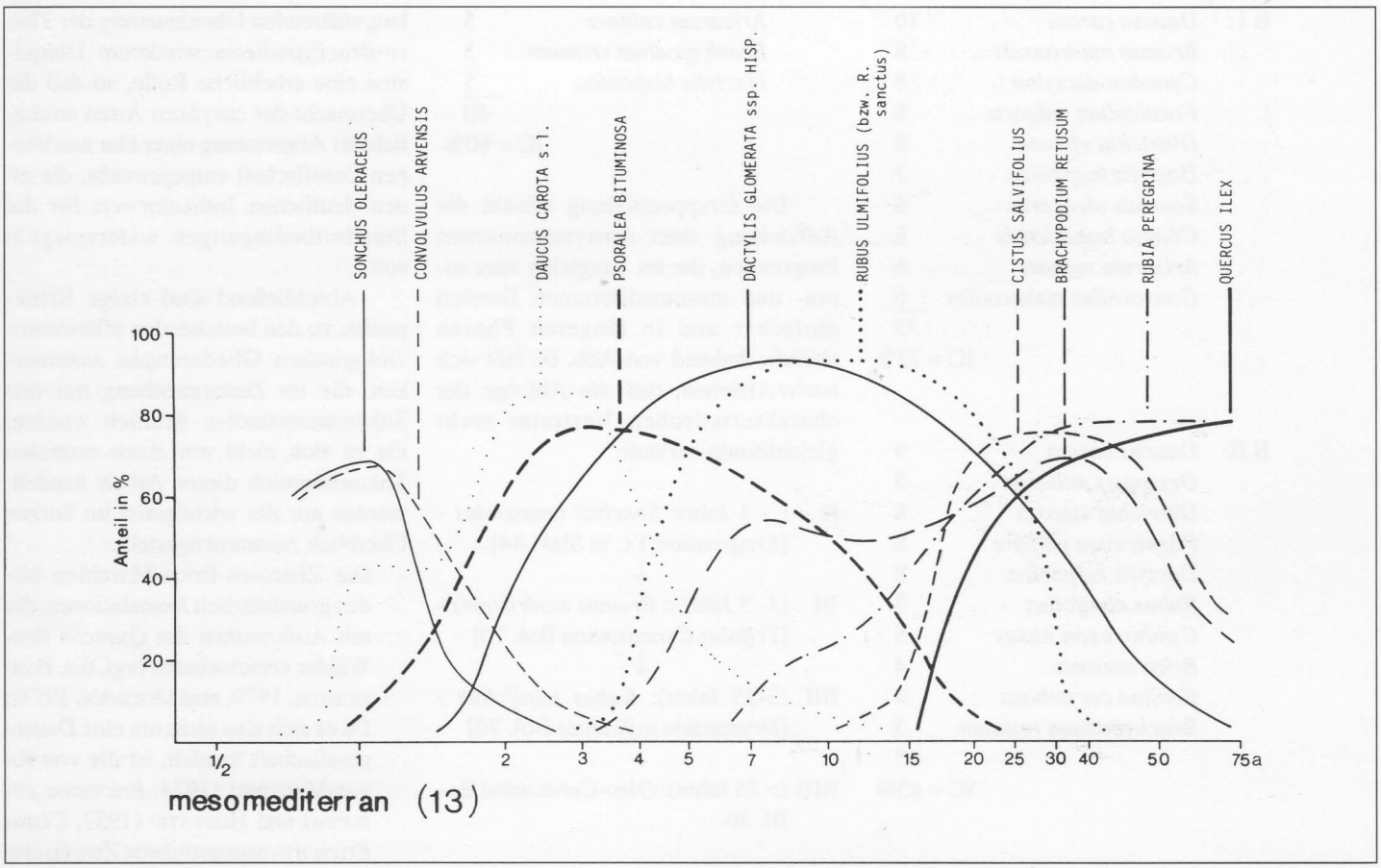


Abb. 65 — Verteilung der Frequenz charakteristischer Arten mesomediterraner Rebbrache-Sukzessionen in % des Anteils in den zusammengenommen Fallbeispielen (Anzahl der Fallbeispiele in Klammern).

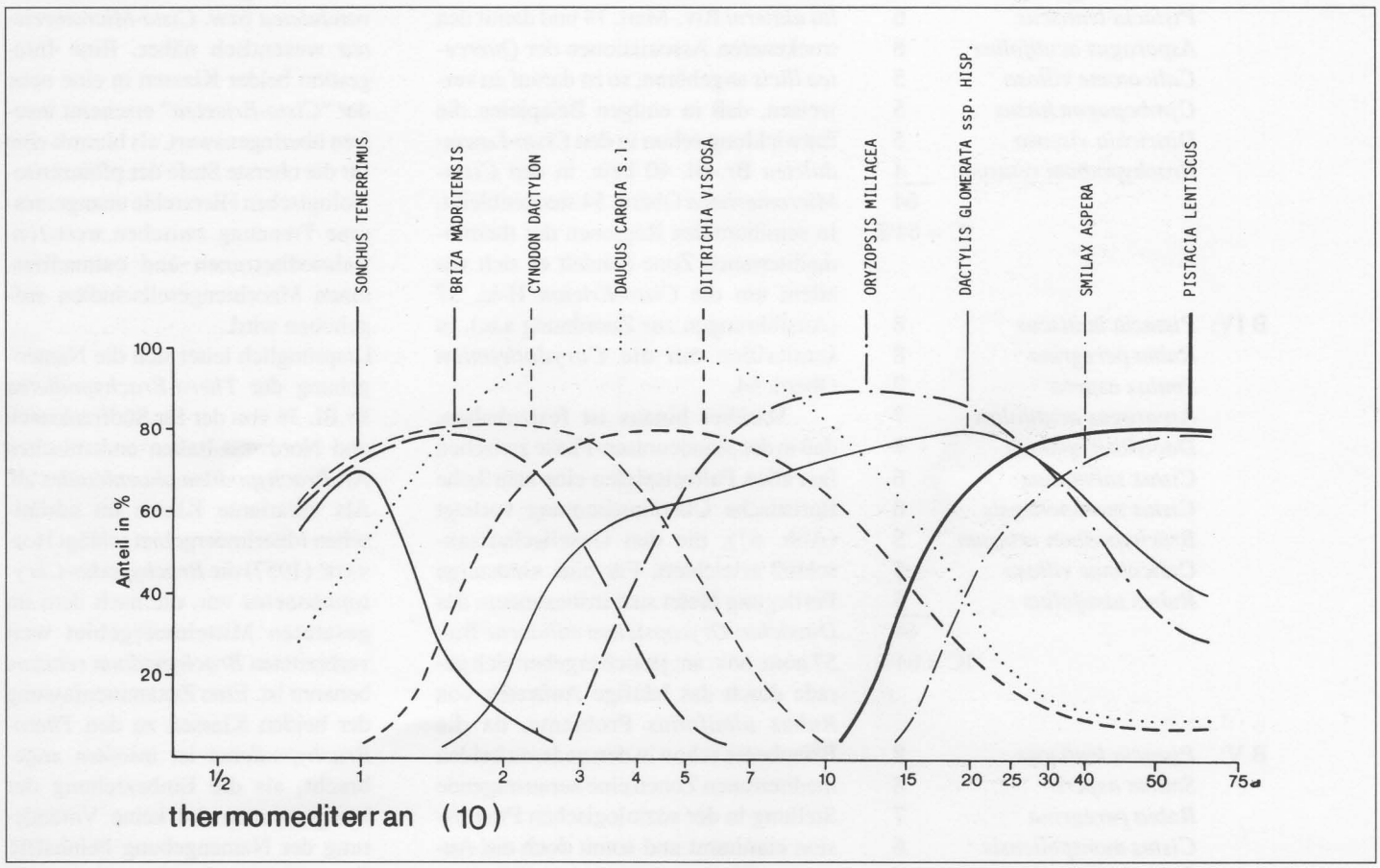


Abb. 66 — Verteilung der Frequenz charakteristischer Arten thermomediterraner Rebbrache-Sukzessionen in % des Anteils in den zusammengenommen Fallbeispielen (Anzahl der Fallbeispiele in Klammern).

Courtesy of Editors

B I:	*Daucus carota*	10
	Bromus madritensis	8
	Cynodon dactylon	8
	Foeniculum vulgaris	8
	Dittrichia viscosa	8
	Dactylis hispanica	7
	Sonchus oleacerus	6
	Conyza bonariensis	6
	Arisarum vulgare	6
	Convolvulus althaeoides	6
		73

IC = 73%

B II:	*Daucus carota*	9
	Oryzopsis miliacea	9
	Dittrichia viscosa	8
	Foeniculum vulgare	8
	Dactylis hispanica	8
	Rubus ulmifolius	7
	Cymbopogon hirtus	5
	Briza maxima	4
	Carlina corymbosa	4
	Brachypodium retusum	3
		65

IC = 65%

B III:	*Oryzopsis miliacea*	9
	Dactylis hispanica	7
	Rubus ulmifolius	7
	Rubia peregrina	7
	Pistacia lentiscus	6
	Asparagus acutifolius	6
	Calicotome villosa	5
	Cymbopogon hirtus	5
	Dittrichia viscosa	5
	Brachypodium retusum	4
		64

IC = 64%

B IV:	*Pistacia lentiscus*	8
	Rubia peregrina	8
	Smilax aspera	7
	Asparagus acutifolius	7
	Dactylis hispanica	7
	Cistus salvifolius	6
	Cistus monspeliensis	6
	Brachypodium retusum	5
	Calicotome villosa	5
	Rubus ulmifolius	5
		64

IC = 64%

B V:	*Pistacia lentiscus*	8
	Smilax aspera	8
	Rubia peregrina	7
	Cistus monspeliensis	6
	Pinus halepensis	6
	Cistus salvifolius	6
	Lonicera implexa	5
	Arisarum vulgare	5
	Brachypodium retusum	5
	Dactylis hispanica	5
		60

IC = 60%

Die Gruppenbildung erlaubt die Aufstellung einer synsystematischen Progression, die im Vergleich zum supra- und mesomediterranen Bereich einfacher und in längeren Phasen abläuft. Anhand von Abb. 66 läßt sich nachvollziehen, daß die Abfolge der charakteristischen Vertreter recht gleichförmig verläuft.

K (- 1 Jahr): *Sonchus tenerrimus* - [*Eragrostion* Tx. in Slav. 44]
↓
BI (1- 3 Jahre): *Bromus madritensis* - [*Trifolio-Cynodontion* Bol. 70]
↓
BII (3-25 Jahre): *Rubus ulmifolius* - [*Oryzopsion miliaceae* Bol. 70]
↓
BIII (> 25 Jahre): *Oleo-Ceratonion* Br.-Bl. 36

Auch wenn im vorstehenden Schema angedeutet ist, daß die Schlußgesellschaften größtenteils den *Oleo-Ceratonion* bzw. den *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* Riv.-Mart. 74 und damit den trockeneren Assoziationen der *Quercetea ilicis* angehören, so ist darauf zu verweisen, daß in einigen Beispielen die Entwicklung schon in den *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl. 40 bzw. in den *Cisto-Micromerietea* Oberd. 54 steckenbleibt. In semihumiden Regionen der thermomediterranen Zone handelt es sich vor allem um die *Cisto-Ericion* H-ic. 57 (Ausführungen zur Zuordnung s.u.), in semiariden um die *Corydothymion* Oberd. 54.

Darüber hinaus ist festzuhalten, daß in der Staudenrasen-Phase zwischen fast allen Fallbeispielen eine sehr hohe floristische Übereinstimmung vorliegt (Abb. 67), die den Gesellschaftsanschluß erleichtert. Für eine eindeutige Festlegung bietet sich insbesondere das *Dittrichio-Oryzopsietum miliaceae* Bol. 57 nom. nov. an; jedoch ergeben sich gerade durch das häufige Auftreten von *Rubus ulmifolius* Probleme, da die Brombeere schon in den anderen beiden mediterranen Zonen eine herausragende Stellung in der soziologischen Progression einnimmt und somit doch ein Anzeichen für eine nicht genauer fixierbare Mischgesellschaft vorliegt. Außerdem spielen in dieser Phase einer relativ langwährenden Überdauerung der *Thero-Brachypodietea* wiederum Ubiquisten eine erhebliche Rolle, so daß die Übermacht der euryöken Arten zusätzlich der Abgrenzung einer klar umrissenen Gesellschaft entgegensteht, die einen deutlichen Indikatorwert für die Standortbedingungen widerspiegeln soll.

Abschließend sind einige Kritikpunkte zu den bestehenden pflanzensoziologischen Gliederungen anzumerken, die im Zusammenhang mit den Sukzessionsstudien deutlich wurden. Da es sich nicht um einen zentralen Themenbereich dieser Arbeit handelt, werden nur die wichtigsten im kurzen Überblick zusammengestellt:

- Die Zistrosen-Erica-Macchien bilden grundsätzlich Assoziationen, die mit Aufkommen der *Quercus ilex*-Wälder verschwinden (vgl. u.a. BURRICHTER, 1979, und MOLINIER, 1973). Da es sich also nicht um eine Dauergesellschaft handelt, ist die von RIVAS-MARTINEZ (1974, *Ericenion arborea*) und HORVATIC (1957, *Cisto-Ericion*) vorgenommene Zuweisung in die *Quercetea ilicis* nicht zu rechtfertigen. In der Artenkombination stehen diese Macchien progressiver Entwicklungsreihen den *Cisto-Lavanduletea* bzw. *Cisto-Micromerietea* wesentlich näher. Eine Integration beider Klassen in eine neue der "*Cisto-Ericetea*" erscheint insofern überlegenswert, als hiermit eine für die oberste Stufe der pflanzensoziologischen Hierarchie unangemessene Trennung zwischen west-zentralmediterranen und ostmediterranen Macchiengesellschaften aufgehoben wird.
- Ursprünglich leitet sich die Namengebung der *Thero-Brachypodietea* Br.Bl. 36 von der für Südfrankreich und Nordwest-Italien endemischen Art *Brachypodium phoenicoides* ab. Als vikariante Klasse im adriatischen Mittelmeergebiet schlägt HORVATIC (1957) die *Brachypodio-Chrysopogonetea* vor, die nach dem im gesamten Mittelmeergebiet weit verbreiteten *Brachypodium retusum* benannt ist. Eine Zusammenfassung der beiden Klassen zu den *Thero-Brachypodietea* ist insofern angebracht, als die Einbeziehung der letztgenannten Art keine Veränderung der Namengebung beinhaltet. Zwar kommt *Brachypodium retusum* auch in den Macchienstadien und in den mediterranen Kie-

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

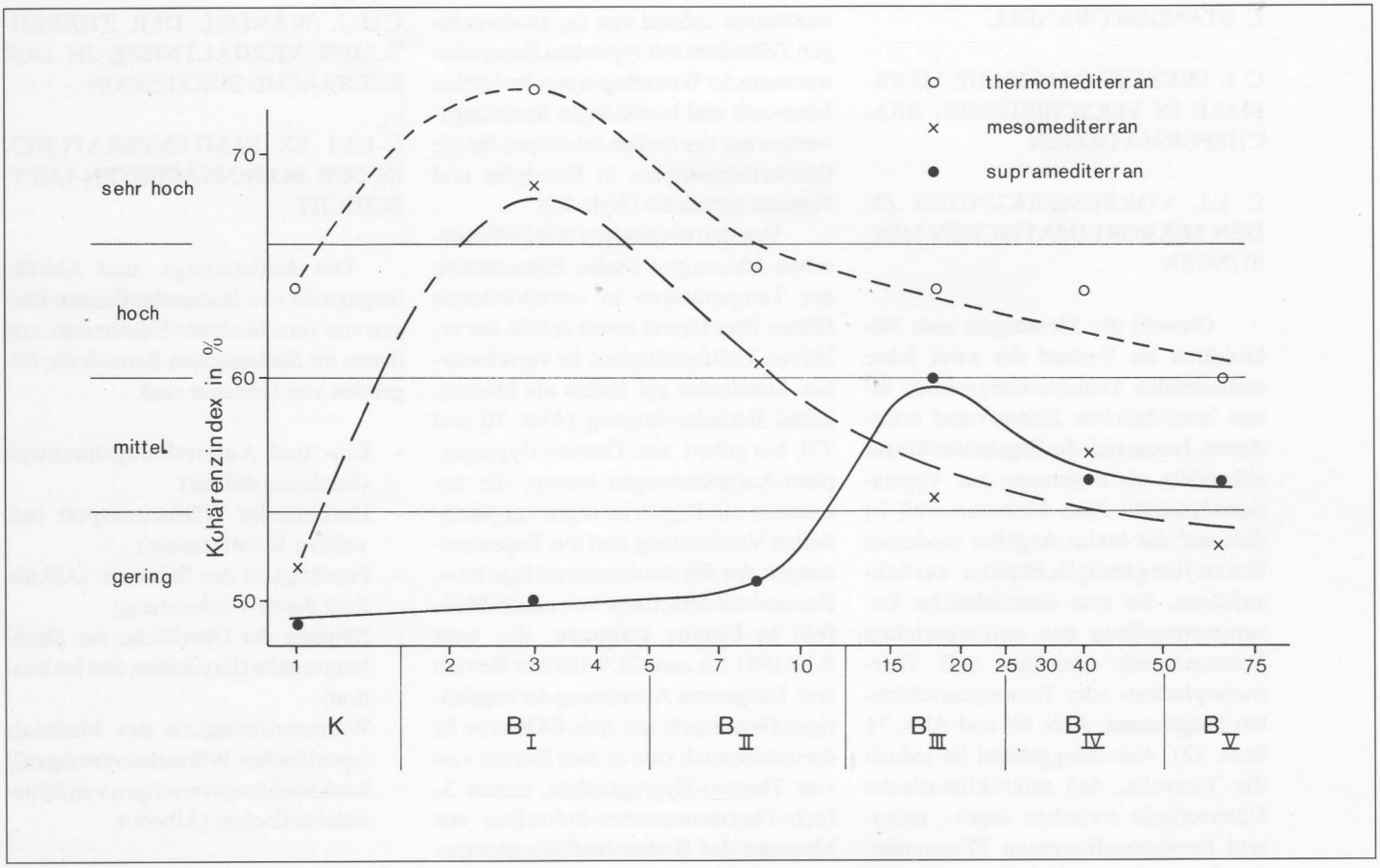


Abb. 67— Häufigkeitsverteilung der Arten, die in mehreren Fallbeispielen auftreten. Die Berechnung der prozentualen Übereinstimmung (Kohärenzindex) beruht auf jeweils 10 Arten, die den einzelnen Brachestadien in den 11 supra-, 13 meso- und 10 thermomediterranen Fallbeispielen am häufigsten gemeinsam sind.

fernwäldern häufig vor, so daß ihr Trennwert gering ist. Dennoch ist sie in diesen Formationen durchweg als Überbleibsel aus den Trockenrasen aufzufassen, wie die Ausführungen über ihre Bedeutung in der soziologischen Rebbrache-Progression deutlich machen.

- Auch *Rubus ulmifolius* zeigt im gesamten Mittelmeergebiet eine weite Verbreitung. Da sie selbst auf ausgesprochen xerothermen Standorten vertreten sein kann, ist die Zuordnung zur Klasse der *Querco-Fagetea* fragwürdig, weil die Ordnungen und Verbände dieser Klasse in erster Linie durch Vertreter der mitteleuropäischen Florenregion gekennzeichnet werden. Im thermomediterranen Bereich wird *Rubus ulmifolius* hingegen kaum von anderen eurasiatischen Arten begleitet. Somit erscheint es angebracht, diese Brombeerart in einen neuen, zusätzlichen Verband einzugliedern, etwa die "*Spartio-Rubion ulmifolii*. Im Übergang zwischen *Thero-Brachypodietea* und *Cisto-Lavanduletea* (bzw. "*Cisto-Ericetea*", s.o.) stehen sie der letztgenannten Klasse näher. Überlegenswert ist auch eine Einordnung in die Klasse der thermophilen Waldmantel-Gebüsche und Flurgehölze, d.h. in die *Rhamno-Prunetea* Riv. God. & Bor. Carb. 61 (Hinweise zur synsystematischen Gliederung dieser Klasse vgl. ARNAIZ, 1979, bzw. ARNAIZ und LOIDI, 1981, 1982).
- Synsystematische Umstellungen oder Umbenennungen, wie sie oben angeregt werden, bilden keinesfalls Inhalt und Ziel dieser Arbeit. Entsprechende Überlegungen dienen vielmehr der Verdeutlichung, daß das vorgegebene pflanzensoziologische System mediterraner Gesellschaften gerade auf der Ebene der höheren Einheiten unausgereift erscheint. Zwei Gründe tragen dazu bei, daß die Erstellung einer allgemeingültigen Gliederung blockiert wird. Als erstes ist die Überbewertung lokaler und regionaler Verhältnisse zu nennen, die den Blick für großräumige Gemeinsamkeiten in der floristischen Zusammensetzung des mediterranen Vegetationskreises verengen. Als zweite Ursache läßt sich eine extreme Verzettelung im unteren Bereich der pflanzensoziologischen Hierarchie erkennen, indem beispielsweise das eingeschränkte Artenspektrum kleiner Inseln sowie von Sonderstandorten zum Anlaß genommen wird, eine neue Assoziation oder Subassoziation zu schaffen. Dieses Vorgehen trägt nicht zur Übersichtlichkeit des Gesamtsystems bei, dessen Neuordnung und Vereinfachung auf überregionaler bzw. internationaler Ebene für das Mittelmeergebiet zur Zeit als vordringliches Problem anzusehen ist. Aus den Erkenntnissen der vorliegenden Arbeit läßt sich ableiten, daß Rückschlüsse aus Sukzessionsuntersuchungen hierbei eine wichtige Hilfe sein können.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

C STANDORTWANDEL

C 1. MIKROKLIMATISCHE MERKMALE IN VERSCHIEDENEN BRACHEFORMATIONEN

C 1.1. VORBEMERKUNGEN ZU DEN MIKROKLIMATISCHEN MESSUNGEN

Obwohl die Messungen zum Mikroklima im Verlauf der zwei Jahre andauernden Untersuchungsreihen einen beträchtlichen Zeitaufwand erforderten, lassen sich die Ergebnisse kürzer abhandeln als diejenigen zur Vegetationsdynamik. Zum kleineren Teil ist dies auf das breite Angebot moderner Darstellungsmöglichkeiten zurückzuführen, die eine übersichtliche Zusammenstellung des umfangreichen Datenmaterials erleichtern (z.B. Thermoisoplethen- oder Temperaturschichten-Diagramme, Abb. 69 und Abb. 71 bzw. 72). Ausschlaggebend ist jedoch die Tatsache, daß mikroklimatische Unterschiede zwischen supra-, meso- und thermomediterranen Pflanzenbeständen durchweg gradueller und selten prinzipieller Art sind. Aus diesem Grunde kann im Gegensatz zu den Ausführungen über die Vegetationsdynamik in den folgenden Kapiteln auf eine Gliederung mit zonalem Bezug verzichtet werden.

Die Untersuchungsergebnisse beruhen zum Teil auf eintägigen bis zweiwöchigen Meßreihen, die in Pignone, Corniglia und Salina erhoben wurden, von denen aber nur einige herausgegriffen seien. So werden von den mikroklimatischen Intensivmessungen in verschiedenen Pflanzenbeständen zwei 26-stündige Serien im Sommer und Winter aus Corniglia behandelt, die bei wolkenlosem Strahlungswetter durchgeführt wurden. Entsprechende Messungen in Pignone und Salina ergeben für die gleiche Wetterlage ähnliche Klimaabläufe und können daher ebenso vernachlässigt werden wie die Untersuchungen bei bedecktem Himmel, die für die verschiedenen Bracheformationen keine großen bestandsklimatischen Unterschiede erkennen lassen. Von den Intensivmessungen werden nur die Temperaturschichtung und der Gang der relativen Luftfeuchtigkeit im Verlaufe der Meßtage (Abb. 71, 72 und 75, 76) aufgezeigt, während entsprechende Strahlungs- und Verdunstungsmessungen unberücksichtigt bleiben, da sie wenig aufschlußreich sind. Letztere werden stattdessen anhand von ca. zweiwöchigen Zeitreihen mit typischen Beispielen wechselnder Wetterlagen aus der kühlen Jahreszeit und beständigen Strahlungswetters aus der heißen Jahreszeit für die Bracheformationen in Corniglia und Pignone behandelt (Abb. 78).

Von den einjährigen mikroklimatischen Messungen finden Extremwerte der Temperaturen in verschiedenen Höhen über Grund sowie solche der relativen Luftfeuchtigkeit in verschiedenen Standorten auf Salina als Monatsmittel Berücksichtigung (Abb. 70 und 77). Sie gehen aus Thermo-Hygrographen-Aufzeichnungen hervor, die zusammen mit Registrierungen zur potentiellen Verdunstung und mit Tagesmessungen der Freilandniederschläge bzw. Bestandsniederschläge von einem Meßfeld in Lingua stammen, das vom 2.10.1981 bis zum 22.9.1982 in Betrieb war. Die genaue Anordnung der zugehörigen Geräte geht aus Abb. 68 hervor. In diesem Bereich kam es zum Einsatz von vier Thermo-Hygrographen, einem 3-fach-Thermosensoren-Schreiber zur Messung der Bodenoberflächentemperaturen, drei Verdunstungsschreibern und zwei Pluviographen, deren Aufzeichnungen in bezug zu den Regenmengen in 25 Plastikbehältern für Interzeptionsmessungen gestellt wurden. Als problematisch erweisen sich entsprechende Untersuchungen unter Staudenrasen. Hier wurde darauf geachtet, daß die durchweg schräg oder aufliegend den Boden überschirmenden Halme und Stengel den natürlichen Verhältnissen entsprechend mehr oder weniger dicht die in der Erde eingelassenen Behälter überdeckten.

Ergebnisse kurz- und mittelfristiger Messungen zur mikroklimatischen Differenzierung in unterschiedlich komplexen Standorten stammen von allen drei Fallbeispielen (Abb. 73 und 74), wobei Untersuchungen zum Klima der bodennahen Luftschicht aus dem supramediterranen Pignone zumindest in graphischer Hinsicht kaum berücksichtigt werden. Immerhin sind hier in bezug auf die in Kap. B 2.1.2 ausführlicher erläuterten Kaltluft-Ansammlungen Abweichungen von der bestandsklimatischen Situation in den zwei anderen Gebieten festzustellen. Diese Unterschiede werden im folgenden Text angesprochen.

C 1.2. WANDEL DER THERMISCHEN VERHÄLTNISSE IN DER REBBRACHE-SUKZESSION

C 1.2.1. EXTREMTEMPERATUREN IN DER BODENNÄCHSTEN LUFTSCHICHT

Die Aufheizungs- und Abkühlungsgröße von Bodenoberflächen hängen von verschiedenen Faktoren ab, von denen im ökologischen Bereich die folgenden von Interesse sind:

- Ein- und Ausstrahlungsintensität (Strahlungsbilanz)
- Horizontaler Wärmetransport (advektive Wärmezufuhr)
- Feuchtigkeit des Substrats (Abkühlung durch Verdunstung)
- Neigung der Oberfläche zur Strahlungsquelle (Exposition und Inklination)
- Wärmeleitfähigkeit des Materials (spezifisches Wärmeleitvermögen)
- Rückstrahlungsvermögen von Materialoberflächen (Albedo).

Die ersten drei Größen unterliegen regionalen Unterschieden, wobei die Energieeingaben durch die Strahlungsbilanz und die advektive Wärmezufuhr vom supra- über den meso- bis zum thermomediterranen Bereich zunehmen und der durch die Verdunstung gegebene Wärmeverlust abnimmt. Die letztgenannten drei Größen können hingegen lokal ganz unterschiedlich sein und tragen zur Differenzierung des Wärmehaushalts innerhalb der drei Zonen bei. Ebenso sind aber auch die Faktoren Strahlungsbilanz, advektive Wärmezufuhr und latenter Wärmestrom von den jeweiligen punktuellen Verhältnissen beeinflußt, wobei neben dem Ausmaß der Horizontüberhöhung insbesondere der Ausbildung der Pflanzendecke eine vorrangige Bedeutung zukommt .

Die Beschaffenheit der Pflanzenbestände ist in ihren Auswirkungen auf die Extremtemperaturen in der bodennächsten Luftschicht von besonderem Interesse, da mit dem Formationswandel in der Rebbrache-Sukzession Veränderungen in der Überschirmungsdichte einhergehen. Für Untersuchungen der Bodenoberflächen-Aufheizung und –Abkühlung ist davon auszugehen, daß die Beschattung der Bodenoberfläche nach Aufgabe der Rebkultivierung vorübergehend nachläßt. Nach ausbleibenden Pflegemaßnahmen reduziert sich schon während der ersten drei Brache-

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

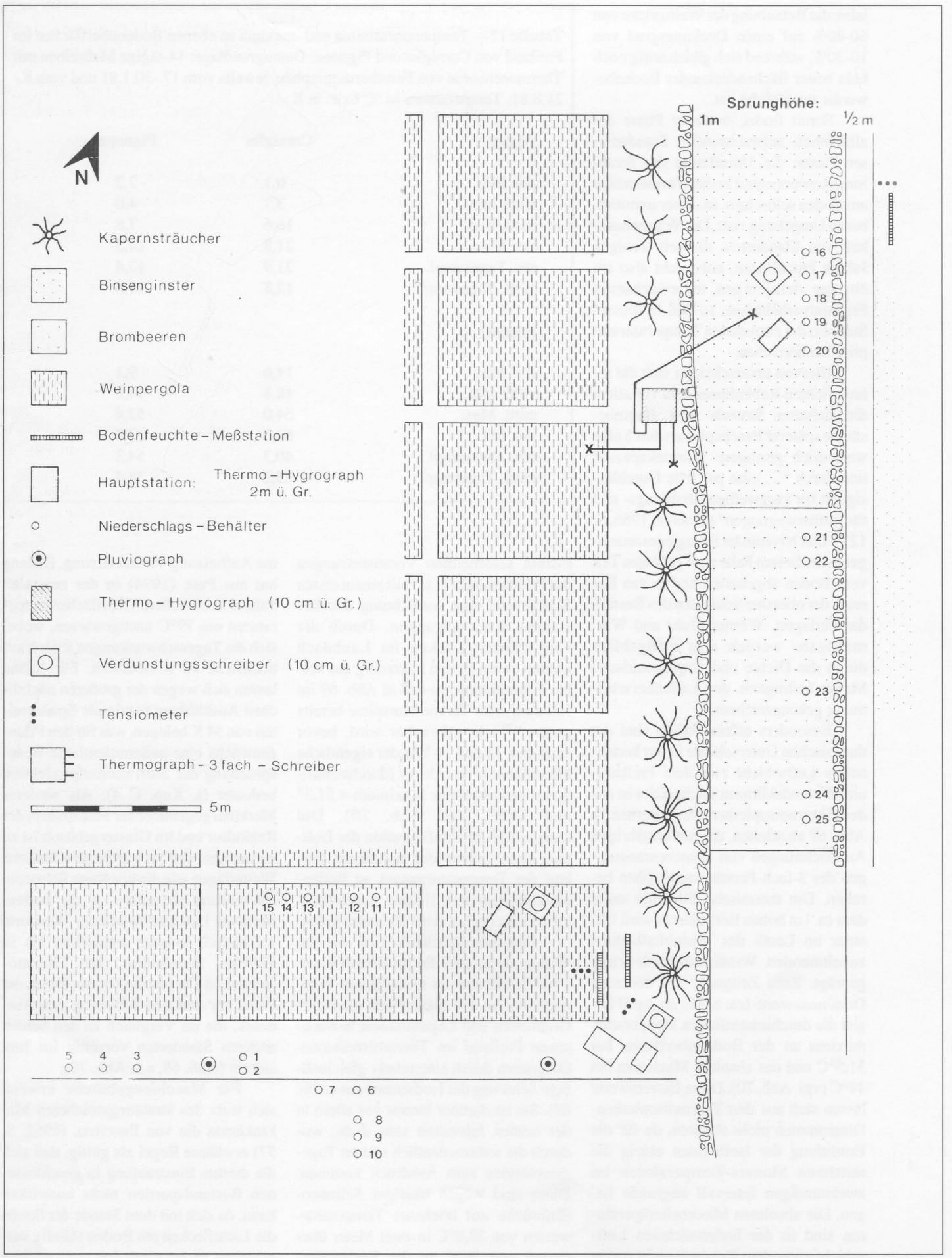


Abb. 68 — Anordnung der Klimageräte auf der mikroklimatischen Meßfläche in Lingua (Salina), in der fortlaufende Untersuchungen vom 2.10.1981 bis zum 22.9.1982 durchgeführt wurden.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

jahre die Belaubung der Weinstöcke von 60-80% auf einen Deckungsgrad von 10-30%, während sich gleichzeitig noch kein neuer flächendeckender Bodenbewuchs ausgebildet hat.

Somit findet in dieser Phase der allmählich aufwachsenden Staudenrasen-Fluren die Umsetzung der Strahlungskomponenten in die Wärmeströme am Boden selbst bzw. in seiner unmittelbaren Umgebung statt. Der Wärmehaushalt von Standorten, die seit wenigen Jahren brachliegen, entspricht also am ehesten demjenigen unbewachsener Freilandverhältnisse, so daß in diesem Stadium die extremsten Temperaturamplituden herrschen.

Hiervon unterscheiden sich die relativ lichten Rebkulturen und vor allem die dichteren Strauch- bzw. Baumbestände späterer Brachephasen durch eine wesentlich geringere Wärmekapazität und durch "... eine partielle Durchlässigkeit für kurzwellige Strahlungs- und für Luftbewegungen" (TURNER, 1966, S. 121). Das Niveau der Energieumsetzungen ist in diesem Falle zum größeren Teil vom Boden abgehoben und in den Bereich der obersten Schichten des Bestandes verlagert. Wärmezufuhr und Wärmeabgabe werden also maßgeblich durch die Dichte und fragmentarische Mehrschichtigkeit der Laubüberschirmung gekennzeichnet.

Besonders offensichtlich sind die thermischen Unterschiede in der bodennahen Luftschicht zwischen Freiland- und Bestandsklima in Salina. Dies ist aus den Thermoisoplethen-Diagrammen in Abb. 69 abzuleiten, die auf einjährigen Aufzeichnungen von Sensorenmessungen des 3-fach-Fernthermographen beruhen. Die thermische Situation unter dem ca. 1 m hohen Rebgeflecht wird von einer im Laufe des Winterhalbjahres zunehmenden Wildkrautüberdeckung geprägt. Zum Zeitpunkt der höchsten Dominanzwerte (ca. 80%) im April liegen die durchschnittlichen Temperaturmaxima an der Bodenoberfläche bei 31,5°C und das absolute Maximum bei 44°C (vgl. Abb. 70). Diese Extremwerte lassen sich aus den Thermoisoplethen-Diagrammen nicht ableiten, da für die Ermittlung der Isothermen einzig die mittleren Monats-Temperaturen im zweistündigen Intervall zugrunde liegen. Die absoluten Maximaltemperaturen sind in der bodennächsten Luftschicht unter dem Rebdach nicht wie in den beiden anderen Standorten für den Juni sondern für den August zu verzeichnen. Zu dieser Jahreszeit ist unter den extrem xerothermen Voraussetzungen des Frühsommers (s.u.) mit einem ersten Blattabwurf eine Auflichtung des Bestandes einhergegangen. Durch die vergrößerten Lücken im Laubdach kommt es am Boden kurzzeitig zur vollen Einstrahlung, so daß in Abb. 69 im Juli eine erste Temperaturspitze bereits gegen 9^{30} Uhr erkennbar wird, bevor zwischen 13 und 14 Uhr der eigentliche Maximalwert erreicht ist (durchschnittliches und absolutes Maximum = 51,3° und 58°C, vgl. Abb. 70). Die unregelmäßige Konfiguration der Isolinien kennzeichnet den unruhigen Verlauf des Temperaturganges an Bodenoberflächen mit lichter Laubüberschirmung (vgl. a. Abb. 73, unten links).

Dagegen zeichnen sich die im Winter etwas und die im Sommer wesentlich extremeren Oberflächen-Temperaturen im nur spärlich mit niedrigen Gramineen und Leguminosen bewachsenen Freiland im Thermoisoplethen-Diagramm durch eine relativ gleichmäßige Scharung der Isothermen aus (Abb. 69). Sie ist darüber hinaus vor allem in der heißen Jahreszeit sehr dicht, wodurch die außerordentlich weiten Tagesamplituden zum Ausdruck kommen. Diese sind wegen häufiger Scirocco-Einbrüche mit höchsten Temperaturwerten von 38,8°C in zwei Meter über Grund und 76°C an der Bodenoberfläche im Juni besonders hoch (Abb. 70). Wie bereits in Kap. B 4.1.2 betont wird, ist die dunkle Bodenfarbe für die extreme Aufheizung Voraussetzung. Bislang hat nur PEEL (1974) in der zentralen Sahara noch höhere Oberflächentemperaturen um 79°C nachgewiesen, wobei sich die Tagesschwankungen jedoch auf höchstens 43 K belaufen. Für Salina lassen sich wegen der größeren nächtlichen Auskühlung maximale Spannweiten von 54 K belegen, was für den Pflanzenwuchs eine außerordentliche Beanspruchung der Stoffwechselproduktion bedeutet (s. Kap. C 4). Als weiteres Merkmal gegenüber der Meßstelle in der Rebkultur und im Ginstergebüsch ist zu vermerken, daß sich außergewöhnliche Wetterlagen wie die erwähnte Scirocco-Einwirkung thermisch in der bodennächsten Luftschicht offener Standorte wesentlich krasser auswirken als in dichten Beständen. Im Thermoisoplethen-Diagramm kommt dies in der Phase der stärksten Erhitzung zum Ausdruck, die im Vergleich zu den beiden anderen Standorten vorzeitig im Juni auftritt (Abb. 69, s.a. Abb. 70).

Für Macchiengebüsche erweist sich trotz des strahlungsreicheren Makroklimas die von BRECHTEL (1962, S. 57) erwähnte Regel als gültig, daß sich die direkte Einstrahlung in geschlossenen Bestandspartien nicht auswirken kann, da sich mit dem Stande der Sonne die Lichtflecken am Boden ständig verschieben, und es somit dort nicht zu einer deutlichen Aufheizung kommt. Vergleichende Meßreihen zur Ermittlung der Zirkumglobalstrahlung mit Schwarz-

Tabelle 17— Temperaturminima und -maxima an ebenen Bodenoberflächen im Freiland von Corniglia und Pignone. Datengrundlage: 14-tägige Meßreihen mit Thermosensoren von Fernthermographen, jeweils vom 17.-30.1.81 und vom 8.-21.8.81, Temperaturen in °C bzw. in K.

Winter	Corniglia	Pignone
abs. Min.	- 0,1	- 7,2
mittl. Min.	3,7	- 4,0
mittl. Max.	16,6	7,8
abs. Max.	21,8	14,3
abs. Tagesampl.	21,9	17,4
mittl. Tagesampl.	12,8	11,8
Sommer		
abs. Min.	14,6	9,1
mittl. Min.	18,8	14,0
mittl. Max.	54,0	52,4
abs. Max.	63,5	63,7
abs. Tagesampl.	40,3	54,3
mittl. Tagesampl.	35,2	38,4

Courtesy of Editors

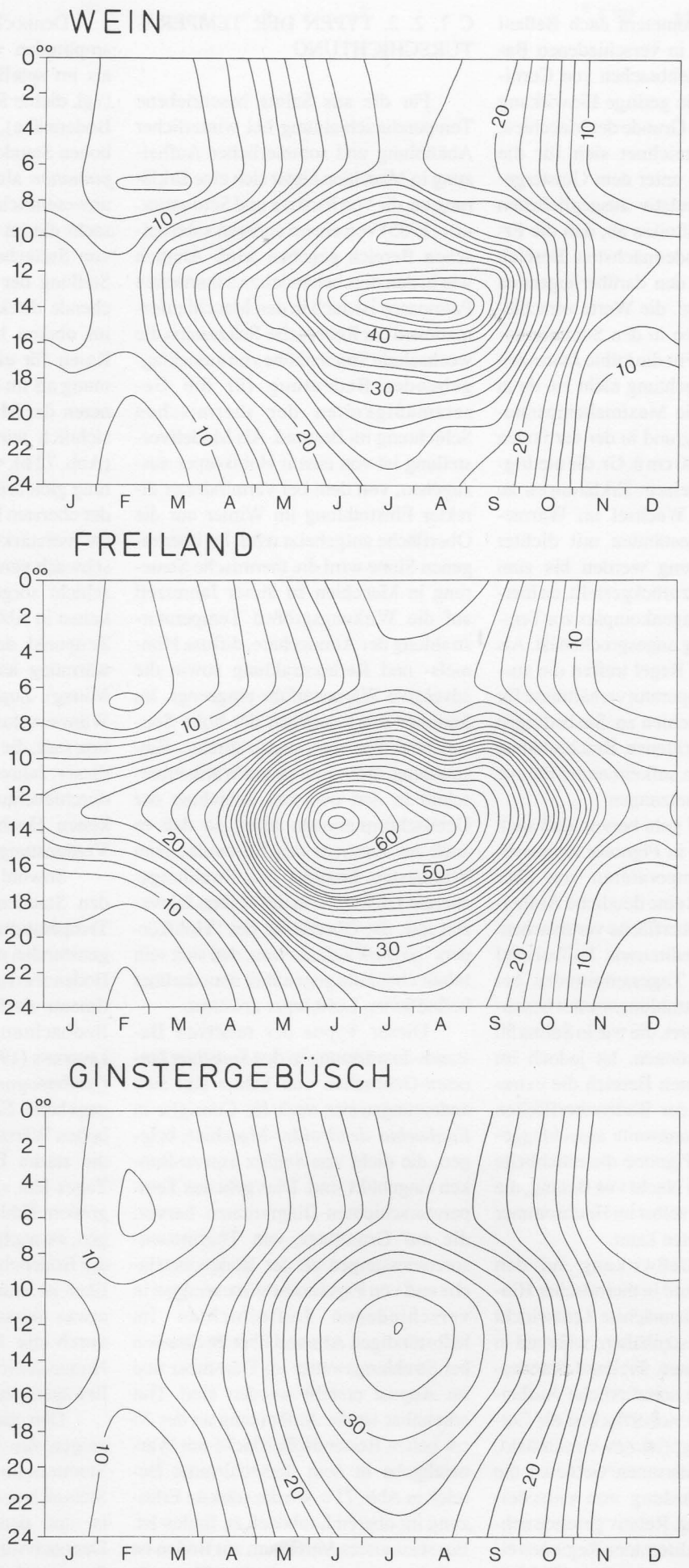


Abb. 69 — Thermoisoplethen-Diagramme der Bodenoberflächentemperaturen in °C im Freiland, in der Rebkultur und im Spartium-Gebüsch in Lingua/Salina. Thermoisoplethen im 2 K-Abstand; Meßperiode vom Okt. 81 bis Sept. 82.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

kopf-Kugelpyranometern nach Bellani im Freiland und in verschiedenen Beständen in den Rebbrachen von Corniglia bestätigen die geringe Einwirkung der Insolation am Grunde der Macchien.

Immerhin zeichnet sich für die Bodenoberfläche unter dem Ginstergebüsch trotz der relativ ausgeglichenen Temperaturverhältnisse ab, daß die Erwärmung im bodennächsten Bereich größer ist als in den darüberliegenden Luftschichten (vgl. die Werte verschiedener Bodenhöhen in den Sommermonaten, Abb. 70). Für die kühle Jahreszeit trifft diese Beobachtung nicht zu, da in dieser Periode die Maximaltemperaturen am Bestandsgrund in der vertikalen Schichtung bis 200 cm ü. Gr. die niedrigsten Werte aufweisen. Erklärungen zu dem saisonalen Wechsel im Wärmehaushalt von Beständen mit dichter Laubüberschirmung werden bis zum nächsten Kapitel zurückgestellt, da hiermit bereits der Fragenkomplex zur Temperaturschichtung angesprochen ist. Als allgemeingültige Regel treffen die ausgeglichenen Temperaturverhältnisse für alle Hartlaubmacchien zu. Sie bedingen in den fortgeschrittenen Brachestadien für das Überleben aufkeimender Bäume günstige Voraussetzungen.

Aus Tab. 17 geht hervor, daß auch in Corniglia und in Pignone sommerliche Maximaltemperaturen von über 63°C im Freiland eine deutliche Aufheizung der Bodenoberfläche verursachen. Für das supramediterrane Fallbeispiel sind die hohen Tagesamplituden bei sommerlichem Strahlungswetter besonders erwähnenswert, die wie in Salina 50 K übersteigen können. Ist jedoch im thermomediterranen Bereich die extreme Aufheizung der Bodenoberflächen für die große Spannweite ausschlaggebend, so ist für Pignone die erhebliche Abkühlung in der Nacht von Belang, die bei Ausstrahlung selbst im Hochsommer 10°C unterschreiten kann.

Für die Streßwirkung auf den Pflanzenwuchs sind in thermischer Hinsicht für die bodennächste Luftschicht zwei Kriterien festzuhalten: während in thermomediterranen Freiland-Standorten eine extreme sommerliche Aufheizung an den Bodenoberflächen die Entfaltung von Jungpflanzen einschränkt, ist in supramediterranen Gebieten die Bodenfrostgefährdung von entscheidender Bedeutung. Relativ gesehen nehmen die mesomediterranen Regionen eine Zwischenstellung ein, die in Hinblick auf die Keimvoraussetzungen günstig zu beurteilen ist.

C 1. 2. 2. TYPEN DER TEMPERATURSCHICHTUNG

Für die aus Salina beschriebene Temperaturschichtung bei winterlicher Abkühlung und sommerlicher Aufheizung in Macchien bietet sich eine Erklärung an, die von RICHTER und SCHMIEDEKEN (1985) von einem anderen subtropischen Bereich gegeben wird. Ähnlich wie in den dort behandelten saharischen Palmoasen ist auch in den Macchienformationen der Rebbrache-Sukzession die wechselnde Sonnenhöhe von ausschlaggebender Bedeutung für die Gesetzmäßigkeiten der thermischen Schichtung im Bestand. Als Modellvorstellung ist von einem Hohlkörper auszugehen, von dem bei verminderter direkter Einstrahlung im Winter nur die Oberfläche aufgeheizt wird. Im übertragenen Sinne wird die thermische Steuerung in Macchien zu dieser Jahreszeit auf die Wirkungsgrößen Temperaturstrahlung der Atmosphäre, diffuse Himmels- und Reflexstrahlung sowie die advektive Wärmezufuhr eingeengt. Im Sommer sorgt dagegen der hohe Sonnenstand für eine starke direkte Einstrahlung, die nun zu einem Wärmeüberschuß in den obersten Schichten der Gebüschformationen führt, so daß es auch im Astraum des Bestandes zum Wärmestau kommt. Die Strahlungsenergie reicht also in der heißen Jahreszeit aus, die Oberfläche des "Hohlkörpers" so stark aufzuheizen, daß sich sein Inhalt ebenfalls gegenüber dem darüber befindlichen Luftkörper erwärmt.

Dieser Typus der relativen Bestands-Erwärmung in den *Spartium junceum*-Gebüschen von Salina läßt sich andeutungsweise auch für Corniglia in *Euphorbia dendroides*-Macchien belegen, die dicht von *Smilax aspera*-Ranken eingehüllt sind. Dies geht aus Temperaturschichten-Diagrammen hervor, die auf Grundlage von Thermosensorenmessungen an der Bodenoberfläche und von Psychrometermessungen in verschiedenen Luftschichten im halbstündigen Abstand über 26 Stunden bei Strahlungswetter im Dezember und im August erstellt worden sind. Gut erkennbar ist die Aufheizung an der 75 cm hohen Bestandsoberfläche mit Wärmeabgabe in dem überschirmten Bereich in Abb. 71 c, wo die stärkste Erhitzung im oberen Laubdach zu finden ist. Ein sekundäres Maximum am Boden ist auf eine etwa viertelstündige Phase direkter Einstrahlung zurückzuführen.

Dennoch sind hier die Temperaturamplituden wesentlich ausgeglichener als im spärlich bewachsenen Freiland (vgl. dichte Scharung der Isothermen in Bodennähe), während sie im 40 cm hohen Staudenrasen mit *Brachypodium pinnatum* als beherrschendes Gras nur unwesentlich größer sind. Dabei verursacht die im Gegensatz zum Laubdach von Sträuchern überwiegend vertikale Stellung der Blattspreiten eine tiefreichende direkte Einstrahlung. Sie sorgt im oberen bis mittleren Bereich der Rasen für eine etwas stärkere Erwärmung als im überschirmten Bestandsinneren der Macchien. Besonders offensichtlich wird dies im Winterhalbjahr (Abb. 72 b), wenn die bessere Durchlüftung gleichzeitig für eine Abkühlung in der obersten Halmlage und für eine relativ verstärkte Wärmeabgabe an die schwach ventilierte bodennächste Luftschicht sorgt (vgl. Windgeschwindigkeiten in Abb. 75 unten rechts, die zum Zeitpunkt der maximalen Bestandserwärmung am höchsten sind, also am Mittag). Zugleich findet nach oben ein Wärmeverlust durch lebhafte Transpiration statt, die um so wirksamer ist, als zu dieser Jahreszeit die erhöhte Bodendurchfeuchtung im Gegensatz zum trokkenen Hochsommer eine beständige Verdunstungsabkühlung gewährleistet.

Sowohl in der Macchie als auch in den Staudenrasen sind die absoluten Temperaturminima in den frühen Morgenstunden nicht wie im Freiland an der Bodenoberfläche, sondern wenige Zentimeter darüber zu finden. Ähnliche Beobachtungen machten KNAPP und LINSKENS (1953, S. 61) in *Cistus*- und in *Cymbopogon*-Beständen. Die von ihnen gegebene Erklärung eines besonders hohen Wärmegewinns der Böden durch die starke Einstrahlung während des Tages läßt sich jedoch durch die noch größere Erhitzung im Freiland widerlegen, wo auch die nächtliche Auskühlung der Bodenoberfläche am extremsten ist. Eher ist eine Beeinflussung durch die etwas bessere Durchfeuchtung und durch die Mikrobentätigkeit in der Humusschicht am Bestandsgrund in Erwägung zu ziehen.

Den ausgeglichensten Tagesgang zeigen die Bestandstemperaturen im Stammraum eines über 100-jährigen Steineichenwaldes, der fast 10 m hoch ist und den Boden dicht beschattet. Dennoch vermögen auch hier sowohl im Sommer als im Winter Phasen unbeständiger Insolation die Bodenoberfläche kurzfristig um 1 - 2 K stärker als die

Courtesy of Editors

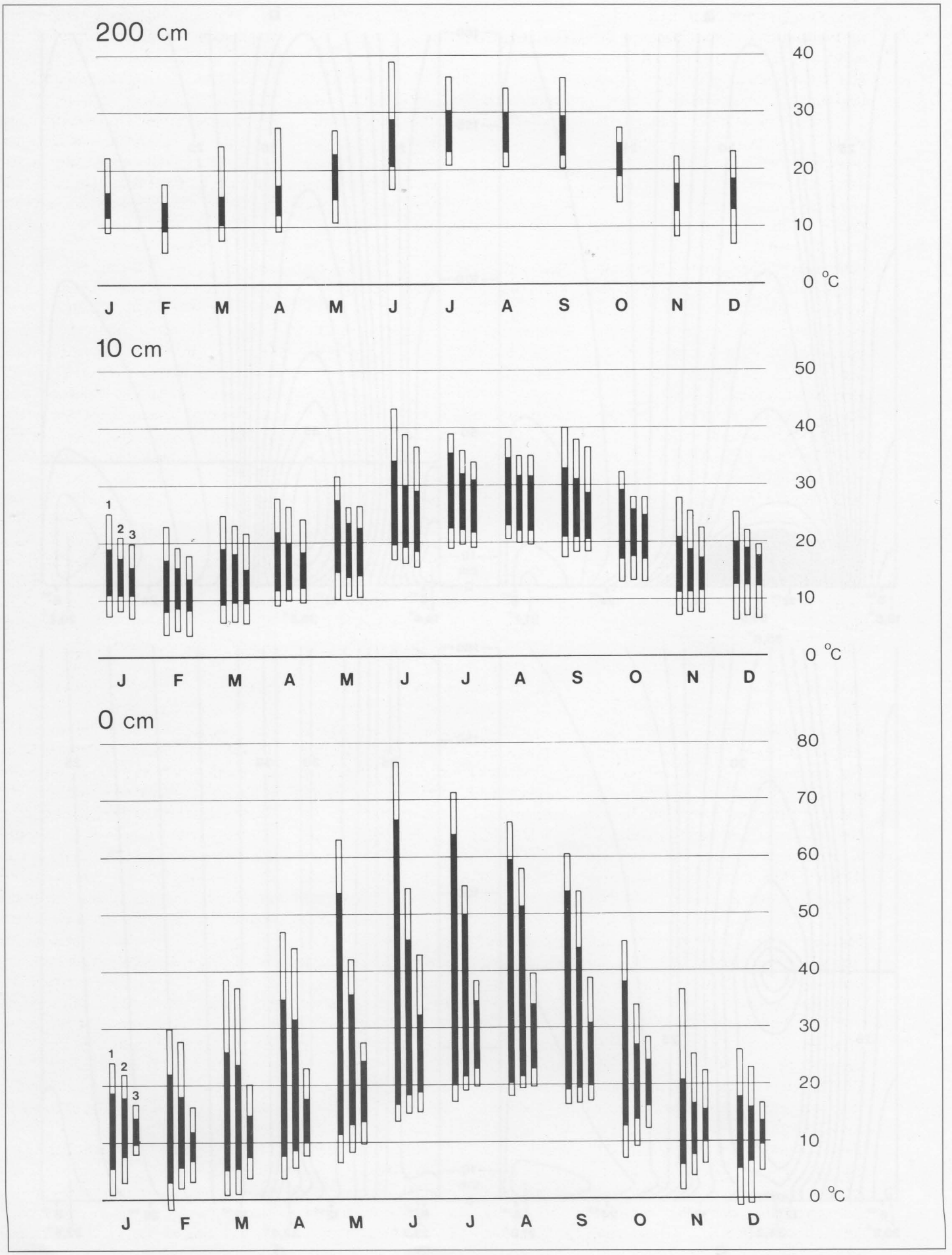


Abb. 70 — Mittlere und absolute Extremtemperaturen der Monate für den Zeitraum zwischen Okt. 81 und Sept. 82 an der Bodenoberfläche, in 10 cm und 200 cm über Grund. 1 = Freiland, 2 = Rebkultur, 3 = Spartium-Gebüsch in Lingua/Salina.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

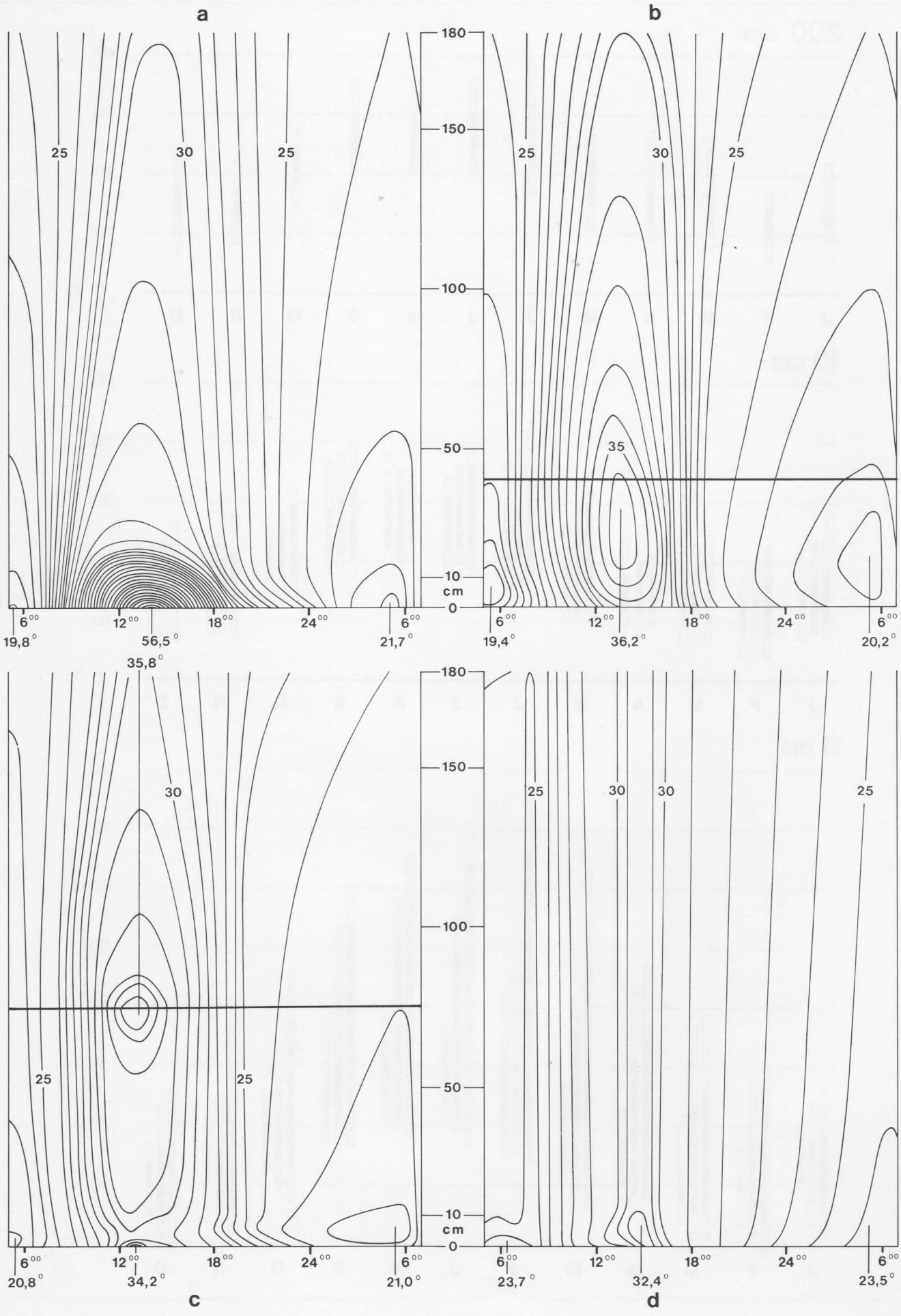


Abb. 71 — Temperaturschichtung im spärlich bewachsenen Freiland (a), im dichten Staudenrasen (b, Bestands-Obergrenze bei 40 cm), in der Macchie (c, Bestands-Obergrenze bei 75 cm) und im Steineichenwald (d, Bestands-Obergrenze bei 10 m ü.Gr.); Messungen am 2.-3.8.1981 in Corniglia.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

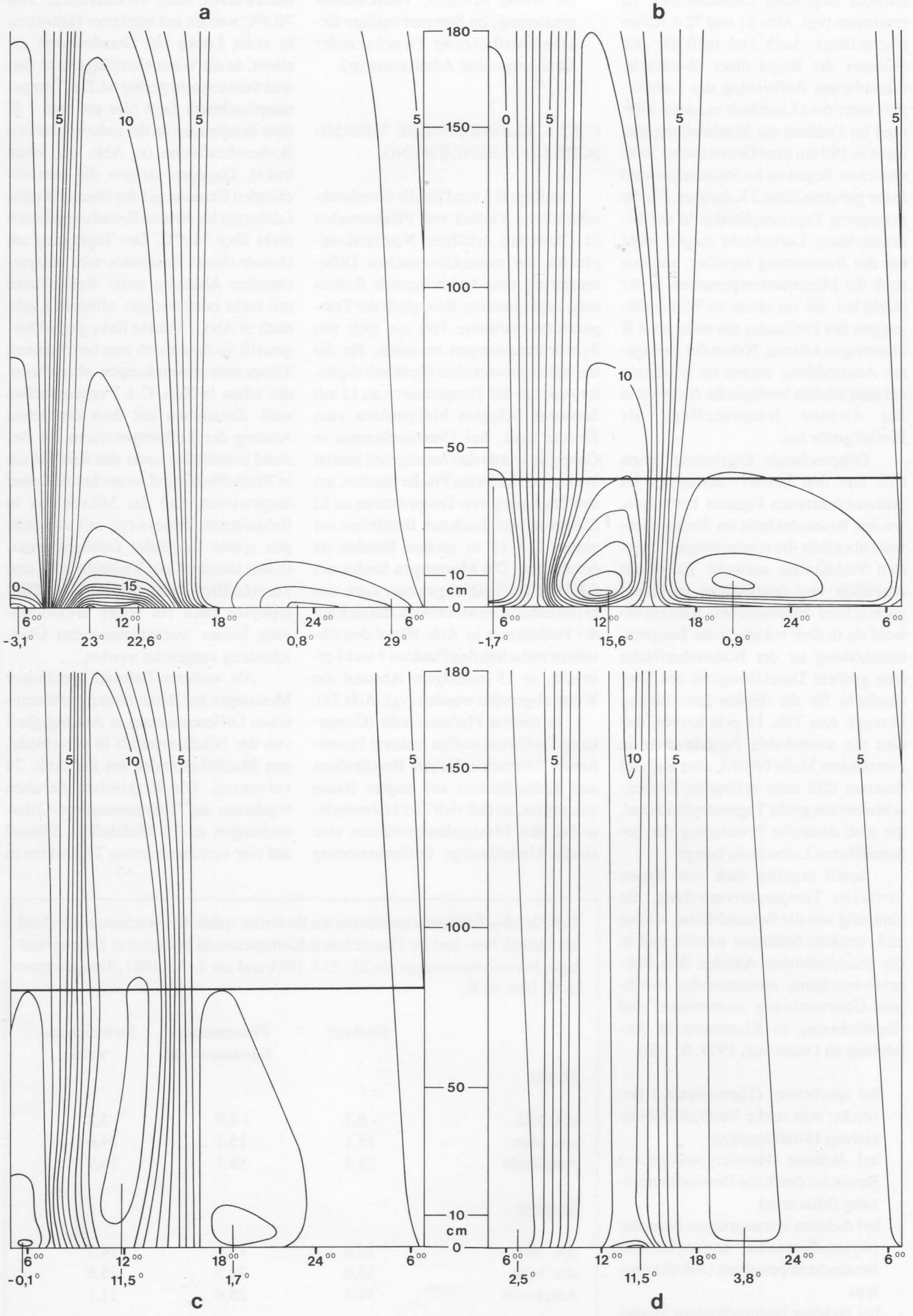


Abb. 72 — Temperaturschichtung in verschiedenen Bracheformationen in Corniglia (s. Text zu Abb. 71); Messungen am 9.-10.12.1980.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

darüber liegenden Luftschichten zu erwärmen (vgl. Abb. 71 und 72 d, früher Nachmittag). Auch hier trifft für den Sommer die Regel einer überdurchschnittlichen Aufheizung des Luftkörpers unter dem Laubdach zu; denn während im Freiland die Maximaltemperaturen in 180 cm über Grund knapp 30°C erreichen, liegen sie im Steineichenwald in der gleichen Höhe 2 K darüber. Für die geringeren Tagesamplituden in der bodennächsten Luftschicht tragen nicht nur die Beschattung tagsüber, sondern auch die Minimumtemperaturen in der Nacht bei, die vor allem im Winter diejenigen des Freilandes um mehr als 4 K übersteigen können. Neben der geringeren Ausstrahlung deuten sie wiederum auf eine erhöhte biologische Aktivität in der dichten Humusauflage als Einflußgröße hin.

Entsprechende Ergebnisse lassen sich von den Intensivmessungen im supramediterranen Pignone bestätigen, wo das Bestandsklima im Steineichenwald ebenfalls die relativ ausgeglichensten Verhältnisse aufweist. Es weicht erheblich von demjenigen in einem gemischten Flaumeichen-Kastanienwald ab, in dem vor allem die Temperaturerhöhung an der Bodenoberfläche eine größere Durchlässigkeit des Kronendachs für die direkte Einstrahlung bezeugt. Aus Tab. 18 geht hervor, daß dies die winterkahle Periode zwar in verstärktem Maße betrifft, aber auch im Sommer fällt trotz optimalen Kronenschlusses die große Tagesamplitude auf, die eine deutliche Erwärmung der bodennächsten Luftschicht belegt.

Somit ergeben sich vier Typen vertikaler Temperaturverteilung, die eindeutig von der Bestandshöhe, -dichte und -struktur bestimmt werden und in der anschließenden Abfolge dem Sukzessionsschema zunehmender Brachland-Überwachsung zuzuordnen sind (Bezeichnung in Klammern in Anlehnung an DIERSCHKE, 1974, S. 140):

- bei spärlichem (Therophyten-) Bewuchs: sehr starke Vertikaldifferenzierung (Strahlungstyp)
- bei dichtem (Hemikryptophyten-) Bewuchs: deutliche Bestandsaufheizung (Mischtyp)
- bei dichtem immergrünem Phanerophyten-Bewuchs: ausgeglichene Bestandstemperaturen (Advektionstyp)
- bei dichtem laubwerfendem Phanerophyten-Bewuchs (fast ausschließlich im supramediterranen Bereich): im Winter deutliche Vertikaldifferenzierung, im Sommer mäßige Bestandsaufheizung (wechselnder Strahlungs- und Advektionstyp).

C 1.2.3. KLEINRÄUMIGE THERMISCHE DIFFERENZIERUNG

In Kap. B 5 wird für die überdurchschnittliche Vielfalt von Pflanzenarten in Ökotopen erhöhter Nischenkomplexität der mikroklimatischen Differenzierung eine hervorragende Bedeutung zugesprochen. Bezüglich der Temperaturverhältnisse läßt sie sich mit Synchronmessungen ermitteln, für die ein selbst entwickeltes Gerät mit digitaler Anzeige der Temperaturen an 15 mit Sensoren belegten Meßpunkten zum Einsatz kam. Bei Untersuchungen in Corniglia wurde das Anzeigeteil zentral in einer terrassierten Fläche plaziert, um den Tagesgang von Temperaturen an 12 Stellen in verschiedenen Beständen auf einem 5 x 15 m großen Bereich zu empfangen. Die Messungen fanden am 6.8.1981 bei Strahlungswetter statt, wobei innerhalb des Meßfeldes, das sich auf der Profilskizze in Abb. 80 auf den Abschnitt zwischen den Punkten 1 und 4 erstreckt, in 15-minütigem Abstand die Werte abgerufen wurden (vgl. Abb.73).

In diesem Flurausschnitt (Gemarkung Tre Croce) treffen mehrere Formationen unterschiedlichen Brachealters und Kulturflächen auf engem Raum zusammen, so daß sich hier insbesondere bei den Maximaltemperaturen eine starke kleinräumige Differenzierung nachweisen läßt. Höchstwerte von 70,4°C werden auf trockener Halmstreu in einer Lücke mit Staudenrasen erreicht, da die Wärmeleitfähigkeit in diesem Substrat sehr gering ist. Das Temperaturmaximum liegt hier um fast 7 K über demjenigen an der unbewachsenen Bodenoberfläche (s. Abb. 73, oben links). Dagegen steigen die entsprechenden Extreme auf der überschatteten Laubstreu im dichten Brombeergebüsch nicht über 34,4°C. Der Tagesgang am Grunde dieses Bestandes wird entsprechenden Abläufen unter Rebkulturen mit mehr oder weniger offenem Laubdach in Abb. 73 unten links gegenübergestellt, in denen sich jene beachtlichen Temperaturschwankungen abzeichnen, die schon in Kap. C 1.1 angesprochen sind. Zusammen mit dem deutlichen Anstieg der Lufttemperaturen im Bestand unmittelbar unter den Rebblättern in 70 cm über Grund sei nochmals darauf hingewiesen, daß das Mikroklima in Rebkulturen keineswegs mit demjenigen später folgender Gebüschformationen identisch ist. Vielmehr wird nun verständlich, daß heliophile Therophyten auch bei voller Weinbelaubung keiner wuchshemmenden Überschattung ausgesetzt werden.

