Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 57 (1976)

Artikel: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen an insubrischen Trockenwiesen karbonathaltiger Standorte

Autor: Meyer, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308450

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 57. Heft

Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen an insubrischen Trockenwiesen karbonathaltiger Standorte

von Martin Meyer

1976

INHALT

Vorwort 5

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG 6

B. ALLGEMEINER UEBERBLICK UEBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET 8

1. Geographische Lage 8

2. Klima 8

3. Geologie und Vergletscherung 19

4. Vegetation 21

5. Böden 23

6. Lage der Untersuchungsstandorte 24

C. METHODEN 28

I. VEGETATIONSKUNDLICHE METHODEN 28

1. Vegetationsaufnahmen und deren Auswertung 28

2. Vergleich von verschiedenen Pflanzengesellschaften 29

II. BODENKUNDLICHE METHODEN 31

1. Allgemeines 31

2. Bodenphysikalische Methoden 32

3. Bodenchemische Methoden 38

III. MIKROKLIMATISCHE METHODEN 40

D. UNTERSUCHTE VEGETATIONSEINHEITEN ZWISCHEN LAGO MAGGIORE UND LAGO DI GARDA 41

1. Allgemeine Uebersicht 41

2. Charakterisierung der Vegetationseinheiten 50

3. Die Chrysopogon gryllus-Wiesen am Monte Caslano 55

4. Verbreitungsareale und Lebensformenspektren der Arten 59

5. Kritische Arten der untersuchten Trockenwiesen 61

E. STANDORTSFAKTOREN DER VERSCHIEDENEN VEGETATIONSEINHEITEN 68

I. UEBERSICHT UEBER DIE ALLGEMEINEN OEKOLOGISCHEN FAKTOREN 68

1. Allgemeines 68

2. Die allgemeinen unabhängigen ökologischen Faktoren 68

3. Gemessene, unmittelbar wirkende Faktoren 70

II. BODENENTWICKLUNG UND BODENPROFILE

1. Bezeichnung und mögliche Entwicklung der karbonathaltigen Böden im Untersuchungsgebiet 74

2. Typische Profile für die verschiedenen Subassoziationen und Varianten des Chrysopogonetum 77

3. Bodenprofile unter dem Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum am Monte Caslano 84

III. BODENPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN UND BODENWASSER 89

1. Reelle und scheinbare Dichte der Böden sowie Korngrössenverteilung 89

2. Desorptionskurven und Feldkapazität der Böden vom Monte Caslano 91

3. Auswertung der Desorptionskurven: Bodenwassergehalte und pflanzenverwertbares Wasser 96

4. Bodenwassergehalte dreier Flächen am Monte Caslano, gemessen während zwei Messperioden 100

IV. BODENCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN 105

1. Karbonatgehalt 105

2. Bodenreaktion 105

3. Organische Substanz 106

V. MIKROKLIMATISCHE MESSUNGEN AM MONTE CASLANO 108

F. DISKUSSION 111

1. Die charakteristische Artenkombination der untersuchten Gesellschaft 111

2. Die Beziehungen der untersuchten Chrysopogon-Wiesen zu anderen, nahestehenden Einheiten 113

3. Die Sukzession innerhalb der untersuchten Gesellschaft 119

4. Wechselbeziehungen zwischen den ökologischen Faktoren 121

G. DIE SCHUTZWUERDIGKEIT DER UNTERSUCHTEN TROCKENWIESENGESELLSCHAFT UND DEREN ERHALTUNG 128

Zusammenfassung 131

Riassunto 133

Résumé 135

Summary 138

Literatur 141

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1971-1975 am Geobotanischen Institut (Stiftung Rübel) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Ihr Abschluss wurde durch die Mithilfe zahlreicher Personen ermöglicht.

Von Herrn Prof. Dr. E. Landolt, unter dessen Leitung die vorliegende Dissertation entstand, erhielt ich wertvolle Anregungen sowie aufbauende Kritik bei der Niederschrift. Für seine Unterstützung danke ich ihm bestens. Tatkräftige Mithilfe gewährte mir Herr Prof. Dr. F. Richard von der Professur für Bodenphysik (ETH-Z). Er sowie seine Mitarbeiter ermöglichten mir die Lösung der bodenphysikalischen Probleme. Ihnen allen sei an dieser Stelle gedankt.
Fragen der Bodensystematik und der Bodenbildung konnte ich mit Herrn Prof. Dr. R. Bach und Herrn Dr. H. Sticher besprechen. Für die lehrreichen Diskussionen danke ich den beiden Herren bestens.
Die Computerauswertung meiner Vegetationsaufnahmen ermöglichte mir Herr Dr. N. Kuhn, von der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen.
Herr J.-F. Matter, vom Institut für Waldbau (ETH-Z), stellte mir ebenfalls ein Computerprogramm zur Verfügung.
Herr PD Dr. F. Klötzli gab mir wertvolle Anregungen und beriet mich in pflanzensoziologischen Fragen. Ihm sowie allen anderen, nicht extra erwähnten Mitarbeitern des Geobotanischen Institutes sei für die Unterstützung vielmals gedankt.
Der Schweizerischen pflanzengeographischen Kommission danke ich für ihre finanziellen Beiträge.
Vor allem möchte ich aber auch meiner Frau für ihre Hilfe im Felde, ihre Aufmunterungen bei Fehlschlägen und für die Zeit, in welcher sie alleine war, ganz herzlich danken.

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Der südliche Teil des Tessins sowie die angrenzenden Gebiete werden in der Literatur meist mit Insubrien bezeichnet. Je nach Autor bezieht sich dieser Begriff auf einen grösseren oder kleineren Landschaftsbereich. So verstehen SCHMID (in SCHRÖTER 1956) und HOFER (1967) darunter das Gebiet der südlichen Alpenrandseen, Langen-, Luganer- und Comersee, während CHRIST (1908), SCHRÖTER (1936) und ARIETTI (1960) weiter östlich bis zum Gardasee gehen.

Die ausserordentlich grosse Vielfalt der Flora rund um die Oberitalienischen Seen sowie deren Vertreter aus submediterranen und mediterranen Florenarealen bewog die Floristen nördlicher Herkunft, diese Gebiete öfters zu besuchen. So ist bis heute die insubrische Flora recht ausführlich beschrieben worden (siehe dazu BECHERER 1961).

Vegetationskundliche, pflanzensoziologische Untersuchungen liegen aber nur in beschränktem Masse vor. Neuere Arbeiten über Waldgesellschaften schrieben LÜDI (1941), ESKUCHE (1955), ELLENBERG und REHDER (1962) und ANTONIETTI (1968). OBERDORFER (1964) bearbeitete den ganzen oberitalienischen Raum und die Südschweiz, wobei er versuchte, den insubrischen Vegetationskomplex gegen den submediterranen abzugrenzen und beide zu beschreiben. Mit Grünlandgesellschaften und Felsheiden befassten sich einige Autoren, welche hier kurz erwähnt werden sollen.

KOCH (1943) beschreibt eine Trockenwiesenassoziation, welche auf Kalk, aber z. T. auch auf Silikat vorkommt: das Andropogonetum grylli insubricum. Als Standort gibt der Autor flach- bis mittelgründige, südexponierte Felshänge an, wo Bäume und Sträucher noch nicht Fuss zu fassen vermögen oder durch Erosion und Brände behindert werden. Durch den Menschen wurden zusätzliche Areale geschaffen, wie unbebaute Landstreifen und terrassierte Hänge verlassener Rebberge.

HOFER (1967) untersuchte eine bisher noch wenig bekannte Gesellschaft der südalpinen kristallinen Zone, welche er als wärmeliebende Felsheide bezeichnete, ohne sie soziologisch einzustufen. Ihr Vorkommen ist an felsige, mässig bis sehr steile Sonnenhänge mit meist stark saurem bis schwach saurem Boden gebunden. Zu Vergleichszwecken wurden in der gleichen Arbeit einige Aufnahmen von kalkreichen Standorten untersucht. ANTONIETTI (1970) beschreibt eine Gesellschaft, welche auf Kristallingestein und saurem Boden, an mittleren bis steilen SE bis SW Hängen gedeiht: das Gryllo-Callunetum prov..

Ausser in der Arbeit von KOCH (1943) wurden die insubrischen Trockenwiesengesellschaften auf Kalk noch nicht eingehender untersucht. Mit der vorliegenden Arbeit sollten die natürlichen sowie die anthropogen geschaffenen Trockenwiesenstandorte auf basenreichen Böden in bezug auf ihre Soziologie sowie ihre Oekologie und Dynamik untersucht werden. Durch einen Vergleich zu nahestehenden Gesellschaften sollte zudem die Stellung dieser insubrischen Trockenwiesen aufgezeigt werden. Einige bodenkundliche Untersuchungen an den noch wenig erforschten insubrischen Böden über karbonathaltigem Muttergestein gaben wertvolle standortskundliche Hinweise.

Damit das ganze Spektrum des insubrischen Landschaftsbereiches erfasst werden konnte, wurde das Untersuchungsgebiet bis gegen den Gardasee ausgedehnt. Ebenso wurde darauf geachtet, möglichst verschieden exponierte, geneigte und bewirtschaftete Standorte zu untersuchen.

Die Trockenwiesen am Monte Caslano im Südtessin wurden eingehend untersucht, da es sich bei diesem Standort um ein schutzwürdiges Objekt von nationaler Bedeutung (KLN-Inventar 1967) handelt.

B. ALLGEMEINER UEBERBLICK UEBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

1. Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet - das südliche Tessin und das angrenzende italienische Territorium - erstreckt sich vom östlichen Langenseeufer den südlichen Kalkvoralpen entlang bis zum Gardasee. Das Gebiet zieht sich von 8° 30' östlicher Länge über 175 km bis 10° 50' östlicher Länge. Die Nord-Süd-Ausdehnung des Gebietes beträgt 80 km und reicht von 46° 15' bis 45° 30' nördlicher Breite (siehe Abb. 1). Die Täler der Tessiner Kalkalpen verlaufen teilweise in Nord-Süd-Richtung und z. T. in Nordost-Südwest-Richtung. Die parallel verlaufenden Täler der Bergamaskervoralpen und der Brescianervoralpen nehmen alle eine Nord-Süd-Richtung ein und münden in die Poebene. Die insubrischen und oberitalienischen Seen weisen folgende Meereshöhen auf: Langensee 193 m, Luganersee 271 m, Comersee 199 m, Iseosee 186 m und Gardasee 65 m.

Der in dieser Arbeit eingehend untersuchte Monte Caslano, auch Sassalto genannt, ragt als dreieckige Halbinsel in den Luganersee und trennt das Seebecken von Ponte Tresa, bis auf einen engen Durchfluss, vom restlichen Luganersee ab.

2. Klima

Die Untersuchungsflächen liegen alle in der kollinen Stufe, in welcher sich die Charakteristika des insubrischen Klimas wohl am ausgeprägtesten zeigen. Um die klimatischen Eigenheiten Insubriens besser aufzeigen zu können, wird dem engeren insubrischen Bereich (Langen-, Luganer- und Comersee) das Iseo- und Gardaseegebiet gegenübergestellt und als Vergleichsdaten je eine Station aus dem schweizerischen Mittelland (Zürich), eine aus dem Wallis (Sitten) und eine aus der Poebene (Mailand) angegeben.

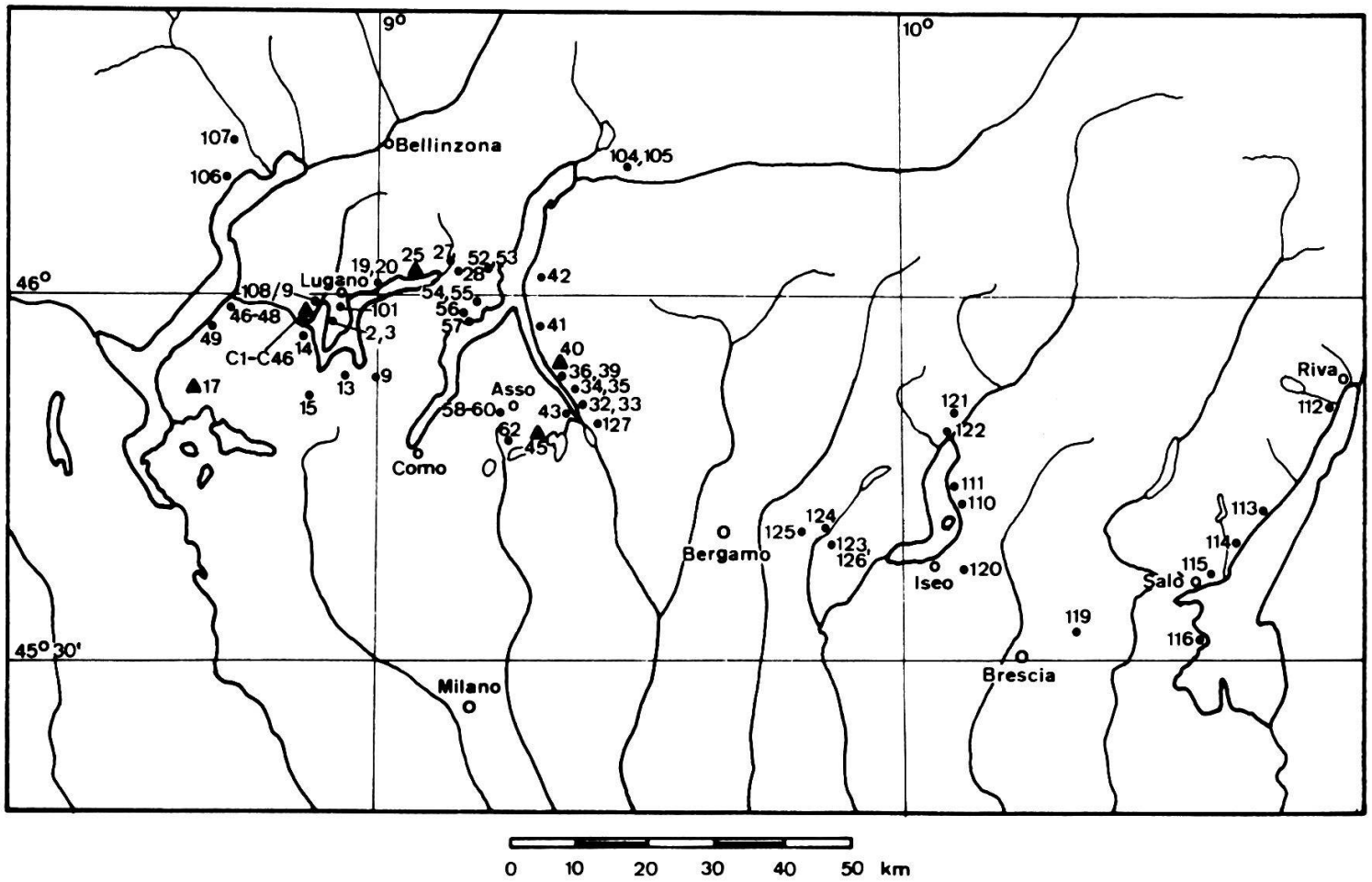
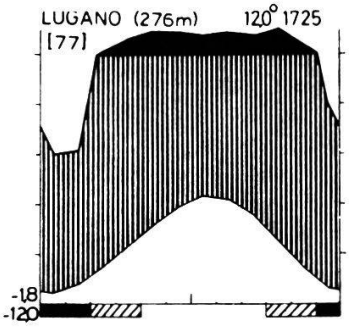
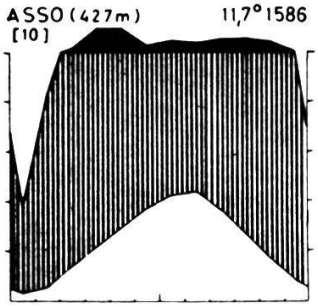


Abb. 1 Geographischer Ueberblick über das Untersuchungsgebiet und Lage der Untersuchungsflächen.

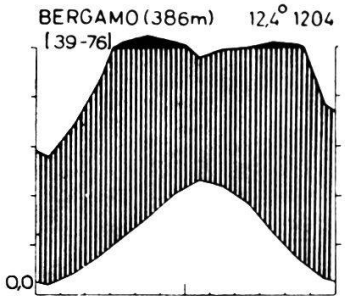
● Vegetationsaufnahmen ▲ Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen

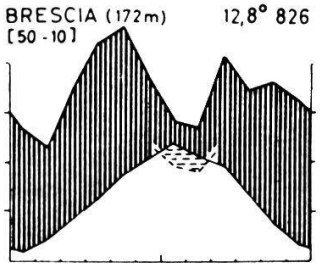
Insubrisches Seengebiet

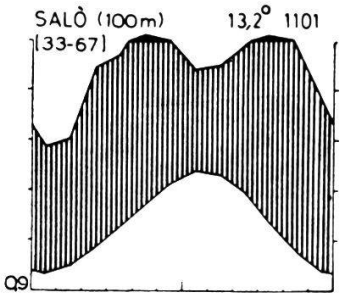




Iseo- und Gardaseegebiet







Poebene

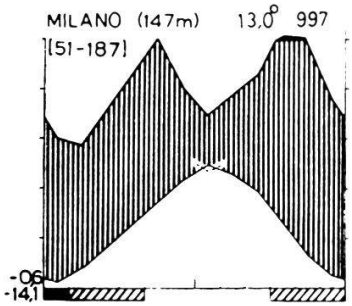


Abb. 2 Klimadiagramme aus dem Untersuchungsgebiet und von einer Vergleichsstation (aus WALTER und LIETH 1960).

2.1. Temperatur

Der jährliche Temperaturverlauf einiger Stationen kann den Klimadiagrammen nach WALTER und LIETH (1960) (Abb. 2) entnommen werden.

Im Untersuchungsgebiet liegt das Temperaturjahresmittel um 0,5 - 3,8 ^{o} C höher als in Sitten und um 3,2 - 5,5 ^{o} C höher als in Zürich. Für die Vegetation besonders wichtig sind die Temperaturverhältnisse im kältesten Monat. So liegt das Januarmittel südlich der Alpen um 1,6 - 4,3 ^{o} C bzw. 3,0 - 5,1 ^{o} C höher als in Sitten oder Zürich. Auch weist das Gebiet rund 19 - 28 Frosttage weniger auf als die Vergleichsstationen im Wallis und im Mittelland. Aus Tab. 1 geht der Unterschied zwischen dem engeren insubrischen Bereich und dem Iseo-Gardaseegebiet hervor. So liegen im ersteren die jährlichen Temperaturmittel etwa 1,0 - 2,3 ^{o} C und das Januarmittel um 2,5 ^{o} C tiefer als im Iseo-Gardaseegebiet.

HOFER (1967) gibt als Gründe für die thermische Begünstigung Insubriens an: die Abschirmung der von Norden oder Osten kommenden Kaltluftmassen durch die Alpen; das Abfliessen der gebildeten Kaltluft dank einer starken Luftzirkulation gegen die Poebene, womit die Kaltluftseebildung ausbleibt; den geringen Bewölkungsgrad und die Nebelarmut, welche die enorm lange Sonnenscheindauer (siehe Tab. 2) bedingen und ihrerseits temperaturerhöhend wirken.

Der jährliche Temperaturgang der verschiedenen Gebiete zeigt, dass das Iseo-Gardaseegebiet (speziell Brescia) eine etwas grössere Amplitude aufweist. Durch die gleichzeitig geringeren Niederschlagsmengen ist Brescia somit etwas kontinentaler getönt.

Dass die Seen einen ausgleichenden Einfluss auf das Klima haben, ist sicherlich richtig, nur darf dieser nicht überschätzt werden, wie dies HOFER (1967) auch erwähnte.

2.2. Niederschläge

Die Niederschlagsmengen im Untersuchungsgebiet sind beträchtlich und erreichen im engeren insubrischen Bereich Werte zwischen 1398 mm (Porlezza) und 1840 mm (Locarno-Monti), nehmen dann aber gegen Osten stark ab (AMBROSETTI 1971; EREDIA 1934). So werden bei Iseo noch 1183 mm und bei Salò 1046 mm registriert. Es zeigt sich, dass die Niederschlagsmengen von der Poebene gegen die Voralpen ansteigen. MAURER et al. (1909/10) sowie UTTINGER (1946) wiesen darauf hin, dass die warmen, feuchten Winde aus Richtung Süden und Südosten in den trichterförmigen Tälern stark ansteigen müssen, wobei sie sich abkühlen und kondensieren, was zu den ausgiebigen Niederschlägen führt. Ein gutes Beispiel dazu sind die beiden Stationen Iseo, am Südende des gleichnamigen Sees, und Lovere an dessen Nordende. Während Iseo 1183 mm Niederschlag erhält, fallen in Lovere deren 1626 mm.

Im Untersuchungsgebiet fallen die Niederschlagsmaxima fast ausschliesslich auf den Mai, mit einem sekundären Maximum im Herbst. Die Niederschlagsminima liegen im Januar und z. T. im Februar. Im Juli oder August wird ein zweiter leichter Rückgang der Niederschläge verzeichnet. Diese Tatsache trifft genau auf den von EREDIA (1943) wie auch von ANFOSSI (1914) beschriebenen Klimatyp zu: das sublitorale Klima.

Dieser Klimatyp lässt sich für unser Gebiet in zwei Untertypen aufteilen: westlich einer Nord-Süd verlaufenden Linie, welche zwischen Lecco und Bergamo liegt, sind die Sommerminima wenig ausgeprägt, während östlich dieser Linie diese Minima immer deutlicher werden.

Ein Charakteristikum des Untersuchungsgebietes ist die Niederschlagsmenge, welche pro Zeiteinheit fällt (Tab. 1). Während das Frühjahr die meisten Regentage (Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag) aufweist, fallen im Sommer und Herbst pro Regentag die grössten Niederschlagsmengen. Diese betragen dann durchschnittlich 20 mm im engeren insubrischen Gebiet und 10 - 15 mm im Iseo-Gardaseegebiet (AMBROSETTI 1971; EREDIA 1934). Niederschlagsmengen von 100 mm und mehr pro Regentag kommen recht häufig vor. Dann fliesst oberflächlich rasch viel Wasser ab und kann damit nicht zum pflanzenverwertbaren Wasser

	Lugano 276 m	Asso 427 m	Lecco 210 m	Bergamo 366 m	Iseo 186 m	Brescia 150 m	Salò 100 m	Sitten 549 m	Mailand 147 m	Zürich 569 m
Januarmittel °C	1,9	1,5		2,5		2,3	4,0	-0,3	1,7	-1,1
Julimittel °C	21,4	21,1		23,1		24,9	24,5	20,0	25,0	17,6
Temp. Amplitude °C	19,5	19,6		20,6		22,6	20,5	20,3	23,3	18,7
Jahresmittel °C	11,7	11,7		12,7		13,8	14,0	10,2	13,5	8,5
Mittleres Minimum °C	-7,3							-10,9	-7,7	-12,5
Frosttage pro Jahr	61,6							80,5	45,0	89,5
Jahresniederschlag (mm)	1742	1586	1429	1280	1183	826	1046	599	1016	1136
Regentage (Tagesniederschlagsmenge in mm) in den Perioden:										
Winter (Dez.-Febr.)	17,5 (12,8)	11,0 (20,3)	12,6 (13,2)	19,2 (11,1)	14,6 (12,6)	20,0 (8,2)	23,1 (9,6)		21,8 (8,6)	30,4 (6,8)
Frühjahr (März-Mai)	33,9 (13,6)	23,9 (21,1)	30,3 (13,5)	34,8 (12,3)	27,1 (12,8)	30,7 (8,2)	33,7 (9,2)		30,1 (7,4)	36,5 (6,9)
Sommer (Juni-Aug.)	30,1 (19,2)	17,5 (24,2)	23,4 (18,9)	24,2 (11,3)	21,7 (15,9)	19,0 (9,9)	25,6 (10,5)		18,5 (9,5)	38,7 (10,6)
Herbst (Sept.-Nov.)	28,1 (17,0)	18,7 (24,4)	21,8 (19,6)	29,2 (12,9)	21,4 (15,1)	23,9 (9,5)	26,0 (10,8)		24,1 (9,7)	30,6 (8,6)
	engeres insubrisches Gebiet			Iseo - Gardaseegebiet				Vergleichsstationen		

Tab. 1 Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Untersuchungsgebiet und bei Vergleichsstationen. Daten aus Italien aus EREDIA (1934, 1942), Periode 1926-1935. Daten aus der Schweiz aus AMBROSETTI (1971) und SCHÜEPP (1967-1968), Periode 1931-1960.

gezählt werden. Aus der Tab. 1 sind auch die Regentage pro Jahreszeit ersichtlich. Im Frühjahr regnet es im ganzen Untersuchungsgebiet durchschnittlich an 30,5 Tagen. Im Sommer hingegen reduzieren sich die Regentage auf 23,5 im engeren insubrischen Bereich und auf 22,5 im Iseo- Gardaseegebiet. Daraus wird ersichtlich, dass es im Sommer zu mehr oder weniger langen Trockenperioden kommen kann. Aufgrund 40jähriger Niederschlagsregistrierung wies UTTINGER (1946) für Lugano nach, dass 14tägige sommerliche Trockenperioden selten sind, dass drei Wochen ohne Niederschläge höchst selten und dann nur im August auftreten und dass vier regenlose Wochen im Sommer überhaupt nie vorkommen. Mittels einer Extremwert-Analyse zeigte KUHN (1973), dass im Sommerhalbjahr (1. April - 30. September) in Lugano etwa alle 20 Jahre eine 25tägige Trockenperiode eintritt. In einer gleich langen Beobachtungsperiode würden die Extremwerte für Sitten 24 und für Zürich 17 Tage betragen. Trotz den reichlichen Niederschlägen ist, laut KUHN (1973), Lugano diejenige Station in der Schweiz, welche mit der grössten Häufigkeit die längsten Trockenperioden im Sommerhalbjahr (Abb. 3) sowie über das ganze Jahr aufweist. Für die italienischen Gebiete stehen leider keine entsprechenden Daten zur Verfügung, doch darf anhand persönlicher Beobachtungen angenommen werden, dass in der Iseo- Gardaseeregion noch ausgeprägtere Trockenperioden vorkommen.