Als weiteres Beispiel synchroner Messungen zur Bestimmung der thermischen Differenzierung in Abhängigkeit von der Nischenvielfalt in verschiedenen Brachebeständen sei auf Abb. 74 verwiesen. Die Ergebnisse beruhen wiederum auf Thermosensoren-Untersuchungen an 15 Meßstellen, diesmal auf vier verschiedenenen Transekten in

Tabelle 18— Extremtemperaturen am Boden im spärlich bewachsenen Freiland, im Steineichen- und im Flaumeichen-Kastanienwald in Pignone. Datengrundlage: Intensivmessungen am 22.-23.1.1981 und am 2.-3.8.1981, Temperaturen in °C bzw. in K.

	Freiland	Flaumeichen-Kastanienwald	Steineichen-wald
Winter			
abs. Min.	- 6,3	- 4,0	- 2,3
abs. Max.	15,1	15,1	14,6
Amplitude	21,4	19,1	16,9
Sommer			
abs. Min.	10,6	15,1	14,5
abs. Max.	55,0	36,5	25,6
Amplitude	54,4	25,4	11,1

Courtesy of Editors

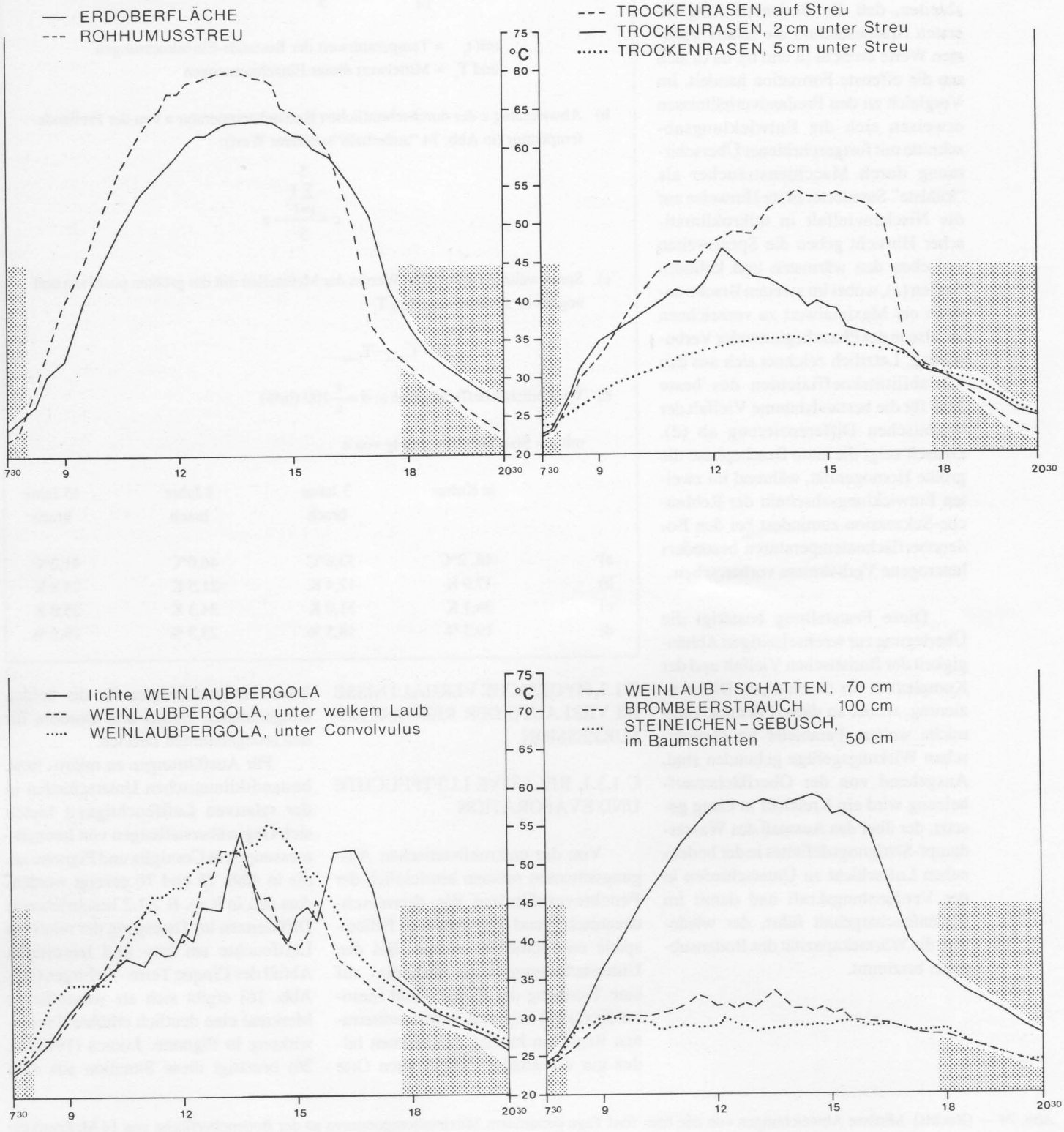


Abb. 73 — Tagesgänge von Synchronmessungen zur Bodenoberflächen-Temperatur und zur Lufttemperatur an 12 verschiedenen Stellen am 8.8.1981 in Corniglia. Halbstündige Messungen mit festliegenden Thermosensoren, die an einem zentral deponierten Anzeigegerät angeschlossen sind. Meßstellen im Bereich der Punkte A, B und C, s. Abb. 80. Punktierter Bereich vor Sonnenaufgang bzw. nach Sonnenuntergang.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Lingua auf Salina, die jeweils fünf Tage lang im Hochsommer der Erfassung von Bodenoberflächentemperaturen um 13^{30} Uhr dienten (Zeitpunkt maximaler Erhitzung im Juli/August). Eine tabellarische Zusammenstellung statistisch aufbereiteter Angaben zu den in Abb. 74 aufgeführten Werten erleichtert die Interpretation (Tab. 19).

Aus den Tabellenwerten läßt sich ableiten, daß die Bodenerhitzung im ersten Brachestadium die relativ höchsten Werte erreicht (a und b), da es sich um die offenste Formation handelt. Im Vergleich zu den Freilandverhältnissen erweisen sich die Entwicklungsabschnitte mit fortgeschrittener Überschirmung durch Macchiensträucher als "kühlste" Standorte. Erste Hinweise auf die Nischenvielfalt in mikroklimatischer Hinsicht geben die Spannweiten zwischen den wärmsten und kühlsten Stellen (c), wobei im zweiten Brachestadium ein Maximalwert zu verzeichnen ist, also in der Phase beginnender Verbuschung. Letztlich zeichnet sich aus den Variabilitätskoeffizienten das beste Maß für die bestandsinterne Vielfalt der thermischen Differenzierung ab (d). Danach zeigt die erste Brachephase die größte Homogenität, während im zweiten Entwicklungsabschnitt der Rebbrache-Sukzession zumindest bei den Bodenoberflächentemperaturen besonders heterogene Verhältnisse vorherrschen.

Diese Feststellung bestätigt die Überlegung zur wechselseitigen Abhängigkeit der floristischen Vielfalt und der Komplexität der thermischen Differenzierung, wobei an diese Faktoren zahlreiche weitere Parameter im ökologischen Wirkungsgefüge gebunden sind. Ausgehend von der Oberflächenaufheizung wird ein Kreislauf in Gang gesetzt, der über das Ausmaß des Wasserdampf-Sättigungsdefizites in der bodennahen Luftschicht zu Unterschieden in der Verdunstungskraft und damit im Bodenfeuchtegehalt führt, der wiederum die Wärmekapazität des Bodensubstrats bestimmt.

Tabelle 19 — $13h^{30}$-Bodenoberflächen-Temperaturen an 14 Meßstellen auf vier Transekten unterschiedlichen Brachealters in Lingua/ Salina.

a) Arithmetisches Mittel a der 14 Temperaturwerte der jeweils fünftägigen Meßphase (durchschnittl. Bodenoberflächentemp. im Bestand):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{14} T_i}{14}, \text{ für } T_i = \frac{\sum_{i=1}^{5} t_i}{5}$$

mit t_i = Temperaturwert der Bestands-Einzelmessungen
und T_i = Mittelwert dieser Einzelmessungen

b) Abweichung c der durchschnittlichen Bestandstemperatur a von der Freilandstemperatur (in Abb. 74 "außerhalb"= unterer Wert):

$$c = \frac{\sum_{i=1}^{5} f_i}{5} - a$$

c) Spannweite zwischen den Werten der Meßstellen mit der größten positiven und negativen Abweichung von T_i

$$b = T_{i\,max} - T_{i\,min}$$

d) Variabilitätskoeffizient von a: $d = \frac{s}{a} 100$ (in%)

mit s = Standardabweichung von a

	in Kultur	3 Jahre brach	8 Jahre brach	15 Jahre brach
a)	48, 2°C	53,6°C	46,0°C	41,0°C
b)	-17,9 K	-12,4 K	-21,5 K	-25,8 K
c)	24,1 K	31,0 K	34,3 K	25,8 K
d)	19,3 %	18,5 %	23,3 %	19,3 %

C 1.3. HYGRISCHE VERHÄLTNISSE IM VERLAUFE DER REBBRACHE-SUKZESSION

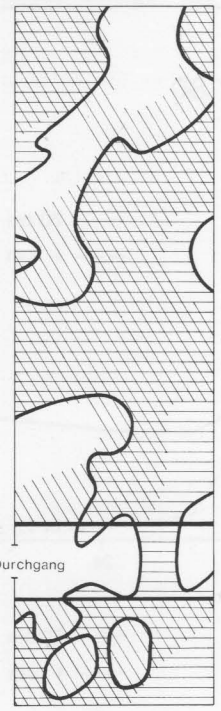
C 1.3.1. RELATIVE LUFTFEUCHTE UND EVAPORATION

Von der makroklimatischen Ausgangssituation müssen hinsichtlich der Feuchteverhältnisse die thermisch-ozeanischen und -kontinentalen Fallbeispiele unterschieden werden. Bei den Untersuchungsgebieten läuft dies auf eine Trennung der thermo- und mesomediterranen von den supramediterranen Regionen hinaus. Ausnahmen bilden nur die relativ kontinentalen Orte Instinción und Nemea für die beiden erstgenannten Zonen und Gordola für den letztgenannten Bereich.

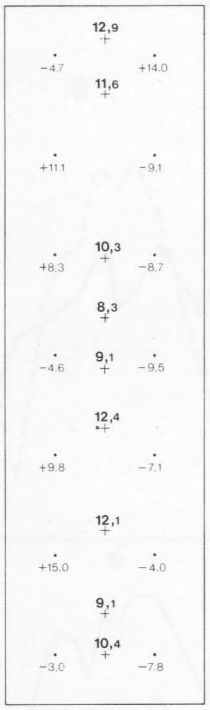
Für Ausführungen zu mikro- bzw. bestandsklimatischen Unterschieden in der relativen Luftfeuchtigkeit bieten sich Gegenüberstellungen von Intensivmessungen in Corniglia und Pignone an, die in Abb. 75 und 76 gezeigt werden. Aus den in Kap. B 2.1.2 beschriebenen Differenzen im Tagesgang der relativen Luftfeuchte am luv- und leeseitigen Abfall des Cinque Terre - Gebirges (vgl. Abb. 16) ergibt sich als wesentliches Merkmal eine deutlich erhöhte Taueinwirkung in Pignone. JAKUCS (1967, S. 26) bestätigt diese Situation aus dem

Abb. 74 — (Rechts) Mittlere Abweichungen von den über fünf Tage gemittelten Maximaltemperaturen an der Bodenoberfläche von 14 Meßpunkten (Thermosensoren-Messungen in Lingua) in vier verschiedenen Standorten bewirtschafteter bzw. brachliegender Rebkulturen. Die Aufrißskizzen jeweils links verdeutlichen den Überschirmungsgrad durch die vorherrschenden Pflanzen und beziehen sich auf die zugehörigen Meßtransekte rechts daneben. Abgesehen von den Temperaturabweichungen (statistische Berechnungen dazu s. Tab. 19) zeigen die Ziffern im Fettdruck die mittleren Verdunstungs-Tageswerte an (Picherohr-Messungen in ml, weißes Filterpapier 55 mm Ø, 5 cm über Boden). Messungen über unbewachsenem Grund außerhalb der Meßflächen sind für einen Vergleich hinzugefügt.

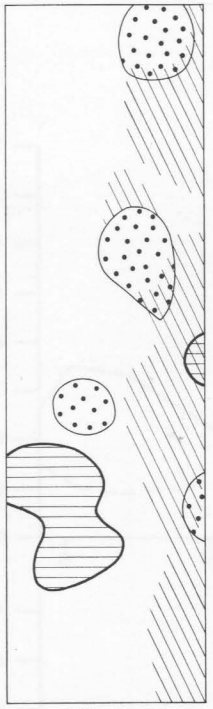
Courtesy of Editors



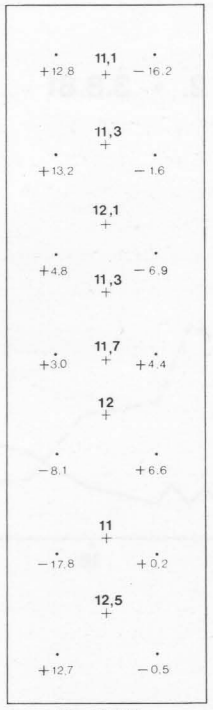
in Kultur



8.–12. 7. 82



3 Jahre brach

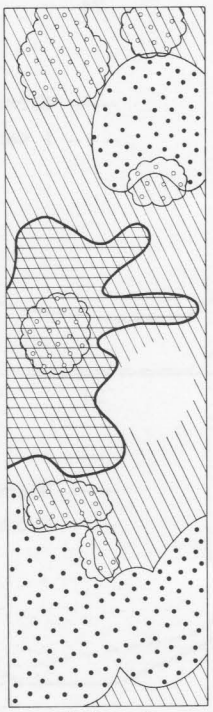


25. – 29.8.82

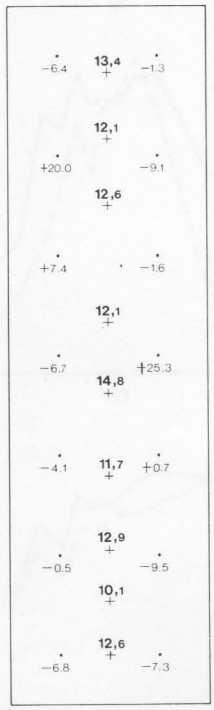
N

außerhalb: 18,0 ml, 66.1°

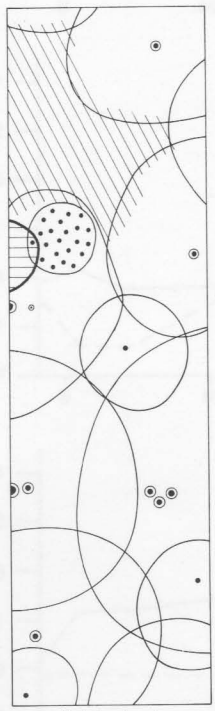
außerhalb: 16,4 ml, 66.0°



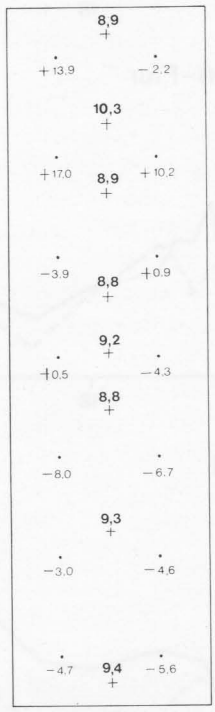
8 Jahre brach



13.–17. 8. 82



15 Jahre brach



19.–23.8.82

außerhalb: 16,2 ml, 67.5°

außerhalb: 15,8 ml, 66.2°

Wein

Wildkräuter, v.a. Gramineen und Leguminosen

Euphorbia terracina
Carlina corymbosa

Cupularia viscosa
Achillea ligustica

2 m

Spartium junceum mit Stamm

Verdunstungswerte in ml

Abweichung von der mittleren Maximaltemperatur des Freilandes in °C

Courtesy of Editors

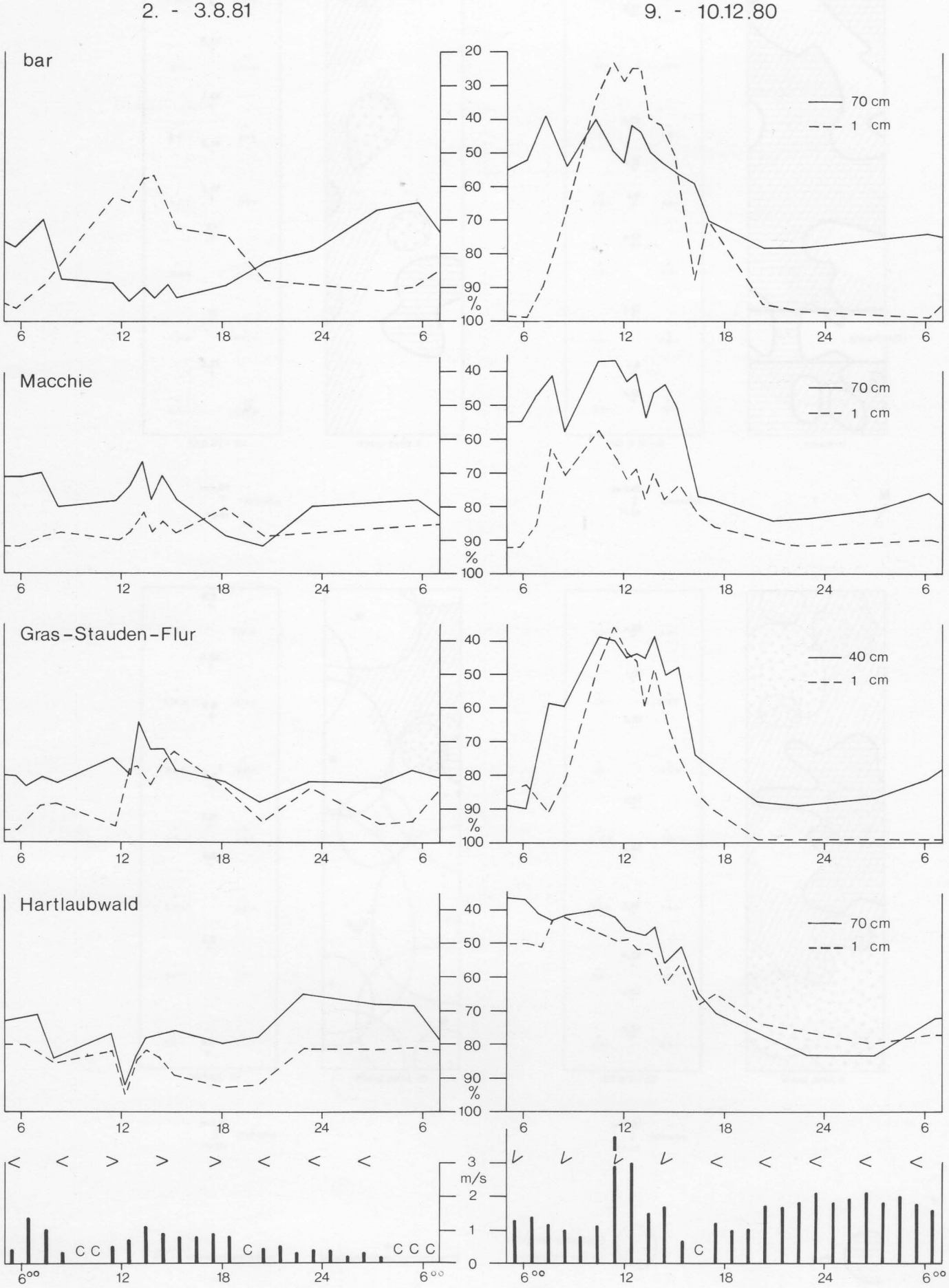


Abb. 75 — Tagesgänge der relativen Luftfeuchtigkeit unmittelbar über der Bodenoberfläche und in 70 cm Höhe bzw. an den Obergrenzen der Bestände (Macchie und Staudenrasen). Unten: Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Die Messungen wurden an den gleichen Tagen und Meßstellen der Erhebungen zur Temperaturschichtung in den Bracheformationen in Corniglia erhoben (vgl. Abb. 71 und 72).

Courtesy of Editors

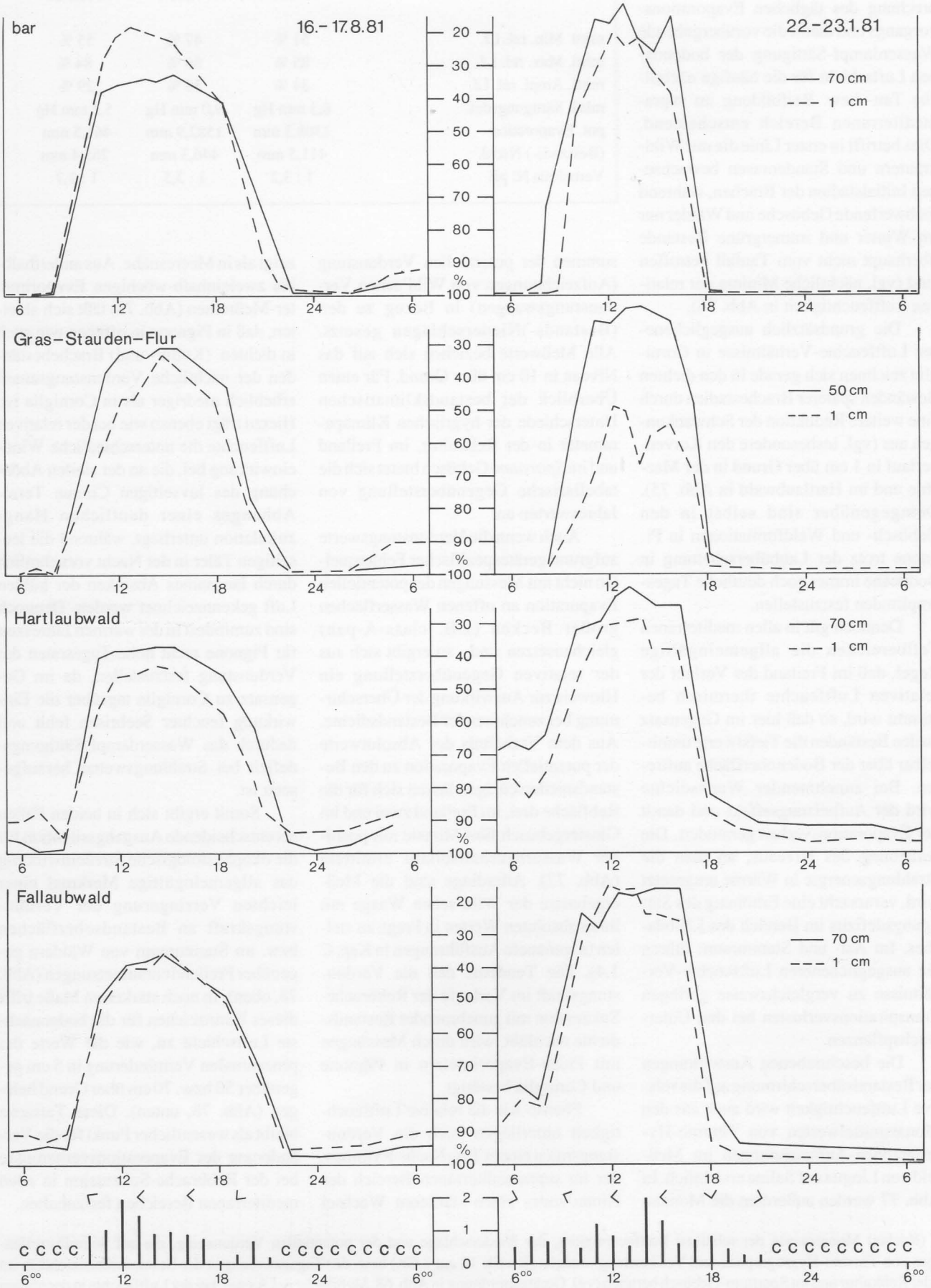


Abb. 76 — Tagesgänge der relativen Luftfeuchtigkeit in Pignone (vgl. Text zu Abb. 75).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Übergangsgebiet zwischen meso und supramediterraner Vegetation. Ebenso wie in Ligurien ist nach Auslegung seiner Erhebungen in Albanien die Unterbrechung des täglichen Evaporationsvorgangs und damit die vorübergehende Wasserdampf-Sättigung der bodennahen Luftschicht für die häufige nächtliche Tau- bzw. Reifbildung im supramediterranen Bereich entscheidend. Dies betrifft in erster Linie die mit Wildkräutern und Staudenrasen bewachsenen Initialstadien der Brachen, während laubwerfende Gebüsche und Wälder nur im Winter und immergrüne Bestände überhaupt nicht vom Taufall betroffen sind (vgl. nächtliche Minima der relativen Luftfeuchtigkeit in Abb. 76).

Die grundsätzlich ausgeglicheneren Luftfeuchte-Verhältnisse in Corniglia zeichnen sich gerade in den dichten Beständen späterer Brachestadien durch eine weitere Reduktion der Schwankungen aus (vgl. insbesondere den Kurvenverlauf in 1 cm über Grund in der Macchie und im Hartlaubwald in Abb. 75). Demgegenüber sind selbst in den Gebüsch- und Waldformationen in Pignone trotz der Laubüberschattung in Bodenähe immer noch deutliche Tagesamplituden festzustellen.

Dennoch gilt in allen mediterranen Teilbereichen die allgemeingültige Regel, daß im Freiland der Verlauf der relativen Luftfeuchte thermisch bestimmt wird, so daß hier im Gegensatz zu den Beständen die Tiefstwerte unmittelbar über der Bodenoberfläche auftreten. Bei zunehmender Wuchsdichte wird der Aufheizungseffekt und damit der Evaporationsverlust gemindert. Die Anhebung des Niveaus, an dem die Strahlungsenergie in Wärme umgesetzt wird, verursacht eine Erhöhung des Sättigungsdefizits im Bereich des Laubdaches. Im Ast- und Stammraum führen die ausgeglicheneren Luftfeuchte-Verhältnisse zu vergleichsweise geringen Transpirationsverlusten bei den Unterwuchspflanzen.

Die beschriebenen Auswirkungen der Bestandsüberschirmung auf die relative Luftfeuchtigkeit wird auch aus den Monatsmittelwerten von Thermo-Hygrographen-Aufzeichnungen im Meßfeld von Lingua auf Salina ersichtlich. In Abb. 77 werden außerdem die Monatssummen der potentiellen Verdunstung (Aufzeichnungen von Wild'schen Verdunstungswaagen) in Bezug zu den (Bestands-)Niederschlägen gesetzt. Alle Meßwerte beziehen sich auf das Niveau in 10 cm über Grund. Für einen Überblick der bestandsklimatischen Unterschiede der hygrischen Klimaparameter in der Rebkultur, im Freiland und im *Spartium*-Gebüsch bietet sich die tabellarische Gegenüberstellung von Jahreswerten an.

Tabelle 20 — Mikroklimatische Kennwerte des Wasserhaushaltes in drei Beständen auf Salina (Jahresmittel bzw. -summen der relativ zu trockenen Meßzeit vom 2.10.81-22.9.82; Geräteanordnung s. in Abb. 68)

	Wein	Freiland	Gebüsch
mittl. Min. rel. Lf.	51 %	47 %	55 %
mittl. Max. rel. Lf.	85 %	86 %	84 %
mittl. Ampl. rel. Lf.	34 %	39 %	29 %
mittl. Sättigungsdef.	6,3 mm Hg	9,0 mm Hg	5,2 mm Hg
pot. Evaporation	1308,3 mm	1582,9 mm	461,5 mm
(Bestands-) Nschl.	411,5 mm	446,3 mm	265,4 mm
Verhältnis N: pE	1 : 3,2	1 : 3,5	1 : 1,7

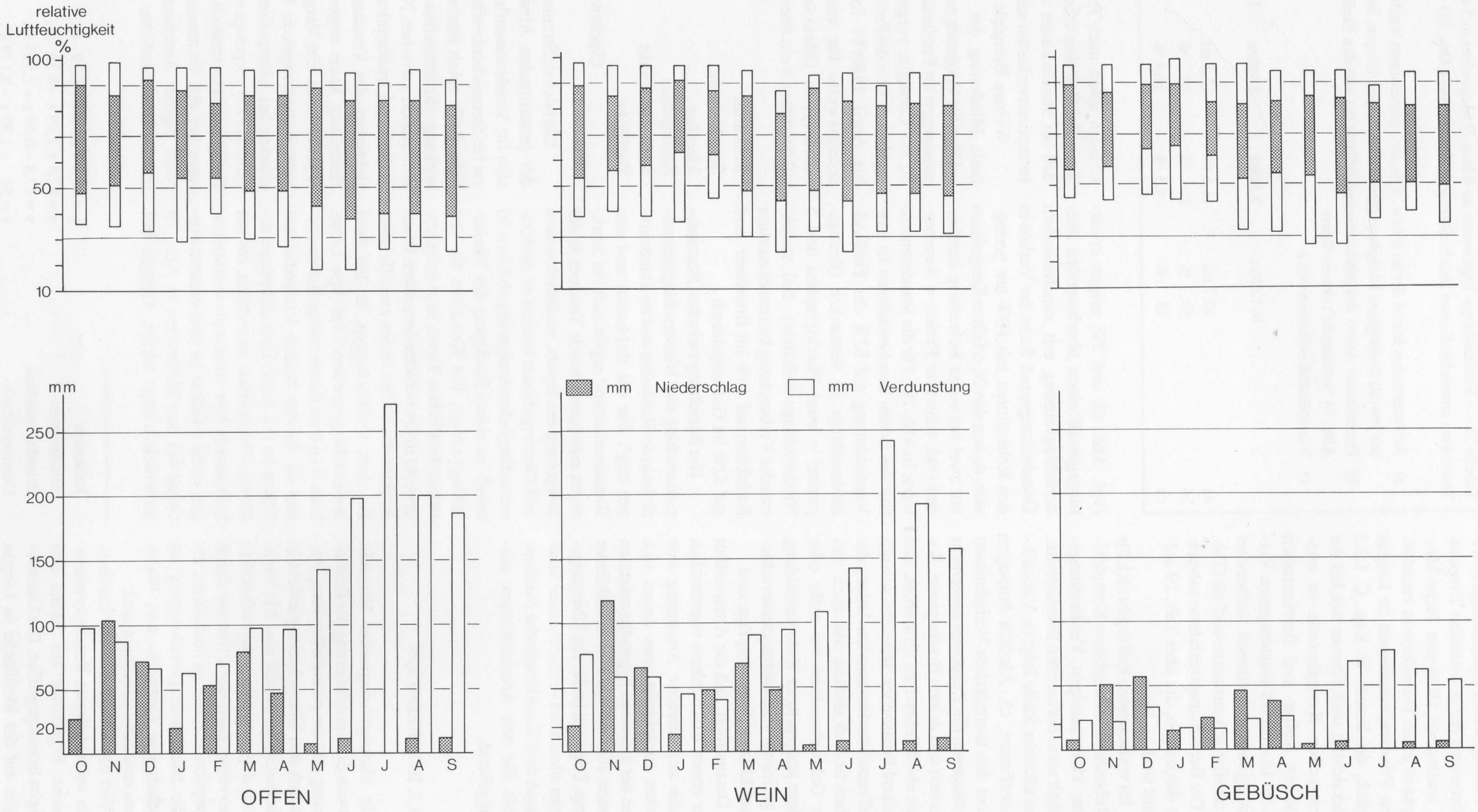
Auch wenn die Verdunstungswerte aufgrund gerätespezifischer Fehlerquellen nicht mit Messungen der potentiellen Evaporation an offenen Wasserflächen großer Becken (z.B. class-A-pan) gleichzusetzen sind, so ergibt sich aus der relativen Gegenüberstellung ein Hinweis zur Auswirkung der Überschirmung bei zunehmender Bestandsdichte. Aus dem Verhältnis der Absolutwerte der potentiellen Evaporation zu den Bestandsniederschlägen lassen sich für die Rebfläche drei, im Freiland zwei und im Ginstergebüsch fünf Monate mit positiver Wasserhaushaltsbilanz ermitteln (Abb. 77). Allerdings sind die Meßergebnisse der Wild'schen Waage mit ihren absoluten Werten in Frage zu stellen (s. genauere Ausführungen in Kap. C 1.4). Die Tendenz, daß die Verdunstungskraft im Verlaufe der Rebbrache-Sukzession mit zunehmender Bestandsdichte nachläßt, wird durch Messungen mit Piche-Evaporimetern in Pignone und Corniglia bestätigt.

Ebenso wie die relative Luftfeuchtigkeit unterliegen auch die Verdunstungsraten einem Tag-Nacht-Rythmus, der im supramediterranen Bereich des Hinterlandes einen stärkeren Wechsel zeigt als in Meeresnähe. Aus anderthalb- bis zweieinhalb-wöchigen Evaporimeter-Meßreihen (Abb. 78) läßt sich ableiten, daß in Pignone in offenen wie auch in dichten (Kultur- und) Brachebeständen der nächtliche Verdunstungsanteil erheblich niedriger als in Corniglia ist. Hierzu trägt ebenso wie bei der relativen Luftfeuchte die unterschiedliche Windeinwirkung bei, die an der steilen Abdachung des luvseitigen Cinque Terre-Abhanges einer deutlichen Hangzirkulation unterliegt, während die leeseitigen Täler in der Nacht vornehmlich durch langsames Absinken der kühlen Luft gekennzeichnet werden. Dennoch sind zumindest in der warmen Jahreszeit für Pignone recht hohe Tagesraten der Verdunstung festzustellen, da im Gegensatz zu Corniglia tagsüber die Einwirkung feuchter Seebrisen fehlt und dadurch das Wasserdampf-Sättigungsdefizit bei Strahlungswetter heraufgesetzt ist.

Somit ergibt sich in beiden Fällen als entscheidende Ausgangssituation für die ökophysiologische Streßeinwirkung das allgemeingültige Merkmal einer leichten Verringerung der Verdunstungskraft an Bestandsoberflächen bzw. im Stammraum von Wäldern gegenüber Freilandvoraussetzungen (Abb. 78, oben). In noch stärkerem Maße trifft dieses Kennzeichen für die bodennächste Luftschicht zu, wie die Werte der prozentualen Verminderung in 5 cm gegenüber 50 bzw. 70 cm über Grund belegen (Abb. 78, unten). Diese Tatsache bleibt als wesentlicher Punkt für die Veränderung der Evaporationsverhältnisse bei der Rebbrache-Sukzession in allen mediterranen Bereichen festzuhalten.

Abb. 77 — (Rechts) Monatswerte der relativen Luftfeuchtigkeit, der Niederschläge und der potentiellen Verdunstung, die auf Schreibstreifen-Auswertungen von Thermo-Hygrographen und Verdunstungswaagen (jeweils 10 cm ü.Gr.) bzw. der Tagesmessungen der Bestandsniederschläge im Freiland, in der Rebkultur und im Spartium-Gebüsch beruhen (vgl. Geräteanordnung in Abb. 68, Meßfläche in Lingua). bei der Luftfeuchte in der oberen Diagrammreihe sind die Spannweiten zwischen den mittleren (dunkler Bereich) und zwischen den absoluten Extremwerten (heller Bereich) eingezeichnet; bei den Niederschlägen (dunkle Säulen) und den Verdunstungswerten (helle Säulen) in der unteren Diagrammreihe sind die Monatssummen erfaßt.

Courtesy of Editors



Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Aussagen über kleinräumige Differenzierungen der potentiellen Evaporation werden mit Hilfe von Piche-Messungen in jenen Transekten in verschiedenen Pflanzenformationen in Lingua möglich, die bereits in Kap. C 1.2.3 berücksichtigt sind. Ebenso wie bei der thermischen Komplexität in ausgewählten Kultur- und Brachestadien sind die in Abb. 74 eingetragenen Verdunstungswerte statistisch aufbereitet und tabellarisch zusammengefaßt (Tab. 21). Die Berechnungsverfahren entsprechen denjenigen, die über Tab. 19 aufgeführt sind.

Tabelle 21 — Verdunstungs-Tageswerte an 8 bzw. 9 Meßstellen in 5 cm ü.Gr. auf vier Transekten unterschiedlichen Brachealters in Lingua/Salina (Abb. 74)

a) Arithmetisches Mittel der an 8 bzw. 9 Stellen gemessenen Verdunstungswerte der jeweils fünftägigen Meßphase (durchschnittl. pot. Evapor. im Bestand).
b) Prozentualer Anteil des arithmetischen Mittels (a) von den Freilandwerten (in Abb. 74 "außerhalb": oberer Wert)
c) Variabilitätskoeffizient von a

	in Kultur	3 Jahre	8 Jahre	15 Jahre brach
a)	10,7 ml	11,6 ml	12,5 ml	9,2 ml
b)	59 %	71 %	77 %	58 %
c)	15 %	4,3 %	10,4 %	5,4 %

Im vorliegenden Fall ergibt sich für die Rebkulturen eine größere Komplexität im kleinräumigen Verdunstungshaushalt als in der zweiten Brachephase, die an nächster Stelle folgt (s. Variabilitätskoeffizient, c). Ähnlich homogen wie bei den thermischen Verhältnissen sind hingegen die Evaporationswerte in der ersten und dritten Brachephase. Somit ist abschließend zu vermerken, daß in mikroklimatischer Hinsicht sowohl die offenen Staudenrasen am Anfang der Rebbrache-Sukzession als auch das frühe Gebüschstadium mit mehr oder weniger ausgeprägter Kolonienbildung von geringen Verdunstungsunterschieden auf kleinem Raum geprägt sind.

Daraus folgt, daß die Artenvielfalt in der ersten Brachephase vornehmlich auf die ungehinderte Ansamung von Pflanzen zurückgeht, von denen sich wegen der extremen hygro-thermischen Situation aber nur ein Teil zu etablieren vermag. Dagegen ist für das Übergangsstadium allmählich verbuschender Staudenrasen die mikroklimatische Nischenvielfalt für den Artenreichtum ausschlaggebend.

C 1.3.2. INTERZEPTION

In ökophysiologischer Hinsicht wirkt sich die Verminderung der Bodenerhitzung und der potentiellen Evaporation durch den Überschattungseffekt in Brachebeständen positiv aus. Als Nachteil ist dagegen die eingeschränkte Wasserversorgung der Pflanzen durch Interzeptionsverluste zu betrachten, die auf die Niederschlagsverdunstung im Laubdach von Gebüsch- und Waldformationen zurückzuführen sind.

Von den Messungen zur Interzeption in verschiedenen Bracheformationen seien Ergebnisse aus Salina und Corniglia herausgegriffen. Die Untersuchungen auf der Meßfläche in Lingua (vgl. Abb. 68 und 79) zeigen erwartungsgemäß einen abnehmenden Niederschlagseintrag mit zunehmendem Überdeckungsgrad. So ist der Verlust in den Rebkulturen mit 10% am geringsten, da von den 26 erfaßten Ereignissen nur zwei bei voller Belaubung stattfanden (vgl. schwarze Punkte = Sommerwerte in Abb. 79). Für die Staudenrasenflur des ersten Brachestadiums ist eine Verminderung auf 82% des Freilandniederschlags zu vermerken (Bezugspunkte = zwei Pluviographen und 5 Niederschlags-Behälter). Bei zunehmender Verbuschung kommt es zu einer Reduktion auf 46% im Brombeer- und auf 52% im Ginstergebüsch .

Die Beziehung zwischen Bestandsniederschlag und Niederschlagsintensität ist in der Rebkultur und im Staudenrasen eng[1]. Für die Rebkultur und den Brombeerbestand ergibt sich bei Starkregen eine zunehmende Tendenz in der Steigerung des Inputs, im Staudenrasen und Ginstergebüsch kommt es nach einer anfänglichen Steigerung ab 8 bzw 10 mm/h zu einem Rückgang des Niederschlageintrags. Ein Kriterium für den unterschiedlichen Trend liegt möglicherweise in der verschiedenartigen Blattstruktur, die in den ersten zwei Beispielen dem Vollflächentyp, in den zwei anderen hingegen dem Gras- bzw. Langblatt-Typ (mit Rutenzweigen) zuzuordnen ist. In den beiden letztgenannten Fällen ist bei Starkregen mit einem erhöhten Abrinneffekt zu rechnen, der mit herkömmlichen Interzeptionsmessungen nicht erfaßbar ist und dementsprechend bei den Meßwerten in Abb. 79 unberücksichtigt bleibt. Gerade bei Gräsern spielt nach PLOEY (1982) der Stengelabfluß eine erhebliche Rolle, so daß bei Staudenrasen von geringen Interzeptionsverlusten auszugehen ist.

Weitere Beispiele für die prozentuale Minderung der Bestandsniederschläge im Vergleich zu Pluviographenmessungen im Freiland werden in Abb. 80 aus Corniglia vorgestellt. Im Mittel ergeben sich für die Periode von Oktober bis April 1980/81 folgende Durchschnittswerte für verschiedene Bestandstypen (Messungen mit Plastikbehältern 5 cm über Grund):

Rebkultur	102%
Staudenrasen	73%
Macchie	36%
Saumgehölz	71%
Steineichenwald	40%
Barfläche	94%*

* (Spritzwasserverlust?)

Die höchste Streuung um das Mittel der prozentualen Abweichung ergibt sich für Staudenrasenfluren, die geringste für Steineichenbestände. Eine erhebliche Rolle spielt hierbei die Windeinwirkung (Schütteleffekt), so daß eine Korrelation zwischen Niederschlagsintensität und Interzeption ohne Berücksichtigung der Ventilation bei dichter Belaubung keine engen Koeffizienten ergeben kann. Ein Vergleich mit Interzeptionsmessungen in Steineichen-Beständen bei Montpellier, die von LOSSAINT (1973) vorgelegt werden, ergeben für Corniglia wesentlich höhere Verlustraten bei den Bestandsniederschlägen. Nach eigener Anschauung hängt dies mit der Bestandsdichte zusammen, die

[1] Rebkultur $y = 87{,}3 + 2{,}78\,x + 0{,}29\,x^2$, $r = 0{,}705$
Staudenrasen $y = 87{,}4 + 2{,}19\,x - 0{,}35\,x^2$, $r = 0{,}492$
Brombeergebüsch $y = 47{,}8 - 0{,}49\,x + 0{,}515\,x^2$, $r = 0{,}280$
Ginstergebüsch $y = 54 + 1{,}99\,x - 0{,}139\,x^2$, $r = 0{,}335$

Courtesy of Editors

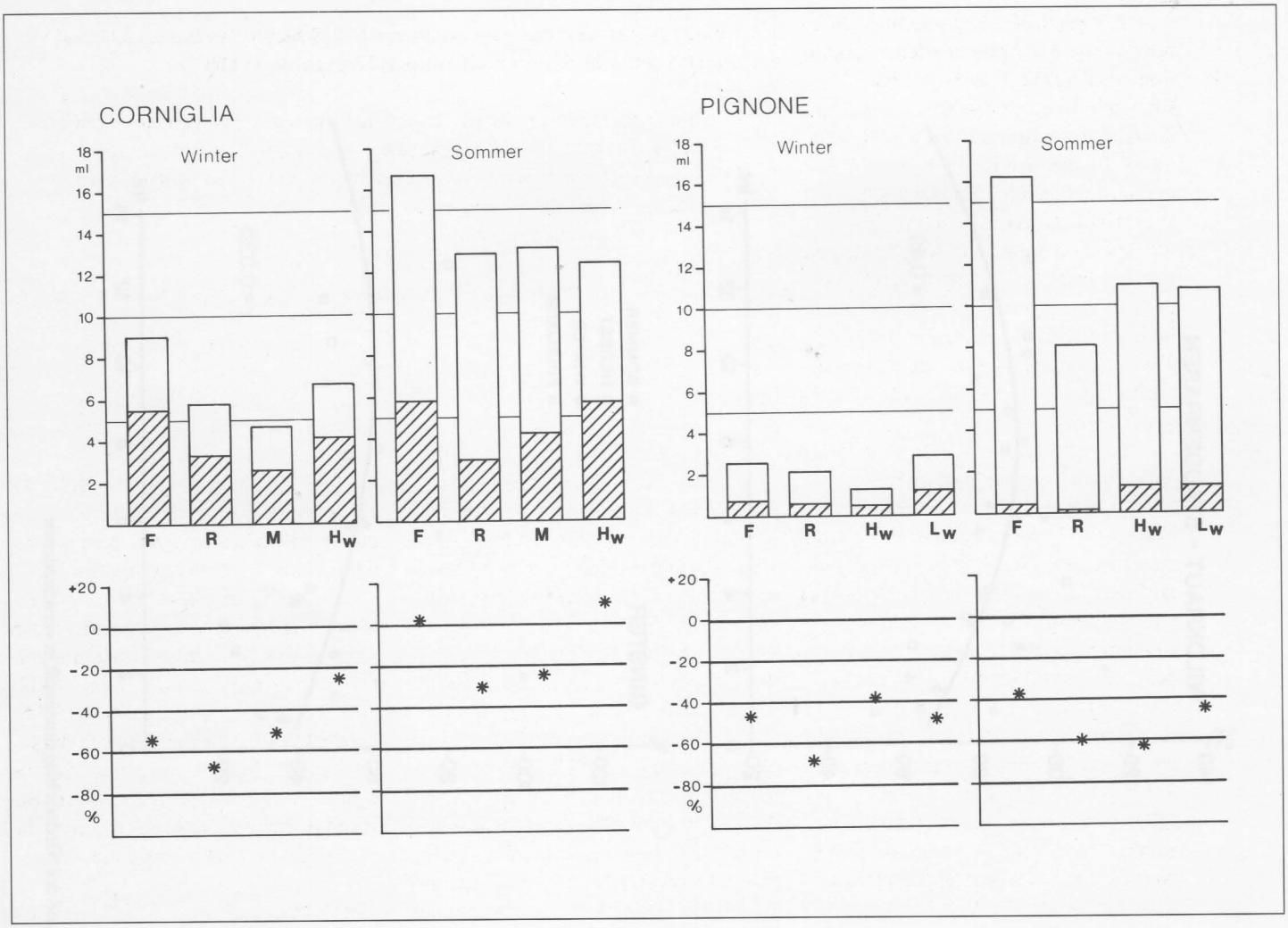


Abb. 78 — Arithmetisches Mittel von Piche-Evaporationsmessungen (ml/d) in verschiedenen Beständen in Corniglia und in Pignone. Meßperioden in Corniglia 9. -18.12.1980 und 28.12.1980 - 4.1.1981 sowie 27.7. - 6.8.1981; in Pignone: 15.-27.1.1981 sowie 7.-19.8.1981. Linierter Bereich = Anteil der nächtlichen Verdunstung. Oben: alle Messungen in 50 bzw. 70 cm ü. Gr.; unten: prozentuale Minderung in 5 cm ü. Gr. F = spärlich bewachsenes Freiland, R = dichter Staudenrasen (50 cm hoch), M = dichte Macchie (70 cm hoch), Hw = Steineichen-Hartlaubwald (10 m hoch), Lw = Flaumeichen-Kastanien-Falllaubwald (15 m hoch).

in Südligurien durchweg größer ist als im Herault.

Zusammen mit den Erhebungen zur Verdunstungsminderung in Bracheformationen erlauben die Untersuchungsergebnisse zu den Interzeptionsverlusten die Veränderung im Verhältnis zwischen potentieller Evaporation und Niederschlägen im Verlauf der Vegetationssequenzen genauer zu bestimmen (vgl. Kap. C 1.4).

C 1.4. BEURTEILUNG DES MIKROKLIMAS ALS ÖKOPHYSIOLOGISCHER STRESSFAKTOR IN VERSCHIEDENEN BRACHEPHASEN

Vom mikroklimatischen Faktorenkomplex wirken Kälte, Hitze und ein hohes Wasserdampf-Sättigungsdefizit der Luft als entscheidende ökophysiologische Stressoren. Die Tatsache, daß im Mittelmeergebiet die Perioden erhöhter Einstrahlung und Trockenheit zusammenfallen, hat in bezug auf den Pflanzenwuchs die Unterteilung in eine relativ günstige und eine ungünstige Jahreszeit zur Folge. Limitierende Auswirkungen durch Überhitzung und hohe potentielle Evaporation lassen sich für alle drei mediterranen Teilräume belegen, wenngleich beide Faktoren eine Grundlage für die graduelle Differenzierung bilden.

Das gleiche betrifft die Kälteeinwirkung, die jedoch einzig im supramediterranen Bereich regelmäßig von einschneidender Bedeutung ist. Nur hier kommt es zur Frosttrocknis, die sich zwar auf die Kormusabschnitte in der obersten Bodenschicht und der bodennächsten Luftschicht beschränkt, aber dennoch alljährlich zum Absterben einer Therophyten-Generation führt und so das Initialstadium der Rebbrache-Sukzession prägt. Im mesomediterranen Bereich spielt der Frost nur episodisch eine entscheidende Rolle, wenn außergewöhnliche Kälteeinbrüche zum Erfrieren führen (z.B. Absterben geschlossener Agrumenkulturen im gesamten westlichen und zentralen Mittelmeerraum im extrem kalten Winter 1984/85). Im thermomediterranen Bereich beschränkt sich der Kältestreß weitgehend auf Unterkühlungserscheinungen, die bereits bei Temperaturen um 0°C auftreten können und auf Störungen in der Hydratur der Pflanzen zurückgehen. Aus Tab. 22 wird ersichtlich, daß im Verlauf der mediterranen Rebbrache-Sukzession die Gefährdung der Pflanzen durch Bodenfröste im Kulturstadium und im ersten Brachestadium relativ am höchsten sind.

Da im Initialstadium der sekundären Vegetationsentwicklung auch bei der Oberflächenaufheizung extreme

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

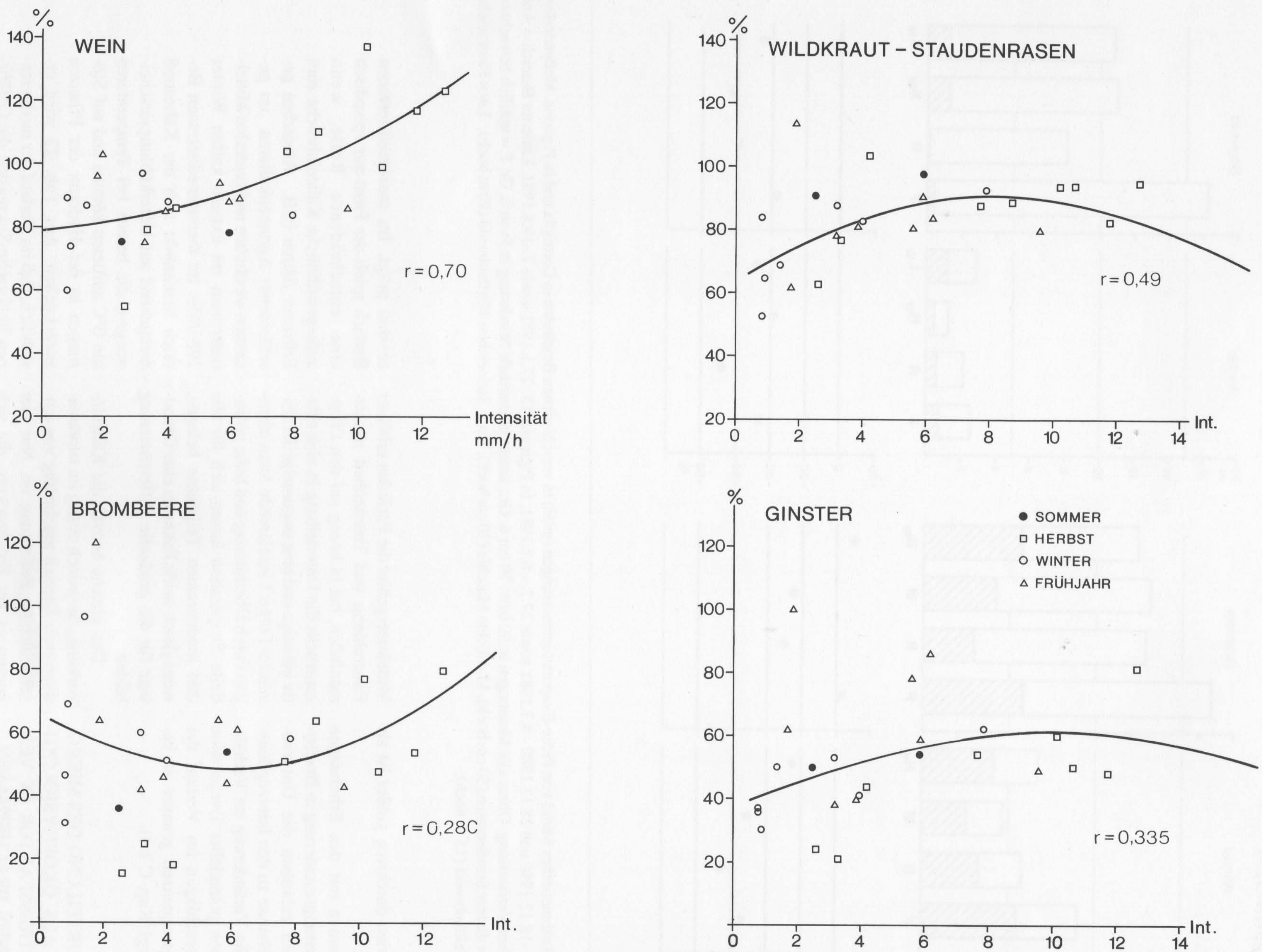


Abb. 79 — Beziehungen zwischen prozentualem Anteil der Bestands- an den Freiland-Niederschlägen und der Niederschlagsintensität in verschiedenen Beständen in Lingua.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

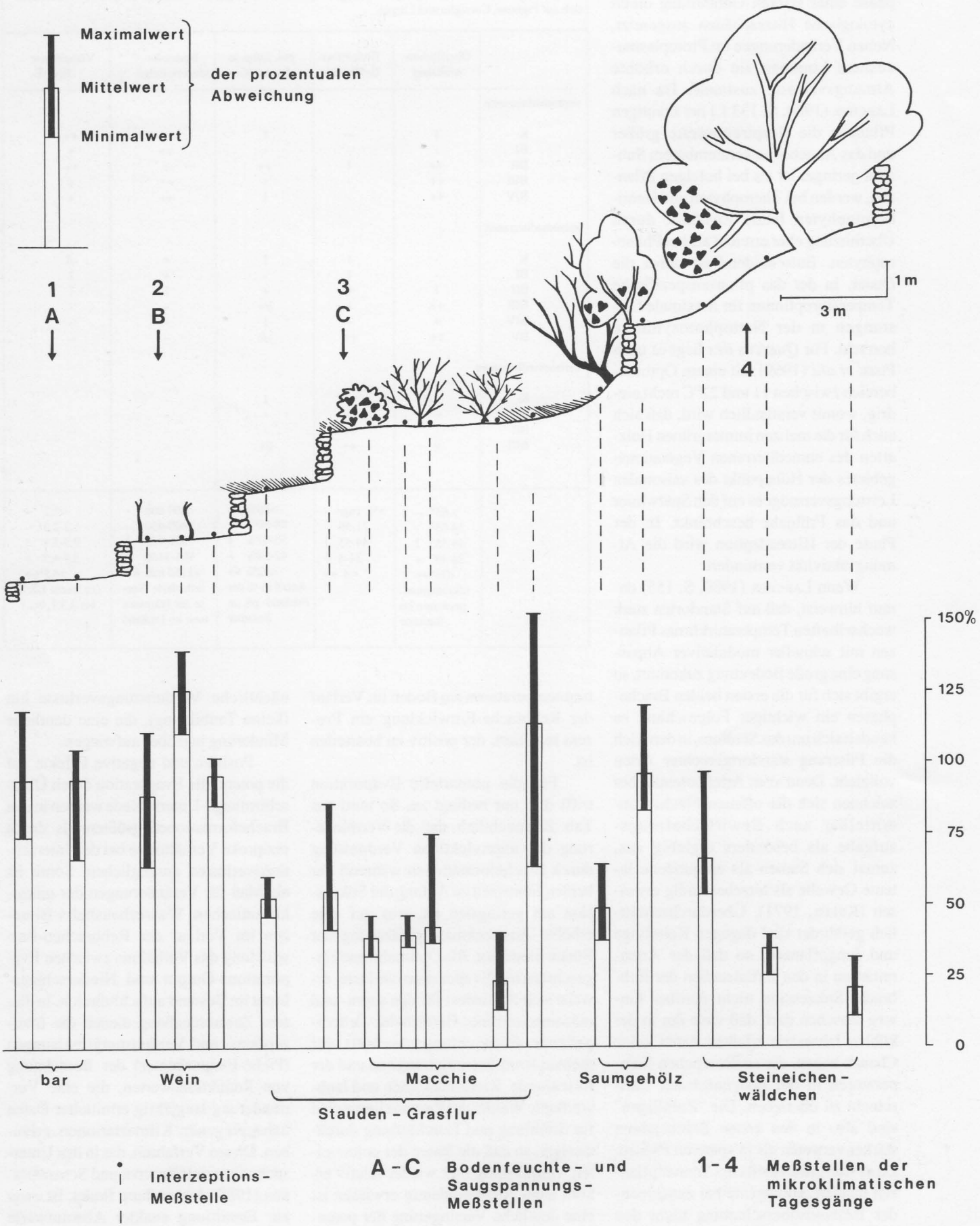


Abb. 80 — Prozentuale Abweichungen der Bestandsniederschläge vom arithmetischen Mittel der Freiland-Werte des Winterhalbjahres 1980/81 in verschiedenen Planzenbeständen von Corniglia (17 Ereignisse). - Die Meßstellen 1-4 beziehen sich auf die Ergebnisse der Intensivmessungen in Abb. 71, 72 und 75, die Meßstellen A - C auf die Bodenfeuchte-Ergebnisse in Abb. 83.

Courtesy of Editors

Tabelle 22 — Beurteilung von mikroklimatischen Faktoren im Verlauf der Rebbrache-Sukzession. Die Brachestadien entsprechen der neu festgelegten Abfolge auf pflanzensoziologischer Grundlage (Kap. B 6) und beziehen sich auf Pignone, Corniglia und Lingua.

	Oberflächen-erhitzung	Bodenfrost-Gefährdung	pot. Evap. in 5 cm ü. Gr.	Bestands-niederschläge	Verhältnisse BN:pE
supramediterranen					
K	I	--	I	++	++
BI	-	--	-	++	+
BII	++	I	++	+	++
BIII	++	-	+	++	+
BIV	++	-	I	++	+
mesomediterranen					
K	-	I	I	+	-/I
BI	-	I	-	+	I
BII	I	+	+	I	I
BIII	++	+	I/+	-	-
BIV	+	+	I	-	--
BV	++	++	-/I	--	--
thermomediterranen					
K	-	+	I	-	-
BI	--	+	-	-	-
BII	-	++	-	--	--
BIII	+	++	I/+	--	--
	> 65° -- 54-65° - 44-55° I 34-45° + <34°++ Maximaltemperaturen im Sommer	>55 Tage - 21-55 - 44-55 I 34-4 + <3 ++	>80% - 68-80% - 55-67% I 42-54% + <42% ++ Antail in % der Freiland- pE im Sommer	<400 mm - 400-650 -- 651-900 I 901-1150 + >1150 mm ++ reduzierte Werte der Jahresum men im Freiland	<1,2 - 1,2-2,3 -- 2,3-3,4 I 3,4-4,5 + >4,5 ++ (zu lesen: 1,2:1 bis 2,3:1, etc.)

Temperaturen erreicht werden (Tab. 22), sind Pflanzen in der offenen Brachephase einer starken Gefährdung durch cytologische Hitzeschäden ausgesetzt. Neben Veränderungen im Protoplasmazustand kommen sie durch erhöhte Atmungsverluste zustande. Da nach LARCHER (1980, S. 133 f.) bei krautigen Pflanzen die Respirationsrate größer und das Angebot an veratembarem Substrat geringer ist als bei holzigen Pflanzen, werden bei Therophyten und Hemikryptophyten letale Zustände durch Überhitzung eher erreicht als bei Phanerophyten. Entscheidend ist dabei die Dauer, in der das pflanzenspezifische Temperaturoptimum für maximale Leistungen in der Nettophotosynthese herrscht. Für *Quercus ilex* liegt es nach PISEK *et alii* (1969) mit einem Optimalbereich zwischen 11 und 22°C recht niedrig, womit verständlich wird, daß sich auch für die meisten immergrünen Holzarten des eumediterranen Vegetationsgebietes der Höhepunkt des saisonalen Leistungsvermögens auf den Spätwinter und das Frühjahr beschränkt. In der Phase der Hitzeadaption wird die Atmungsaktivität vermindert.

Wenn LARCHER (1980, S. 155) darauf hinweist, daß auf Standorten stark wechselhaften Temperaturklimas Pflanzen mit schneller modulativer Anpassung eine große Bedeutung zukommt, so ergibt sich für die ersten beiden Brachephasen ein wichtiger Folgeschluß: es handelt sich um das Stadium, in dem sich die Filterung standortgerechter Arten vollzieht. Denn vom Artenpotential her zeichnen sich die offenen Flächen unmittelbar nach Bewirtschaftungsaufgabe als besonders ergiebig aus, zumal sich Samen als entquollene latente Gewebe als hitzebeständig erweisen (KREEB, 1971). Überdurchschnittlich gefährdet sind dagegen Keimlinge und Jungpflanzen, so daß der Artenreichtum in den Initialstadien der Rebbrache-Sukzession nicht darüber hinweg täuschen darf, daß viele der in der kühlen Jahreszeit erfaßten Arten keine Chance haben, die sommerlichen Temperaturen in der bodennächsten Luftschicht zu überleben. Die "Zufälligen" sind also in den ersten Brachejahren stärker vertreten als in späteren Phasen. Da es sich größtenteils um Sonnenpflanzen handelt, können sie bei zunehmender Bestandsüberschattung nicht den damit einhergehenden abkühlenden Effekt wahrnehmen. Dennoch bleibt festzuhalten, daß in ökophysiologischer Hinsicht aus der Verminderung der Extremtemperaturen am Boden im Verlauf der Rebbrache-Entwicklung ein Prozess resultiert, der positiv zu beurteilen ist.

Für die potentielle Evaporation trifft dies nur bedingt zu. So wird aus Tab. 22 ersichtlich, daß die Verminderung der unproduktiven Verdunstung durch Bracheformationen während der heißen Jahreszeit zu Anfang der Sukzession am geringsten ist, was auf eine erhöhte Austrocknungsgefährdung der Böden hindeutet. Als Optimalphase eingeschränkter Evaporationsverluste erweist sich zumindest für den supra- und mesomediterranen Bereich der vorübergehende Entwicklungsabschnitt der dichten Brombeerpolykormone und der Rasenherde. Kiefernbestände und laubwerfende Wälder der Pseudoklimax sind für Strahlung und Durchlüftung durchlässiger, so daß die Raten der potentiellen Verdunstung hier wieder relativ erhöht sind. Nicht eindeutig erwiesen ist eine deutliche Verringerung der potentiellen Evaporation für immergrüne Baum- und Strauchbestände. Messungen mit Piche-Evaporimetern im Steineichenwald von Corniglia deuten auf nächtliche Verdunstungsverluste hin (keine Taubildung), die eine deutliche Minderung tagsüber aufwiegen.

Positive und negative Effekte auf die potentielle Evaporation durch Überschirmungs-Unterschiede werden in den Bracheformationen größtenteils durch reziproke Verhältnisse bei den Interzeptionsverlusten ausgeglichen. Somit ist als Maß für Veränderungen der mikroklimatischen Wasserhaushalts-Bilanzen im Verlauf der Rebbrachen-Entwicklung das Verhältnis zwischen Evaporations-Output und Niederschlags-Input im Bestand aufschlußreich. In diesem Zusammenhang dienen die Interzeptions- und Verdunstungsmessungen (Piche-Evaporimeter) der Berechnung von Reduktionswerten, die eine Verminderung langjährig ermittelter Daten nahegelegener Klimastationen erlauben. Dieses Verfahren, das in den Untersuchungen von RICHTER und SCHMIEDEKKEN (1985) Anwendung findet, ist zwar zur Ermittlung exakter Absolutwerte noch nicht genügend durch experimentelle Versuche abgesichert. Für relative Beurteilungen auf Grundlage der Bildung von Verhältnis-Gruppen

Courtesy of Editors

sind dennoch aussagekräftige Ergebnisse zu erwarten. Als Bezug für die reduzierten Werte werden in Tab. 22 für das Fallbeispiel Pignone die durchschnittlichen Jahressummen von Ricco del Golfo bzw. Sta. Margherita, für Corniglia diejenigen von Levanto und für Salina diejenigen von Stromboli herangezogen. Die Berechnung der pot. Evaporation erfolgte nach dem durch SCHMIEDEKKEN (1978) veränderten Verfahren von PAPADAKIS (1965, s. Kap. A 4).

Aus Abb. 81 geht hervor, daß sich das Verhältnis von Niederschlag zur Verdunstungskraft in bezug auf die mittleren Jahresbilanzen des klimatischen Wasserhaushalts in den Rebbrache-Formationen zunehmenden Alters in Corniglia sehr stark, in Salina deutlich und in Pignone nur geringfügig verschlechtert. Diese Tendenz widerspricht zumindest für das thermomediterrane Fallbeispiel den in Tab. 20 (unten) aufgeführten Angaben, die auf Evaporationsmessungen mit der Wild'schen Waage beruhen. Darüber hinaus ist festzustellen, daß die nach der Berechnungsmethode erhobenen Werte mit Ausnahme des zweiten Brachestadiums und der Pseudoklimax in Salina für alle übrigen Stadien in den drei mediterranen Sukzessionsreihen auf Jahresebene eine positive Wasserhaushaltsbilanz aufweisen. Die günstigsten Verhältnisse liegen jeweils in den Kulturstadien vor.

Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß in den Rebflächen die fehlende Belaubung im Winter eine ungehinderte Niederschlagseingabe erlaubt, während in der regenarmen warmen Jahreszeit die Überschirmung des Blätterdachs eine deutliche Verringerung der potentiellen Evaporation verursacht (s. Tab. 21, b). In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß der im August in den Weinkulturen ermittelte Minderbetrag von 54% im Vergleich zu den Freilandwerten auf Meßbasis von Piche-Evaporimetern und Berücksichtigung der verminderten Einstrahlung bzw. Bestandserhitzung und der eingeschränkten Ventilation realistischer ist als der mit Verdunstungswaagen ermittelte Analogwert von 94% (Abb. 77). Aus diesem Grund ist davon auszugehen, daß die berechneten Verhältnisse von Bestandsniederschlag zu potentieller Evaporation in Abb. 81 den tatsächlichen Gegebenheiten eher entsprechen als die gemessenen Relationen in Tab. 20.