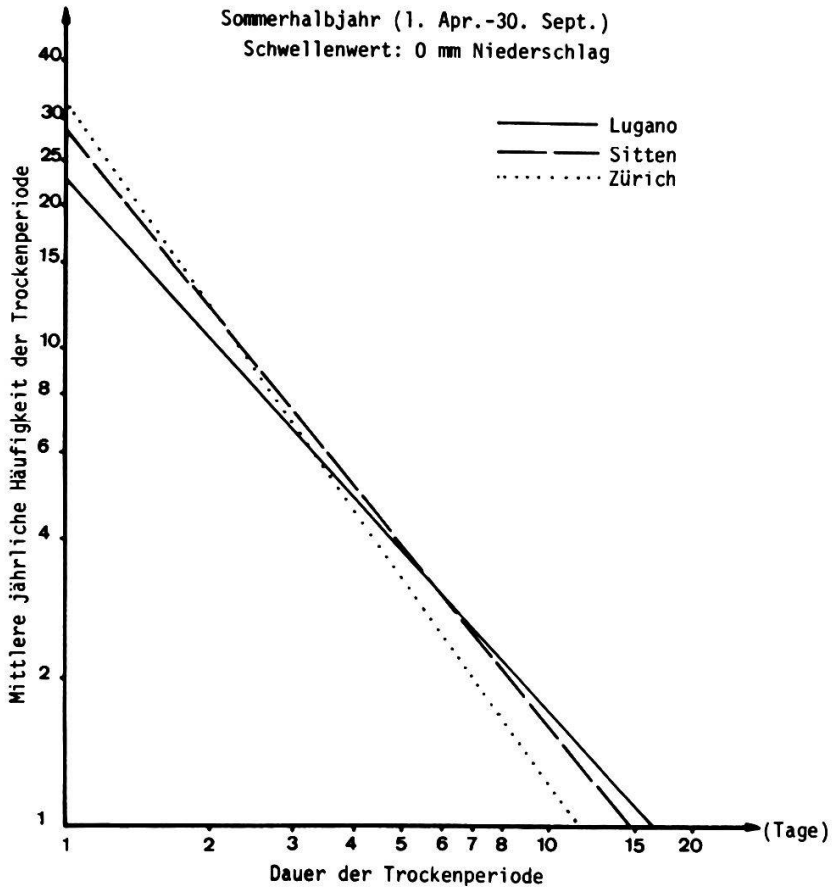


Abb. 3 Häufigkeitsverteilung von Trockenperioden verschiedener Stationen. Berechnet nach Angaben aus KUHN (1973).

2.3. Sonnenscheindauer und Luftfeuchtigkeit

Zum günstigen Temperaturhaushalt trägt die lange Sonnenscheindauer sowie der damit einhergehende geringe Bewölkungsgrad wesentlich bei. Das Südtessin zählt zu den nebel- und bewölkungsärmsten Gebieten der Schweiz (siehe Tab. 2). Der durchschnittlich stärkste Bewölkungsgrad tritt im Mai auf, der kleinste im Juli - August (AMBROSETTI 1971). Für die Iseo- Gardaseegegend darf allgemein eine noch geringere Bewölkung angenommen werden. Die absolute Sonnenscheindauer im Südtessin ist mit Werten zwischen 2300 - 2100 Stunden (Tab. 2) die höchste der Schweiz. In den Wintermonaten erhält Locarno etwa 2 - 3 mal mehr Sonne als Zürich (AMBROSETTI 1971). Auch die Werte der relativen Sonnenscheindauer, d. h. das Verhältnis der registrierten Dauer zur höchst möglichen (bei gegebenem Horizontverlauf und klarem Himmel), sind in Insubrien hoch (Tab. 2).

Ueber das ganze Jahr gesehen ist die relative Luftfeuchtigkeit der Südtessiner Stationen (Tab. 2) um 10 % niedriger als diejenige nördlich der Alpen. Die Monate Juni, Juli sind mit rund 61 % die trockensten, während die absoluten Tagesminima in den Monaten März und April mit Werten von nur 10 % registriert werden (AMBROSETTI 1971; SCHÜEPP und URFER 1971). Die Austrocknung erfolgt unter dem Einfluss des Nordföhnes, welcher oft Geschwindigkeiten bis 116 km/h erreicht (ZENONE 1961). Da in dieser Periode sehr viele Pflanzen am Austreiben sind, können dadurch Schäden entstehen. Häufig treten auch bei Nordföhn die gefürchteten Brände auf.

2.4. Maximal mögliche Strahlung

Einen wesentlichen Einfluss auf die mikroklimatischen Verhältnisse eines Standortes übt die Einstrahlung aus. Für die direkte Einstrahlung ist bekanntlich der Einfallswinkel sowie die Exposition massgebend. So wurde festgestellt, dass in den Alpen südexponierte Hänge von 21,5^{o} Neigung im Sommer und solche mit 68,5^{o} Neigung im Winter die grösste Einstrahlung erhalten (WALTER 1962). In Locarno-Monti hat THAMS (1956) einige quantitative Messungen vorgenommen. Im Dezember erhält ein 25° geneigter Südhang 218 cal/cm^{2},

während die ebene Fläche nur deren 111 bekommt. Im Sommer ist dieser Unterschied nicht mehr so ausgeprägt. Im Juli erhält der Südhang sogar etwas kleinere Strahlungswerte als die ebene Fläche, während in den übrigen Sommermonaten am Hang 12 - 32 % höhere Werte als in der Ebene registriert werden.

Um diese Unterschiede etwas zu verdeutlichen, wurde aus FRANK und LEE (1966) die maximal mögliche Einstrahlung, bei Vernachlässigung des Horizontverlaufes, der atmosphärischen Trübung und der Bewölkung, zu verschiedenen Jahreszeiten bei gegebener Exposition und Neigung herausgelesen. In Abb. 4 werden diese Werte für einen Südhang mit 20 % und 90 % Neigung sowie für die ebene Fläche dargestellt.

	Lugano	Zürich	Sitten	Mailand
Mittlere jährliche relative Luftfeuchigkeit (%)	67	76	68	70
Mittelwert um 0730 (%)	77	87	79	
Mittelwert um 1330 (%)	55	62	53	
Mittel der minimalen relativen Luftfeuchtigkeit	15	26	28	
Mittlere jährliche Sonnenscheindauer (Sdt)	2101	1693	2094	
Relative Sonnenscheindauer:				
im Frühling (%)	50	45	54	
im Sommer (%)	62	52	59	
im Herbst (%)	50	35	55	
im Winter (%)	51	22	45	
Mittlerer jährlicher Bewölkungsgrad (in Zehntel)	5,0	6,9	5,0	
Nebeltage pro Jahr	5	42	8	47

Tab. 2 Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer, Bewölkungsgrad und Nebeltage in Lugano und Vergleichsstationen. Werte aus AMBROSETTI (1971) und SCHÜEPP und URFER (1971) für die Periode 1931 - 1960.

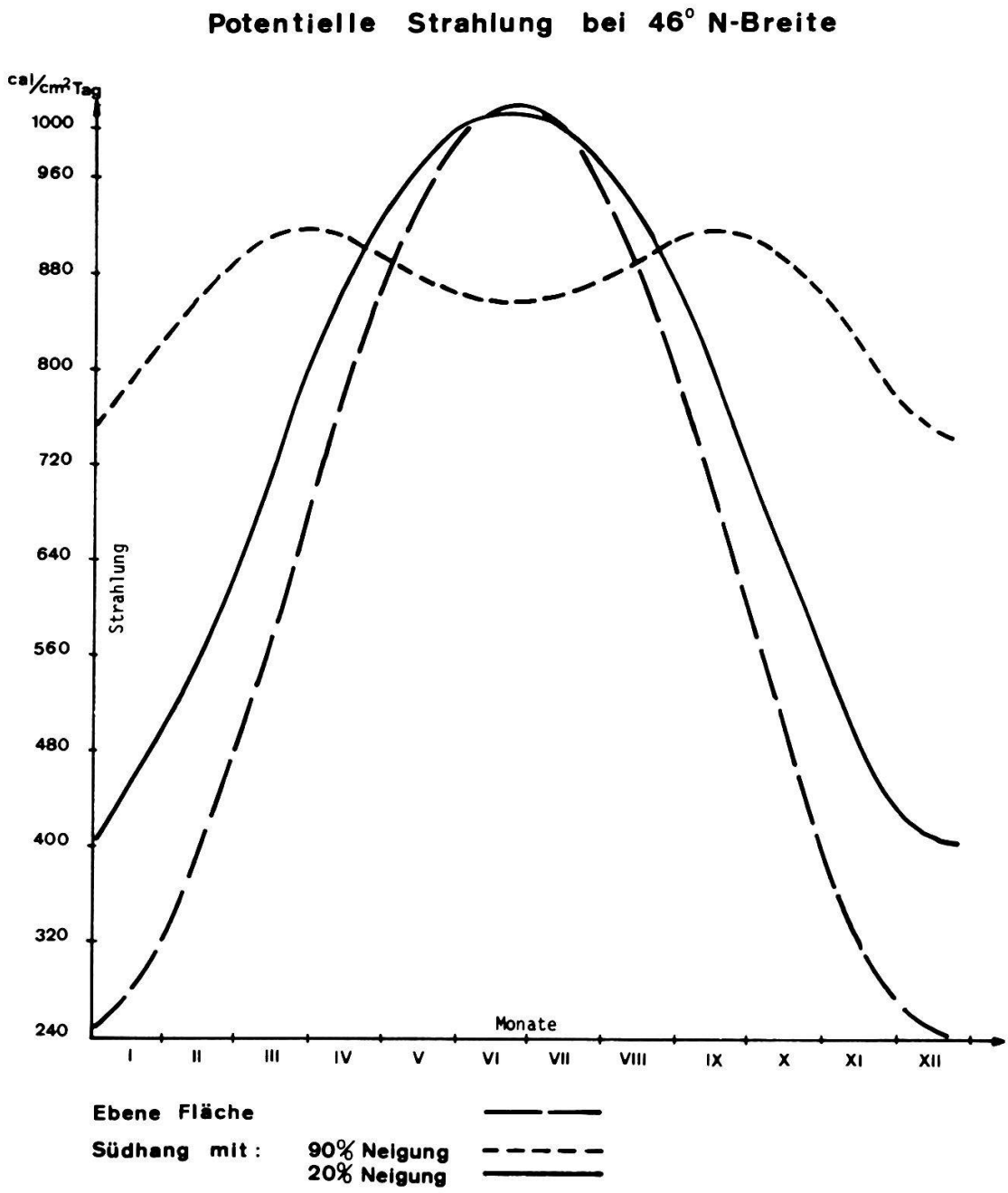


Abb. 4 Maximal mögliche Strahlung (cal/cm^{2}Tag) auf einen Südhang mit verschiedener Neigung und auf eine ebene Fläche.

3. Geologie und Vergletscherung

Die Bergkette, welche sich dem Südfuss der Alpen entlang vom Langensee bis zum Gardasee zieht, wird auch mit dem Namen Lombardische Alpen bezeichnet. Dieses Gebiet wird von der alpinen Wurzelzone (im Norden) durch die markante Störung der Jorio-Tonale-Linie getrennt. Die südalpinen Sedimente überlagern transgressiv ein älteres hercynisches Grundgebirge, das insubrische Kristallin oder Seengebirge. Nach BERNOULLI (1964) haben die Südalpen einen gewissen "autochthonen" Charakter.

Das Luganerseegebiet wird durch eine circa 20 km lange N - S verlaufende Störung, die Luganer-Linie (LEHNER 1952), in zwei Zonen geteilt. Westlich dieser Linie treten vor allem Dolomite auf. Es handelt sich dabei um den Salvatore-Dolomit aus der mittleren Trias (Anisien-Ladinien). Auch das spezielle Untersuchungsgebiet, der Monte Caslano, ist auf seiner Südseite aus diesem Gestein aufgebaut. Oestlich der genannten Linie dominieren Kieselkalke des unteren Lias, welche bis gegen Lecco reichen. Diese sogenannten Lombardische Kieselkalke (BERNOULLI 1964) weisen einen schwachen Ton- und SiO_2-Anteil auf und sind feinkörnig und leicht bituminös. Ab Lecco bis gegen den Gardasee dominieren wiederum Kalke des unteren und mittleren Trias, welche von Westen gegen Osten langsam zunehmen. Diesen ist, gegen die Poebene hin, eine Serie Liaskieselkalk vorgelagert. Diese Gesteine sind kieselige, mergelige Kalke.

Einen allgemeinen geologischen Ueberblick soll Abb. 5 vermitteln. Den unteren und mittleren Liaskieselkalken, welche vom Comersee bis zum Gardasee verlaufen, sind gegen die Poebene hin nacheinander folgende Streifen vorgelagert:

- obere Lias mit ammonitico rosso;
- Malm-Dogger mit Radiolarit und Aptychenkalk;
- untere Kreide mit Maiolica;
- obere Kreide mit Flysch i. allg.;
- Poebene mit Schotter.

Gemäss der Karte der diluvialen Vergletscherung im Atlas der Schweiz (IMHOF 1965) waren, mit Ausnahme der Gebiete zwischen Lecco und westlich Iseo sowie zwischen Iseo (östlich) und Gardasee, alle Flächen des Untersuchungsgebietes während der Eiszeit vollständig von Gletschern bedeckt.

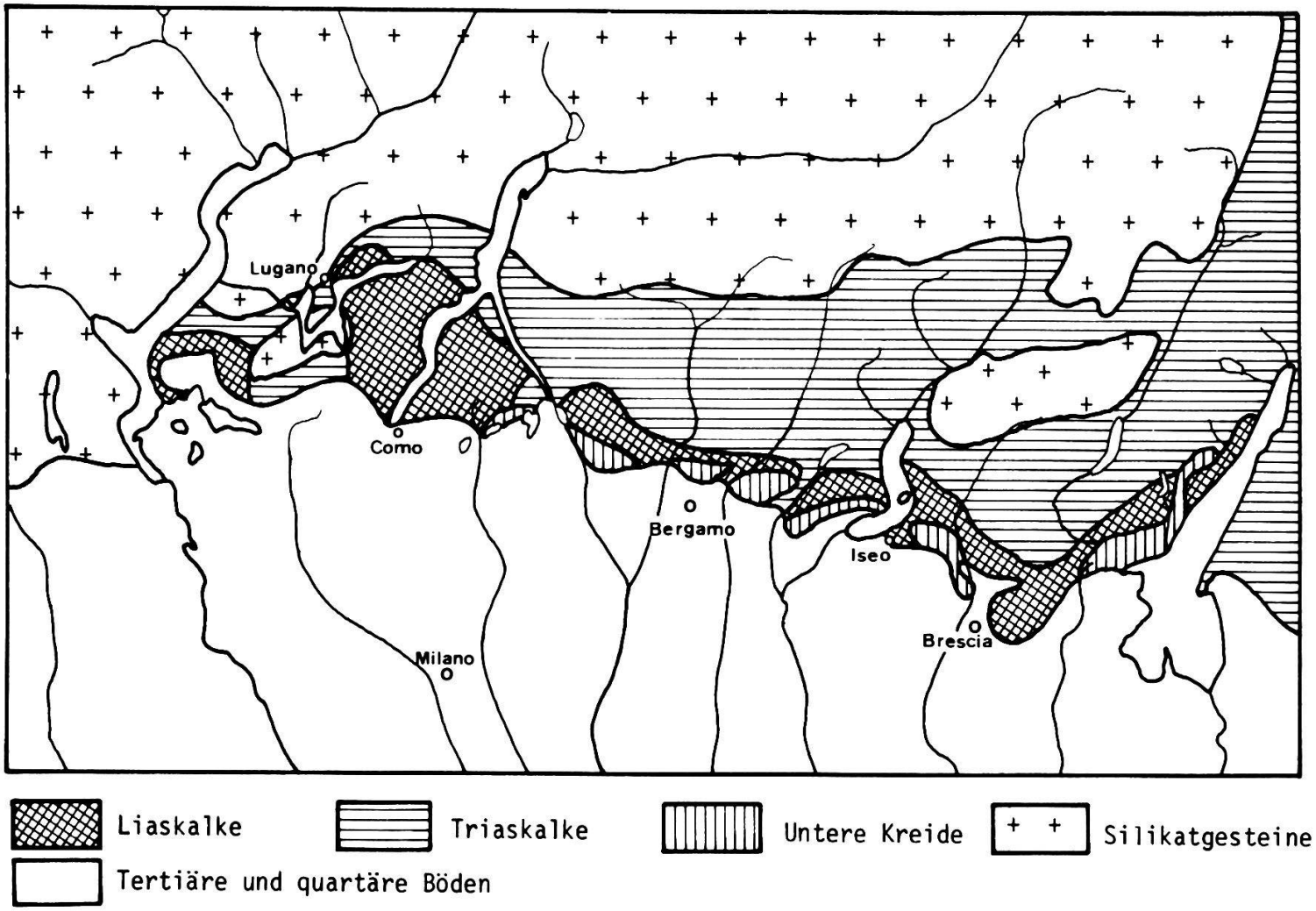


Abb. 5 Vereinfachte geologische Karte des Untersuchungsgebietes

4. Vegetation

Um einen Gesamteindruck der Vegetation und ihrer Zugehörigkeit zu erhalten, darf nicht nur von den untersuchten Trockenrasengesellschaften ausgegangen werden. Durch ihre extrazonale Artengruppierung könnte leicht eine falsche Vegetationsregion angesprochen werden.

OBERDORFER (1964) gibt einen Einblick in die Vegetationsverhältnisse Oberitaliens und des Südtessins. In seiner Arbeit trennt er den insubrischen Vegetationskomplex klar vom submediterranen Vegetationskomplex ab. Dabei stellt er fest, dass die westlichen Seen in erster Linie von sauren, silikatischen Gesteinen umrahmt werden, während im Osten die Kalkgesteine vorherrschen. Nach OBERDORFER (1964) kongruiert die insubrische Vegetation weitgehend mit den kalkarmen Gesteinen, während die submediterrane an kalkhaltige Gesteine gebunden zu sein scheint (Abb. 6).

In den südlichen Randalpen sind nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) über Silikat das Arunco-Fraxinetum (feuchte Standorte) und das Cruciato (glabrae)-Quercetum (frische bis trockene Standorte) als Schlussgesellschaften zu betrachten. Auf stark sauren, frischen bis trockenen Böden stockt das Phyteumo (betonicifoliae)-Quercetum. Ueber kalkhaltigem Muttergestein bilden nach den gleichen Autoren das Carpino (betuli)-Ostryetum (frische bis trockene Standorte) und das Fraxino (orni)-Ostryetum (trockene bis dürre Standorte) die Schlussgesellschaften.

Die Vegetationsaufnahmeflächen in Italien liegen nach FENAROLI (1970) fast alle im Gebiet der submediterranen und kollinen Vegetation. Diese wird vom Gürtel der heliophilen Laubwälder beherrscht; es sind dies laubwerfende Eichengesellschaften sowie Fraxino (orni)-Ostryeten, Arunco-Fraxineten und von der Edelkastanie beherrschte Ausbildungen dieser Wälder. Auf klimatisch optimalen Standorten wächst im insubrischen Vegetationsgebiet ein Lorbeer-Sommerwald, während im submediterranen ein Hartlaub-Sommerwald vorkommt (OBERDORFER 1964).

Eine Reihe von Heide- und Wiesengesellschaften können die vorher genannten Schlussgesellschaften ersetzen. So sind die Gryllo-Calluneten (ANTONIETTI 1970), die Felsheiden von HOFER (1967) und die Centaureo-Arrhenathereten (OBERDORFER 1964) als Ersatzgesellschaften der Silikatstandorte anzusehen. Die Kalktrockenrasengesellschaften des Bromion- oder Diplachnion-Verbandes sind ebenso als Ersatzgesellschaften zu betrachten.

Die Tatsache, dass an speziell begünstigten Standorten einzelne Vertreter mediterraner Florenelemente wie Quercus ilex, Cistus salviifolius, Diplachne serotina, Fumana ericoides und Ononis pusilla oder auch Olea europaea vorkommen, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir uns nicht in einem mediterranen Vegetationskomplex befinden.

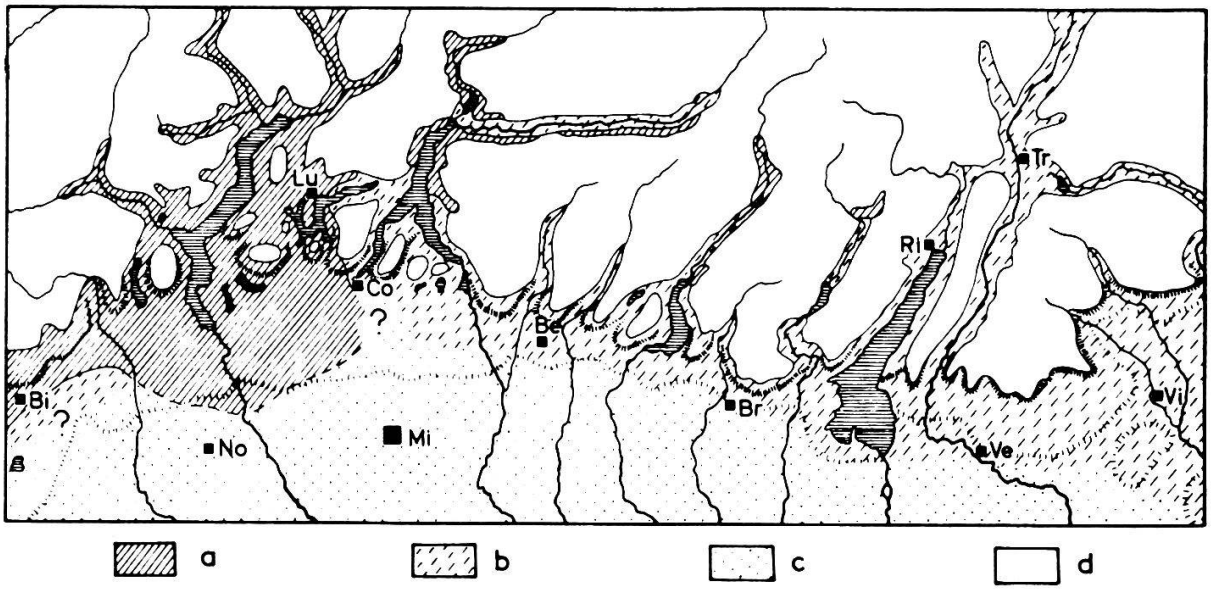


Abb. 6 Verbreitungsgebiet des insubrischen und des submediterranen Vegetationskomplexes (aus OBERDORFER 1964).

a = Gebiet der insubrischen Vegetation
b = Gebiet der submediterranen Vegetation (Orno-Ostryon)
c = Gebiet vorwiegend bodenbedingter Auen-Vegetation (Carpinion, Alno-Padion, usw.) oder Gebiete unbekannter Vegetationszugehörigkeit im ganzen vermutlich ebenfalls zum klimatisch submediterranen Vegetationskomplex gehörig
d = Montane und alpine Vegetation mit Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, Lärche, Grünerle oder offenen Gras- und Zwergstrauch-Gesellschaften

5. Böden

Die Böden im Untersuchungsgebiet sind noch wenig erforscht. Ueber Silikatstandorte gibt es einige, in den letzten Jahren erschienene Publikationen, über die Karbonatstandorte hingegen fehlen weitgehend neuere Beschreibungen. Namentlich die Systematik der Böden über karbonathaltigem Muttergestein ist noch nicht abgeklärt.

HARRASSOWITZ (1926) beschreibt sogenannte gelbe Böden. Er fand die im B-Horizont leicht gelb gefärbten Böden im Luganese über Lias sowie Kristallin und bezeichnete sie als die Vorstufe der roten Böden.

Dass die Tessiner Böden über Kalk und Dolomit stark an die Humuskarbonatböden der Kalkalpen und des Juras erinnern, meint PALLMANN (1932). Er bezeichnet sie als insubrische Humuskarbonatböden, da sie ein Anfangsstadium beginnender Roterdebildung zeigen.

Vorsichtig drückt sich ANTONIETTI (1968) in seiner Arbeit aus. Ueber kalkhaltiger Unterlage unterscheidet er drei Bodentypen: leicht saure insubrische Braunerden, neutrale insubrische Braunerden und insubrische Rendzinen.

Ueber das italienische Gebiet gibt die Bodenkarte von MANCINI (1960) Auskunft. Im Untersuchungsgebiet liegen laut diesem Autor hauptsächlich drei Bodentypen vor, nämlich: Rendzinen, d. h. Böden mit mindestens 10 % organischem Material sowie Skelett, die ein A-C-Profil aufweisen, Kalkbraunerden, d. h. Böden mit A-(B)-C-Profil, welche oberflächlich entkarbonatet und etwas lehmig sind und Para-Braunerden, d. h. Böden mit einem A-B-C-Profil.

BACH und FREI (1968) bezeichnen im Atlas der Schweiz die über Karbonat gewachsenen Böden im Südtessin mit Rendzinen, verbraunten Rendzinen und Rohhumusrendzinen.

6. Lage der Untersuchungsstandorte

Die aufgesuchten Flächen, an welchen vegetationskundliche und z. T. auch bodenkundliche Untersuchungen ausgeführt wurden, sind in Abb. 1 eingezeichnet. Hier sollen nun die Koordinaten der verschiedenen Standorte sowie deren Bezeichnung und Gebietszuteilung in tabellarischer Form angegeben werden.

Bezeichnung der Flächen	Name der Flächen	Koordinaten der Flächen 1)	Gebietszuteilung 2)
2	Barbengo	714220/90280	Lu
3	Barbengo	714360/90470	Lu
9	Salorino	721000/81210	Lu
13	Monte Useria	712070/80480	Lu
14	Brusimpiano	712325/89640	Lu
15	Arcisate	710290/80670	Lu
17A	Caravate	694050/81580	La
17B*)**)	Caravate	694050/81600	La
17C	Caravate	694000/81750	La
17D	Caravate	694100/81750	La
19	Gandria	720950/96110	Lu
20	Gandria	722310/97100	Lu
25A	San Michele	728700/99000	Lu
25B*)**)	San Michele	728690/99020	Lu
25C	San Michele	728650/99050	Lu
27	Tavordo	731290/100260	Lu
28	San Pietro	732260/100570	Lu
32	Lecco	751300/81500	Co
33	Lecco	750880/81550	Co
34A	Pradello	750150/82800	Co
34B	Pradello	750100/82890	Co
35	Valle di Rialba	748480/84360	Co

36	Borbino	747690/84620	Co
39	Sonvico	746250/88550	Co
40*)**)	Sornico	745200/91010	Co
41	La Cicogna	743810/94320	Co
42**)	Perledo	744170/97330	Co
43	Valmadrera	749280/80250	Co
45*)**)	Trebbia	748050/77450	Co
46	Bedero	699080/93100	La
47	La Canonica	699320/93000	La
48	La Canonica	699440/92700	La
49A	Rocca di Caldè	694960/89400	La
49B	Rocca di Caldè	694970/89440	La
49C	Rocca di Caldè	694950/89450	La
52	Naggio	736350/100500	Co
53A	Naggio	736450/100760	Co
53B	Naggio	736400/100790	Co
54	Griante	738620/96010	Co
55A	Griante	738580/96170	Co
55B	Griante	738570/96190	Co
55C	Griante	738580/96210	Co
56A	Volesio	738210/94850	Co
56B	Volesio	738220/94870	Co
56C	Volesio	738130/94850	Co
57	Dosso di Lavedo	736270/92090	Co
58	Caslino d'Erba	739500/78050	Co
59	Caslino d'Erba	739950/78190	Co
60A	Cà Bianca	741050/79035	Co
60B	Cà Bianca	741070/79050	Co
60C	Cà Bianca	741150/79100	Co
62A	Suello	745420/76230	Co
62B	Suello	745400/76230	Co
62C	Suello	745350/76250	Co
101	San Salvatore	716600/92150	Lu
102	San Salvatore	716690/92260	Lu
103	San Salvatore	716760/92500	Lu

104	Monastero	755400/133820	Co
105	Monastero	755200/113790	Co
106	Prato Cortella	700510/112370	La
107	Cavigliano	698450/115380	La
108**)	Magliaso	712250/93660	Lu
109	Magliaso	712120/93600	Lu
110	Vello	2°22'00"/45°45'15"	Is
111	Vello	2°23'00"/45°46'25"	Is
112	Limone	1°37'50"/45°50'20"	Ga
113	Gargnano	1°47'50"/45°41'10"	Ga
114	San Giorgio	1°48'30"/45°39'50"	Ga
115	San Bartolomeo	1°54'40"/45°36'50"	Ga
116	Manerba	1°52'50"/45°33'30"	Ga
119	Botticino-Mattina	2° 7'00"/45°32'35"	Br
120	Valenzano	2°22'20"/45°36'50"	Is
121	Volpino	2°20'55"/45°50'15"	Is
122	Lovere	2°23'15"/45°48'55"	Is
123	Zandobbio	2°35'00"/45°41'10"	Be
124	Trescore	2°35'55"/45°42'10"	Be
125	Cenate	2°38'45"/45°42'25"	Be
126	Zandobbio	2°35'00"/45°41'10"	Be
127	Somasca	754250/75600	Co
C1-C46*)**)	Monte Caslano	711950/92000	Lu

1) Soweit die Flächen noch auf Schweizer Landeskarten eingetragen sind, wurde das Berner Koordinatensystem (Bern 600/200) verwendet. Für die italienischen Karten werden die Flächen mit W-Länge und N-Breite angegeben, wobei für die W-Länge der Nullpunkt durch Rom verläuft.

2) La = Langenseebecken
Lu = Luganerseebecken
Co = Comerseebecken inkl. das Gebiet zwischen Como und Lecco

Be = Umgebung von Bergamo

Is = Iseoseebecken

Br = Umgebung von Brescia

Ga = Gardaseebecken

*) Bodenphysikalische Untersuchungen und Desorptionskurven sowie Messung der Feldkapazität bei den Flächen C9 und C35

**) Bodenchemische Untersuchungen und Aufnahme der Bodenprofile

C. METHODEN

I. VEGETATIONSKUNDLICHE METHODEN

1. Vegetationsaufnahmen und deren Auswertung

Bei der Auswahl der Aufnahmeflächen wurde das Schwergewicht auf das engere insubrische Gebiet gelegt, und in der Iseo- Gardaseeregion wurden relativ wenige Aufnahmen gemacht. Dabei erschien es besonders wichtig, möglichst alle Aspekte der Chrysopogon gryllus-Wiesen zu erfassen; dazu wurden zum Vergleich auch einige wenige Silikatstandorte aufgenommen. Flächen, welche einen lichten Eichen-Hopfenbuchen-Bestand trugen, wurden nicht berücksichtigt, da diese ANTONIETTI (1968) und z. T. auch HOFER (1967) untersucht haben.

Das Kriterium der Homogenität der einzelnen Flächen (BRAUN-BLANQUET 1964; ELLENBERG 1956) konnte nicht immer ganz erfüllt werden. Auch bei gleichbleibender Exposition und Hangneigung ändert die Bodenmächtigkeit über dem felsigen Untergrund oft auf kürzeste Distanz. Dadurch verändern sich auch der Skelett- und Humusanteil und damit der Bodenwassergehalt, was sich unmittelbar in der Vegetation widerspiegelt. Weil es sich um eine charakteristische Eigenschaft der untersuchten Gesellschaft handelt, wurden die Aufnahmeflächen dennoch nie kleiner als 50 - 100 m^2 gewählt.

Die Aufnahmen erfolgten nach der von BRAUN-BLANQUET (1964) beschriebenen Methode, welche auf der kombinierten Schätzung von Dominanz und Abundanz mittels einer Skala von 7 Werten beruht. Auf die Abschätzung der Soziabilität der Arten wurde verzichtet und damit der Begründung von ELLENBERG (1956) gefolgt.

Die Flächen im Langensee-, Luganersee- und Comerseegebiet wurden insgesamt dreimal aufgesucht, nämlich: im Juni 1972, im Mai 1973 und im August 1974. Die Iseo- Gardaseeflächen konnten nur zweimal aufgenommen werden: im Juni 1973

und im August 1974. Bei diesen Flächen könnten daher einige Frühlingsarten fehlen. Moose und Flechten wurden nicht aufgenommen, da sie nur geringe Deckungswerte erreichten.

Die Namen der Blütenpflanzen und Gefässkryptogamen sind nach HESS, LANDOLT und HIRZEL (1967, 1970, 1972) angegeben. Die Verbreitungsareale der Arten sowie deren Lebensformen sind OBERDORFER (1970) und, falls dort nicht vorhanden, dem vorher zitierten Werk entnommen worden.

Beim tabellarischen Vergleich der Vegetationsaufnahmen wurde nach der von ELLENBERG (1956) beschriebenen Methode vorgegangen. Parallel dazu wurde versucht, die Tabelle mittels eines automatischen Ordinationsverfahrens (SCHMID und KUHN 1970) mit dem Computer der ETHZ zu erhalten. Diese Methode, welche auf der Ermittlung der kürzesten Distanz, bzw. deren Quadrat (D^2) zwischen den verschiedenen Aufnahmen wie auch zwischen den verschiedenen Arten beruht, gab wertvolle Hinweise, führte aber nicht zur endgültigen Tabelle. Der Hauptgrund dürfte darin liegen, dass Vegetationsaufnahmen, die untereinander kontinuierlich fliessende Uebergänge aufweisen, nur schlecht getrennt und somit kaum zu Gruppen zusammengefasst werden. In der Zwischenzeit wurde diese Methode von KUHN stark verbessert.

2. Vergleich von verschiedenen Pflanzengesellschaften

Mit der vorliegenden Arbeit sollte auch versucht werden, die Stellung der hier untersuchten Chrysopogon gryllus-Wiesen zu anderen, ähnlichen Gesellschaften abzuklären. Zu diesem Zwecke wurden in einer Stetigkeitstabelle (BRAUN-BLANQUET 1964) die zu vergleichenden Gesellschaften einander gegenübergestellt. Zur Ermittlung ihrer Aehnlichkeit (Affinität) zueinander wurde die Formel von KULCZYNSKI, wie sie in KNAPP (1971) angegeben wird, verwendet. Dabei wird von einer Stetigkeitstabelle mit den Klassen I - V ausgegangen.

$$\text{Affinität (\%)} = \frac{100}{2}\left[\frac{\sum s_1 + \sum s_2 - \sum o}{2\sum s_1} + \frac{\sum s_1 + \sum s_2 - \sum o}{2\sum s_2}\right]$$

Wobei: $\sum s_1$ = Summe der Stetigkeitswerte in der einen,
$\sum s_2$ = in der anderen Gesellschaft,
$\sum o$ = Summe aller Differenzen (Absolutwert) der Stetigkeitswerte aller Arten.

RAABE (1952) sowie PIGNATTI (1962) bemerken, dass es bei diesem Vergleich wesentlich besser ist, sich auf die floristisch charakteristische Artenkombination der Gesellschaft zu beschränken und nicht deren sämtliche Arten zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass die Arten mit der Stetigkeit I und z. T. auch II bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

Für den hier ausgeführten Vergleich wurde diese charakteristische Artenkombination in folgender Weise berücksichtigt: Diejenigen Arten, welche mit Stetigkeit I unter den Begleitpflanzen auftraten und in keiner anderen Vergleichsgesellschaft mit einer höheren Stetigkeit vorhanden waren, wurden nicht berücksichtigt, hingegen sind Arten mit Stetigkeit I, welche in einer Artengruppe enthalten sind, berücksichtigt worden.

Nachdem die Affinitäten zwischen den einzelnen Gesellschaften ermittelt und in einer Dreiecksmatrix dargestellt worden waren, wurde mittels einem leicht modifizierten Rechenprogramm von GOWER und ROSS (1969) der sogenannte "minimum spanning tree" berechnet. Dieser ermöglicht es, die Verknüpfung der einzelnen Gesellschaften untereinander graphisch darzustellen, und zwar so, dass jeder Gesellschaft diejenigen noch freien Partner zugeordnet werden, welche zu dieser die grösstmögliche Affinität haben.

II. BODENKUNDLICHE METHODEN

1. Allgemeines

Die bodenkundlichen Untersuchungen sollten die vegetationskundlichen Untersuchungen ergänzen. So galt es, die Böden verschiedener Standorte zu beschreiben (Bodenprofile) sowie einige ausgewählte physikalische und chemische Eigenschaften zu erfassen und wenn möglich ökologisch zu interpretieren.

Einige Untersuchungen, wie Bodenreaktion, Karbonatgehalt und mittlere Bodengründigkeit wurden bei allen Vegetationsaufnahmeflächen durchgeführt. Zudem sollten an für spezielle Trockenrasenausbildungen charakteristischen Standorten genauere bodenkundliche Untersuchungen vorgenommen werden. Abb. 1 gibt Auskunft, wo diese Standorte liegen, und in B. 6. wird angegeben, wie sie bezeichnet werden und was untersucht wurde.

Im bodenkundlichen Teil der vorliegenden Arbeit wurden die folgenden Begriffe und Abkürzungen verwendet:

Natürlich gelagerter Boden: Boden, wie er an einem gegebenen Standort gewachsen ist. Er umfasst das Skelett, die Feinerde und die Hohlräume.

Gesiebte Feinerde: bezieht sich auf die 2 mm gesiebte Feinerde des natürlich gelagerten Bodens; sie wurde eingesetzt zur:

- Ermittlung der Desorptionskurve;
- Bestimmung der reellen Dichte;
- Bestimmung der scheinbaren Dichte;
- Bestimmung des Anteiles an organischer Substanz;
- Bestimmung des Anteiles an Sand, Schluff und Ton;
- Bestimmung des Karbonatgehaltes;
- Bestimmung des pH-Wertes.

$CaCo_3$	=	Kalziumkarbonat; wird in % g pro Trockengewicht angegeben
pH	=	pH (H_2O), Bodenreaktion der Feinerde in einer wässerigen Suspension
ρaf	=	ρa Feinerde = scheinbare Dichte der gesiebten Feinerde, bestimmt in den Versuchsringen für die Desorptionskurve (g/cm^3)
ρr	=	reelle Dichte der Feinerde (g/cm^3)
% g	=	Gewichtsprozente, bezogen auf das Trockengewicht der entsprechenden Probe
% V	=	Volumenprozente (Volumen pro Volumen) der entsprechenden Proben (z. B. bei Desorptionskurve H_2O in % V bezogen auf das Volumen der gesiebten Feinerde; am Standort Skelett in % V bezogen auf das Volumen des natürlich gelagerten Bodens).

2. Bodenphysikalische Methoden

2.1. Bestimmung der Saugspannung (Wasserbindung): Desorptionskurve und pflanzenverwertbares Wasser

Die Saugspannung ist diejenige Kraft, welche das Wasser im ungesättigten Boden an die festen Bodenteilchen (Matrix) zu binden vermag. Man kann sie mittels den physikalischen Grössen Atmosphären (at), Zentimeter Wassersäule (WScm), Millibar (mb) oder auch mit den sogenannten pF-Werten (Logarithmus der in WScm ausgedrückten Saugspannung) ausdrücken.

Ihre Bestimmung erfolgt im Experiment mittels Druckapparaturen. Auf wassergesättigte Bodenproben lässt man einen bestimmten Druck einwirken, was zur teilweisen Entwässerung der Proben führt. Das in der Probe, bei gegebenem Druck, zurückbleibende Wasser wird mit einer Saugspannung festgehalten, welche gleich oder grösser als dieser Entwässerungsdruck ist.

Die Werte für die Druckstufen 1 bis 800 WScm wurden mit der "Porösen-Platte-Apparatur" nach L. A. RICHARDS bestimmt, während die Werte für 2000 und 15000 WScm auf der "Druckmembran-Apparatur", ebenfalls nach L. A. RICHARDS, ermittelt wurden. Das genaue Vorgehen zur Bestimmung der Saugspannung ist in RICHARD und BEDA (1953) beschrieben.

Zur Gewinnung von natürlich gelagerten Bodenproben werden in der Regel Aushauer verwendet. Diese Methode konnte nicht angewandt werden, da die Böden im allgemeinen zu skeletthaltig waren. Auch wäre es unmöglich gewesen, natürlich gewachsene Proben für die "Druckmembran-Apparatur" vorzubereiten. Deshalb wurden nur "gestörte Proben" genommen, d. h. es wurde 2 mm gesiebte Feinerde in die Transportzylinder gefüllt. Dass diese Methode für die Interpretation des Wasserhaushaltes als erste, wenn auch grobe Annäherung an den natürlich gelagerten Boden verantwortet werden kann, lässt sich wie folgt begründen:

- Der natürlich gewachsene Boden besteht aus einem lockeren Gefüge von Skelett und Feinerde;
- die trockene Feinerde liess sich ohne Kraftanwendung, d. h. fast ohne Veränderung der Bodenaggregate durch das 2 mm-Sieb vom Skelett trennen;
- das Wegfallen des Skelettanteiles beeinflusst die Saugspannungswerte in der Feinerde nicht.

Die Desorptionskurve der Feinerde wird durch das Wegfallen des Skelettanteiles in Richtung höherer Wassergehalte verschoben, da pro Volumeneinheit mehr Feinerde vorliegt als im natürlich gelagerten Boden vorhanden wäre.

Wird der Boden experimentell ausgetrocknet, lässt sich der Zusammenhang zwischen Saugspannung und Wassergehalt des Bodens graphisch mittels der Desorptionskurve darstellen. Anhand der Desorptionskurve lässt sich angenähert die Menge des pflanzenverwertbaren Wassers der vorliegenden Bodenprobe berechnen. Dazu zählt als Näherung jener Anteil des Bodenwassers, welcher mit weniger als 15 at Saugspannung und mit mehr als bei der sogenannten Feldkapazität gebunden ist (vgl. RICHARD und BEDA 1953). Die Menge dieses pflanzenverwertbaren Wassers wird in % V (= Wassergehalt bezogen auf das Volumen des Druckapparaturringes, der mit 2 mm gesiebter Feinerde gefüllt wurde) angegeben. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem an der Professur für Bodenphysik entwickelten Computerprogramm.

2.2. Bestimmung der Feldkapazität (FK)

Die Feldkapazität entspricht jenem Wassergehalt eines normal durchlässigen Bodens, der sich nach Sättigung jedesmal einstellt, nachdem die Erdgravitation das aus den Bodenkapillaren entfernbare Wasser (sogenanntes Gravitationswasser) in grössere Tiefen verlagert hat. Je nach Boden entspricht dem Wassergehalt bei FK eine bestimmte Saugspannung, die in der Regel 2 - 3 Tage nach Sättigung des Bodens erreicht wird. Meist wird die FK über die Saugspannung des Wassers am natürlich gewachsenen Boden bestimmt. Die Saugspannung ihrerseits wird im Bereiche von 0 - 800 cm WS mit Tensiometern bestimmt. Wegen des hohen Skelettgehaltes der Böden konnten keine Tensiometer in den natürlich gelagerten Boden eingebaut werden. Der Kontakt der Tensiometerkerze mit der wasserbindenden Bodenmatrix war nicht gewährleistet. Aus diesen Gründen wurde die Feldkapazität als Näherungswert für natürliche Bedingungen wie folgt bestimmt:

a) Nachdem die Vegetationsdecke entfernt worden war (um die Evapotranspiration zu vermindern) konnte der natürlich gewachsene Boden mit Wasser gesättigt und mit einem Plastikstück abgedeckt werden. Nach 48 Stunden Wartezeit wurde die Feinerde aus der gewünschten Tiefe entnommen und in Burgerzylinder abgefüllt. Die FK wurde darauf mit Tensiometern, welche in die Burgerzylinder gesetzt worden waren, bestimmt. Um die Evaporation des Bodenwassers zu verringern, wurden die Zylinder in Plastiksäcke, welche um die Tensiometer abgeschlossen wurden, verpackt und an einen kühlen, schattigen Ort gestellt. In regelmässigen Abständen wurde die Saugspannung abgelesen und jener Wert als Saugspannung bei FK angenommen, der mindestens bei zwei Ablesungen konstant war, nachher aber leicht anstieg. Pro Horizont wurden jeweils parallel 6 Proben gemessen.

b) Die zweite Methode zur Bestimmung des Wassergehaltes bei FK konnte gleichzeitig mit der vorherigen ausgeführt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass die Desorptionskurve schon ermittelt worden ist. Ein Teil des Bodens wurde in diesem Falle statt in Burgerzylinder in Plastiksäcke gefüllt. Nach der Bestimmung des Frischgewichtes wurden die Proben bei 105 ^{o} C getrocknet und deren Trockengewicht ermittelt. Nun konnte der Bodenwasser-

gehalt (in % g) bei Feldkapazität berechnet werden und in der Desorptionskurve (aus dem gesiebten Boden der gleichen Fläche) der entsprechende Saugspannungswert abgelesen werden.

c) Eine dritte Möglichkeit, welche allerdings nicht zum gewünschten Resultat führte, ist die von SALTER (1967) beschriebene Methode. Dabei wurde praktisch skelettfreier, aber nicht gesiebter Boden in einen, unten durch ein feines Nylonnetz abgeschlossenen Zylinder bekannten Volumens gefüllt und anschliessend so in ein Wasserbad gestellt, dass der Wasserspiegel sich einige mm unterhalb der Zylinderoberkante befand. Nach Wassersättigung (24 - 48 Stunden) stellte man den Zylinder auf eine Schale mit sehr feuchtem, feinkörnigen Sand, bedeckte die Bodenproben mit einem Deckel (Verdunstungsschutz) und liess bis zur Gewichtskonstanz abtropfen. Der Boden wurde dann bei 105 ^{o} C getrocknet und der Wassergehalt (in % V) berechnet. Aus der bekannten Desorptionskurve, die aus gesiebter Feinerde der gleichen Fläche ermittelt worden war, liess sich die entsprechende Saugspannung ablesen. Es zeigte sich nun, dass die Bodenproben sich nur sehr unvollständig entwässerten und damit viel zu tiefe Feldkapazitätwerte ermittelt wurden. Der Grund dürfte an den hängenden Wassermenisken beim Uebergang Bodenprobe/Nylonnetz/Sand zu suchen sein.

2.3. Bestimmung des Skelettanteiles

Wie in C. II. 2.1. erwähnt wurde, lässt sich aus der an standartisierten Feinerdeproben bestimmten Desorptionskurve in grober Annäherung die Menge des pflanzenverwertbaren Wassers berechnen. Da aber, wie an der gleichen Stelle auch gesagt wurde, nur gestörte Proben untersucht werden konnten, d. h. Proben ohne Skelettanteil, geben die so ermittelten Kurven einen viel zu grossen Anteil an pflanzenverwertbarem Wasser, bezogen auf den natürlich gelagerten Boden. Will man ein angenähertes Bild des pflanzenverfügbaren Wassers erhalten, so ist es unumgänglich, die Bodengründigkeit sowie den Skelettanteil, bzw. den wirklichen Anteil der Feinerde pro Volumeneinheit natürlich gewachsenen Bodens zu berücksichtigen.

Die Bestimmung des Skelettanteiles, d. h. aller jener porenfreier Teile, welche einen grösseren Durchmesser als 2 mm aufweisen, erfolgte nach einer einfachen Methode. Es wurden zwischen 4 - 7 Liter natürlich gewachsenen Bodens aus dem Hauptwurzelhorizont, d. h. bis in 30 cm Tiefe, fein säuberlich ausgegraben und in einen Sack oder Behälter gefüllt. Das freigelegte Volumen wurde mit einer genau gemessenen Menge Schaumstoffgranulat (Wannerit) von 1,0 - 1,5 mm Ø aufgefüllt. Das ausgegrabene Volumen konnte somit recht genau ermittelt werden. Alsdann wurde die Feinerde mit dem 2 mm-Sieb vom Skelett getrennt. Der Volumenanteil des Skelettes entsprach dem Wasservolumen, welches dieses beim Eintauchen verdrängte. Daraus wurde der Prozentanteil Skelett am Totalvolumen berechnet. Gleichzeitig konnte in ähnlicher Weise, durch Eintauchen in Methanol, das Volumen der Feinerde und der Wurzeln bestimmt werden.

2.4. Bestimmung der scheinbaren und der reellen Dichte

Eine Bestimmung der scheinbaren Dichte des natürlich gelagerten Bodens konnte nicht durchgeführt werden, da es wegen des grossen Skelettreichtums des Bodens nicht möglich war, mittels Aushauern oder Burgerzylindern von 1000 cm^3 Inhalt Feldproben zu entnehmen.

Bei der Auswertung der Daten zur Desorptionskurve wird durch das Computerprogramm eine scheinbare Dichte berechnet. Dabei handelt es sich aber um die scheinbare Dichte der gestörten Feinerdeproben, welche in die Versuchsringe geschüttelt wurden und kein Skelett enthalten. Im folgenden wird diese scheinbare Dichte mit ρ_{af} (= $\rho_{aFeinerde}$) bezeichnet werden.

Die reelle Dichte der festen Bodenteilchen wurde durch Pyknometrieren bestimmt (SCHLICHTING und BLUME 1966). Sie wird mit ρ_r (g/cm^3) bezeichnet und wurde an der gesiebten Feinerde ermittelt.

2.5. Bestimmung der Korngrössen

Die Korngrössenverteilung der Böden wurde mittels einer Kombination von Sieb- und Aräometermethode bestimmt. Für die Fraktionen $<$ 0,063 mm Ø ist die Aräometermethode nach CASAGRANDE, wie sie in SCHLICHTING und BLUME (1966) beschrieben wird, angewendet worden. Anstelle des Nomogrammes konnte eine von BURNAND (nicht veröffentlicht) verfasste Tabelle verwendet werden. Für die Auftrennung der Sandfraktion, d. h. der Teilchen mit 0,063 - 2,0 mm Ø wurde die Nassiebmethode angewandt. Die Siebung erfolgte mit einer elektromagnetischen Siebmaschine.

Folgende Grobeinteilung wurde verwendet:	$<$ 0,002 mm Ø	Ton
	0,002 - 0,063 mm Ø	Schluff
	0,063 - 2,0 mm Ø	Sand

Da es sich durchwegs um humusreiche Böden handelte, wurde die organische Substanz vor der Analyse mit einer 6 %igen H_2O_2-Lösung zerstört.

2.6. Bodenwassergehalt

Am Monte Caslano wurden an drei verschiedenen Standorten während zwei Perioden regelmässig Bodenproben für die Wassergehaltsbestimmung aus 10 - 15 cm Tiefe entnommen. Pro Fläche wurden mit einer Gartenschaufel 4 - 5 Löcher gegraben und die Feinerde in einen Plastiksack gefüllt. Das Frischgewicht wurde sogleich bestimmt. Anschliessend wurden die Proben bei 105 ^{o} C getrocknet, erneut gewogen und der Wassergehalt in % g berechnet.