Nochmals ist zu betonen, daß es sich um eine (mikro-)klimatische Bilanzierung handelt. Erst unter Berücksichtigung der bodenstrukturellen und pflanzenökologischen Merkmale zerden Aussagen der Wasserhaushalts-Veränderung in verschiedenen Bracheformationen möglich (Kap. C 2.4).

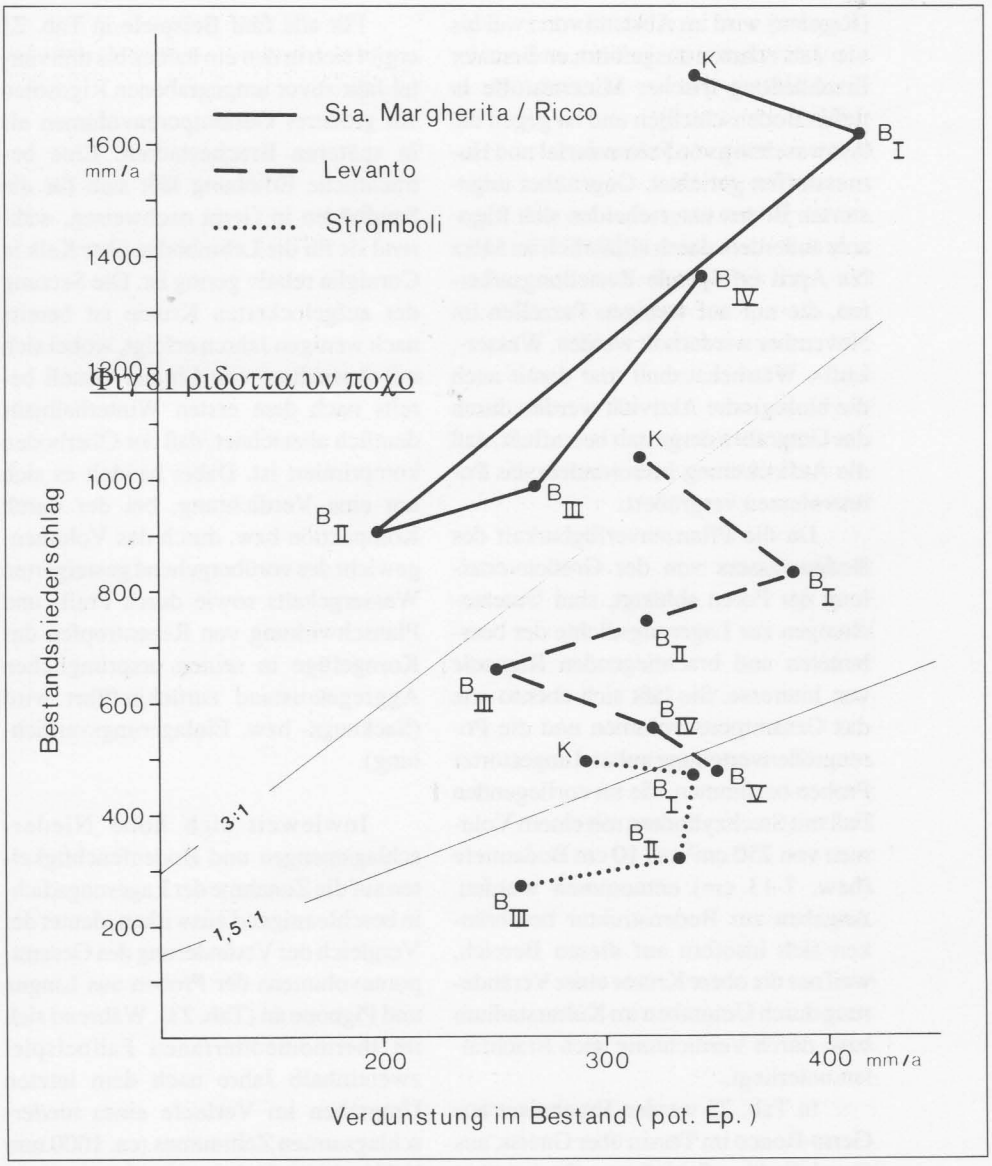


Abb. 81 — Veränderung der Ratio Niedersschlag zu Verdunstung unter Berücksichtigung des Formationswandels in Rebbrachesukzessionen von Pignone, Corniglia und Lingua. Grundlage für die potentielle Evaporation: reduzierte Werte der nach Papadakis berechneten Freiland-Verdunstung in S. Margherita, Levanto und Stromboli; Grundlage für die Bestandsniederschläge: reduzierte Niederschläge in Ricco del Golfo, Levanto und Stromboli (jeweils zehnjähriges Mittel). Bestandsklimatische Jahreswerte auf 5 cm über Grund bezogen. Die Brachestadien entsprechen den neu festgelegten Phasen auf pflanzensoziologischer Grundlage (Kap. B 6).

C 2 VERÄNDERUNGEN IM BODENWASSERHAUSHALT

C 2.1. BODENSTRUKTURELLE MERKMALE IN VERSCHIEDENEN BRACHESTADIEN

Wassergehalt und -verfügbarkeit in Weinbergböden werden in erster Linie von der Korngrößenzusammensetzung bestimmt, die vom Ausgangsgestein und den Verwitterungsbedingungen im jeweiligen Anbaugebiet vorgegeben ist. Im Gegensatz zu natürlich gewachsenen Böden wird die Ausbildung von Humushorizonten durch episodische Eingriffe in Form tiefgreifender Umschichtungen unterbunden. Dieser Arbeitsvorgang

(Rigolen) wird im Abstand von zwei bis vier Jahrzehnten ausgeführt; er dient der Erschließung frischer Mineralstoffe in tiefen Bodenschichten und ist gegen die Auswaschung von Feinmaterial und Humusstoffen gerichtet. Gegenüber ungestörten Böden unterscheiden sich Rigosole außerdem durch alljährlich im März bis April erfolgende Bestellungsarbeiten, die nur auf wenigen Parzellen im November wiederholt werden. Wasser-, Luft-, Wärmehaushalt und damit auch die biologische Aktivität werden durch das Umgraben dergestalt beeinflußt, daß die Auflockerung insbesondere das Porenvolumen vergrößert.

Da die Pflanzenverfügbarkeit des Bodenwassers von der Größenverteilung der Poren abhängt, sind Untersuchungen zur Lagerungsdichte der bearbeiteten und brachliegenden Rigosole von Interesse. Sie läßt sich ebenso wie das Gesamtporenvolumen und die Porengrößenverteilung anhand ungestörter Proben bestimmen, die im vorliegenden Fall mit Stechzylindern mit einem Volumen von 250 cm^3 aus 10 cm Bodentiefe (bzw. 7-13 cm) entnommen wurden. Angaben zur Bodenstruktur beschränken sich insofern auf diesen Bereich, weil nur die obere Krume einer Veränderung durch Umgraben im Kulturstadium bzw. durch Verdichtung nach Brachfallen unterliegt.

In Tab. 23 werden Ergebnisse aus Gerra-Ronco im Tessin über Gneiss, aus Corniglia über Schieferton (3) und über Kalk-Mergel (5), aus Pignone über ophiolithischem Verwitterungsmaterial und aus Lingua über andesitischem Pyroklastika-Kolluvium zusammengefaßt. Es handelt sich dabei um Mittelwerte von jeweils fünf Stechzylinderproben aus Standorten verschiedener Brachestadien (Gerra, Pignone, Corniglia-Kalkböden); in Lingua und in Corniglia (Schiefertonböden) wurden wegen des hohen Steingehalts und der dadurch erhöhten Verfälschung jeweils acht Proben entnommen. Für die Bestimmung der Porengrößenverteilung stand ein Membran-Drucktopf für das überdruckverfahren zur Verfügung. Die Porenraumgliederung bleibt auf den Bereich zwischen pF 2,5 und 4,2 beschränkt, so daß keine Unterteilung in schnell dränende Grobporen und langsam dränende Mittelporen getroffen werden kann. Hinweise auf die untere Saugspannungsgrenze der nutzbaren Feldkapazität ergeben sich allerdings aus Tensiometermessungen in Corniglia und Lingua (vgl. Kap. C 2.3).

Für alle fünf Beispiele in Tab. 23 ergibt sich in den ein halbes bis dreiviertel Jahr zuvor umgegrabenen Rigosolen ein größeres Gesamtporenvolumen als in späteren Brachestadien. Eine beträchtliche Erhöhung läßt sich für die Sandböden in Gerra nachweisen, während sie für die Lehmböden über Kalk in Corniglia relativ gering ist. Die Setzung der aufgelockerten Krume ist bereits nach wenigen Jahren erfolgt, wobei sich mit Ausnahme von Lingua visuell bereits nach dem ersten Winterhalbjahr deutlich abzeichnet, daß der Oberboden komprimiert ist. Dabei handelt es sich um eine Verdichtung, bei der durch Kompaktion bzw. durch das Volumengewicht des vorübergehend gesteigerten Wassergehalts sowie durch Prall- und Planschwirkung von Regentropfen das Korngefüge in seinen ursprünglichen Aggregatzustand zurückgeführt wird (Sackungs- bzw. Einlagerungsverdichtung).

Inwieweit sich hohe Niederschlagsmengen und Bodenfeuchtigkeiten auf die Zunahme der Lagerungsdichte beschleunigend auswirken, deutet der Vergleich der Veränderung des Gesamtporenvolumens der Proben aus Lingua und Pignone an (Tab. 23). Während sich im thermomediterranen Fallbeispiel zweieinhalb Jahre nach dem letzten Umgraben im Verlaufe eines niederschlagsarmen Zeitraumes (ca. 1000 mm N/$2^1/_2$ a) das Volumengewicht nur unwesentlich vergrößert hat, läßt der Vergleich der Proben aus verschiedenen Stadien im supramediterranen Fallbeispiel die Schlußfolgerung zu, daß sich bereits nach einem Jahr (ca. 1300 mm N/1 a) eine deutliche Verringerung des Gesamtporenvolumens eingestellt hat. Die Verhältnisse im niederschlagsreichen Tessin sind mit denen in Pignone vergleichbar, so daß eine Beeinflussung durch Unterschiede in den Korngrößenverteilungen gegenüber dem Niederschlagsfaktor von untergeordneter Bedeutung für die beschleunigte Verdichtung ist.

Mit der Komprimierung geht eine Verschiebung im Porengrößen-Verhältnis einher, wobei es mit Ausnahme von Gerra zu einer Verringerung des grob- und mittelporigen Anteils kommt. Daraus erfolgt eine leichte bis deutliche Einschränkung jenes Intergranularraumes, durch den insbesondere die Bodendurchlüftung geregelt wird und der dem Durchfluß des schnell und langsam dränenden Sickerwassers dient. Bei gleichzeitiger Verringerung des Gesamtporenvolumens beinhaltet die relative Erhöhung des Fein- und Feinstporenanteils einen annähernd gleichbleibenden Gehalt an Haft- und Totwasser, so daß insgesamt die Aufgabe der Bodenbearbeitung mit einer leichten Einengung des Makroporenbereichs die nutzbare Feldkapazität kaum herabsetzt. Da zudem keine deutliche Zunahme im prozentualen Anteil der organischen Substanz feststellbar ist, trägt selbst in den oberen Bereichen des A_p-Horizonts eine hygrophil wirksamere Humusanreicherung kaum zu einer Verbesserung der Wasserverfügbarkeit bei.

Eine vergleichende Betrachtung der Korngrößen-Verteilung im Oberboden läßt keine Veränderung der Bodenart im Verlauf der Rebbrache-Sukzession erkennen. Verhärtungen an der Oberfläche lehmiger Böden in fortgeschrittenen Brachestadien sind insbesondere auf einen langfristigen Wandel in der Gefügegenese zurückzuführen (Verklebung, s. KUNTZE *et alii*, 1981, S. 185), die zusätzlich durch zyklische Änderungen in der Gefügedynamik überprägt sein kann (Schrumpfung und Quellung, s. KUNTZE *et alii*, S. 178 f.). Die unveränderten Tongehalte in Tab. 23 deuten darauf hin, daß eine Verlagerung der feinsten Bodenpartikel durch Ausschlämmung nach ausbleibender Bearbeitung der Rigosole wegen der zunehmenden Verdichtung des Porenraumes und der Interzeptionsverluste eingeschränkt wird. Somit ist aufgrund der Einengung des Intergranularraumes in den ersten Brachejahren allein mit einer Verminderung der Permeabilität und einer Erhöhung der Wasserbindungsintensität zu rechnen.

C 2.2. KLEINRÄUMIGE BODENFEUCHTE-DIFFERENZIERUNG IN VERSCHIEDENEN BESTÄNDEN

In Ergänzung zu zwei Zeitreihen des Bodenfeuchte-Verlaufs in drei Beständen (Kap. C 2.3) wurden in Corniglia am 22.9.1985 und am 9.4.1986 auf der in Abb. 42 vegetationskundlich kartierten Testfläche an 100 verschiedenen Stellen der Wassergehalt in 5 cm Bodentiefe ermittelt (Korngrößenverhältnisse vgl. Abb. 28. Punkt 5 und 6). Die Untersuchungen dienen der vergleichenden Gegenüberstellung der Werte in der Jahreszeit der stärksten Austrocknung bzw. der stärksten Durchfeuchtung des Oberbodens und erlauben zusammen

Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Tabelle 23 — Bodenstrukturelle Kenngrößen des oberen Bereiches der A_p-Horizonte in Rigosolen unter Rebkulturen und verschiedenen Bracheformationen in Gerra, Lingua, Corniglia und Pignone. Org. Subst. in % des Substanzgew., Korngrößen in Gew.-% des gesamten Kornanteils. Lagerungsdichte in Vol.-Gew: g Trockenmasse/cm^3. GP, MP, FP, FstP = Grob-, Mittel-, Fein-, Feinstporen, analog bei Sand und Schluff. PV, SV = Poren-, Substanzvolumen.

Stadium = letzter Umbruch in Jahren	Vegetation	Porenverhältnis GP+MP : FP : FstP	Vol.-Gew.	Verhältnis Pv : Sv	organ. Subst.	Skelett	Sand GS MS FS	Schluff GU MU FU	Ton
1. GERRA (Tes.)									
K = 1/2 a	Annuellenflur	36 : 53 : 11	0,95	68 : 32	7,7	3	25 30 27	8 4 2	1
BI = 3 1/2 a	Grasflur	46 : 45 : 9	1,05	60 : 40	6,9	8	22 26 21	12 7 2	2
BIV = 25a	Kastanien-Niederwald	38 : 50 : 12	1,05	60 : 40	7,3	4	32 28 22	9 3 1	1
2. LINGUA (Siz.)									
K = 1/2 a	Annuellenflur	61 : 30 : 9	1,13	57 : 43	1,9	29	17 17 16	10 7 2	2
B I = 2 1/2 a	Trockenrasen	57 : 33 : 10	1,16	56 : 44	2,1	27	16 17 18	8 9 3	2
B II = 12a	Ginstergebüsch	56 : 36 : 8	1,28	51 : 49	2,0	36	18 15 13	7 5 4	2
3. CORNIGLIA (Lig.)									
K = 3/4 a	Annuellenflur	29 : 53 : 18	1,43	46 : 54	4,5	38	9 7 6	7 9 9	15
B I = 4a	Staudenflur	25 : 54 : 21	1,50	43 : 57	3,1	40	11 9 8	8 5 6	13
B II = 12a	Brombeergebüsch	27 : 52 : 21	1,47	44 : 56	6,2	39	9 9 9	10 4 7	13
4. PIGNONE (Lig.)									
K = 1/2 a	Annuellenflur	37 : 42 : 21	1,00	65 : 35	6,5	6	5 9 13	10 11 10	36
K = 1a	Annuellenflur	34 : 44 : 22	1,06	60 : 40	6,9	7	6 10 14	8 12 8	35
B I = 3a	Staudenrasen	32 : 46 : 22	1,07	59 : 41	7,5	6	3 6 12	12 15 12	34
B IV = 45a	Flaumeichen-Hochwald	31 : 45 : 23	1,08	59 : 41	7,4	7	7 10 11	12 8 9	36
5. CORNIGLIA (Lig.)									
K = 3/4 a	Annuellenflur	40 : 30 : 30	1,12	57 : 43	7,4	15	6 7 7	4 9 12	40
B I = 3a	Staudenrasen	42 : 29 : 29	1,17	55 : 45	5,5	12	9 5 5	5 9 13	42
B IV = 20a	Hochmacchie	38 : 32 : 30	1,27	52 : 48	5,3	19	7 6 3	6 5 13	41

mit den Ausführungen zur Bodenaufheizung Rückschlüsse auf die biologische Aktivität (Kap. C 4). Im vorliegenden Fall hatte es zum Zeitpunkt der Sommer-Messungen seit neun Tagen nicht mehr geregnet (13.9.1985 = 7,5 mm N), wobei die Niederschläge nur für eine kurzfristige Durchfeuchtung bis in 4 cm Bodentiefe sorgten. Ausschlaggebend für das Defizit in der Bodenfeuchte war vielmehr eine außergewöhnliche Trockenheit in den beiden Vormonaten. Vor dem 13.9.1985 sind die letzten Regenfälle am 22.6.1985 gefallen (64 mm N). Den Frühjahrs-Messungen ist ein extrem feuchter Winter vorausgegangen; auch an den Tagen unmittelbar vor den Untersuchungen hat es zahlreiche Regenfälle gegeben.

In Abb. 82 sind für die September-Messung vier Bodenfeuchte-Kategorien als Symbole in die Neukartierung der Pflanzenformationen eingetragen. Die Spannweite umfaßt einen Bereich zwischen 1,4 Gew.-% am trockensten und 7,5 Gew.-% am feuchtesten Punkt. Vier Bodenproben mit übermäßig hohen Wassergehalten von 16 - 23 Gew.-% wurden aus der Betrachtung ausgeschlossen, da sie wahrscheinlich auf weitläufige Durchnässungseinflüsse im Bereich von Quellen zurückgehen, von denen im Untersuchungsgebiet mehrere nachweisbar sind. Bis auf die F-Werte zwischen Steineichen- und Kulturstadium, Kiefern- und Kulturstadium, Kiefern- und Ericastadium sowie Steineichen- und Ericastadium läßt sich der Bodenfeuchtegehalt zwischen den Formationen signifikant unterscheiden (bei a= 0,05; entnommen aus Tabellen der F-Werte bei SACHS, 1974). - Die April-Messungen werden nicht weiter analysiert, da sie in annähernd wassergesättigten Böden erhoben wurden und damit in ökologischer Hinsicht nicht sonderlich aufschlußreich sind.

Eine Zusammenfassung der Bodenfeuchte-Verhältnisse in den verschiedenen Beständen gibt Tab. 24. Da es sich um Proben aus dem Oberflächenbereich handelt, ist noch keine allgemeingültige Regel über Aufzehrung des Bodenwasserreservoirs zu erzielen. Im Fall des Spätsommers folgen das trockenste und das feuchteste Stadium in der Rebbrache-Sukzession unmittelbar hintereinander, was einer allmählichen Veränderungstendenz widerspricht.

Legt man die mittlere Bodenfeuchtigkeit in 5 cm Tiefe für die September-Messung zugrunde, so ergeben sich bei einem Wert von 3,6 Gew.-% für die bearbeiteten Rigosole für die Böden unter Steineichen-Gehölzen und vor allem unter Brombeergebüsch positive Abweichungen. Während der erhöhte Wassergehalt unter den Rebkulturen auf den bereits angesprochenen Auflockerungseffekt zurückgeht, dürften für die günstigen Verhältnisse im Brombeergebüsch mehrere Gründe ausschlaggebend sein:

- Das gut zersetzbare Laub der Brombeer-Sträucher wird in eine günstige Humusform überführt, wodurch eine verbesserte Feuchtespeicherung gewährleistet ist (vgl. April-Messung).
- Die Bodenüberdeckung und damit Überschattung ist im Brombeergebüsch ebenfalls günstig zu bewerten, so daß die Evaporation vom Oberboden aus herabgesetzt ist.
- Die Wuchsform von *Rubus ulmifolius* setzt sich oberirdisch aus einem inneren Teil aus blattlosen Ranken und darüber einer dicht geschlossenen Blattoberfläche zusammen, so daß die Verdunstungsoberfläche reduziert und damit auch die Transpirationsverluste eingeschränkt sind.

Auch bei der Standardabweichung (und beim Variabilitätskoeffizienten) zeigen die Bodenfeuchtegehalte in den Rubus-Beständen die höchsten Werte. Die großen Unterschiede kommen dadurch zustande, daß die offenen und geschlossenen Formationen des zweiten und dritten Brachestadiums nicht voneinander getrennt betrachtet wurden.

Im Vergleich zu den Brombeer-Polykormonen weisen die Erica-Macchien des nächsten Brachestadiums konträre Merkmale in der Ausbildungsform auf. Auch wenn im Alter das monopodiale Verzweigungssystem der Baumheiden von einer Hauptachse aus deutlich zum Tragen kommt, so tritt während der ersten anderthalb Jahrzehnte das starke Streckenwachstum der basalen Innovationszone in den Vordergrund, wobei sich die Verzweigung schräg nach oben richtet. Die direkte Einstrahlung kann in diesem Fall weit in die Bestände hineingreifen, so daß es zu relativ hohen Temperaturen in Bodennähe mit entsprechenden Evaporationsverlusten kommt. Da die hohe Anzahl der nadelartigen Blättchen längs der Triebe eine relativ große Verdunstungsoberfläche bildet, sind auch die Transpirationsabgaben erhöht. Schließlich verursachen die skleromorphen Blattnadeln eine schlecht zersetzbare Streuauflage, die kaum hygrophile Eigenschaften zeigt. In Tab. 24 drückt sich das Resultat dieser morphologischen Eigenschaften in einer überdurchschnittlichen Austrocknung des Oberbodens aus. Noch extremer ist diese in den Staudenrasen-Standorten, für die mit der relativ stärksten Oberflächenaufheizung auch die höchsten Evaporationsraten nachgewiesen werden können.

C 2.3. JAHRESGANG DER BODENfEUCHTE IN VERSCHIEDENEN BESTÄNDEN

Inwieweit die Bodenstruktur gegenüber den klimatischen Parametern nur modifizierend auf den Bodenfeuchtegang einwirkt, geht aus der Feststellung von GIACOBBE (1961) hervor, daß in den mediterranen Gebieten eine maximale Porenauffüllung im März-April und eine minimale im September-Oktober erreicht ist. Damit ergibt sich gegenüber den Niederschlagsextremen zwar eine verzögerte Reaktion von zwei bis

Tabelle 24 — Bodenfeuchtigkeit in Gew.-% an 96 Stellen in 5 cm Tiefe unter verschiedenen Bracheformationen (vgl. Abb. 42) im Gebiet von Rodalabia in Corniglia am 22.9.1985 (in Klammern am 9.4.1986)

Formation	Stadium	Anz. d. Proben	mittl. Bodenfeuchte		Sd. mittl. Bodenfeuchte
Wein	k	44	3,9	(18,65)	1,28
Staudenrasen	B I	18	2,75	(20,1)	1,0
Brombeergebüsch	B II-B III	12	4,9	(24,9)	2,1
Ericagebüsch	B IV	8	3,0	(20,2)	0,5
Kiefernwald	B IV	4	3,4	(18,9)	0,26
Steineichenwald	B V	10	3,95	(20,45)	0,65

Courtesy of Editors

drei Monaten, dennoch zeichnet sich deutlich der mediterrane Winterregentyp ab.

Für Feuchtemessungen in Rebkulturen und -brachen ist der A_p-Horizont von vorrangigem Interesse, da sich hier ein Großteil der bodenstrukturellen Veränderungen abspielt und sich das Wurzelwerk der Initialvegetation konzentriert. Die Ausführungen über die Bodenfeuchte-Verhältnisse beruhen auf Meßergebnissen zur Saugspannung in 15 und 30 cm Tiefe sowie zur Bodenfeuchte in 5 und 15 cm Tiefe und werden in Abb. 83 und 84 den Freiland- bzw. Bestandsniederschlägen gegenübergestellt. Da keine Gipsblock-Elektroden zur Verfügung standen, beschränken sich die Aussagen zur Bodensaugkraft auf Werte zwischen 30 und 800 mbar (bis pF 2,9). Bodenfeuchte-Ergebnisse aus größeren Tiefen fehlen ebenfalls, da einzig Messungen mit kostspieligen Neutronensonden einen vertretbaren Arbeitsaufwand zulassen, und häufiges Aufgraben tiefer Probeentnahmelöcher die Strukturverhältnisse und damit den Bodenwasserhaushalt stark beeinflußt. In den beiden Abbildungen sind die erwähnten Größen für Corniglia und Lingua über einen jeweils einjährigen Zeitraum aufgezeigt; die Tensiometer-Ablesungen erfolgten weitgehend täglich, die Bodenfeuchte-Messungen mit einem Calcium-Carbid-Gerät wurden in Trockenphasen in einwöchigem und in Niederschlagsphasen in zwei- bis viertägigem Abstand durchgeführt. Nach einer Einteilung im Sinne von BIRK und ZAKOSEK (1960) sind die beiden für Feuchtemessungen herangezogenen Böden wie folgt zu charakterisieren:

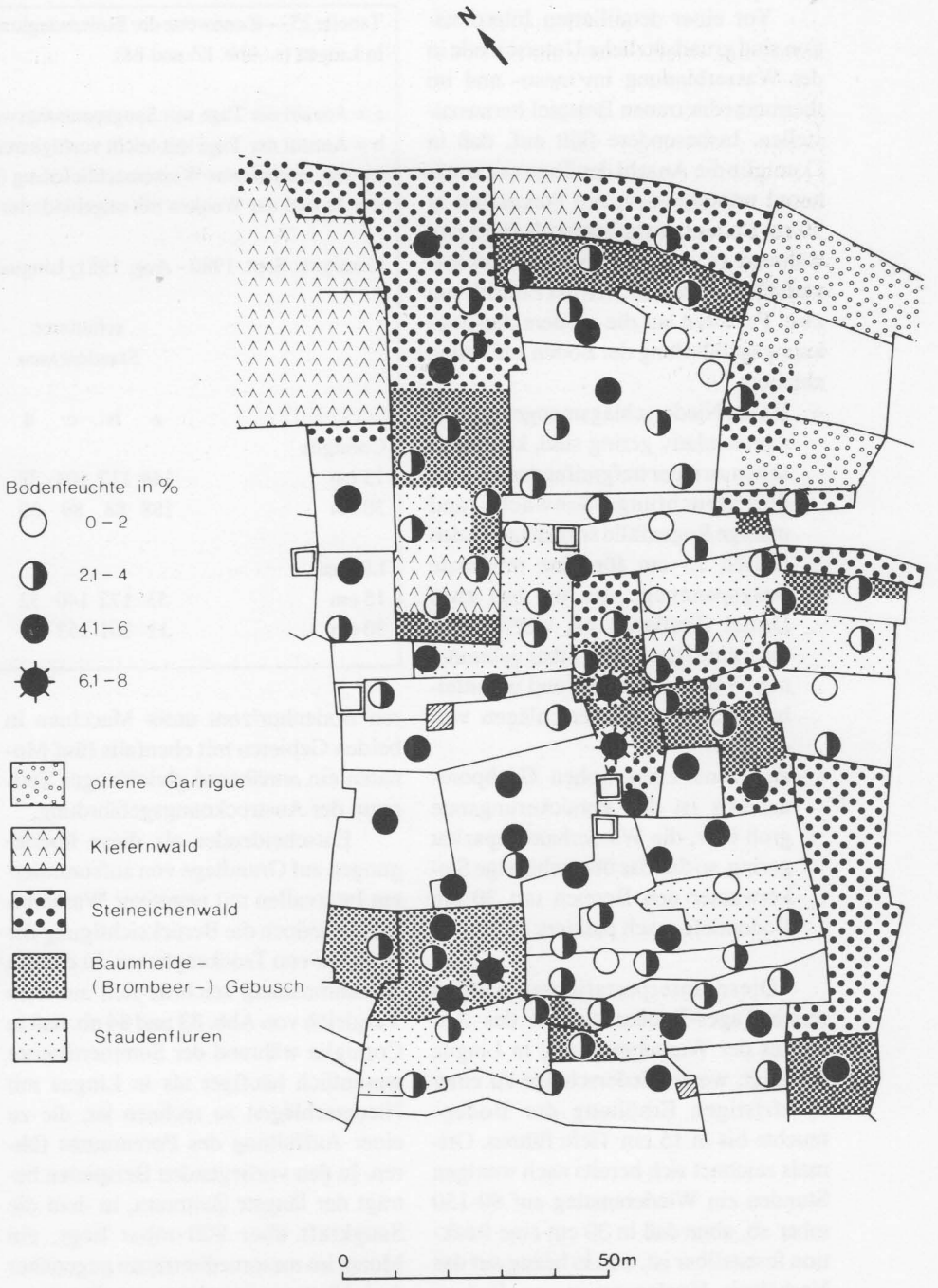


Abb. 82 — Kleinräumige Unterschiede der Bodenfeuchte in 5 cm Tiefe des A-Horizontes am 22.9.1985 an 94 Stellen in verschiedenen Beständen in Corniglia-Rodalabia. Im Vergleich mit Abb. 42 b ergeben sich für die vier Jahre später erfolgte Kartierung einige geringfügige Veränderungen in den Brachestadien.

CORNIGLIA =

- Ausgangsgestein: Schieferton
- allgemeine Merkmale: kalkarm, (mittel- bis) tiefgründig, sehr skelettreich, sandiger Lehm
- ökologischer Feuchtegrad: trocken bis frisch.

LINGUA =

- Ausgangsgestein: kolluviale Andesit-Pyroklastika
- allgemeine Merkmale: kalkarm, tiefgründig, skelettreich, Sand ökologischer Feuchtegrad: sehr trocken bis wechseltrocken.

Die in den beiden Abbildungen dargestellten Meßergebnisse zur Veränderung der Saugspannungen im Verlaufe eines Jahres lassen sich tabellarisch zu Wertegruppen auf Tagesbasis zusammenfassen (Tab. 25). Hierbei ist für die verschiedenen Bestände die Bodensaugkraft unter 60 mbar (=pF 1,8) von Interesse, da mit diesem Grenzwert eine Trennung zwischen schnell und langsam absinkendem Sickerwasser erfolgt. Oberhalb 800 mbar (= pF 2,9) ist in Anlehnung an KUNTZE *et alii* (1981, S. 20) bei hoher Verdunstung mit ersten Welkesymptomen zu rechnen, so daß dieser Wert ebenfalls berücksichtigt wird. Somit läßt sich das Ausmaß der pflanzenökologischen Trockenheit bestimmen, wobei im vorliegenden Fall die Anzahl der Wochen aufgeführt ist, in denen eine ungehinderte Wasserversorgung der Pflanzen gewährleistet ist (Tab. 25, d). Es muß jedoch betont werden, daß sich die Angaben für beide Fallbeispiele auf ein relativ trockenes Jahr beziehen. So ist bei den Niederschlägen gegenüber den langjährigen Mitteln für Corniglia von einer Reduktion um 15% und für Lingua von 30% auszugehen, wobei für beide Untersuchungsgebiete gilt, daß die Regenfälle im Januar/Februar weit unter dem Durchschnitt lagen.

Courtesy of Editors

Tabelle 25 — Kennwerte der Bodensaugkraft in verschiedenen Beständen in Corniglia und in Lingua (s. Abb. 83 und 84).

a = Anzahl der Tage mit Saugspannungswerten unterhalb der nFK (pP< 1,8),
b = Anzahl der Tage mit leicht verfügbarem Haftwasser (pF 1,8 - 2,9) und
c = mit erschwerter Wassernachlieferung (pF=2,9),
d = Anzahl der Wochen mit ungehinderter Wasserversorgung (pF< 2,9).

Corniglia: Sept. 1980 - Aug. 1981; Lingua: Okt. 1981 - Sept. 1982.

	schütterer Staudenrasen				Rebkultur				Macchie			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Corniglia												
15 cm	144	117	104	37	156	119	99	39	99	126	140	32
30 cm	188	88	89	39	181	91	93	39	101	119	145	31
Lingua												
15 cm	53	172	140	32	51	186	128	34	49	166	150	31
30 cm	11	201	153	30	12	204	149	31	16	189	160	29

Vor einer detaillierten Interpretation sind grundsätzliche Unterschiede in der Wasserbindung im meso- und im thermomediterranen Beispiel herauszustellen. Insbesondere fällt auf, daß in Corniglia die Anzahl der Tage mit annähernd wassergesättigtem Porenraum in 30 cm Bodentiefe höher ist als in 15 cm, während es sich in Lingua umgekehrt verhält. Hieraus läßt sich der Einfluß von zwei Faktoren auf die größere Austrocknungsgefährdung der Böden auf Salina ableiten:

- Da die Niederschlagsmengen pro Ereignis relativ gering sind, kommt es selten zu einer tiefgreifenden Bodendurchfeuchtung. Schwache und mäßige Regenfälle sorgen nur in den oberen 15 cm für eine minimale Saugspannung, von wo aus zwei Drittel (Freiland) bis vier Fünftel (Macchie) des bis 60 mbar gebundenen Wassers während und unmittelbar nach den Niederschlägen verdunsten.
- Aufgrund eines hohen Grobporenanteils ist die Versickerungsrate groß bzw. die Wasserhaltekapazität gering, so daß das überschüssige Sickerwasser den Bereich um 30 cm Bodentiefe rasch passiert.

Diese Interpretationen werden durch Tages-Beobachtungen des Anstieges der Wasserspannung in Lingua bestätigt, wenn Niederschläge zu einer kurzfristigen Erhöhung der Bodenfeuchte bis in 15 cm Tiefe führen. Oftmals zeichnet sich bereits nach wenigen Stunden ein Wiederanstieg auf 80-150 mbar ab, ohne daß in 30 cm eine Reaktion feststellbar ist, was in bezug auf das Verhältnis Verdunstungs- zu Sickerwasserverlust das überwiegen der aufwärtigen Komponente bestätigt.

Größer als in Corniglia ist in Lingua hingegen der Anteil an Tagen, an denen der Saugspannungs-Bereich zwischen 60 und 800 mbar liegt. Da jedoch der Zeitra um mit voller Wassersättigung in den Cinque Terre denjenigen von Salina um ein Vielfaches übersteigt, ist das Bodenwasser zumindest im A_p-Horizont der Rigosole in der Rebkultur des mesomediterranen Fallbeispiels für anderthalb Monate länger pflanzenverfügbar als im thermomediterranen (vgl. Tab. 25d). Im vorliegenden Vergleich wird also die Vegetationszeit der Therophyten in Corniglia von einer dreimonatigen und in Lingua von einer fast fünfmonatigen Trockenperiode unterbrochen. Dagegen ergibt sich für den oberen Bodenhorizont unter Macchien in beiden Gebieten mit ebenfalls fünf Monaten ein annähernd gleichlanger Zeitraum der Austrocknungsgefährdung.

Entscheidender als diese überlegungen auf Grundlage von aufsummierten Intervallen mit negativer Wasserbilanz ist jedoch die Berücksichtigung der Andauer von Trockenphasen. In diesem Zusammenhang zeichnet sich aus dem Vergleich von Abb. 83 und 84 ab, daß in Corniglia während der Sommermonate wesentlich häufiger als in Lingua mit Niederschlägen zu rechnen ist, die zu einer Auffüllung des Porenraums führen. In den vorliegenden Beispielen beträgt der längste Zeitraum, in dem die Saugkraft über 800 mbar liegt, ein Monat im mesomediterranen gegenüber drei Monaten im thermomediterranen Fallbeispiel (jeweils auf 15 cm Bodentiefe bezogen). Diese Situation erlaubt die Folgerung, daß die Bodenaustrocknung auf Salina im Verlauf des Sommers in größere Tiefen fortschreitet als in den Cinque Terre. Somit ist das hohe Defizit an pflanzenverfügbarem Wasser im Oberboden unter den Macchien in Corniglia für das tiefreichende Wurzelsystem der Sträucher und Bäume weniger entscheidend als die im Vergleich zu Lingua günstig zu beurteilende Wasserversorgung in tieferen Horizonten. Gerade im ligurischen Beispiel ist davon auszugehen, daß die lange Periode minimaler Wasserbindung im Porenraum des Oberbodens (Abb. 83) als überschuß der Auffüllung des Speichers im Wurzelbereich der Phanerophyten zugute kommt.

Die witterungsbedingten Unterschiede zwischen Corniglia und Lingua schlagen unter Berücksichtigung des außergewöhnlich trockenen Jahres in Salina nicht so deutlich auf die Saugspannungs-Verhältnisse im Oberboden durch wie erwartet. Als bodeneigener Faktor ist die erhöhte Wasserbindung der lehmigen Rigosole im ligurischen Beispiel für die relativ geringere Pflanzenverfügbarkeit der Bodenfeuchte entscheidend. So tritt der vorübergehende Welkepunkt im Sandboden von Lingua erst bei einem Feuchtegehalt von 5 Gew-% auf. Bei Berücksichtigung des maximalen Bodenwassergehaltes von 17 - 20 Gew-% in beiden Fällen (vgl. Abb. 83 und 84, Bodenfeuchte in 15 cm Tiefe) ergibt sich für das mesomediterrane Beispiel nur eine enge Haftwasser-Spanne, die von Pflanzen genutzt werden kann.

Aus Abb. 84 wird am Kurvenverlauf der Bodenfeuchte in der Rebkultur eine Steigerung der Wasseraufnahme-Kapazität von 3 Gew.-% durch Bodenbearbeitung ersichtlich (s. Pfeil, Ende März). Insbesondere nach einem starken Niederschlag in der zweiten Aprilhälfte zeichnet sich ein deutlicher Anstieg des Wassergehaltes ab, obwohl das Saugspannungsminimum nicht mehr erreicht wird. Dieser Effekt schwächt sich jedoch im Verlauf der Phase der Sommertrockenheit ab und ist im Herbst nur noch insofern wirksam, als die Feldkapazität im Rebland im Gegensatz zu den beiden anderen Standorten unterhalb des kritischen Schwellenwerts von 800 mbar bleibt. In diesem Fall ist also die Aufloc-

Courtesy of Editors

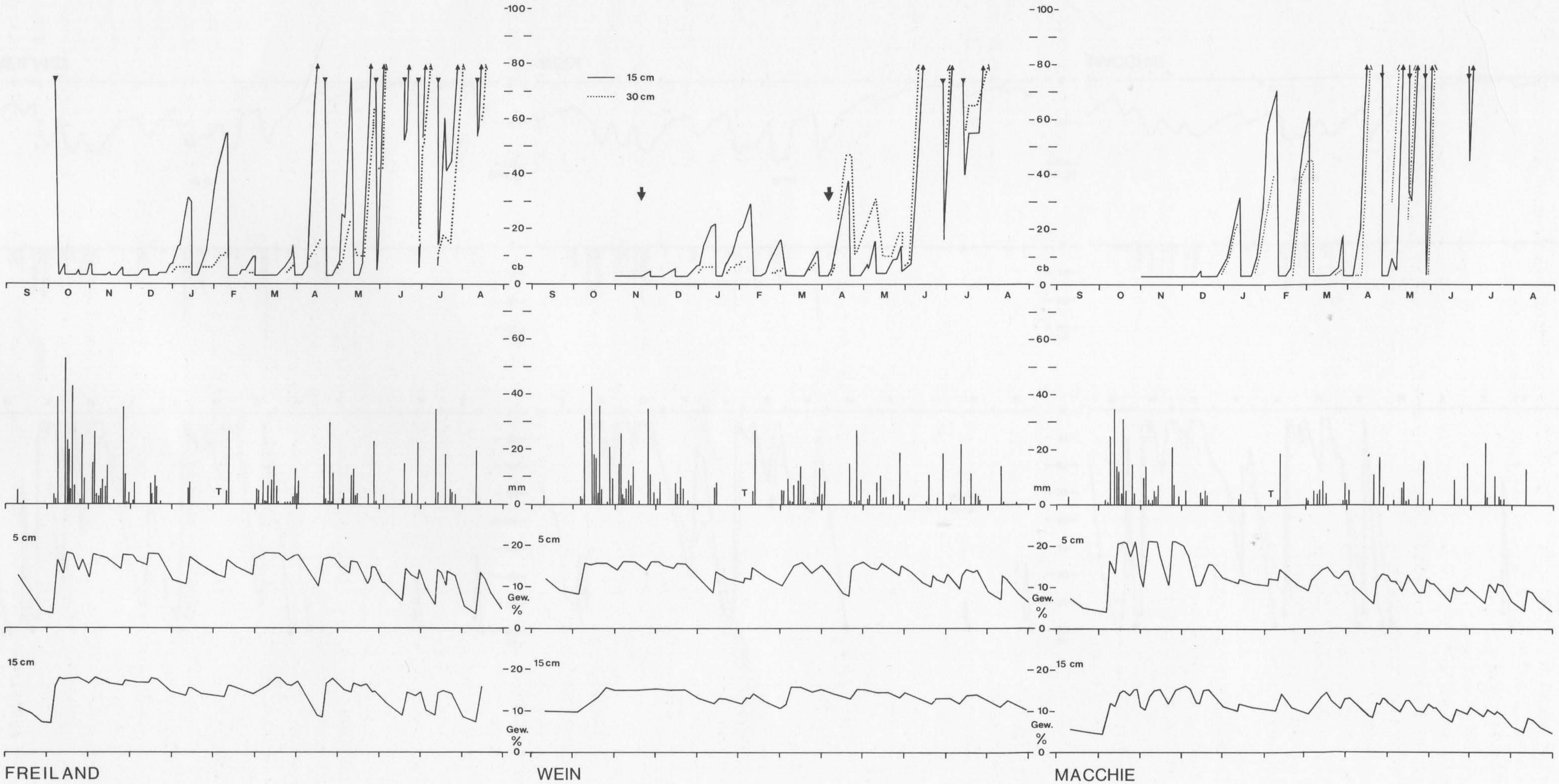


Abb. 83 — Verlauf der Saugspannung (oben; zwischen 3 und 80 cbar) und des Feuchtegehalts (unten; in Gew. %) in verschiedenen Bodentiefen im Rebland, offenen Staudenrasen und in einer Stechginster-Macchie in Corniglia-Tre Croce (sandiger Lehm). Die Messungen von Sept. 1980 - Aug. 1981 werden den um die Interzeptionsverluste reduzierten Tages-Niederschlägen gegenübergestellt (Mitte). Pfeile: Eingriff durch Umgraben.

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

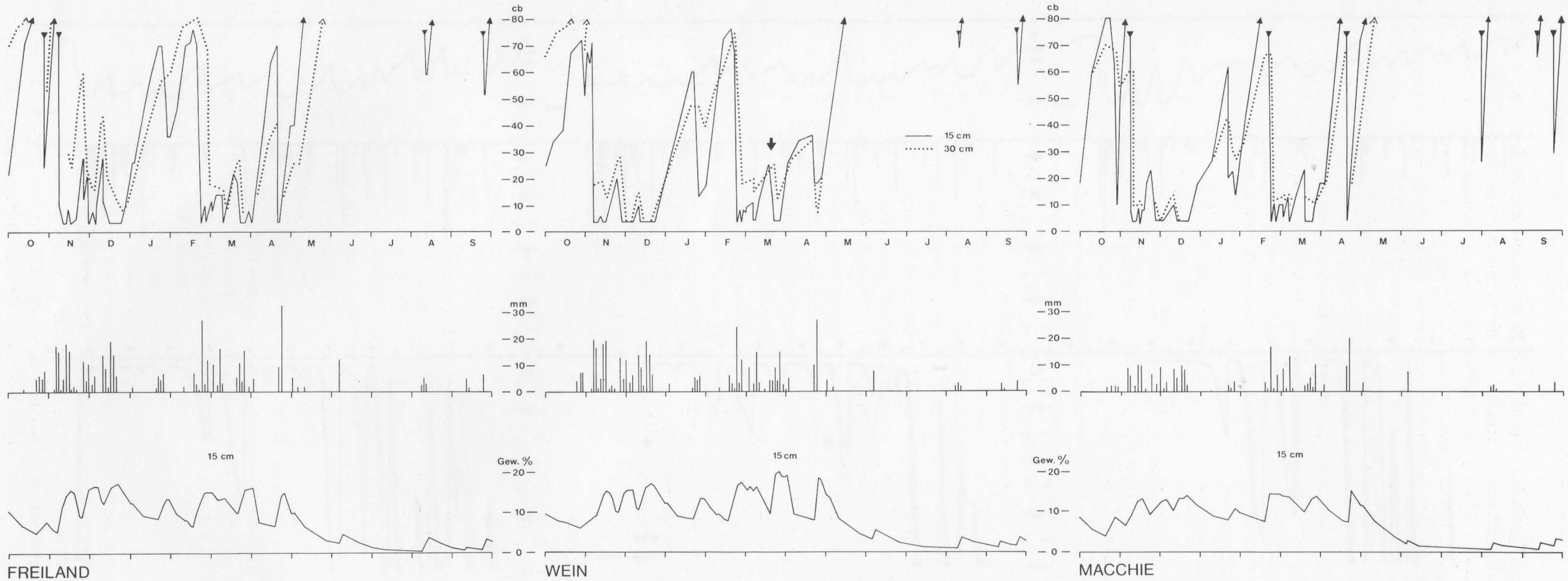


Abb. 84 — Verlauf von Bodenfeuchte-Kennwerten in Bezug auf die Niederschlagseingaben (vgl. Text zu Abb. 83) von Okt. 1981 - Sept. 1982 in Lingua im Rebland, offenen Staudenrasen und in einer Binsenginster-Macchie über Sand.

kerung der Rigosole aus hygrischer Sicht für die Ausdehnung des Zeitraums der Pflanzenverfügbarkeit des Bodenwassers in die Trockenphase hinein von entscheidender Bedeutung. Im Rebland wird das überschreiten des kritischen Punktes gegenüber dem Trockenrasen um fünf und gegenüber der Macchie um zwölf Tage hinausgezögert. Darüber hinaus muß die verbesserte Infiltrationsrate durch Bodenbearbeitung erwähnt werden, die sich mit einer erhöhten Vorrückgeschwindigkeit der Befeuchtungsfront in den dunklen Aschensanden von Lingua gut erkennen läßt[1].

Dagegen wirkt sich die Auflockerung des Bodens (s. Pfeile in Abb. 83) in Corniglia nicht in einer Erhöhung des maximalen Feuchtegehalts aus[2]. Jedoch sprechen die deutlich geringeren Saugspannungsminima im Winter und Frühjahr für eine Verminderung der Wasserbindungsintensität durch die im Vergleich zu Lingua relativ hohen Bindungskräfte (vgl. Ton- und Humusgehalte in Tab. 23). Ebenso zeichnet sich insbesondere in 15 cm Bodentiefe die Kurve des Feuchtegehaltes durch einen verhältnismäßig ausgeglichenen Verlauf aus und sinkt während des Meßjahres nicht unter 10 Gew.-% ab. Im Vergleich zum spärlich bewachsenen Ereiland und zur Macchie, wo die Minimalwerte auf 7 bzw. auf 4,5 Gew.-% zurückgehen, ist für regelmäßig umgegrabene Rigosole auch im Sommer von deutlich niedrigeren Saugspannungen auszugehen. Nach der zweiten Bearbeitung im April wird hier der kritische Schwellenwert von 800 mbar 22 bzw. 34 Tage später überschritten als in den beiden verfestigten Böden, für die letzte mehrtägige Anfüllung der Grobporen mit Sickerwasser vor der Trockenzeit sind die gleichen Relationen auszumachen. Andererseits ist auch zu betonen, daß im Sommerhalbjahr kurzzeitige Regenschauer in den offenen Staudenfluren des Freilandes eine raschere und deutlichere Reaktion auf die Bodenfeuchte bzw. die Verringerung der Saugkraft hervorrufen als in der Krume unter dem Laubdach der Reben. Daß hierfür der überschirmungseffekt auf die Interzeptionsverluste entscheidend ist, läßt sich aus einem Vergleich mit den Verhältnissen in der Macchie ableiten, wo die geringen Bestandsniederschläge unter der dichten Belaubung kaum noch zu einer im ökophysiologischen Sinne wichtigen Bodendurchfeuchtung beitragen.

Die zuvor beschriebenen Feuchteverhältnisse betreffen in erster Linie den A_p-Horizont, also den Durchwurzelungsbereich von annuellen Kräutern und mehrjährigen Stauden. Nur indirekt lassen sich aus den Aufzeichnungen Aussagen über die Wasserreserven in größeren Bodentiefen treffen. In diesem Zusammenhang erweisen sich die Ergebnisse von Neutronensonden-Messungen bis in Bodentiefen von neun Metern in einem nicht näher spezifizierten Staudenrasen (überdeckung = 52%), in einem *Pinus halepensis*-Wald (Ü = ?) und in einer *Quercus calliprinos-Pistacia lentiscus*-Hochmacchie (Ü = 92%) am West-Abfall des Karmel-Gebirges in Nord-Israel durch SHACHORI *et alii* (1967) als aufschlußreich. Bei Jahresmittelwerten von 672 mm Niederschlag und 353 mm Evapotranspiration kommen die beschriebenen Formationen ungefähr dem ersten und dem dritten bzw. vierten Stadium sowie der Pseudoklimax einer Rebbrache-Sukzession über kalkigem Material im thermo- bis mesomediterranen Übergangsbereich nahe.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß für den tiefwurzelnden Macchien-Bestand der Evapotranspirationsanteil aus den Bodenhorizonten und dem Felskomplex in einer Tiefe von mehr als einem Meter 50% überschreitet, während er für den offenen Staudenrasen nur bei 15% liegt. Für die absolute Verdunstungsabgabe an die bodennächste Luftschicht aus dem oberen Bodenbereich bis ein Meter Tiefe ergeben sich mit 133 mm/a für eine Garigne und mit 135 mm/a für den Trockenrasen noch gleich hohe Werte. Nach Auslegung von Fig. 12 bei SHACHORI *et alii* (1967) beträgt jedoch der Wasserentzug aus dem Boden 50 Tage nach Wasser-Sättigung durch Regenfälle über unbewachsenem Grund 0,5 mm/Tag, über dem Staudenrasen 1 mm/Tag, für den Aleppokiefern-Bestand 2,5 mm/Tag und für die Hochmacchie 3 mm/Tag. Hieraus ergibt sich ein wachsender Transpirationsanteil aus größeren Bodentiefen für Pflanzen mit tiefreichenden Wurzeln. Ein Vergleich des durchschnittlichen Wasserentzugs unter Fortfall der Perkolation zeigt gegenüber unbedeckten Böden für die verschiedenen Bestände unterschiedliche Erhöhungsfaktoren:

Trockenrasen	=	x 1,5
Aleppokiefern-Wald	=	x 2,4
Hochmaccie	=	x 2,8

Für die Rebbrache-Sukzession ergibt sich hieraus in bezug auf den gesamten Verdunstungshaushalt, daß der positive Effekt der zunehmenden Bodenüberschirmung auf die Evaporations-Verminderung nicht nur durch die geringeren Bestandsniederschläge aufgehoben wird. Vielmehr bedingt der ansteigende Wasserbedarf durch den Zuwachs der Grünmasse eine deutliche Erhöhung der Transpirations-Verluste (vgl. LARCHER, 1980, S. 347 f.). Daraus ist zu schließen, daß im Vergleich zu den aus Abb. 81 ersichtlichen Jahresbilanzen des Wasserhaushaltes auf rein klimatischer Basis die tatsächlichen Verhältnisse der Verdunstung zum Niederschlag unter Einbeziehung des pflanzlichen Wasserverbrauchs erheblich ungünstiger werden. Somit ist im Verlauf der Rebbrache-Sukzession nicht nur eine durch Messungen nachgewiesene Verschlechterung der Feuchtegehalte im A_p -Horizont festzuhalten, sondern auch von einer im gleichen Sinne zunehmenden Austrocknungsgefährdung tieferer Bodenschichten auszugehen.

C 2.4. BODENFEUCHTE-VERÄNDERUNGEN IN REBBRACHE-SUKZESSIONEN AUS ÖKOLOGISCHER SICHT

Die aus den Messungen von SHACHORI *et alii* (1967) abgeleitete zunehmende Bodenaustrocknung mit fortschreitender Vergrößerung der Phytomasse auf brachgefallenen Rebflächen läßt sich rechnerisch nachweisen und festlegen. Dies erfolgt am Beispiel Corniglia unter Verwendung der Formel von PFAU (1966) unter Einbeziehung der bei SCHMIEDECKEN (1978, S. 148) tabellarisch zusammengestellten Angaben der Wurzelraumkapazität (Wk = Fk - pWP). Im vorliegenden Fall wird von sandigen Lehmböden mit einer Hauptversorgungszone von einem Meter Mächtigkeit ausgegangen, wobei die

---

[1] Sowohl in Lingua als auch in Corniglia erweisen sich Infiltrometer-Messungen mit der Doppelringmethode wegen zu schneller Versickerung bzw. wegen des hohen Steingehalts als unergiebig.

[2] Aus einem Diskussionsbeitrag von G. RICHTER (1983, S. 47 f.) geht hervor, daß frisch bearbeitete Flächen nicht unbedingt eine verbesserte Infiltration und Aggregatstabilität zur Folge haben müssen.

Courtesy of Editors

Größe des pflanzenverfügbaren Wassers zumindest grob nach dem Leistungsvermögen der Wurzelsaugspannung auszurichten ist. Aufgrund der Verschiebung des spezifischen permanenten Welkepunktes von kurzlebigen Kräutern zu Hartlaubbäumen gegen immer höhere Saugdruck-Werte werden für die folgenden Ausführungen Unterschiede in der Wurzelraumkapazität zugrunde gelegt:

WK in K	=	200 mm/m
WK in BI	=	180 mm/m
WK in BII	=	200 mm/m
WKin BIII	=	220 mm/m
WKin BIV	=	280 mm/m
WKin BV	=	350 mm/m

Des weiteren gehen in die Formel von PFAU (s. Kap. B 2.1.2) die nach PAPADAKIS berechneten Monatswerte der potentiellen Evaporation ein (Bezugsstation - Levanto); sie bleiben im Gegensatz zu den ebenfalls berücksichtigten Bestandsniederschlägen für die gesamte Abfolge der Bracheformationen unverändert. Dieses Vorgehen resultiert aus der überlegung, daß die Temperaturverringerung, die sich im Bestandsinneren durch verschiedene überschattungsdichten ergibt, von dem in Kap. C 1.2.2 beschriebenen Wärmestau an Bestandsoberflächen nahezu aufgehoben wird. Somit ist nur von geringen Unterschieden bei der mittleren potentiellen Evaporation im jeweiligen Luftkörper der verschiedenen Ökotope auszugehen.

Aus dem bei SCHMIEDECKEN (1978, S. 150 f.) ausführlich beschriebenen Berechnungsverfahren lassen sich für die Kultur- und die Brachestadien in Corniglia beträchtliche Zeit- und Größenunterschiede im Defizit des pflanzenverfügbaren Bodenwassers ableiten. Aus Abb. 85 geht hervor, daß in einem ein Meter mächtigen Rigosol in den Rebgärten und in den offenen Staudenrasen der ersten Brachephase der Sättigungswassergehalt nach Durchsickern des rasch beweglichen Senkwassers über ca. acht Monate im Jahr erhalten bleibt. Dieser Wert verringert sich in den Brombeerpolykormonen auf sechs und in Baumheide-Macchien sowie Kiefernwäldern auf drei Monate. In den Steineichenwäldern sind die Evapotranspirations-verluste so hoch, daß die Bestandsniederschläge nur episodisch nach Starkregenfällen im Frühjahr eine kurzfristige Auffüllung der Mittelporen bewirken. Im langjährigen Mittel kommt es in diesem Standort jedoch das ganze Jahr über zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Fehlbetrag in der nutzbaren Feldkapazität (vgl. Tab. 29, Beilage).

Aus den Berechnungen der Bodenaustrocknung in den sechs verschiedenen Beständen wurden die Veränderung der mittleren Jahresfehlbeträge, der maximalen Fehlbeträge während des trockensten Monats und die Anzahl der Monate mit defizitärer bzw. voll verfügbarer nutzbarer Feldkapazität im Verlaufe der gesamten Rebbrache-Sukzession ermittelt. Aus diesen in Abb. 86 zusammengestellten Größen läßt sich ableiten, daß in Corniglia erst mit Zerfall der Brombeerpolykormone ungefähr zwanzig Jahre nach Bewirtschaftungsaufgabe eine deutliche Verminderung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers einsetzt, also mit aufkommender Dominanz tiefwurzelnder Sträucher und Bäume.

Die zunehmende Bodenaustrocknung in späten Brachestadien wird unmittelbar von der erhöhten Transpiration der Gehölze und den geringeren Niederschlagseingaben im Bestand verursacht. Diese Veränderung hat in Hanglagen Auswirkungen auf unterhalb der Brachflächen liegende Parzellen, indem sie eine Verringerung des Interflows bedingt. Als positive Folge der geringeren Hangzugwasser- und Sickerwasser-Zufuhr ist die Berechnung extremer Abflußspitzen anzuführen; als nachteiliger Effekt muß für die Vegetation eines Standortes die geringere Wassereingabe aus einem bewaldeten Nachbarstandort erwähnt werden.

Die Faktoren, die an den Veränderungen in den Wasserhaushaltsbilanzen verschiedener Brachestandorte beteiligt sind, werden in zwei Wirkungsgefüge-Schemata zusammengestellt. Die Verflechtungen der beteiligten Parameter und ihre Auswirkungen sind in jeweils einem Beipiel für die offenste und dichteste Pflanzenformation im Verlauf der Rebbrache-Sukzession aufgezeigt (s. Abb. 87 und 88). In beiden vorliegenden Fällen sei vorausgesetzt, daß der jeweilige Brachebestand von ähnlichen Brachebeständen umgeben wird, wie es häufig anzutreffen ist. Im gegebenen Beispiel entspricht die Interflow-Eingabe im lichten Staudenrasen einem relativ hohen Wert aus einer gleichfalls offenen oberhalb gelegenen Kultur- bzw. jungen Brachefläche. Für das Modell des dichten Steineichenbestandes wird hingegen eine vernachlässigbare Hangwasser-Zufuhr veranschlagt, da für die oberhalb anschließende Parzelle von einer Formation ähnlichen Alters mit geringen Bestandsniederschlägen und hohem Wasserverbrauch ausgegangen wird.

Die Darstellungen in Abb. 87 und 88 sind an ein vorgegebenes Schema von RICHTER und SCHMIEDECKEN (1985, dort Abb. 11 a und b) angelehnt und berücksichtigen einzig die für das Pflanzenwachstum kritische Sommerperiode. Die Strukturgliederung erfolgt nach dem Prinzip der "morphological systems" von CHORLEY und KENNEDY (1971, S. 77 ff.) und wird mit Symbolen erweitert, die die Ökofaktoren in ihrer Funktion als Prozesse, Regler und Speicher unterscheiden. Die Anordnung der Subsysteme ist von KLUG und LANG (1983, dort Abb. 29) vorgegeben. Gegenüber dem Regelkreis-System bzw. Konzeptmodell von MOSIMANN (1978, 1984) sind die Inhalte der Wirkungsgefüge mit einer einfachen Bewertung der Ausstattungs- und Prozeßgrößen auf Grundlage der mikroklimatischen und bodenhydrologischen Ergebnisse versehen (Kap. C 1 und C 2). Auf diese Weise werden die prinzipiellen ünterschiede in den Wasserhaushalten beider Standorte deutlich. Es werden zwei Extreme in der Bewuchsdichte miteinander verglichen, damit die Veränderungstendenzen im Verlauf der Rebbrache-Sukzession zwischen der ersten und letzten Brachephase ersichtlich werden.

Da es sich bei den zwei Abbildungen um eine zusammenfassende übersicht der Beziehungen zwischen den in den vorigen Kapiteln ausführlich beschriebenen Faktorenkomplexen handelt, erübrigt sich ein weiterführender Kommentar. Ergänzend muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß einige Faktoren nur in einem der beiden Ökotope zur Geltung kommen und deshalb im Schema des anderen aus Gründen der besseren übersichtlichkeit keine Erwähnung finden. Hierzu zählt neben dem Interflow der Wasserdampf-Entzug in offenen Beständen, der nachts als innere Kondensation nach oben gerichtet und durch Tensiometer-Messungen erfaßbar ist (vgl. HARTGE, 1967, S. 206 f.). Für Corniglia sind an Strahlungstagen bei mittleren Durchfeuchtungsverhältnissen im Oberboden Schwankungsraten bis zu 10 mbar zu verzeichnen, die allerdings nur in wenig bewachsenen Rigosolen der Rebkulturen und Staudenrasen, nicht aber in Macchien beobachtet wurden und folglich in Abb. 88 unberücksichtigt bleiben.

Courtesy of Editors

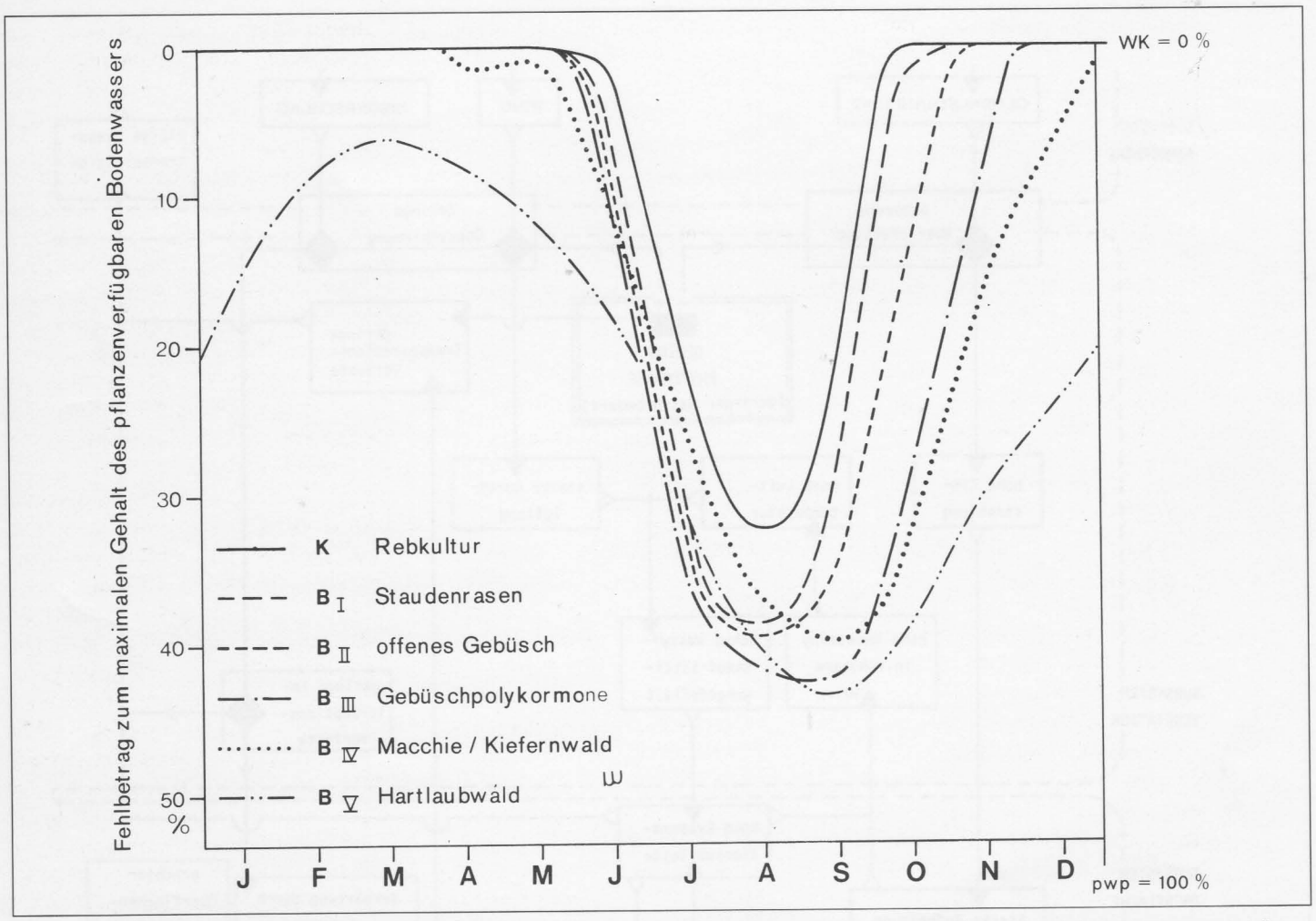


Abb. 85 — Jahresgang des Bodenfeuchtegehaltes in sechs verschiedenen Beständen der Rebbrache-Sukzession in Corniglia. Berechnungsgrundlage: Formel nach PFAU (bezogen auf sandigen Lehm und 1 m Bodentiefe. WK = Wurzelraumkapazität, pWP = permanenter Welkepunkt, BI - BV = Brachestadien).

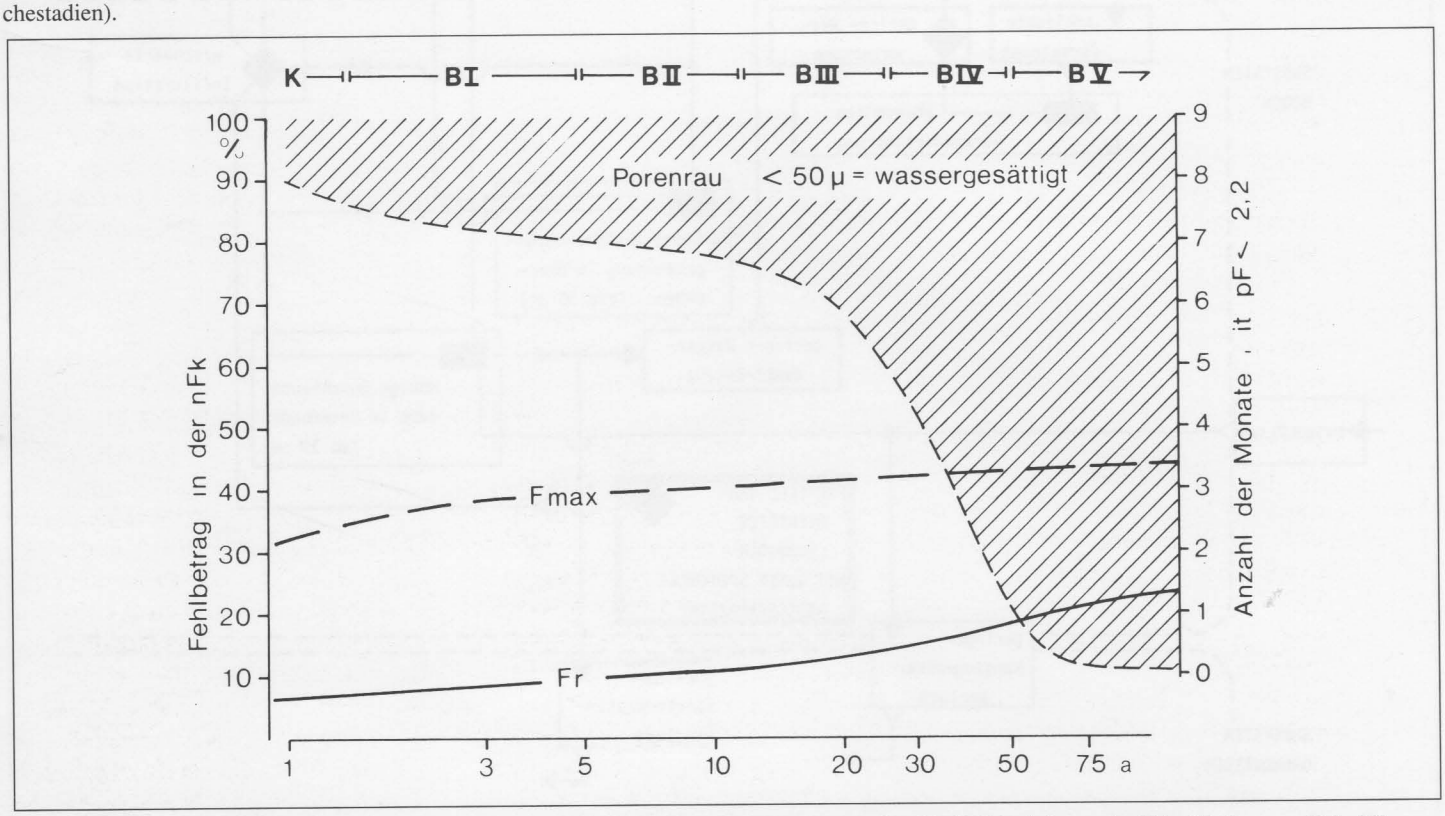


Abb. 86 — Veränderung des Bodenfeuchte-Fehlbetrags im Verlauf der Rebbrache-Sukzession K - BV (vgl. Legende Abb. 85; Daten s. Tab. 29). Fmax = maximaler Fehlbetrag, auf den Monat mit dem trockensten Boden bezogen; Fr = relativer Fehlbetrag, auf das ganze Jahr bezogen; nFK = nutzbare Feldkäpazität; pF = Saugspannung in log mbar, bei pF = 2,2 ist die untere Saugspannungsgrenze der nFK festgelegt (s. Kuntze et alii, 1981, S. 208) Grundlage: 10-jährige Meßreihe Levanto, vgl. Text Rückseite Tab. 29.

Courtesy of Editors

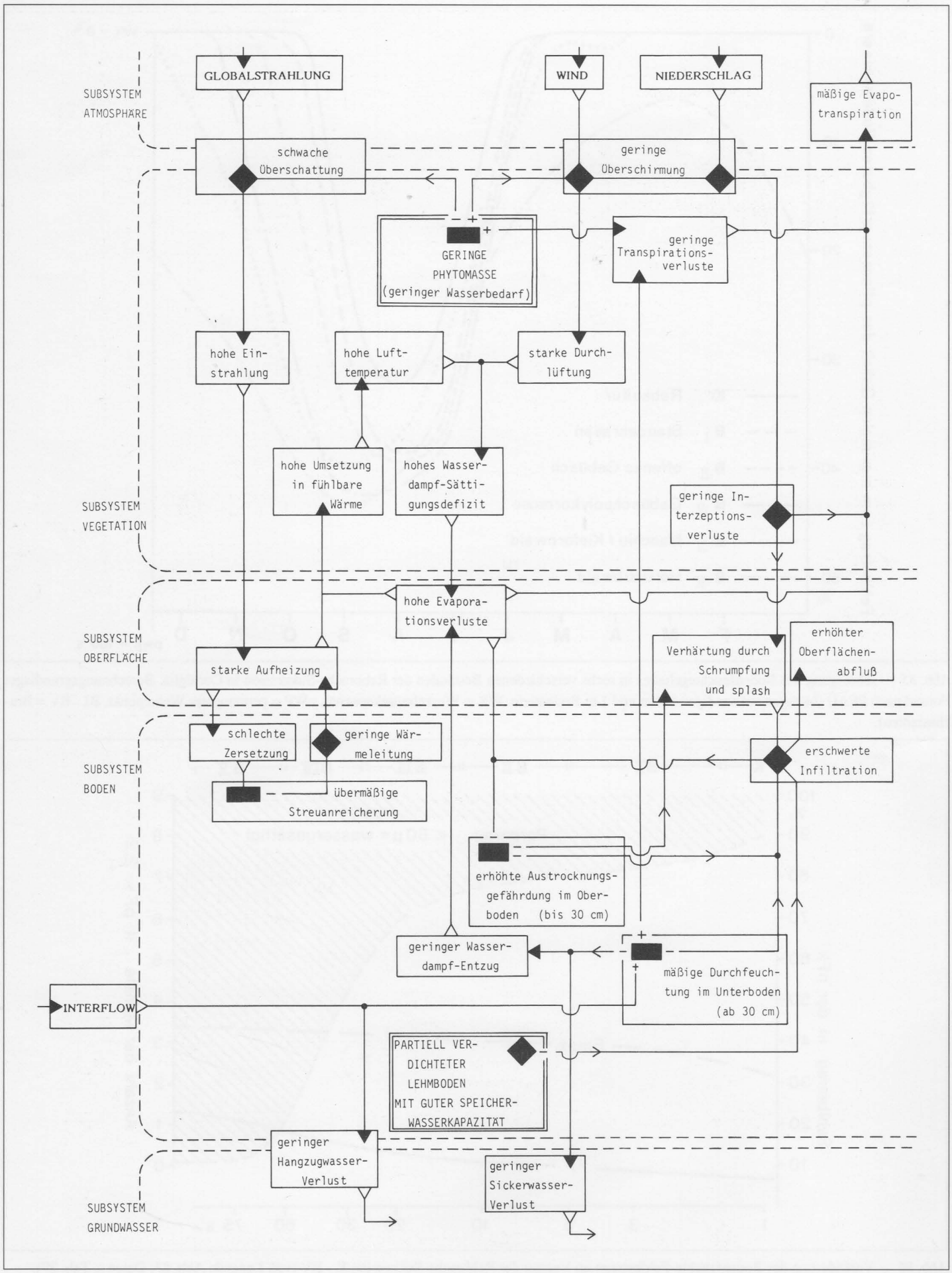


Abb. 87 — Funktionalbeziehungen zwischen Faktoren, die maßgeblich am Bodenwasserhaushalt beteiligt sind. Standort: offener Staudenrasen an einem südexponierten Hang mit sandig-lehmigen Böden im mesomediterranen Bereich (Sommerhalbjahr). Modell in Anlehnung an CHORLEY und KENNEDY (1971). Symbolbezeichnung s. unter Abb. 88.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

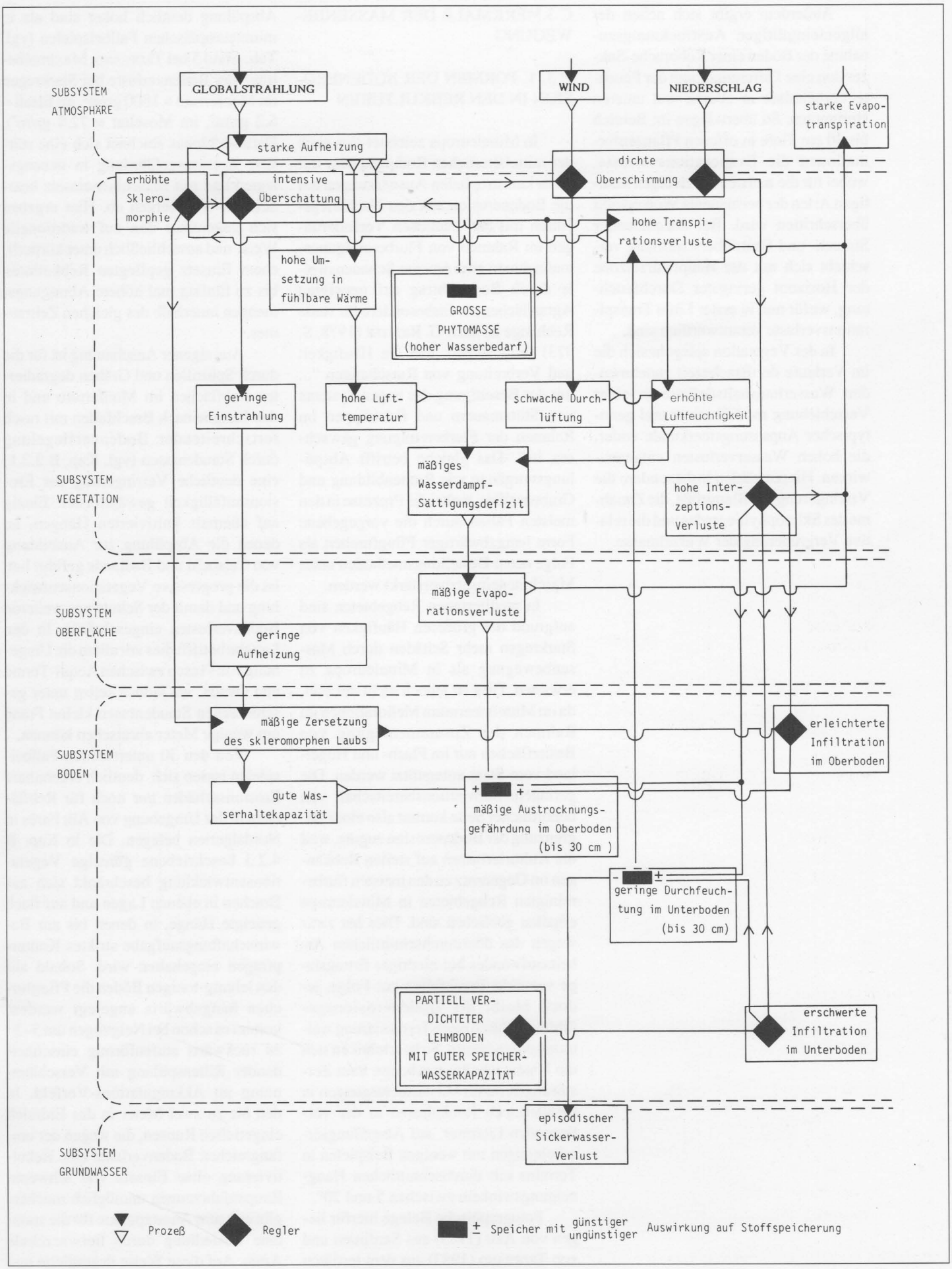


Abb. 88 — Funktionalbeziehungen zwischen Faktoren, die maßgeblich am Bodenwasserhaushalt beteiligt sind. Standort: dichter Steineichenwald an einem südexponierten Hang mit sandig-lehmigen Böden im mesomediterranen Bereich (Sommerhalbjahr).

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Außerdem ergibt sich neben der allgemeingültigen Austrocknungszunahme der Böden einer Rebbrache-Sukzession eine Differenzierung der Feuchte-Verhältnisse in oberen und unteren Horizonten. So überwiegen im Bereich bis 30 cm Tiefe in offenen Pflanzenformationen die Evaporationsverluste, wobei für die meisten kurzlebigen krautigen Arten der permanente Welkepunkt überschritten wird. Bei zunehmender Strauch- und Baumüberschirmung verschiebt sich mit der Hauptwurzelzone der Horizont geringster Durchfeuchtung, wofür nun in erster Linie Transpirationsverluste verantwortlich sind.

In der Vegetation spiegeln sich die im Verlaufe der Brachezeit zunehmenden Wasserhaushaltsdefizite in einer Verschiebung modifikativer und genotypischer Anpassungsmerkmale wider, die hohen Wasserverlusten entgegenwirken. Hierzu zählen insbesondere die Verringerung der Blattgröße, die Zunahme des Sklerophylliegrades und die relative Vergrößerung der Wurzelmasse.

C 3.MERKMALE DER MASSENBEWEGUNG

C 3. 1. FORMEN DER BODENEROSION IN DEN REBKULTUREN

In Mitteleuropa zeichnet sich nach der mittelalterlichen Rodungsphase mit ihren katastrophalen Auswirkungen auf die Bodenerosion seit den Nachkriegsjahren mit den baulichen Veränderungen im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen eine erneute Schadenswelle durch Bodenabtrag auf geneigten Agrarflächen ab. Insbesondere für steile Rebhänge ist nach G. RICHTER (1978, S. 373) festzustellen, daß die Häufigkeit und Verbreitung von Rutschungen "... mit der Beseitigung des engen Systems von Stützmauern und Felsklippen im Rahmen der Flurbereinigung gewachsen ist". Das gleiche betrifft Abspülungsvorgänge wie Rinnenbildung und Grabenreißen, wobei die Prozesse in den meisten Fällen durch die vorgegebene Form hangabwärtiger Pflugfurchen als Folge neuer Bestellungsmethoden unter Maschineneinsatz verstärkt werden.

In mediterranen Rebgebieten sind aufgrund der größeren Häufigkeit von Starkregen mehr Schäden durch Massenbewegung als in Mitteleuropa zu erwarten. Dies ist jedoch nicht der Fall, da im Mittelmeerraum Meliorationen im Rahmen der Zusammenlegung von Besitzflächen nur im Flach- und Hügelland vom Staat unterstützt werden. Die geringere Subventionsbereitschaft von behördlicher Seite kommt also einer Begrenzung der Bodenerosion zugute, weil die Kulturterrassen auf steilen Rebhängen im Gegensatz zu den meisten flurbereinigten Rebgebieten in Mitteleuropa erhalten geblieben sind. Dies hat zwar wegen des überdurchschnittlichen Arbeitsaufwandes bei niedriger Ertragslage verstärkt Brachfallen zur Folge, jedoch bleibt die Bodenerosionsgefährdung durch enge Terrassierung weiterhin eingedämmt. So beschränken sich die Untersuchungsergebnisse über Zerstörungen durch Massenbewegungen in mediterranen Rebkulturen in der vorliegenden Literatur auf Abspülungserscheinungen mit wenigen Beispielen in Terrains mit durchschnittlichen Hangneigungswinkeln zwischen 5 und 20°.

Fotographische Belege hierfür liegen von ARU (1985) aus Sardinien und von TROPEANO (1983) aus dem tertiären Hügelland im südlichen Piemont vor. Aus der letztgenannten Arbeit geht hervor, daß die Bodenverluste durch Abspülung deutlich höher sind als in mitteleuropäischen Fallbeispielen (vgl. Tab. 4 und 5 bei TROPEANO: Maximalbeträge der Bodenverluste bei Starkregen im Monferrato > 1800 gr/m², im Elsaß = 6,2 gr/m², im Moseltal = 72,8 gr/m²). Darüber hinaus zeichnet sich eine stärkere Erosionsgefährdung in neuangelegten und mit Maschineneinsatz bearbeiteten Weinbergen ab. Hier ergeben sich gegenüber den auf traditionelle Weise und ausschließlich unter körperlichem Einsatz gepflegten Rebkulturen bis zu fünfzig mal höhere Abtragungsmengen innerhalb des gleichen Zeitraumes.

Aus eigener Anschauung ist für die durch Spülrillen und Gräben degradierten Rebflächen im Monferrato und in den Langhe nach Brachfallen mit rasch fortschreitender Bodenversiegelung durch Staudenrasen (vgl. Kap. B 2.2.1) eine deutliche Verringerung der Erosionsanfälligkeit gewährleistet. Einzig auf ehemals kultivierten Hängen, an denen die Abspülung zur Ausbildung von Calanchi und Badlands geführt hat, ist die progressive Vegetationsentwicklung und damit der Schutz vor weiteren Bodenverlusten eingeschränkt. In den Langhe betrifft dies vor allem die Umgebung von Prasco zwischen Acqui-Terme und Ovada, wo jedoch selbst unter geschlossenen Staudenrasen kleine Frane um wenige Meter abrutschen können.

Von den 30 untersuchten Fallbeispielen lassen sich deutlich erkennbare Erosionsschäden nur noch für Rebflächen in der Umgebung von Aïn Farès in Nordalgerien belegen. Die in Kap. B 4.2.3 beschriebene günstige Vegetationsentwicklung beschränkt sich auf Brachen in ebenen Lagen und auf flach geneigte Hänge, in denen bis zur Bewirtschaftungsaufgabe striktes Konturpflügen eingehalten wird. Sobald auf den lehmig-tonigen Böden die Pflugfurchen hangabwärts angelegt werden, kommt es schon bei Neigungen um 3 - 5° zu rückwärts stufenförmig einschneidender Rillenspülung mit Verschlämmung im Akkumulations-Vorfeld. In den bis zu zwei Meter in das Erdreich eingetieften Runsen, die wegen der umfangreichen Bodenverluste eine Rekultivierung ohne Einsatz von schweren Raupenfahrzeugen unmöglich machen, gibt es kaum Ansatzpunkte für die spontane Besiedlung durch tiefwurzelnde Arten. Auf diese Weise degradierte und brachgefallene Gebiete werden in Nordalgerien durchweg mit Aleppokiefern und Eukalyptus-Arten bepflanzt, nach-

Courtesy of Editors

dem zuvor für die Erosionsverhütung eine flächenwirksame, d.h. durchgehende Hangterrassierung vorbereitet wird ("Gradoni", BARNER, 1978, S. 65).

Sowohl für das Beispiel aus den Langhe wie auch aus den Mts. des Beni-Chougran beschränkt sich die erhöhte Bodenerosionsgefährdung auf die in Kultur stehenden Rebhänge. Die nachfolgenden Brachestadien werden höchstens durch Folgeschäden geprägt, die jedoch außer auf extremen Degradationsform durch eine rasch aufkommende Sekundärvegetation reduziert werden. Für die Beurteilung der erosionshemmenden Auswirkungen einer progressiven Erosionsentwicklung liegen Untersuchungsergebnisse von DIECKMANN *et alii* (1985) von Meßparzellen in Südsardinien vor. Hier werden auf langgestreckten Flächen seit Herbst 1982 der oberflächlich abfließende Anteil der Niederschläge und das erodierte Material quantitativ erfaßt. Im Vergleich zu Meßfeldern, die auf chemischem Wege künstlich vegetationsfrei gehalten werden, zeigen diejenigen, die einer natürlichen Sukzession überlassen bleiben, schon bei einer 30%-igen Vegetationsüberdeckung durch einjährige Kräuter und mehrjährige Stauden eine Verminderung der Abtragsraten durch Starkregen um 80 bzw. 90% und durch Dauerregen um 50 bzw. 75% (vgl. Korrelationen auf zwei Flächen mit unterschiedlicher Artenzusammensetzung in Abb. 9 bei DIECKMANN *et alii*, 1985). Bei einer überschirmung von 80% reduziert sich der Materialverlust auf 1% und ab 90% Bedeckung ist kein Abtrag mehr zu ermitteln.

Damit wird die verminderte Erosionsgefährdung in progressiven Entwicklungsreihen der Vegetation bestätigt, wobei von ROHDENBURG (1983, S. 401) im Mediterrangebiet als positive Rückkopplungsprozesse neben einem verminderten Oberflächenabfluß eine Verbesserung des Bodenwasserhaushalts (gilt nur für den oberen Horizont, s. Kap. C 2.4) und eine Erhöhung der Bioturbation mitwirken. Ebenso erwähnt er einen Rückgang der Splash-Einwirkung, der sich mit Messungen durch van ASCH (1983, dort Tab. 2) in bearbeitetem Kulturland und in verschiedenen Pflanzenformationen nachweisen läßt. Allerdings gilt für diesen Materialverlagerungs-Prozeß, daß er während der Staudenrasen-Fazies die geringste Wirksamkeit zeigt und mit Aufwachsen der Holzarten wieder an Bedeutung gewinnt. Die Begründung hierfür liegt in den größeren Tropfendurchmessern des Niederschlagswassers, das von den Blättern abfällt. Die Splash-Erosion kann jedoch an flach und mäßig geneigten Hängen durch Laubstreu- und Humusschichten deutlich gemindert sein.

Der Bodenerosion kommt als auslösender Faktor für die Bewirtschaftungsaufgabe eine entscheidende Bedeutung zu. Entsprechendes gilt für die Mauerbrüche und -stürze auf den Kulturterrassen in Corniglia, auf die im folgenden genauer einzugehen ist.

C 3. 2. MASSENVERLAGERUNG DURCH MAUERBRÜCHE

Spezielle Untersuchungen über die Standfestigkeit von Rebmauern haben bislang in der geomorphologischen Literatur wenig Beachtung gefunden.

Dies mag damit zusammenhängen, daß sich Stützmauern von Kulturterrassen meistens als erosionsstabil erweisen. Besonders standfest sind die gut drainierten Trockenmauern traditioneller Bauweise, d.h. unverfugte Lesesteinmauern, die z.B. auf Korçula mit schweren Lehmböden über Kalkstein oder oberhalb von Ginostra auf Stromboli mit leichten Sandböden über Pyroklastika auch Jahrzehnte nach Bewirtschaftungsaufgabe keinerlei Sturzschäden aufweisen. In Corniglia stellen Mauerbrüche hingegen trotz Einbeziehung von Verstärkungseinrichtungen gegen die Druckbelastung ein Problem dar (vgl. Druckkräfte-Diagramm bei KUTSCH, 1982, Fig. 14, s. Y-Schicht in Abb. 91 a).

Erste Anhaltspunkte über das Ausmaß der Mauerbrüche in Corniglia ergeben sich aus einem Vergleich der Abb. 89 a und b, in denen die am Mauerfuß aufgeschütteten Sturzkegel auf der bereits mehrfach erwähnten Testfläche von Rodalabia eingetragen sind. In dem nur knapp zwei Hektar großen, im Durchschnitt 32° geneigten Gebiet erstrecken sich die Stützmauern bei einer durchschnittlichen Terrassenbreite von 4,9 m aufsummiert über 3,18 km Länge. Aus Tab. 26 geht hervor, daß 41% der Mauern das Erdreich noch genutzter Rebterrassen abstützt, da über ein Drittel der kartierten Fläche von der Verbrachung verschont geblieben ist. Unberücksichtigt bleiben einige größere Schuttanhäufungen, deren Herkunft nicht mehr genau zu rekonstruieren ist, die jedoch mit Ausnahme des langgestreckten steilen Blockfeldes unten rechts in Abb. 89, das möglicherweise seit Jahrhunderten als großes Lesesteindepot dient, zum größten Teil von Mauerstürzen herrühren.

Zieht man die ungleiche Zeitandauer der einzelnen Brachephasen in Betracht, die sukzessive von zwei Jahre im Anfangs- bis auf viele Jahrzehnte im Endstadium steigt, so ist für die kultivierten Flächen eine große Anzahl von Sturzfächern in Relation zur Länge der zugehörigen Rebmauern bezeichnend. Zudem muß berücksichtigt werden, daß Mauerbrüche im Kulturland oftmals schon gegen Ende der Regenzeit repariert werden und somit im Vergleich zu entsprechenden Ereignissen im Brachland einer Kartierung im Spätsommer entzogen bleiben.

Für die Ermittlung der Häufigkeit des Mauerzerfalls in bezug auf die Abhängigkeit von Standortfaktoren erweist sich die vergleichende Auswertung von Kartierungen im September 1981 und 1985 als nützlich. Danach zeichnet sich für den vierjährigen Zeitabschnitt eine deutliche Einsturzgefährdung unterhalb der genutzten und eine erhöhte unterhalb der mit Staudenrasen bewachsenen Kulturterrassen ab (vgl. Tab. 26, Anzahl der Mauerbrüche pro 1000 m in B I - B II). Rebmauern unter gehölzreichen Terrassen zeigen weniger Schäden. Hieraus ist zu folgern, daß der Grad der Vegetationsbedeckung auf dem anlagernden Bodenmaterial für den Wirkungsgrad der auslösenden Prozesse entscheidend ist. Mit einem Chi-Quadrat-Test läßt sich die Abhängigkeit von Mauerbrüchen/1000 m beweisen. Da

Tabelle 26 — Gesamtlänge der Stützmauern und Anzahl der Mauerbrüche unterhalb der Rebterrassen, die in Rodalabia kartiert wurden (vgl. Abb. 89 a und b).

	prozentualer Flächenanteil	aufsummierte Mauerlänge unterhalb der Rebflächen		Anzahl der Mauerstürze		
		in m	in %	total mm	Sept. 1981-85 Anzahl	Anz./1000 m
K	37,3%	1310	41,9	35	14	10,7
B I-II	15,6%	580	17,7	26	9	15,5
B III-V	47,1%	1290	40,4	51	0	7,0

Courtesy of Editors

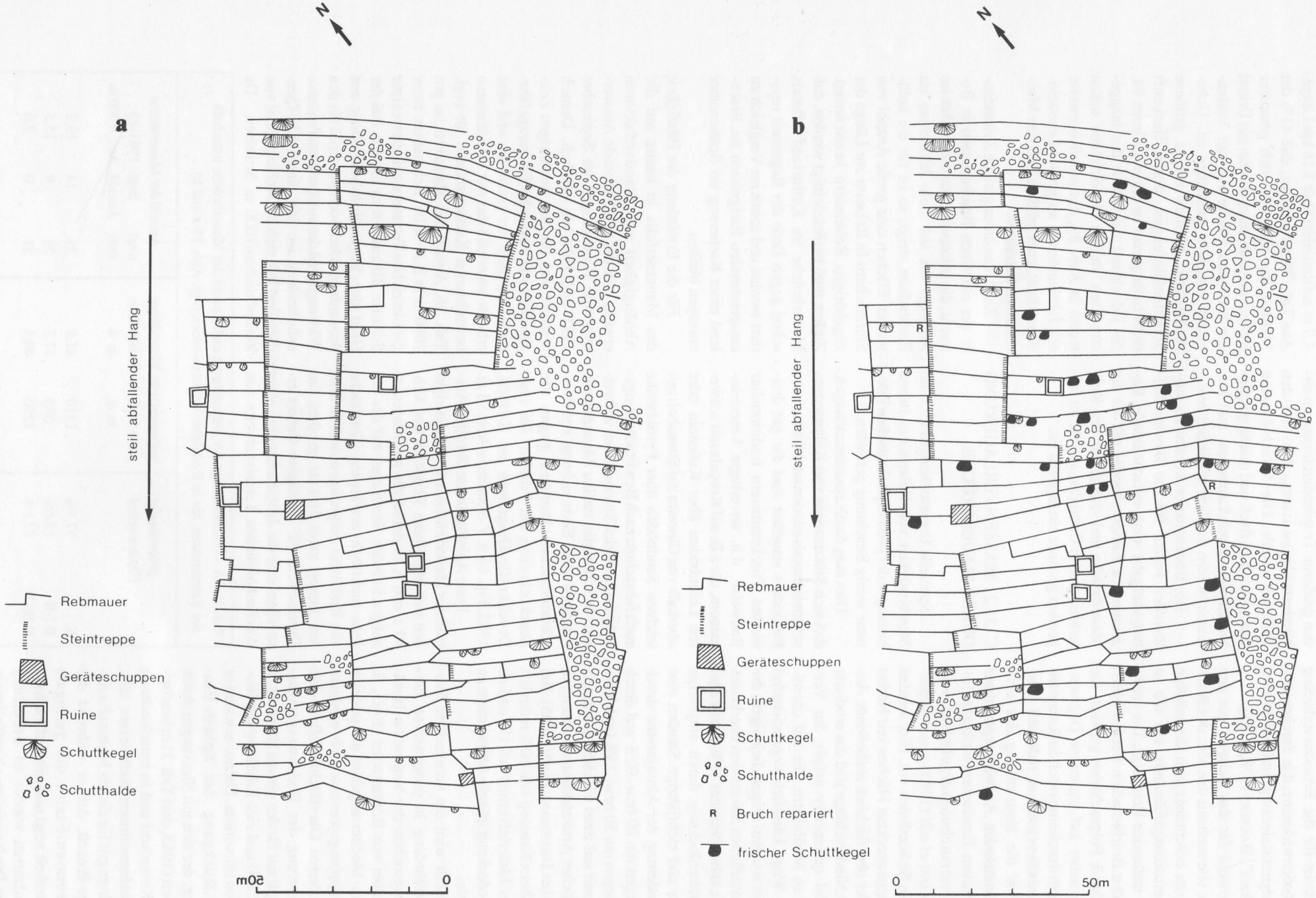


Abb. 89 — Mauerbrüche am Rebhang von Corniglia-Rodalabia (vgl. Abb. 42). a = Kartierung im September 1981; b = Neukartierung durch Carl im Sept. 1985, frische Schuttkegel sind hier schwarz eingetragen.

Courtesy of Editors

χ=9,0>5,99 ist eine Beziehung gegeben (α = 0,05 bei zwei Freiheitsgraden, Tabellen bei SACHS, 1974).

Nach Auskünften von Einheimischen und eigenen Beobachtungen treten die Mauerbrüche zum Zeitpunkt der maximalen Bodendurchfeuchtung im Februar und März gehäuft auf. In dieser Phase fehlender Weinbelaubung sind die genutzten Rebterrassen zumeist dicht mit Unkraut überdeckt, während die beiden folgenden Brachephasen größere Bestandslücken aufweisen können. Da die Flächen hinter den Rebmauern jedoch nur um 1-3° geneigt sind, ist die unterschiedliche Vegetationsüberschirmung auf den ohnehin geringen Abtrag durch Oberflächenabfluß ohne Bedeutung. Anzeichen für eine allmählich von der Mauerkrone zum Mauerfuß fortschreitende Zerstörung durch Spüldenudation sind nicht feststellbar. Entsprechende Prozesse werden verhindert, indem mit den nach wie vor anfallenden Lesesteinen für eine überhöhung bzw. ein überkragen der Mauern gesorgt wird, wodurch in Folge des resultierenden "Dammeffekts" ein zusätzlicher Nivellierungsausgleich schwach geneigter Bodenoberflächen gewährleistet ist.

Spielen also Steinstürze durch starken Oberflächenabfluß keine Rolle bei der Zerstörung der Terrassenmauern, so stellt sich die Frage, ob bauchförmige konvexe Wölbungen 30 - 100 cm unterhalb der Krone als Hinweis auf die Prozesse gelten können, die zum Mauerzerfall führen. Nach CARL und RICHTER (1989) sind die Mauerbäuche an einen anlagernden Verdichtungshorizont gebunden (s. dort Abb. 15 mit granulometischen Auswertungen). Ein Anhaltspunkt ergibt sich auch aus einem Bodenprofil im Testgebiet von Rodalabia, wo die Brüche gehäuft auftreten. Aus Abb. 90 a geht hervor, daß in 35 cm Bodentiefe eine deutliche Anreicherung der Feinsand- und Schluff-Fraktion festzustellen ist. Auch der Ton-Gehalt ist etwas höher als im Oberboden. Dieser Illuvialhorizont entspricht der bereits in Kap. C 2.1 erwähnten Einschlämmung im unteren Teil des rigolten Bereiches (Abb. 87 und 88). Sie ist als negative Begleiterscheinung der erhöhten Infiltration zu verstehen und wird durch die regelmäßige Bodenbearbeitung gefördert. In den dichten Böden über Kalkschiefer und über verwittertem Gabbro sind Auswirkungen einer Velagerung der Korngrößenfraktion unter 63 µm nicht erkennbar (Abb. 90 b und c).

Im Macigno-Sandstein-Substrat bewirkt außerdem eine Fugenverschlämmung zwischen den Mauersteinen zusammen mit dem erhöhten Stauvermögen und einer anhaltenden Durchfeuchtung im verdichteten unteren Teil des A_p-Horizontes nach starken Niederschlägen eine verringerte Reibung im Kontaktbereich zwischen den Steinen des Mauerwerks. Bei Wassersättigung im Ap-Horizont trägt die Schubkraft des anlagernden Erdreiches im Verbund mit der Fugenverschlämmung zur Verformung des "Mauerbauches" bei, bis es schließlich zum Bruch mit Nachstürzen des Kronenbereichs kommt.

In der Bresche setzen sogleich verschiedene Abtragsmechanismen ein, da der Abbruch des neu aufgeschlossenen Bodenmaterials weit über dem kritischen Neigungswinkel liegt. Abgesehen von der durch Druckentlastung frei werdenden Gravitationskraft nach dem Steinsturz führt die Durchtränkung des Bodensubstrats zu einer murenförmigen Ausbreitung des Materials und zur Bildung kleiner Spülrillen. Das abgespülte Feinmaterial lagert sich zwischen und auf den Mauertrümmern auf der unterhalb anschließenden Terrasse ab. Hier wiederum kommt es zu einer zusätzlichen Druckbelastung durch die aufliegenden Schuttmassen, wodurch die Beanspruchung der nächsten Stützmauern insbesondere auf schmalen Terrassen erhöht wird. Als Konsequenz kann sich gerade an besonders steilen Hängen eine Kettenreaktion entwikkeln, die mit zeitlicher Verzögerung in einer von oben nach unten fortschreitenden Abfolge von Mauersturz-Ereignissen abläuft (Abb. 91 b).

Ausgehend von der Bodenverdichtung mit resultierender Zunahme der Druckbelastung im unteren A_p-Horizont und der Fugenverschlämmung in der Mauer als grundsätzliche Vorbedingung tragen in Corniglia weitere Faktoren zu einer Erhöhung der Mauerbruch-Gefährdung bei. Neben der beschriebenen Vergrößerung, des Auflagegewichts durch ein vorangegangenes Sturzereignis zählen hierzu folgende Einflüsse:

- die erhöhte Salzsprengung mit schmalen tafoni- und wabenartigen Kleinformen entlang von Trennflächen im Schieferton der Rebmauern in Meeresnähe (Salzausblühungen in den Spalten)[1], d.h. ein Verwitterungsprozeß, der die Mauerfestigkeit durch Gesteinszermürbung beeinträchtigt;
- Verschiebungen entlang von Klüften im Anstehenden, wie sie in Corniglia z.B. durch Sprengungen bei der Erweiterung der Bahnanlagen verursacht wurden, wobei Rutschun-

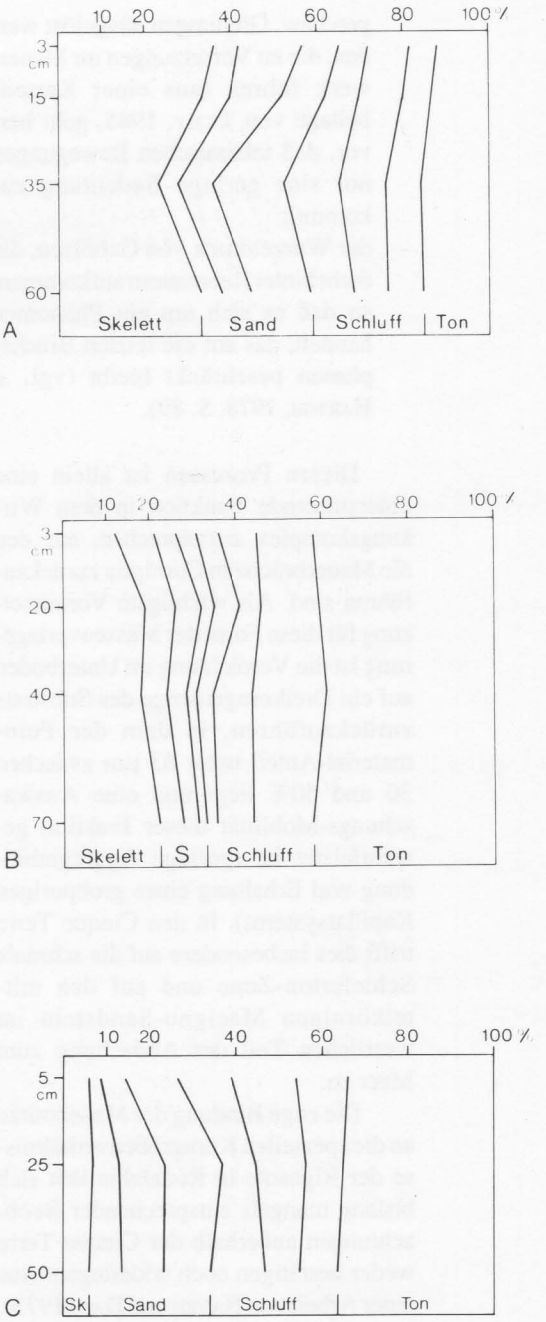


Abb. 90 — Veränderung der Korngrössenzusammensetzung mit zunehmenden Bodentiefe in drei Profilen, die in Abb. 92 vorgestellt sind. A= unter Kiefernwald über mittelkörnigem sandstein in Corniglia; B = unter Steineichenwald über Kalkschifer in Corniglia; C = unter Flaumaichen-Kastanienwald über verwirttertem Gabbo im Pignone

[1] Messungen zum Salzgehalt in den Mauerfugen ergaben im April 1986 eine landein- bzw. höhenwärtige Abnahme (Leitfähigkeit der wassergesättigten Feinmaterialproben aus den ugen: zwischen ca. 15 µm HOS in 10 m und ca. 3 µm HOS in 100 m. ü. M).

Courtesy of Editors

gen bzw. Gleitungen ausgelöst werden, die zu Versetzungen im Mauerwerk führen (aus einer Kartenbeilage von TICHY, 1985, geht hervor, daß tektonischen Bewegungen nur sine geringe Bedeutung zukommt);
- der Wurzeldruck von Gehölzen, die dicht hinter Rebmauern aufkommen, so daß es sich um ein Phänomen handelt, das auf die letzten Brachephasen beschränkt bleibt (vgl. a. HARTGE, 1978, S. 89).

Diesen Prozessen ist allein eine unterstützende Funktion in dem Wirkungskomplex zuzusprechen, auf den die Mauerbrüche in Corniglia zurückzuführen sind. Als wichtigste Voraussetzung für diese Form der Massenverlagerung ist die Verdichtung im Unterboden auf ein Dreikorngemenge des Substrats zurückzuführen, in dem der Feinmaterial-Anteil unter 63 µm zwischen 30 und 50% liegt und eine Auswaschungs-Mobilität dieser Fraktion gewährleistet ist (geringe Aggregatbindung und Erhaltung eines grobporigen Kapillarsystems). In den Cinque Terre trifft dies insbesondere auf die schmale Schieferton-Zone und auf den mittelkörnigen Macigno-Sandstein im westlichen Teil der Abdachung zum Meer zu.

Die enge Bindung der Mauerstürze an die speziellen Korngrößenverhältnisse der Rigosole in Rodalabia läßt sich bislang mangels entsprechender Beobachtungen außerhalb der Cinque Terre weder bestätigen noch widerlegen. Aus einer Arbeit von NAVEH und DAN (1973), der die Auswertung einer umfangreichen Literatur zum Terrassen- und Trokkenmauer-Verfall in Israel zugrunde liegt, ergeben sich keine Hinweise auf Ähnlichkeiten mit den aus Corniglia beschriebenen Massenverlagerungsprozessen. Jedoch zeichnet sich auch in diesen Fällen einer Zerstörung durch Spüldenudation eine Verringerung der Bodendegradierung mit zunehmendem Pflanzenbewuchs ab, so daß die mediterrane Brachland-Entwicklung in Hinblick auf die Erosionsanfälligkeit grundsätzlich positiv zu bewerten ist.

C 4. VERÄNDERUNGEN DER BODENCHEMISCHEN EIGENSCHAFTEN

C 4. 1. NATÜRLICHE HORIZONTENTWICKLUNG

Die Profilskizze in Abb. 91 a läßt erkennen, daß auf terrassierten Rebhängen anthropogene Böden vorliegen. Im Falle Corniglia ist keinerlei Ähnlichkeit mit jenen natürlich gewachsenen Böden auszumachen, die sich über dem Macigno-Sandstein und dem Canetolo-Schieferton in einer meridionalen Braunerde-Catena entwickelt haben. Da diese in ungestörtem Zustand skelettreich und nur selten tiefgründig ist, handelt es sich bei den Terrassenrigosolen aus ökologischer Sicht um aufgebesserte Böden. Denn über den in Jahrhunderten mit Lesesteinen und Feinmaterial angefüllten Aufschüttungen zwischen Rebmauer und Anstehendem (M- und Y- Schicht in Abb. 91 a; Schichtensymbole nach der Kartieranleitung der Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 1971, S. 30) lagert ein Ap-Horizont von bis zu einem Meter Mächtigkeit. Bei deutlicher Ausprägung einer Verdichtungszone laäßt er sich in einen Auswaschungs- und einen Einwaschungs-Horizont unterteilen, die der Eluvation bzw. der Illuvation entsprechend mit Ape und Api gekennzeichnet sind.

Im Vergleich zu den bis zum Cn-Horizont aufgeschütteten Terrassenböden sind die Rigosole ebener Lagen oder leicht geneigter Hänge nur oberflächlich umgestaltet. Dennoch ist beiden Typen als wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu natürlich gebildeten Böden gemein, daß die Humuszufuhr durch Kunstdüngung ersetzt und mit der regelmäßigen Bodenauflockerung die Nährstoffauswaschung beschleunigt wird. Zusammen mit der geringen Phytomasse bilden also die anthropomorphen Böden zu Beginn einer sekundären Sukzession ein Ökosystem mit einem niedrigen Gehalt lebender und abgestorbener organischer Substanz, d.h. der Energiespeicher "Biomasse" ist nur schwach entwickelt. In Anlehnung an BELLAMY und SHIMWELL (1979, S. 61) wird eine Sukzession von einer Energieeingabe durch Humus eingeleitet und die Entwicklung der folgenden Brachestadien bis zur Pseudoklimax durch die Umsetzung überschüssiger Energie gesteuert. Im Falle der Rebbrache-sukzession setzt der kulturnahe[1] Zyklus der Phytomassen-Produktion mit der Zersetzung des abgefallenen Reblaubs und dem Absterben der kulturbegleitenden Annuellen ein.

In der Folgezeit findet nur eine langsame Anreicherung von Humusstoffen im Oberboden statt, da die Laubauflage größtenteils über einen langen Zeitraum unzersetzt überdauert. Hinzu kommt, daß abgestorbene Substanzen in mineralisierter Form zum erheblichen Teil wieder dem Boden entzogen werden und in den Energiespeicher "lebende Biomasse" überführt werden. In mediterranen Ökosystemen handelt es sich dabei keineswegs um fließende Prozesse, da die für die Stoff-Freisetzung erforderliche biologische Aktivität den zyklischen Veränderungen im klimatischen Jahresgang unterliegt und somit der Stoffbedarf der potentiellen Vegetation nicht fortwährend gedeckt werden kann.

Darüber hinaus ist dem Anteil sklerenchymatischer Gewebestrukturen Rechnung zu tragen, der in den Pflanzengemeinschaften verschiedener Brachestadien erheblich variiert. In räumlicher Hinsicht drückt sich dies in einem zunehmenden Skleromorphiegrad von der supra- zur thermomediterranen Vegetation aus. Unter Einbeziehung der zeitlichen Komponente kann im Verlauf der Rebbrache-Sukzession ein genotypischer Wandel hinzutreten, der durch den Wechsel vorherrschender Arten vorgegeben ist. Als Beispiel sei der Umschwung von einem Trockenrasen mit hohem Anteil schwer zersetzbarer Stützgewebe zu einem laubwerfenden Gebüsch mit kollenchymatischer Festigung des Laubes angeführt (endogener Abbaufaktor = Resistenz). Zusätzlich verschärft werden die Gegensätze in diesem Falle durch unterschiedliche mikroklimatische Einwirkungen auf die Geschwindigkeit der mikrobiellen Umsetzung organischer Verbindungen (exogener Abbaufaktor = Reaktion).

Diese Ausführungen lassen bereits graduelle Unterschiede in den Voraussetzungen für die Ausbildung der Humusform im Verlauf der Rebbrache-Sukzession erkennen. In allen drei mediterranen Zonen zeichnet sich in den Staudenrasen der Initialstadien eine Phase der Rohhumusanreicherung ab. Der geringe Zersetzungsgrad ist in diesem Zeitraum nicht allein auf die mikro-

[1] Der Begriff "kulturnah" wird hier bewußt verwendet, da Nachwirkungen der letzten Düngeeingaben fortbestehen.

Courtesy of Editors

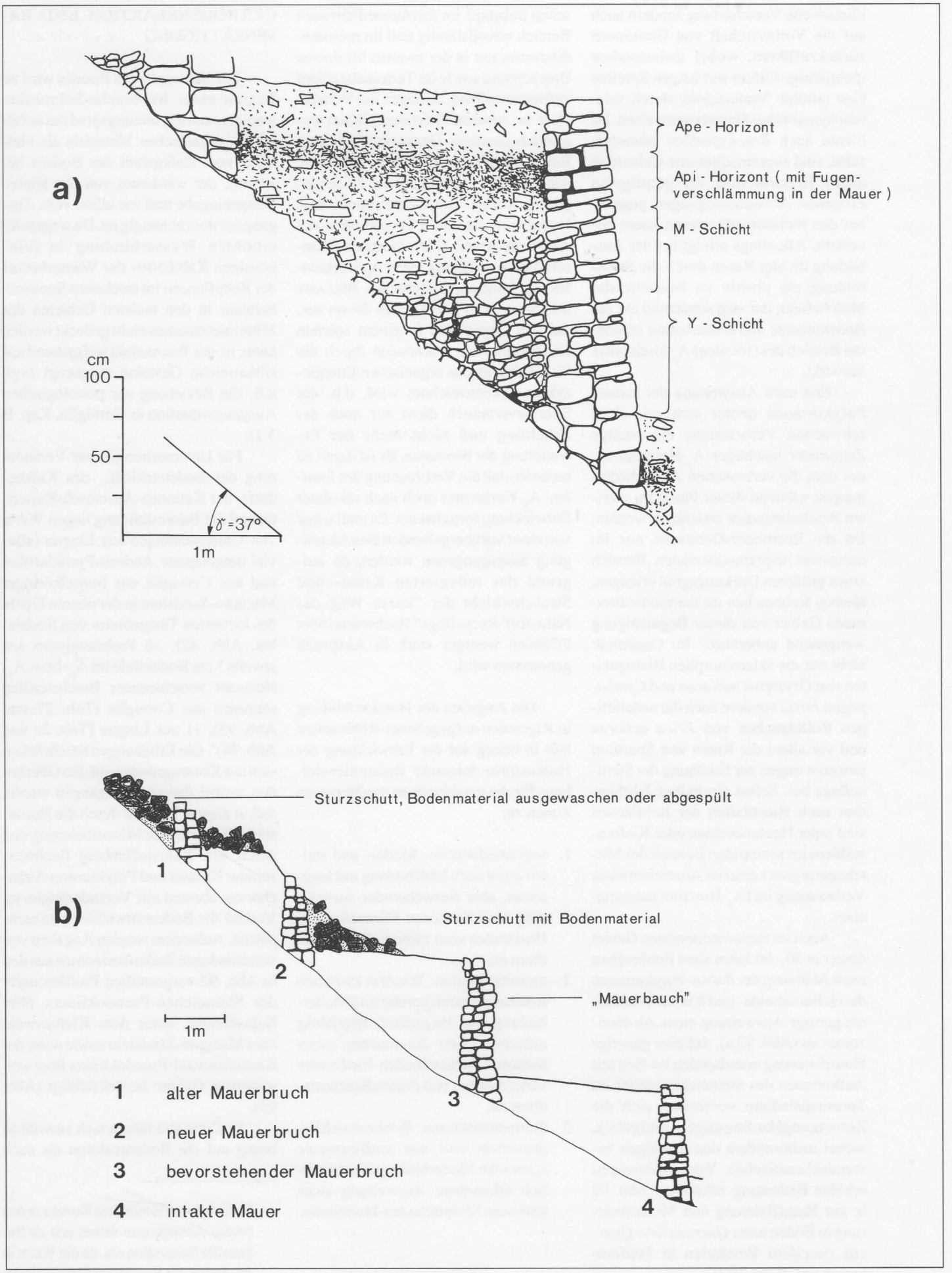


Abb. 91 — Profilskizze der Bodenschichtung und -horizontierung sowie des Mauerwerks in einer Rebterrasse über Macigno-Sandstein in Corniglia (a). Darunter (b) Schema einer Mauerbruch-Sequenz.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

klimatische Verschärfung sondern auch auf die Vorherrschaft von Gramineen zurückzuführen, wobei insbesondere mehrjährige Gräser mit langen Spreiten eine erhöhte Verfestigung durch sklerenchymatisches Gewebe aufweisen. Da hierzu auch *Brachypodium pinnatum* zählt, sind supramediterrane Gebiete in dieser Hinsicht trotz der günstigeren exogenen Abbaubedingungen gegenüber den thermomediterranen kaum bevorteilt. Allerdings erfolgt bei der Ausbildung dichter Rasen durch die Strohbildung ein positiv zu beurteilender Mulcheffekt, der sich schützend auf die Bodenfeuchte und Bioturbation im oberen Bereich des (fossilen) A_p-Horizontes auswirkt.

Erst nach Ausweitung der *Rubus*-Polykormone deutet sich mit einer schwachen Verbraunung ein wenige Zentimeter mächtiger A_p-Horizont an, aus dem die verbesserten Abbaubedingungen während dieser Phase im zweiten Brachejahrzehnt ersichtlich werden. Da die Brombeer-Gebüsche nur im meso-und supramediterranen Bereich einen größeren Deckungsgrad erlangen, bleiben Rebbrachen im thermomediterranen Gebiet von dieser Begünstigung weitgehend unberührt. Im Gegenteil: nicht nur die skleromorphen Blattspreiten von *Oryzopsis miliacea* und *Cymbopogon hirtus* sondern auch die nadelartigen Rollblättchen von *Erica arborea* und vor allem die Ruten von Spartium junceum tragen zur Erhöhung der Streuauflage bei. Selbst ein halbes Jahrhundert nach Brachfallen der Rebflächen sind unter Hochmacchien oder Kiefernwäldern im semiariden Bereich der Mittelmeerregion keinerlei Anzeichen einer Verbraunung im fA_p-Horizont auszumachen.

Auch im mesomediterranen Gebiet deutet in 30 - 50 Jahre alten Rebbrachen nach Ablösung der *Rubus*-Polykormone durch Baumheide- und Kiefernbestände die geringe Ausweitung eines Ah-Horizontes an (Abb. 92 a), daß eine günstige Humifizierung unterbunden ist. Erst mit Aufkommen des Steineichenwaldes im Terminalstadium verbessern sich die Zersetzungsbedingungen endgültig, wobei insbesondere den günstigen bestandsklimatischen Voraussetzungen erhöhte Bedeutung zukommt (Abb. 92 b; zur Humifizierung und Mineralisierung in Böden unter *Quercus ilex- Quercus coccifera* Beständen in Südfrankreich vgl. RAPP, 1971).

Erfolgt also die Umsetzung der ohnehin spärlich anfallenden organischen Substanz im thermomediterranen Bereich unvollständig und im mesomediterranen nur in der zweiten bis dritten Brachephase sowie im Terminalstadium zufriedenstellend, so liegen die Verhältnisse im supramediterranen Gebiet wesentlich günstiger. Dennoch läßt sich am Beispiel Pignone aus Abb. 92 c ablesen, daß selbst bei guten exogenen und endogenen Abbau-Voraussetzungen ohne Unterbrechung durch Formationen mit erhöhtem Anteil skleromorpher Pflanzen die Entwicklung eines A_h-Horizontes sehr langsam fortschreitet. BELLAMY und SHIMWELL (1979) gehen davon aus, daß ein Ökosystem in einem solchen Endstadium der Sukzession durch die Stabilisierung des organischen Energiezyklus gekennzeichnet wird, d.h. der Energieverbrauch dient nur noch der Erhaltung und nicht mehr der Erweiterung der Biomasse. Es ist damit zu rechnen, daß die Verbraunung des fossilen A_h-Horizontes noch nach säkularer Entwicklung fortschreitet. Es muß sogar von einer vorübergehenden Beschleunigung ausgegangenen werden, da aufgrund der reduzierten Kraut- und Strauchschicht der "kurze Weg des Nährstoff-Recyclings" flachwurzelnder Pflanzen weniger stark in Anspruch genommen wird.

Die Angaben der Horizontbildung in Rigosolen aufgegebener Rebbrachen läßt in bezug auf die Entwicklung der Humusform folgende Zusammenstellung für die verschiedene mediterranen Zonen zu:

1. supramediterran: Moder- und stellenweise auch Mullbildung mit langsamer, aber fortwährender Ausweitung eines humosen Mineralboden-Horizontes vom zweiten Brachestadium an.
2. mesomediterran: Wechsel zwischen Rohhumusanreicherung und Moderbildung mit langsamer, langjährig unterbrochener Ausweitung eines humosen Mineralboden-Horizontes vom (zweiten bis) dritten Brachestadium an.
3. thermomediterran: Rohhumusakkumulation und nur stellenweise schwache Moderbildung ohne deutlich erkennbare Ausweitung eines humosen Mineralboden-Horizontes.

C4.2.BODENREAKTION UND BASENSÄTTIGUNG

Der Säuregrad des Bodens wird zu Beginn einer Rebbrache-Sukzession weniger vom Zersetzungsgrad des anfallenden organischen Materials als vielmehr vom Kalkgehalt des Bodens bestimmt, der wiederum von der letzten Düngeeingabe und vor allem vom Ausgangsgestein abhängig ist. Da wegen der erhöhten Wasserbindung in feinkörnigen Kalkböden der Wasserbedarf der Rebpflanzen im trockenen Sommerhalbjahr in den meisten Gebieten des Mittelmeerraumes nicht gedeckt werden kann, ist der Weinanbau weitgehend auf silikatreiche Gesteine eingeengt (vgl. z.B. die Beziehung zur petrologischen Ausgangssituation in Corniglia, Kap. B 3.1).

Für Untersuchungen zur Veränderung der Bodenazidität, des Kalkbedarfs, der Kationen-Austausch-Kapazität und der Basensättigung liegen Werte von Untersuchungen aus Lingua (alluvial umgelagerte Andesit-Pyroklastika) und aus Corniglia vor (mittelkörniger Macigno-Sandstein in der oberen Hälfte des kartierten Testgebietes von Rodalabia, Abb. 42). 16 Probeanalysen aus jeweils 5 cm Bodentiefe im A_p- bzw. A_h-Horizont verschiedener Brachestadien stammen aus Corniglia (Tab. 27 und Abb. 93), 11 aus Lingua (Tab. 2e und Abb. 94)[1]. Die Erhebungen beschränken sich aus Kostengründen auf den Oberboden, wobei davon ausgegangen wurde, daß in diesem Bereich durch die Humuseingabe, durch die Mineralisierung und durch den Nährstoffentzug flachwurzelnder Kräuter und Polykormon-Sträucher am ehesten mit Veränderungen im Verlauf der Bodenentwicklung zu rechnen ist. Außerdem werden Angaben von verschiedenen Bodenhorizonten aus den in Abb. 92 vorgestellten Profilen unter der Steineichen-Pseudoklimax über Kalkschiefer, unter dem Kiefernwald über Macigno-Sandstein sowie unter der Kastanienwald-Pseudoklimax über verwittertem Gabbro berücksichtigt (Abb. 95).

In Corniglia lassen sich sowohl in bezug auf die Bodenreaktion als auch

[1] Die graphisch ermittelten Kurven in den beiden Abbildungen setzen erst zu Beginn der Sukzession ein, da die Werte in der Phase der Bewirtschaftungsaufgabe wegen der unterschiedlichen Düngeeingaben stark differieren.

Courtesy of Editors

CORNIGLIA

Vor 45 Jahren aufgegebener terrassierter Rebgarten über Feinkörnigem Maccigno-Sandstein.

B = Pinus pinaster
S = Erica arborea,
Quercus ilex,
H = Brachypodium pinnatum,
Agrostis castellana

CORNIGLIA

Vor 50 Jahren aufgegebener terrassierter Olivenhain über Canetolo-Kalkschiefer.

B = Quercus ilex,
Olea europaea,(z.T. †)
S = Rhamnus alaternus
L = Hedera helix,
Smilax aspera,
Asparagus acutifolius
K = Brachypodium pinnatum,
Dactylis hispanica

PIGNONE

Vor 80 Jahren aufgegebene Rebfläche über stark verwittertem Gabbro.

B = Castanea sativa
K = Brachypodium pinnatum,
Pteridium aquilinum

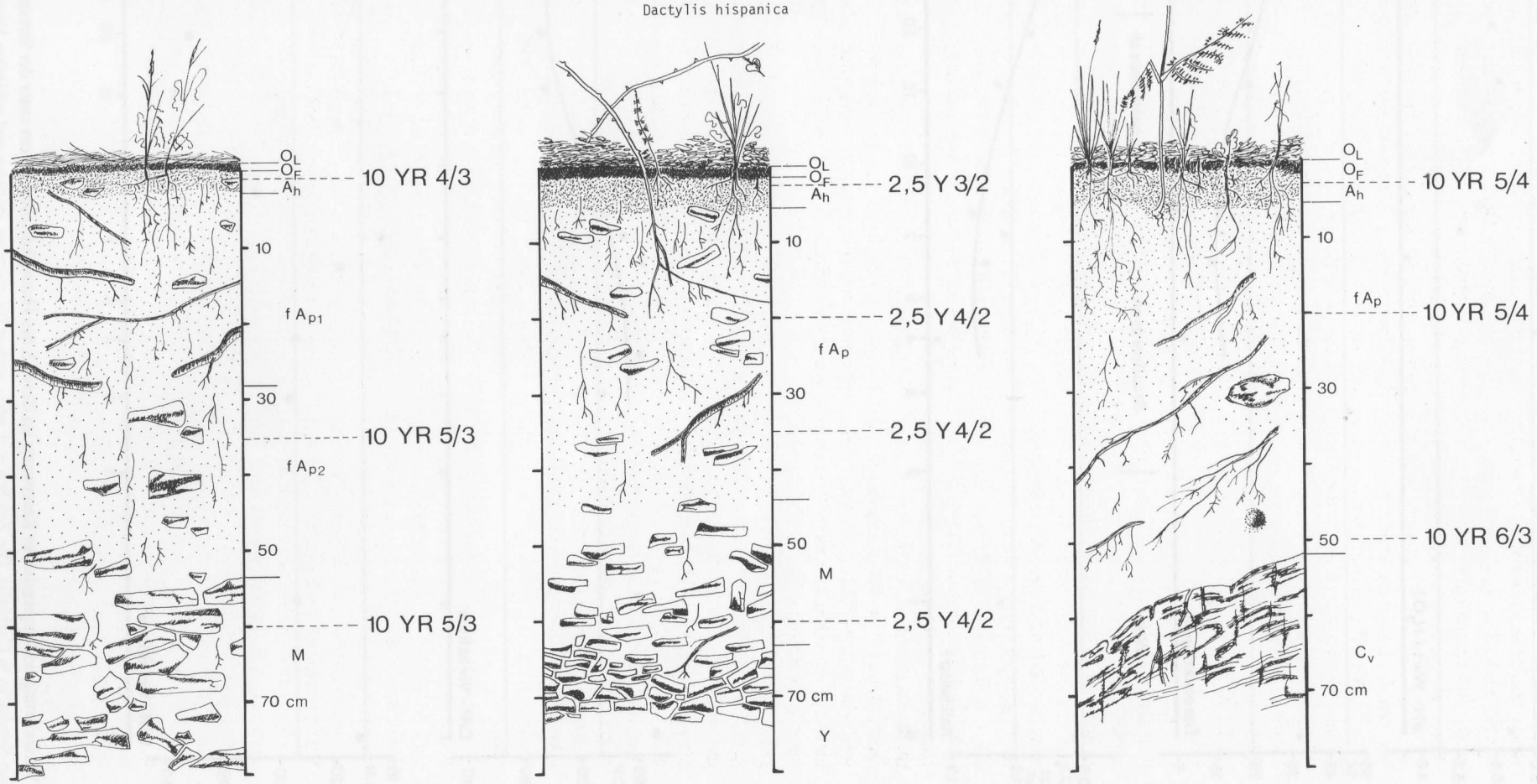


Abb. 92 — Bodenprofile zur Kennzeichnung der Humushorizont-Bildung in fortgeschrittenen Brachestadien über verschiedenen Ausgangsgesteinen in Corniglia und in Pignone.

Courtesy of Editors

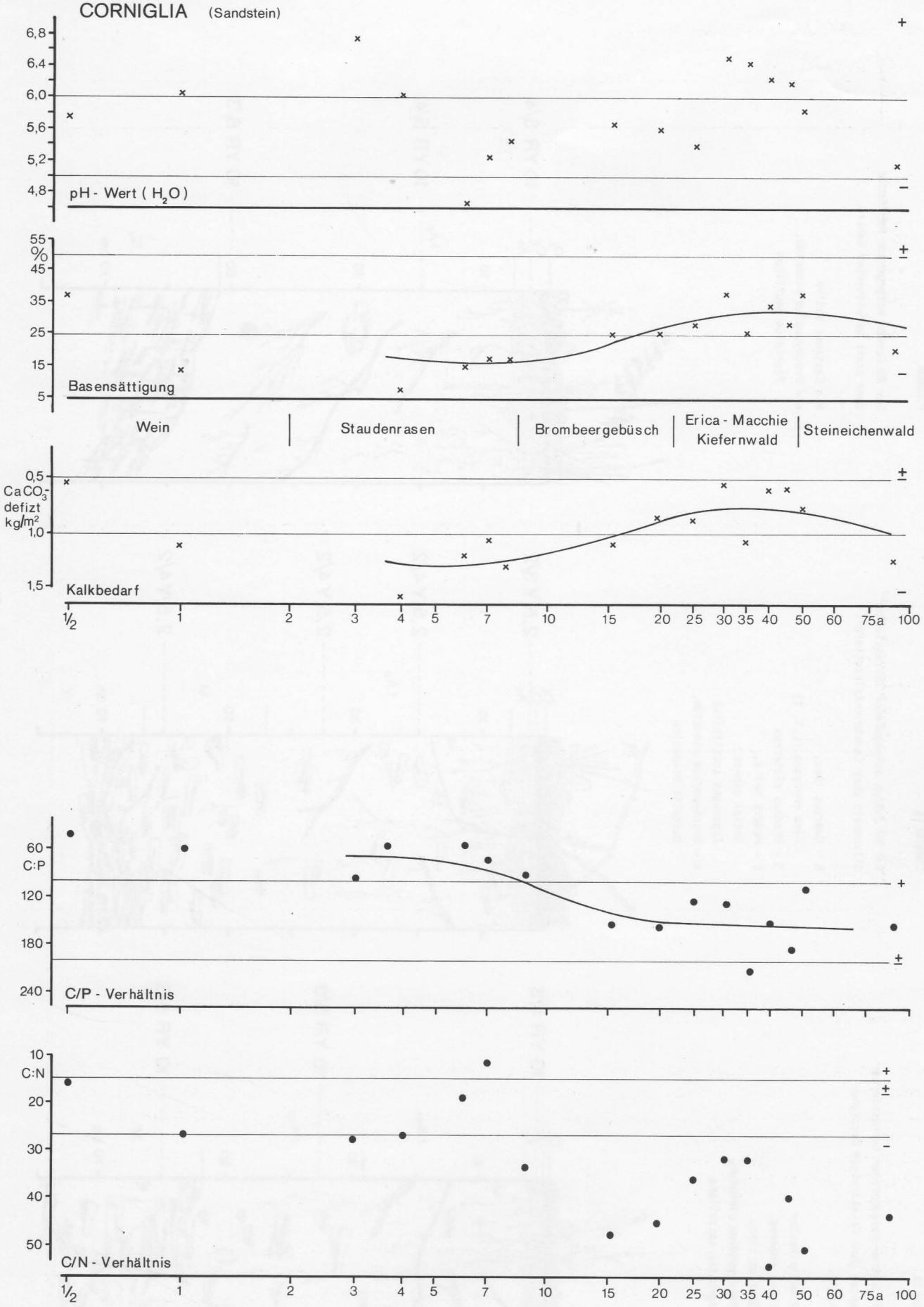


Abb. 93 — Veränderung bodenchemischer Kennwerte im Bereich des Humushorizontes 5 cm unter der Streuauflage in Abhängigkeit vom Brachealter über Macigno-Sandstein in Corniglia. Die Zeichen +, ± und - stehen für günstige, mittlere und schlechte Voraussetzungen für den Pflanzenwuchs.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

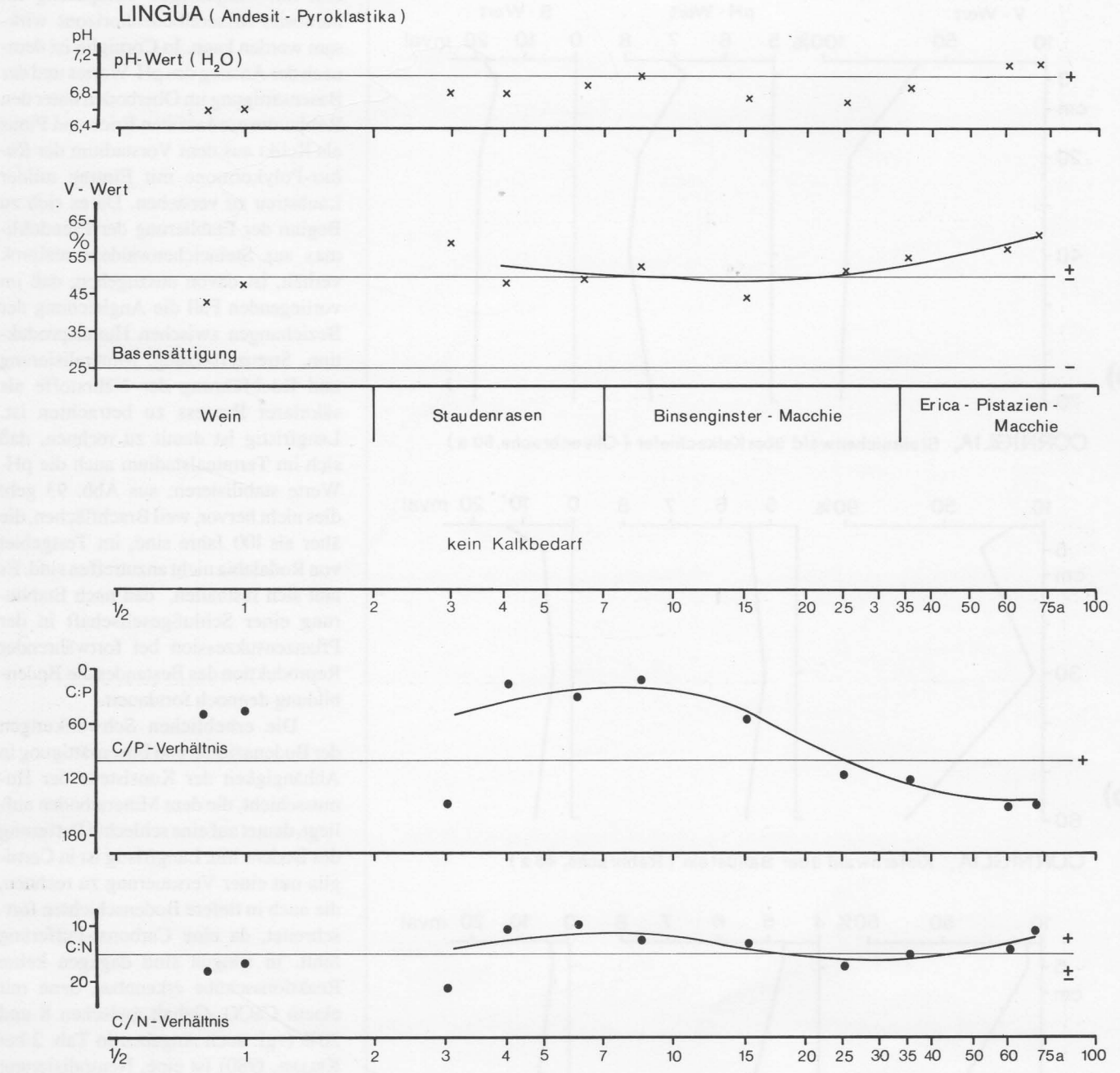


Abb. 94 — Veränderung bodenchemischer Kennwerte im Bereich des Humushorizontes 5 cm unter der Streuauflage in Abhängigkeit vom Brachealter über kolluvialen Andesit-Pyroklastika in Lingua.

auf die Basensättigung deutliche Schwankungen im Verlauf der Rebbrache-Sukzession erkennen (Abb. 93). Obwohl der Carbonat-Gehalt im Bodenmaterial über dem Macigno-Sandstein mit $CaCO_3$-Werten zwischen 0,1 und 0,2% , extrem niedrig ist, sind die (mäßig bis) stark humosen Oberböden in den meisten Fällen nur schwach sauer. Zu einer raschen Erhöhung der H-Ionenkonzentration, bei der die spezifische Azidität bis auf das 100-fache ansteigt, kommt es zwischen dem zweiten und zehnten Brachejahr während der Staudenrasenphase. Mit der Verringerung des pH-Wertes ist eine Abnahme der Basensättigung nachweisbar (V-Wert), die mit einer leichten Erniedrigung der ohnehin niedrigen Summe austauschbarer Metall-Kationen (S-Wert, in mval/100 gr Bodenmaterial) und im gleichen Maße mit einer Erweiterung der totalen Sorptions-Kapazität einhergeht (s. T-Wert, insbes. lfd. Nr. 4 in Tab. 27; Methoden nach STEUBING, 1965, s. 186-188). Die deutliche Zunahme der hydrolytischen Azidität, die sich in Abb. 93 in einem größeren Kalkbedarf zur Einstellung auf pH 7,0 widerspiegelt, läuft in der Staudenrasenphase mit der Anreicherung organischer Substanz im Auflagehorizont und der Freisetzung von Fulvosäuren zusammen (Infiltration von Sauerhumus, KUNTZE *et alii*, 1981, s. 130).