2.7. Ermittlung der Bodengründigkeit

Mit einer 1 m langen eisernen Sondierstange, welche mit einem Gummihammer 5 - 8 mal pro Fläche eingeschlagen wurde, wurde versucht, einen Richtwert für die den Pflanzen zur Verfügung stehende Bodentiefe zu ermitteln. Das Ziel war nicht, die absolute Gründigkeit zu messen, sondern die Mächtigkeit des Bodens

zu erfassen, welche für die Berechnung des pflanzenverfügbaren Wassers (siehe auch C. II. 2.3.) ausschlaggebend ist. Da das Bodenwasser vor allem in den feinerdereichen Horizonten lokalisiert ist, welche für die Grünlandgesellschaften als Hauptwurzelhorizont angesehen werden können, und in den Uebergangshorizonten zum Muttergestein das Volumen der Feinerde gegenüber demjenigen des Skelettanteiles als sehr klein betrachtet werden kann, darf diese Methode als ausreichend bezeichnet werden. Da das gleiche Verfahren bei allen Flächen angewandt wurde, können diese untereinander verglichen werden.

3. Bodenchemische Methoden

3.1. Bodenreaktion, pH

Bei allen Vegetationsaufnahmeflächen wurden durch 5 - 8 Einstiche in ca. 10- 15 cm Tiefe frische Mischproben gewonnen und deren Bodenreaktion bestimmt. Dazu wurde die Feinerde mit destilliertem Wasser zu einem dickflüssigen Brei angerührt, welcher 5 Stunden stehengelassen wurde. Nach kräftigem Aufrühren konnte der pH-Wert mit einer Glaselektrode (Transistor-pH-Meter, Polymetron) gemessen werden (vgl. ANTONIETTI 1968).

3.2. Bestimmung des Karbonatgehaltes

Ein Teil der Feinerde der verschiedenen Vegetationsaufnahmeflächen wurde zur Bestimmung des Karbonatgehaltes verwendet. Die Methode mit dem Passon-Gerät wird in STEUBING (1965) beschrieben.

3.3. Bestimmung der organischen Substanz im Boden

Die organische Substanz des Bodens setzt sich zusammen aus:

- Reste abgestorbener Pflanzen und Tiere, welche mehr oder weniger in Verrottung begriffen sind;
- Humus, d. h. abgebaute und umgesetzte Verbindungen aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren.

Auf eine erste Methode zur Bestimmung der organischen Substanz des Bodens wurde kurz in C. II. 2.5. hingewiesen. Die Bodenproben wurden mit einer 6 %igen H_2O_2-Lösung versetzt und in einem 70 ^{o} C heissen Wasserbad zur Reaktion gebracht. Flaute diese ab, wurde erneut H_2O_2 hinzugegeben und das solange, bis keine Reaktion mehr festzustellen war. Aus der Gewichtsdifferenz vor und nach der Zerstörung konnte der Anteil an organischer Substanz berechnet werden. STICHER (1971) gibt zu bedenken, dass mit dieser Methode immer ein Restgehalt an organischer Substanz vorhanden bleibe und dass SiO_2, Al_2O_3 und Fe_2O_3 dabei gelöst werden.

Es wurde deshalb vorgezogen, die Methode der sogenannten "nassen Verbrennung" zu verwenden. Das organische C wird dabei mit $K_2Cr_2O_7$ oxydiert. Anschliessend werden die entstehenden Cr^{3+} Ionen kolorimetrisch bestimmt und der C-Gehalt anhand einer Eichkurve abgelesen (SCHLICHTING und BLUME 1966). % Humusgehalt = % C x 1,725.

III. MIKROKLIMATISCHE METHODEN

Um einen Eindruck des Wasserhaushaltes unserer Trockenrasen zu erhalten, wurde am Monte Caslano an vier verschiedenen Stellen die Evaporation und gleichzeitig die relative Luftfeuchtigkeit gemessen; dies im April, bei starkem Nordwind, und im Juni.

Zur Messung der Evaporation wurden Piche-Evaporimeter von 25 ml mit grünen Fliesspapierchen von 3 cm Durchmesser benutzt. Je drei Instrumente wurden in 10 cm und 95 cm über dem Boden aufgehängt und so befestigt, dass sie durch den Wind nicht bewegt werden konnten. Um eine Dampfdruckerzeugung in den Evaporimetern zu verhüten, musste der obere Teil der Instrumente beschattet werden. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde mit einem Aspirationspsychrometer nach Assmann in 30 cm über dem Boden bestimmt.

Den besten Einblick in den Wasserhaushalt erhält man über die Evapotranspiration. Da für deren annähernde Bestimmung keine Instrumente (z. B. Wild'sche Waage) zur Verfügung standen, wurde versucht, diese Werte über eine der verschiedenen Formeln von THRONTHWAITE (1948), PENMANN (1956) und PRIMAULT (1962) zu berechnen. Während diese Formeln für ebene Flächen durchaus brauchbare Werte liefern, können sie aber für Hanglagen nicht angewandt werden. Wie in B. 2.4. gezeigt wurde, erhalten Hanglagen je nach Exposition und Neigung verschiedene Einstrahlungswerte. Diese beeinflussen die Evapotranspiration, wie dies den Formeln von HOFMANN (1956) als auch von PENMAN (1956) entnommen werden kann. Aus diesen Gründen kann gesagt werden, dass bei höheren Strahlungswerten auch mehr evapotranspiriert wird.

Damit die verschiedenen Vegetationsaufnahmeflächen bezüglich dieser Grösse verglichen werden konnten, wurde für jede Fläche die maximal mögliche Einstrahlung im Durchschnitt eines Jahres angegeben (siehe Abb. 31). Diese Werte, welche ohne Berücksichtigung des Horizontverlaufes, der atmosphärischen Trübung und der Bewölkung gelten, wurden den Tabellen von FRANK und LEE (1966) entnommen. Da die Meereshöhe der verschiedenen Flächen, deren geographische Breite sowie die Luftreinheit und der Horizontverlauf über das ganze Gebiet als konstant erachtet werden können, sind die Werte sicher vergleichbar.

D. UNTERSUCHTE VEGETATIONSEINHEITEN ZWISCHEN LAGO MAGGIORE UND LAGO DI GARDA

1. Allgemeine Uebersicht

Die grosse ökologische Amplitude, welche die in den Aufnahmen hochstete Art Chrysopogon gryllus aufweist, wurde von verschiedenen Autoren (CSÜROS und NIEDERMAIER 1966; LORENZONI 1967; ILIJANIĆ, GAŽI und TOPIĆ 1972) festgestellt. Ihre Verbreitung reicht von Frankreich über das Südtessin, Oesterreich und die Tschechoslowakei bis Nordost-Ungarn und von dort nach Süden bis gegen Arad-Minis (Rumänien). Zudem ist die Art auf der Krim, im Kaukasus, in Kleinasien, Syrien, im Iran und den westlichen Gebieten Indiens anzutreffen und wird auch aus Australien angegeben (CSÜROS und NIEDERMAIER 1966).

Chrysopogon gryllus ist eine rasenbildende, ausdauernde, xeromorphe, thermophile Art. Sie wächst auf Böden, die aus ganz verschiedenen Gesteinen hervorgegangen sind, und ist sogar auf schwach salzhaltiger Unterlage anzutreffen. Im allgemeinen handelt es sich um warme, gut durchlüftete Böden mit schwach saurer bis leicht alkalischer Reaktion und einem mässigen Humusgehalt; aber auch auf Sandböden soll diese Art nach CSÜROS und NIEDERMAIER (1966) vorkommen.

Im Untersuchungsgebiet, welches an der Nordgrenze des Verbreitungsareales von Chrysopogon gryllus liegt, tritt diese Art nur an mikroklimatisch begünstigten Standorten auf, dort allerdings auf Böden über kalkreichen wie auch kalkarmen Gesteinen.

Die Arbeiten von HOFER (1967) und ANTONIETTI (1970) befassen sich mit der heideartigen Vegetation auf saurem Gestein, während KOCH (1943) eine azidophile Variante des "Andropogonetum grylli insubricum" über silikathaltigem Gestein beschreibt. In den Felsheiden von HOFER (1967) kommt Chrysopogon gryllus kaum vor, in den Gesellschaften der beiden anderen Autoren ist diese Arten hingegen hochstet.

Die tabellarische Auswertung der Vegetationsaufnahmen ergibt eine eindeutige Abtrennung der Chrysopogon-Trockenwiesen über karbonathaltiger Unterlage von jenen über saurem Gestein. Die erstere wird Carici humilis-Chrysopogonetum grylli , die zweite Holco-Chrysopogonetum grylli prov. genannt. Die genaue soziologische Zusammensetzung dieser beiden Gesellschaften ist der Vegetationstabelle 1 (Tab. im Anhang) zu entnehmen.

Diese ist nach einem abnehmenden Trockenheitsgradienten aufgebaut, welcher von links nach rechts verläuft. Die Charakterartengruppen A bis S entsprechen ebenfalls einem Gradienten, der von sehr trockenen, karbonathaltigen über trockene zu wechseltrockenen bis wechselfeuchten, silikathaltigen Böden geht. Die Gruppen T bis X stellen die jeweiligen Ausbildungen dar oder sagen etwas über die Bewirtschaftung oder spezielle Bodenverhältnisse aus. In den Gruppen Y und Z sind die hochsteten Arten zusammengefasst.

Der Kurzschlüssel (Tab. 3) zur Vegetationstabelle 1 soll die Unterteilung des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli veranschaulichen. Die dazugehörigen Artengruppen werden auf den folgenden Seiten angegeben. Deren ökologischer Aussagewert wird teilweise bei der Besprechung der einzelnen Subassoziationen und Varianten näher beschrieben.

Ausser den in der Vegetationstabelle 1 angegebenen Arten wurden die hier folgenden in nur 1 bis 2 Aufnahmen registriert:
Achillea setacea (74,105), Aethionema saxatile (25A, 55A), Agrostis capillaris (76), Ajuga genevensis (40), Ajuga reptans (3), Allium montanum (79, 112), Allium oleraceum (70), Asperula cynanchica (34A, 112) Avena pratensis (40), Avena pubescens (72), Betula pendula (79, 81), Bromus mollis (54, 107), Bupleurum gramineum (102, 103), Campanula rapunculus (27, 29), Carex divulsa (108, 109), Carex ornithopoda (25A, 53B), Carex pilulifera (62B), Carex tomentosa (73), Castanea sativa (74, 79), Centaurea alba (41, 47), Chamaecytisus hirsutus (14), Chamaecytisus supinus (74), Cirsium arvense (25A, 60C), Cirsium erisithales (20), Cirsium eriophorum (81), Cistus salviifolius (81), Colchicum autumnale (73), Coronilla coronata (125), Coronilla vaginalis (115), Convolvulus arvensis (108, 109), Convolvulus cantabricus (113), Cyclamen europaeum (36), Danthonia provincialis (73), Digitalis lutea (27, 121), Draba mura-

lis (64), Erica arborea (112), Erigeron acer (33,36), Erigeron annuus (71, 125), Erigeron canadensis (71), Erigeron ramosus (71, 72), Euphrasia ericetorum (65, 76), Festuca duriuscula (74), Festuca pratensis (72), Festuca ovina s. l. (79), Filipendula hexapetala (73), Fragaria vesca (106), Galium aristatum (27), Hedera helix (45), Hieracium florentinum (25C, 55C), Inula conyza (70), Inula ensifolia (111), Inula montana (126), Inula salicina (125)*, Juniperus communis (C11), Knautia arvensis (120), Lathyrus heterophyllus (69), Lathyrus hirsutus (19), Lathyrus niger (73), Lolium perenne (120), Luzula campestris (109), Medicago hispida (17B), Molinia coerulea (79), Onobrychis vicifolia (42, 72), Onobrychis spec. (9), Ononis natrix (115, 121), Ononis rotundifolia (2,3), Orchis ustulata (65, 68), Peucedanum venetum (69, 73), Platanthera chlorantha (2, 47), Phyteuma orbiculare (106), Polygala vulgaris (79, 81), Potentilla recta (118), Quercus ilex (C32), Rosa spec. (79), Ruscus aculeatus (C46), Saturaja acinos (115), Saturaja calamintha (113), Sellaginella helvetica (81), Silene rupestris (79), Soncus arvense (17B, 49B), cf. Stellaria glochidisperma (120), Taraxacum officinale s. l. (C13), Teucrium scorodonia (79), Thesium bavarum (64, 68), Tilia cordata (C13), Trifolium alpestre (110), Trifolium medium (19), Trifolium ochroleucum (73), Trifolium scabrum (13), Trifolium striatum (58), Veronica arvensis (76, 77), Veronica verna (64, 66), Viburnum lantana (C1, C49), Vicia hirsuta (75, 78), * Inula spiraeifolia (127).

Die Erdmoose und Flechten sind meist sehr spärlich entwickelt und deckten die Flächen nie mehr als mit einem Deckungswert von +. Die häufigsten Arten sind:

Tortella tortuosa (L.) Limpr.
Tortella inclinata (Hedw.) Limpr.
Rhacomitrium canescens (Timm.) Brid.
Bryum argenteum L.
Chrysohypnum chrysophyllum (Brid.) Loeske
Grimmia pulvinata (L.) Sm.
Plagiochila asplenioides Dum.
Cladonia spec.
Pannaria pezizoides (Web.) Trevis.

Carici humilis-Chrysopogonetum grylli																								
Subassoziation mit Fumana ericoides																								
Diplachne serotina-Variante	A	B	.	D	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Helianthemum italicum-Variante	.	(b)	C	D	E	F	g	h	(i)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Typische Variante	.	.	.	.	e	f	G	h	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Aster linosyris-Variante	.	.	.	d	E	F	.	H	I	J	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Subassoziation mit Galium verum																								
Leontodon tenuiflorus-Variante	.	.	(c)	.	(e)	F	G	H	I	(j)	K	L'	L"	.	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Typische Variante	.	.	.	.	.	.	G	H	I	(j)	K	L'	L"	M	.	.	.	.	.	.	.	Y	Z
Vinca minor-Variante	.	.	.	.	.	.	G	H	I	(j)	K	L'	L"	m	N	o	.	.	.	.	.	Y	Z
Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	.	.	.	.	.	.	G	h	I	.	K	L'	L"	.	.	O	P	Q	r	s	.		Z

Tab. 3 Kurzschlüssel für das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli und das Holco-Chrysopogonetum grylli prov.

Grossbuchstabe = gut vertreten

Kleinbuchstabe = mässig vertreten

( ) = schwach vertreten

A: Helianthemum apenninum
Orlaya grandiflora
c f. Artemisia campestris
Sedum dasyphyllum
Erysimum helveticum
Arenaria leptoclados

B: Diplachne serotina
Koeleria gracilis
Melica ciliata

C: Helianthemum italicum
Scorzonera austriaca
Potentilla puberula
Sedum rupestre
Prunus spinosa
Erica carnea
Stipa eriocaulis
Hieracium piloselloides
Asperula aristata
Hieracium porrifolium

D: Sesleria coerulea
Bromus condensatus
Asplenium ruta-muraria

E: Fumana ericoides
Scabiosa gramuntia
Odontites lutea
Silene otites
Dianthus silvester
Trinia glauca
Linum tenuifolium
Heteropogon contortus

F: Leontodon tenuiflorus
Thymus praecox
Anthericum ramosum
Thymus longicaulis
Globularia cordifolia
Allium pulchellum

G: Salvia pratensis
Plantago lanceolata
Hieracium pilosella
Lotus corniculatus
Picris hieracioides
Leontodon hispidus

H: Polygala pedemontana
Ononis pusilla
Briza media
Pimpinella saxifraga

I: Centaurea tenuifolia
Geranium sanguineum
Viola hirta s. l.
Silene nutans s. l.
Centaurea bracteata
Betonica officinale
Hypericum montanum
Prunella grandiflora
Daucus carota

J: Seseli annuum
Centaurea triumfetti
Ononis spinosa
Dianthus seguieri
Aristolochia clematitis

K: Galium verum s. l.
Cruciata glabra
Ranunculus bulbosus
Medicago lupulina
Hypochoeris radicata
Arrhenatherum elatius
Verbascum lychnitis

L': Trifolium montanum
Chrysanthemum leucanthemum s. l.
Galium mollugo s. str.
Scabiosa portae
Anthoxantum odoratum
Centaurea dubia

L": Trisetum flavescens
Silene vulgaris
Arabis hirsuta
Sedum mite
Achillea millefolium s. l.
Knautia transalpina

M: Carex halleriana
Arabis muralis
Poa compressa
Lathyrus pratensis
Veronica chamaedrys
Vicia villosa
Medicago sativa

N: Vinca minor
Rhinanthus alectorolophus
Chrysanthemum corymbosum
Tragopogon pratensis s. l.
Pimpinella major

O: Festuca rubra
Rumex acetosella
Hieracium sabaudum
Satureja vulgaris
Vicia cracca
Trifolium pratense
Poa angustifolia

P: Holcus lanatus
Sieglingia decumbens
Genista tinctoria
Phyteuma betonicifolium
Festuca capillata
Asplenium adiantum-nigrum

Q: Pteridium aquilinum
Vicia angustifolia
Silene viscaria
Jasione montana
Trifolium campestre
Sedum maximum

R: Veronica spicata
Potentilla rupestris
Agrostis stolonifera

S: Cytisus scoparius
Potentilla erecta
Thalictrum minus

T': Carex mucronata
Scabiosa graminifolia
Phyteuma scheuchzeri

T": Campanula sibirica
Prunella laciniata
Euphorbia seguieriana
Argyrolobium linnaeanum
Kenthranthus ruber
Centaurea maculosa
Eryngium campestre

U: Aster linosyris
Lotus pilosus
Epipactis atropurpurea
Dictamnus albus
Asparagus tenuifolius
Lomodorum abortivum

V: Ophrys sphegodes
Orchis tridentata
Ophrys bertolonii
Orchis morio
Carex nitida
Thymus froelichianus

W': Chamaecytisus purpureus
Trifolium rubens
Astragalus monspessulanus

W": Plantago media
Blackstonia perfoliata
Carlina vulgaris

X: Potentilla alba
Melampyrum pratense
Genista germanica
Carex montana
Serratula tinctoria
Calluna vulgaris

Y: Carex humilis
Globularia elongata
Teucrium montanum
Allium sphaerocephalon
Asperula prupurea
Fraxinus ornus
Inula hirta
Aster amellus
Koeleria pyramidata
Galium lucidum

Z: Chrysopogon gryllus
Teucrium chamaedrys
Bromus erectus
Peucedanum oreoselinum
Helianthemum nummularium s. l.
Brachypodium pinnatum
Hippocrepis comosa
Dactylis glomerata
Carex verna
Anthyllis vulneraria
Bothriochloa ischaemum
Sanguisorba minor
Vincetoxicum officinale
Thymus pulegioides
Euphorbia cyparissias
Origanum vulgare
Stachys recta

Oekologische Charakterisierung der Artengruppen:

A, B: Kalkzeiger sehr flachgründiger bis flachgründiger Böden mit anstehendem Muttergestein; sehr trockene, heisse Standorte mit unvollständigem Rasenschluss.

C: Kalkzeiger flachgründiger, sehr trockener bis mässig trockener Böden; an heissen bis warmen Lagen.

D, E, F: Meist Kalkzeiger flach- bis mittelgründiger, sehr trockener bis trockener Böden, bei denen das Muttergestein z. T. bis an die Bodenoberfläche stösst.

G, H, I: Auf mittel- bis tiefgründigen, neutral, bisweilen oberflächlich ganz leicht sauer reagierenden Böden, die trocken bis wechseltrocken sind; mit einigen Magerkeitszeigern von Schnittwiesen.

J: Kalkzeiger auf mittelgründigen, neutralen bis oberflächlich leicht sauren, mässig trockenen Böden warmer Lagen.

K, L', L": Auf meist tiefgründigen, oberflächlich entkarbonateten und leicht sauren, mässig trockenen bis wechseltrockenen tonhaltigen Böden; mit einigen Magerkeits- bis leichten Düngezeigern von Schnittwiesen.

M, N: Indifferente Arten auf meist tiefgründigen, oberflächlich entkarbonateten und leicht sauren, mässig trockenen bis zeitweise feuchten, tonhaltigen Böden, z. T. Düngezeiger.

O bis S: Säurezeigende Pflanzen meist mittel- bis tiefgründiger, mässig trockener bis zeitweise feuchter karbonatloser Böden.

T', T": Nur lokal gültige Artengruppen mit Trockenheitszeigern z.T. flachgründiger Böden; Artengruppe T' aus dem Comerseegebiet, Artengruppe T" aus dem Iseo- Gardaseegebiet.

U: Lokal gültige Artengruppe für den Monte Caslano mit Trockenheitszeigern flachgründiger Böden.

V: Lokal gültige Artengruppe für die orchisreichen Wiesen des Comerseegebietes mit Wärmezeigern mittelgründiger Böden.

W', W": Lokal gültige Artengruppen für das Comersee- und Iseo- Gardaseegebiet mit Wärmezeigern mittelgründiger, trockener bis wechselfeuchter Böden an Standorten, welche z.T. beweidet werden.

X: Säurezeigende Arten eher trockener bis wechseltrockener Böden.

Y: Kalkzeiger flach- bis tiefgründiger, trockener bis mässig trokkener, zeitweise wechseltrockener Böden.

Z: Indifferente Arten flach- bis tiefgründiger, trockener bis wechseltrockener Böden.

2. Charakterisierung der Vegetationseinheiten

2.1. Subassoziation mit Fumana ericoides

Das bezüglich des Wasserhaushaltes an extreme Bedingungen angepasste Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum lässt sich mittels der Artengruppe E (Fumana ericoides-Gruppe) gut von der zweiten Subassoziation abtrennen. Die nur hier vorkommende Artengruppe E zeichnet sich durch ihre zahlreichen submediterranen und mediterranen Chamaephyten sowie Hemikryptophyten aus, welche auf flach- bis mittelgründigen trockenen Standorten vorkommen. Die Subassoziation ist über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt, wobei sich allerdings einige Regionen (siehe Vegetationstabelle 1) speziell auszeichnen, wie später gezeigt wird.

Aus der Vegetationstabelle 1 sowie dem Kurzschlüssel (Tab. 3) ist ersichtlich, dass sich diese Subassoziation in vier Varianten unterteilen lässt:

- Variante mit Diplachne serotina
  Diese Variante ist durch die Artengruppe A (Helianthemum apenninum-Gruppe) und B (Diplachne serotina-Gruppe) gekennzeichnet. Sie ist an extreme, flachgründige und steile Felsstandorte gebunden. Ihre Hauptverbreitung liegt nach den gemachten Beobachtungen im engeren insubrischen Bereich. Dort sticht sie durch die extrem trockenheitsertragenden Arten Melica ciliata, Diplachne serotina und Helianthemum apenninum, alles mediterrane oder submediterrane Vertreter, speziell hervor. Mit durchschnittlich 37 Arten pro Aufnahme ist sie die artenärmste Variante der Gesellschaft.

- Variante mit Helianthemum italicum
  Die Artengruppe C (Helianthemum italicum-Gruppe) zeichnet diese Variante aus. Sie kommt auf flach- bis mittelgründigen Standorten vor. Ihre geographische Verbreitung beschränkt sich fast ausschliesslich auf das Comerseegebiet und Gebiete östlich davon. Dies stimmt weitgehend mit der Verbreitung einiger Arten der Gruppe C überein. So kommen Helianthe-

mum italicum und Scorzonera austriaca nach HESS, LANDOLT und HIRZEL (1967 - 72) ausser an ganz wenigen Stellen im Südtessin (z. B. San Salvatore) hauptsächlich im oben genannten Gebiet vor. Nach DÜBI und KAUFMANN (1961) kommt Potentilla puberula vermehrt im nördlichen Tessin vor, während im südlichen Teil Potentilla verna oder Zwischenformen vorherrschen. Im Comerseegebiet und östlich davon wurde hingegen wieder Potentilla puberula gefunden. Auch Asperula aristata, welche im Südtessin bis gegen Bellinzona vordringt (HESS, LANDOLT und HIRZEL 1972), wurde vermehrt im Comersee-Gardaseegebiet gefunden. Im Durchschnitt wurden pro Aufnahmefläche 46 Arten registriert, welche jedoch je nach Ausbildung von 41 über 44 bis 53 schwanken.

Eine erste Ausbildung wird durch die Carex mucronata-Gruppe (Artengruppe T') vorgegeben. Es handelt sich dabei um Flächen, die grösstenteils um 700 - 780 m ü. M. liegen und einen unvollständigen Rasenschluss aufweisen. Diese Höhenstufe darf als obere Grenze der Gesellschaft betrachtet werden. Carex mucronata und Phyteuma scheuchzeri sind beides Pflanzen mit alpiner Verbreitung.

Die zweite Ausbildung ist durch die Campanula sibirica-Gruppe (Artengruppe T") gekennzeichnet und kommt nur im Gebiet zwischen Bergamo und Gardasee vor. Ausser Kenthranthus ruber und Prunella laciniata dringt keine andere Art dieser Gruppe bis westlich über den Comersee hinaus.

Die dritte, artenreichste Ausbildung der Helianthemum italicum-Variante enthält als einzige die Artengruppen G (Salvia pratensis-Gruppe), H (Polygala pedemontana-Gruppe) und I (Centaurea tenuifolia-Gruppe), welche sonst ihr Hauptgewicht in der Subassoziation mit Galium verum haben.

- Typische Variante

Die gute Vertretung der Centaurea tenuifolia-Gruppe (Artengruppe I) sowie der Salvia pratensis-Gruppe (Artengruppe G), welche sonst beide ihr Hauptgewicht in der Galium verum-Subassoziation haben, bei gleichzeitigem Fehlen der Artengruppe D (Sesleria coerulea-Gruppe), sind für diese Variante als charakteristisch zu bezeichnen. Die Variante kommt über flach-

bis mittelgründigen Böden vor. Ihre Verbreitung ist hauptsächlich auf den insubrischen Bereich beschränkt.

- Variante mit Aster linosyris
  Diese Variante ist durch die Artengruppe U (Aster linosyris-Gruppe) sowie das starke Vorkommen der Arten aus der Gruppe J (Seseli annuum-Gruppe) und das Fehlen der Artengruppe G (Salvia pratensis-Gruppe) eindeutig gekennzeichnet. In den gut vertretenen Artengruppen I und J sind Pflanzen mit eurasiatischer-submediterraner Verbreitung trockener bis mässig trockener Standorte vorhanden. Die südalpinen Arten Polygala pedemontana, Centaurea bracteata und Leontodon tenuiflorus finden hier ihr Optimum (Abb. 7). Die Variante beschränkt sich lokal auf den Monte Caslano im Südtessin. Da dieser Standort für das Tessin eine einzigartige Stellung einnimmt, werden unter D. 3. die dortigen Trockenrasen genauer beschrieben.

  An dieser Stelle sei erwähnt, dass in Vegetationstabelle 1 nur ein Auszug der Vegetationsaufnahmen vom Monte Caslano aufgeführt werden; diese kommen in der Vegetationstabelle 2 (Aufnahmen vom Monte Caslano) nocheinmal vor.

2.2. Subassoziation mit Galium verum

Diese zweite Subassoziation, das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum, wird durch die Artengruppen K, L' und L" (Galium verum-, Trifolium montanum- und Trisetum flavescens-Gruppe) von der vorherigen Subassoziation abgetrennt. Die trennenden Artengruppen enthalten einige Arrhenatheretalia-Arten wie Arrhenatherum elatius, Medicago lupulina, Ranunculus bulbosus, Chrysanthemum leucanthemum, Galium mollugo, Trisetum flavescens und die insubrische Art Knautia transalpina, welche meist mässig trockene bis wechseltrockene Bedingungen anzeigen. Auch kommen in diesen Artengruppen vermehrt Arten mit eurasiatischer und subatlantischer Verbreitung (Abb. 7) vor.

Die Subassoziation ist über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt, wobei

sich allerdings wiederum einige Varianten und Ausbildungen (siehe Vegetationstabelle 1 und Kurzschlüssel, Tab. 3) unterscheiden lassen; diese sind:

- Variante mit Leontodon tenuiflorus
  Als einzige Variante der Galium verum-Subassoziation kommt hier die Artengruppe F (Leontodon tenuiflorus-Gruppe) vor. Die Standorte sind meist mittel- bis tiefgründig. Viele Arten der Gruppe F sind trockenheitszeigende, mediterrane und südalpine Pflanzen, deren Hauptgewicht in der vorher besprochenen Subassoziation liegt. Diese Variante wurde in zwei geographisch getrennten Regionen angetroffen:
  - im östlichen Comerseegebiet als Orchis-Ausbildung, welche durch die Artengruppe V (Ophrys sphegodes-Gruppe) und W' (Chamaecytisus purpureus-Gruppe) bestimmt wird. Es handelt sich dabei um die von SUTTER (1967) als "Andropogonetum grylli insubricum orchidetosum" beschriebene Subassoziation des "Andropogonetum" von KOCH (1943);
  - im Gebiet zwischen Bergamo und Iseosee als typische Ausbildung, welcher als Folge der Beweidung die magere Artengruppe W" (Plantago media-Gruppe) zugeordnet werden kann.

- Typische Variante der Galium verum-Subassoziation
  Die Anwesenheit der Artengruppe M (Carex halleriana-Gruppe) bei gleichzeitiger Abwesenheit der Artengruppe N (Vinca minor-Gruppe) charakterisiert diese Variante. Die mittel- bis tiefgründigen Böden sind z. T. oberflächlich leicht entkarbonatet. Die Pflanzen der Gruppe M weisen auf mässig trockene bis feuchte Standortsbedingungen hin. Das Vorkommen der Variante liegt vor allem im engeren insubrischen Bereich.

- Vinca minor-Variante
  Als typisch für diese Variante muss die Artengruppe N (Vinca minor-Gruppe) angesehen werden, die sonst nirgends vorkommt. Die Böden sind tiefgründig, oberflächlich leicht entkarbonatet und z. T. leicht sauer. Diese ebenfalls im engeren insubrischen Bereich verbreitete Variante zeigt Anklänge an die sauren Chrysopogon gryllus-Wiesen, kommt doch die Artengruppe O (Festuca rubra-Gruppe) mit einigen wechselfeuchten bis feuchten Säurezeigern bereits schon hier vor. In diese Richtung weisen auch die Arten

Potentilla alba, Melampyrum pratense und Serratula tinctoria der Artengruppe X (Potentilla alba-Gruppe).

2.3. Die sauren Chrysopogon gryllus-Wiesen

In der Arbeit von KOCH (1943) wurde auf die sogenannte azidophile Variante des "Andropogonetum grylli insubricum" hingewiesen. Chrysopogon gryllus-Wiesen auf leicht sauren Silikatstandorten wurden auch im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit beobachtet. Ohne diesen Wiesentyp eingehender zu untersuchen, wurden einige Vegetationsaufnahmen gemacht, deren Ergebnis in der Vegetationstabelle 1 sowie im Kurzschlüssel (Tab. 3) ersichtlich ist.

Aus Gründen, die später dargelegt werden, wurde geschlossen, dass es sich dabei um eine eigenständige Einheit handeln muss. Diese sauren Chrysopogon-Wiesen werden mit Holco-Chrysopogonetum grylli prov. bezeichnet.
In Vegetationstabelle 1 zeichnet sich diese Gesellschaft durch die Artengruppen P, Q, R und S (Holcus lanatus-, Pteridium aquilinum-, Veronica spicata- und Cytisus scoparius-Gruppe) sowie das Fehlen der im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli immer vorhandenen Gruppe Y (Carex humilis-Gruppe) aus.

Das Holco-Chrysopogonetum grylli prov. ist im Südtessin auf mittel- bis tiefgründigen Silikatstandorten anzutreffen, namentlich im Sopra Ceneri, mit guten Ausbildungen im Locarnese sowie an den Südhängen zwischen Tenero und Gorduno. Während in der Gruppe Y vor allem trockenheitszeigende Pflanzen kalkreicher Standorte vorhanden sind, die ihre Verbreitung hauptsächlich im submediterranen Areal haben, kommen in den Gruppen P bis S vorwiegend Arten aus dem eurasiatischen-subatlantischen Areal vor (Abb. 7), welche auf leicht sauren, trockenen bis wechselfeuchten Standorten verbreitet sind.

3. Die Chrysopogon gryllus-Wiesen am Monte Caslano

3.1. Allgemeines

Die Chrysopogon gryllus-Wiesen des Monte Caslano gehören zur Fumana ericoides-Subassoziation des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli und reihen sich dort als Aster linosyris-Variante ein. Wie in D. 2.1. festgestellt wurde, muss dieser Standort als für das Südtessin einzigartig bezeichnet werden. Aus diesem Grunde und um zu zeigen, wie am gleichen Objekt bei nahezu gleicher Bewirtschaftung ganz verschieden ausgebildete Chrysopogon-Wiesen entstehen können, sollen anhand der vereinfachten Vegetationstabelle 2 diese Ausbildungen besprochen werden.

Wie schon die Vegetationstabelle 1 ist auch diese nach einem abnehmenden Trockenheitsgradienten geordnet, der von links nach rechts und von oben nach unten verläuft. Zur besseren Uebersicht sei hier ein Kurzschlüssel mit den dazugehörigen Charakterartengruppen angegeben:

Ausbildungen der Aster linosyris-Variante

Ausbildungsgruppe mit Heteropogon contortus							
Ausbildung mit Tamus communis	A*	B*	.	D*	.	(f*)	.
Typische Ausbildung	a*	B*	C*	.	.	(f*)	.
Ausbildungsgruppe mit Seseli annuum							
Ausbildung mit Bromus condensatus	.	B*	C*	D*	E*	.	.
Typische Ausbildung	.	.	C*	D*	E*	.	.
Ausbildung mit Coronilla emerus	.	b*	C*	D*	E*	F*	.
Ausbildung mit Potentilla alba	.	b*	C*	(d*)	E*	.	G*

Grossbuchstabe = gut vertreten

Kleinbuchstabe = mässig vertreten

( ) = schwach vertreten

Charakterartengruppen der Aster linosyris-Variante vom Monte Caslano

A*: Thymus longicaulis
Sesleria coerulea
Amelanchier ovalis
Koeleria gracilis
Sedum rupestre
Campanula spicata
Echium vulgare
Globularia cordifolia

B*: Bromus condensatus
Leontodon tenuiflorus
Dianthus silvester
Fumana ericoides
Globularia elongata
Heteropogon contortus

C*: Centaurea bracteata
Polygala pedemontana
Thesium linophyllon
Prunella grandiflora

D*: Tamus communis
Stachys recta
Clematis recta
Daucus carota
Ononis pusilla

E*: Seseli annuum
Pimpinella saxifraga
Centaurea triumfetti
Ononis spinosa
Dianthus seguieri
Asparagus tenuifolius

F*: Coronilla emerus
Dictamnus albus
Aristolochia clematitis

G* Potentilla alba
Melampyrum pratense
Genista germanica
Calluna vulgaris
Serratula tinctoria
Carex montana

Für den Monte Caslano können die Artengruppen folgendermassen charakterisiert werden:

A*: Auf flachgründigen, trockenen, steinigen, feinerdearmen, neutralen bis basischen Böden. An südgerichteten, meist mit Felsen durchsetzten Hanglagen. Wärmere Standorte.

B*: An süd- bis südostgerichteten Hanglagen. Auf trockenen bis extrem trockenen, flachgründigen, kalkhaltigen, feinerdearmen, leicht humosen Böden; z. T. mit lichtliebenden Pionierpflanzen.

C*: Trockene, basenreiche, flach- bis mittelgründige, neutrale Böden an süd- bis südostgerichteten Hanglagen.

D*: Meist südlich gerichtete Hanglagen mit trockenen bis mässig trockenen, mittelgründigen, kalkreichen, ± nährstoffreichen Böden, z. T. mit Waldpflanzen an eher schattigeren Orten.

E*: Auf mässig trockenen, mittelgründigen, neutralen bis oberflächlich leicht sauren, etwas tonigen Böden an Süd- bis Südosthängen.

F*: Mässig trockene, kalkreiche, flach- bis mittelgründige Böden. An eher schattigeren Orten.

G*: Auf mittelgründigen, wechseltrockenen, leicht sauren und entkarbonateten, humosen, ± tonigen Böden. Am Monte Caslano auf Moränenablagerungen.

3.2. Charakterisierung der Vegetation

Die Aster linosyris-Variante des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum am Monte Caslano teilt sich in zwei Ausbildungsgruppen:

- Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe
- Seseli annuum-Ausbildungsgruppe.

Die erste Ausbildungsgruppe trennt sich durch die Artengruppe A* (Thymus longicaulis-Gruppe) von der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe ab. Ihr Vorkommen ist auf südgerichtete, felsige Hänge beschränkt. Oft weisen diese eine Neigung von über 100 % auf. Die geringe Bodengründigkeit, im Mittel etwa 15 - 20 cm, sowie die extrem trockenen bis trockenen Bedingungen lassen nur einen lockeren Rasenschluss zu. In der Strauchschicht sind vor allem Amelanchier ovalis und Prunus spinosa anzutreffen. Als zusätzliche Arten der Krautschicht, welche aber nur 1 - 2 mal vorkommen, müssen Melica ciliata und Diplachne serotina genannt werden. Die Heteropopogon contortus-Ausbildungsgruppe enthält die Tamus communis-Ausbildung mit einigen Sträuchern sowie die Typische Ausbildung (siehe Vegetationstabelle 2 und Kurzschlüssel).

Die Seseli annuum-Ausbildungsgruppe trennt sich durch die Artengruppe E* (Seseli annuum-Gruppe) deutlich von der vorher besprochenen Ausbildungsgruppe ab. Diese zweite Ausbildungsgruppe besiedelt weniger extreme Standorte. Die Hangneigung kann immer noch steil (bis gegen 80 %) sein, dann aber ist der Bodenbildungsprozess weiter fortgeschritten. Der Boden ist trocken, seine Gründigkeit schwankt zwischen 20 cm bis über 100 cm. Er ist bisweilen an der Oberfläche ganz leicht sauer (pH 6,0 - 6,5) und gleichzeitig entkarbonatet. Auch hier haben sich verschiendene Ausbildungen entwickelt.

Die Bromus condensatus-Ausbildung kommt meist auf noch flachgründigen, recht trockenen Böden vor und steht damit der ersten Ausbildungsgruppe recht nahe. Bereits ganz andere Eigenschaften weist die Typische Ausbildung auf. Das Fehlen der Artengruppe B* (Bromus condensatus-Gruppe) deutet darauf hin, dass das Bodenprofil nun bereits mächtiger wird. Die Hänge sind meist süd- bis südostexponiert und haben eine mittlere Neigung von 55 %.

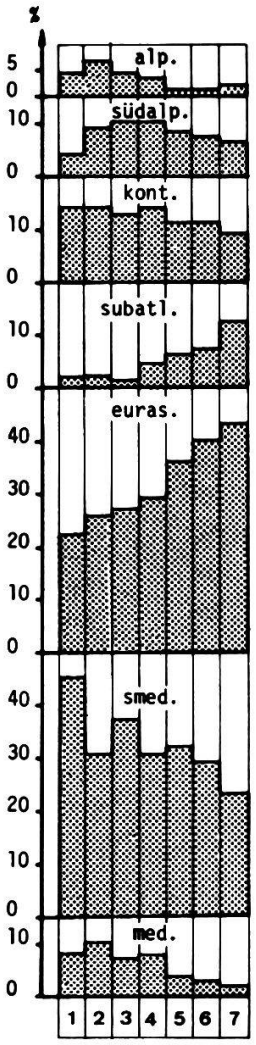
Die dritte Ausbildung ist diejenige mit der Artengruppe F* (Coronilla emerus-Gruppe), nach welcher sie auch benannt wird. Sie stellt sich über trockenen, oberflächlich bisweilen leicht sauren, im Untergrund aber basenreichen, mittelgründigen Böden ein.

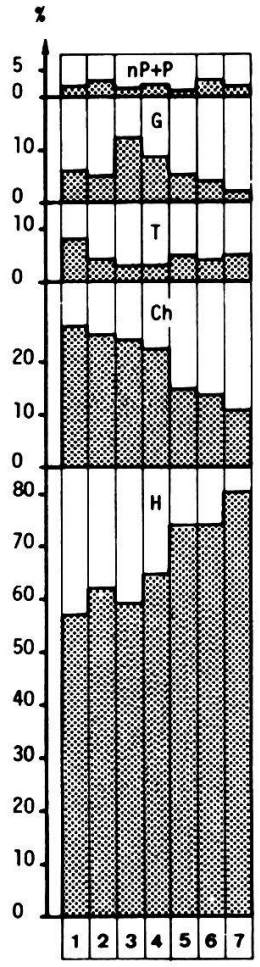
Die letzte Ausbildung, welche sich eindeutiger als die bis jetzt besprochenen abtrennen lässt, wird Potentilla alba-Ausbildung genannt. Sie ist durch die Artengruppe G* (Potentilla alba-Gruppe), welche der Gruppe X der Vegetationstabelle 1 entspricht, gekennzeichnet. Ihr Vorkommen ist am Monte Caslano auf oberflächlich leicht saures, entkarbonatetes Moränenmaterial, welches meist wechseltrocken ist, beschränkt.

4. Verbreitungsareale und Lebensformenspektren der Arten der einzelnen Vegetationseinheiten

Bei der Charakterisierung der Vegetationseinheiten wurde auf die Verbreitungsareale einzelner Arten hingewiesen. In Abb. 7 ist nun die prozentuale Verteilung verschiedener Areale auf die einzelnen Varianten dargestellt. Parallel zum abnehmenden Trockenheitsgradienten nimmt der Anteil der Arten mit submediterraner Verbreitung ab, derjenige der Arten mit eurasiatischer und subatlantischer Verbreitung hingegen zu. Die Arten mit mediterraner Verbreitung, welche in der Helianthemum italicum-Variante ihr Maximum erreichen, zeigen die gleiche Tendenz wie die submediterranen Vertreter. Die Arten mit kontinentaler Verbreitung nehmen von den trockeneren Standorten zu den feuchteren nur sehr geringfügig ab. Allgemein kann gesagt werden, dass der submediterrane Charakter der hier untersuchten Chrysopogon-Wiesen entsprechend dem abnehmenden Trockenheitsgradienten ebenfalls abnimmt, dass aber die arealgeographische Zusammensetzung für die pflanzengeographische Stellung Insubriens als charakteristisch anzusehen ist.

Das Lebensformenspektrum (Abb. 8) wurde von der Artenzahl ausgehend berechnet. Bemerkenswert ist dabei die parallel zum abnehmenden Trockenheitsgradienten verlaufende Abnahme der Chamaephyten bei gleichzeitiger Zunahme der Hemikryptophyten. Der Anteil der Therophyten sowie der kaum auftretenden Nano-Phanero-





1 Diplachne serotina-Variante
2 Helianthemum italicum-Variante
3 Typische Variante und Aster linosyris-Variante } Fumana ericoides-Subassoziation
4 Leontodon tenuiflorus-Variante
5 Typische Variante
6 Vinca minor-Variante } Galium verum-Subassoziation
7 Holco-Chrysopogonetum grylli prov.

Abb. 7 Arealspektren, nach Artenzahl berechnet

Abb. 8 Lebensformenspektren, nach Artenzahl berechnet

H = Hemikryptophyten, Ch = Chamaephyten, T = Therophyten, G = Geophyten, nP = Nano-Phanerophyten, P = Phanerophyten

phyten und Phanerophyten ist in allen Varianten etwa gleich gross. Die Geophyten kommen am häufigsten vor in der Typischen Variante und der Aster linosyris-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation (Kolonne 3) sowie der Leontodon tenuiflorus-Variante der Galium verum-Subassoziation (Kolonne 4).

5. Kritische Arten der untersuchten Trockenwiesen

Unter den in Vegetationstabelle 1 aufgeführten Arten befinden sich zahlreiche, kritischen Sippen angehörende Pflanzen. Da diese zu spät erkannt oder oft nur im sterilen Zustand gefunden wurden, konnten sie in der Vegetationstabelle 1 nicht immer ausgeschieden werden. Im folgenden einige der im Untersuchungsgebiet gemachten Beobachtungen:

Artengruppe der Stipa pennata L.:
Aus dieser Artengruppe wurde Stipa eriocaulis Borbas (S. gallica Čel.) vom San Salvatore, von Caravate und von Griante (bei Tremezzo) gesammelt. Unter den 7 untersuchten Pflanzen lagen 6 mit kahlem Grannenteil vor, während eine Pflanze vom San Salvatore etwas behaart war und somit in die Variation von S. paradoxa (Junge) Smirnov fällt. In HESS, LANDOLT und HIRZEL (1972) wird von MARTINOVSKY bei Tremezzo S. paradoxa gemeldet, wobei er darauf hinweist, dass auch bei S. eriocaulis durch Mutation oder Atavismus Merkmale von S. paradoxa auftreten könnten.

Artengruppe der Poa pratensis L.:
In den untersuchten Trockenwiesen wurde immer P. angustifolia L. gefunden. Sie kommt über tiefgründigen Böden mit Schwergewicht im Holco-Chrysopogonetum grylli prov. vor. Die Art wird in HESS, LANDOLT und HIRZEL (1967) in den Bemerkungen zu P. pratensis erwähnt, von dieser aber nicht abgetrennt. P. pratensis s. str. wurde in den Chrysopogon gryllus-Wiesen nie gefunden.

Artengruppe der Festuca ovina L.:
Im engeren insubrischen Gebiet wurde eine neue Unterart gefunden und von Frau Dr. I. Markgraf-Dannenberg beschrieben:

"Festuca ovina L. subsp. ticinensis I. Markgraf-Dannenberg n. subsp.

Dense caespitosa, glaucescens, interdum pruinosa. Culmi 30 - 60 cm alti. Vaginae innovationum laeves vel scaberulae, a basi usque ad quartam partem inferiorem integrae. Laminae innovationum in parte superiore plerumque scabrae, satis longae, dimidio culmo longiores, setaceae ad subjunceae, a = 0, 45 - 1,0 (-1,5) mm diam., in sectione transversali semper elevato-tricostatae, 7-(raro 8- ad 9-)nerviae, sub epidermide stratis sclerenchymaticis continuis vel plerumque subcontinuis, crassitudinis aequabilis vel subaequabilis, 1- ad 2- vel 2- vel 3-seriatis instructae. Panicula laxiuscula vel laxa vel laxissima (sic praesertim in altitudine minore), rachi ramisque scabris, 5,5 - 12,5 cm longa. Spiculae (3-) 4- ad 7-florae, quadriflorae (7,1-) 8, 1 - 9,7 mm longae. Glumae steriles oblongo-lanceolatae, longiuscule acuminatae, infra apicem scabrae, inaequales; gluma inferior 2,7 - 4,6 mm longa, 0,7 - 1,4 mm lata, gluma superior 3,4 - 6,3 mm longa, 1,2 - 2,2 mm lata. Lemma oblongo-lanceolata, longiuscule acuminata, 5,2 - 6,9 mm longa, 1,6 - 2,2 mm lata, in parte superiore saepe scabra et in marginibus breviter ciliata, longiuscule aristata, arista 2,0 - 3,3 mm longa, dimidiam longitudinem lemmae subaequans. Palea lemma aequilonga vel vix brevior. Antherae paulo longiores quam dimidium paleae, 2,1 - 3,3 mm longae.

Holotypus: Tessin, Monte Generoso, San Nicolao, zwischen 800 und 1000 m, leg. I. Markgraf-Dannenberg Mai 1960 (Privatherbarium Mkg.-Dbg., Herbarium Z).
Das neue Taxon tritt an Kalkfelsen auf, hin und wieder bis in die Gipfelregion. Ich sah Belege vom Südtessin bis zum Gebiet des Comersees, auch aus der Grigna."

Diese neue Unterart nimmt die ganze Variationsbreite des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli ein. Das entsprechende Herbarmaterial ist am Herbarium (ZT) des Institutes für spezielle Botanik der Eidg. Techn. Hochschule (Zürich) deponiert.

Aus der Artengruppe der F. ovina wurden zudem F. valesiaca Gaud. und F. capillata (Lam.) Arch. unterschieden. Die erste Art kommt zerstreut über das ganze Carici humilis-Chrysopogonetum grylli vor, während die zweite Art mit Schwergewicht im Holco-Chrysopogonetum grylli prov. vorgefunden wird.

Artengruppe des Bromus erectus Huds.:
Zusammen mit B. erectus kommt oft auch B. condensatus Hackel vor. Während letztere Art an heissen Standorten, mit meist flach-, z. T. mittelgründigen Böden vorkommt, ist B. erectus auch über tiefgründigen Böden weniger extremer Standorte zu finden.

Artengruppe der Silene nutans L.:
Bei der genauen Ueberprüfung von 17 Flächen wurde in 12 Fällen S. livida Willd. und in 5 Fällen S. nutans L. s. str. bestimmt. Es zeigte sich, dass auf basischen, karbonathaltigen Böden S. livida vorkommt, über leicht sauren (Vinca minor-Variante) bis sauren (Holco-Chrysopogonetum grylli prov.) Böden hingegen herrscht S. nutans s. str. vor. Demzufolge könnte S. livida zu den charakteristischen Arten des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli gezählt werden. Dazu ist jedoch eine genaue Ueberprüfung der Verbreitung dieser Art notwendig.

Artengruppe der Potentilla verna L. em. Koch:
Aus dieser Artengruppe wurde mit Schwergewicht in der Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation P. puberula Krašan gefunden. Im Südtessin wurde diese Art nicht notiert, hingegen im angrenzenden italienischen Gebiet; dort vor allem in der Comerseeregion und im Iseo-Gardaseegebiet.

Im ganzen Untersuchungsgebiet und verteilt über alle Varianten des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli kommt P. verna L. em. Koch s. str. vor. Pflanzen mit Zwischenformen zu P. puberula (vereinzelte Büschelhaare) wurden zu dieser Art gezählt.

Artengruppe des Lotus corniculatus L.:
Aus dieser Artengruppe ist am Monte Caslano L. pilosus Jordan besonders stark vertreten. Sie zeigt fliessende Merkmalsübergänge zu L. corniculatus L. s. str., welche im ganzen Untersuchungsgebiet auf eher tiefgründigeren Böden vorkommt.

Artengruppe der Anthyllis vulneraria L.:
In den Trockenwiesen kommt fast ausschliesslich A. vulneraria L. s. str. vor. Die Art A. vulgaris (Koch) Kerner wurde in drei Aufnahmen von Bedero (La Canonica) am Langensee vorgefunden; diese sind in der Vegetationstabelle 1 angegeben.

Artengruppe der Polygala vulgaris L.:
In den Trockenwiesen des ganzen Untersuchungsgebietes über karbonathaltiger als auch über silikathaltiger Unterlage wurde immer P. pedemontana Perr. et Verlot gefunden. Bei der in den Aufnahmen von HOFER (1967) vorkommenden P. vulgaris L. dürfte es sich wahrscheinlich ebenfalls um P. pedemontana handeln, dies wurde jedoch nicht überprüft.