Geht man davon aus, daß auch die ehemaligen Rigosole unter *Erica*-Macchien und Kiefernwäldern von Rohhumusauflagen geprägt werden, so ist bei der Bodenreaktion, der Basensättigung und der Umtausch-Kapazität mit ähnlichen Auswirkungen zu rechnen wie bei der Strohbildung im Initialstadium der Sukzession. Tatsächlich ist jedoch das Gegenteil der Fall, denn vergleichswei-

Courtesy of Editors

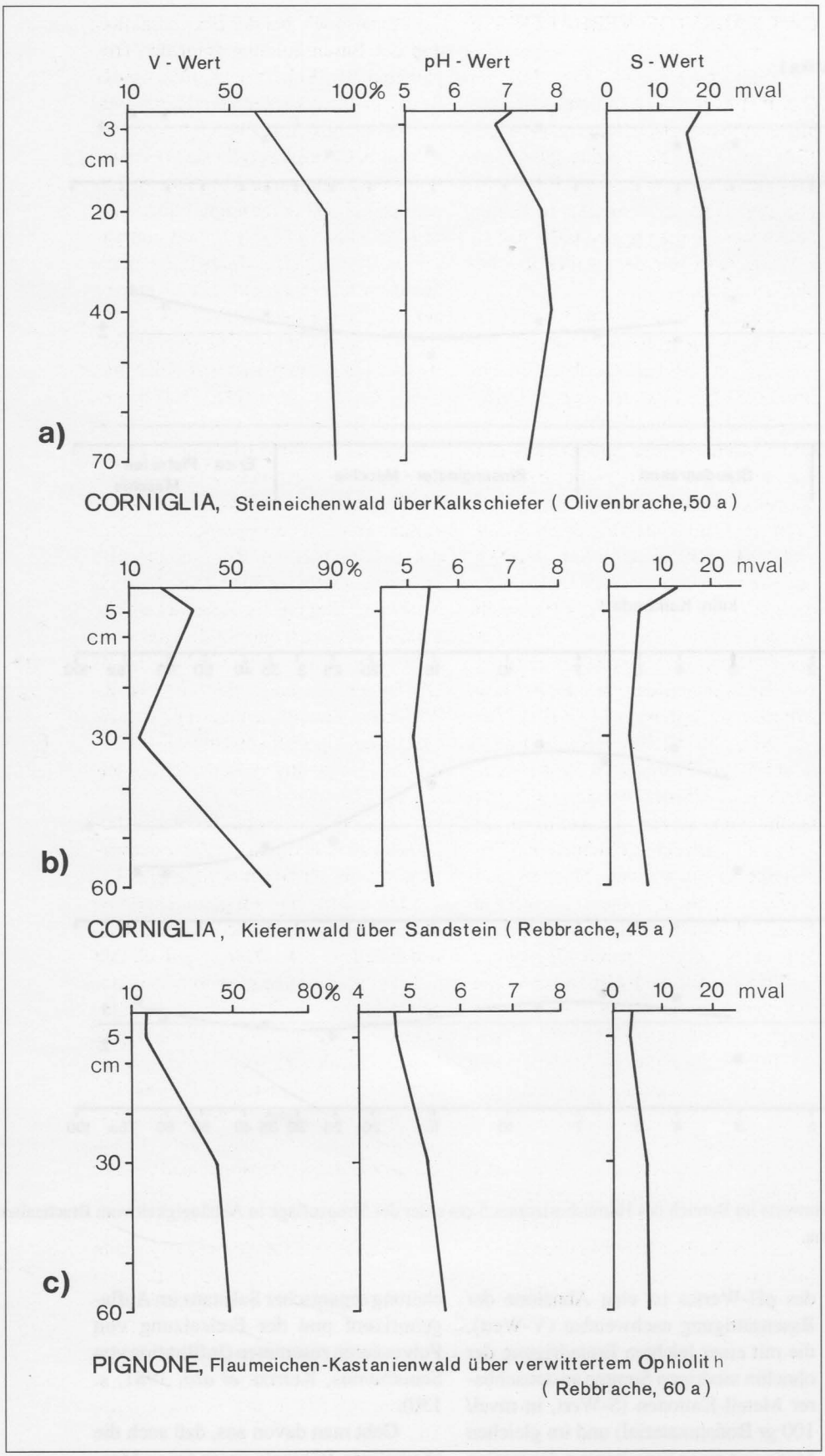


Abb. 95 — Veränderung der Basensättigung, der Bodenreaktion und der Summe umtauschbarer basischer Metallkationen mit zunehmender Bodentiefe in den drei Profilen fortgeschrittener Brachestadien, die in Abb. 92 abgebildet sind.

se sind im Brombeerstadium und in der Steineichen-Pseudoklimax ungünstigere Verhältnisse festzustellen. Diese zur Qualität der Humuszersetzung gegenläufige Tendenz ist nur damit zu erklären, daß sich die Ausbildung der Humusform im organischen Auflagehorizont vollzieht, und die positiven bzw. negativen Folgen der Streuzersetzung erst mit vieljähriger Verspätung im humosen Mineralbodenhorizont wirksam werden kann. In Corniglia ist demnach der Anstieg des pH-Wertes und der Basensättigung im Oberboden unter den Rohhumusproduzenten Erica und Pinus als Relikt aus dem Vorstadium der *Rubus*-Polykormone mit Eintrag milder Laubstreu zu verstehen. Da es sich zu Beginn der Etablierung der Pseudoklimax aus Steineichenwäldern reziprok verhält, ist davon auszugehen, daß im vorliegenden Fall die Angleichung der Beziehungen zwischen Humusproduktion, Streuzersetzung, Mineralisierung und Rückführung der Nährstoffe als säkularer Prozess zu betrachten ist. Langfristig ist damit zu rechnen, daß sich im Terminalstadium auch die pH-Werte stabilisieren; aus Abb. 93 geht dies nicht hervor, weil Brachflächen, die älter als 100 Jahre sind, im Testgebiet von Rodalabia nicht anzutreffen sind. Es läßt sich festhalten, daß nach Etablierung einer Schlußgesellschaft in der Pflanzensukzession bei fortwährender Reproduktion des Bestandes die Bodenbildung dennoch fortdauert.

Die erheblichen Schwankungen der Bodenazidität und Basensättigung in Abhängigkeit der Konsistenz der Humusschicht, die dem Mineralboden aufliegt, deutet auf eine schlechte Pufferung des Bodens hin. Langfristig ist in Corniglia mit einer Versauerung zu rechnen, die auch in tiefere Bodenschichten fortschreitet, da eine Carbonat-Pufferung fehlt. In Lingua sind dagegen keine Reaktionsschübe erkennbar, denn mit einem $CaCO_3$-Gehalt zwischen 8 und 20% (vgl. auch Angaben in Tab. 2 bei KELLER, 1980) ist eine, Neutralisierung der H-Ionen möglich, deren Konzentration in semiariden Klimaten ohnehin eine geringere Zunahme aufweist als in humiden. Eine weiterführende Auswertung der pH- und V-Werte in Abb. 94 erübrigt sich, da die geringen Schwankungen bei leicht ansteigender positiver Tendenz kaum interpretierbar sind.

Allgemein erfolgt als Reaktion auf die Ausbildung der Humusform im Oberboden von Brachland-Sukzessionen über carbonatarmem Ausgangsgestein ein deutlicherer Wechsel in der Bodenazidität und im Grad der Basensättigung als in carbonathaltigen Gesteinen. Darüber hinaus ist im Mittelmeergebiet davon auszugehen, daß entsprechende Veränderungen dort am größten sind, wo ein Wandel im Skleromorphiegrad des Laubes verschiedener

Courtesy of Editors

Bracheformationen am stärksten ausgeprägt ist. Nach Art der blattmorphologischen Voraussetzungen betrifft dies die Rebbrache-Sukzession im mesomediterranen Bereich in stärkerem Maße als in der supra- und thermomediterranen Zone.

Analysen zur Kationen-Austausch-Kapazität in den drei Bodenprofilen fortgeschrittener Brachestadien verdeutlichen, daß in allen Beispielen die Basenhöchstmengen, die der Boden sorptiv zu binden vermag, aufgrund des hohen Anteils an organischer Substanz im Grenzbereich zwischen O_f und A_h-Horizont am höchsten ist. Da aber an der Bodenoberfläche die Summe der austauschbaren basischen Metall-Kationen Ca, Mg, K und Na (S-Wert) keine deutlich erhöhten Werte zeigt, ist hier die Basensättigung am niedrigsten (V-Wert). Dies betrifft in besonderem Maße den Oberboden in Pignone, wo die Einwaschung von sauren Humusstoffen aus der schwer abbaubaren Kastanien-Streu (vgl. Kap. B 2.2.5) gegenüber jüngeren Stadien zu verstärkter Azidität führt. Sowohl hier als auch über Kalkschiefer in Corniglia ist mit zunehmender Bodentiefe eine Verbesserung des Sättigungszustandes, d.h. eine verringerte Entbasung festzustellen (s. V-Wert in Abb. 95). Für den ehemaligen Rigosol über Macigno-Sandstein wird jedoch in Analogie zur vertikalen Differenzierung in der Korngrößenzusammensetzung bei der Basensättigung, der Bodenreaktion und der Kationen-Austausch-Kapazität ein mehrfacher Tendenzwechsel im Profil erkennbar (Abb. 95b). Dabei läßt sich ausmachen, daß mit der erhöhten Feinmaterialeinwaschung im fApe-Horizont zwar eine erhöhte Kationen-Austausch-Kapazität, jedoch ein Minimum der pflanzenverfügbaren basischen Metall-Kationen und damit eine Nährstoffverarmung einhergeht. Erst in der M-Schicht unterhalb des ehemaligen Rigolbereichs ist ein endgültiger Anstieg der Basensättigung festzustellen. Es bleibt zu überprüfen, ob mit Absinken des pH-Wertes im Illuvial-Horizont die Al-Toxidität zunimmt (SCHACHTSCHABEL *et alii*, 1982, S. 11). Die in Kap. B 3. 1. 5 und B 4.2.5 angesprochene Artenarmut unter Erica- und Pinus-Beständen ist sicher nicht allein mit einer Bodenversauerung zu erklären.

C 4.3. NÄHRSTOFFVERHÄLTNISSE

Geht man davon aus, daß bei C:N:P=100:10:1 ein optimaler mikrobieller Abbau herrscht (KUNTZE, 1981, S. 132), so liegen für Lingua günstigere Trophieverhältnisse vor als für Corniglia (vgl. Tab. 27 und 28). In beiden Fällen werden die engsten C/N- und C/P-Werte zu Beginn der zweiten Brachephase erreicht.

Aus den relativ hohen Stickstoff-Anteilen läßt sich aber nur bedingt ableiten, daß in diesem Zeitabschnitt der Brachland-Entwicklung trotz der zunehmenden Rohhumus-Auflage mit langsam fortschreitender Sauerhumus-Einwaschung die biologische Aktivität unbeeinflußt bleibt. Denn der Stickstoff liegt fast ausschließlich in hochmolekular gebundener Form vor, d.h. die Nitrifizierungsprozesse sind selbst in der günstigen Jahreszeit der Probenahme (jeweils im März) nur schwach erkennbar. Dies geht aus der Tatsache hervor, daß in keinem der Fälle der Anteil an Pflanzenverfügbarem N (NH^{4+}, NO_{3-} und NO_{2-}) über 2,50% des gesamten N liegt (in Tab. 27 und 28 = Ntot). Da die Ergebnisse der Ammonium- und Nitratbestimmung wegen des geringen Gehalts unberücksichtigt bleiben und Probenerhebungen aus verschiedenen Jahreszeiten nicht durchgeführt wurden, dienen die Stickstoffuntersuchungen allein einer vergleichbaren Gegenüberstellung der Werte. Es ist zu bemerken, daß nach SCHMIDT (1978) "... in Ackerbrachen der äußere Nährstoffkreislauf der frühen Therophyten-Stadien später durch einen inneren abgelöst wird, wenn langlebige Hemikryptophyten... vorherrschen" (S. 112).

Bei hohem Anteil krautiger Leguminosen ist für Salina an einer Stelle sogar ein hypertrophes Verhältnis mit einer C/N-Ratio < 10 feststellbar, die üblicherweise auf bearbeitete Böden infolge geringer Humuseingaben bei übermäßiger N-Düngung beschränkt bleiben. Ähnlich wie bei der Bodenreaktion und der Basensättigung unterliegt der Trophiegrad des Oberbodens in der Rebbrache-Sukzession in Lingua einem ausgeglicheneren und weniger krassen Wandel als in Corniglia. Bei der Einordnung in die durch v. ZEZSCHWITZ (1968) genauer gekennzeichneten Bereiche beschränken sich die Schwankungen auf (hyper-) eu- und mesotrophe Kennwerte, während die Probenserie aus den Cinque Terre von eu- bis dystroph reicht.

Ebenso wie bei der Bodenreaktion und der Basensättigung zeigt der Trophiegrad eine Verschlechterung, die als Reaktion mit zeitlicher Verzögerung auf die Rohhumus-Anreicherung zu sehen ist. Nur in Corniglia ergibt sich bei einer Probe eine sehr starke Abweichung von dem in Abb. 93 aufgezeigten Sinuskurven-Verlauf. Hier führt ein unterdurchschnittlicher Stickstoffgehalt im stark humosen Oberboden zu einem extrem hohen C/N-Wert von 54, der auf die dystrophen Verhältnisse unter der Nadelstreu-Auflage eines Kiefernwaldes hinweist. In einer ähnlichen Pflanzengemeinschaft auf Salina (vgl. lfd. Nr. 13 in Tab 27 mit lfd. Nr. 11 in Tab. 28) liegt hingegen ein entsprechender Wert von 10,3 vor, der mit den üblichen Auswirkungen einer im vorliegenden Fall allerdings lückenhaften Rohhumusdecke nicht zu vereinbaren ist und unerklärlich bleibt. Im Verlauf der Rebbrache-Sukzession läßt sich nur in Lingua eine Erhöhung des Stickstoff-Anteils im Oberboden feststellen. Dies betrifft jedoch nicht den pflanzenverfügbaren N-Gehalt, der hier ebensowenig wie in Corniglia einer positiven Veränderung unterliegt.

Entsprechendes gilt für den Orthophosphat, auf den sich die Phosphorversorgung der Pflanzen weitgehend beschränkt. Zwar sind am gesamten Phosphor-Gehalt erhebliche Unterschiede festzustellen (1,4 - 20,6%), jedoch läßt sich keine Beziehung zwischen pflanzenverfügbarem Phosphor und einer bestimmten Humusform bzw. Laubqualität und damit zur jeweils vorherrschenden Vegetation herstellen. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß Orthophosphate fast ausschließlich anorganisch gebunden und dementsprechend von der toten organischen Substanz unabhängig vorliegen. Dennoch ist eine Verschlechterung der C/P-Verhältnisse im Verlaufe der Rebbrache-Sukzession zu erkennen (s. Abb. 93 und 94), die allerdings in allen Proben mit Werten unter 200 als günstig zu beurteilen sind. Daß dies selbst für den Oberboden unter Rohhumus zutrifft, hängt nach Auslegung von Hinweisen bei SCHACHTSCHABEL et alii (1982, S. 242 f.) möglicherweise mit der besseren P-Mineralisierung bei hohen Temperaturen zusammen und mit der verringerten Auswaschungsgefährdung bei zunehmender Bodenversauerung. In einem solchen Fall steigt mit der Freisetzung von Eisen- und Aluminiumoxiden die Fähigkeit der Böden zur Phosphatadsorption. Besonders günstig sind die

Courtesy of Editors

Tabellen 27 und 28 — Bodenchemische Kennwerte unter verschiedenen Rebbrache-Beständen in Corniglia (oben) und Lingua (unten) in 5 cm Tiefe.

Lfd Nr.	Pflanzen-Formation	Alter in Jahren	Glühverlust in %	C_{tot} g/Kg	pH H_2O	S-Wert mval	T-Wert mval	V-Wert mval	K^+ g/Kg	Mg^{2+} g/Kg	P_{tot} g/Kg	N_{tot} g/Kg	C : N : P
CORNIGLIA													
1	Rebkultur	1/2	2,55	16,0	5,75	4,7	12,5	37,6	1,35	15,1	0,34	1,00	100 : 6,3 : 2,1
2	"	1	5,2	24,0	6,05	2,6	18,5	14,1	1,26	17,9	0,40	0,83	100 : 3,5 : 1,7
3	Staudenrasen	3	3,25	17,7	6,75	5,8	11,3	51,3	1,31	14,1	0,18	0,65	100 : 3,7 : 1,0
4	"	4	2,85	19,7	6,0	2,2	25,2	8,7	0,86	15,3	0,35	0,73	100 : 3,7 : 1,8
5	"	6	3,6	20,7	4,65	3,0	20,0	15,0	1,11	18,3	0,46	1,11	100 : 5,4 : 2,1
6	"	7	3,15	23,3	5,25	3,2	18,3	17,5	1,10	16,1	0,32	2,0	100 : 8,6 : 5,5
7	Staudenrasen-Brombeerbüsch	8	3,5	25,5	5,45	4,0	23,0	17,4	1,16	14,7	0,28	0,76	100 : 3,0 : 5,5
8	Brombeer-Polykorm	15	5,8	46,4	5,65	5,4	21,2	25,5	0,92	13,2	0,28	0,97	100 : 2,1 : 0,6
9	"	20	5,0	40,2	5,6	5,3	21,0	25,2	0,86	13,8	0,24	0,89	100 : 2,2 : 0,6
10	Brombeer-Erica-Macchie	25	4,6	31,7	5,4	5,1	17,8	28,7	0,87	14,1	0,26	0,87	100 : 2,7 : 0,6
11	Erica-Steineichen-Macchie	30	4,9	32,4	6,5	4,9	12,8	38,3	1,23	13,5	0,26	1,03	100 : 3,2 : 0,8
12	Erica-Macchie	35	4,75	38,4	6,45	5,2	20,5	25,4	0,96	13,1	0,17	1,2	100 : 3,1 : 0,7
13	Kiefernwald-Erica-Macchie	40	4,15	38,0	6,25	4,6	13,2	34,8	1,35	15,2	0,25	0,7	100 : 1,8 : 0,3
14	Steineichenwald	45	6,55	49,4	6,2	3,5	12,0	29,2	1,05	17,7	0,27	1,24	100 : 2,5 : 0,8
15	"	50	5,7	50,1	5,85	6,9	18,2	37,9	1,42	17,2	0,46	0,99	100 : 2,0 : 0,9
16	"	90	6,35	45,1	5,15	4,6	22,7	20,3	1,03	14,8	0,33	1,04	100 : 2,3 : 0,8
LINGUA													
1	Rebkultur	3/4	1,7	12,4	6,6	4,6	10,7	43,1	1,1	3,07	0,25	0,70	100: 5,6 : 2,0
2	"	1	2,2	14,1	6,6	5,4	11,5	47,0	1,45	3,56	0,31	0,86	100 : 6,1 : 2,2
3	Trockenrasen	3	2,1	24,8	6,8	7,2	12,2	59,0	1,12	3,00	0,17	1,20	100 : 4,8 : 0,7
4	Staudenrasen	4	1,7	6,3	6,8	4,0	8,5	47,1	1,15	6,77	0,34	0,61	100 : 9,7 : 5,4
5	Trockenrasen	6	2,0	10,0	6,9	5,0	10,2	49,2	1,27	3,51	0,31	1,01	100 : 10,1 : 3,1
6	"	8	3,1	15,8	7,0	6,1	11,6	52,6	1,29	3,76	0,91	1,27	100 : 8,0 : 5,8
7	Binsenginster-Macchie	15	1,7	16,5	6,75	5,0	11,2	44,6	1,35	2,91	0,33	1,26	100 : 7,6 : 2,0
8	"	25	4,6	31,6	6,7	7,4	14,3	51,4	1,28	2,95	0,27	1,82	100 : 5,8 : 2,8
9	Baumwermut-Macchie	35	3,8	28,0	6,85	7,5	13,7	55,0	1,38	3,74	0,23	1,83	100 : 6,5 : 0,8
10	Erica-Pistazien-Macchie	60	3,5	26,3	7,1	8,3	14,4	57,6	1,94	4,95	0,19	1,88	100 : 7,1 : 0,7
11	Kiefernwald-Erica-Macchie	70	3,7	17,8	7,1	8,0	13,1	61,1	0,94	6,43	0,13	1,73	100 : 9,7 : 0,7

Courtesy of Editors

C/P-Verhältnisse in der zweiten Brachephase in Lingua (vgl. lfd. Nr. 4 und 6 in Tab. 28), wo in einem Fall ein sehr niedriger C-Gehalt und im anderen ein hoher P-Gehalt für eine Ratio < 30 verantwortlich ist.

Hinsichtlich des Gehaltes an austauschbarem Magnesium besteht in Corniglia und Lingua überhaupt kein Mangel (kritische Grenze für Kulturpflanzen = 0,03 g/kg; vgl. dagegen Werte um 15 bzw. 4 g/kg in Tab. 27 und 28). Insbesondere für den luvseitigen Cinque Terre-Hang ist eine extreme Anreicherung festzuhalten, die in Meeresnähe bei deutlicher Westwind-Exposition auf eine Aerosol-Zufuhr zurückgeht. Somit besteht selbst bei einer Reduktion an pflanzenverfügbarem Mg durch geringe pH-Werte und durch hohe Auswaschungsraten kein Defizit, zumal mit zunehmender Profiltiefe von einer Erhöhung des Magnesium-Anteils ausgegangen werden kann (Interpretationen nach Ausführungen bei SCHACHTSCHABEL *et alii*, S. 211 ff.). Was die Veränderung der Mg-Gehalte im Oberboden verschiedener Brachestadien betrifft, so läßt sich in beiden Fällen eine leichte Verringerung in der Binsenginster-Macchie, in Corniglia während der Entwicklung der Brombeer-Polykormone und der Erica-Macchien feststellen. In ausgewachsenen Gehölzformationen späterer Sukzessionsstadien steigt der Anteil wieder an. Es ist jedoch fraglich, ob sich aus diesem Trend ein verstärkter Mg-Aufbrauch während des Strauchaufwuchses ableiten läßt.

Auch an austauschbarem Kalium besteht in beiden Fallbeispielen ein überschuß. Für Lingua ist das insofern nicht zu erwarten, als hier die sandigen Rigosole gegen ein günstiges Adsorptionsvermögen für K-Ionen und damit für eine leichtere Auswaschung sprechen. Der Grund für die günstige Versorgung liegt in einem recht hohen Gehalt an Gesamt-Kalium im Ausgangsgestein (1,1 - 2,3%, vgl. KELLER, 1980, dort Tab. 2). In Corniglia ist die hohe Pflanzenverfügbarkeit dieses Elements mit dem gegenüber Lingua erhöhten Tonanteil zu erklären. Da Kalium nur eine geringe Anbindung an organische Substanzen zeigt, läßt sich keine Beziehung zum Humusgehalt und damit auch keine Veränderungstendenz im Verlauf der Rebbrache-Sukzession feststellen.

Für eine Beurteilung der Versorgung des Oberbodens mit den Hauptnährelementen fehlen Untersuchungen über den S-Gehalt. Mit einem Defizit ist jedoch in keinem Fall zu rechnen, da sowohl in Lingua als auch in Corniglia aufgrund der meeresnahen Lage mit einer ausreichenden Zufuhr durch Niederschläge zu rechnen ist. Hinzu kommt eine beträchtliche Eingabe durch die jährliche Schwefelung der Rebkulturen gegen den Schädlingsbefall, die wegen der raschen Adsorption von SO_2 in Böden für eine überdauernde Anreicherung sorgt.

Zusammenfassend läßt sich nach Brachfallen der untersuchten Böden mediterraner Rebflächen eine Beeinträchtigung in der Verfügbarkeit von Hauptnährelementen einzig für die N- und P-Versorgung nachweisen. Deutliche Verschlechterungen treten nur bei ungünstigen Zersetzungsvoraussetzungen Rohhumus produzierender Pflanzen auf, was insbesondere negative Auswirkungen auf die Stickstoffversorgung hat. - Die aufgezeigten Veränderungstendenzen der bodenchemischen Verhältnisse während der mediterranen Rebbrache-Entwicklung lassen plausible Erklärungen zu. Es bleibt zu überprüfen, ob die Ergebnisse zur Veränderung der Nährstoffverhältnisse auf andere Rebbrachen im Mittelmeergebiet übertragbar sind.

C 5. ÖKOLOGISCHE BEURTEILUNG DER MEDITERRANEN REBBRACHE-SUKZESSIONEN

C5.1.MERKMALE DER DIVERSITÄT UND STABILITÄT

Im Zusammenhang mit der Vegetationsdynamik auf Brachflächen Mitteleuropas betont HARD (1975, S. 270), "... daß Arten- und Gesellschaftsvielfalt nur äußerst unzuverlässige Indikatoren für ökologischen ... Wert sind - d.h. für Stabilität ... und Produktivität (oder Leistungsfähigkeit) von Ökosystemen". Die kritische Haltung zu entsprechenden Beziehungen, die zuvor schon von ELLENBERG (1973, S. 24 f.) vertreten wurde, steht im Kontrast zum "Diversität erzeugt Stabilität" -Dogma, das in der ökologischen Literatur des angelsächsischen Sprachraums verbreite ist (n. HAEUPLER, 1982, S. 32 f.). Es wurde von KLUG und LANG (1983, S. 36) auf Geosysteme übertragen.

Vor der Beantwortung der Frage nach Beziehungen zwischen Diversität und Stabilität ist zu beachten, daß diese Begriffe verschieden aufgefaßt und interpretiert werden. Allein aus der Artenvielfalt oder der Gesellschaftsvielfalt, die sich aus Tab. 15 von der floristischen Ähnlichkeit der Bestände ableiten läßt, ist nicht festzustellen, ob sich eine Art auf einem Standort regelmäßig fortpflanzt. Aus diesem Grund wird in der "Diversität" als Maß der Mannigfaltigkeit mit Hilfe von Methoden der Informationstheorie auch die relative Häufigkeit der Arten berücksichtigt (SHANNON-Index, s. Kap. B 5, bei HAEUPLER, 1982, und FISCHER, 1982, mit "Heterogenität" identisch). Entsprechendes wird mit der "Evenness" als Grad der Gleichverteilung erreicht, mit der im Vergleich zur Diversität die Dominanzstruktur offensichtlich wird. Handelt es sich hierbei um Merkmale einer vegetationsinternen Vielfalt, so läßt sich die ökologische Vielfalt mit der Nischen- oder Habitat-Diversität kennzeichnen, durch die nach SHMIDA und WILSON (1985) die Artenvielfalt verursacht und erhalten wird. Hierzu tragen mehrere abiotische Faktoren bei, von denen im analytischen Teil des Standortwandels die kleinräumige mikroklimatische und bodenhydrologische Differenzierung besprochen wurde (vgl. z.B. Variabilitätskoeffizienten in Tab. 19 und Tab. 21 sowie Standardabweichungen in Tab. 24).

In bezug auf die Stabilität ergibt sich das Problem, daß es sich um einen

Courtesy of Editors

Begriff handelt, der nicht immer als gesetzmäßig festgelegtes Phänomen betrachtet wird. Eine systemtheoretische Charakterisierung der untersuchten Vegetationseinheiten und ihre ökologische Bewertung verlangt eine Festlegung der zentralen Termini Konstanz, Stabilität und Elastizität, wie sie z.B. von REMMERT (1978, S. 224 f.) vorgegeben wird. Entsprechendes gilt für die Begriffe Inkonstanz, Empfindlichkeit und Belastbarkeit. Die Definition von FRÄNZLE (1978) zum Stabilitätsbereich als Menge von Systemzuständen, bei denen Störungen ohne spätere Änderung der Systemstruktur und des vorherrschenden Fließgleichgewichts aufgefangen werden, ist auf naturnahe Ökosysteme zu beschränken, da nur hier ohne Einflußnahme des Menschen ein beständiger Zustand ("steady state") erhalten bleibt. Im vorliegenden Fall einer sekundären Sukzession muß beachtet werden, daß es sich um einen übergang von einem künstlichen zu einem naturnahen System handelt. Das bedeutet, daß mit Aufgabe der Rebkultivierung Prozesse eingestellt werden und Regler "verfallen", die das bisherige Ökosystem getragen haben. Es geht dabei um Faktoren des menschlichen Eingriffs, insbesondere die Bodenbearbeitung, die Düngereingaben und die Pflege der Rebstöcke, mit denen im integrierten Landbau ein stabilisiertes Ersatzsystem aufrecht erhalten wird. Bleibt der ehemals vorbestimmte Regelkreis sich selbst überlassen, erfolgen mehrere Schritte einer zunehmenden Selbstregulierung, bis sich eine Pseudoklimax eingestellt hat, die auf die äußeren und inneren Zustandsbedingungen optimal reagiert, d.h. "homöostatisch" (KLUG und LANG, 1982, S. 38) geworden ist.

In Sukzessionen geht die allmähliche Etablierung eines Gleichgewichts mit der Abschwächung der rhythmisch auftretenden Störgrößen, also mit der Verringerung der mikroklimatischen, bodenhydrologischen oder trophischen Schwankungen im Wechsel der Jahres- und Tageszeiten einher. Der Vegetation kommt dabei eine entscheidende Funktion als Regler zu, da sie mit der überschirmungsdichte, dem Wasserbedarf und dem Laubfall als Führungsgröße im Regelkreis dient. Mit Verringerung der rhythmisch auftretenden Störgrößen, d.h. mit Aufbau eines Widerstands, geht eine Zunahme der "Stabilität im Sinne von Konstanz der Form im Laufe der Zeit einher" (HAEUPLER, 1982, S. 232).

Jedoch dürfen aus dieser Feststellung keine Rückschlüsse auf die Veränderung der Belastbarkeitsgrenze gegenüber arhythmischen Störgrößen abgeleitet werden. Im Falle der mediterranen Rebbrache-Entwicklung gehört hierzu das Auftreten extremer Trockenjahre, plötzlichen Schädlingsbefalls oder katastrophaler Brände. Gegen solche Fälle vermag ein Ökosystem kaum Regler für eine Pufferung aufzubauen; es kann sich nach einer Zerstörung nur langfristig über eine neue Sukzession entwickeln. Besonders betroffen sind im Reglerkreis Biozönosen als störanfälligstes Glied, wobei eine unvorhersehbare Belastung in erster Linie von der artenspezifisch vorgegebenen Widerstandsfähigkeit und Regenerationsfähigkeit der Pflanzengemeinschaft, d.h. den autotrophen Produzenten abhängt.

In dichten Strauchbeständen bzw. Hochmacchien und vor allem in den Waldformationen der Pseudoklimax sind die Nährstoffverluste aus dem weitgehend authochtonen Nährstoffkreislauf gering. Bei anthropogenen Störungen wie Holzeinschlag oder bei Brand wird dieses System verletzt, und es fließt ein Teil der im Sukzessionsverlauf gespeicherten Nährstoffe durch die gesteigerte Auswaschungsrate und die Vernichtung der Produzenten aus dem System heraus. Zu irreversiblen Schäden kommt es jedoch nicht, solange eine relativ schnelle Regenerierung der Phanerophytenbestände gewährleistet ist. Da im Mittelmeergebiet nur wenige Baumarten erforderlich sind, um eine rasche Wiederbewaldung zu sichern, wird eine relative Stabilisierung des Nährstoffkreislaufs nach wenigen Jahrzehnten wiedererlangt. Selbst wenn es sich um monotone und artenarme Kiefernwälder mit geringer Widerstandsfähigkeit gegen Schädlingsbefall und Brandeinwirkung handelt, ist in den meisten Fällen auf ehemaligen Rebflächen mit einer Regenerierung der Bestände zu rechnen.

Laufen Veränderungen in ökologischen Systemen grundsätzlich auf die Herstellung eines dynamischen Gleichgewichts hinaus (AHNERT, 1973, S. 111), so ist zu berücksichtigen, daß sich die Entwicklungsphasen mit Annäherung an das Terminalstadium verlängern. Die Etablierung überdauernder Pflanzenformationen ist jedoch nicht mit einer Stabilisierung im Sinne einer guten Regenerationsfähigkeit nach Zerstörungen gleichzusetzen. In dieser Hinsicht sind zum Beispiel bei Brandeinwirkungen die Ausläufer bildenden Rasenherde oder Gebüschpolykormone gegenüber Gehölzen späterer Entwicklungsstadien bevorteilt, die allein über langsames Auswachsen der Keimlinge Terrain zurückerobern können. Auch die offenen Staudenrasen des ersten Brachestadiums zeigen aufgrund ihres kurzfristigen Austriebvermögens eine schnelle Reproduktion. Beschränkt man also die Stabilität eines Ökosystems nur auf seine Fähigkeit, sich nach einschneidenden Störungen zu erneuern, so sind die frühen Entwicklungsstadien in der mediterranen Rebbrache-Sukzession gegenüber späteren im Vorteil. Es sei daran erinnert, daß nach Brandzerstörung und der einhergehenden Auflichtung von Kiefernbeständen heliophile Therophyten und Hemikryptophyten einen vorübergehenden Bedeutungszuwachs erlangen (Kap. B 3.2.1) und die Gleichgewichtstendenz in eine andere Richtung lenken können.

Wenn hingegen die "Stabilität" eines Ökosystems mit seiner Anfälligkeit gegen Belastungen gleichgesetzt wird (ELLENBERG, 1972, S. 24 f.), dann ist die Qualität des Störfaktors von entscheidender Bedeutung. In bezug auf den Schädlingsbefall reagieren homogene artenarme Bestände labiler als heterogene artenreiche. Im Falle der mediterranen Rebbrache-Sukzession betrifft dies verstärkt die späteren Zwischenstadien, in denen Gehölze mit deutlicher Dominanz von *Spartium junceum*, *Arbutus unedo* oder *Pinus halepensis* in überdurchschnittlichem Ausmaß durch Spinnerraupen bedroht sind. Greift man die *Spartium*-Bestände heraus, so erweisen sie sich auch in Hinblick auf die Feuerresistenz als sehr störanfällig, jedoch im Gegensatz zur erhöhten Mortalität bei Schädlingsbefall als ausgesprochen regenerationsfähig.

Auch nach Trennung der Stabilitätsmerkmale Regenerierungsvermögen und Widerstandsfähigkeit, die vorübergehenden Schwankungen oder zyklischen Abläufen unterworfen sind, verbessern sich keineswegs die Aussichten, einen dieser beiden Parameter mit der Komplexität eines Ökosystems in gesetzmäßige Beziehung zu bringen. So läßt sich die hohe Artenvielfalt im ersten und zweiten Brachestadium, die auf günstige Ansamungsmöglichkeiten zurückgeht und daneben mit der mikroklimatischen Nischenvielfalt zu erklären ist (Kap. C 1.2.3), zwar mit einer guten Regenerationsfähigkeit der beteiligten Arten verbinden. Jedoch betrifft letzteres in noch stärkerem Maße die Herd-

Courtesy of Editors

bzw. Polykormonbildner des jeweils dritten bis vierten Brachestadiums, die in allen drei Fällen eine Verarmung des floristischen Inventars zeigen (s. Tab. 15). Bei sinkenden Wiederausbreitungs-Möglichkeiten mit Annäherung an das Terminalstadium ist insbesondere für Kiefernwälder und Hartlaub-Hochmacchien keine wesentliche Veränderung im Artenreichtum festzustellen. Im Zusammenhang mit *Pinus halepensis* und *P. pinaster* als Beispiele für euryöke Vertreter des thermo- bzw. mesomediterranen Bereichs ist der Ansicht von FRÄNZLE (1978, S. 474) zu widersprechen, stenöke Arten seien weit empfindlicher gegenüber Veränderungen ihrer Lebensbedingungen als euryöke.

In Bezug auf die Störanfälligkeit gibt es insofern keine enge Korrelation zur floristischen Vielfalt, als sich die potentiellen Störgrößen in ihren Auswirkungen kaum vergleichen lassen. D.h., daß die Toleranzschwellen gegenüber Austrocknungs- und überhitzungsgefährdung, Schädlingsbefall oder Feuerempfindlichkeit disharmonisch nebeneinander stehen.

Da sich aus den Veränderungen in der Artenvielfalt und in der pflanzensoziologischen Vielfalt keine Beziehungen zu einem der genannten Stabilitätsmerkmale ergeben, bleiben in dieser Hinsicht die Evenness-Werte zu überprüfen. Bereits in Kap. B 5 wird in einer kritischen Anmerkung der Ansicht widersprochen, daß eine gleichmäßige Durchmischung in der Mengenverteilung der Arten eine hohe Stabilität des entsprechenden Ökosystems anzeigt. Eine qualitative Beurteilung der Belastbarkeit und des Regenerierungsvermögens der Pflanzenformationen in verschiedenen Brachestadien zeigt nach der folgenden Zusammenstellung gleichbleibende Verhältnisse oder Trends in eine bestimmte Richtung (bezogen auf die Fallbeispiele Pignone, Corniglia und Salina).

Belastbarkeit:
Feuerresistenz = in allen drei Fallbeispielen gering mit schwacher (Pignone, Salina) bzw. deutlicher (Corniglia) Zunahme im Endstadium.
Austrocknungsresistenz = gering mit leicht (Pignone) bzw. deutlich zunehmender Tendenz zum Endstadium (Corniglia, Salina).
Schädlingsresistenz = hoch in Pignone; hoch in Corniglia mit vorübergehender Abnahme in den Kieferbeständen vor dem Terminalstadium; abnehmend in Salina.
Regenerationsfähigkeit nach katastrophalen Störungen:
in allen drei Fallbeispielen im Verlauf der Endphase abnehmend.

Auch wenn keine Stabilitätsmaße ermittelt worden sind, so belegen die gleichbleibenden Verhältnisse und die Veränderungstendenzen das Fehlen eines Zusammenhangs zu den in Tab. 15 aufgeführten Evenness-Werten, die im Verlauf der Rebbrache-Sukzession mehr oder weniger deutlich schwanken.

Wenn Evenness als Maß für den Grad der im System erreichten Entropie gilt und hohe Evenness eine hohe Entropie bestätigt, dann tritt nach Auslegung der Werte in Tab. 15 das relativ höchste "Maß für die Zufälligkeit oder Vermischtheit einer Situation" (WEAVER, 1976, S. 22) in den drei Fallbeispielen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien auf. Die Evenness-Werte lassen also den Schluß zu, daß maximale Entropie in einem beliebigen Stadium der Rebbrache-Sukzession vorhanden sein kann. Diese Feststellung muß zu der Frage führen, inwieweit der Entropie-Begriff in der Ökosystemforschung zum Verständnis von Gleichgewichtsprozessen in Entwicklungsabläufen beiträgt. Zumindest für die mediterrane Rebbrache-Sukzession ergeben sich keine Anzeichen dafür, daß sie auf eine statistisch wahrscheinlichste Zustandsverteilung und Durchmischung der Pflanzengemeinschaft hinausläuft.

Somit läßt sich zusammenfassen, daß im supra- und mesomediterranen Bereich für die Rebbrache-Sukzession eine Zunahme der Stabilität "als Konstanz der Form im Laufe der Zeit" nur dann nachweisbar ist, wenn keine katastrophalen Störungen eintreten. Mit Erreichen eines Energie-Gleichgewichts im Nährstoffkreislauf eines Bestandes ist die Reproduktion der Schlußgesellschaft (Pseudoklimax) gewährleistet. Da sich bis zum Terminalstadium die artspezifisch vorgegebenen Reproduktionszeiten der Pflanzengemeinschaften im Verlaufe der Rebbrache-Sukzession verlängern, ist eine Gleichgewichtstendenz erkennbar, die sich nach Brachfallen durch eine allmähliche Verlangsamung der Veränderungen auszeichnet.

Die Relaxationszeit zwischen künstlichem und naturnahem Ökosystem wird durch die mehr oder weniger große Zufälligkeit der Artenzusammensetzung in den verschiedenen Stadien vorgegeben, die die Vegetationssequenz zwischen Wildkrautflur und Pseudoklimax bestimmen. Eine Zunahme der Regenerationsfähigkeit und Verringerung der Störempfindlichkeit der Ökosysteme ist im Verlaufe der Rebbrache-Entwicklung nicht gegeben. Im Gegenteil: die Pflanzengesellschaften der ersten Brachestadien reagieren besonders elastisch auf gravierende Störungen, indem sich zumindest übergangsweise wieder die gleiche Artenzusammensetzung einstellt, die auch die Rekonstruktion eines Ökosystems widerspiegelt.

Unabhängig davon, ob Diversität im weiten Sinne mit "Vielfalt" oder im engen Sinne mit "Mannigfaltigkeit" gleichgesetzt wird, läßt sich das Dogma "Diversität erzeugt Stabilität" mit den vorgelegten Beispielen entkräften. Dabei ist festzuhalten, daß der Begriff "Stabilität" nach WILMANNS (1978, S. 16) für transitorische Bestände, Gesellschaften oder Ökosysteme nicht sinnvoll anwendbar ist.

C 5.2. ÖKOLOGISCHER STELLENWERT MEDITERRANER REBBRACHEN IM VERGLEICH ZU STANDORTEN ALLMÄHLICHER NUTZUNGSEXTENSIVIERUNG

Eine kritische Auseinandersetzung mit der sukzessiven und regressiven Entwicklung von Pflanzengemeinschaften und Ökosystemen darf sich nicht auf die Andeutung beschränken, daß es sich dabei um konträre Abläufe ähnlichen Inhalts handelt. Dieser Eindruck wird durch Schemata erweckt, wie sie von MOLINIER (1973, S. 25) oder TOMASELLI (1977 b, Fig 3 und 4) vorgegeben sind, indem identische Formationsabfolgen in gegensätzlicher Richtung aufgezeigt werden. Detailliertere Ausführungen von NAHAL (1974) über die floristische Zusammensetzung auf beweideten Standorten belegen, daß zwischen langsam erfolgenden regressiven und progressiven Entwicklungsveränderungen Unterschiede im Artengefüge von Ökotopen vergleichbaren Ausbildungszustandes bestehen. Zieht man in Betracht, daß die regressiven Veränderungen oftmals mit einem schlagartigen Wandel einhergehen (Brände, Entwaldung, Aufbereitung des Bodenmaterials), so ergibt sich ein zusätzlicher Aspekt. Er läuft darauf hinaus, daß es sich bei den Initialstadien einer sekundären Sukzession nicht nur um mehr oder weniger degradierte Standorte mit ungünstigen son-

Courtesy of Editors

dern auch um hochwertiges Kulturland mit günstigen edaphischen Voraussetzungen handeln kann. Im ersten Fall ist die Aufgabe der Landnutzung durchweg mit einer allmählichen Extensivierung, im zweiten mit plötzlichem Brachfallen verbunden.

Nach dem Klassifikationsschema der Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften sind die Degradationsstadien mit vorwiegend mechanischen Eingriffen durch Holznutzung oder Beweidung in Anlehnung an DIERSCHKE (1984) als "halbnatürliche" Ökosysteme einzustufen. Demgegenüber gehören die intensiv genutzten Standorte mit Rebkulturen wegen der starken Abwandlung der natürlichen Verhältnisse zur Gruppe der "naturfernen" Ökosysteme. Obwohl unter den letztgenannten Voraussetzungen auf anthropogenen Böden mit kulturabhängigen Pflanzen als Ausgangssituation vom Zeitpunkt des Brachfallens an mehr Schritte bis zur Etablierung der Pseudoklimax erforderlich sind, läuft die sekundäre Sukzession rascher ab als auf extensiv genutzten Flächen. Hierfür sind mehrere Gründe verantwortlich:

1. Beim Brachfallen liegt in den verhältnismäßig abrupt einsetzenden Initialstadien eine relativ spärliche Pflanzenüberdeckung vielfältiger Zusammensetzung vor. Die Vegetation wird durch ein- bis zweijährige Kulturbegleiter mit geringem Platzbedarf geprägt, die der Ansamung und dem Aufwuchs neu hinzutretender Arten kaum im Wege stehen. Dagegen ist die Nutzungs-Extensivierung ein allmählicher Prozess, dem eine Selektion in der floristischen Zusammensetzung vorausgegangen ist. Die Böden sind mit Ausnahme erodierter Flächen mit einer dichten Decke spezialisierter Arten versiegelt, die insbesondere Holzgewächsen die Ansiedlung erschwert.
2. Brachfallende Intensivkulturen zeichnen sich durch Böden aus, die in struktureller Hinsicht durch Aufbereitung und regelmäßige Bearbeitung optimiert worden sind. - Vergleichsweise handelt es sich bei extensiv genutzten Flächen um degradierte Böden, die durch Aggregatveränderung und Tritteinwirkung verdichtet oder erodiert sind.
3. In den intensiv bearbeiteten Rebkulturen hat vor der Bewirtschaftungsaufgabe eine periodische oder zumindest episodische Nährstoffeingabe durch Düngung stattgefunden. - Da den extensiv genutzten Gebieten im Verlaufe der Bewirtschaftung keine bodenchemische Aufbesserung zukommt, liegt hier ein allmählicher Nährstoffverlust durch Auswaschung und durch Einbindung in Pflanzen vor, die z.T. dem Standort entzogen werden.
4. Abgesehen von der bodenstrukturellen und bodenchemischen Optimierung durch den Menschen, bleibt die Anlage von Intensivkulturen weitgehend auf Gunststandorte mit mächtigen Bodenauflagen beschränkt. Potentiell gefährdete Hanglagen wurden meistens durch Terrassierung aufgebessert. - Extensiv genutzte Gebiete beschränken sich durchweg auf steiles Gelände und Standorte mit geringmächtigen, steinigen und/oder schweren Böden in ortsfernen Lagen. Diese vorgegebenen Unterschiede in der edaphischen Ausstattung eines Naturraums beeinflussen die ökologische Entwicklung aufgegebener Nutzflächen in entscheidendem Maße.
5. Die brachgefallenen Parzellen, die einer intensiven Nutzung unterlagen, sind meistens kleinflächig (0,01 - 2 ha). Bei enger Differenzierung aufgegebener Rebflächen mit unterschiedlichem Brachealter bedeutet dies ein vielfältiges Mosaik verschiedener Pflanzenformationen. - Dagegen nehmen Nutzflächen zunehmender Extensivierung, die sich überwiegend aus Gemeindeland oder Großgrundbesitz zusammensetzen, mehrere 100 oder 1000 ha ein. Vergleichsweise liegt hier ein ziemlich einheitliches Verteilungsmuster der Vegetation vor, so daß der Artenaustausch weniger differenzierten Nachbarschaftseffekten unterliegt.
6. Da mit den Freiplätzen in den offenen Staudenrasen des Initialstadiums der Rebbrachen die Holzarten-Ansiedlung gewährleistet ist, kommt es hier im Verlaufe des zweiten Brachejahrzehnts zu einer deutlichen Abschwächung mikroklimatischer und bodenhydrologischer Extreme. - Diese bleiben zumindest auf extensiv beweidetem Terrain mit degradierten Böden über Jahrzehnte erhalten und beeinträchtigen zusammen mit den ungünstigen edaphischen Voraussetzungen die Gehölzausbreitung.
7. In den brachgefallenen Intensivkulturen sind sowohl in den Staudenrasen als auch in den Gebüschstadien Leguminosen stark vertreten. Als Stickstoffbinder tragen sie dazu bei, daß die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt, bevor es zur Ausbildung eines autochthonen Nährstoffkreislaufs kommt. - Dagegen spielt diese Sippe in extensiv genutzten Flächen keine Rolle, insbesondere nicht bei Beweidung, da Leguminosen bevorzugte Futterpflanzen sind. Stattdessen kommen Weideunkräuter auf, von denen insbesondere großblütige Monokotylen und stachelblättrige Compositen zu erwähnen sind. Immerhin tragen aus der erstgenannten Gruppe der relative Iridaceen- und Orchideen-Reichtum zumindest aus mitteleuropäischer Sicht zu einer floristischen Aufwertung dieser Standorte bei. Auch ist nach E. und S. PIGNATTI (1984, S. 353 f.) zu beachten, daß es sich nicht immer um artenarme Standorte handeln muß. Stattdessen kann ein beachtlich hoher Endemiten-Anteil vorliegen, der durch eine kleinräumige edaphische Nischendifferenzierung vorgegeben ist.

Bewußt wurde den günstigen Entwicklungsvoraussetzungen auf Rebbrachen das ungünstige Beispiel extensiv genutzter Flächen gegenübergestellt. Damit sollte beabsichtigt werden, daß einer in der einschlägigen Literatur allenthalben festzustellenden überbetonung der Degradierung des natürlichen Potentials die ökologische Rebbrache-Entwicklung als "gesunder Gegenpol" entgegen zu stellen ist, der bislang zu wenig Beachtung findet. Dies gilt um so mehr, als leistungsstarke Standorte für eine progressive Veränderung nicht nur mit brachgefallenen Rebflächen sondern auch mit aufgegebenen Olivenhainen vorliegen (s.u.).

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich für nahezu alle untersuchten Fallbeispiele eine günstige autochthone Entwicklung in den mediterranen Rebbrache-Ökotopen. Eine Steuerung durch den Menschen ist insofern überflüssig, als mit Ausnahme der trockensten Regionen im thermomediterranen Bereich die mediterrane Rebbrache-Sukzession bei Ausbleiben katastrophaler Störungen bis zur Etablierung eines naturnahen Ökosystems rasch und ohne Unterbrechung fortschreitet. So ergeben vergleichende Untersuchungen zur Phytomassen-Produktion in verschieden alten Brachebeständen in Corniglia-

Courtesy of Editors

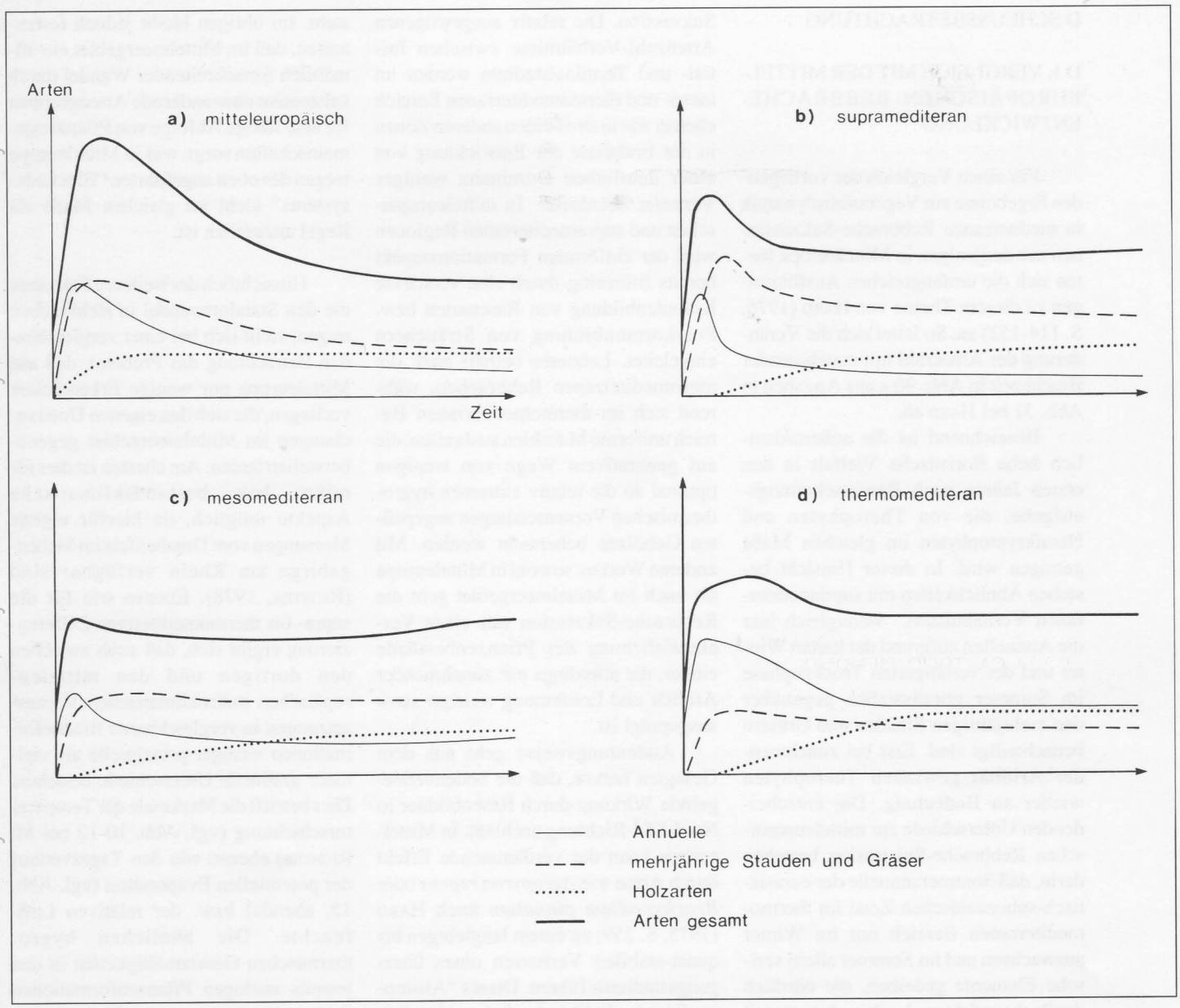


Abb. 96 — Veränderung der Artenzahl in Abhängigkeit von der Brachezeit in mitteleuropäischen, supra-, meso- und thermomediterranen Rebbrachen im Vergleich (schematisch; a = nach Angaben bei HARD, 1976).

Pianca, daß bereits nach 40 Jahren ein Niveau an pflanzlicher Substanz erreicht ist, von dem an für die Folgezeit ein gleichbleibender Reproduktions-Zyklus erhalten bleibt. Allerdings bezieht sich dieses Ergebnis auf einen raschwüchsigen, artenarmen Pinus pinaster-Wald, in dem die Gewichtszunahme von 30 auf 740 t/ha (Frischgewicht der oberirdischen Phytomasse) mit dem Aufwachsen der Kiefern zwischen dem zweiten und vierten Brachejahrzehnt durch eine sprunghafte Entwicklung gekennzeichnet ist. Sie läßt sich auf Sukzessionen mit einer Laubwald-Pseudoklimax nicht übertragen, wie vergleichende Untersuchungen im thermomediterranen Küstensaum Corniglias und in Lingua ergaben. Die genauen Ergebnisse der Phytomassen-Bestimmung nach der destruktiven bzw. semi-destruktiven Methode (vgl. BARBERO,1981) werden hier nicht vorgestellt, da sie nur im Vergleich mit Messungen in weiteren Fallbeispielen aussagekräftig werden.

Courtesy of Editors

D SCHLUSSBETRACHTUNG

D 1. VERGLEICH MIT DER MITTELEUROPÄISCHEN REBBRACHE-ENTWICKLUNG

Für einen Vergleich der vorliegenden Ergebnisse zur Vegetationsdynamik in mediterranen Rebbrache-Sukzessionen mit denjenigen in Mitteleuropa bieten sich die umfangreichen Ausführungen zu diesem Thema von HARD (1976, S. 114-152) an. So leitet sich die Veränderung der Artenzahl mit zunehmender Brachezeit in Abb. 96 a aus Angaben in Abb. 31 bei HARD ab.

Bezeichnend ist die außerordentlich hohe floristische Vielfalt in den ersten Jahren nach Bewirtschaftungsaufgabe, die von Therophyten und Hemikryptophyten im gleichen Maße getragen wird. In dieser Hinsicht bestehen Ähnlichkeiten mit supramediterranen Verhältnissen, wenngleich hier die Annuellen aufgrund der kalten Winter und der verlängerten Trockenphase im Sommer grundsätzlich gegenüber den mehrjährigen Stauden und Gräsern benachteiligt sind. Erst bei zunehmender Aridität gewinnen Therophyten wieder an Bedeutung. Die entscheidenden Unterschiede zur mitteleuropäischen Rebbrache-Sukzession bestehen darin, daß Sommerannuelle der eurasiatisch-subozeanischen Zone im thermomediterranen Bereich nur im Winter auswachsen und im Sommer allein xerische Elemente gedeihen, die nördlich der Poebene fehlen. Auch im Artenanteil der Hemikryptophyten zeigen die meso- und thermomediterranen Beispiele eine veränderte Tendenz. Die günstigeren Lichtverhältnisse bei geringerer überschattung durch Holzarten sorgen dafür, daß Stauden und Gräser auch in späteren Brachestadien überleben können. Damit ergibt sich für diese beiden Zonen nur eine geringfügige Abnahme der Artenzahl nach einem anfänglichen Optimum, so daß sich nach dem ersten Brachejahrzehnt ein gleichbleibendes Niveau einstellt. Demgegenüber ist in Mitteleuropa mit Annäherung an die Pseudoklimax eine deutliche Verringerung der floristischen Vielfalt feststellbar, die supramediterrane Rebbrache-Sukzession nimmt diesbezüglich eine Zwischenstellung ein.

Trotz der aufgeführten Unterschiede bestehen in bezug auf die Dominanzstruktur bzw. auf den Formationsaspekt Ähnlichkeiten zwischen der mitteleuropäischen und mediterranen Rebbrache-Sukzession. Die relativ ausgewogenen Artenzahl-Verhältnisse zwischen Initial- und Terminalstadium werden im meso- und thermomediterranen Bereich ebenso wie in den beiden anderen Zonen in der Endphase der Entwicklung von einer deutlichen Dominanz weniger Vertreter überdeckt. In mitteleuropäischen und supramediterranen Regionen wird der einförmige Formationsaspekt bereits frühzeitig durch eine verstärkte Kolonienbildung von Rasenarten bzw. Polykormonbildung von Sträuchern eingeleitet. Letzteres betrifft auch die mesomediterranen Rebbrachen, während sich im thermomediterranen Bereich uniforme Macchien ausbreiten, die auf generativem Wege von wenigen optimal an die relativ extremen hygrothermischen Voraussetzungen angepaßten Gehölzen beherrscht werden. Mit anderen Worten: sowohl in Mitteleuropa als auch im Mittelmeergebiet geht die Rebbrache-Sukzession mit einer Vereinheitlichung der Pflanzenbestände einher, die allerdings mit zunehmender Aridität und Erwärmung weniger stark ausgeprägt ist.

Andeutungsweise geht aus dem Gesagten hervor, daß die bodenversiegelnde Wirkung durch Rasenbildner in Nord-Süd-Richtung nachläßt. In Mitteleuropa kann der verdämmende Effekt durch Arten wie *Agropyron repens* oder *Brachypodium pinnatum* nach HARD (1975, S. 259) zu einem langlebigen bis quasi-stabilen Verharren eines übergangsstadiums führen. Dieses "Abstoppen" in der Rebbrache-Sukzession läßt sich nur noch vereinzelt im supramediterranen Bereich wiederfinden, wo vor allem die Fiederzwenke die Ansamung von Holzarten behindert. Im meso- und thermomediterranen Bereich setzt die Entwicklung mehrjähriger Staudenrasen nur zögernd ein und steht einer raschen Verbuschung und Bewaldung nicht entgegen. Unterschiede zeigen sich hierbei lediglich bei übereinander gestaffelten Mauerbrüchen größeren Flächenausmaßes, wie sie in der vorliegenden Arbeit in Abb. 91 b für Corniglia und in Mitteleuropa von WENDLING (1966, S. 114) aus dem Ahrtal beschrieben werden. Während HARD (1976, S. 120) auf solchen Flächen eine günstige Ansatzstelle für die Gehölz-Ansiedlung sieht, kommt es auf entsprechenden Standorten zumindest in feuchtmediterranen Gebieten aufgrund der häufig auftretenden Starkregen zur Feinmaterialausschlämmung und -abspülung, die dem Baumaufwuchs entgegensteht. Im übrigen bleibt jedoch festzuhalten, daß im Mittelmeergebiet ein allmählich fortschreitender Wandel durch sukzessive einwandernde Artengruppen für eine stetige Abfolge von Pflanzengemeinschaften sorgt, was in Mitteleuropa wegen des oben angeführten "Blockadesystems" nicht im gleichen Maße als Regel anzusehen ist.

Hinsichtlich der weiteren Faktoren, die den Standortwandel in Rebbrachen tragen, stellt sich bei einer vergleichenden Betrachtung das Problem, daß aus Mitteleuropa nur wenige Erkenntnisse vorliegen, die sich den eigenen Untersuchungen im Mittelmeergebiet gegenüberstellen lassen. Am ehesten ist dies für mikro- bzw. bestandsklimatische Aspekte möglich, da hierfür eigene Messungen vom Drachenfels im Siebengebirge am Rhein verfügbar sind (RICHTER, 1978). Ebenso wie für die supra- bis thermomediterrane Differenzierung ergibt sich, daß auch zwischen den dortigen und den mitteleuropäischen mikroklimatischen Voraussetzungen in vergleichbaren Bracheformationen weniger prinzipielle als vielmehr graduelle Unterschiede bestehen. Dies betrifft die Merkmale der Temperaturschichtung (vgl. Abb. 10-12 bei M. RICHTER) ebenso wie den Tagesverlauf der potentiellen Evaporation (vgl. Abb. 15, ebenda) bzw. der relativen Luftfeuchte. Die ähnlichen hygrothermischen Gesetzmäßigkeiten in den jeweils analogen Pflanzenformationen der mediterranen und mitteleuropäischen Rebbrachen bedingen vergleichbare Voraussetzungen und Auswirkungen auf die Bodenfeuchte-Verteilung im Profil.

Im Jahresgang sind die bodenhydrologischen und bestandsklimatischen Verhältnisse natürlich den spezifischen saisonalen Schwankungen des übergeordneten Großklimas unterworfen, die für den bracheinternen Vergleich unberücksichtigt bleiben müssen. In Betracht zu ziehen ist allerdings, daß die Klimabedingungen für den Weinbau mit Annäherung an seine nördliche Verbreitungsgrenze ungünstiger werden, so daß bei der Anlage von Rebkulturen mehr oder weniger stark gegen Süden geneigte Hänge bevorzugt sind. Kommen durch diese Ausgangssituation sowohl die mikroklimatischen als auch die bodenhydrologischen Verhältnisse an diejenigen im Mittelmeergebiet heran, so bedingen die steileren Neigungswinkel vor allem bei fehlenden

Courtesy of Editors

Stützmauern einen erhöhten Feinmaterialabtrag. Besonders betroffen sind die mitteleuropäischen Hänge mit Verwitterungsmaterial über Schieferton, wo die Feinerdeabspülung zu einer verminderten Wasserhaltekapazität an den ohnehin durch verstärkte Hangzugwasser-Einwirkung austrocknungsgefährdeten Böden führt (vgl. M. RICHTER, 1978, dort Abb. 6 und Abb. 8 c). Die edaphische Trockenheit im Verbund mit dem verminderten Nährstoffangebot wegen des geringen Anteils an Sorptionsträgern und der hohen Auswaschungsrate ist als weiterer Grund für die stellenweise erschwerte Baumansiedlung auf mitteleuropäischen Rebbrachen zu sehen.

Damit ist in bodenchemischer Hinsicht bereits ein Unterschied zu mediterranen Rebbrachen angesprochen, der allerdings nur in steilen Weinbaulagen in Mitteleuropa zum Tragen kommt. Allgemeingültigen Charakter zeigen dagegen weitere Kriterien, die von den edaphischen Voraussetzungen in mediterranen Rebbrachen abweichen. Hierzu gehört die leichtere Zersetzung der Laubstreu unter den hier herrschenden humideren Klimavoraussetzungen bei gleichzeitig geringerem Anteil an skleromorphen Pflanzengeweben. Ebenso ist eine wirkungsvollere Bioturbation gewährleistet, so daß die Bildung eines Ap-Horizontes in mitteleuropäischen Rebbrachen rascher vonstatten geht als in mediterranen. Besonders deutlich wird dies unter optimalen großklimatischen Voraussetzungen, wie sie in milden und niederschlagsreichen Weinbaulagen im Tessin vorliegen. Hier ist bereits nach drei Brachejahrzehnten eine mehrere Dezimeter tief reichende Verbraunung des ehemaligen A_p-Horizontes nachweisbar.

Als weiterer Faktor, der mit Sicherheit unter mediterranen Klimabedingungen anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt, muß die Stickstoff-Mineralisierungsrate angeführt werden. Bei ihr ist davon auszugehen, daß sie in Mitteleuropa deutlicher jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist als im meso- und thermomediterranen Bereich. Möglicherweise ist in einer Umsetzung von hochmolekular gebundenen in pflanzenverfügbaren Stickstoff der Grund für die beschriebene geringe Nitrat-, Nitrit- und Ammonium-Anreicherung in den Böden der mediterranen Rebbrachen zu finden, indem eine fortwährende, direkte überführung in die pflanzliche Substanz denkbar ist. Aus diesen überlegungen, die einer eingehenderen Untersuchung bedürfen, wäre eine Pflanzensukzession unter eumediterranen Klimabedingungen mit einer jahreszeitlich kaum unterbrochenen Stoffumsetzung abzuleiten, die unter mitteleuropäischen Voraussetzungen nicht gewährleistet ist. Da es sich dabei jedoch nicht mehr um ein spezielles Problem der Brachland-Ökologie handelt, läßt sich für die vorliegende Arbeit die Vernachlässigung dieses Fragekomplexes rechtfertigen.