Artengruppe des Helianthemum canum (L.) Baumg.:
Im Comersee- und im Iseo-Gardaseegebiet wurde in der Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation H. italicum (L.) Pers. gefunden. H. alpestre (Jacq.) DC. kommt in höheren Lagen vor (z. B. San Salvatore), wurde jedoch in keiner Fläche registriert.

Artengruppe des Helianthemum nummularium (L.) Miller:
In den Chrysopogon gryllus-Wiesen des engeren insubrischen Gebietes wurde H. nummularium (L.) Miller s. str. gefunden. Im Iseo-Gardaseegebiet kamen Pflanzen mit Merkmalen vor, welche mit denen von H. nitidum Clementi übereinstimmen. SUTTER (1967) gibt in seinen Aufnahmen vom Comersee H. ovatum (Viv.) Dunal an. KOCH (1943) meldet von seinen Flächen im Tessin H. ovatum neben H. nummularium s. str.. In der vorliegenden Arbeit wurden Pflanzen des engeren insubrischen Gebietes immer als H. nummularium s. str. bestimmt.

Artengruppe der Fumana procumbens (Dunal) Grenier et Gordini:
In den Chrysopogon gryllus-Wiesen des ganzen Untersuchungsgebietes wurde F. ericoides (Cav.) Gandoger gefunden. F. procumbens wurde unter den Stichproben nie bestimmt.

Artengruppe der Viola hirta L.:
Die Arten V. hirta L. s. str., V. collina Besser und V. Thomasiana Perrier et Songeon wurden nicht unterschieden, da dies im sterilen Zustand sehr schwierig ist.

Artengruppe des Stachys recta L.:
Bei der Stichprobenüberprüfung des Herbarmaterials wurde nur S. recta L. s. str. gefunden. S. labiosa Bertol., welche nach HESS, LANDOLT und HIRZEL (1972) im Untersuchungsgebiet vorkommt, wurde nie bestimmt.

Artengruppe des Thymus serpyllum L.:
In den untersuchten Trockenwiesen wurden die Arten Th. longicaulis C. Presl, Th. praecox Opiz, Th. pulegioides L. und Th. Froelichianus Opiz gefunden und in der Vegetationstabelle 1 einzeln aufgeführt. Th. praecox und Th. longicaulis kommen mit Schwergewicht im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum vor, wobei Th. longicaulis an eher heissen, steinigen und flachgründigen Standorten vorherrscht. Bastardpflanzen zwischen Th. longicaulis und Th. praecox sind sehr häufig. Th. Froelichianus gibt SUTTER (1967) von seinen Flächen am Comersee an.

Artengruppe der Asperula cynanchica L.:
Allgemein wurde A. aristata gefunden. In zwei Aufnahmeflächen bei Pradello (Comersee) und bei Limone (Gardasee) wurde A. cynanchica notiert. Diese Art kommt sonst vorwiegend in der montanen Stufe in mageren Rasen vor.

Artengruppe des Galium verum L.:
Bei der Ueberprüfung einiger Stichproben konnte G. Wirtgenii F. Schultz sicher bestimmt werden. In einigen Fällen lag zuwenig Herbarmaterial vor, um diese Art mit Sicherheit zu erkennen. Es kann aber angenommen werden, dass im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum vor allem G. Wirtgenii auftritt.

Artengruppe des Galium Mollugo L.:
Die Art G. Mollugo L. s. str. kommt oft zusammen mit G. Wirtgenii im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli vor. G. album Miller wurde nicht gefunden.

Artengruppe der Scabiosa columbaria L.:
Aus dieser Artengruppe kommt S. gramuntia L. mit Schwergewicht in der trockeneren Fumana ericoides-Subassoziation vor. Oft zeigt sie Merkmale, welche in Richtung von S. portae A. Kerner weisen.
Aus der gleichen Artengruppe kommt über tiefgründigeren Böden der Galium verum-Subassoziation S. portae A. Kerner vor.

Artengruppe der Carlina vulgaris L.:
In den Trockenrasen des Untersuchungsgebietes wurde C. vulgaris L. s. str. gefunden. In einer Fläche (San Michele, Lugarnersee) weist ein Herbarbeleg Merkmale auf, die auf C. stricta (Rouy) Fritsch hinweisen.

Artengruppe der Centaurea scabiosa L.:
In den Chrysopogon gryllus-Wiesen des ganzen Untersuchungsgebietes kommt C. tenuifolia (Schleicher) Hayek vor.

Artengruppe der Centaurea Jacea L.:
Ueber die ganze untersuchte Gesellschaft ist auf mittel- bis tiefgründigen Böden C. bracteata Scopoli verbreitet. Speziell häufig ist die Art am Monte Caslano zu finden.
C. dubia Suter gehört zur selben Gruppe. Die Art ist nur im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum und im Holco-Chrysopogonetum grylli prov. vertreten.

Artengruppe der Achillea millefolium L.:
Einmal wurde bei Magliaso (über Silikat) A. millefolium L. s. str. gefunden. Bei Monastero, auf einer beweideten Fläche, kam A. setacea Waldst. et Kit. vor. Meist wurde A. roseo-alba Ehrend. aufgefunden.

Artengruppe des Chrysanthemum leucanthemum L.:
Unter den wenigen genauer bestimmten Pflanzen dieser Artengruppe wurde im Iseo-Gardaseegebiet 2mal Ch. alpicola (Gremli) und im engeren insubrischen Gebiet 2mal Ch. leucanthemum L. s. str. gefunden. Beide Arten kommen in der Galium verum-Subassoziation vor.

cf. Artemisia campestris L.: Da die Art nie blühend gefunden wurde, ist die Bestimmung unsicher; es könnte sich teilweise auch um A. alba Turra handeln.

Artengruppe des Tragopogon pratensis L.:
Aus dieser Artengruppe konnte nur T. pratensis L. s. str. genau bestimmt werden, da die Herbarpflanzen nicht immer voll entwickelt waren.

Artengruppe des Leontodon incanus (L.) Schrank:
In den Chrysopogon gryllus-Wiesen ist L. tenuiflorus Gaudin verbreitet, der auf trockenen bis mässig trockenen Böden vorkommt.

E. STANDORTSFAKTOREN DER VERSCHIEDENEN VEGETATIONSEINHEITEN

I. UEBERSICHT UEBER DIE ALLGEMEINEN OEKOLOGISCHEN FAKTOREN

1. Allgemeines

Wie in D. 2. gezeigt wurde, lässt sich die untersuchte Vegetation in klar abgegrenzte Einheiten gliedern. Ohne auf lokale Besonderheiten einzugehen, soll versucht werden, die wichtigsten ökologischen Faktoren aufzuzeigen, welche allenfalls für die Unterschiede der floristischen Zusammensetzung in Frage kommen.

Zur Beantwortung dieser Frage müssen die allgemeinen unabhängigen ökologischen Faktoren wie Muttergestein, Klima, Relief, Beeinflussung durch die biotische Welt und der Faktor Zeit berücksichtigt werden. Im folgenden und später in der Diskussion sollen diese Faktoren sowie sämtliche möglichen Wechselwirkungen zwischen diesen überprüft werden. Ebenso gilt es, eine Antwort auf die Fragen zu finden: wie ist die beschriebene Gesellschaft entstanden? wie erhält sie sich? oder wie entwickelt sie sich?

2. Die allgemeinen, unabhängigen ökologischen Faktoren

Eine erste Voraussetzung für die Entstehung des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli ist ein karbonathaltiges Muttergestein als Unterlage. In B. 3. wurde gezeigt, dass im Untersuchungsgebiet verschiedene karbonathaltige Gesteine vorkommen. Obschon die Verwitterung dieser Gesteine, vor allem was die Zeitspanne der Verwitterung sowie deren Endprodukt - insbesondere den Tongehalt - betrifft, ganz verschieden sein kann (siehe E. III. 1.), scheint keine Subassoziation oder Variante nur an eine der in B.3. (Abb. 5) erwähnten, karbonathaltigen Unterlagen gebunden zu sein.

Vom Carici humilis-Chrysopogonetum grylli trennt sich das Holco-Chrysopogonetum grylli prov. deutlich ab. Diese schon aufgrund der floristischen Zusammensetzung unterscheidbare Gesellschaft wächst über silikathaltigem Muttergestein und leicht sauer reagierender Feinerde.

Der Faktor Klima muss auf zwei Ebenen betrachtet werden: das Allgemeinklima oder Grossraumklima sowie das Mikroklima der Standorte. Bei der Besprechung des Klima (B. 2.) zeigt sich, dass das Allgemeinklima nicht über das ganze Untersuchungsgebiet als konstant angesehen werden darf. Es unterscheidet sich der engere insubrische Klimabereich vom Iseo-Gardaseegebiet. Diese Unterschiede scheinen im Zusammenhang mit dem Relief, welches sich auf das Mikroklima auswirkt, einen wichtigen Einfluss zu haben. Die an und für sich schon günstigen Temperaturen werden durch die besonderen mikroklimatischen Verhältnisse der Hanglagen noch erhöht. Die dadurch bedingten milden Winter sind eine der Voraussetzungen, dass die zahlreichen submediterranen und mediterranen Arten der Gesellschaft die kältere Jahreszeit überdauern können und konkurrenzfähig bleiben. Der im insubrischen Bereich entscheidende mikroklimatische Faktor ändert sich von Probefläche zu Probefläche. Je nach Exposition und Neigung, d. h. je nach dem gegebenen Relief, erhalten die Flächen eine grössere oder kleinere Einstrahlung (siehe B. 2.4.). Diese beeinflusst nicht nur die Temperatur, sondern auch die Evapotranspiration.

Die Bedeutung des Reliefs ist somit bereits aufgezeigt. Neben dem Einfluss auf das Mikroklima steht dieses in Wechselwirkung zur bodenschaffenden Kraft.

Eine weitere wichtige Voraussetzung ist der menschliche Eingriff. Ausser den ganz extremen, flachgründigen Standorten, wie jene der Diplachne serotina-Variante, sind die Chrysopogon-Wiesen alles potentielle Waldstandorte. Auf ihnen würde sich (siehe B. 4.) eine dem Orno-Ostryon oder dem Carpinion betuli zugehörige Waldgesellschaft einstellen. Der Mensch muss also in irgendeiner Form eingreifen, um diese Flächen wald- und buschfrei zu halten.

Als allgemeine Voraussetzungen zur Entstehung eines Carici humilis-Chrysopogonetum grylli müssen damit die folgenden unabhängigen ökologischen Faktoren erfüllt sein:

- karbonathaltige Unterlage;
- Klima mit insubrischen Charakteristika;
- besonders gestaltetes Relief bezüglich Hangneigung und Exposition;
- offene, d. h. weder verbuschte noch bewaldete Flächen.

3. Gemessene, unmittelbar wirkende Faktoren

Von sämtlichen Vegetationsaufnahmeflächen (Vegetationstabellen 1, 2) wurden die folgenden Standortsfaktoren notiert: Exposition der Fläche, Neigung der Fläche, potentiell mögliche Jahresstrahlung, mittlere Bodengründigkeit, Bewirtschaftung ja oder nein, jetzige Nutzungsart, Brände ja oder nein, Bodenreaktion der Feinerde und Karbonatgehalt der Feinerde.

Es wurde versucht, möglichst alle Aspekte der Chrysopogon gryllus-Wiesen zu erfassen. Mittels einer Analyse der eben genannten Standortsfaktoren sowie der bodenkundlichen und mikroklimatischen Untersuchungen können die Standorte charakterisiert werden. Daraus können die ökologischen Bedingungen, welche die Entstehung oder das Erhalten der Einheiten ermöglichen, hergeleitet werden.

Die Verteilung der Aufnahmeflächen nach der Exposition ist aus Abb. 9 ersichtlich. Das Schwergewicht liegt bei den südexponierten Flächen (45 % - 50 % aller Standorte). Mit je 15 % - 20 % aller Standorte sind die SSE und SSW exponierten Hänge vertreten. Während im engeren insubrischen Gebiet nur in ganz wenigen Ausnahmefällen noch Chrysopogoneten an ost- oder westexponierten Hängen gefunden wurden, kommen diese im Iseo- Gardaseegebiet recht häufig vor.

Die Verteilung der Hangneigungen der aufgesuchten Flächen ist in Abb. 10 dargestellt. Der grösste Teil der Flächen, nämlich 32 %, weisen eine Neigung zwischen 46 % und 65 % auf. Je 25 % aller Flächen fallen in die Neigungswinkelbereiche von 0 % bis 45 % bzw. 66 % bis 90 %. Die restlichen 18 % der Flächen liegen an Hängen mit Neigungen $>$ 90 %.

Im Iseo-Gardaseegebiet weisen 36 % der Flächen geringe Neigungen (0 - 44 %) auf; im engeren insubrischen Gebiet wurden dagegen nur 22 % der Flächen mit diesen geringen Hangneigungen angetroffen. Hangneigungen von $>$ 90 % wurden bei 14 % der Iseo-Gardaseeflächen registriert. Dem gegenüber stehen 20 % aller Flächen aus dem engeren insubrischen Gebiet, die eine Neigung von $>$ 90 % aufweisen.

Da die Strahlung als von Exposition und Neigung abhängige Grösse das Mikroklima wesentlich beeinflusst, kann diese als gute Vergleichsgrösse der verschiedenen Standorte gebraucht werden. Dazu wurde die maximal mögliche Jahresstrahlung aus dem Tabellenwerk von FRANK und LEE (1966) verwendet. Es zeigte sich, dass im engeren insubrischen Bereich nur an Standorten, die mindestens 260 - 270 kcal/cm^2 Jahr Strahlung erhalten, Chrysopogon-Wiesen vorkommen. Im Iseo-Gardaseegebiet, wo die Temperaturjahresmittel gegenüber Insubrien um 1,0 - 2,3 ^{o} C höher liegen, finden sich hingegen Chrysopogon-Wiesen noch an Standorten, die bis minimal 220 kcal/cm^2 Jahr erhalten.

Massgebenden Einfluss auf die Vegetation hat die Bodengründigkeit. Als potentieller Wasser- und Nährstoffspeicher liegt deren selektionierender Einfluss auf der Hand. Ganz allgemein wurde festgestellt, dass bei abnehmendem Trockenheitsgradienten (innerhalb der Vegetationstabelle 1 und 2) die mittlere Bodengründigkeit der Flächen zunimmt. Die weiteren Beziehungen zwischen diesem Faktor und anderen sowie der Einfluss der Bewirtschaftung und der Brände werden in der Diskussion (F. 3.) behandelt.

Im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli liegt die Bodenreaktion vorwiegend im neutralen bis basischen Bereich. Die pH-Werte schwanken, über das ganze Bodenprofil gesehen, zwischen 6,5 und 8,0. Bei einigen wenigen Aufnahmeflächen, die ein mächtiges Bodenprofil ($\gg$100 cm) oder eine Moränenauflage (z. T. am Monte Caslano, Fläche 1) aufweisen, sinkt der pH-Wert in den obersten 10 - 15 cm bis auf pH 5,6, was sich in der Pflanzendecke deutlich widerspiegelt. Meist parallel zur Bodenreaktion verhält sich der Karbonatgehalt der Feinerde. Für die kalkzeigenden Pflanzen scheint es unwesentlich, ob die Feinerde einen Karbonatgehalt von 2 % oder von 73 % aufweist, hingegen ist entscheidend, ob Karbonat vorliegt oder nicht.

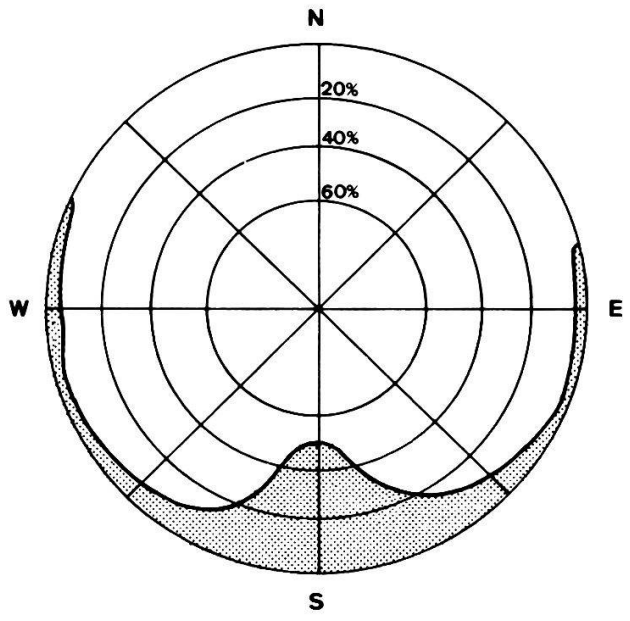


Abb. 9 Verteilung der Aufnahmeflächen nach Exposition (in %)

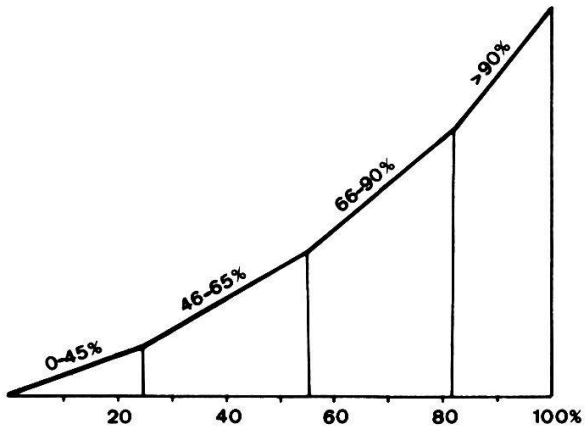


Abb. 10 Prozentuale Verteilung der Aufnahmeflächen nach Hangneigungsklassen (in % angegeben)

Ist kein Karbonat vorhanden, weil zum Beispiel vom Muttergestein her keines ausgeschieden wird (Silikatgestein) oder das Karbonat ausgewaschen wurde, sind die Voraussetzungen für das Holco-Chrysopogonetum grylli prov. gegeben. Die Bodenreaktion nimmt dort pH-Werte von 5,5 - 6,4 ein.

II. BODENENTWICKLUNG UND BODENPROFILE

1. Bezeichnung und mögliche Entwicklung der karbonathaltigen Böden im Untersuchungsgebiet

In B. 5. wurde auf die verschiedenen Bezeichnungen der insubrischen Böden hingewiesen. Zur Vereinheitlichung der Namengebung seien die in dieser Arbeit verwendeten Bezeichnungen kurz erläutert.

Besteht das Muttergestein aus Kalk und Tonmineralien (= sekundäre Silikate) und enthält keine primäre Silikate, so entwickelt sich durch physikalische und chemische Verwitterung eine Rohbodenrendzina. Daraus entsteht an sehr trockenen Lagen eine Moderrendzina (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966). Sie ist durch einen sehr hohen Gehalt an organischer Substanz (um 50 %) gekennzeichnet, welche noch nicht an die mineralische Komponente gebunden ist (MUECKENHAUSEN 1959). Die Weiterentwicklung der Moderrendzina dürfte nur sehr langsam vor sich gehen und ist nicht erforscht. Diesen Bodentyp oder Anklänge daran wurden im ganzen Untersuchungsgebiet gefunden.

An trockenen bis mässig trockenen Lagen entwickelt sich aus der Rohbodenrendzina die Mullrendzina. Es handelt sich um Böden mit 10 - 20 % organischer Substanz im A_1-Horizont, welche meist fest an die mineralische Komponente gebunden ist (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966).

Aus der Mullrendzina entwickelt sich die degradierte Mullrendzina (PALLMANN 1942) durch Auswaschung der Ca^{++}- und Mg^{++}-Karbonate, was eine leichte Versauerung des Oberbodens zur Folge hat. Die Bezeichnung verbraunte Rendzina wird in diesem Zusammenhang nicht gebraucht, obwohl BACH und FREI (1968) im Atlas der Schweiz diesen Ausdruck verwenden. Nach BACH (1975, mündliche Mitteilung) müsste man den Boden dann verbraunt nennen, wenn eine saure Hydrolyse einträte und dabei Rost gebildet würde. Da aber die Kalkgesteine oft schon Eisenoxyde und Eisenhydroxyde (Rost) enthalten, lässt sich ohne eingehende Analysen nicht feststellen, ob bei der Bodenentwicklung Rost neu gebildet oder nur im Rückstand angereichert wird. Die Bezeichnung Verbraunung ist deswegen fragwürdig;

stattdessen wird die Bezeichnung degradiert im Sinne PALLMANNS (1942) gebraucht: die Bodenentwicklung geht über die Rendzina hinaus in Richtung eines anderen Bodentypes (Braunerde, Parabraunerde, Terra Fusca), der im Einzelfall weiter zu bestimmen wäre. Anklänge an eine solche Weiterentwicklung sind im Untersuchungsgebiet vorhanden. Im Iseo-Gardaseegebiet konnte eine Bodenentwicklung in Richtung Terra Fusca beobachtet werden. Nach SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1966) und KUBIENA (1953) ist diese Entwicklung aus Böden mit tonreicher (ca. 50 %) Feinerde im warm-feuchten Klimagebiet möglich. In Abb. 11 wurde versucht, diese Tendenzen der Bodenentwicklung darzustellen.

Ist das Muttergestein ein Mischgestein (kalkhaltiger Sandstein, sandiger Mergel) mit primären Silikaten, verläuft die Bodenentwicklung folgendermassen: Mull-Pararendzina ⟶ verbraunte Mull-Pararendzina ⟶ Kalkbraunerde ⟶ Braunerde, Parabraunerde.

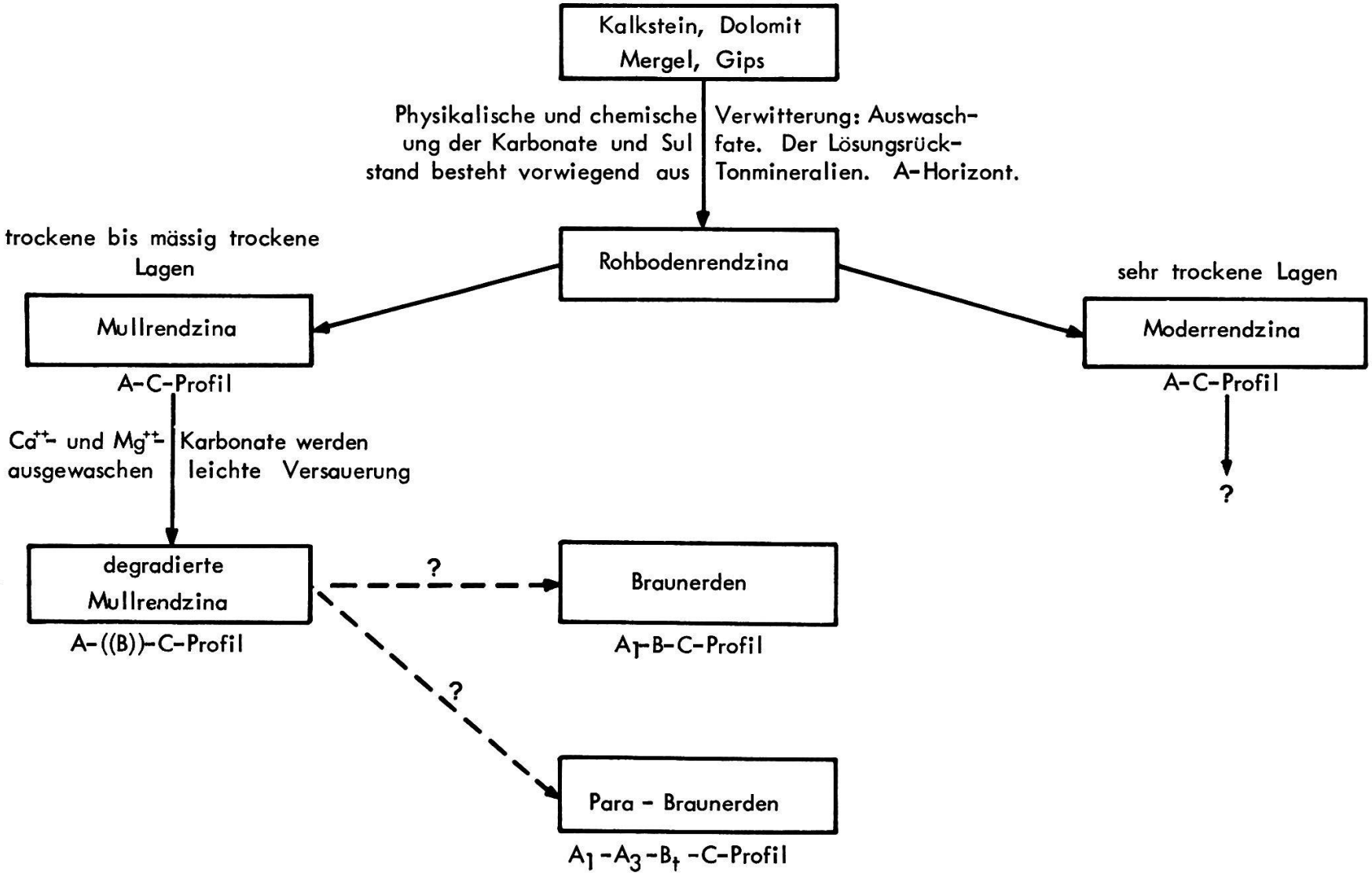


Abb. 11 Mögliches Entwicklungsschema der Rendzinen im Untersuchungsgebiet.

2. Typische Profile für die verschiedenen Subassoziationen und Varianten des Chrysopogonetum

Caravate, Fläche 17B: Diplachne serotina-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation

Das Profil Caravate befindet sich in einer recht steilen Felswand, wo sich nur in Felsritzen oder etwas flacheren Stellen herunterfallendes organisches Material sowie Steine ansammeln können. Das Muttergestein ist Maiolica. Der Boden ist mit einer bis 1 cm dicken Streuschicht bedeckt, welche sich vor allem hinter den über die Bodenoberfläche ragenden Steinen oder Felsen ansammelt. Bis in ca. 5 cm Tiefe folgt ein dunkelbrauner bis schwarz gefärbter Horizont mit sehr viel unzersetzter organischer Substanz (Abb. 12). Die Feinerde ist hier fast karbonatfrei. Der anschliessende Mullhorizont reicht bis in 30 cm. Er wird von einem Verwitterungshorizont, in welchem stellenweise dunkle Flecken mit viel organischer Substanz zu finden sind, abgelöst. Das Bodengefüge ist locker und zeigt z. T. Krümelbildung. Der Boden kann als flachgründige Mullrendzina mit Anklang an eine Moderrendzina bezeichnet werden. Der Hauptwurzelhorizont reicht bis in 20 cm Tiefe. Eine Regenwurmaktivität konnte nicht festgestellt werden.

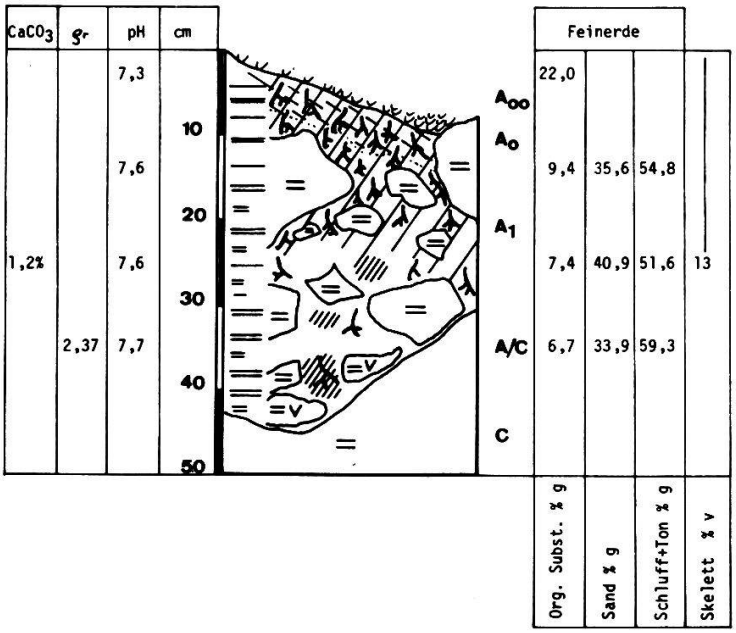


Abb. 12 Bodenprofil unter der Diplachne serotina-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation

Skelett: karbonathaltig, silikathaltig

Skelett: stark verwittert

Karbonatgrenze

diffuse Horizontgrenze

Würmer oder Wurmröhren

Streuauflage

Wurzeln

Humus, Mull

Uebergang von Mull zur Mor

Sand: karbonathaltig, karbonatfrei
Staub: karbonathaltig, karbonatfrei
Ton: karbonathaltig
karbonatfrei

} im Bodenprofil links angegeben

A_{oo} Streu
A_o Rohhumus
A_1 Humushorizont
A_2 Mineralischer Auswaschhorizont
A_3 Uebergang vom A- zum B-Horizont
A/C Zersatzhorizont = Horizont zwischen einem A-Horizont und dem Muttergestein
B "Unterboden"
B_1 Uebergang vom A- zum B-Horizont
B_2 B-Horizont mit am stärksten ausgeprägten Merkmalen desselben
B_t Ton-Anreicherungshorizont
C Muttergestein
( ) Horizont nur schwach ausgeprägt

Legende zu den Bodenprofilen (Abb. 12 - 20)

Trebbia, Fläche 45: Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation (Carex mucronata-Ausbildung)

Trebbia ist ein felsiger Hang, über dessen Lias-Kieselkalk sich ein flachgründiger Boden bildete. In der karbonathaltigen, schluffigen Feinerde ist über das ganze Profil zerbissene, aber unzersetzte organische Substanz reichlich vorhanden. Dadurch erhält der Boden ein sehr lockeres Gefüge. Es handelt sich um eine Moderrendzina. Ein mächtiger Wurzelfilz reicht bis in 15 cm (Abb. 13), doch dringen noch viele Wurzeln zwischen den Gesteinsritzen in grössere Tiefen vor. Es konnte keine Regenwurmaktivität festgestellt werden.

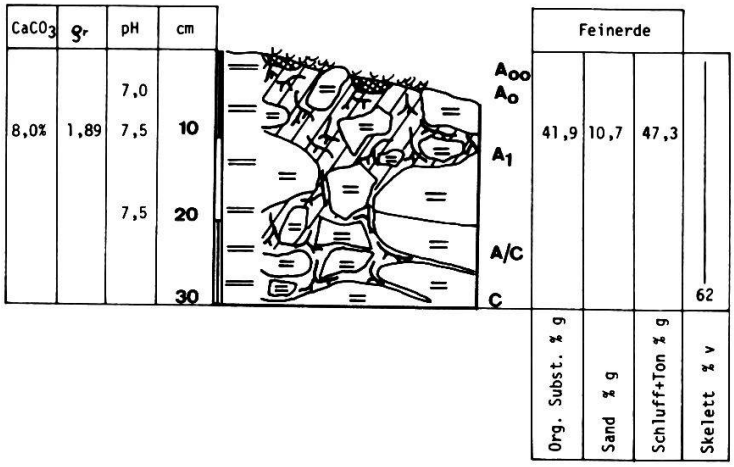


Abb. 13 Bodenprofil unter der Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation (Carex mucronata-Ausbildung)

San Michele, Fläche 25B: Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-subassoziation (Centaurea tenuifolia-Ausbildung)

Auf dem Hangschuttkegel von San Michele, bestehend aus Trias-Hauptdolomit, bildete sich ein mittel- bis tiefgründiger Boden aus. An der Bodenoberfläche sammelt sich lokal organisches Material an, welches noch nicht zersetzt ist. Bis in 20 cm Tiefe reicht ein stark humushaltiger Horizont.

Der erste Horizont geht in etwa 40 cm Tiefe in einen etwas sandigen Verwitterungshorizont (Abb. 14) über. Das Gefüge des skelettreichen Bodens ist im oberen, schluffig-tonigen Horizont krümelig. Der Boden wird als Mullrendzina bezeichnet. Der Hauptwurzelhorizont reicht bis in 40 cm, bis wohin auch eine gute Wurmtätigkeit festgestellt werden konnte.

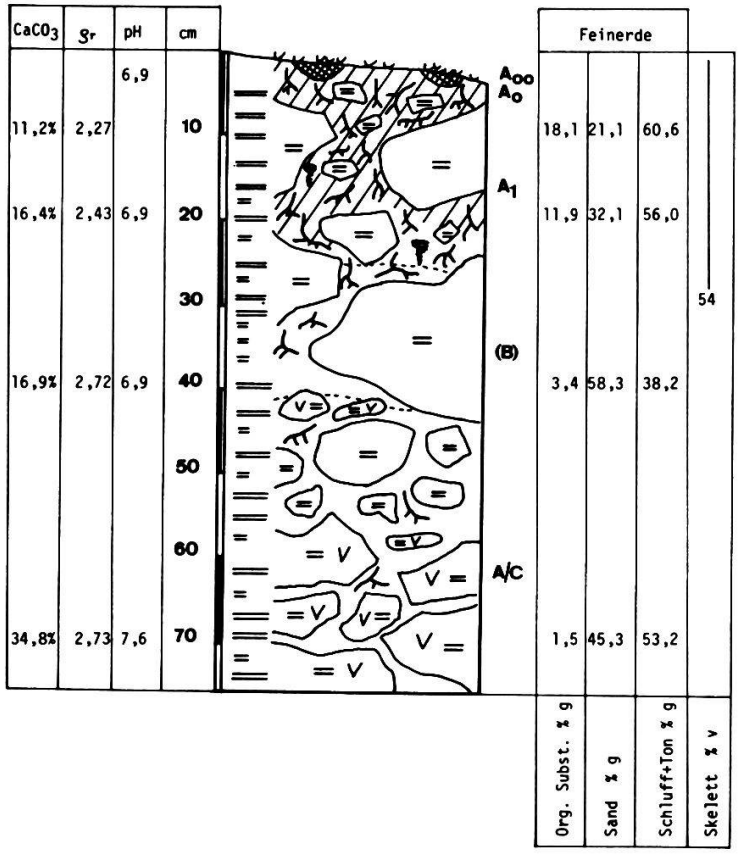


Abb. 14 Bodenprofil unter der Helianthemum italicum-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation (Centaurea tenuifolia-Ausbildung)

Sornico, Fläche 40: Typische Variante der Galium verum-Subassoziation

Die bis jetzt besprochenen Standorte wurden vom Menschen wenig beeinflusst, da es sich meistens um Felshänge oder teilweise bewaldete Flächen handelte. Die Fläche Sornico dient z. T. als Rebberg. Der Abhang des terrassierten Geländes ist somit sicherlich vom Menschen auf- oder überschüttet worden. Der Bodenoberfläche liegt nur sehr wenig lose Streu auf. Bis in 10 cm Tiefe kann eine leichte Humusanreicherung festgestellt werden. Bis gegen 60 cm Tiefe sind über das ganze Profil dunklere Flecken verteilt (Abb. 15). Es handelt sich dabei um Humusansammlungen. Ab dieser Tiefe wird der Boden etwas skeletthaltiger, ist nicht mehr fleckig, aber wie weiter oben immer noch tonig. Im oberen Horizont ist der Boden gut gekrümelt; bei 70 cm ist nur noch eine schwache Krümelung vorhanden. Das tiefgründige Profil hat einen kolluvialen Boden. Der Hauptwurzelhorizont liegt in 34 - 40 cm Tiefe. Bis in 40 cm wurde eine gute Wurmtätigkeit festgestellt.

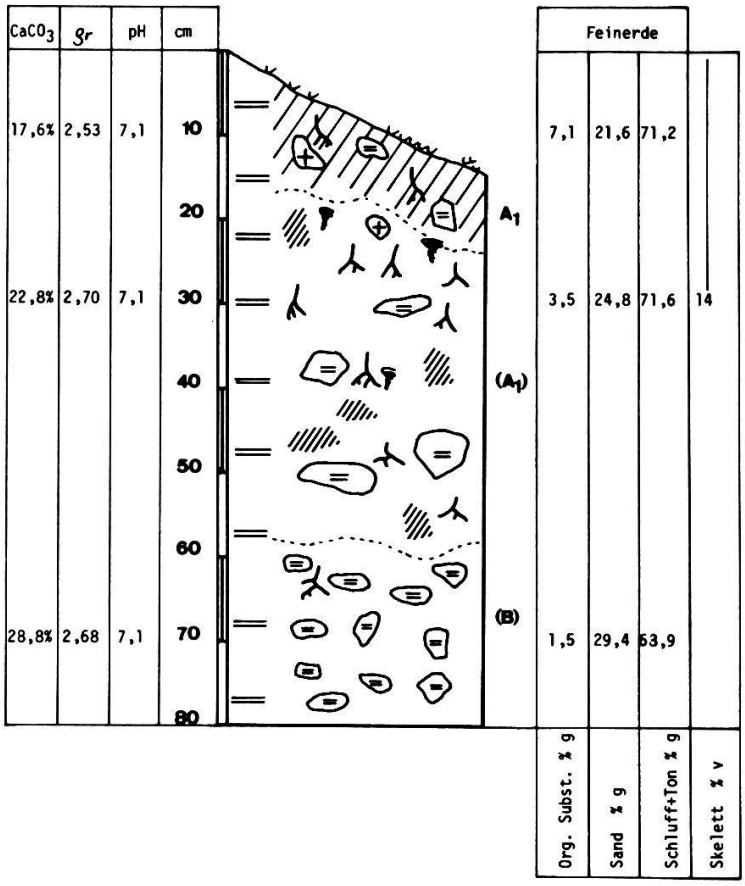


Abb. 15 Bodenprofil unter der Typischen Variante der Galium verum-Subassoziation

Perledo, Fläche 42: Vinca minor-Variante der Galium verum-Subassoziation

Das in Abb. 16 dargestellte Profil zeigt einen über Triaskalk gewachsenen, mittel- bis tiefgründigen Boden. Die Feinerde der obersten 30 cm reagiert leicht sauer (pH 5,5) und ist annähernd entkarbonatet. Die organische Substanz ist bis in 2 - 3 cm Tiefe nur zum Teil zersetzt. Der Mullhorizont reicht bis in 10 - 15 cm Tiefe. Ab 30 cm Tiefe nimmt der Skelettgehalt zu, der Boden reagiert basisch, und der Karbonatgehalt der Feinerde nimmt leicht zu. Im oberen Teil des Profiles ist der Boden gut gekrümelt, gegen unten wird er sandiger. Es handelt sich um eine degradierte Mullrendzina. Der Hauptwurzelhorizont liegt etwa bei 25 - 30 cm. Wurmlosungen wurden nur vereinzelt und bis in 20 cm Tiefe gefunden.

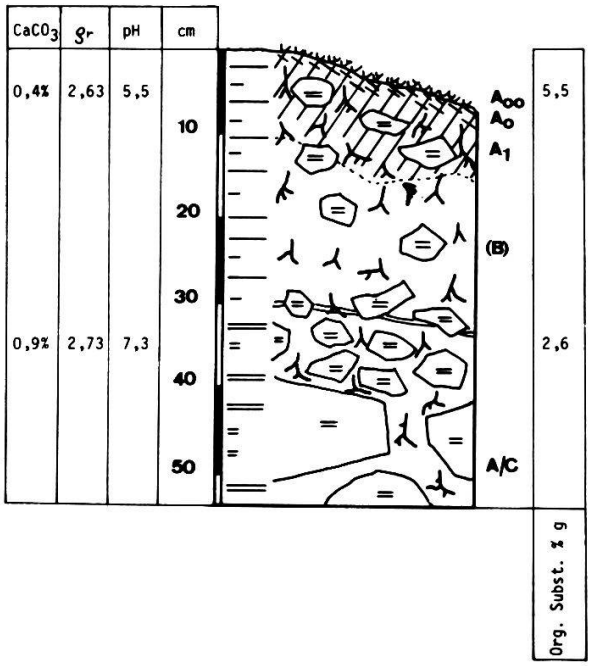


Abb. 16 Bodenprofil unter der Vinca minor-Variante der Galium verum-Subassoziation

Magliaso, Fläche 108: Holco-Chrysopogonetum grylli prov.

Die Fläche bei Magliaso, ein terrassierter Rebberg in der Gneiss-Zone, soll als Gegenbeispiel zu den bis jetzt vorgestellten Kalkstandorten dienen. Wie schon beim Standort Sornico wurde hier der Boden sicherlich überschüttet. Der Bodenoberfläche liegt fast keine lose Streu auf. Den obersten 5 cm Boden ist nur wenig organisches Material beigemischt. Das ganze Profil (Abb. 17) ist karbonatlos und weist ab 30 cm Tiefe eine leicht saure Reaktion (pH 6,7 - 6,1) auf. Der Boden ist gut gekrümelt und die Feinerde tonhaltig. Es handelt sich um eine kolluviale Braunerde. Der Hauptwurzelhorizont liegt bei 25 - 30 cm. Bis in 60 cm Tiefe wurde eine gute Regenwurmaktivität festgestellt.

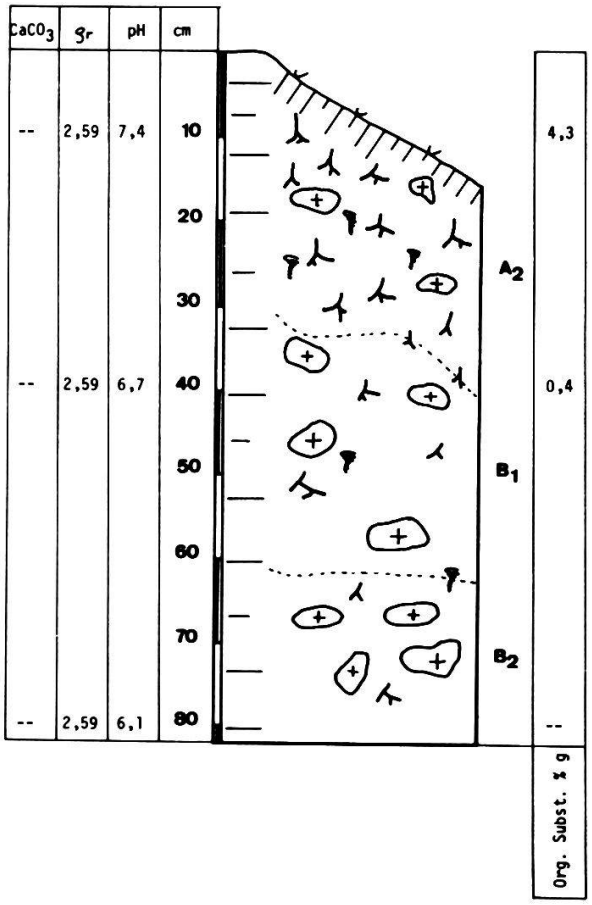


Abb. 17 Bodenprofil unter dem Holco-Chrysopogonetum prov.

3. Bodenprofile unter dem Carici humilis-Chrysopogonetum fumanetosum am Monte Caslano

Am Monte Caslano wurden acht Profile gegraben. Die für eine Ausbildungsgruppe oder Ausbildung als typisch anzusehenden Profile werden im folgenden dargestellt und besprochen. Zeigten sich Abweichungen zu diesen typischen Profilen, wird das bei der Erläuterung speziell hervorgehoben.

Fläche Caslano 35: Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe

Ueber dem Trias-Dolomit bildete sich an dem steilen Hang ein flachgründiger und sehr skelettreicher Boden aus. An der Bodenoberfläche bildeten sich Taschen mit zerbissenen, aber noch unzersetzten Pflanzenresten. Anschliessend folgt ein 15 - 25 cm mächtiger Mullhorizont, in welchem immer noch einzelne unzersetzte Pflanzenrückstände vorhanden sind. Im Uebergang zum Muttergestein weist das Skelett eine starke oberflächliche Verwitterung auf. Die Feinerde ist sandig und hat Einzelkorngefüge. Das Profil ist extrem durchlässig. Der Boden wird als Mullrendzina, welche Anklänge an eine Moderrendzina zeigt, angesprochen. Die Durchwurzlung ist in den obersten 5 - 10 cm stark, verteilt sich aber dann gleichmässig über das ganze Profil. Eine Regenwurmaktivität konnte nur in sehr geringem Ausmass festgestellt werden.

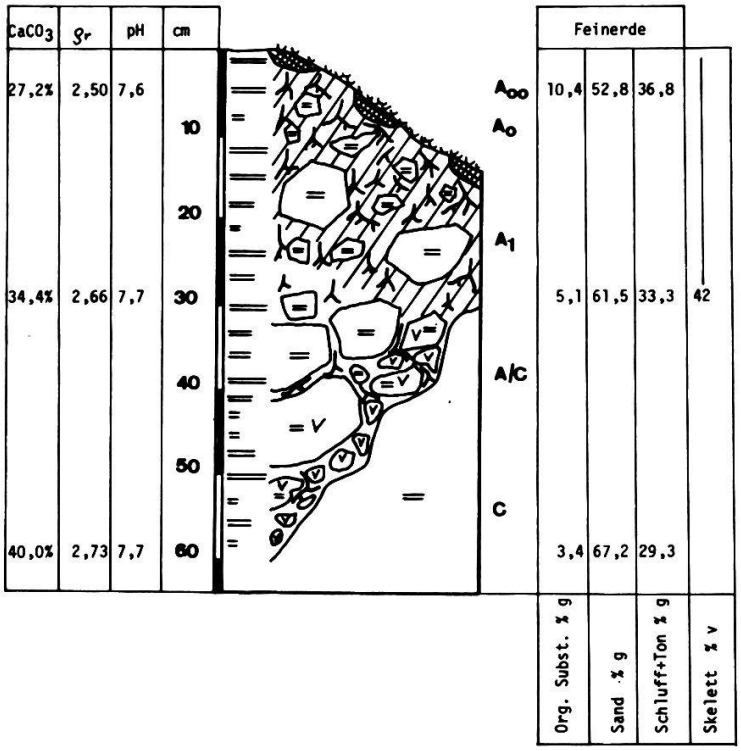


Abb. 18 Bodenprofil unter der Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe

Fläche Caslano 9: Seseli annuum-Ausbildungsgruppe (ohne Potentilla alba-Ausbildung)

Das Muttergestein dieses mittelgründigen, gut wasserdurchlässigen Bodens ist ebenfalls Trias-Dolomit. Das in Abb. 19 dargestellte Profil weist, wie schon bei der Fläche Caslano 35, an der Oberfläche Taschen mit unzersetzten Pflanzenresten auf. Der Mullhorizont geht bis in eine Tiefe von 25 - 30 cm. Im Uebergang vom A- zum C-Horizont zeigt das Skelett deutliche Oberflächenverwitterung. Bis in etwa 40 cm Tiefe hat die Erde ein Krümelgefüge, was einen höheren Tongehalt anzeigt. Im unteren Teil des Profils wird die Feinerde etwas sandiger. Der Skelettanteil ist allgemein deutlich kleiner als bei den Profilen der Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe. Der Boden kann mit Mullrendzina bezeichnet werden. Der Hauptwurzelhorizont reicht bis in 25 - 30 cm Tiefe. Vereinzelt sind aber noch Wurzeln in 80 cm Tiefe vorhanden. Wurmgänge wurden bis in 60 cm Tiefe gefunden.

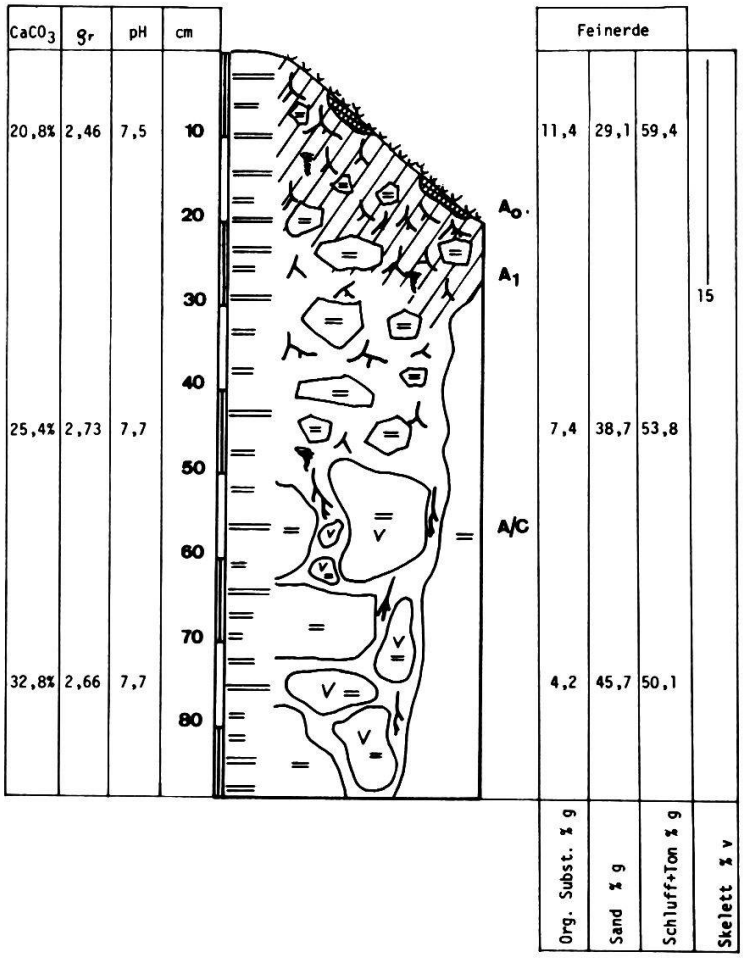


Abb. 19 Bodenprofil unter der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe

In der gleichen Ausbildungsgruppe kann die Feinerde des Oberbodens entkarbonatet sein und eine schwach saure Reaktion zeigen. Meistens ist dann das Profil tiefgründig. Es handelt sich in diesem Falle um degradierte Mullrendzinen.

Bei der Fläche Caslano 43 konnte in der Feinerde Karbonat nachgewiesen werden, obschon der Oberboden einen pH von 6,6 aufwies. Ueberall dort, wo ein geringer Karbonatgehalt der Feinerde bei einem hohen Anteil an organischer Substanz vorlag, konnte diese Beobachtung gemacht werden. Auch bei Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen des pH-Wertes (ELLENBERG 1958) wird die Feinerde kaum pH-Werte $\geqslant$ 7,0 erreichen.

Fläche Caslano 1: Potentilla alba-Ausbildung der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe

Der mittelgründige Boden über Trias-Dolomit wurde von einer dünnen Moränenauflage überdeckt. In den obersten 25 - 30 cm sind Silikatsteine vorhanden, die Feinerde ist entkarbonatet und reagiert leicht sauer. Ein durchgehender Mullhorizont reicht bis in 15 -20 cm Tiefe. Ab etwa 30 cm ist die Feinerde karbonathaltig und basisch. Zwischen 30 - 60 cm Tiefe konnten dunklere Flecken beobachtet werden. Es handelt sich um lokale Ansammlungen organischen Materials. Die Feinerde hat über das ganze Profil ein gutes Krümelgefüge. Die Vegetation bildet einen sehr dichten Wurzelfilz bis in 15 - 20 cm. Vereinzelt dringen Wurzeln noch bis in 70 cm Tiefe vor. Regenwurmgänge wurden bis in 50 cm Tiefe gefunden.