Schließlich muß darauf hingewiesen werden, daß in Mitteleuropa der Anteil an Rebgebieten auf schweren Kalkböden wegen der klimatisch vorgegebenen geringeren Austrocknungsgefährdung höher ist als im Mittelmeergebiet. Dennoch spiegeln auf diesen Standorten in der Rebbrache-Vegetation Vertreter mit erhöhter Trockenresistenz wider, daß Pflanzen mit überdurchschnittlichen Saugspannungsleistungen besser an die feinkörnigen Böden angepaßt sind. Somit ergibt sich in Mitteleuropa sowohl für Rebbrachen über Kalkböden als auch über südexponierten Schieferhängen wegen der relativen edaphischen Trockenheit eine soziologische Progression, die derjenigen supramediterraner Bereiche durchaus ähnelt (vgl. Kap. B 2.2.5).

D 2. ÜBERTRAGBARKEIT DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die Merkmale der Vegetationsdynamik und des Standortwandels bei der Brache-Entwicklung auf aufgegebenen Rebflächen lassen sich auf einen Großteil der Hackbaukulturen übertragen. Sie nehmen in den Mittelmeerländern in Relation zu den Pflugkulturen eine weitaus größere Fläche ein als in Mitteleuropa. Dies geht nicht nur auf das Nord-Süd-Gefälle mit abnehmender Intensität des maschinellen Einsatzes zurück, das sich im Weinbau besonders deutlich abzeichnet, sondern auch auf die neu hinzutretenden Kulturpflanzen subtropischer Herkunft. Hierzu zählt insbesondere der Ölbaum, dessen Fruchthaine in steilen Hanglagen und entlegenen Gebieten mit infrastruktureller Rückständigkeit ähnlich wie Rebflächen verstärkt der Flurwüstung preisgegeben sind. Aus diesem Grunde wurden parallel zu den Untersuchungen in den Rebbrachen entsprechende in Olivenbrachen durchgeführt, deren Ergebnisse hier nur kurz im Vergleich herangezogen werden. Sie stützen sich auf Pflanzenerhebungen in vollständigen Bracheserien aus verschiedenen Regionen in Italien[1] sowie auf der Halbinsel Mani im südlichen Peloponnes.

Der kulturbegleitende Wildkrautbesatz ähnelt in regelmäßig bearbeiteten Olivenhainen demjenigen der Weingärten. Jedoch sind wegen der ganzjährigen überschattung durch das immergrüne Laubdach ombrophile Arten stärker und heliophile schwächer vertreten. Auf allen Böden sind für die erstgenannte Gruppe vor allem *Arisarum vulgare* und *Ranunculus ficaria* s.l., ferner *Geranium robertianum* und *Cardamine hirsuta* bezeichnend. Auf neutralen und basischen Böden treten mit *Smyrnium olusatrum*, *Valerianella dentata* s.l. und mehreren monokotylen Knollengeophyten (div. spec. von *Gladiolus*, *Allium* und *Asphodelus*) Arten auf, die benachbarten Rebflächen gänzlich fehlen können. Abweichende Beispiele wie die vorgenannten Begleiter, die nur zu geringfügigen syntaxonomischen Abwandlungen von den verbreiteten Wildkrautgesellschaften in Weinbergen führen, werden für fortgeschrittene Brachestadien seltener. Dies ist damit zu erklären, daß die Belaubung der Ölbäume lichter wird, jedoch mit der aufkommenden Verbuschung die überschirmung wie in den Rebbrachen zunimmt. Unterschiede beschränken sich auf drei (bzw. nur zwei) Faktoren:

- Da die Rigosole in Olivenhainen in den meisten Fällen nicht jährlich umgegraben und gedüngt werden, ist bei endgültigem Brachfallen das Arten- und Samenpotential an Gehölzen im Initialstadium reicher als in Rebbrachen. Im Vergleich zum letztgenannten Fall spielt also der Nachbarschaftseffekt für die Invasion von Kennarten naturnaher Gesellschaften eine geringere Rolle als die Bewirtschaftungsintensität bzw. der Verwilderungsgrad, zumal in Ölbaumkulturen der endgültigen Aufgabe der Bodenpflege ein mehr oder weniger langer Zeitraum der Bear-

[1] Corniglia (Kalkschiefer und Sandstein), Monterosso (Sandstein) und Portovenere (Kalk) in den Cinque Terre; Arsoli (Kalk), 70 km östlich von Rom; Lauria (lehmige Alluvionen) und Maratea (Kalk) im tyrrhenischen Teil der Basilicata; Stromboli-Ginostra (basaltische Pyroklastika), Äolische Inseln.

diers Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

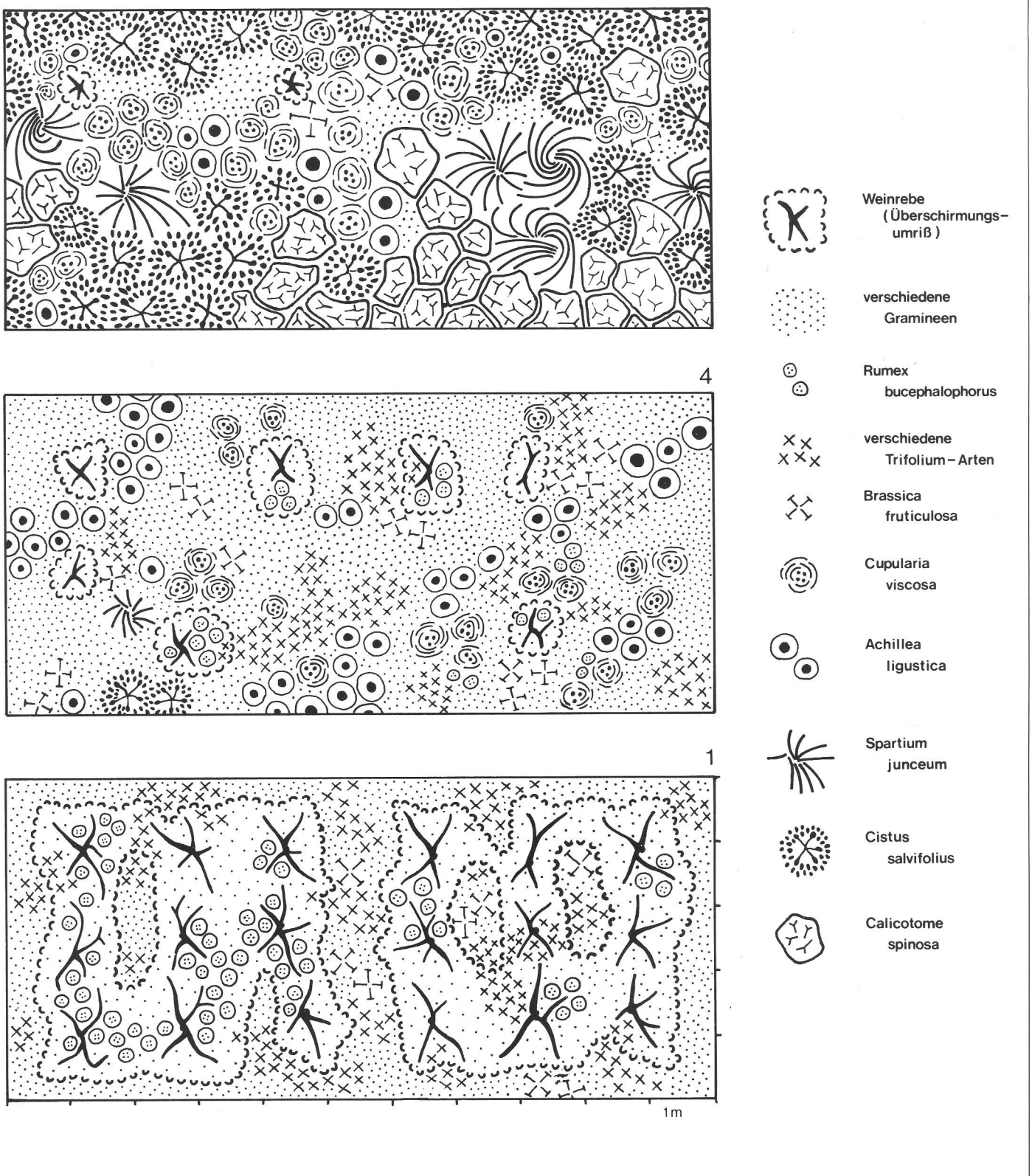


Abb. 97— Tatsächliches Verteilungsmuster der häufigsten Pflanzenarten in aufgegebenen Rebflächen 1 Jahr (unten), 4 Jahre (Mitte) und 20 Jahre (oben) nach dem letzten Umbruch. Wechseltrockene Rigosole in Stromboli-Ort (aus Richter, 1984).

beitungsextensivierung vorausgeht (z.B. Jäten statt Umgraben).

- Da mit den durchweg reich verzweigten Ölbäumen ein stabiles Gerüst für rankende Arten vorgegeben ist, besteht eine Begünstigung von Lianen als "Organismen, welche andere Lebewesen oder tote Gegenstände als Stützen bei ihrem Längenwachstum benutzen und daher mit vergleichsweise geringem Stoffaufwand" in lichte Höhen vorstoßen können (WILMANNS, 1983, S. 344). Rubus ulmifolius kann hier im zweiten Brachejahrzehnt bis zu fünf Meter hoch Dickichte bilden und hinterläßt einen noch vitaleren Eindruck als in den flachen Polykormonen auf

Courtesy of Editors

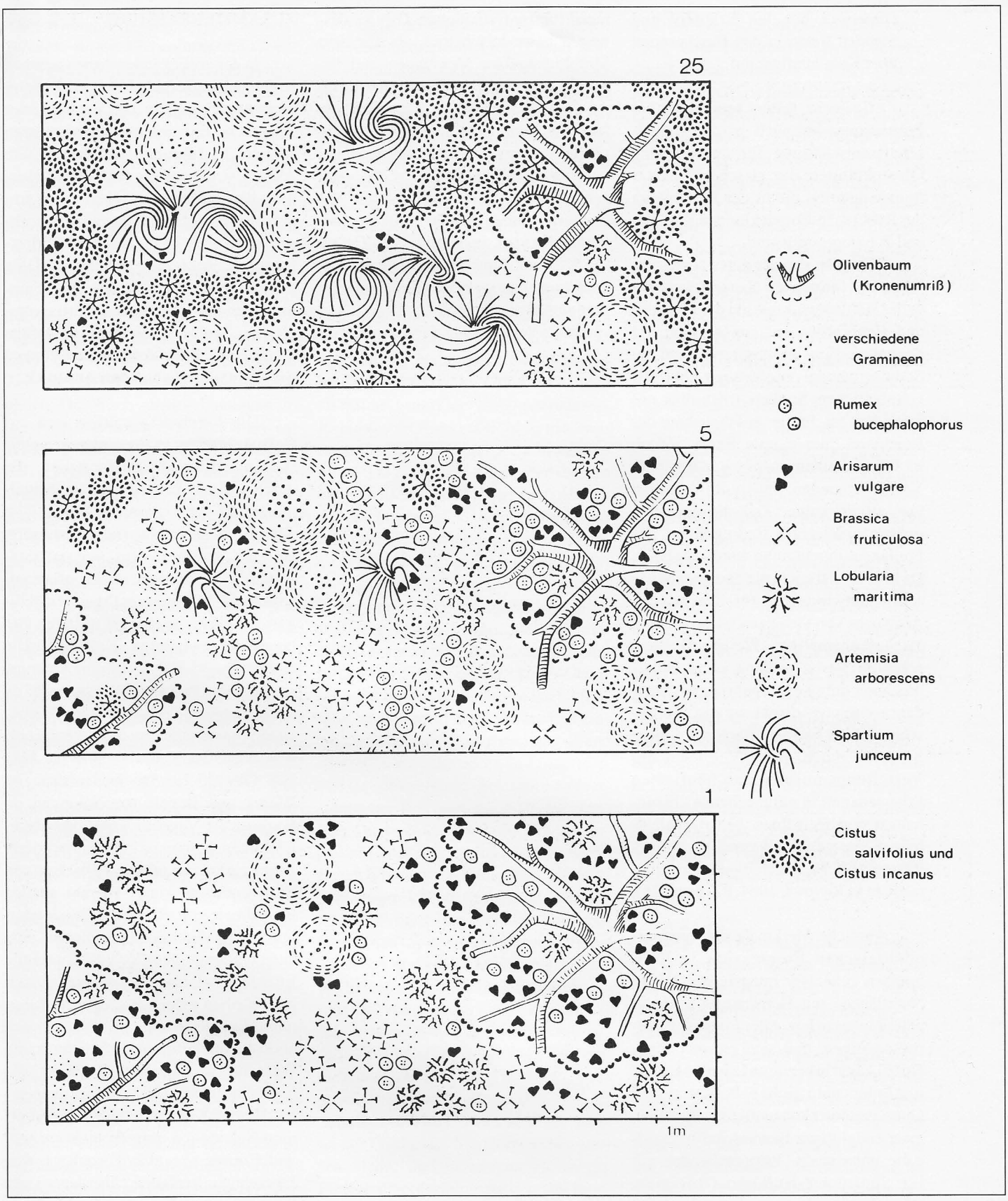


Abb. 98 — Tatsächliches Verteilungsmuster der häufigsten Pflanzenarten in aufgegebenen Olivenhainen 1 Jahr (unten), 5 Jahre (Mitte) und 25 Jahre (oben) nach dem letzten Umbruch im Umgebung der Einzelbäume. Trockene Rigosole in Stromboli-Ginostra (aus Richter, 1984).

Rebbrachen.

- Da Olivenkulturen trockenresistenter als Weinkulturen sind, findet man sie auch auf schweren Kalkböden, die für den Rebbau wenig geeignet sind. Somit kommen in späten Entwicklungsphasen meso- und thermomediterraner Olivenbrachen kalkholde Macchientypen vor, die in der Artenzusammensetzung von den entsprechenden Formationen in Rebbrachen über mehr oder weniger silikatreichen Böden etwas abweichen. Insbesondere *Rosmarinus officinalis* und *Myrtus communis* bei den Sträuchern, *Rosa sempervirens* und *Clematis flammula* bei den Lianen sowie *Bellis silvestris* und *Ferula*

Courtesy of Editors

communis bei den Kräutern und Stauden treten in den Bracheserien über Kalk häufiger auf.

Allgemein gelten sowohl in der Formations- als auch in der Gesellschaftsentwicklung für aufgegebene Olivenkulturen die gleichen Vegetationssequenzen, die in der Beurteilung der Rebbrache-Entwicklung in Kap. B 5 und B 6 vorgestellt sind.

Geht man von der guten soziologischen und formativen übereinstimmung in der Sekundärsukzession der Ölbaum- und Rebbrachen aus, so ist auch mit ähnlichen Entwicklungstendenzen im Standortwandel zu rechnen. Für die gehölzreichen Stadien trifft dies auf jeden Fall zu. In der Anfangsphase der Brachland-Entwicklung liegen jedoch in Olivenhainen insofern günstigere Voraussetzungen als in Rebkulturen vor, als zu keiner Zeit die extremen mikroklimatischen Bedingungen des Freilandes durchlaufen werden müssen. Da in dieser Hinsicht die ökophysiologischen Einwirkungen für den raschen Aufwuchs von Gehölzen günstiger sind als auf ehemaligen Weinbauflächen, geht die Verunkrautung ohne Unterbrechung durch eine mehrjährige Staudenrasenphase direkt in die Verbuschung über. Für Stromboli wird diese Situation durch einen Vergleich des Verteilungsmusters der häufigsten Pflanzenarten in aufgegebenen Olivenhainen und Rebgärten belegt (vgl. 4- bzw. 5-jähriges Brachestadium in Abb. 97 und Abb. 98, zugehörige Aufnahmetabellen in RICHTER, 1984, S. 73 und 75).

Ähnliche Merkmale der symmorphologischen Progression in Rebbrachen gelten für intensiv bearbeitete Nutzflächen mit Gemüseanbau, Hausgärten inbegriffen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß sich entsprechende Nutzflächen in bezug auf Siedlungsnähe und/oder natürliches Potential auf Gunststandorte konzentrieren, die selten einer endgültigen Bewirtschaftungsaufgabe unterliegen. Entsprechendes gilt für Südfrüchte-Kulturen (Agrumen, Pfirsiche), die eher eine Ausweitung der Nutzfläche erfahren als eine Aufgabe.

In bezug auf die Ausführungen zu den bestandsklimatischen und bodenhydrologischen Gesetzmäßigkeiten und ihrem Stellenwert in ökologischen Wirkungsgefügen verschiedener Brachestadien ergibt sich eine allgemeine übertragbarkeit auf entsprechende mediterrane Pflanzenformationen. Dies sei deswegen besonders betont, als aus dem Mittelmeergebiet Messungen und Ergebnisse zur Verflechtung der genannten Partialkomplexe in Trockenrasen, Macchien und Hartlaubwäldern kaum vorliegen bzw. bislang nur wenigen zugehörigen Detailfragen nachgegangen wurde. In dieser Hinsicht wird mit der vorliegenden Arbeit ein Beitrag geleistet, der über das abgesteckte Ziel einer Untersuchung zur Rebbrache-Entwicklung hinausgeht und für allgemeingültige Aussagen zu mediterranen Ökosystemen verwendungsfähig wird.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit nehmen Untersuchungsergebnisse zur Vegetationsentwicklung in der mediterranen Rebbrache-Entwicklung einen größeren Teil der Ausführungen ein. Mit diesem Akzent wird der übergeordneten Bedeutung der syntaxonomischen und symmorphologischen Sukzessionsmerkmale für den Wandel der Standortfaktoren Rechnung getragen. Dies kommt in den Kapiteln über die Veränderungen im abiotischen Partialkomplex der ökologischen Wirkungsgefüge durch Hinweise auf die Auswirkungen der Formationsdichte zum Ausdruck.

Die Ergebnisse stützen sich auf Geländearbeiten in drei intensiv untersuchten Fallbeispielen in Italien, die durch weitere Erhebungen im Mittelmeerraum ergänzt werden (Kap. A 4, Abb. 10). - Für den **supramediterranen** Bereich wurden zum vegetationsdynamischen Fragenkomplex pflanzensoziologische Daten aus Pignone (Südligurien) und ferner aus elf weiteren Gebieten ausgewegrortet (Kap. B 2). Die floristische Vielfalt ist hier im Anfangsstadium der Progression sehr hoch, da neben dem supramediterranen Florenelement mesomediterrane und eurasiatische Vertreter zahlreich sind (s. Abb. 20). Obwohl häufige Bodenfröste im Winter und Bodenaustrocknungen im Sommer die Vegetationsperiode beeinträchtigen, kommt es innerhalb weniger Brachejahre zu einer vollständigen Pflanzenüberdeckung. Hierbei spielen Rasenherde mit *Brachypodium pinnatum* als maßgebliche Pionierart eine entscheidende Rolle. Verdämmende Effekte gegenüber der Gehölzansiedlung bleiben jedoch aus, da sich *Rubus ulmifolius* gleichzeitig etabliert und sich als Polykormonbildner behaupten kann. Während die Brombeer-Gebüsche, die für nachfolgende Holzarten ein geeignetes Humus-Keimbett bilden (Polykormon-Sukzession mit *Prunus spinosa* und *Cornus sanguinea*), nach ca. drei Jahrzehnten zerfallen, überdauern die Fiederzwenken-Rasen bis in die *Quercetea pubescentis*-Pseudoklimax. Die soziologische Abfolge der Basal- und Derivatgesellschaften (Methode nach KOPECKY und HEJNY, 1978) setzt mit dem Stellaria media - [*Fumario-Euphorbion*] ein und erreicht über dem *Sanguisorba minor*- [*Dauco-Melilotion*], dem *Clematis vitalba*- [*Pruno-Rubion ulmifolii*] und dem *Cornus sanguinea*- [*Pruno-*

Courtesy of Editors

Rubion ulmifolii] *Quercion pubescentis-petraeae* im westlichen bzw. das *Orno-Ostryon* im östlichen Mittelmeergebiet. Das Terminalstadium der Rebbrache-Entwicklung ist nach 50 - 80 Jahren erreicht.

Die Vegetationsdynamik **mesomediterraner** Rebbrachen wurde in Corniglia (Südligurien) und ferner in zehn weiteren Fallbeispielen untersucht (Kap. C 3). Zwar steigt auch hier die Artenvielfalt im Initialstadium der Brache-Sukzession rasch an, sie zeigt allerdings nur noch einen schwach ausgeprägten Gipfel und bleibt danach auf einem relativ niedrigen Niveau über die gesamte Zeit bis zur Pseudoklimax weitgehend gleich. Die Wachstumsbedingungen im mesomediterranen Bereich sind im Winter kaum, im Sommer jedoch deutlich eingeschränkt. Die ausgeprägte Trockenperiode in der heißen Jahreszeit bedingt eine zögernde Besiedlung durch Hemikryptophyten, die die kulturbegleitenden Thero- und Geophyten ablösen, welche länger dominant bleiben als in der supramediterranen Zone (Abb. 30). Rasenherde bilden sich kaum aus, wohl aber *Rubus*-Polykormone, die wiederum mit einer milden Humusauflage die Ansiedlung nachfolgender Gehölze vorbereiten. Es handelt sich dabei um artenarme aber lianenreiche Macchien mit Vertretern hoher Vitalität, von denen *Spartium junceum*, *Erica arborea* und *Cistus salvifolius* erwähnt seien. Eine vollständige Pflanzenüberdeckung wird erst nach vier bis fünf Brachejahrzehnten mit Auswachsen aufkommender Bäume erreicht. Die meisten Macchienarten verschwinden bei überschattung durch *Quercus ilex*, die die Pseudoklimax bestimmt. Die soziologische Abfolge geht von einem Sonchus oleraceus- [*Fumario-Euphorbion*] aus und erreicht über ein *Psoralea bituminosa*-[*Thero-Brachypodion*], *Briza maxima*-[*Pruno-Rubion ulmifolii*] und *Brachypodium retusum*-[*Cisto-Ericion*] das *Quercion ilicis*. Es ist in den meisten Fällen erst nach säkularer Entwicklung voll ausgebildet. Stellenweise bleibt die Sukzession in einer *Pinus pinaster*- oder *Pinus halepensis*-Assoziation vorzeitig stecken, d.h. nach etwa 50 Jahren.

Den Ergebnissen zur Vegetationsentwicklung **thermomediterraner** Rebbrachen liegen Untersuchungen auf Salina (Äolische Inseln) und ferner von sechs weiteren Fallbeispielen zugrunde (Kap. B 4). Das Maximum der Artenvielfalt tritt etwas später als in den beiden anderen Bereichen auf, d.h. im zweiten Brachestadium. Im Vergleich zur mesomediterranen Rebbrache-Sukzession sinkt sie danach deutlich ab. Der Grund für die überdurchschnittlich hohe Artenzahl nach der Bewirtschaftungsaufgabe liegt im Therophyten-Reichtum, der nicht nur auf Kulturbegleiter sondern nun auch auf Annuelle xerischer Standorte zurückgeht. Erst mit allmählichem Aufkommen von Sträuchern werden die überwiegend heliophilen Einjährigen verdrängt (Abb. 54). Hemikryptophyten spielen im übergangsstadium zur Macchienbildung wegen der Sommer-Trockenheit keine große Rolle mehr, sieht man von den beiden wurzelstarken Gräsern Oryzopsis miliacea und *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* ab. *Rubus ulmifolius* tritt zwar noch häufig auf, bildet jedoch weniger vitale Polykormone als in den beiden anderen Bereichen. Immerhin nehmen sie zusammen mit verschiedenen Leguminosensträuchern (*Spartium junceum*, *Calicotome spinosa* s.l. und *Genista* div. spec.) gegenüber den gleichzeitig aufkommenden Hartlaubgehölzen eine vorübergehende Vorrangstellung ein. Nach zweieinhalb Brachejahrzehnten setzen sich lianenreiche *Pistacia*-Gebüsche durch, die auch für die Pseudoklimax bezeichnend sind. Diese wird entweder durch mehr oder weniger offene Macchien gebildet oder von *Pinus halepensis* aufgebaut, der trockenresistentesten Baumart im Mittelmeergebiet. Da das Endstadium der Rebbrache-Sukzession im thermomediterranen Bereich bereits nach drei bis fünf Jahrzehnten erreicht ist, treten in der soziologischen Progression nach dem kulturbegleitenden *Sonchus tenerrimus*-[*Eragrostion*] nur zwei Derivatgesellschaften bis zur *Oleo-Ceratonion*-Pseudoklimax auf: das *Bromus madritensis*- [*Trifolio-Cynodontion*] und das *Rubus ulmifolius*- [*Oryzopsion miliaceae*]. Die relativ schnelle Entwicklung bis zur Schlußgesellschaft darf nicht darüber hinweg täuschen, daß im Durchschnitt ein Viertel der Fläche des Standorts unbewachsen bleibt, und in einigen Fällen die Pflanzenüberdeckung nur bei 30% liegt. Im supra- und mesomediterranen Bereich erlangt die überdeckung im Terminalstadium fast immer 100% und mehr (s. Abb. 62 und 63).

Im Vergleich zur mitteleuropäischen Rebbrache-Entwicklung ist insbesondere im mesomediterranen Bereich eine raschere Wiederbewaldung festzustellen. In den supramediterranen Fallbeispielen kann es zwar zu Verzögerungen im Gehölzarten-Aufwuchs kommen, eine langzeitige Behinderung durch bodenversiegelnde Rasen gibt es jedoch nicht. Eine frühe Etablierung von "pseudo-stabilen" Dauergesellschaften, die in Mitteleuropa nach HARD (1976) auf aufgelassenen Rebflächen häufig eintritt, fehlt wegen der stetigen Vorkommen vegetativ verbreiteter Sträucher. Im thermomediterranen Bereich stellt sich für einen raschen Baumaufwuchs das Problem der Wasserversorgung, während die Konkurrenz durch Ausläufer bildende Hemikryptophyten unbedeutend bleibt.

In bezug auf die **Artenvielfalt** sind Beziehungen zur überschirmungsdichte festzustellen. Während die späten Brachegesellschaften im supramediterranen Bereich mit laubwerfenden Gehölzen verhältnismäßig lichtreich sind und von vielen Halbschatten ertragenden Pflanzen im Unterwuchs begleitet werden, sind die immergrünen Macchien und Wälder in der mesomediterranen Zone wegen der dichten Laubüberschirmung vergleichsweise artenarm (Kap. B 5, Tab. 15). Für den thermomediterranen Bereich sind dagegen mehr oder weniger große Bestandslücken in den Terminalstadien der Rebbrache-Entwicklung bezeichnend, die von einem reichhaltigen Therophytenbesatz bestimmt werden. Der größere Artenreichtum in den thermo- und supramediterranen übergangsregionen wird außerdem durch das Zusammentreffen eumediterraner Florenelemente mit Vertretern benachbarter Arealtypen vorgegeben.

Als ökophysiologische Stressoren des **mikroklimatischen** Faktorenkomplexes werden Kälte, Hitze und Wasserdampf-Sättigungsdefizit der Luft mit zunehmender Bestandsdichte im Verlaufe der Rebbrache-Sukzession abgemildert (Kap. C 1, Abb. 70 und 77). Die Verringerung der Temperatur- und Luftfeuchte-Amplituden kommt aber nicht einer Steigerung der Artenvielfalt zugute, da mit zunehmendem überdeckungsgrad durch die Pflanzen eine Abnahme der Beleuchtungsstärke am Boden einhergeht. Vielmehr ist während der Brachland-Entwicklung ein Zusammenhang zwischen maximaler mikroklimatischer und floristischer Differenzierung in jener Phase erkennbar, in der eine enge Kammerung von Nischen mit extremen sowie solchen mit ausgeglichenen hygrothermischen Tagesschwankungen herrscht. Dies ist in Staudenrasen mit

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

fortgeschrittener Verbuschung der Fall (Abb. 74). In offenen Initialstadien fördern maximale Oberflächentemperaturen bis fast 80°C im thermomediterranen Bereich indirekt den Therophyten-Bewuchs, während in der supramediterranen Zone Bodenfröste von weniger als –20°C in der gleichen Brachephase für eine rasche Dominanz der Hemikryptophyten sorgen. Die folgende Gehölzansiedlung kommt nicht nur dem Ausgleich der thermischen Schwankungen zugute sondern auch der Verringerung der Evaporationsverluste an der Bodenoberfläche. Dennoch trägt dieser Vorteil nicht zur Verbesserung der klimatischen Wasserhaushalts-Bilanz bei, da gleichzeitig die Niederschlagseingaben durch zunehmende Interzeptionsverluste sinken (Abb. 81).

Daneben verursacht der steigende Transpirations-Verbrauch durch den erhöhten Wasserbedarf der Pflanzen bei Zuwachs der Grünmasse im Verlauf der Rebbrache-Sukzession eine Abnahme der mittleren **Bodenfeuchtigkeit** (Kap. C 2). Diese Regel, die sich auf den gesamten Durchwurzelungsbereich bezieht, muß durch eine differenzierte Betrachtung der Feuchteverhältnisse im humosen Oberboden und im Unterboden ergänzt werden. So übertreffen im ehemaligen Rigol-Horizont in den offenen Pflanzenformationen des Initialstadiums die Evaporationsverluste den Transpirationsverbrauch, wobei für die meisten kurzlebigen krautigen Arten der permanente Welkepunkt unterschritten wird. Mit zunehmender überschattung und der Anreicherung hydrophiler Humusbestandteile verschiebt sich der Horizont geringster Durchfeuchtung mit der Hauptwurzelzone in tiefere Bodenbereiche (vgl. Abb. 87 und 88). Während in feuchtmediterranen Gebieten der zunehmende Bewuchs eine größere Kontinuität in der Abflußspende bedingt, bewirken in trockenmediterranen Zonen der steigende produktive Verdunstungsanteil und die erhöhten Interzeptionsverluste, daß der Interflow im Laufe der Brachland-Entwicklung zum Erliegen kommt.

Wegen der fehlenden Weinbelaubung in den niederschlagsreichen Wintermonaten ist die **Erosionsgefährdung** in den offenen Staudenrasenformationen des Initialstadiums der Bracheentwicklung am größten (Kap. C 3). In den meisten Fällen beschränkt sie sich jedoch auf Kornverlagerungen durch Splash. Nur in wenigen geneigten Weinbaulagen mit schluffreichen Böden kommt es bei niedrigen Infiltrationsraten nach katastrophalen Niederschlägen zu Erosionsschäden durch Rillenspülung und Gleitungen (Beispiele: Aïn-Farès in Nordalgerien und Prasco im Piemont). Grundsätzlich wird die Materialabspülung mit zunehmender Pflanzenüberdeckung nach Brachfallen deutlich herabgesetzt. Das gleiche betrifft die Mauerbruchgefährdung in terrassierten Weinbergen, die am Beispiel Corniglia behandelt wird (Abb. 90 und 91).

Die **bodenchemischen** Veränderungen im Verlaufe der mediterranen Rebbrache-Entwicklung werden vom mikro- bzw. bestandsklimatischen Wandel und von der Qualität der vorherrschenden Humusform bestimmt (Kap. C 4). Mit zunehmender Erhitzung und Austrocknung des Oberbodens sowie mit steigendem Anteil sklerenchymatischer Gewebestrukturen des anfallenden Laubes gewinnt die Rohhumusakkumulation vom supra- zum thermomediterranen Bereich an Gewicht. Biologische Aktivität und Mineralisierungsrate nehmen im gleichen Sinne ab. Bodenazidität, Ionen-Austausch-Kapazität und Trophiegrad reagieren in brachgefallenen Rigosolen mit zeitlicher Verzögerung auf die Veränderungen in der Zustandsentwicklung der aufliegenden Humusform (Abb. 93 und 94). Bei guter Pufferung in $CaCO_3$-reichem Ausgangsmaterial sind die Schwankungen in der Nährstoffversorgung geringer als über silikatreichem Substrat geringer Basensättigung.

In einer abschließenden Bewertung der ökologischen Veränderungen in mediterranen Rebbrachen führt die Auswertung von Evenness- und Diversitäts-Werten sowie überlegungen zur **Belastbarkeit** und **Regenerationsfähigkeit** der verschiedenen Entwicklungsstadien zu dem Ergebnis, daß die Verwendung der Begriffe "Stabilität" und "Entropie" im Rahmen der Sukzessionsforschung wenig sinnvoll ist (Kap. C 5).

Die Ergebnisse zur Vegetationsdynamik und zum Standortwandel auf mediterranen Rebbrachen lassen sich auf brachgefallene **Olivenhaine** übertragen (Kap. D 2). Allerdings setzt die Verbuschung wegen der verminderten mikroklimatischen Extreme im Anfangsstadium und aufgrund der überschattung durch das Laubwerk der Ölbäume rascher ein, so daß die initiale Staudenrasenphase aufgegebener Weingärten weniger deutlich ausgeprägt ist. Auch auf Brachflächen anderer Hackbaukulturen läßt sich eine ähnliche Vegetationsentwicklung wie auf aufgegebenen Rebflächen nachweisen (Hausgärten, Gemüsekulturen). Die Gründe liegen in der intensiven manuellen Bodenbearbeitung bis zur Bewirtschaftungsaufgabe, die im Vergleich zu naturnahen Standorten zu einer Verbesserung der edaphischen bzw. bodenhydrologischen Verhältnisse geführt hat. Eine Unterstützung der Brachland-Entwicklung durch Aufforstungsmaßnahmen ist in fast allen Fällen überflüssig bzw. sogar schädlich.

Führt man die Ergebnisse der ökologischen Brachland-Entwicklung zusammen, indem sie auf alle mediterranen Hackbaukulturen übertragen werden, so beziehen sie sich auf eine Gesamtfläche von mindestens 10.000 km^2 bzw. fast ein Prozent der Landfläche des Mittelmeergebietes. Da es sich bei diesem Flächenanteil um Standorte handelt, die ohne menschliches Zutun einer günstigen Progression unterliegen, muß diese positive Tendenz der in der Literatur viel stärker betonten Degradierung mediterraner Ökosysteme gegenübergestellt werden.

Courtesy of Editors

SUMMARY

The results of studies about vegetation development in the Mediterranean vine fallow succession take up a greater part in the present paper. This emphasis makes allowance for the superior importance of syntaxonomic and symmorphological succession features for the change of site parameters. The corresponding facts are presented in the chapters about changes within the abiotic partial complex of the ecological cascading systems by referring to the consequences of the stand density.

The results are based upon intensive field research in three model areas in Italy and completed by further surveys in the Mediterranean region (Ch. A 4., Fig. 10). - Phyto sociological data of Pignone (South Liguria) and of eleven other areas were evaluated for the complex of questions about the dynamics of vegetation in the supra-mediterranian zone (Ch. B 2). Here, the floristic diversity is decidedly high during the progression's initial stage as numerous meso-mediterranean and eurasiatic representatives occur in addition to the supra-mediterranean floristic elements (Fig. 20). Although the vegetation period is impaired by ground frost in winter and soil desiccation in summer a completely dense surface cover develops within a few fallow years. In this connection patches of grass with *Brachypodium pinnatum* as the main pioneer species are of decisive importance. Effects, however, which hinder wood growth are missing since *Rubus ulmifolius* as a producer of polycorms emerges at the same time. The blackberry shrubs which form a suitable germinating bed of humus for the succeeding woodland species (polycorm succession with *Prunus spinosa* and *Cornus sanguinea*) fall apart after roughly three decades. The false brome grass, by contrast, outlasts into the *Quercetea pubescentis* pseudoclimax. The sociological succession of basal and derivative communities (method after Kopecky and Hejny, 1978) begins with *Stellaria media*- [*Fumario-Euphorbion*] and continues with *Sanguisorba minor*- [*Dauco-Melilotion*], *Clematis vitalba*- [*Pruno-Rubion ulmifolii*], and *Cornus sanguinea*- [*Pruno-Rubion ulmifolii*]. Finally it reaches *Quercion pubescentis*-petraeae in the west and *Orno-Ostryon* in the east Mediterranean. The terminal stage of the vine fallow development begins after 50-80 years.

The dynamics of vegetation in the meso-mediterranean vine fallows was studied in Corniglia (South Liguria) and in ten other model areas in addition (Ch. C 3.). Here, the species diversity also increases rapidly during the initial stage of the fallow succession; its peak, however, is less dynamic and hence the level remains constant and relatively low for the remaining time till the pseudoclimax. In the meso-mediterranean zone the growth conditions are hardly impaired in winter but, by contrast, markedly in summer. The distinct dry period in the hot season causes a gradual settlement of hemicryptophytes which succeed to the therophytes and geophytes of the cultivation phase. The latter remain dominant here for a longer period compared with the supra-mediterranean zone (Fig. 30). Patches of grass hardly appear while *Rubus* polycorms again prepare the growth of succeeding woodland with a mild humus layer. Maquis is concerned, which is poor in species but rich in liana, with representatives of high vitality. *Spartium junceum*, *Erica arborea*, and *Cistus salvifolius* may be mentioned. A dense canopy is reached only with the growth of trees after four to five fallow decades. In the pseudoclimax when *Quercus ilex* shades the soil surface most of the maquis species vanish. The sociological succession starts with *Sonchus oleraceus*- [*Fumario-Euphorbion*], continues with *Psoralea bituminosa*- [*Thero-Brachypodion*], *Briza maxima*- [*Pruno-Rubion ulmifolii*], *Spartium junceum*- [*Pruno-Rubion ulmifolii*], as well as *Brachypodium retusum*- [*Cisto-Ericion*] and ends with *Quercion ilicis*. In most cases it is complete only after a secular development. In places the succession terminates with a *Pinus pinaster*- or a *Pinus halepensis* association which is reached after approximately 50 years.

The results giving the vegetation development in thermo-mediterranean vine fallows are based upon studies on Salina (Aeolian Islands) and six other model areas in addition (Ch. B 4.). Here the maximum of species occurs in the second fallow phase which is retarded by contrast with the other zones. Compared with the meso-mediterranean succession the species diversity decreases clearly after its climax. The reason for the outstandingly high number of species in succession to abandonment is the richness of therophytes which is not only a result of representatives growing under cultivation but now, also of annuals at xeric locations. The predominantly heliophile annuals become superseded only with the gradual rise of shrubs (Fig. 54). In the transitional stage which leads to the development of maquis, hemicryptophytes are of no importance due to summer dryness. Here the two strong-rooted grasses *Oryzopsis miliacea* and *Dactylis hispanica* are an exception. Rubus ulmifolius still occurs frequently but forms less vital polycorms than it does in the two other zones. Nevertheless, it temporarily takes a dominant part along with various legume shrubs (*Spartium junceum*, *Calicotome spinosa* s.l. and *Genista* div. spec.) compared with the simultaneously emerging sclerophyllous woodlands. After two and a half fallow decades pistachio bushes with ample liana, which are also found in the pseudoclimax, become dominant. The terminal stage is either formed by more or less open maquis or by *Pinus halepensis* which is the most drought resistant tree in the Mediterranean. In the thermo-mediterranean zone only two derivative communities develop in the period between *Sonchus tenerrismus-Eragrostion* of the cultivation phase and the *Oleo-Ceratonion* pseudoclimax: *Bromus madritensis*- [*Trifolio-Cynodontion*] and *Rubus ulmifolius*- [*Oryzopsion miliaceae*]. Thus, the final stage of the vine fallow succession is already reached after three to five decades. This relatively short development may not obscure the fact that the soil surface of sites is not covered on an average of one fourth. In some cases the canopy only amounts to 30 %. In the supra- and meso-mediterranean zone the canopy density in the terminal stage reaches up to 100 % and more in almost any case (Fig. 62 and 63).

Particularly in the meso-mediterranean zone a rapid regeneration of forest stands can be observed compared with the Central European vine fallow development. In the supra-mediterranean areas the wood growth might be retarded but there is no long-termed impediment by ground sealing grass. As a result of the constant occurrence of vegetative-spreaded shrubs a premature formation of "pseudo-stable" permanent communities which, after Hard (1976), can be frequently found on abandoned vineyards in Central Europe does not take place. In the thermo-mediterranean zone the water supply is insufficient for a fast wood growth whereas runner-forming hemicryptophytes do not enter into competition.

Courtesy of Editors

A relation can be made out between the species diversity and the canopy density. The late fallow communities of the supra-mediterranean zone with deciduous woodlands are relatively translucent and give light to numerous half shade plants in the undergrowth. The evergreen maquis and forests of the meso-mediterranean zone, by contrast, are poor in species due to their dense canopy (Ch. B 5, Tab. 15). The terminal formations of the thermo-mediterranean zone, however, show more or less great canopy gaps which are characterized by a rich therophyte growth. Moreover, the higher species diversity of the thermo- and supra-mediterranean transitional zones is determined by the co-existence of eu-mediterranean floristic elements and adjacent area types.

In the course of the vine fallow succession, the ecophysiological stress caused by the microclimatic parameters, cold, heat, and water vapor saturation deficit of the air, is tempered with increasing canopy density (Ch. C 1, Fig. 70 and 77). The reduction of temperature and humidity ranges, however, is not for the benefit of the species diversity as the increasing canopy density causes a reduction of luminous intensity near the ground. A relation between the maximum of microclimatic and floristic variety in the fallow development is rather perceptible in the stage of a close-meshed distribution of extreme and balanced hygrothermic diurnal variations. This is true of shrub grass in an advanced shrub succession (Fig. 74). In the open initial stages of the thermo-mediterranean zone surface temperatures of nearly 80° C stimulate the growth of therophytes, whereas in the supra-mediterranean zone, ground frost of less than –20° C provides for a rapid dominance of hemicryptophytes in the same fallow phase. The succeeding wood formation not only causes the equalization of thermic variations but also a decrease in evaporation losses near the ground. Still, this advantage does not improve the climatic water regime balance since rainfall input is diminished by increasing interception at the same time (Fig. 8).

In addition, the intensified transpiration consumption as a result of an increasing phytomass with higher water requirement causes a decrease in the mean soil moisture in the course of the fallow succession (Ch. C 2) This rule, which refers to the entire rhizosphere, must be augmented by a differentiated view of the moisture conditions within the humous top soil and the sub soil. Thus, in the open plant formations of the initial stage, the evaporation losses surpass the transpiration consumption in the former rigole horizon, in the course of which the first permanent wilting point is reached for most of the ephemeral herbaceous species. The horizon of lowest moisture and the main rhizosphere move deeper as canopy and concentration of hydrophile humus elements increase (Fig. 87 and 88). In the humid zones of the Mediterranean the augmenting canopy causes a more continuous run-off whereas in its arid regions the interflow ceases in the course of the fallow development as a result of the increase in productive evaporation and interception.

The highest risk of erosion occurs in the open shrub grass formations of the initial stage due to the missing foliage of the vines during the rainy winter season (Ch. C 3). In most cases, however, erosion is restricted to splash effects. Only on a few sloped vineyards with silty soils phenomena such as rill erosion or slides ensue as a result of disastrous rainfalls and low infiltration rates (e.g. Ain-Fares in North Algeria and Prasco in Piedmont). Basically, erosion is diminished with the increase in canopy density after the abandonment. This also refers to the risk of wall breaches on terraced vineyards for which Corniglia is treated as an example (Fig. 90 and 91).

The soil chemical development in the vine fallow succession is determined by the microclimatic change and the quality of the dominating humus type (Ch. C 4). The accumulation of row humus from the supra- to the thermo-mediterranean zone gains significance as the heating and desiccation of the top soil as well as the portion of sclerenchymatic tissue structures of leaves increase. Biological activity and mineralization rate decrease proportionally. In the abandoned rigosols soil acidity, cation exchange capacity, and trophic level react with delay on changes in the development of the overlying humus type (Fig. 93 and 94). In a substratum, rich in $CaCO_3$ and with a good buffering capacity the variations of nutrient supply are smaller than those in a soil material, rich in silicate and with little base saturation.

In an assessment of the ecological change in Mediterranean vine fallows the analysis of evenness and diversity values as well as considerations on loading capacity and regeneration capability of the various stages of development lead to the conclusion that there is no point in using the terms "stability" and "entropy" for the purposes of succession research (Ch. C 5).

The results about the dynamics of vegetation and site change in Mediterranean vine fallows can be transfered to abandoned olive tree groves. However, the shrub succession starts earlier here due to the reduced microclimatic extremes in the initial stage caused by the canopy of the olive tree leaves. Thus, the initial shrub grass stage, characteristic of abandoned vineyards, is less developed. A vegetation development similar to that of abandoned vineyards can also be proved for the fallow land of other hoe cultivations (back gardens, vegetable gardening). This is, in contrast with natural sites, a result of the intensive manual tillage during cultivation which leads to a melioration of edaphic respectively soil hydrological conditions.

Combining the results of the ecological fallow land development by transfering them to all Mediterranean hoe cultivations a total area of at least 10.000 km^2 is comprised. This is almost one percent of the Mediterranean territory. Since the sites in this area are subject to a favorable progression without any human interference this positive tendency must be seen in contrast to opinions in literature which emphasize the degradation of Mediterranean ecosystems.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

LITERATURVERZEICHNIS

ABBATE E., 1969 - *Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto (Liguria Orientale)*. Mem. Soc. Geol. Ital. (Pisa), 8: 923-1014, (mit Karte 1:25.000).

ADAMOVIC L., 1906 - *Über eine bisher nicht unterschiedene Ve- getationsformation der Balkanhalbinsel, die Pseudomacchie*. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 56: 355-360.

AHNERT F., 1987 - *An Approach to the Identification of Morphoclimates*. In: Proc. I. Internat. Conf. Geomorphology (Hrsgb.: E. Gardiner). 158-188, Chichester

AHNERT F., 1973 - *Inhalt und Stellung der funktionalen Methode in der Geomorphologie*. Geographische Zeitschrift, Beih. Erdkdl. Wissen (Wiesbaden), 33: 105-113.

ALCARAZ C., 1969 - *Principaux types de successions géographiques concernant le pin d'alep et ses principaux espèces-climax concurrentes dans le Tell Oranais*. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord (Alger), 60: 103-115.

ALLIER C., LACOSTE A., 1980 - *Maquis et groupements végétaux de la série du chêne vert dans le bassin du Fango (Corse)*. Ecologia Méditerranea (Marseille), 5: 59-82.

ALLIER C., LACOSTE A., 1981 - *Processus dynamique de recon- struction dans la série du* Quercus ilex *en Corse*. Vegetatio (Den Haag), 46: 83-91.

ANTONIETTI A., 1968 - *Le associazioni forestali dell'orizonte submontano del Cantone Ticino su substrati pedogenetici ricchi di carbonati*. Mitteilungen, Schweizerische Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen (Zürich), 44/2: 85-226.

ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE, 1980 - *Kartieranleitung*. Hannover.

ARIELLO G., 1957 - *Flora delle "Cinque Terre"*. Ann. Museo Civ. Stor. Nat. Genova, LXIX: 101-192.

ARNAIZ C., 1979 - *Ecologia y Fitosociologia de los zarzales y espinales madrilenos comprendidos en los sectores Guadarramico, Manchego y Celtiberico-Alcarreno*. Lazaroa (Malaga), 1: 129-138.

ARNAIZ C., LOIDI J., 1981 - *Estudio fitosociologico de los zarzales del Pais Vasco* (Rubo ulmifolii-Tametum communis). Lazaroa (Malaga), 3: 63-73.

ARNAIZ C., LOIDI J., 1982 - *Sintaxonomia del* Pruno-Rubion ulmifolii (Prunetalia) *en Espana*. Lazaroa (Malaga), 4: 17-22.

ARU A., 1985 - *The soils of Sardinia and their state of conser- vation*. Geoökodynamik (Darmstadt), 6: 71-84.

ASCH (VAN) Th.W.J., 1983 - *Water erosion on slopes in some land units in a Mediterranean area*. Catena (Braunschweig) Supplement 4: 129-140.

ASCHMANN H., 1973 - *Distribution and peculiarity of Mediterra- nean Ecosystems*. In: Mediterranean Type Ecosystems (Hrsgb. F. di CASTRI, H.A. MOONEY). Ecological studies (Berlin, Heidelberg, New York), 7: 11-36.

BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 - *Saison seche et indice xérothermique*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88: 193-239.

BARBERIS G., MARIOTTI M., 1979 - *Notizie geobotaniche su* Quercus suber *L. in Liguria*. Arch. Bot. Biogeo. Ital. (Forli), 55: 61-82.

BARBERO M., 1981 - *Les fruticées de la zone bioclimatique méditerranéenne a chêne pubescent: structure, dynamique, zonage, utilisation et protection, biomasse*. Fôret méditerranéenne (Aix-en-Provence), III (2).

BARBERO M., LOISEL R., 1980 - *Le Chêne Vert en Region Méditterranéenne*. Rev. Forest. Franc. (Aix-en-Provence), 32 (6): 531-543.

BARBERO M., LOISEL R., QUEZEL P., 1974 - *Problèmes posés par l'interpretation phytosociologique des* Quercetea ilicis *et des* Quercetea pubescentis. Colloques Internat. C.N.R.S. (Aix-en-Provence), 235: 481-497 (Aix-en-Provence).

BARBERO M., QUEZEL P., 1976 - *Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale*. Ecologia Méditerranea, (Marseille), 2: 3-82.

BARNER J., 1978 - *Rekultivierung zerstörter Landschaften*. Stuttgart.

BAUDIERE, A., EMBERGER L., 1959 - *Sur la notion de climat de transition, en particulier dans la domaine du climat méditerranéen*. Bull. Serv. Carte Phytogéogr. (Paris), 4, Ser. A: 95- 117.

BELLAMY, D.J., SHIMWELL D.W., 1979 - *Dynamik der Sukzession*. In: Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik) (Hrsgb.: R. TÜXEN, W.-H. SOMMER). Ber. Intern. Symp. Intern. Ver. Vegetationskunde: 61-76, Vaduz.

BERENGER M., 1955 - *Essai d'étude météorologique du bassin méditerranéen*. Mem. Meteor. Nat. O.M.N., Paris.

BIERHALS E., 1976 - *Ökologische Folgen der Vegetationsentwicklung und des Wegfalls der Bewirtschaftungsmaßnahmen*. 3. Teil in: Brachflächen in der Landschaft. KTBL-Schrift 195, Münster.

BIRK H., ZAKOSEK H., 1960 - *Die bodenangepaßten Unterlagssorten der hessischen Weinbaugebiete*. Weinberg und Keller, 7: 9- 15, Frankfurt a. M.

BLASER P., 1973 - *Die Bodenbildung auf Silikatgestein im südlichen Tessin*. Mitteilungen, Schweizerische Anstalt f.d. forstl. Versuchswesen (Zürich), 49 (2): 254-340.

BOCCALETTI M., GUAZZONE G., 1972 - *Gli archi appenninici, il Mar Ligure ed il Tirreno nel quadro della tettonica dei bacini marginali retro-arco*. Mem. Soc. Geol. Ital. (Pisa), 11: 201-216.

BORN M., 1968 - *Wüstungen und Sozialbrache*. Erdkunde (Bonn), 22: 145-151.

BORNKAMM R., 1981 - *Rates of change in vegetation during secondary succession*. Vegetatio (Den Haag), 47: 213-220.

BOTSCH H.-J., LEICHT H., SCHMIDT H., 1983 - *Kartierung unbereinigter Weinberge in Franken*. Nat. und Landsch. (Stuttgart), 58 (3): 94-99.

BOUDOURESQUE E., 1982 - *Potential Evapotranspiration and Emberger's Pluviothermic Coefficient*. Erdkunde (Bonn), 36: 54- 56.

BRAUN-BLANQUET J. *et alii*, 1952 - *Les Groupements Végétaux de la France Méditerranéenne*. C.N.R.S., Montpellier.

BRAUN-BLANQUET J., 1968 - *Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblick auf das weitere Ibero-Atlantikum, II*. Vegetatio (Den Haag), 14: 1-126.

BRAUN-BLANQUET J., DE BOLOS O., 1957 - *Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamique*. Annales Estac. Exper. Aula Dei (Zaragoza), 5: 1-266.

BRECHTEL H.M., 1962 - *Methodische Beiträge zur Ökologie der Überschirmung und Auflichtung einschichtiger Waldbestände*. Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württemb. (Freiburg), 14: 1-94.

BRECKLE S.-W., 1966 - *Ökologische Untersuchungen im Korkei- chenwald Kataloniens*. Diss. Landwirtsch. Hochschule Hohenheim.

BRETTSCHNEIDER H., 1980 - *Mikroklima und Verwitterung am Beispiel aus der Sierra Madre Spaniens und aus Nordafrika mit Grundlagen-Studien zur Glatthanggenese*. Münstersche Geographische Arb. (Paderborn), 9:63-141.

BRULLO S., DI MARTINO A., MARCENO C., 1977 - *La vegetatzione di Pantelleria*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania.

BRULLO S., MARCENO C., 1979 - *Il* Diplotaxion erucoidis *in Sicilia, con considerazioni sulla sintassonomia e distribuzione*. Notiziario Soc. Ital. Fitosoc. (Pavia), 15: 27-44.

Courtesy of Editors

BRUN-HOOL J., 1966 - *Ackerunkraut-Fragmentgesellschaften*. In: Anthropogene Vegetation (Hrsgb. R. TÜXEN). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 38-50, Den Haag.

BURRICHTER E., 1979 - Quercus ilex-*Wälder am Golf von Porto auf Korsika*. Doc. Phytosoc. (Lille), N.S. IV: 147-155.

C.N.R.S (Centre National de la Recherche Scientifique), 1973 - *Carte Climatique Détailée de la France: Blatt Valence*. Gap.

C.N.R.S., 1975 - *Carte Climatique Détailée de la France: Blatt Marseille*. Gap.

CARL TH., 1987 - *Ursachen, Merkmale und Prozesse des Terrassenverfalls in Corniglia (Ligurien)*. Unveröffentl. Magisterarb. Geogr. Inst. RWTH Aachen.

CARL TH., RICHTER M., 1989 - *Geoecological and Morphological Processes on Abandoned Vine-Terraces in the Cinque Terre (Liguria)*. Geoökodynamik (Darmstadt), X (2/3): 125-158.

CAVALLARO C., MACCARONE E., 1981 - *Isola di Salina. Ambiente, struttura economica, prospettive di sviluppo*. UNESCO-MAB, Proj. 7, Genova.

CHORLEY R.J., KENNEDY B.A., 1971 - *Physical Geography - a systems approach*. London.

DAGET P., 1977a - *Le bioclimat méditerranéen: caractères generaux, modes de caractérisation*. Vegetatio (Den Haag), 34 (1): 1-20.

DAGET P., 1977b - *Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger*. Vegetatio (Den Haag), 34 (2): 87-103.

DAGET P., 1980 - *Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat*. Naturalia Monspeliensia, h.ser. (Colloque de la Fondation L. Emberger): 101-126, Montpellier.

DE BOLOS O., 1954 - *De vegetatione notulae, I*. Collect. Bot. (Barcelona), IV: 253-286.

DE BOLOS O., 1954 - *Essai sur la distribution géographique des climax dans la Catalogne*. Vegetatio (Den Haag), V-VI: 45-50.

DE BOLOS O., 1957 - *De vegetatione valentina, I*. Collect. Bot. (Barcelona), V: 528-596.

DE BOLOS O., 1970 - *A propos de quelques groupements végétaux observés entre Monaco et Gênes*. Vegetatio (Den Haag), 21:49-73.

DE BOLOS O., MOLINIER R., 1969 - *Vue d'ensemble de la végétation des Iles Baleares*. Vegetatio (Den Haag), 17: 251-270.

DE PLOEY J., 1980 - *A stemflow equation for grasses and similar vegetation*. Catena (Braunschweig), 9: 139-152.

DE STEFANIS A., MARINI M., TERRANOVA G., DE LUIGI G., 1978 - *I movimenti franosi di Guvano e di Rodalabia nelle Cinque Terre e i loro riflessi sulla morfologia della Costa Ligure e sugli insediamenti*. Mem. Soc. Geol. Ital. (Pisa), 19: 161-167.

DESBORDES M., SOULIE M., 1980 - *Les ressources en eau du Languedoc-Roussillion*. Bul. Soc. Languedocienne Géogr. (Montpellier), 103 (2-3): 133-147.

DI BENEDETTO L., 1973 - *Flora di Alicudi*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital. (Forli), 49: 1-28.

DIECKMANN H., HARRES H.-P., MOTZEK H., SEUFFERT O., 1985 - *Die Vegetation als Steuerfaktor der Erosion*. Geoökodynamik (Darmstadt), 6: 121-148.

DIERSCHKE H., 1974 - *Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern*. Scripta Geobotanica (Göttingen), 6.

DIERSCHKE H., 1981 - *Zur syntaxonomischen Bewertung schwach gekennzeichneter Pflanzengesellschaften*. In: Syntaxonomie (Hrsgb. H. DIERSCHKE). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde (Vaduz), 109-122.

DIERSCHKE H., 1984 - *Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation Mitteleuropas*. Phytocoenologia (Stuttgart-Braunschweig), 12 (2/3): 173-184.

DRESEN B., 1982 - *Ökologische Differenzierung der Insel Lampedusa (Italien)*. Unveröffentl. Diplomarb. Univ. Köln (Geogr. Inst.), Köln.

DUBIEF J., 1963 - *Le climat du Sahara (II)*. Inst. Rech. Sahar., h.s., Alger, 1963.

DWD (Deutscher Wetterdienst), 1981 - *Klimadaten von Europa. Teil II: Südwesteuropa und Mittelmeerländer*. (bearb. von B. HÄNLE und M. KALB). Offenbach.

ECONOMIDOU E., 1976 - *La répartition des Phrygana en Grèce et ses rapports avec le climat et linfluence anthropogène*. Doc. Phytosoc. (Lille), 15-18: 45-56.

EHRIG F.R., 1983 - *Vegetationsgeographische Gliederung der Insel Rab/Jugoslawien*. Die Erde (Berlin), 114: 49-67.

ELLENBERG H., 1972 - *Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen*. In: Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen (Hrsgb.: L. STEUBING, C. KUNZE). Tagungsber. Ges. Ökologie, Gießen 1972: 19-26, Augsburg.

ELLENBERG H., 1973 - *Ziele und Stand der Ökosystemforschung*. In: Ökosystemforschung (Hrgsgb.: H. ELLENBERG): 1-31, Berlin, Heidelberg, New York.

ELLENBERG H., 1979a - *Begriffe der Sukzessionsforschung*. In: Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik). (Hrsgb.: R. TÜXEN, W.-H. SOMMER). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 5-10, Vaduz.

ELLENBERG H., 1979b - *Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas*. 2. Aufl., Scripta Geobotanica (Göttingen), 9.

ELLENBERG H., 1982 - *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. (3. Aufl.), Stuttgart.

ELLENBERG H., ENBERG H., KLÖTZLI F., 1972 - *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz*. Mitteilungen, 48 (4), Schweizerische Anstalt f. d. Forstl. Versuchswesen, (Zürich): 590-930

ELLENBERG H., REHDER H., 1962 - *Natürliche Waldgesellschaften der aufzuforstenden Kastanienflächen im Tessin*. Schweizerische Zeitschrift f. Forstwesen (Zürich), 113 (3/4): 128-142.

EMBERGER L., 1930 - *La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux*. Rev. Gener. Bot. (Paris), 42: 641-662.

EMBERGER L., 1955 - *Une classification biogéographique des climats*. Recl. Trav. Lab. Bot. Geol. Zool. Univ. Montpellier, 7: 3-43.

ERN H., 1966 - *Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel*. Bonner Geogr. Abhandl. (Bonn), 37.

FAO-UNESCO, 1983 - *Production Yearbook: 1982*, vol. 36, Rom.

FERRARINI E., 1972 - *Carta della vegetazione delle Alpi Apuane e zone limitrofe*. Webbia (Firenze), 27: 551-582.

FERRO G., FURNARI F., 1968 - *Flora e Vegetazione di Stromboli*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital. (Forli), 44: 1- 59.

FERRO G., FURNARI, 1970 - *Flora e Vegetazione di Vulcano*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania, 61.

FISCHER A., 1982 - *Zur Diversität von Pflanzengesellschaften. - Ein Vergleich von Gesellschaftskomplexen der Böschungen im Rebgelände*. Tüxenia (Göttingen), 2: 219-231.

FRANKENBERG P., RICHTER M., 1981 - *Zusammenhänge zwischen Pflanzenvielfalt, Wasserhaushalt und Mikroklima in Tunesien*. Aachener Geogr. Arb. (Aachen), 14, I. Teil: 243-271.

FRÄNZLE O., 1976 - *Ein morphodynamisches Grundmodell der Savannen- und Regenwaldgebiete*. Z. Geomorph. N.F. (Berlin, Stuttgart), 24, Suppl.: 177-184.

FRÄNZLE O., 1978 - *Die Struktur und Belastbarkeit von Ökosystemen*. Verh. Dt. Geographentag, Mainz 1977, Tagungsber. u. wissensch. Abh. 41: 485-496,

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Wiesbaden.

FREGONI M., MIRAVALLE S., CELSI S., 1977 - *La carta nutritiva dei vigneti delle Cinque Terre*. Prov. Not.(La Spezia), 1/2: 8-62.

FREITAG H. *et alii*, 1973 - *Bericht über die Südfrankreich-Exkursion des Systematisch-Geobotanischen Institutes der Univ.* Göttingen.

FREITAG H., 1964 - *Die Waldgesellschaften der Rouviere bei Montarnaud. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation des Languedoc*. In: Beiträge zur Phytologie (Hrsgb. K. KREEB): 155-189, Stuttgart.

FREITAG H., 1971 - *Die natürliche Vegetation des südostspanischen Trockengebietes*. Bot. Jahrb. Syst. (Stutt gart), 91 (2/3): 147-308.

FREITAG H., 1975 - *Zum Konkurrenzverhalten von* Quercus ilex *und* Quercus pubescens *unter mediterran-humidem Klima*. Bot. Jahrb. Syst.(Stuttgart), 96: 53-70.

FUKAREK P., 1968 - *Geobotanische Grundlagen für höhere systematische Einheiten der Waldgesellschaften*. In: Pflanzensoziologische Systematik (Hrsgb. R. TÜXEN). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 98-123, Den Haag.

GALIL J., 1968 - *Vegetative Dispersal in* Oxalis cernua. American Jour. Bot. (Burlington), 55: 68-73.

GALLI M., BEZZI A., PICCARDO A., CORTESOGNO L., PEDEMONTE G.M., 1972 - *Le Ofioliti dell'Appennino Ligure: un frammento di Crosta-Mantello "Oceanici" dell-'antica Tetide*. Mem. Soc. Geol. Ital. (Pisa), 11: 467-502.

GANDOLFO S., DE PASQUALE SCHIPANI R., 1974 - *Nuovo contributo alla conoscenza delle precipitazioni in Calabria*. Riv. Meteor. Aeronaut. (Roma), 34: 301-325.

GERLACH U., HAGER K., HARD G., 1978 - *Vegetationsentwicklung auf Weinbergbrachen des Rheinischen Schiefergebirges*. Nat. u. Landsch. (Stuttgart), 53 (11): 344-351.

GIACOBBE A., 1961 - *Siccità estiva e riserve idriche del suolo utilizzabili dalle piante*. L'Italia Forestale e Montana (Firenze), 112-124.

GLANGEAUD L., 1952 - *Histoires Géologique de la Province d'Alger*. Congr. Geol. Internat., Monograph. Rég. (Alger), 1. ser., 25.

GÖRS S., 1966 - *Die Pflanzengesellschaften der Rebhänge am Spitzberg*. In: Der Spitzberg bei Tübingen. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs (Ludwigsburg), 3: 476-533.

GREMAUD M., 1978 - *Etude de la végétation des vignes abandonnées du Vully (Suisse)*. Doc. Phytosoc. (Lille), N.S. II: 245-277.

GUILLERM J.L., 1972 - *Les adventices du Midi Languedocien*. Vervielfält. Mskpt. des C.E.P.E. (Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger), Montpellier.

GUILLERM J.L., 1980 - *Stratégies dans les phytocénoses post-culturales, émergences et liaisons entre stades évolutifs*. In: Recherches d'Ecologie Théorique (Hrsgb.: R. BARBAULT, P. BLANDIN, J.A. MEYER): 237-250, Paris.

GUILLERM J.L., JACQUINET J.C., ROMANE, F., 1975 - *Tendance d'évolution de la végétation spontanée du vignoble Languedocien*. In: Sukzessionsforschung (Hrsgb.: W. Schmidt). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 255-267, Vaduz.

GUINOCHET M., 1978 - *Essai sur quelques syntaxons des* Cisto-Rosmarinetea *et des* Quercetea ilicis *d'Algérie et de Tunesie*. Phytocoenologia (Stuttgart, Braunschweig), 7: 436-466.

HAEUPLER H., 1982 - *Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation*. Dissertationes Botanicae (Vaduz), 65.

HAGEMANN I., MEUSEL H., 1984 - Hypericum triquetrifolium *Turra, ein Wurzelsproß-Geophyt. Wuchform und Verbreitung*. Flora (Berlin-Ost), 175: 385-405.

HARD G., 1973 - *Die Geographie. Eine wissenschaftstheoretische Einführung*. Berlin, New York.

HARD G., 1975 - *Vegetationsdynamik und Verwaldungsprozesse auf den Brachflächen Mitteleuropas*. Die Erde (Berlin), 106: 243-276.

HARD G., 1976 - *Vegetationsentwicklung auf Brachflächen*. 2. Teil in: Brachflächen in der Landschaft. KTBL-Schrift 195, Münster.

HARTGE K.H., 1967 - *Ergebnisse von Tensiometermessungen*. Mitt. Deutsch. Bodenkdl. Gesell. (Göttingen): 203-207.

HARTGE K.H., 1978 - *Einführung in die Bodenphysik*. Stuttgart.

HENRY P.H., 1977 - *The Mediterranean: A Threatened Microcosm*. Ambio (Stockholm), 6: 300-307.

HESS H.E., LANDOLT E., HIRZEL R., 1967 - *Flora der Schweiz*, 3. Basel, Stuttgart.

HOFER H.R., 1964 - *Die wärmeliebenden Felsheiden Insubriens*. Bot. Jahrb. Syst. (Stuttgart), 87 (2): 176-251.

HOFMANN A., 1960 - *Note preliminari su una associazione del pino marittimo*. L'Italia Forest. Mont. (Firenze), XV: 232-246.

HOFMANN U., 1968 - *Untersuchungen an Flora und Vegetation der Ionischen Insel Levkos*. Vierteljahresschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich, 113: 209-256.

HOPF M., 1978: - *Frühe Kulturpflanzen in Südeuropa*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. (Stuttgart), 91: S. 31-38.

HORVAT I., 1954 - *Pflanzengeographische Gliederung Südosteuropas*. Vegetatio (Den Haag), 5-6: 434-447.

HORVAT I., GLAVAC V., ELLENBERG H., 1974 - *Vegetation Südosteuropas*. Stuttgart.

HORVATIC St., 1957 - *Pflanzengeographische Gliederung des Karstes Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslawiens*. Acta Bot. Croatica (Zagreb), XVI: 33-61.

HORVATIC St., 1958a - *Tipolosko rasclanjenje primorske vegetacije gariga i borovih suma. (Typologische Gliederung der Garrigues- und Kiefernwälder-Vegetation des ostadriatischen Küstenlandes)*. Acta Bot. Croatica (Zagreb), XVII: 1-98.

HORVATIC St., 1958b - *Geographisch-typologische Gliederung der Niederungs-Wiesen und -Weiden Kroatiens*. Angew. Pflanzensoz. (Stolzenau/Weser), 15: 63-73.

HORVATIC St., 1963 - *Biljnogeografski polozaj i rasclanjenje naseg primorja u svjetlu suvremenih fitoceneoloskih istra- zivanja. (Pflanzengeographische Stellung und Gliederung des ostadriatischen Küstenlandes im Lichte der neusten phytozoenologischen Untersuchungen)*. Acta Bot. Croatica (Zagreb), XXII: 37-81.

ILIJANIC L., 1965 - *Recherches phytosociologiques et ecologiques dans les prairies de l'*Arrhenatherion *de Lattes (Herault)*. Acta Bot. Croat. (Zagreb), 24: 47-67.

ILIJANIC L., 1970 - *Expositionsbedingte ökologische Unterschiede in der Pflanzendecke der Sonn- und Schattenhänge am Lim-Kanal (Istrien)*. Vegetatio (Den Haag), 21: 1-27.

ILIJANIC L., HECIMOVIC S., 1981 - *Zur Sukzession der mediterranen Vegetation auf der Insel Lokrum bei Dubrovnik*. Vegetatio(Den Haag), 46: 75-81.

JAKUCS P., 1961 - *Die phytozönologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Monographie der Flaumeichen-Wälder, I*. Akadem. Kiado, Budapest.

JAKUCS P., 196 - *Mikroklimatische Untersuchungen im Berührungsgebiet der mediterranen und submediterranen Vegetation Albaniens*. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. (Berlin-

Courtesy of Editors

Ost), 7: 3-30.

JÄGER E., 1970 - *Charakteristische Typen mediterran-mitteleuropäischer Pflanzenareale*. Feddes Repertorium (Berlin-Ost), 81: 67-92.

JÄGER E., 1971 - *Die pflanzengeographische Stellung der "Steppen" der Iberischen Halbinsel*. Flora (Berlin-Ost), 160: 217-256.

KELLER J., 1967 - *Alter und Abfolge der vulkanischen Ereignisse auf den Äolischen Inseln/Sizilien*. Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg, 57: 33-67.

KELLER J., 1974 - *Petrology of some volcanic rock series of the Aeolian arc, southern Tyrrhenian Sea: calc-alkaline and shoshonitic associations*. Contr. Mineral. Petrol. (Berlin), 46: 29-47.

KELLER J., 1980 - *The Island of Salina*. In: The Aeolian Islands. An Active volcanic Arc in the Mediterranean Sea. Soc. Ital. Min. Petr. (Germignaga, VA), 36 (1): 489-524.

KELLETAT D., 1985 - *Bio-destruktive und biokonstruktive Formelemente an den spanischen Mittelmeerküsten*. Geoökodynamik (Darmstadt), 6: 1-20.

KLAUS D., 1979 - *Wärmemangel- und Trockengrenzen der Vegetation in ihrer Beziehung zu den Luftmassengrenzen*. Erdkunde (Bonn), 33: 258-266.

KLUG H., LANG R., 1983 - *Einführung in die Geosystemlehre*. Darmstadt.

KNAPP R., LINSKENS, H.F., 1953 - *Beobachtungen über den Einfluß einiger mediterraner Pflanzengesellschaften auf Mikroklima und Bodenfeuchtigkeit*. Angew. Bot. (Berlin/ Hamburg), 27 (2): 48-69.

KOPECKY K., HEJNY S., 1978 - *Die Anwendung einer deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation bei der Bearbeitung der strassenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens*. Vegetatio (Den Haag), 16 (1): 43-51.

KREEB K., 1971 - *Ökophysiologie natürlicher Streßeinwirkungen*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. (Stuttgart), Bd. 84 (9): 485-496.

KUNKEL G., 1962 - *Über die Bedeutung von* Spartium junceum *L. in der Wiederbesiedlung erodierter Hänge*. Biol. Zentralbl. (Leipzig), 81 (3): 327-333.

KUNTZE H., NIEMANN J., ROESCHMANN G., SCHWERDTFEGER G., 1981 - *Bodenkunde*. Stuttgart.

KUTSCH H., 1982 - *Principal features of a form of water-concentrating culture on small holdings with special reference to the Anti Atlas*. Trierer Geograph. Studien, (Trier), 5.

LANG G., 1970 - *Florengeschichte und mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen*. Feddes Repertorium (Berlin-Ost), 81 (1-5): 315-335.

LARCHER W., 1970 - *Kälteresistenz und Überwinterungsvermögen mediterraner Holzpflanzen*. Œcol. Plant. (Montreuil), 5: 267-285.

LARCHER W., 1980 - *Ökologie der Pflanzen*. (3. Auflg.), Stuttgart.

LARCHER W., MAIR B., 1969 - *Die Temperaturresistenz als ökophysiologisches Konstitutionsmerkmal. 1*. Quercus ilex *und andere Eichenarten des Mittelmeergebietes*. Œcol. Plant. (Montreuil), 4: 347-376.

LAUSI D., GERDOL R., PICCOLI, F., 1982 - *Dynamics of* Ostrya carpinifolia *woods in the Southern Alps (N-Italy)*. Vegetatio (Den Haag), 48: 123-131.

LAVRENTIADES G., 1969 - *Studies on the flora and vegetation of the Ormos Archangelou in Rhodos Island*. Vegetatio (Den Haag), 19: 308-329.

LE HOUEROU H.N., 1981 - *Impact of man and his animals on mediterranean vegetation*. In: Mediterranean-Type Shrublands (Hrsgb.: F. di CASTRI *et alii*). Ecosystems of the World, 11: 479-521, Amsterdam/ Oxford/ New York.

LOISEL R., 1971 - *Contribution a l'etude des Cistais calcifuges de Provence*. Ann. Univ. Prov. (Marseille), 46: 63-81.

LOISEL R., 1971 - *Séries de végétation propres, en Provence aux massifs des Maures et de l'Esterel (ripisilves exclues)*. Bull. Soc. Bot. Franc.(Paris), 118: 203-236.

LOISEL R., 1976 - *Place et rôle des espèces du genre* Pinus *dans la végétation du Sud-Est Méditerranéen Français*. Ecologia Méditerranea (Marseille), 2: 131-152.

LOJACONO M., 1878 - *Le Isole Eolie e la loro vegetazione con enumerazione delle piante spontanee vascolari*. Palermo.

LOSSAINT P., 1973 - *Soil-Vegetion Relationships in Mediterranean Ecosystems of Southern France*. In: Mediterranean Type Ecosystems (Hrsgb.: F. DI CASTRI, H.A. MOONEY). Ecological Studies (Berlin, Heidelberg, New York), 7: 199-210.

LÜCKE H., 1984 - *Macchie und Garrigue Korsikas. Ökologische Grundlagen, Zusammensetzung, Verbreitung und Nutzung mediterran-insularer Pflanzenformationen*. Geoökodynamik (Darmstadt), 5: 147-182.

MALAGARRIGA R., 1976 - *Catalogo de las plantas superiores del Alt Emporda*. Acta Phytotax. Barcinonesia (Barcelona), 18.

MARIOTTI M., 1984 - *I boschi a* Quercus ilex *della Liguria*. Mskpt. Vortrag auf dem Colloquio Soc. Ital. Fitosoc. in Lecce (4.-6.5.1984).

MARKGRAF F., 1950 - *Zur Abgrenzung der Mittelmeervegetation*. Vegetatio (Den Haag), 3: 324-325.

MARKGRAF F., 1953 - *Differenzierungen in der Mediterranflora*. Godisnjak Bioloskog Inst. Sarajevu. God. (Sarajevo), V (1952), 1-2: 303-310.

MAUGERI G., 1979 - *La vegetazione infestante gli agrumeti dell'Etna*. Notiziario Soc. Ital. Fitosoc. (Pavia), 15: 45-54.

MAUGERI G., LEONARDI S., DI BENEDETTO, L., 1979 - *Aggruppamenti dell'*Eragrostion *nelle colture siciliane*. Notiziario Soc. Ital. Fitosoc.(Pavia), 15: 57-62.

MAURIN Y., 1979 - *Le mise en place d'une nouvelle viticulture au lendemain du* Phylloxera. Econ. Merid. (Montpellier), 108: 41-59.

MEISEL K., VON HÜBSCHMANN A., 1973 - *Grundzüge der Vegetationsentwicklung auf Brachflächen*. Natur und Landschaft (Stuttgart), 48: 70-74.

MELCHIOR H., 1964 - *Englers Syllabus der Pflanzenfamilien*. (12. Aufl.), Berlin.

MEUSEL H., 1970 - *Verbreitungsgrenzen südlicher Florenelemente in Mitteldeutschland*. Feddes Repertorium (Berlin-Ost), 81 (1-5): 289-309.

MEUSEL H., JÄGER E., RAUSCHERT S., WEINERT E., 1978 - *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*. Bd. II, Jena (2 Teile).

MEUSEL H., JÄGER E., WEINERT E., 1965 - *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*. Bd. I, Jena (2 Teile).

MEYER F.H., 1969 - Quercus ilex *in Kleinasien*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. (Stuttgart), 82 (7/8): 505-519.

MEYER M., 1973 - L'Andropogonetum Grylli Insubricum *e le associazioni forestali sul M. di Caslano*. Boll. Soc. Ticinese Nat. (Bellinzona), 63: 32-44.

MOLINIER R., 1939 - *Les associations végétales du Massif de la Sainte-Baume*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 73: 27-69.

MOLINIER R., 1963 - *Vue d'ensemble sur la végétation du Grand et du Petit Luberon (Vaucluse)*. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, 23: 5-28.

MOLINIER R., 1968 - *Le dynamisme de la végétation provençale*. Collect. Bot. (Barcelona), 7 (48): 817-844.

MOLINIER R. 1973 - *Les études phytosociologiques en Provence cristalline*. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, 33: 7-45.

MOLINIER R., MOLINIER R., 1955a - *Observations sur la végétation de la Sardaigne septentrionale*. Arch. Bot. (Forlì), 31, 3a ser.: 13-36.

MOLINIER R., MOLINIER R., 1955b - *Observations sur la végétation littorale de l'Italie occidentale et de la Sicile*. Arch.

Courtesy of Editors

Bot. (Forlì), 31, 3a ser.: 129-161.

MONTANARI C., GENTILE S., 1979 - *Ricerche sulla vegetazione arbustiva e arborea di greto nei fiumi Vara e Magra (Liguria orientale).* Notiziario Soc. Ital. Fitosoc. (Bologna), 14: 17-40.

MOSIMANN Th., 1978 - *Der Standort im landschaftlichen Ökosystem.* Catena (Braunschweig), 5: 351-364.

MOSIMANN Th., 1984 - *Methodische Grundprinzipien für die Untersuchung von Geoökosystemen in der topologischen Dimension.* Geomethodica (Basel), 9: 31-65.

MUELLER-DOMBOIS D., ELLENBERG H., 1974 - *Aims and Methods of Vegetation Ecology.* New York, London, Sydney, Toronto.

MÜHLBERG H.; 1970 - *Wuchsformen der Gattung* Brachypodium (Poaceae). Feddes Repertorium (Berlin-Ost), 81:119-130.

MÜLLER S., RICHTER M., 1984 - *Entwicklungsablauf eines Scirocco und seine Abwandlungen durch die Orographie (dargestellt am Beispiel des 30/31.3.1981).* Aachener Geogr. Arb. (Aachen), 16: 3-39.

MÜLLER-HOHENSTEIN K., 1972 - *Ökologische Aspekte der Aufforstungen im westlichen Mittelmeerraum.* Biogeographica (Den Haag) 1: 97-117.

NAHAL I., 1974 - *Réflexions et recherches sur la notion de climax de la végétation sous le climat méditerranéen oriental.* Rev. Biol. Ecologie Medit. (Aix-en-Provence), 1(1): 1-10.

NAHAL I, 1976 - *La variabilté des caractéristiques biologiques des climats méditerranéens arides.* Acta Ecologica Iranica (Teheran), 1: 35-48.

NAVEH Z., DAN J., 1973 - *Man-Induced Degradation Pattern in Mediterranean Ecosystems in Israel.* In: Mediterranean Type Ecosystems (Hrsgb.: F. di CASTRI, H.A. MOONEY). Ecological Studies, 7: 379-389, Berlin, Heidelberg, New York.

OBERDORFER E., 1948 - *Gliederung und Umgrenzung der Mittelmeervegetation auf der Balkanhalbinsel.* Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel (Zürich), 1947: 84-111.

OBERDORFER E., 1954a - *Über Unkrautgesellschaften der Balkanhalbinsel.* Vegetatio (Den Haag), 4: 379-411.

OBERDORFER E., 1954b - *Nordaegaeische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Vergleich mit den entsprechenden Vegetationseinheiten des westlichen Mittelmeergebietes.* Vegetatio (Den Haag), 5/6: 88-96.

OBERDORFER E., 1964 - *Der insubrische Vegetationskomplex, seine Struktur und Abgrenzung gegen die submediterrane Vegetation in Oberitalien und in der Südschweiz.* Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschland (Karlsruhe), 23 (2): 141-187, .

OBERDORFER E., 1967 - *Beitrag zur Kenntnis der Vegetation des Nordapennin.* Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschland (Karlsruhe), 26 (1): 83-139.

OBERDORFER E., 1969 - *Zur Soziologie der* Cymbalaria-Parietarietea *am Beispiel der Mauerfugen-Gesellschaften Italiens.* Vegetatio (Den Haag), 17: 207-213.

OBERDORFER E., 1975 - *Die Mauerfugen-Vegetation Siziliens.* Phytocoenologia (Stuttgart), 2: 146-153.

OBERDORFER E., 1977 - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I.* Stuttgart, New York.

OBERDORFER E., 1978 - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II.* Stuttgart, New York.

OBERDORFER E., 1979 - *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland.* 4. Aufl. - Stuttgart.

OBERDORFER E., 1983 - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III.* Stuttgart, New York.

OBHOLZER-RICHTER I., 1984 - *Agrargeographische Strukturen auf der Insel Salina.* Hausarbeit f. d. 1. Staatsprüf. Geogr. (unveröffentl. Mskpt.), Aachen.

ORSINI F., 1969 - *Lineamenti geobotanici della Liguria.* Arch. Bot. Biogeogr. (Forlì), Ital., 45: 207-234.

OZENDA P., 1950 - *L'aire de répartition de l'Euphorbia dendroides et sa valeur biogéographique.* Bull. Soc. Bot. France (Paris), 97 (10): 172-181.

OZENDA P., 1975 - *Sur les Etages de Végétation dans les Montagnes du Bassin Méditerranéen.* Doc. Cartogr. Ecolog. (Grenoble), 16: 1-32.

PAINE A.D.M., 1985 - *"Ergodic" reasoning in geomorphology: time for a review of the term?* Progress in Physical Geography (London), 9, (1): 1-15.

PAPADAKIS J., 1965 - *Potential Evapotranspiration.* Buenos Aires.

PEEL R.F., 1974 - *Insolation weathering: some measurements of diurnal temperature changes in exposed rocks in the Tibesti region, Central Sahara.* Zeitschr. f. Geomorph., N.F., (Berlin, Stuttgart), Suppl. Bd. 21: 19-28.

PFAU R., 1966 - *Ein Beitrag zur Frage des Wassergehalts und der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden im Raume der EWG.* Met. Rdsch., (Berlin, Stuttgart), 19: 33-46.

PHILIPPSON A., 1907 - *Das Mittelmeergebiet.* Leipzig.

PICHLER H., 1981 - *Italienische Vulkan-Gebiete, III (Lipari, Vulcano, Stromboli, Tyrrhenisches Meer).* Samml. Geol. Führer, (Berlin, Stuttgart), 69.

PIGNATTI E., 1980 - *I complessi vegetazionali del Triestino.* Studia Geobot. (Trieste), 1: 131-147.

PIGNATTI E., PIGNATTI S., 1984 - *Sekundäre Vegetation und floristische Vielfalt im Mittelmeerraum.* Phytocoenologia (Stuttgart-Braunschweig), 12 (2/3): 351-358.

PIGNATTI S., 1968 - *Die Inflation der höheren pflanzensoziologischen Einheiten.* In: Pflanzensoziologische Systematik (Hrsgb.: R. TÜXEN). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 85-97, Den Haag.

PIGNATTI S., 1979 - *Plant geographical and morphological evidences in the evolution of the Mediterranean flora (with particular reference to the Italian representatives).* Webbia (Firenze), 34 (1): 243-255.

PISEK A., LARCHER W., MOSER W., PACK I., 1969 - *Kardinale Temperaturbereiche der Photosynthese und Grenztemperaturen des Lebens der Blätter verschiedener Spermatophyten. III. Temperaturbereich der Netto-Photosynthese.* Flora (Jena), 158: 608-630.

POISSONET P., ROMANE F., THIAULT M., TRABAUD L., 1978 - *Evolution d'une garrigue de* Quercus coccifera *L. soumise a divers traitements: quelques résultats des cinq premiers années.* Vegetatio (Den Haag), 38 (3): 135-142.

POLI E., 1966 - *Eine neue Eragrostidion-Gesellschaft der* Citrus*-Kulturen in Sizilien.* In: Anthropogene Vegetation (Hrsgb.: R. TÜXEN). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde: 60-74, Den Haag.

PRIETO P., ESPINOSA P., 1975 - *El alcornocal del Haza del Lino, Sierra de la Contraviesa, Prov. de Granada.* Trab. Depart. Bot. Univ. Granada, 3 (1): 45-59.

QUEZEL P., 1977 - *Forests of the Mediterranean basin.* In: UNESCO-MAB, Techn. Notes 2. Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management: 9-32, Paris.

QUEZEL P., 1980 - *Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen.* In: Actualités d'écologie forestière (Hrsgb.: H. PESSON): 205-255, Paris.

QUEZEL P., 1981 - *Floristic Composition and Phytosociological Structure of Sclerophyllous Matorral around the Mediterranean.* In: Mediterranean-Type Shrublands (Hrsgb.: F. DI CASTRI *et alii*). Ecosystems of the World, 11, 106-130,

Amsterdam, Oxford, New York.

QUEZEL P., BARBERO M., BONIN, G., LOISEL R., 1980 - *Essais de correlation/s phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne.* Naturalia Monspeliensia (Montpellier), h. sér.: 89-100.

RAIMONDO F., OTTONELLO D., CASTIGLIA, G., 1979 - *Aspetti stagionali e caratteri biochorologici della vegetazione infestante gli agrumeti del palermitano.* Notiziario Soc. Ital. Fitosoc. (Pavia), 15: 159-170.

RAPP M., 1972 - *Cycle de la matière organique et des élements mineraux dans quelques écosystèmes méditerranéens.* Recherche cooperative sur programme du C.N.R.S., 40: 11-170, Paris.

RAUS Th., 1979a - *Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland), I. Vegetationszonen und Höhenstufen.* Bot. Jahrb. Sytem. (Stuttgart), 100: 564-601.

RAUS Th., 1979b - *Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland), II.* Quercetea ilicis *und* Cisto-Micromerietea. Bot. Jahrb. System. (Stuttgart), 101: 17-82.

RAUS Th., 1980 - *Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland), III.* Querco-Fagetea *und azonale Gehölzgesellschaften.* Bot. Jahrb. System. (Stuttgart), 101: 313-361.

RAYNER M.C., 1922 - *Nitrogen fixation in* Ericaceae. Bot. Gazette (Chicago), 73: 226-235.

REIF A., STÖTZER Ü., 1983 - *Die Ködnitzer Weinleite (Oberfranken).* Hoppea (Regensburg), 41: 289-309.

REMMERT H., 1978 - *Ökologie.* Berlin, Heidelberg, New York.

REUTTER K.-J., 1968 - *Die tektonischen Einheiten des Nordapennins.* Eclogae Geol. Helv. (Basel), 61(1). 183-224.

RICHARD F., 1962 - *Bodenkundliche Untersuchungen in der Forstwissenschaft unter besonderer Berücksichtigung insubrischer Verhältnisse im Kanton Tessin.* Schweizer. Zeitschr. Forstwesen (Zürich), 113 (3/4). 143-157.

RICHTER G., 1978 - *Bodenerosion in den Reblagen an Mosel-Saar-Ruwer. Formen, Abtragungsmengen, Wirkungen.* Verh. Dt. Geographentag, Mainz 1977, Tagungsber. u. wissenschaftl. Abh. (Wiesbaden), 51: 371- 389.

RICHTER G., 1983 - *Bodenerosionsmessungen und ihre geoökologische Auswertung.* Geomethodica (Basel), 8: 23-50.

RICHTER, M., 1978 - *Landschaftsökologische Standortanalysen zur Ermittlung des natürlichen Potentials von Weinbergbrachen am Drachenfels.* Arb. Rhein. Landeskde. (Bonn), 45.

RICHTER M., 1984 - *Vegetationsdynamik auf Stromboli (Zur Geoökologie trockenmediterraner Standorte).* Aachener Geogr. Arb. (Aachen), 16: 41-110.

RICHTER M., 1985 - *Der Epiphytenbewuchs auf Phoenix canariensis Chaub. in Italien.* Tüxenia (Göttingen), 5: 537-548.

RICHTER M., SCHMIEDECKEN W., 1985 - *Das Oasenklima und sein ökologischer Stellenwert.* Erdkunde, Bd. 39: 179-197, Bonn.

RIKLI M., 1943-48 - *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer.* 3. Bde., Bern.

RIVAS-GODAY S., 1957 - *Nuevas ordenes y alianzas de* Helianthemetea annuae *Br.-Bl.* An. Inst. Bot. A.J. Cavanilles (Madrid), 15: 539-651.

RIVAS-GODAY S., RIVAS-MARTINEZ S., 1967 - *Matorrales y tomillares de la Peninsula Ibérica comprendidos en la clase* Ononido-Rosmarinetea *Br.-Bl. 1947.* An. Inst. Bot. A.J.Cavanilles (Madrid), 25: 7-180.

RIVAS-MARTINEZ S., 1974 - *La vegetación de la clase* Quercetea ilicis *en España y Portugal.* An. Inst. Bot. A.J. Cavanilles (Madrid), 31: 205-259.

RIVAS-MARTINEZ S., 1978 - *Sobre la vegetación nitrofila del* Chenopodietea muralis. Acta Bot. Malacitana (Malaga), 4: 71-78.

RIVAS-MARTINEZ S., 1979 - *Brezales y jarales de Europa occidental (Revisión Fitosociológica de las clases* Calluno-Ulicetea *y* Cisto-Lavanduletea*).* Lazaroa (Malaga), 1: 5-127.

RIVAS-MARTINEZ S., 1981 - *Les Etages Bioclimatiques de la Végétation de la Péninsule Ibérique.* Actas III Congr. Optima, An. Jardin Bot. (Madrid), 37(2): 251-268.

RIVAS-MARTINEZ S., RIVAS-GODAY S., 1975 - *Schema syntaxonomique de la classe* Quercetea ilicis *dans la Péninsule Ibérique.* Colloques Internat. C.N.R.S. (Montpellier), 235: 431-445.

ROHDENBURG H., 1983 - *Beiträge zur allgemeinen Geomorphologie der Tropen und Subtropen.* Catena (Braunschweig), 10: 393-438.

ROMBAI L., 1977 - *Le isole minori italiane.* Atti Ist. Geogr. Univ. Firenze.

ROTHER K., 1984 - *Mediterrane Subtropen.* Braunschweig.

ROTHMALER W., 1955 - *Allgemeine Taxonomie und Chorologie der Pflanzen.* (2. Aufl.), Jena.

RUPPERT K., 1958 - *Zur Definition des Begriffs "Sozialbrache".* Erdkunde: 226-231, Bonn.

SNREPAL (Societé Nationale de Recherches et d'Exploitation des Pétroles en Algérie), 1952 - *Le Bassin Néogène du Chélif.* XIXème Congr. Géol. Internat., Monogr. Reg., 1re sér., 16, Alger:

SACHS L., 1974 - *Angewandte Statistik. (4. Aufl.),* Berlin, Heidelberg, New York.

SCANDONE P., 1979 - *Origin of the Tyrrhenian Sea and Calabrian Arc.* Arc. Boll. Soc. Geol. Ital. (Roma), 98. 27-34.

SCHACHTSCHABEL P., BLUME, H.-P., HARTGE K.-H., SCHWERTMANN U., 1982 - *Lehrbuch der Bodenkunde.* Stuttgart.

SCHIEFER J., 1982 - *Kontrolliertes Brennen als Landschaftspflegemaßnahme?* Nat. und Landsch. (Stuttgart), 57 (7/8): 264-268.

SCHMIDT W., 1978 - *Änderungen in der Stickstoffversorgung auf Dauerflächen im Brachland.* Vegetatio (Den Haag), 36: 105-113.

SCHMIEDECKEN W., 1978 - *Die Bestimmung der Humidität und ihrer Abstufungen mit Hilfe von Wasserhaushaltsberechnungen.* Colloqu. Geographicum (Bonn), 13: 135-159.

SCHMIEDECKEN W., 1979 - *Humidität und Kulturpflanzen. Ein Versuch zur Parallelisierung von Feuchtzonen und optimalen Standorten ausgewählter Kulturpflanzen in den Tropen.* Erdkunde, 33: 266-274, Bonn.

SCHREIBER K.F., 1978 - *Kontrolliertes Brennen als Pflegemaßnahme in der Brachlandbewirtschaftung.* Freiburger Waldschutz-Abhandlungen (Freiburg), 1: 107-124.

SEGAL S., 1979 - *On general trends during succession in biotic communities, with special reference to plant ecology.* In: Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik) (Hrsgb.: R. TÜXEN, W.-H. SOMMER). Ber. Intern. Symp. Intern. Ver. Vegetationskunde: 11-31, Vaduz.

SHACHORI A., ROSENZWEIG D., POLJAKOFF-MAYBER A., 1967 - *Effect of Mediterranean Vegetation on the Moisture-Regime.* In Forest- Hydrology (Hrsgb.: W.E. SOPPER, H.W. LULL): 291-311, Oxford.

SHANNON C.E., 1976 - *Die mathematische Theorie der Kommunikation.* In: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie (Hrsgb.: C.E. SHANNON, W.WEAVER): 41-143, München, Wien.

SHMIDA A., WILSON M.V., 1985 - Biological determinants of species diversity. Journ. Biogeogr., 12: 1-20, London.

SØRENSEN T., 1948 - *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content.* Det Kong. Danske Vidensk. Selsk., Biol. Skr. 5: 1-34, Copenhagen.

STEUBING L., 1965 - Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin, Hamburg.

SWIDEREK L., 1984 - *Blauzac - Monographie einer weinbauorientierten Gemeinde*

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

im Midi. Hausarbeit f. d. 1. Staatsprüf. Geogr. (unveröffentl. Mskpt.), Aachen.

TERRANOVA R., 1984 - *Aspetti geomorfologici e geologico-ambientali delle Cinque Terre rapporti con le opere umane.* Studi Ricer. Geogr. (Genova), VII (1): 39-89.

THORNTHWAITE C.W., 1948 - *An Approach Toward a Rational Classification of Climate.* Geogr. Rev. (New York), 38: 55-94.

TICHY F., 1985 - *Italien. Eine geographische Landeskunde.* Darmstadt.

TOMASELLI R., 1961 - *Accenni alle sucessioni floristiche e al dinamismo della vegetazione sicula.* Arch. Bot. Biogeogr. Ital., (Forlì), 37: 3-20.

TOMASELLI R., 1977a - *The Degradation of the Mediterranean Maquis.* Ambio (Stockholm), 6 (6): 356-362.

TOMASELLI R., 1977b - *Degradation of the Mediterranean Maquis.* In: UNESCO-MAB, Techn. Notes 2. Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management: 33-72, Paris.

TOMASELLI R., 1981 - *Main Physiognomic Types and Geographic Distribution of Shrub Systems Related to Mediterranean Climates.* In: Mediterranean-Type Shrublands (Hrsgb.: F. di CASTRI et alii). Ecosystems of the World, 11. Amsterdam, Oxford, New York.

TOSCO U., 1975 - *Carta della vegetazione dell'anfiteatro morenico di Rivoli (Torino).* Doc. Cart. Ecologique (Grenoble), 16: 97-112.

TRABAUD L., 1973 - Experimental Study on the Effects of Prescribed Burning on a Quercus coccifera L. Garrigue: Early Results. Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecology Conf.: 97-129.

TRABAUD L., 1976 - *Inflammabilité et combustibilité des principales éspèces des garrigues de la région méditerranéenne.* Œecol. Plantarum (Montreuil), 11(2): 117-136.

TRABAUD L., DEPART J., 1981 - *Changes in the Floristic Composition of a Quercus coccifera L. Garrigue in Relation to Different Fire Regimes.* Vegetatio (Den Haag), 46: 105-116.

TROPEANO D., 1983 - *Soil Erosion on Vineyards in the Tertiary Piedmontese Basin (NW Italy). Studies on Experimental Areas.* In: Rainfall Simulation, Runoff and Soil Erosion (Hrsgb.: DE PLOEY). Catena (Braunschweig), Suppl. 4: 115-127.

TUHKANEN S., 1980 - *Climatic Parameters and Indices in Plant Geography.* Acta Phytogeogr. Suecina (Uppsala), 67.

TURC L., 1961 - *Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évaporanspiration potentielle.* Ann. Agronom. (Paris), 12: 13-49.

TURNER H., 1966 - *Die globale Hangbestrahlung als Standortfaktor bei Aufforstungen in der subalpinen Stufe.* Mitteilungen, 42 (3), Schweizer. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen (Zürich): 111- 168.

UBALDI D., 1976 - *La vegetazione dei campi abbandonati nelle Marche e in Romagna: aggruppamenti erbacei pionieri e stadi arbustivi.* Not. Soc. Ital. Fitosoc. (Pavia), 12: 49-66.

UNESCO-FAO, 1963 - *Carte Bioclimatique de la Zone Méditerranéenne; Etude écologique de la Zone Méditerranéenne.* Recherches sur la Zone Aride 21, Paris.

UNESCO-FAO, 1969 - *Carte de la Végétation de la Région Méditerranéenne.* Rech. s. l. Zone Aride 30, Paris.

VERBAS C., 1978 - *Le Cinque Terre.* Studi Ric. Geogr. (Genova), 1: 17-114.

VERI L., LA VALVA V., CAPUTO G., 1980 - *Carta della vegetazione delle Isole Ponziane (Golfo di Gaeta).* Cons. Naz. Ricerche, AQ 1/41, Roma.

WABER M., 1963 - *Allgemeine Orientierungskarte der potentiellen Vegetation im slowenischen Küstenland (NW-Jugoslawien) als Grundlage für die Wiederbewaldung der degradierten Karst- und Flyschgebiete.* Ber. Internat. Symp. Internat. Vereinig. f. Vegetationskunde (Hrsgb.: R. TÜXEN): 369-384, Den Haag.

WALTHER K., 1966 - *Halmfrucht-Gesellschaften in Griechenland.* In: Anthropogene Vegetation (Hrsgb.: R. TÜXEN). Ber. Internat. Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde, Den Haag.

WALLEN C.C., 1970 - *Introduction to "Climates of Northern and Western Europe".* World Survey of Climatology, Vol. 5: 1-21, Amsterdam/ London/ New York.

WALTER H., STRAKA H., 1970 - *Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. (Einführung in die Phytologie III, 2).* (2. Aufl.), Stuttgart.

WEAVER W., 1976 - *Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation.* In: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie (Hrgsb.: C.E. SHANNON, W. WEAVER): 11-39, München/ Wien.

WEBER H.E., 1983 - *Zeigerwerte für Rubus-Arten in Mitteleuropa.* Tüxenia (Göttingen), 3: 359-364.

WENDLING W., 1966 - *Sozialbrache und Flurwüstung in der Weinbaulandschaft des Ahrtals.* Forsch. Dt. Landeskde. (Bad Godesberg), 160.

WERNER D., 1968 - *Naturräumliche Gliederung des Ätna.* Göttinger Bodenkundl. Ber. (Göttingen), 3.

WILMANNS O., 1978 - *Ökologische Pflanzensoziologie.* Stuttgart.

WILMANNS O., 1983 - *Lianen in mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften und ihre Einnischung.* Tuexenia (Göttingen), 3: 343-358.

WOLF G., 1980 - *Zur Gehölzansiedlung und -aussiedlung auf Brachflächen.* Nat. und Landsch. (Stuttgart), 55 (10): 375-380.

WRIGHT J.V., 1980 - *Stratigraphy and Geology of the Welded Airfall Tuffs of Pantelleria, Italy.* Geol. Rdsch. (Stuttgart), 69 (1): 263-291.

WUNDERLICH H.G., 1963 - *Alpiner und apenniner Achsenplan in Ligurien und Toscana.* Geol. Rdsch. (Stuttgart), 53 (1): 57-73.

ZACCAGNA D., 1935 - *La Geologia del Golfo della Spezia.* Memoria Acc. Lunigianese Sci. Giovanni Capellini (La Spezia), 16 (2): 61-91.

ZANGHERI P., 1976 - *Flora Italica.* (2 Bde.), Padova.

ZEZSCHWITZ E., (VON) 1968 - *Beziehungen zwischen dem C/N-Verhältnis der Waldhumusformen und dem Basengehalt des Bodens. Fortschr.* Geol. Rheinl. u. Westf. (Krefeld), 16: 143-174.

ZOHARY M., ORSHAN G., 1965 - *An outline of the Geobotany of Crete.* Israel Journ. Bot. (Jerusalem), 14: 1-49, .

Dr. Prof. Michael Richter
Geographisches Institut
der Universität Erlangen
Kochstr. 4 · D-8520 Erlangen

Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtes

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT ... 3
A EINLEITUNG ... 3
A 1. ENTWICKLUNGSTENDENZEN IM MEDITERRANEN REBBAU ... 3
A 2. PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSSTAND ... 4
A 3. ZUR KLIMATISCHEN UND GEOBOTANISCHEN GLIEDERUNG DES MITTELMEERRAUMES ... 6
A 4. AUSWAHLKRITERIEN UND LAGE DER UNTERSUCHUNGSGEBIETE ... 13
A 5. METHODISCHES VORGEHEN ... 15

B VEGETATIONSDYNAMIK IN MEDITERRANEN REBBRACHEN ... 20
B 1. ZUR PFLANZENSOZIOLOGISCHEN AUSGANGSSITUATION IN REBBRACHEN: SYSTEMATISCHE GLIEDERUNG DER HACKWILDKRAUT-GESELLSCHAFTEN ... 20
B 2. REBBRACHE-SUKZESSION IN SUPRAMEDITERRANEN GEBIETEN ... 22
B 2.1. FALLBEISPIEL PIGNONE (LIGURIEN) ... 22
B 2.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN ... 22
B 2.1.2. GELÄNDEKLIMATISCHE DIFFERENZIERUNG UND FLORISTISCHE VIELFALT ... 25
B 2.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (CHENOPODIETEA BIS QUERCETEA PUBESCENTIS; vgl. Tabelle 5, Beilage) ... 29
B 2.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORMEN-SPEKTREN UND POLYKORMON-BILDUNG ... 34
B 2.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE ... 38
B 2.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM SUPRAMEDITERRANEN BEREICH ... 40
B 2.2.1. CARTOSIO (PIEMONT) ... 40
B 2.2.2. ORGNAC D'AVEN (LANGUEDOC) ... 42
B 2.2.3. DEKANI (ISTRIEN) ... 45
B 2.2.4. KASTORIA (MAKEDONIEN) ... 46
B 2.2.5. GORDOLA (TESSIN) ... 50
B 3. REBBRACHE-SUKZESSION IN MESOMEDITERRANEN GEBIETEN ... 53
B 3.1. FALLBEISPIEL CORNIGLIA (LIGURIEN) ... 53
B 3.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN ... 53
B 3.1.2. FLORISTISCHE DIFFERENZIERUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM HYGROTHERMISCHEN HÖHENGRADIENTEN ... 54
B 3.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (CHENOPODIETEA BIS QUERCETEA ILICIS; vgl. Tabelle 7, Beilage) ... 56
B 3.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORMEN-SPEKTREN UND MERKMALE DER GEHÖLZ-ANSIEDLUNG ... 63
B 3.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE ... 70
B 3.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM MESOMEDITERRANEN BEREICH ... 74
B 3.2.1. PUYLOUBIER (PROVENCE) ... 74
B 3.2.2. CAMPMANY (KATALONIEN) ... 76
B 3.2.3. ZAFFERANA ETNEA (SIZILIEN) ... 79
B 3.2.4. KORCULA (DALMATIEN) ... 80
B 3.2.5. NEMEA (PELOPONNES) ... 85
B 4. REBBRACHE-SUKZESSION IN THERMOMEDITERRANEN GEBIETEN ... 88
B 4.1. FALLBEISPIEL SALINA (SIZILIEN) ... 88
B 4.1.1. GEOLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VORAUSSETZUNGEN ... 88
B 4.1.2. MIKROKLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN AUF DAS FLORENSPEKTRUM ... 90
B 4.1.3. FLORISTISCH-SOZIOLOGISCHE PROGRESSION (CHENOPODIETEA BIS CISTO-LAVANDULETEA; vgl. Tabelle 12, Beilage) ... 94
B 4.1.4. VERÄNDERUNGEN IN DEN LEBENSFORMEN-SPEKTREN UND MERKMALE DES ERHÖHTEN THEROPHYTEN-ANTEILS ... 98
B 4.1.5. BEURTEILUNG DES STANDORTWANDELS AUF SYMMORPHOLOGISCHER GRUNDLAGE ... 100
B 4.2. WEITERE FALLBEISPIELE IM THERMOMEDITERRANEN BEREICH ... 103
B 4.2.1. PANTELLERIA (SIZILIEN) ... 103
B 4.2.2. MELLIEHA (MALTA) ... 105
B 4.2.3. LARHAT (NORDALGERIEN) ... 108
B 4.2.4. INSTINCION (ANDALUSIEN) ... 111
B 4.2.5. MARMARAS (CHALKIDIKE) ... 112
B 5. VERGLEICHENDE BETRACHTUNG MEDITERRANER REBBRACHE-SUKZESSIONEN ... 114
B 6. SYNTAXONOMISCHE DIFFERENZIERUNG DER MEDITERRANEN REBBRACHE-SUKZESSION ... 120

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

C STANDORTWANDEL IN MEDITERRANEN REBBRACHEN 126
C 1. MIKROKLIMATISCHE MERKMALE IN VERSCHIEDENEN BRACHEFORMATIONEN 126
C 1.1. VORBEMERKUNGEN ZU DEN MIKROKLIMATISCHEN MESSUNGEN 126
C 1.2. WANDEL DER THERMISCHEN VERHÄLTNISSE IN DER REBBRACHE-SUKZESSION 126
C 1.2.1. EXTREMTEMPERATUREN IN DER BODENNÄCHSTEN LUFTSCHICHT 126
C 1.2.2. TYPEN DER TEMPERATURSCHICHTUNG IN BODENNÄHE 130
C 1.2.3. KLEINRÄUMIGE THERMISCHE DIFFERENZIERUNG 134
C 1.3. HYGRISCHE VERHÄLTNISSE IM VERLAUF DER REBBRACHE-SUKZESSION 136
C 1.3.1. RELATIVE LUFTFEUCHTE UND EVAPORATION 136
C 1.3.2. INTERZEPTION 142
C 1.4. BEURTEILUNG DES MIKROKLIMAS ALS ÖKOPHYSIOLOGISCHER STRESSFAKTOR IN VERSCHIEDENEN BRACHEPHASEN 143
C 2. VERÄNDERUNGEN IM BODENWASSERHAUSHALT 147
C 2.1. BODENSTRUKTURELLE MERKMALE IN VERSCHIEDENEN BRACHESTADIEN 147
C 2.2. KLEINRÄUMIGE BODENFEUCHTE-DIFFERENZIERUNG IN VERSCHIEDENEN BESTÄNDEN 148
C 2.3. JAHRESGANG DER BODENFEUCHTE IN VERSCHIEDENEN BESTÄNDEN 150
C 2.4. BODENFEUCHTE-VERÄNDERUNGEN IN REBBRACHE-SUKZESSIONEN AUS ÖKOLOGISCHER SICHT 155
C 3. MERKMALE DER MASSENBEWEGUNG 160
C 3.1. FORMEN DER BODENEROSION IN DEN REBKULTUREN 160
C 3.2. MASSENVERLAGERUNG DURCH MAUERBRÜCHE 161
C 4. VERÄNDERUNGEN DER BODENCHEMISCHEN EIGENSCHAFTEN 164
C 4.1. NATÜRLICHE HORIZONTENTWICKLUNG 164
C 4.2. BODENREAKTION UND BASENSÄTTIGUNG 166
C 4.3. NÄHRSTOFFVERHÄLTNISSE 171
C 5. ÖKOLOGISCHE BEURTEILUNG DER MEDITERRANEN REBBRACHE-SUKZESSIONEN 173
C 5.1. MERKMALE DER DIVERSITÄT UND STABILITÄT 173
C 5.2. ÖKOLOGISCHER STELLENWERT MEDITERRANER REBBRACHEN IM VERGLEICH ZU STANDORTEN ALLMÄHLICHER NUTZUNGSEXTENSIVIERUNG 175

D SCHLUSSBETRACHTUNG 178
D 1. VERGLEICH MIT DER MITTELEUROPÄISCHEN REBBRACHE-ENTWICKLUNG 178
D 2. ÜBERTRAGBARKEIT DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 179

ZUSAMMENFASSUNG 182

SUMMARY 185

LITERATURVERZEICHNIS 187

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtes

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

ERRATA

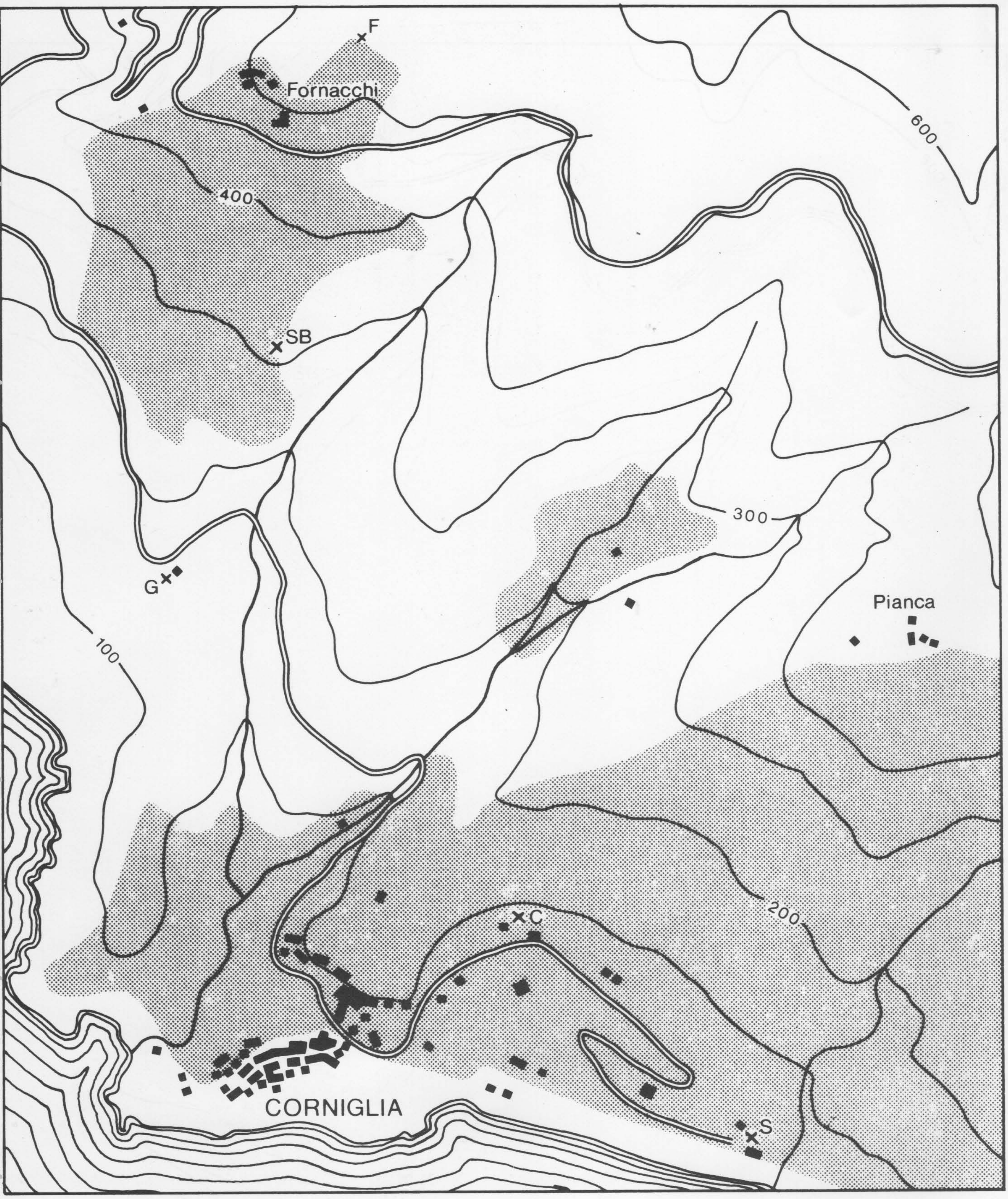
Bei der Drucklegung der Arbeit ist es leider zu Fehlern gekommen, so sind

die Abb. 30, 35 und 81 auf den Errata-Seiten neu gedruckt;

die Formel auf Seite 120 lautet: $IC\% = 10 \frac{\sum_{i=1}^{n} h}{z}$ und

in den Tabellen 15 (S. 119) und 22 (S. 146) muß es supramediterran, mesomediterran und thermomediterran heißen.

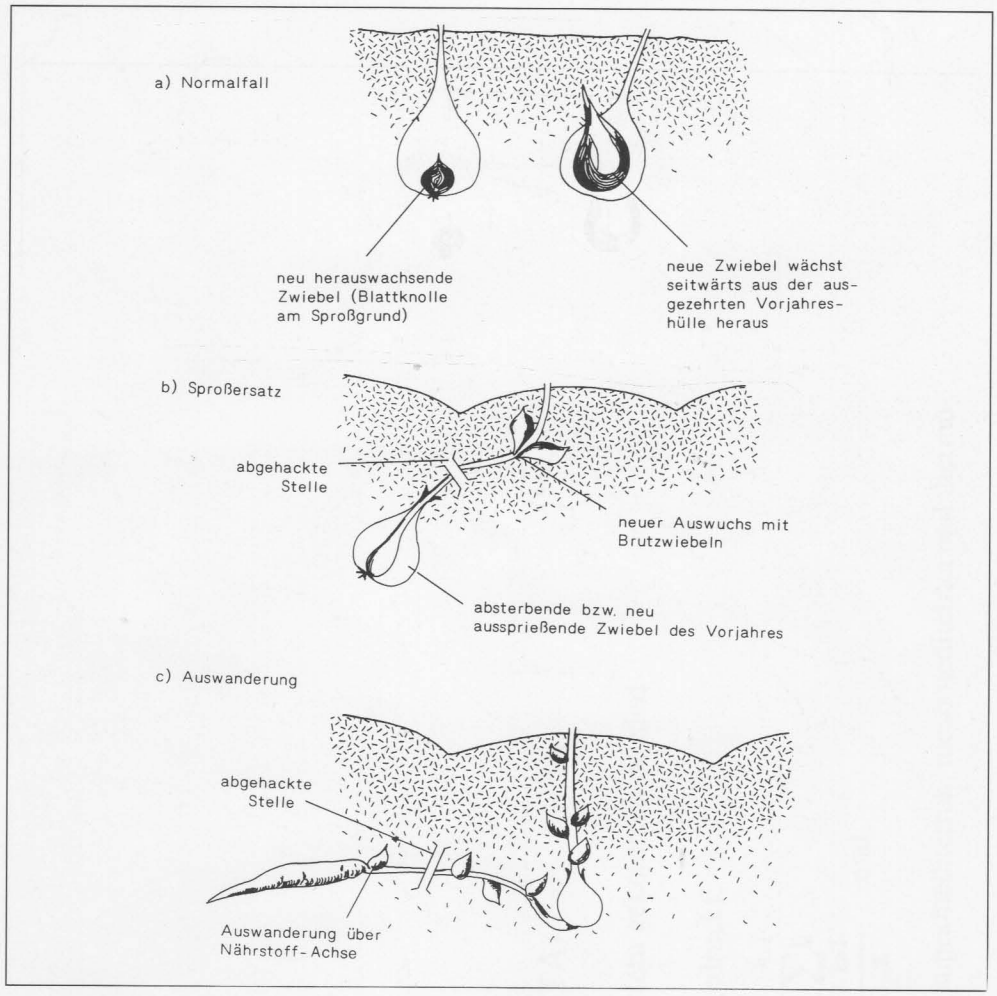
Die Abb. 24, 26, 27, 44 und 59 wurden vor der Drucklegung in der Mitte zerteilt, so daß nun die Pflanzennamen unten und die Diagramm-Säulen darüber nicht mehr genau zusammenpassen.

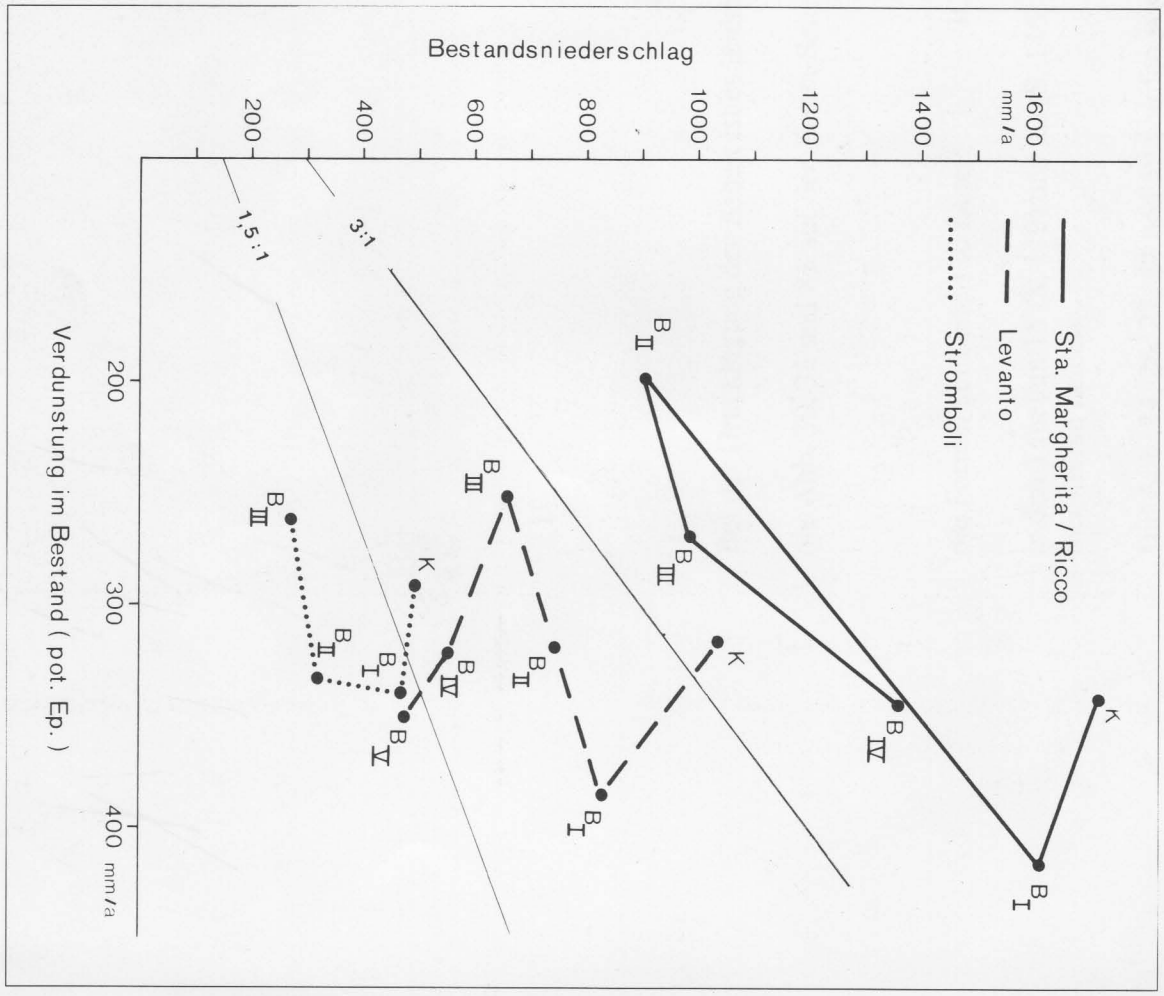


× Lage der Klimastationen

Planzensoziologisch erfaßtes Areal genutzter und brachgefallener Rebhänge

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

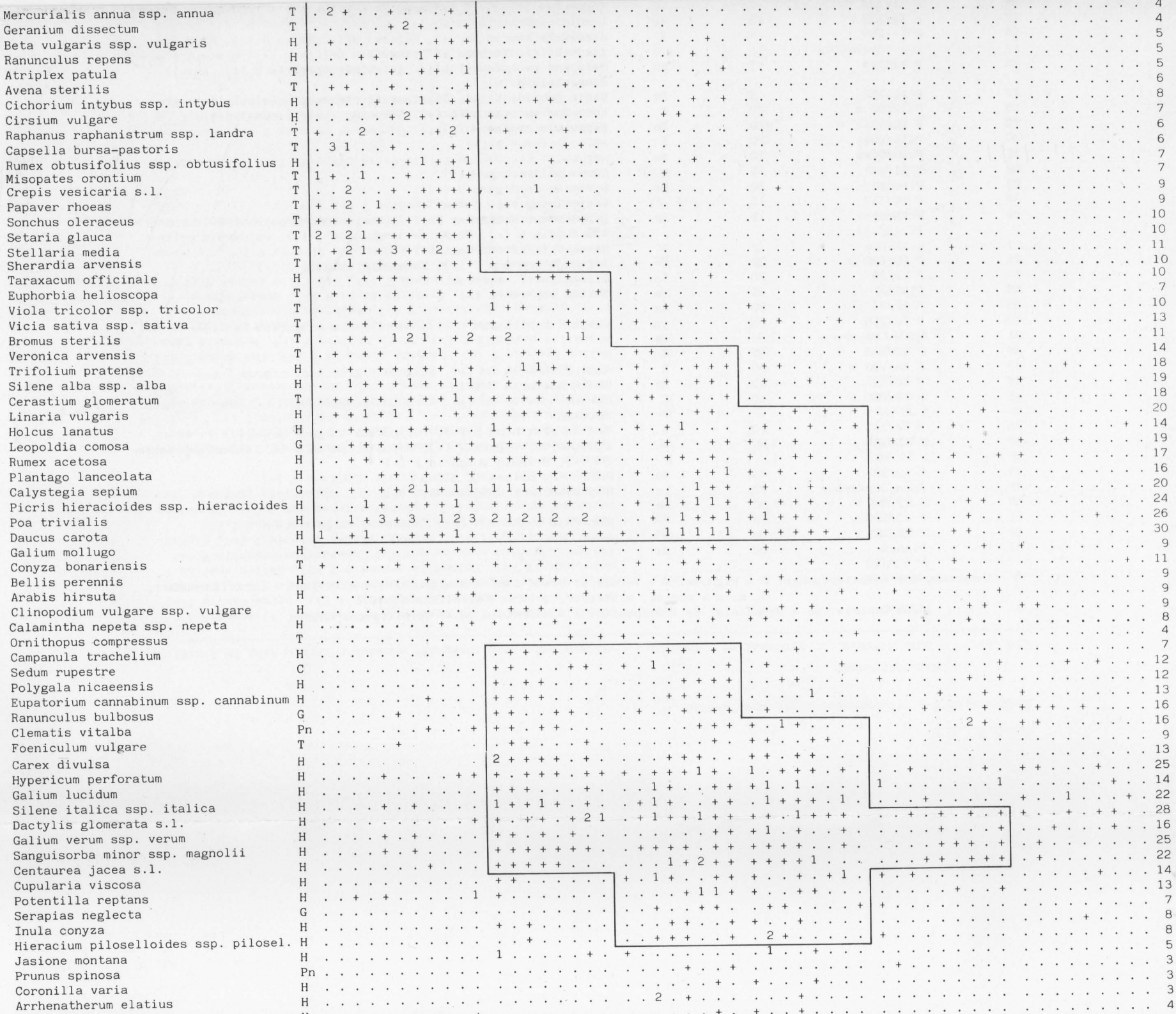




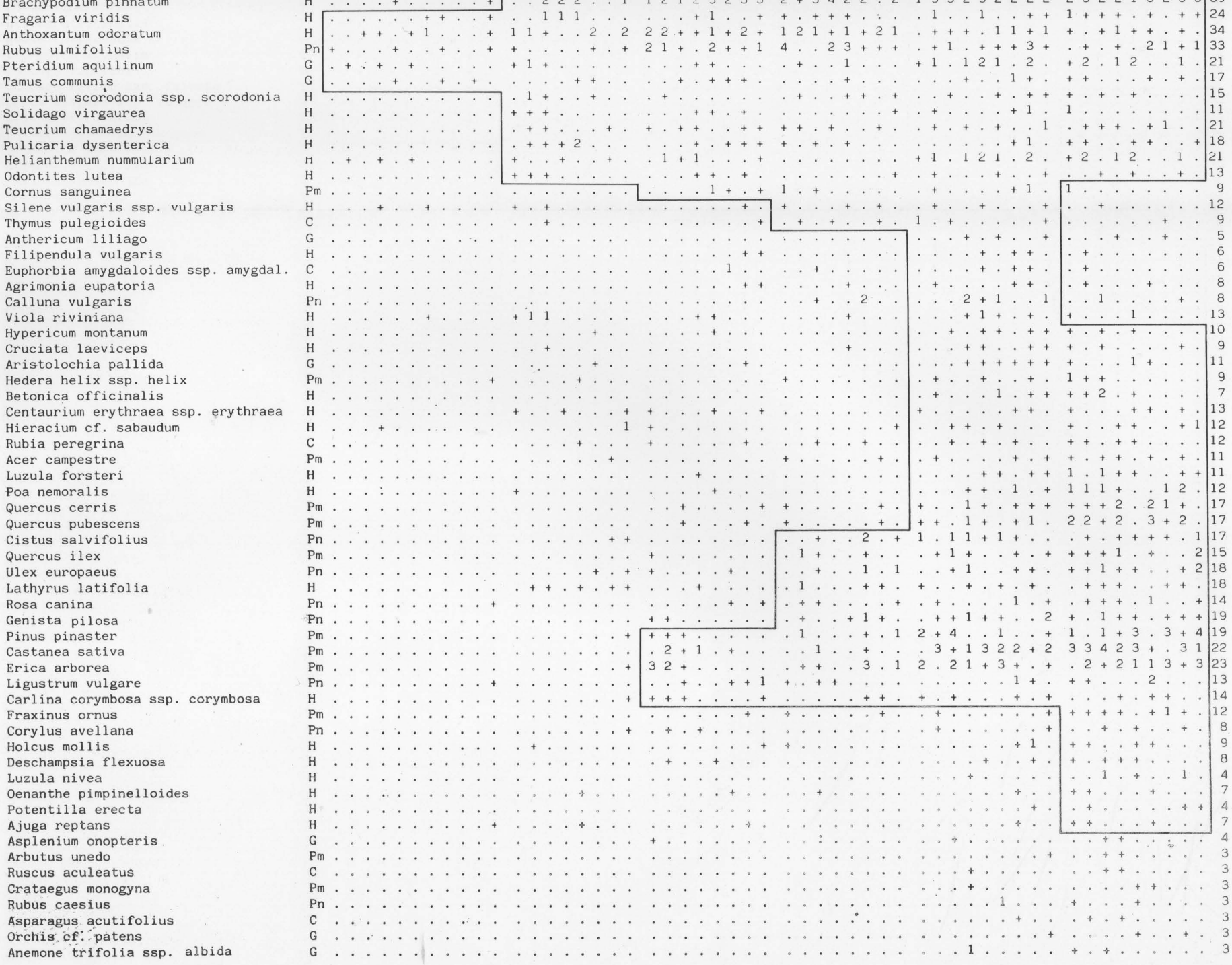
Courtesy of Editors

Tabelle 5 — Pflanzensoziologische Liste Pignone

Lfd. Nr		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
Fläche in m^2		25	75	75	80	20	30	150	40	60	45	50	180	70	40	40	50	150	50	100	150	50	200	200	60	90	200	300	200	150	150	150	200	300	60	100	80	160	300	100	250	150	150	300	400	200	200	300	300	300	600	400	250	600	
Meereshöhe in m		420	510	260	240	235	260	220	260	290	140	200	230	220	215	230	220	510	250	450	450	510	260	210	215	250	220	215	210	230	250	220	215	420	265	520	230	210	420	230	220	530	240	200	230	210	260	220	240	530	200	250	220	470	
Exposition		s	s	s	ne	s	s	sw	–	–	e	–	e	s	s	s	–	sw	s	sw	s	s	e	se	sw	s	s	s	s	s	s	s	s	sw	s	s	se	se	s	s	s	sw	s	se	w	se	s	nw	sw	sw	sw	se	s	w	
Neigung in °		3	2	1	1	1	3	2	–	–	1	–	1	1	1	1	–	3	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	3	1	2	1	5	1	1	2	1	3	1	5	
Arten total		21	34	35	35	37	39	40	40	41	47	60	49	46	45	43	43	43	38	26	28	38	38	39	42	45	57	63	48	47	40	37	37	36	35	30	27	27	29	34	35	38	44	45	49	56	41	40	39	33	32	32	31	19	
Parietaria diffusa	H	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Medicago polymorpha	T	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Plantago media	H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Medicago arabica	T	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Nigella damascena	T	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Polygonum persicaria	T	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Geranium molle	T	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Medicago minima	T	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Senecio vulgaris	T	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Convolvulus arvensis	H	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Fumaria capreolata ssp. capreolata	T	.	1	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Lamium amplexicaule ssp. amplexicaule	T	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Hordeum murinum	T	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Euphorbia peplus	T	+	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Stellaria pallida	T	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Bromus squarrosus	T	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Verbena officinalis	H	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Oxalis corniculata	H	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Ranunculus arvensis	T	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Medicago lupulina	T	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Medicago sativa ssp. falcata	T	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Echium vulgare ssp. vulgare	H	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Valerianella locusta	T	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Solanum nigrum ssp. nigrum	T	+	+	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Ranunculus parviflorus	T	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Veronica hederifolia	T	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Polygonum aviculare	T	1	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Veronica persica	T	.	.	.	.	+	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Fumaria officinalis ssp. officinalis	T	.	+	.	2	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Mercurialis annua ssp. annua	T	.	2	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Geranium dissectum	T	.	.	.	.	.	+	2	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Beta vulgaris ssp. vulgaris	H	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Ranunculus repens	H	.	.	.	+	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Atriplex patula	T	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Avena sterilis	T	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Cichorium intybus ssp. intybus	H	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Cirsium vulgare	H	.	.	.	.	.	+	2	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Raphanus raphanistrum ssp. landra	T	+	.	.	2	.	.	.	.	+	2	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Capsella bursa-pastoris	T	.	3	1	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Rumex obtusifolius ssp. obtusifolius	H	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Misopates orontium	T	1	+	.	1	.	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Crepis vesicaria s.l.	T	.	.	2	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9


Mercurialis annua ssp. annua T
Geranium dissectum T
Beta vulgaris ssp. vulgaris H
Ranunculus repens H
Atriplex patula T
Avena sterilis T
Cichorium intybus ssp. intybus H
Cirsium vulgare H
Raphanus raphanistrum ssp. landra T
Capsella bursa-pastoris T
Rumex obtusifolius ssp. obtusifolius H
Misopates orontium T
Crepis vesicaria s.l. T
Papaver rhoeas T
Sonchus oleraceus T
Setaria glauca T
Stellaria media T
Sherardia arvensis T
Taraxacum officinale H
Euphorbia helioscopa T
Viola tricolor ssp. tricolor T
Vicia sativa ssp. sativa T
Bromus sterilis T
Veronica arvensis T
Trifolium pratense H
Silene alba ssp. alba H
Cerastium glomeratum T
Linaria vulgaris H
Holcus lanatus H
Leopoldia comosa G
Rumex acetosa H
Plantago lanceolata H
Calystegia sepium G
Picris hieracioides ssp. hieracioides H
Poa trivialis H
Daucus carota H
Galium mollugo H
Conyza bonariensis T
Bellis perennis H
Arabis hirsuta H
Clinopodium vulgare ssp. vulgare H
Calamintha nepeta ssp. nepeta H
Ornithopus compressus T
Campanula trachelium H
Sedum rupestre C
Polygala nicaeensis H
Eupatorium cannabinum ssp. cannabinum H
Ranunculus bulbosus G
Clematis vitalba Pn
Foeniculum vulgare T
Carex divulsa H
Hypericum perforatum H
Galium lucidum H
Silene italica ssp. italica H
Dactylis glomerata s.l. H
Galium verum ssp. verum H
Sanguisorba minor ssp. magnolii H
Centaurea jacea s.l. H
Cupularia viscosa H
Potentilla reptans H
Serapias neglecta G
Inula conyza H
Hieracium piloselloides ssp. pilosel. H
Jasione montana H
Prunus spinosa Pn
Coronilla varia H
Arrhenatherum elatius H

Dactylis glomerata s.l.	H	. . . .	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Galium verum ssp. verum	H	. . . . + . + ...	+ + . + . + . .	. . . . . . + +	+ 1 . + . . + .	. . . . + . . . +	. . + . . . + . .	16
Sanguisorba minor ssp. magnolii	H	. . . . + . + ...	+ + + + + + + .	. + + + + . + +	+ + + + . . + .	. . . . + + + . +	. + ...	25
Centaurea jacea s.l.	H	. . . . + . . .	+ + + + + . . .	. . . 1 + 2 + +	+ + + + 1 . . .	. . . + + . + + +	. + ...	22
Cupularia viscosa	H	. . . .	+ + ...	+ . 1 + . . + +	+ . . + . + 1 .	+ . + ...	. . . . . + . . .	14
Potentilla reptans	H	. . + . + ... 1	+	. . . . + 1 1 +	+ . . + + . . .	. . . . . + . . +	. . . .	13
Serapias neglecta	G	. . . .	. . . .	. . + . . + + .	. + + ... +	+	. . . .	7
Inula conyza	H	. . . .	+ . + ...	. . . + + . . +	+ . . + ...	. . . .	. . . . + ...	8
Hieracium piloselloides ssp. pilosel.	H	. . . .	. . + ...	. . + + + . . +	. 2 + ...	+	. . . .	8
Jasione montana	H	. . . .	1 . . . . . + .	+	. 1 . . + . . .	. . . .	. . . .	5
Prunus spinosa	Pn	. . . .	. . . .	. . . . + . . +	. . . .	. + ...	. . . .	3
Coronilla varia	H	. . . .	. . . .	. . . . . . + .	+ . . . + . . .	. . . .	. . . .	3
Arrhenatherum elatius	H	. . . .	. . . .	. . 2 . + . . .	. . . + ...	. . . .	. . . .	3
Astragalus glycyphyllos	H	. . . . +	. . . .	. . . . . . + .	+ . . + ...	. . . .	. . . .	4
Lathyrus pratensis	H	. . . .	. . . .	. . . . . . + .	+ + ...	. . . .	+	4
Prunella grandiflora	H	. . . . + . . .	. . . .	. . . . . 1 . +	. . . .	. . . . . + . . .	. . . . . + . . .	5
Centranthus ruber	H	. . . .	. . . . + . . .	. + ...	. . . .	. . + . . . + . .	. . . .	4
Chrysanthemum leucanthemum	H	. . . . . . + ...	+ + ...	. . 1 . + . . .	. . . .	. . . . + ...	. . . . + .	6
Campanula rapunculus	H	. . . . . . + ...	+ + + ...	. . . + . . + .	. + . + . . + .	. + ...	+ . . + ...	12
Rumex acetosella	H	. . . .	. . . . . 3 . 1	+ + ...	. + . . . + . +	. . . . . + . . +	. . . .	9
Reichardia picroides ssp. picroides	H	. . . .	. . . . . + + .	. . . .	. + ... + .	. . . .	. . . . . 1 . . .	5
Sedum sediforme	C	. . . .	. . . .	+	. + . . . + . .	. . + ...	. . . .	4
Mentha rotundifolia ssp. rotundifolia	H	. . . . + . .	. . . . + . . .	. . . .	+ . . . + . . .	. . . .	. . . .	4
Achillea millefolium	H	. . . . + .	. . . .	. . . . . . + .	+ . . + ...	. . . .	. . . .	4
Trifolium angustifolium ssp. angust.	T	. . . .	. . . . . . + .	. + ... +	. + . + ...	. . . .	. . . .	5
Centaurea lunensis ssp. lunensis	H	. . . .	. . . . . . + .	. . + ...	. . . . . . + .	+	. . . . . . + . .	5
Lychnis flos-cuculi	H	. . . .	. . + ...	. . . . . + + .	. . + . + . . .	. . . . + .	+	7
Aira caryophyllea	T	. . . .	+	. + ...	. . . . . + . .	+ . . . . +	. . . .	5
Lotus corniculatus	H	. . . .	. + ...	. . . . +	. . 1	. . . . . . + . +	+	6
Carex flacca	G	. . . .	. . . .	. . . . . . + +	+ . + + ...	. . . . . . + . .	. . . .	6
Stachys recta ssp. recta	H	. . . + ...	+ . . . . . + .	. . . . . . + .	+ . . + . . + .	. . . + ...	. . . .	8
Viola hirta	H	. . . . +	. + . . + . . .	. . . . . . 1 .	+ . . + . + . .	. . . .	. + ... +	9
Spartium junceum	Pm	. . . .	. . . .	+ . . . . . . +	+ + . . . + 1 .	. . + ...	. + . . . + . . .	9
Helichrysum italicum ssp. italicum	H	+	. . . . . . + .	2 . 1	. + . . . + + .	+ . 1	. . . + . . + . .	11
Peucedanum cervaria	H	. . . .	. . . . . . + .	. . . .	. . . . . . + .	+	. . . . . . + . .	4
Scabiosa columbaria	H	. . . .	. . . .	. . . + ...	. . . .	. . . . + . . + .	+	4
Hippocrepis comosa	H	. . . .	. . . .	. . . .	. . . . . . + .	+	. . . . . . + . .	3
Genista tinctoria	Pn	. . . .	. . . .	. . + ...	. . . .	1	. . . . . . 1 . .	3
Orchis morio ssp. morio	G	. . . .	. . . .	. . + ...	. . . . . . + .	+	. . + . . . + . .	5
Agrostis stolonifera	H	. . . .	 3	. 2	. . . . . + . +	. . 1 . . 1 . . .	. . . . + ...	7
Origanum vulgare	T	+ . . + ... 1	+ 2 . + + . . .	. . . . 1 + 1 1	1 + + 2 1 + . .	. . + . 1 . + + .	+ + + + . + . . .	26
Brachypodium pinnatum	H	. . . . + ... +	. . 2 2 2 . . 1	1 2 1 2 3 2 3 3	2 + 3 4 2 2 . 2	1 3 3 2 3 2 2 2 2	2 3 2 2 1 3 2 3 3	39
Fragaria viridis	H	. . . . . . + + . . +	. . 1 1 1 . . .	. . . + 1 . . +	+ . + + + . . .	. 1 . . 1 . . + +	1 + + + . + . + +	24
Anthoxantum odoratum	H	. . + + . + 1 . . . +	1 1 + . . 2 . 2	2 2 + + 1 + 2 +	1 2 1 + 1 + 2 1	. + + + . 1 1 + 1	+ . + 1 + + . + .	34
Rubus ulmifolius	Pn	+ . . . + . . + . . +	+ . . . . + . +	2 1 + . 2 + + 1	4 . . 2 3 + + +	. + 1 . + + + 3 +	. + . + . 2 1 + 1	33
Pteridium aquilinum	G	. + . + . + ...	+ 1 + ...	. . . + + . . .	. + . . 1 . . .	+ 1 . 1 2 1 . 2 .	+ 2 . 1 2 . . 1 .	21
Tamus communis	G	. . . . + . . + . + .	. . . . + + . .	. . + . + + + .	. . . . + . . .	. . . + . . 1 + .	+ + . . . + . + .	17
Teucrium scorodonia ssp. scorodonia	H	. . . .	. 1 + . . + . .	. + ...	. + . . + + . +	. . + . . + . + +	+ . + . + ...	15
Solidago virgaurea	H	. . . .	+ + + ...	. . . + + . + .	. . . . +	. + ... + 1 .	1	11
Teucrium chamaedrys	H	. . . .	. + + . . . + .	+ . + + . . + +	+ + . + . . + .	. + . + . + . . 1	. + + + . + 1 . .	21
Pulicaria dysenterica	H	. . . .	. + + + 2 . . .	. . . + . + + +	+ . + . + . . .	. . . . . . + 1 .	+ + . . . + + . +	18
Helianthemum nummularium	H	. + . + . + ...	+ . . + . . + .	. 1 + 1 . . . +	. . . .	+ 1 . 1 2 1 . 2 .	+ 2 . 1 2 . . 1 .	21
Odontites lutea	H	. . . .	+ + + ...	. . . + + . + .	. . . . +	. + . . . + . . +	. . + . + . . + .	13
Cornus sanguinea	Pm	. . . .	. . . .	. . . . 1 + . +	1 . + ...	. + ... + 1 .	1	9
Silene vulgaris ssp. vulgaris	H	. . . + . . + ...	+ . + ...	. . . . . . + .	+ . . . + . + .	. + . . + . . . +	. . + ...	12
Thymus pulegioides	C	. . . .	. . + ...	. . . . +	. + . + . . + .	1 . + ... +	. . . . . . + . .	9
Anthericum liliago	G	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . + . + . . +	. . . + . . + . .	5
Filipendula vulgaris	H	. . . .	. . . .	. . . . . . + +	. . . .	. . . . + . + + .	. + ...	6
Euphorbia amygdaloides ssp. amygdal.	C	. . . .	. . . .	. . . . . 1 . .	. . + ...	. . . . + . + + .	. + ...	6
Agrimonia eupatoria	H	. . . .	. . . .	. . . . . . + +	. . . . + . . .	. + ... + + .	. + . . . + . . .	8
Calluna vulgaris	Pn	. . . .	. . . .	. . . .	. . + . . 2 . .	. . . 2 + 1 . . 1	. . 1 . . . . + .	8
Viola riviniana	H	. . . . . . + ...	+ 1 1	. . . + + . . .	. . . . + . . .	. . . + 1 + . + .	+ . . . 1	13
Hypericum montanum	H	. . . .	. . . . . + . .	. . . . + . . .	. . . .	. . + . + + . + +	+ . + . + ...	10
Cruciata laeviceps	H	. . . .	. . + ...	. . . .	. . . . + . . .	. . . + + . . + +	+ . + ... + .	9
Aristolochia pallida	G	. . . .	. . . . . + . .	. . . . . . + .	. . . .	. . . + + + + + +	+ . . . 1 + . . .	11
Hedera helix ssp. helix	Pm	. . . . +	. . . . + . . .	. . . .	+	. + . . + . . + .	1 + + ...	9
Betonica officinalis	H	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. + . . . 1 . + +	+ + 2 . + ...	7
Centaurium erythraea ssp. erythraea	H	. . . .	+ . . + . . . +	+ . . . + . . +	. . . .	+ . . . . . + + .	+ . . . . + + . +	13



Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

P I G N O N E

Ergänzungen zur pflanzensoziologischen Tabelle

Lfd. Nr.	Katasternummer oder Ortsbez.	Brachealter	Gestein	weitere Arten mit insegsamt schwacher Verbreitung im Gebiet
1	Pianca	1 1/2	Ss	Vulpia ciliata T (+), Oryzopsis miliacea H (+), Anagallis arvensis T (+), Euphorbia segetalis T (+), Briza maxima T(+)
2	Fornacchi (V 13/68)	1	Ss	Chrysanthemum segetum T (1), Sinapis arvensis T (+), Erodium malacoides T (+), Calendula arvensis T (2), Galium aparine T (+),Heliotropium europaeum T (+), Amaranthus cruentis T (+)
3	P 10/260 o	1	VG	Tordylium apulum T (+), Scandix pecten-veneris T (+), Euphorbia cf. taurinensis T (+), Amaranthus retroflexus T (1)
4	P 12/179 m	1 1/2	Ss	Barbarea vulgaris H (+), Symphytum tuberosum T (+), Cardamine hirsuta T (+), Papaver dubium T (2), Chondrilla juncea H (+), Draba muralis T (+), Arabidopsis thaliana T (+)
5	P 14/283	1 1/2	K	Sinapis arvensis T (+)
6	P 10/626	1 1/2	VG	Tordylium apulum T (+), Amaranthus retroflex T (+), Alopecurus myosuroides T (+), Lathyrus clymenum T (+), Myosotis arvensis
7	P 11/61	2	Se	Trifolium campestre T (+), Fagopyrum esculentum T (+) / T (+)
8	P 14/247	2	K	Veronica chamaedrys T (+), Lolium perenne H (1), Melissa officinalis H (+), Arum italicum G (+), Urtica dioica T (+), Lamium maculatum H (+)
9	P 14/215	1	K	Galium aparine T (+), Lapsana communis T (+), Poa annua T (+)
10	P 12/179	1 1/2	Ss	Anagallis arvensis T (+), Vicia hirsuta T (+), Myosotis ramosissima T (+), Veronica chamaedrys T (+), Barbarea vulgaris H (+), Geranium robertianum T (+), Aristolochia rotunda G (+)
11	P 12/55	2	Ss	Lolium perenne H (1), Cardaria draba H (+), Tragopogon porrifolius T (+), Vicia disperma T (+), Sideritis ramosa T (1)
12	P 12/169	3	Ss	Lolium perenne H (+), Lilium bulbiferum G (+)
13	P 12/154	3	Ss	Scrophularia canina H (+), Ranunculus ficaria H (+), Sambucua nigra Pn (+)
14	P 11/65	4	Se	Trifolium campestre T (+), Silene dioica H (+), Petroraghia prolifera T (+), Conyza naudini T (+)
15	P 14/283	4	K	-
16	P 14/285	4	K	Sambucus nigra Pn (+)
17	Fornacchi (V 13/43)	3	Ss	Hainardia cylindrica T (1), Vicia disperma T (+), Poa bulbosa var. vivipara H (+)
18	P 12/179	3 1/2	Se	Valerianella rimosa T (+), Cardamine hirsuta T (+), Danthonia decumbens H (+), Chondrilla juncea H (+), Bromus mollis T (+)
19	Pianca	5	Ss	Poa bulbosa var. vivipara H (+), Campanula medium H (+), Hyoseris radiata H (+)
20	Pianca	12	Ss	Dianthus ferrugineus H (+ Serapias cordigera G (+)
21	Forn.Cravarone	10	Ss	Veronica arvensis T (+), Euphorbia dulcis G (+), Sherardia arvensis T (+)
22	P 10/250	10	VG	Aristolochia rotunda G (+), Ranunculus ficaria H (+), Myosotis ramosissima T (+), Centaurea pratensis H (+), Veronica arvensis
23	P 11/194	7	VG	Equisetum arvense G (+) / T (+)
24	P 10/162	12	VG	Luzula campestris H (+)
25	P 14/250	8	K	Coronilla emerus Pn (+), Melissa officinalis H (+), Arum italicum G (+), Verbena officinalis H (+)
26	P 12/165	7	K	Euonymus europaeus Pn (+), Artemisia vulgaris H (1), Luzula campestris H (+)
27	P 12/182	8	Ss	Vicia hybrida T (+), Dianthus ferrugineus H (+), Lolium perenne
28	P 12/92 m	20	K	Euonymus europaeus Pn (+), Geranium robertianum T (+) / H (+)
29	P 12/92 o	20	Ss	Campanula medium H (+)
30	P 14/251	20	K	-
31	P 12/92 u	20	Ss	-
32	P 11/66	15	VG	Carex pallescens H (1)
33	Pianca	20	Ss	Serapias cordigera G (+)

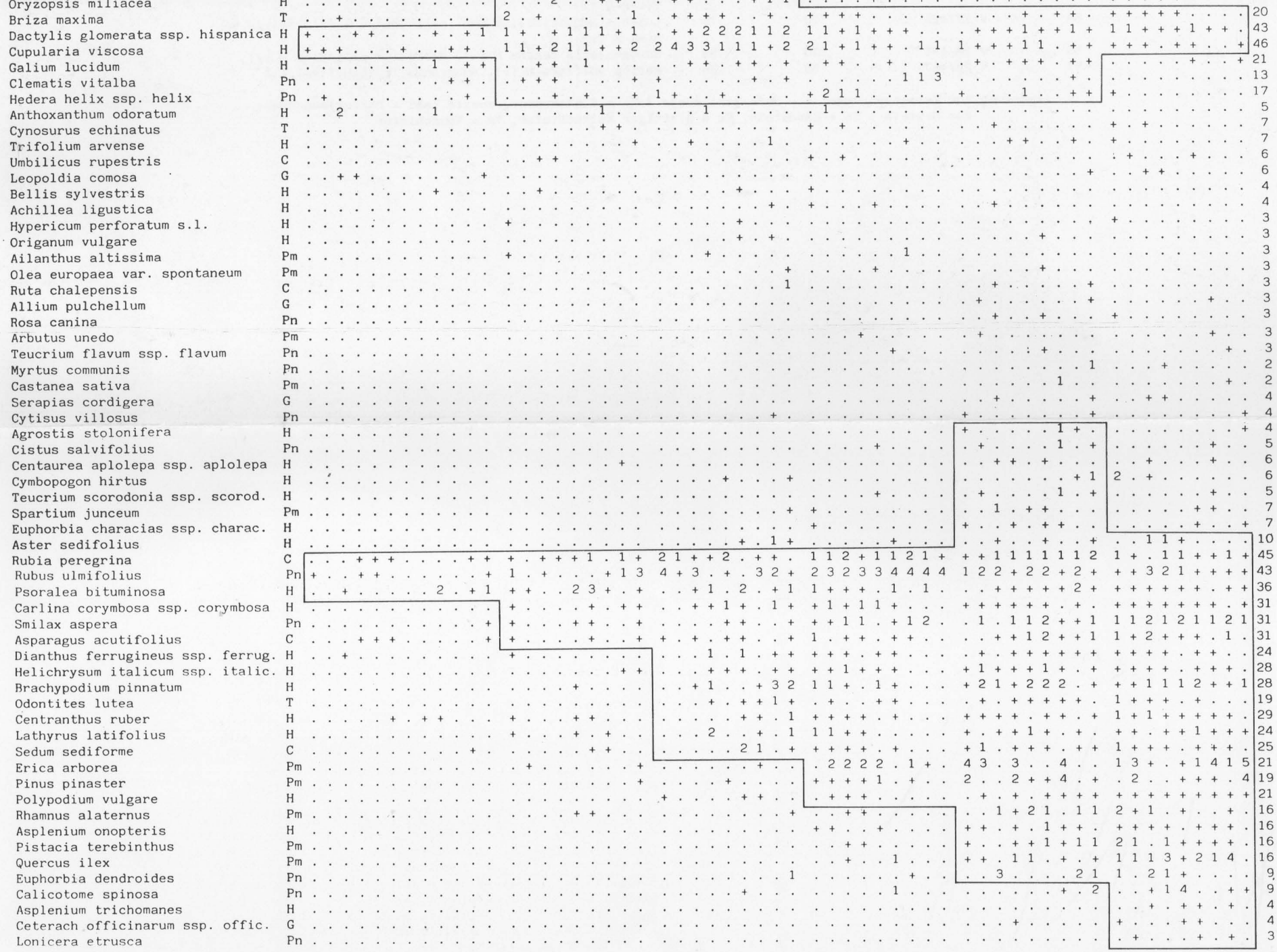
				prolifera T (+), Conyza naudini T (+)
15	P 14/283	4	K	-
16	P 14/285	4	K	Sambucus nigra Pn (+)
17	Fornacchi (V 13/43)	3	Ss	Hainardia cylindrica T (1), Vicia disperma T (+), Poa bulbosa var. vivipara H (+)
18	P 12/179	$3^{1}/_{2}$	Se	Valerianella rimosa T (+), Cardamine hirsuta T (+), Danthonia decumbens H (+), Chondrilla juncea H (+), Bromus mollis T (+)
19	Pianca	5	Ss	Poa bulbosa var. vivipara H (+), Campanula medium H (+), Hyoseris radiata H (+)
20	Pianca	12	Ss	Dianthus ferrugineus H (+ Serapias cordigera G (+)
21	Forn.Cravarone	10	Ss	Veronica arvensis T (+), Euphorbia dulcis G (+), Sherardia arvensis T (+)
22	P 10/250	10	VG	Aristolochia rotunda G (+), Ranunculus ficaria H (+), Myosotis ramosissima T (+), Centaurea pratensis H (+), Veronica arvensis
23	P 11/194	7	VG	Equisetum arvense G (+) / T (+)
24	P 10/162	12	VG	Luzula campestris H (+)
25	P 14/250	8	K	Coronilla emerus Pn (+), Melissa officinalis H (+), Arum italicum G (+), Verbena officinalis H (+)
26	P 12/165	7	K	Euonymus europaeus Pn (+), Artemisia vulgaris H (1), Luzula campestris H (+)
27	P 12/182	8	Ss	Vicia hybrida T (+), Dianthus ferrugineus H (+), Lolium perenne
28	P 12/92 m	20	K	Euonymus europaeus Pn (+), Geranium robertianum T (+) / H (+)
29	P 12/92 o	20	Ss	Campanula medium H (+)
30	P 14/251	20	K	-
31	P 12/92 u	20	Ss	-
32	P 11/66	15	VG	Carex pallescens H (1)
33	Pianca	20	Ss	Serapias cordigera G (+)
34	P 10/217	15	VG	Vicia lutea ssp. lutea T (+)
35	Fornacchi (V 13/42)	18	Ss	Sarothamnus scoparius Pn (+), Dorycnium hirsutum C (+), Euphorbia dulcis G (+), Geranium sanguineum H (+), Hainardia cylindrica T (+),Briza maxima T (+)
36	P 10/220 u	30	VG	Satureja montana C (1), Tanacetum vulgare H (+)
37	P 12/39	30	Ss	Hieracium cf. murorum H (+)
38	Pianca	35	Ss	Smilax aspera Pn (+)
39	P 12/31	30	Ss	-
40	P 10/205	35	VG	Dorycnium hirsutum C (+), Sarothamnus scoparius Pn (1)
41	Forn.Cravarone	30	Ss	-
42	P 14/249	35	K	-
43	P 14/290 u	30	K	Laurus nobilis Pm (+), Solanum nigrum ssp. nigrum T (+)
44	P 10/52	40	VG	Erica scoparia C (+)
45	P 14/290 o	50	K	Laurus nobilis Pm (+), Geranium sanguineum H (+), Dactylorhiza maculata G (+)
46	P 14/241	90	K	Salvia glutinosa H (+), Polypodium vulgare G (+)
47	P 10/129	80	VG	Polypodium vulgare G (+), Erica scoparia C (1), Ulmus ampestris Pm (+), Primula vulgaris H (+)
48	P 12/28	80	Ss	Hieracium pilosella H (+)
49	Forn.Cravarone	80	Ss	Cephalanthera damasonium G (+)
50	P 12/53	50	Ss	-
51	P 10/220	60	VG	Satureja montana H (+), Tanacetum vulgare H (+)
52	P 11/13	50	VG	-
53	Pianca	60	Ss	-

Anmerkung zur Katasternummer: P = Pignone, V = Vernazza; erste Zahl = Blattnummer, zweite Zahl = Parzellennummer; o, m, u = oberer, mittlerer, unterer Parzellenabschnitt
zum Gestein: Ss = Sandstein, Se = Serpentin, K = Kalkstein, VG = verwitterter Gabbro

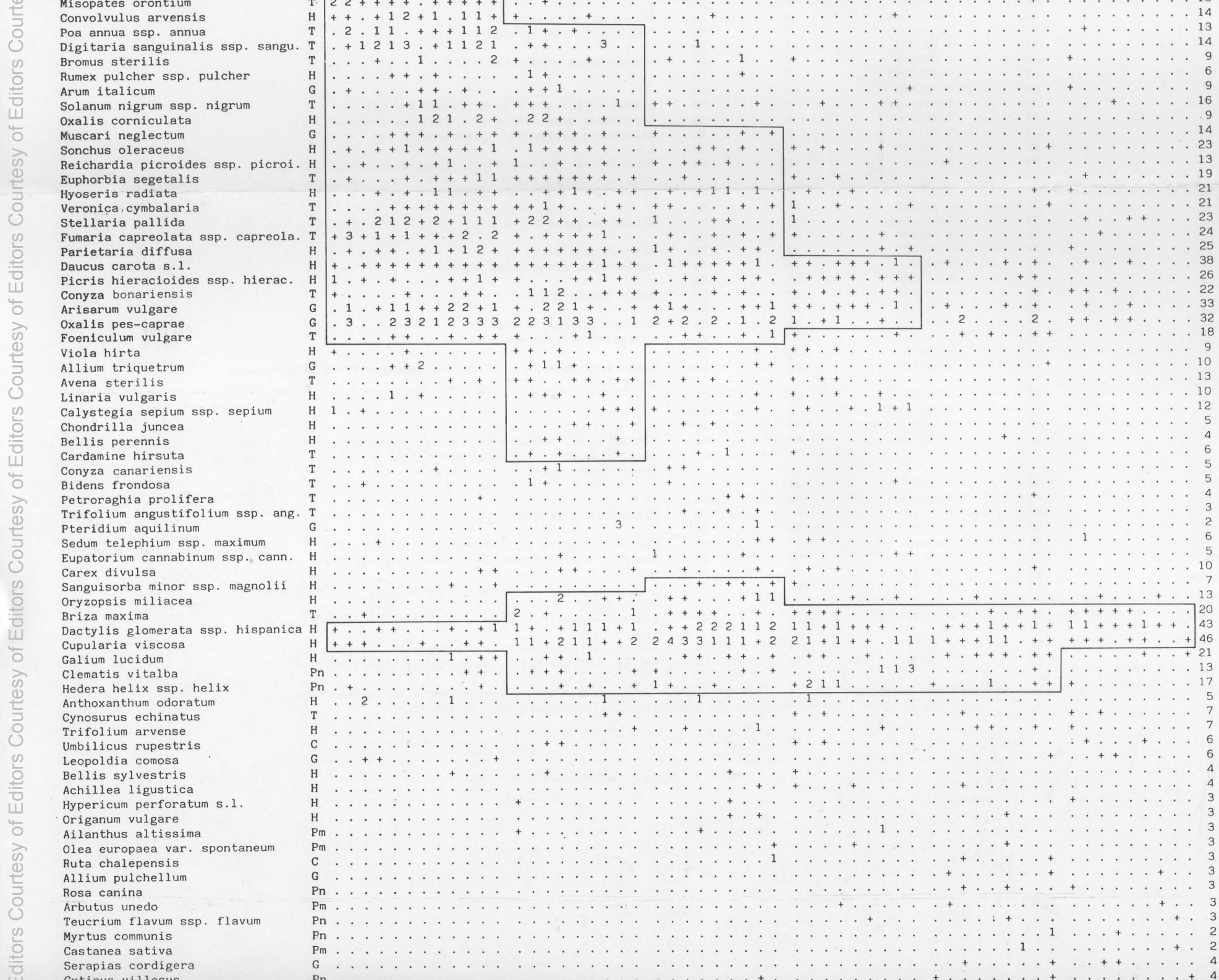
Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Court

Tabelle 7 — Pflanzensoziologische Liste Cinque Terre

Lfd. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
Fläche in m^2		75	120	100	100	80	150	120	120	80	140	80	90	90	60	90	75	90	100	20	60	90	120	110	100	120	90	100	150	120	90	125	450	360	250	120	100	225	370	300	150	150	150	255	220	200	600	180	160	300	450	450	350	280	250	200	300	300	
Meereshöhe in m		290	30	70	210	90	90	80	280	70	70	90	150	100	90	100	100	110	130	80	280	60	35	110	60	80	40	125	70	280	100	115	100	120	130	310	100	75	85	100	250	310	90	300	200	110	320	100	210	115	170	100	95	110	260	310	285	270	
Exposition		s	s	w	s	e	e	w	w	se	-	s	s	e	w	nw	nw	s	s	w	sw	s	se	nw	s	w	s	e	e	sw	s	e	w	s	w	sw	e	s	s	nw	s	sw	s	sw	se	s	sw	s	sw	s	sw	se	s	sw	s	s	s	s	
Neigung in °		5	2	8	2	5	5	2	5	8	-	5	3	7	7	5	5	4	2	3	3	2	2	7	3	7	3	3	2	3	2	2	10	2	5	3	15	2	5	6	1	7	5	3	8	10	10	3	5	6	12	25	12	13	3	5	7	4	
Arten total		14	21	22	25	23	30	32	34	35	34	43	45	37	36	36	33	30	28	25	24	24	17	23	23	25	27	27	32	35	38	39	33	32	29	25	21	21	18	13	20	24	25	27	27	28	32	33	35	41	40	34	32	31	30	28	22	27	
Ornithogalum umbellatum	G	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Vicia disperma	T	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	3
Gladiolus italicus ssp. italicus	G	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Corrigiola litoralis	T	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Senecio vulgaris	T	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Geranium molle	T	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Hainardia cylindrica	T	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Ranunculus ficaria ssp. ficaria	H	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Mercurialis annua ssp. annua	T	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	7
Capsella bursa-pastoris	T	.	+	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Cerastium glomeratum	T	+	.	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	6
Vicia sativa ssp. sativa	T	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Symphytum tuberosum ssp. tuberos.	H	.	1	.	.	+	+	2	+	.	2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Heliotropium europaeum	T	.	+	.	.	+	1	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Raphanus raphanistrum ssp. landra	T	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Euphorbia peplus	T	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Calendula arvensis ssp. arvensis	T	.	+	2	+	2	1	.	1	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Misopates orontium	T	2	2	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
Convolvulus arvensis	H	+	+	.	+	1	2	+	1	.	1	1	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
Poa annua ssp. annua	T	.	2	.	1	1	.	+	+	+	1	1	2	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	13
Digitaria sanguinalis ssp. sangu.	T	.	+	1	2	1	3	.	+	1	1	2	1	.	+	+	.	.	.	3	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
Bromus sterilis	T	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Rumex pulcher ssp. pulcher	H	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Arum italicum	G	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Solanum nigrum ssp. nigrum	T	.	.	.	.	.	+	1	1	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	16
Oxalis corniculata	H	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	2	+	.	2	2	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Muscari neglectum	G	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
Sonchus oleraceus	H	.	+	.	+	+	1	+	+	+	+	+	1	.	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23
Reichardia picroides ssp. picroi.	H	.	.	+	.	.	+	.	+	1	.	.	+	1	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
Euphorbia segetalis	T	.	+	.	.	.	+	.	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	19
Hyoseris radiata	H	.	.	.	+	.	+	.	1	1	.	+	+	.	.	+	+	1	+	.	+	+	.	+	.	+	1	1	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	21
Veronica cymbalaria	T	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21
Stellaria pallida	T	.	+	.	2	1	2	+	2	+	1	1	1	+	2	2	+	+	.	+	+	.	1	.	.	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	23
Fumaria capreolata ssp. capreola.	T	+	3	+	1	+	1	+	+	+	2	.	2	+	.	+	+	+	+	1	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	24
Parietaria diffusa	H	.	+	.	+	+	.	+	1	+	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	1	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	25
Daucus carota s.l.	H	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	.	1	+	+	+	+	+	1	.	+	+	.	+	+	+	.	1	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	38
Picris hieracioides ssp. hierac.	H	1	.	+	.	+	.	.	.	+	+	1	+	+	.	.	.	+	+	1	+	+	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26
Conyza bonariensis	T	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	1	1	2	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	22
Arisarum vulgare	G	.	1	.	+	1	1	+	+	2	2	+	1	+	.	2	2	1	+	.	.	+	+	1	+	.	.	.	+	+	1	+	+	.	+	+	+	.	1	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	33
Oxalis pes-caprae	G	.	3	.	.	2	3	2	1	2	3	3	3	2	2	3	1	3	3	.	.	1	2	+	2	.	2	.	1	.	2	1	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	32
Foeniculum vulgare	T	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18
Viola hirta	H	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Allium triquetrum	G	.	.	.	.	+	+	2	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
[illegible]	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	13



Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors



Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

C I N Q U E   T E R R E

Ergänzungen zur pflanzensoziologischen Tabelle

Lfd. Nr.	Katasternummer oder Ortsbez.	Brachealter	Gestein	weitere Arten mit insgesamt schwacher Verbreitung im Gebiet
1	Schiara	$1^{1}/_{2}$	Ss	-
2	V 28/629	1	Ss	-
3	Monterosso	2	Ss	-
4	V 28/128	2	Ss	Sherardia arvensis T (+)
5	V 27/424	1	Ss	-
6	V 27/424	2	Ss	Papaver rhoeas T (+)
7	V 27/1149	$1^{1}/_{2}$	Ss	Equisetum arvense G (1), Lavatera arborea Pn (+), Medicago arabica T (+), Chrysanthemum segetum T (+), Erodium malacoides T (+)
8	V 27-561	1	Ts	Amaranthus deflexus T (+), Plantago major T (+)
9	V 23/407	2	Ks	Asteriscus aquaticus T (+), Buglossoides arvensis T (+), Lathyrus clymenum T (+)
10	V 27/509	$1^{1}/_{2}$	Ts	Borago officinalis T (+), Euphorbia helioscopa T (+), Taraxacum officinale H (+), Cardaria draba H (+), Lolium multiflorum H (+), Erodium malacoides T (+)
11	V 28/108	$1^{1}/_{2}$	Ts	Sherardia arvensis T (+), Medicago lupulina T (+), Coronilla scorpioides T (+), Galium aparine T (+), Anagallis arvensis T (+), Papaver dubium T (+)
12	V 28/692	2	Ts	Papaver rhoeas T (+), Anagallis arvensis T (+), Papaver dubium T (+), Ranunculus parviflorus T (+), Veronica persica T (+), Trifolium pratense T (+)
13	V 27/326	5	Ts	-
14	V 27/260	4	Ts	Chenopodium vulvaria T (+), Borago officinalis T (+), Euphorbia helioscopa T (+), Potentilla reptans H (+), Veronica persica T (+), Amaranthus deflexus T (2), Cisium arvense H (+)
15	V 27/373	3	Ts	Setaria verticillata T (+), Urtica dioica H (+)
16	V 27/373	5	Ts	Potentilla reptans H (+)
17	V 27/1132	4	Ss	Medicago polymorpha T (+)
18	V 28/99	5	Ss	-
19	Monterosso	4	Ss	Cichorium intybus H (+)
20	Schiara	5	Ss	Poa bulbosa ssp. vivipara H (+)
21	V 28/253	4	Ss	-
22	V 27/548	7	Ts	Tradescentia virginiana H (+)
23	V 27/1095	7	Ss	-
24	V 28/524	11	Ss	-
25	Monterosso	7	Ss	Silene vulgaris H (+), Briza media H (1)
26	V 28/286	6	Ss	Phytolacca americana H (+), Xanthium italicum T (+)
27	V 27/208	9	Ks	Calamintha nepeta ssp. glandulosa H (+)
28	V 27/335	8	Ss	-
29	Schiara	10	Ss	Arabidopsis thaliana H (+), Scrophularia canina H (+), Plantago lanceolata H (+)
30	V 27/521	12	Ss	Agave americana Pn (+), Senecio bicolor ssp. cineraria H (+)
31	V 27/219	14	Ks	-
32	Monterosso	22	Ss	Silene vulgaris H (+)
33	V 28/470	20	Ss	-
34	V 28/801	18	Ss	Arundo donax H (+)
35	Schiara	18	Ss	Convolvulus althaeoides H (+)
36	V 27/1036	15	Ks	-
37	V 28/448	18	Ss	Tamus communis G (+)
38	V 28/318	15	Ss	-
39	V 27/375	18	Ss	Artemisia vulgaris H (+)
40	V 26/125	35	Ss	Hieracium cf.sabaudum H (+)
41	Schiara	35	Ss	-
42	V 27/523	25	Ks	Agave americana Pn (+), Torilis japonica T (+), Ficus cari-

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

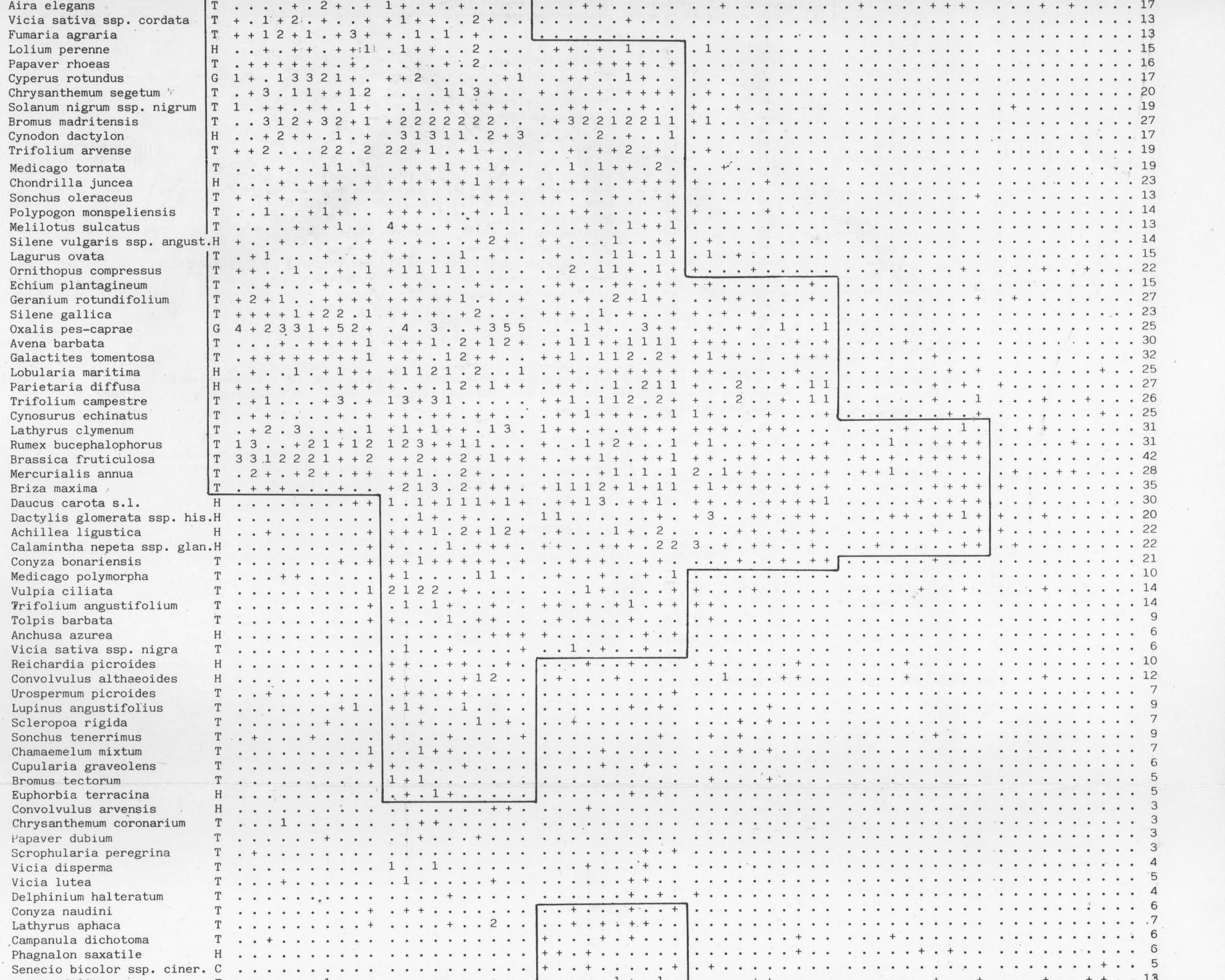
18	V 28/99	5	Ss	-
19	Monterosso	4	Ss	Cichorium intybus H (+)
20	Schiara	5	Ss	Poa bulbosa ssp. vivipara H (+)
21	V 28/253	4	Ss	-
22	V 27/548	7	Ts	Tradescentia virginiana H (+)
23	V 27/1095	7	Ss	-
24	V 28/524	11	Ss	-
25	Monterosso	7	Ss	Silene vulgaris H (+), Briza media H (1)
26	V 28/286	6	Ss	Phytolacca americana H (+), Xanthium italicum T (+)
27	V 27/208	9	Ks	Calamintha nepeta ssp. glandulosa H (+)
28	V 27/335	8	Ss	-
29	Schiara	10	Ss	Arabidopsis thaliana H (+), Scrophularia canina H (+), Plantago lanceolata H (+)
30	V 27/521	12	Ss	Agave americana Pn (+), Senecio bicolor ssp. cineraria H (+)
31	V 27/219	14	Ks	-
32	Monterosso	22	Ss	Silene vulgaris H (+)
33	V 28/470	20	Ss	-
34	V 28/801	18	Ss	Arundo donax H (+)
35	Schiara	18	Ss	Convolvulus althaeoides H (+)
36	V 27/1036	15	Ks	-
37	V 28/448	18	Ss	Tamus communis G (+)
38	V 28/318	15	Ss	-
39	V 27/375	18	Ss	Artemisia vulgaris H (+)
40	V 26/125	35	Ss	Hieracium cf.sabaudum H (+)
41	Schiara	35	Ss	-
42	V 27/523	25	Ks	Agave americana Pn (+), Torilis japonica T (+), Ficus carica Pm (+)
43	V 28/59	35	Ss	-
44	Monterosso	35	Ss	-
45	V 27/82	30	Ts	-
46	V 26/715	40	Ss	Hieracium cf. sabaudum H (+), Ulex europaeum Pn (+), Ilex aquifolium Pm (+), Poa pratensis ssp. angustifolia H (+), Inula conyza H (+)
47	V 28/540	35	Ss	-
48	Vernazza	40	Ss	-
49	V 24/154	60	Ss	Hieracium cf.sabaudum H (+)
50	V 26/603	90	Ss	-
51	Schiara	60	Ss	Calluna vulgaris Pn (1), Daphne gnidium Pn (+)
52	V 28/134	50	Ss	Medicago minima T (+), Spiranthes spiralis G (+)
53	V 27/420	70	Ks	-
54	V 27/418	100	Ss	Lupinus angustifolius ssp. reticulatus T (+), Melica uniflora H (+)
55	V 27/421	70	Ts	Lupinus angustifolius ssp. reticulatus T (+), Melica bauhini H (+)
56	V 28/191	70	Ss	Scrophularia canina H (+), Hieracium pilosella H (+)
57	V 28/467	50	Ss	Melica uniflora H (+), Anogramma leptophylla T (+)

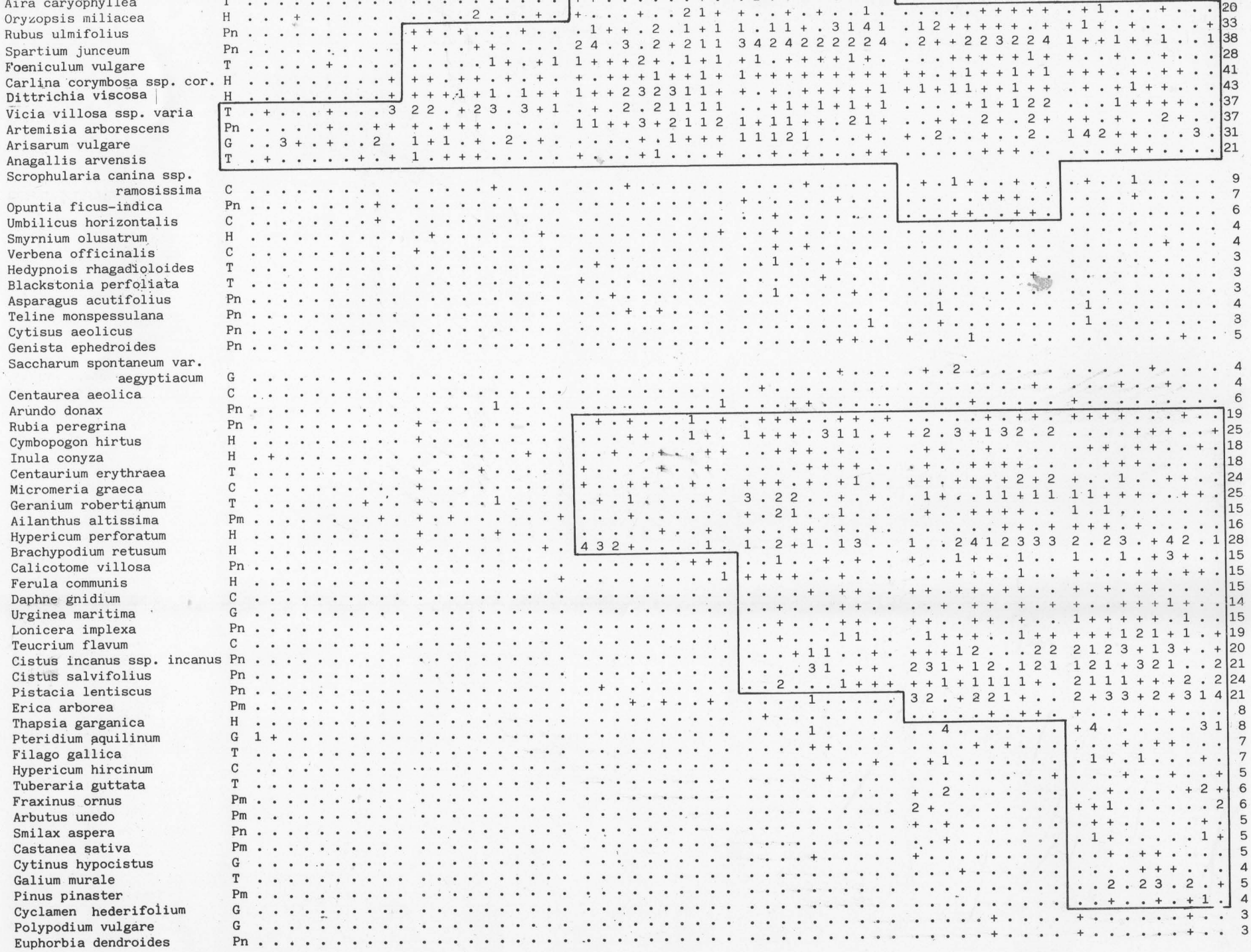
Anmerkung zur Katasternummer: V = Vernazza; erste Zahl = Blattnummer, zweite Zahl = Parzellennummer;
zum Gestein : Ss = Sandstein, Ks = plattiger Kalkschiefer, Ts = Tonschiefer

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Tabelle 12 — **Pflanzensoziologische Liste Salina**

Lfd.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
Fläche in m^2		100	150	200	400	250	400	250	200	300	125	200	200	200	200	150	200	200	300	200	100	125	400	200	200	200	300	250	150	250	200	300	400	200	300	200	300	200	200	200	200	200	250	300	200	400	200	200	400	400	300	300	300	300	400	300	400	300	300	300	600	
Meereshöhe in m		290	310	100	120	30	90	20	10	30	140	90	10	50	40	170	100	100	310	115	10	120	120	20	90	110	330	10	10	155	120	10	90	70	90	350	110	80	230	350	120	170	180	360	180	190	50	310	60	260	100	30	350	160	270	190	180	90	60	130	320	
Exposition		e	e	w	n	e	ne	e	e		ne	e	e	e	n	n	nw	w	e	n	se	n	n	e	e	e	e	ne	se	ne	w	e	ne	e	e	ne	e	e	se	nw	e	ne	e	w	e	se	e	se	e	ne	nw	e	w	ne	n	e	ne	ne	n	n	s	
Neigung in °		2	1	2	2	2	2	2	4	2	4	3	2	3	5	1	4	4	3	2	2	3	3	1	3	3	1	3	2	5	2	2	2	1	2	5	5	10	2	2	3	5	8	1	10	2	5	1	3	3	5	4	1	3	5	8	5	2	5	3	15	
Arten total		19	33	36	36	36	37	41	42	48	55	62	55	50	46	47	43	43	37	36	23	36	40	43	45	47	46	48	51	54	57	46	44	40	37	37	36	35	33	31	25	19	23	23	28	29	34	36	38	38	41	36	35	32	32	29	27	27	26	20	17	
Raphanus raphanistrum	T	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Trifolium glomeratum	T	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Senecio vulgaris	T	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Borago officinalis	T	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Setaria verticillata	T	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Sherardia arvensis	T	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Orobranche cernua	T	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	6
Lamium amplexicaule	T	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Amaranthus deflexus	T	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Atriplex hastata	T	.	.	.	.	+	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Capsella bursa-pastoris	T	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Digitaria sanguinalis	T	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Bilderdykia convolvulus	T	.	.	.	.	+	+	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Bromus sterilis	T	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	9
Geranium molle	T	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Euphorbia peploides	T	.	.	.	.	1	.	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Tribulus terrestris	T	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Portulaca oleracea	T	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Hordeum murinum	T	.	.	.	1	+	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
Vulpia myuros	T	.	1	.	.	+	.	.	1	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
Andryala integrifolia	T	.	+	+	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Setaria italica	T	+	.	+	.	.	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Heliotropium europaeum	T	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Chenopodium album	T	.	.	.	.	+	1	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Misopates orontium	T	+	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Stellaria media ssp. media	T	+	2	1	+	.	1	.	.	.	1	.	.	3	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	11
Fumaria capreolata	T	.	.	2	2	+	3	+	.	3	.	.	.	.	+	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
Lotus ornithopodioides	T	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Aira elegans	T	.	.	.	.	+	.	2	+	.	+	1	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	17
Vicia sativa ssp. cordata	T	+	.	1	+	2	.	+	.	.	+	+	1	+	+	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
Fumaria agraria	T	+	+	1	2	+	1	.	+	3	+	+	.	1	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
Lolium perenne	H	.	.	+	.	+	+	.	+	+	1	.	1	+	+	.	.	2	.	.	.	.	+	+	.	+	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
Papaver rhoeas	T	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	2	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
Cyperus rotundus	G	1	+	.	1	3	3	2	1	+	.	+	+	2	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
Chrysanthemum segetum	T	.	+	3	.	1	1	+	+	1	2	.	.	.	.	1	1	3	+	.	.	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
Solanum nigrum ssp. nigrum	T	1	.	+	+	.	+	+	.	1	+	.	.	1	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	19
Bromus madritensis	T	.	.	3	1	2	+	3	2	+	1	+	2	2	2	2	2	2	2	.	.	.	+	3	2	2	1	2	2	1	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27
Cynodon dactylon	H	.	.	+	2	+	+	.	1	.	+	.	3	1	3	1	1	.	2	+	3	.	.	.	.	2	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
Trifolium arvense	T	+	+	2	.	.	.	2	2	.	2	2	2	+	1	.	+	1	+	.	.	.	.	+	.	+	+	2	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19
Medicago tornata	T	.	.	+	+	.	.	1	1	.	1	.	+	+	+	1	+	+	1	+	.	.	.	1	.	1	+	+	.	2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19
Chondrilla juncea	H	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23


Aira elegans T
Vicia sativa ssp. cordata T
Fumaria agraria T
Lolium perenne H
Papaver rhoeas T
Cyperus rotundus G
Chrysanthemum segetum T
Solanum nigrum ssp. nigrum T
Bromus madritensis T
Cynodon dactylon H
Trifolium arvense T
Medicago tornata T
Chondrilla juncea H
Sonchus oleraceus T
Polypogon monspeliensis T
Melilotus sulcatus T
Silene vulgaris ssp. angust. H
Lagurus ovata T
Ornithopus compressus T
Echium plantagineum T
Geranium rotundifolium T
Silene gallica T
Oxalis pes-caprae G
Avena barbata T
Galactites tomentosa T
Lobularia maritima H
Parietaria diffusa H
Trifolium campestre T
Cynosurus echinatus T
Lathyrus clymenum T
Rumex bucephalophorus T
Brassica fruticulosa T
Mercurialis annua T
Briza maxima T
Daucus carota s.l. H
Dactylis glomerata ssp. his. H
Achillea ligustica H
Calamintha nepeta ssp. glan. H
Conyza bonariensis T
Medicago polymorpha T
Vulpia ciliata T
Trifolium angustifolium T
Tolpis barbata T
Anchusa azurea H
Vicia sativa ssp. nigra T
Reichardia picroides H
Convolvulus althaeoides H
Urospermum picroides T
Lupinus angustifolius T
Scleropoa rigida T
Sonchus tenerrimus T
Chamaemelum mixtum T
Cupularia graveolens T
Bromus tectorum T
Euphorbia terracina H
Convolvulus arvensis H
Chrysanthemum coronarium T
Papaver dubium T
Scrophularia peregrina T
Vicia disperma T
Vicia lutea T
Delphinium halteratum T
Conyza naudini T
Lathyrus aphaca T
Campanula dichotoma T
Phagnalon saxatile H
Senecio bicolor ssp. ciner. C



Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

S A L I N A

Ergänzungen zur pflanzensoziologischen Tabelle

Lfd. Nr	Aufnahmeort	Brachealter	Gestein	weitere Arten mit insgesamt schwacher Verbreitung im Gebiet
1	Valdichiesa	1 1/2	AP	-
2	Valdichiesa	1 1/2	AP	-
3	Pollara	1 1/2	Bi	-
4	Malfa	1	BP	Lolium rigidum T (+), Rumex pulcher T (+), Calystegia sepium G (+)
5	Lingua	1	aL	Eragrostis barrelieri T (+), Polycarpon tetraphyllum T (+), Robinia pseudaccacia Pm (+)
6	Capo Faro	1	AP	Urtica dubia T (1)
7	Sta. Marina	1	aL	Asparagus officinalis G (+)
8	Lingua	1	aL	Euphorbia helioscopa T (+), Petroraghia velutina T (+)
9	Lingua	1/2	aL	Euphorbia helioscopa T (+), Arabidopsis thaliana T (+), Lavatera arborea H (+), Petroraghia prolifera T (+), Spergula arvensis T (
10	Malfa	1 1/2	Bi	Spergula arvensis T (2), Senecio chrysanthemifolius H (+)
11	Lingua	4	LP	Veronica cymbalaria T (+)
12	Lingua	3	aL	Lathyrus cicera T (+)
13	Lingua	2 1/2	aL	-
14	Lingua	5	aL	Vicia bithynica T (1)
15	Malfa	3	Bi	Veronica cymbalaria T (+), Oxalis corniculata H (+)
16	Capo Faro	3	AP	-
17	Pollara	2 1/2	Bi	Senecio chrysanthemifolius H (1)
18	Valdichiesa	4	AP	-
19	Malfa	3	aB	Vicia bithynica T (2), Calystegia sepium G (1)
20	Sta. Marina	3	aL	Ricinus communis H (+)
21	Capo Faro	12	AP	Leopoldia comosa G (+), Filago pyramidata T (+)
22	Malfa	6	aB	Linum bienne T (+), Aegilops geniculata T (+), Trifolium stellatum T (+)
23	Lingua	8	aL	Acacia spec. Pm (+)
24	Sta. Marina	10	aL	Sanguisorba minor H (+)
25	Sta Marina	6	LP	-
26	Valdichiesa	7	AP	Capsella rubella T (+), Bunias erucago T (+), Epilobium lanceolatum T (+)
27	Lingua	6	aL	Lathyrus cicera T (+)
28	Sta. Marina	10	aL	Solanum sodomaeum Pn (+)
29	Malfa	8	Bi	Lotus preslii H (1), Robinia pseudaccacia Pm (+), Bellardia trixago T (+)
30	Pollara	7	Bi	-
31	Lingua	15	aL	-
32	Pollara	18	Bi	Solanum sodomaeum Pn (+), Matthiola incana ssp. incana H (+), Hypochaeris glabra H (+), Aegilops geniculata T (+)
33	Lingua	25	LP	-
34	Sta. Marina	20	LP	-
35	Sta. Marina	22	LP	Sorbus domestica Pm (+)
36	Malfa	13	Bi	Plantago bellardi T (+), Filago pyramidata T (+)
37	Lingua	20	LP	Asphodelus microcarpus G (+)
38	Lingua	20	LP	Sanguisorba minor H (+), Linum bienne T (+)
39	Valdichiesa	20	AP	Urtica dubia T (+), Epilobium lanceolatum T (+)
40	Sta. Marina	13	LP	-
41	Sta. Marina	45	LP	-
42	Sta. Marina	35	aB	-
43	Valdichiesa	35	AP	Acanthus mollis H (+)
44	Sta. Marina	40	LP	Valerianella dentata T (+)
45	Lingua	40	LP	Capparis spinosa Pn (+)
46	Lingua	30	LP	-
47	Lingua	30	LP	-
48	Sta. Marina	35	aL	-
49	Pollara	30	Bi	Bellardia trixago T (+), Matthiola incana ssp. incana H (+), [illegible]

				latum T (+)
27	Lingua	6	aL	Lathyrus cicera T (+)
28	Sta. Marina	10	aL	Solanum sodomaeum Pn (+)
29	Malfa	8	Bi	Lotus preslii H (1), Robinia pseudaccacia Pm (+), Bellardia trixago T (+)
30	Pollara	7	Bi	-
31	Lingua	15	aL	-
32	Pollara	18	Bi	Solanum sodomaeum Pn (+), Matthiola incana ssp. incana H (+), Hypochaeris glabra H (+), Aegilops geniculata T (+)
33	Lingua	25	LP	-
34	Sta. Marina	20	LP	-
35	Sta. Marina	22	LP	Sorbus domestica Pm (+)
36	Malfa	13	Bi	Plantago bellardi T (+), Filago pyramidata T (+)
37	Lingua	20	LP	Asphodelus microcarpus G (+)
38	Lingua	20	LP	Sanguisorba minor H (+), Linum bienne T (+)
39	Valdichiesa	20	AP	Urtica dubia T (+), Epilobium lanceolatum T (+)
40	Sta. Marina	13	LP	-
41	Sta. Marina	45	LP	-
42	Sta. Marina	35	aB	-
43	Valdichiesa	35	AP	Acanthus mollis H (+)
44	Sta. Marina	40	LP	Valerianella dentata T (+)
45	Lingua	40	LP	Capparis spinosa Pn (+)
46	Lingua	30	LP	-
47	Lingua	30	LP	-
48	Sta. Marina	35	aL	-
49	Pollara	30	Bi	Bellardia trixago T (+), Matthiola incana ssp. incana H (+), Euphorbia peplus T (+), Petroraghia velutina T (+)
50	Malfa	28	Bi	Ononis reclinata T (+), Umbilicus rupestris C (+)
51	Lingua	60	aL	Sorbus domestica Pm (2)
52	Valdichiesa	70	LP	Acanthus mollis H (+), Limodorum abortivum G (+)
53	Lingua	60	LP	Orobranche sanguinea G (+)
54	Pollara	60	Bi	-
55	Sta. Marina	50	LP	-
56	Sta. Marina	60	LP	-
57	Malfa	50	Bi	-
58	Sta. Marina	70	aL	Asphodelus microcarpus G (+)
59	Sta. Marina	70	aL	Galium verrucosum T (+), Vicia cf. sylvatica H (+)
60	Lingua	60	LP	-

Anmerkungen zum Gestein: Bi = Bims, LP =Labradorit-Pyroklastika, AP = Andesit-Pyroklastika, BP = Basalt-Pyroklastica, aL = alluviale Sedimente aus labradoritischem Material, aB = alluviale Sedimente aus basaltischem Material

Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courte

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

Tabelle 29 — Bilanzierung des Wasserhaushalts in verschiedenen Beständen in Corniglia (in Anlehnung an W. SCHMIEDECKEN, 1978, S. 150 f.). Erläuterungen siehe Rückseite.

K (Rebkultur), WK 200 mm/1m Bodentiefe

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BN mm	132,4	126,1	94,8	57,9	81,2	49,4	13,3	53,2	82,1	121,3	127,8	91,2
% FN	100	100	100	100	95	90	85	90	90	95	100	100
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	106,8	99,2	64,5	21,5	36,4	-4,2	.56,5	-17,8	23,7	75,0	96,5	63,9
Sp mm	200	200	200	200	200	195,8	147,7	135,1	158,8	200	200	200
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	61,4	65,8	58,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	106,8	99,2	64,5	21,5	36,4	-	-	-	-	33,2	96,5	63,9

Fr = 6,8%; Fmax = 32,4%; m_{def} = 4

B I (therophytenreicher Staudenrasen), WK 180 mm/1m Bodentiefe

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BN mm	99,3	94,6	71,1	43,4	68,4	43,9	12,5	50,2	77,5	95,8	95,9	68,4
% FN	75	75	75	75	80	80	85	85	85	80	75	75
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	73,7	67,7	40,8	7,0	23,6	-9,7	-57,3	-20,8	19,1	48,9	64,6	41,1
Sp mm	180	180	180	180	180	170,5	124,1	110,6	129,7	178,6	180	180
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,4	58,9	63,7	58,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	73,7	67,7	40,8	7,0	23,6	-	-	-	-	-	63,2	41,1

Fr = 8,6%; Fmax = 38,6%; m_{def} = 5

B II (gebüschreicher Staudenrasen), WK = 200 mm/1m Bodentiefe

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BN mm	92,7	88,3	66,4	40,5	59,9	38,4	11,7	44,3	68,4	89,4	89,5	63,8
% FN	70	70	70	70	70	70	75	75	75	70	70	70
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	67,1	61,4	36,1	4,1	15,1	-15,2	-58,1	-26,7	10,0	42,5	58,2	36,5
Sp mm	200	200	200	200	200	185,3	138,4	121,1	131,1	173,6	200	200
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,1	58,6	61,6	58,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	67,1	61,4	36,1	4,1	15,1	-	-	-	-	-	31,8	36,5

Fr = 10,4%; Fmax = 39,4%; m_{def} = 5

B III (dichte Brombeerpolykormone), WK = 220 mm/1m Bodentiefe

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BN mm	79,4	82,0	66,4	40,5	55,6	32,9	9,4	35,5	54,7	76,6	76,7	54,7
% FN	60	65	70	70	65	60	60	60	60	60	60	60
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	53,8	55,1	36,1	4,1	10,8	-20,7	-60,4	-35,5	-3,7	29,7	45,4	27,4
Sp mm	220	220	220	220	220	200,2	152,1	129,4	127,2	156,9	202,3	220
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	52,7	57,5	58,2	56,9	46,9	31,3	27,3
Ü mm	53,8	55,1	36,1	4,1	10,8	-	-	-	-	-	-	9,7

Fr = 13,3%; Fmax = 42,2%; m_{def} = 6

B IV (Erica-Kiefernwald), WK = 280 mm/1m Bodentiefe

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BN mm	79,4	75,7	52,1	31,8	47,0	27,5	7,8	29,6	45,6	70,2	76,7	54,7
% FN	60	60	55	55	55	55	50	50	50	55	60	60
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	53,8	48,8	21,8	-4,6	2,2	-26,1	-62,0	-41,4	-12,8	23,3	45,4	27,4
Sp mm	280	280	280	275,5	277,7	253	202,7	174,8	167	190,3	235,7	263,1
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,3	83,8	48,6	51,0	53,5	52,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	8,6	48,8	21,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

BN mm	99,3	94,6	71,1	43,4	68,4	43,9	12,5	50,2	77,5	95,8	95,9	68,4
% FN	75	75	75	75	80	80	85	85	85	80	75	75
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	73,7	67,7	40,8	7,0	23,6	-9,7	-57,3	-20,8	19,1	48,9	64,6	41,1
Sp mm	180	180	180	180	180	170,5	124,1	110,6	129,7	178,6	180	180
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,4	58,9	63,7	58,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	73,7	67,7	40,8	7,0	23,6	-	-	-	-	-	63,2	41,1

Fr = 8,6%; Fmax = 38,6%; m_{def} = 5

B II (gebüschreicher Staudenrasen), WK = 200 mm/1m Bodentiefe

BN mm	92,7	88,3	66,4	40,5	59,9	38,4	11,7	44,3	68,4	89,4	89,5	63,8
% FN	70	70	70	70	70	70	75	75	75	70	70	70
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	67,1	61,4	36,1	4,1	15,1	-15,2	-58,1	-26,7	10,0	42,5	58,2	36,5
Sp mm	200	200	200	200	200	185,3	138,4	121,1	131,1	173,6	200	200
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,1	58,6	61,6	58,4	46,9	31,3	27,3
U mm	67,1	61,4	36,1	4,1	15,1	-	-	-	-	-	31,8	36,5

Fr = 10,4%; Fmax = 39,4%; m_{def} = 5

B III (dichte Brombeerpolykormone), WK = 220 mm/1m Bodentiefe

BN mm	79,4	82,0	66,4	40,5	55,6	32,9	9,4	35,5	54,7	76,6	76,7	54,7
% FN	60	65	70	70	65	60	60	60	60	60	60	60
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	53,8	55,1	36,1	4,1	10,8	-20,7	-60,4	-35,5	-3,7	29,7	45,4	27,4
Sp mm	220	220	220	220	220	200,2	152,1	129,4	127,2	156,9	202,3	220
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	52,7	57,5	58,2	56,9	46,9	31,3	27,3
U mm	53,8	55,1	36,1	4,1	10,8	-	-	-	-	-	-	9,7

Fr = 13,3%; Fmax = 42,2%; m_{def} = 6

B IV (Erica-Kiefernwald), WK = 280 mm/1m Bodentiefe

BN mm	79,4	75,7	52,1	31,8	47,0	27,5	7,8	29,6	45,6	70,2	76,7	54,7
% FN	60	60	55	55	55	55	50	50	50	55	60	60
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	46,9	31,3	27,3
N-pV mm	53,8	48,8	21,8	-4,6	2,2	-26,1	-62,0	-41,4	-12,8	23,3	45,4	27,4
Sp mm	280	280	280	275,5	277,7	253	202,7	174,8	167	190,3	235,7	263,1
aV mm	25,6	26,9	30,3	36,3	83,8	48,6	51,0	53,5	52,4	46,9	31,3	27,3
Ü mm	8,6	48,8	21,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fr = 14,3%; Fmax = 40,4%; m_{def} = 9

B V (Steineichenwald), WK = 350 mm/1m Bodentiefe

BN mm	59,6	50,4	37,9	23,2	34,2	22,0	6,2	23,6	41,0	63,9	63,9	45,6
% FN	45	40	40	40	40	40	40	40	45	50	50	50
pV mm	25,6	26,9	30,3	36,4	44,8	53,6	69,8	71,0	58,4	40,9	31,3	27,3
N-pV mm	34,0	23,5	7,6	-13,2	-10,6	-31,6	-63,6	-47,4	-17,4	17,0	32,6	18,3
Sp mm	299,2	322,7	329,9	320,5	310,9	284	236,8	206,8	197,3	214,3	246,9	265,2
aV mm	25,6	26,9	30,3	32,6	43,6	48,9	53,4	53,6	50,5	40,9	31,3	27,3
Ü mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fr = 23% ; Fmax = 43,6%; m_{def} = 12

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors

of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy

BN = Bestandsniederschlag

% FN = prozentualer Anteil des Freiland-Niederschlages; monatlicher Minderbetrag nach eigenen Messungen (vgl. Kap. C 1.3.2.)

pV = potentielle Verdunstung, nach J. PAPADAKIS (1965) berechnet (Formel s. Kap. A 4.)

N-pV = (Bestandsniederschlag) - (potentielle Verdunstung)

Sp = Das am Ende des Monats im Boden befindliche und für die Pflanzen nutzbare Wasser, errechnet für Zeiten mit $N > pV$ nach der bei R. PFAU (1966) angegebenen Formel, für Zeiten mit $N < pV$ nach $Sp_n = Sp_{n-1} + (N-pV)$. Mit der Bilanzierung (s. Formel in Kap. B 2.1.2.) ist zu einem Zeitpunkt zu beginnen, zu dem Sättigung des Bodens anzunehmen ist (am Ende der Regenzeit). Wenn der während der Regenzeit gefallene Niederschlag nicht ausreicht, den Boden bis zur Wurzelraumkapazität aufzufüllen, ist ein Approximationsverfahren durchzuführen, durch das ein neuer Ausgangswert bestimmt wird.

aV = aktuelle Verdunstung, die sich aus $N \geq pV \Rightarrow aV = pV$ bzw. $N < pV \Rightarrow aV = N - (Sp_n - Sp_{n-1})$ ergibt.

Ü = Überschuß, der in den Interflow und in den oberflächlichen Abfluß (ggfs. auch in das Grundwasser) eingeht. Er ist nur für Perioden mit Sp_n = WK zu bestimmen durch $Ü = N - (Sp_n - Sp_{n-1}) - aV$.

WK = Wurzelraumkapazität = (Feldkapazität) - (permanenter Welkepunkt)

n = Monatsindex

n-1 = Vormonat

Fr = relativer Fehlbetrag, auf das ganze Jahr bezogen; $100 - (100 \sum_{1}^{12} n\ Sp_n / 12\ WK) = Fr\%$

Fmax = maximaler Fehlbetrag, auf den Monat stärkster Bodenaustrocknung bezogen; $100 - (100\ Sp_{min}/WK) = Fmax\%$

m_{def} = Anzahl der Monate mit defizitärem Wasserhaushalt

Datengrundlage für FN und pV = Mittel 1969-1978 von Levanto

VOLUMES DE LA SERIE

1. W. Matuszkiewicz - Die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Polen (1984).
2. AA. VV. - Studi sulla flora e vegetazione d'Italia (Volume in memoria del Prof. Valerio Giacomini) (1988).
3. AA VV - Spontaneus vegetation in settlements. Proceedings of the 31th Symposium of the International Association for Vegetation Science (Frascati, 11-15 April1988) (sous presse)
4. M. Richter - Untersuchungen zur vegetationsentwicklung und standortwandel auf mediterranen rebbrachen (1989)

La série paraît sous la forme de volumes séparés. La parution est irrégulière et suit le rythme des manuscrits acceptés pas les editeurs et le Comité de lecture. Les textes peuvent être rédigés en français, italien, espagnol, allemand et anglais.
Pour les conditions de vente contacter le sécretariat général.

Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors Courtesy of Editors