Eine mögliche Erklärung zur Entstehung der lokalen Ansammlung organischen Materials könnte die folgende sein: Bei der Bodenentwicklung wurde zwischen den Steinen organisches Material angesammelt, welches sich zersetzte und zu mineralischem Boden wurde; später lösten und zersetzten sich die Kalksteine und bildeten einen jüngeren, mit organischem Material durchmischten Boden. Dieser Prozess verläuft von der Bodenoberfläche nach unten. Zudem können unter gewissen Umständen diese Hangböden auch noch überschüttet werden, so dass es sich eventuell um nicht ganz natürlich gewachsene Böden handelt.

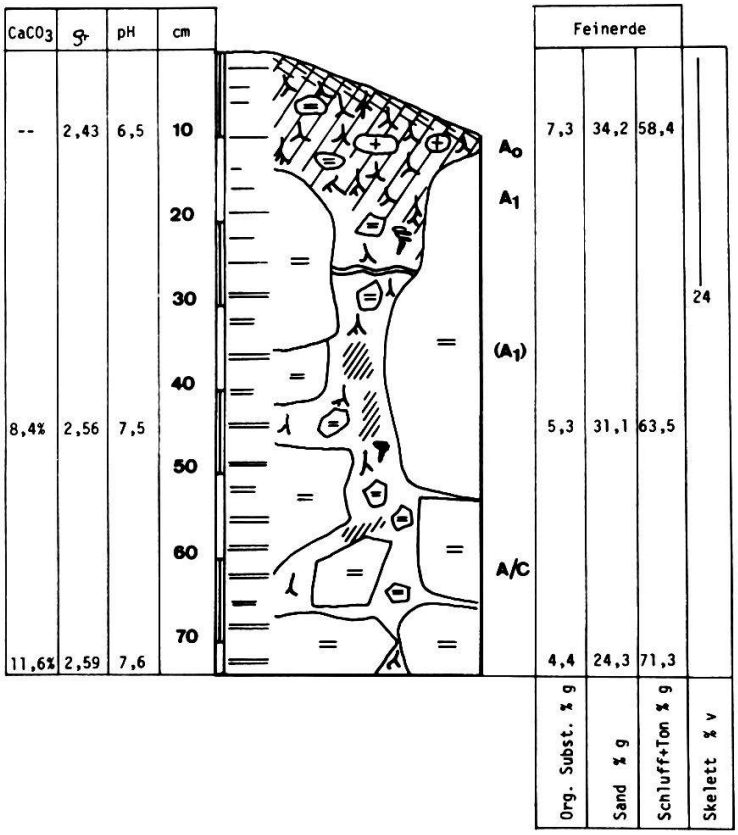


Abb. 20 Bodenprofil unter der Potentilla alba-Ausbildung der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe

III. BODENPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN UND BODENWASSER

1. Reelle und scheinbare Dichte der Böden sowie Korngrössenverteilung

1.1. Die Verhältnisse am Monte Caslano

Die ermittelten Werte der reellen Dichte der Feinerde sind bei den Bodenprofilen angegeben. Die Flächen Caslano 35 und Caslano 9 zeigen gegenüber dem für die meisten Mineralböden geltenden Wert von 2,65 g/cm^3 nur eine geringe Abweichung. Die Feinerde der Fläche Caslano 1 hingegen weist eine kleinere reelle Dichte auf.

Die scheinbare Dichte ρ_{af} der gesiebten Feinerde nimmt, wie auch die reelle Dichte ρ_r der Feinerde, von der Bodenoberfläche nach unten zu. Diese Zunahme läuft parallel mit der Abnahme des Gehaltes an organischer Substanz sowie des Feinerdeanteiles pro Volumeneinheit bzw. der Zunahme des Skelettanteiles pro Volumeneinheit.

Die Korngrössenverteilung der Feinerde der drei Probeflächen vom Monte Caslano ist in Abb. 21 dargestellt. Je weiter die Feinerde vom Muttergestein entfernt ist, desto tonhaltiger ist sie. Der höchste Tongehalt wurde somit an der Bodenoberfläche gemessen, wo gleichzeitig auch der höchste Gehalt an organischer Substanz registriert wurde. Nach SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1966) wird dadurch die Bildung grobporiger Aggregate gefördert. Dies könnte eine weitere Erklärung der etwas geringeren scheinbaren Dichte der Feinerde an der Bodenoberfläche sein.

1.2. Die Verhältnisse im übrigen Untersuchungsgebiet

Die hier untersuchten Böden weisen, ausser demjenigen der Fläche Sornico 40, eine deutlich kleinere reelle Dichte auf als die durchschnittlichen Mineralböden. Namentlich in den oberen 0 - 15 cm ist die reelle Dichte der Flächen Trebbia 45, San Michele 25B und Caravate 17B kleiner als die vergleichbaren Werte vom Monte Caslano (vgl. Skizzen der Bodenprofile). Dies dürfte vor allem

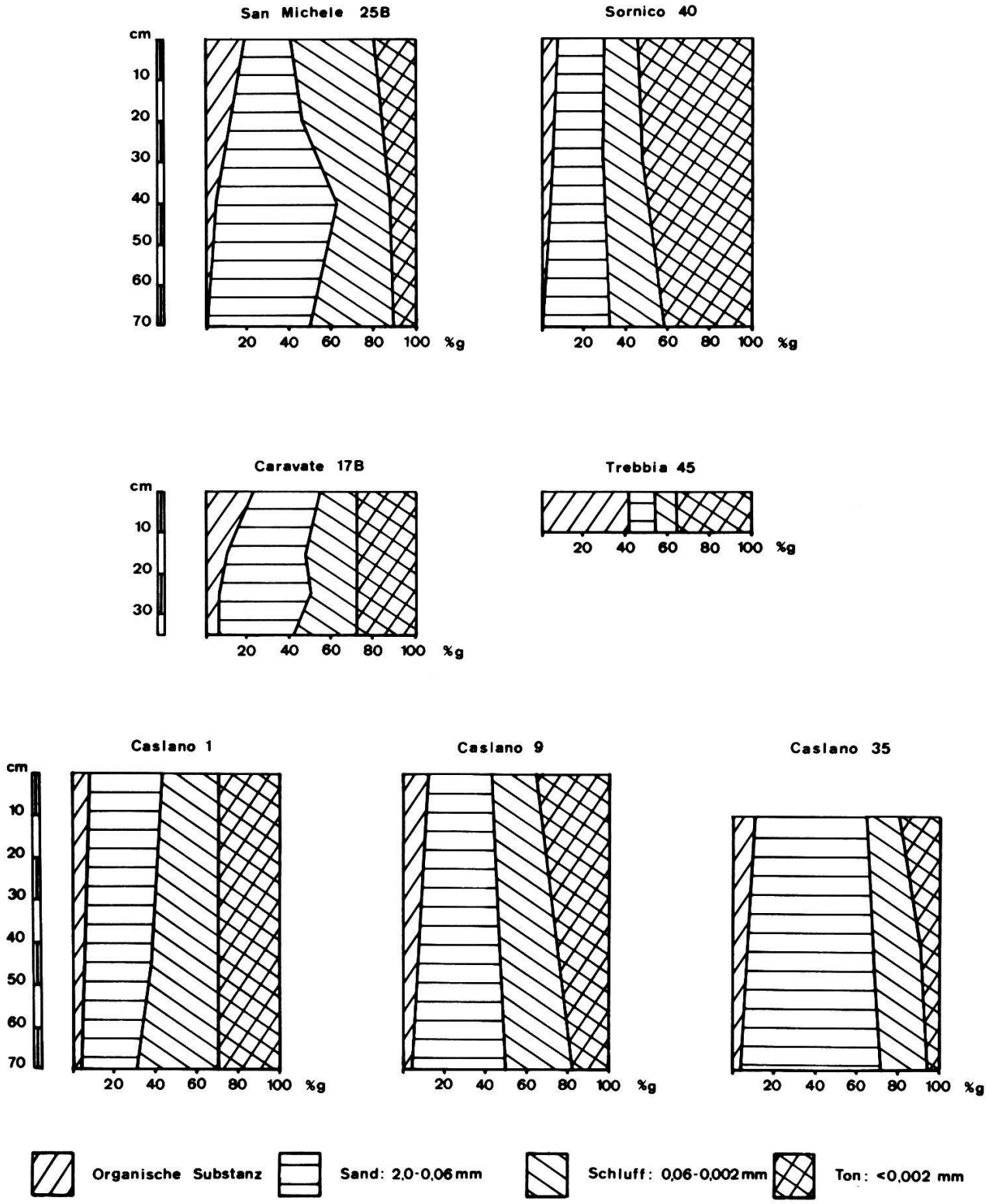


Abb. 21 Anteile (in % g) der verschiedenen Korngrössenfraktionen an der Feinerde einiger Untersuchungsflächen.

auf den höheren Gehalt an organischer Substanz der drei italienischen Flächen zurückzuführen sein. Die extrem kleine reelle Dichte der Feinerde der Fläche Trebbia 45 (ρ_r = 1,89 g/cm^3) erinnert an Moorböden. Die dort vorkommende Moderrendzina weist rund 42 % annähernd unzersetztes organisches Material auf.

Die scheinbare Dichte ρ_{af} der gesiebten Feinerde aus dem italienischen Teil des Untersuchungsgebietes nimmt, wie diejenige der Böden vom Monte Caslano, von der Bodenoberfläche nach unten zu.

Wie schon die Böden vom Monte Caslano zeigten, ist der Anteil an Tonmineralien auch bei diesen Flächen an der Bodenoberfläche immer höher als in tieferen Bodenschichten (Abb. 21.). Der sehr unterschiedliche Gehalt an Ton und Schluff lässt sich dadurch erklären, dass diese Böden über verschiedenem Muttergestein gewachsen sind. So scheinen Lias-Kieselkalke (Fläche Trebbia 45) wie auch untere Kreide, hier Maiolica, (Fläche Caravate 17B) - beide Flächen weisen sehr flachgründige Böden auf - bei ihrer Verwitterung mehr Tonmineralien freizulegen als etwa der Trias-Hauptdolomit von San Michele (Fläche 25B). Einen hohen Tongehalt (54 % g) weist auch die Feinerde des tiefgründigen Rebberges von Sornico (Fläche 40) auf.

2. Desorptionskurven und Feldkapazität der Böden vom Monte Caslano

Die in Abb. 22 - 24 dargestellten Desorptionskurven stammen von den gleichen Flächen wie die in E. II. 2. besprochenen Bodenprofile. Aus diesen Kurven geht hervor, dass die Pflanzen im Saugspannungsbereich von 2 - 15 at z. T. nur noch ganz wenige Volumenprozente Wasser verwerten können (Tab. 4). Auch bei der Annahme, dass der Permanente-Welkepunkt (PWP) für die einzelnen Pflanzen der Chrysopogonetum-Wiesen sicherlich höher als bei 15 at liegt, bleibt wegen der Steilheit der Desorptionskurven den Pflanzen nur wenig Wasser zur Verfügung.

Flächen	Probe aus (cm)	% V Wasser im Saugspannungsbereich von: 2 - 15 at	0,1 - 2 at	0,1 - 15 at
Caslano 35	10	1,5	31,5	33,0
	50	2,0	28,5	30,5
Caslano 9	15	1,5	25,0	26,5
	45	1,5	25,0	26,5
	75	2,0	26,0	28,0
Caslano 1	10	6,5	16,0	22,5
	45	5,0	17,0	22,0
	75	3,5	21,5	25,0

Tab. 4 Volumenprozente Wasser, welche die Pflanzen bei verschiedenen Saugspannungsbereichen zur Verfügung haben. (Die Werte gelten nur für die gesiebte Feinerde.)

Es muss vor allem bedacht werden, dass diese Werte aus gestörten, d. h. 2 mm gesiebten Bodenproben gewonnen wurden. Sie sind somit nicht direkt auf den natürlich gelagerten Boden übertragbar, da dieser sehr stark mit Skelett durchsetzt ist. Wie Desorptionskurven im skelettdurchsetzten Boden verlaufen könnten, wurde für die Flächen Caslano 1, Caslano 9 und Caslano 35 berechnet. Dabei wurde der Wassergehalt (der gesiebten Feinerde) bei den verschiedenen Saugspannungen um den Skelettprozentanteil des betreffenden Bodens vermindert. In Abb. 22 - 24 sind die entsprechenden Kurven dargestellt. Die Desorptionskurve dient im vorliegenden Falle zur Bestimmung der Porengrössenverteilung in der Feinerde und somit zur Berechnung des pflanzenverfügbaren Wassers.

Die Abgrenzung der Grobporen und der Mittelporen wird durch die Feldkapazität (FK) (Definition siehe C. II. 2.2.) vorgegeben. Für die beiden Flächen Caslano 9 und Caslano 35 wurde dieser Wert über die drei in C. II. 2.2. beschriebenen

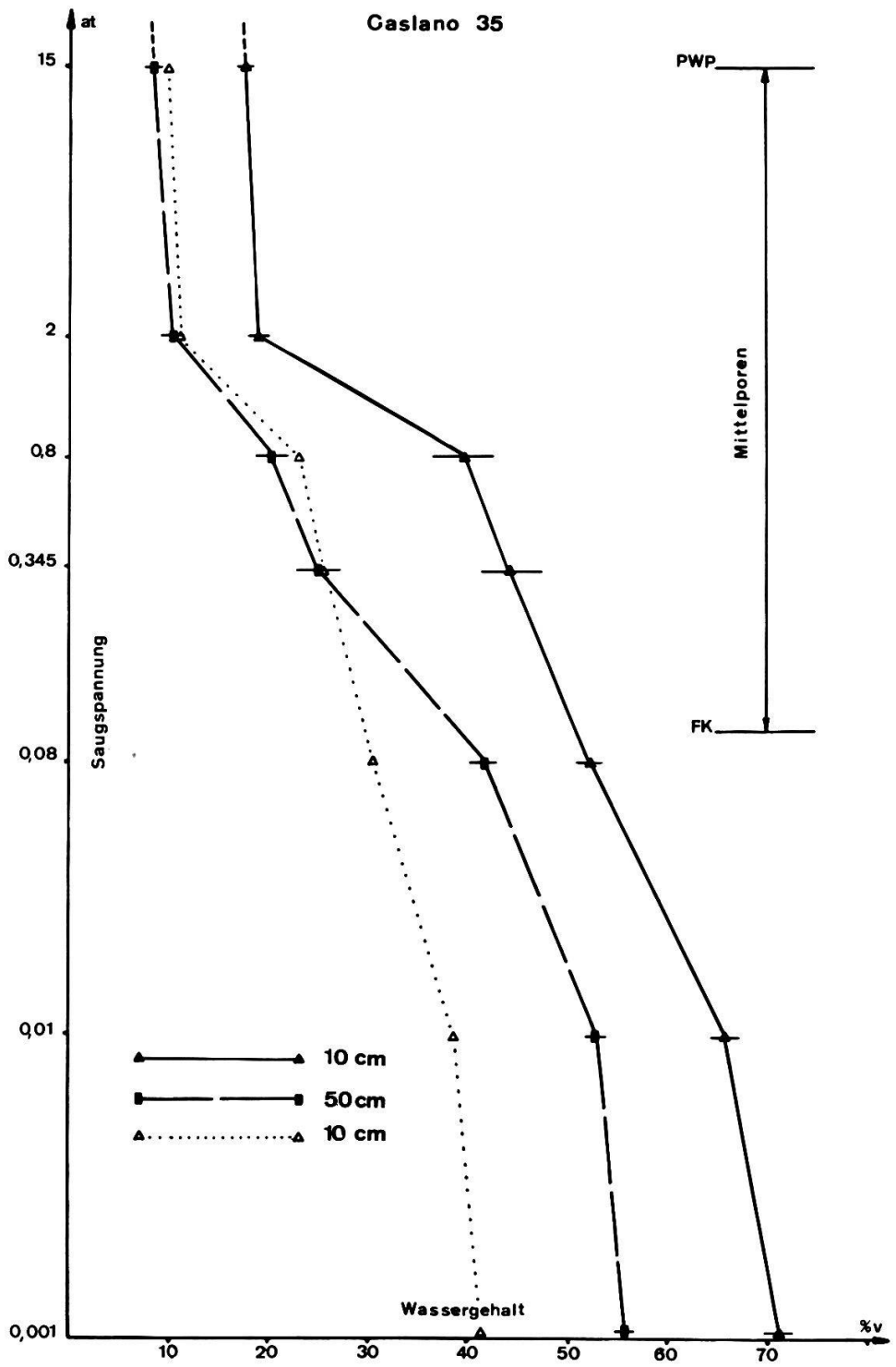


Abb. 22 Desorptionskurve für gesiebte Feinerde, sowie berechnete Kurve (△·····△) für den skeletthaltigen, natürlich gelagerten Boden unter der Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe am Monte Caslano.

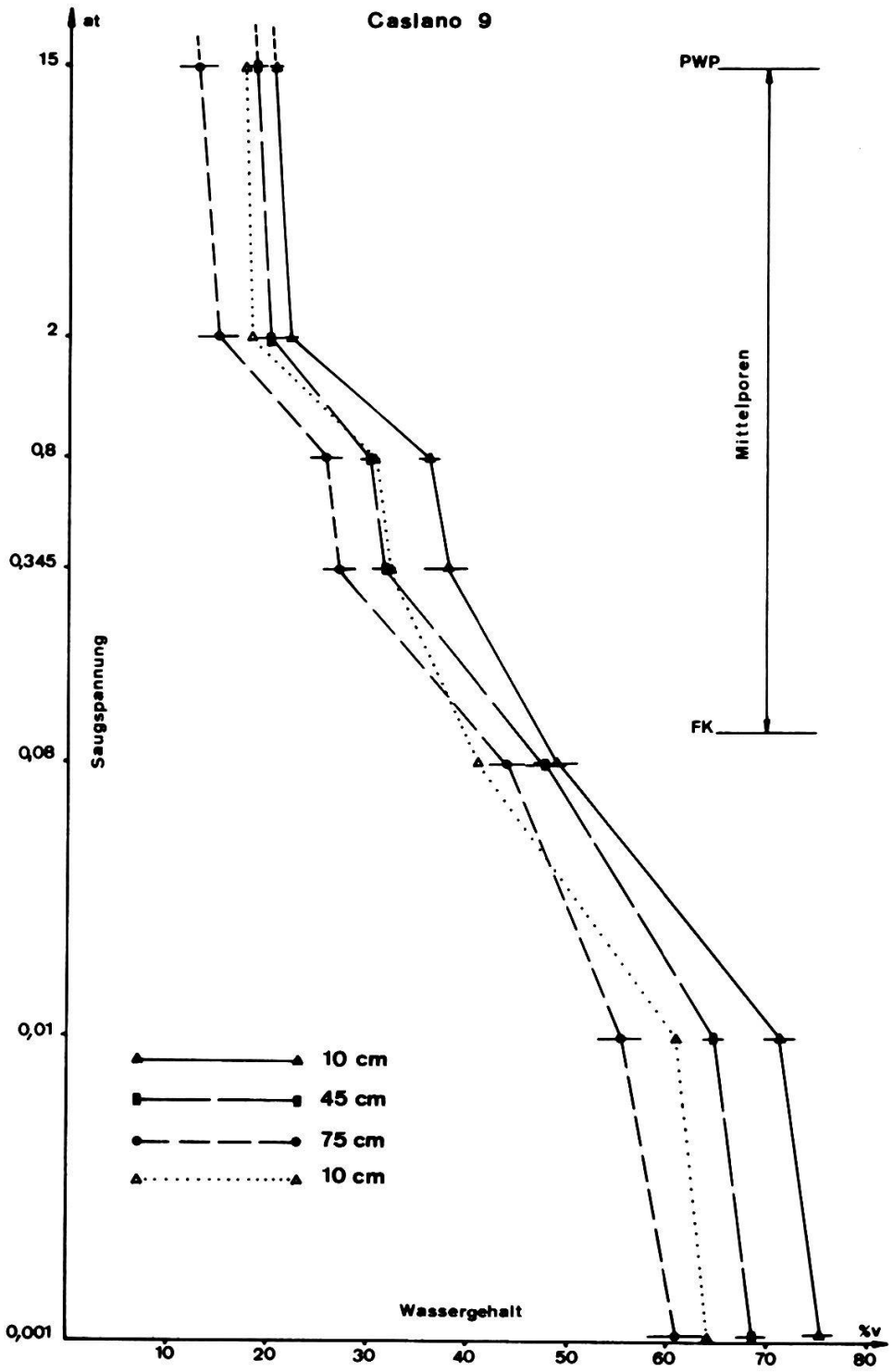


Abb. 23 Desorptionskurve für gesiebte Feinerde, sowie berechnete Kurve (△·····△) für den skeletthaltigen, natürlich gelagerten Boden unter der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe am Monte Caslano.

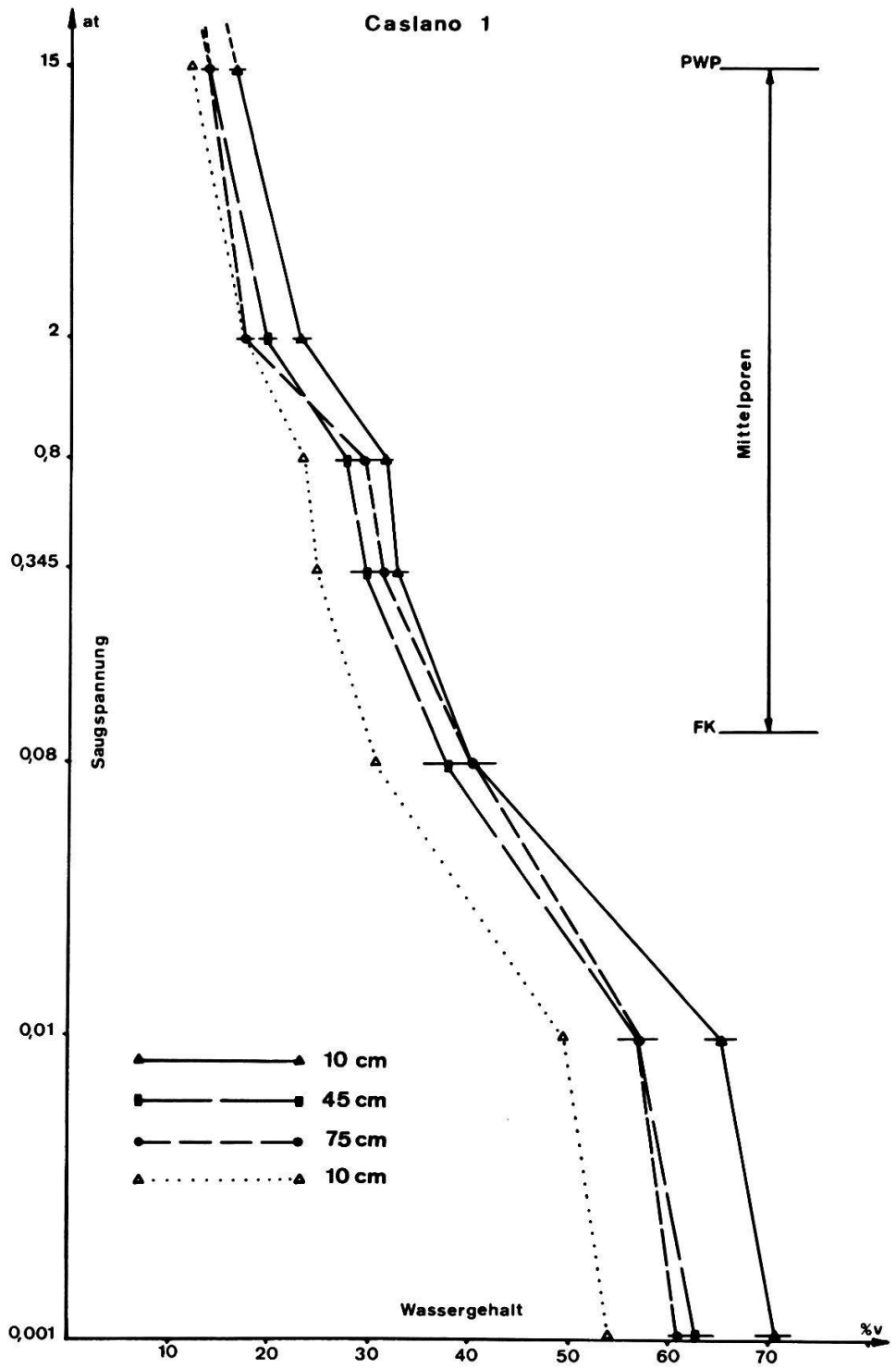


Abb. 24 Desorptionskurve für gesiebte Feinerde, sowie berechnete Kurve (△·····△) für den skeletthaltigen, natürlich gelagerten Boden unter der Potentilla alba-Ausbildung am Monte Caslano.

Methoden ermittelt. Es sind dies: mit Tensiometern im Felde 2 - 3 Tage nach künstlicher Sättigung des Bodens, über den Bodenwassergehalt 2 - 3 Tage nach künstlicher Sättigung im Felde und die experimentelle Sättigung und Entwässerung der Bodenproben bis zur Gewichtskonstanz im Labor. Dabei ergibt sich folgendes Bild:

Mte. Caslano Flächen	Bodentiefe (cm)	Saugspannungswerte bei Feldkapazität in at		
		mit Tensiometer im Felde	Bodenwassergehalt im Felde	Abtropfen im Labor
C 35	30	0,095	0,21	0,04
C 9	20	0,104	0,18	0,04
	40	0,112	0,15	0,12

Je nach Methode ergaben sich ganz verschiedene Werte für die FK. Der Grund, weshalb die Abtropfmethode im Labor einen viel zu hohen Wassergehalt und damit eine sehr kleine Saugspannung bei FK liefert, wurde in C. II. 2.2. erläutert. Hingegen lässt sich der Unterschied zwischen den Tensiometerwerten und denjenigen der Bodenwassergehalte der Feldproben schlecht erklären. Die relativ hohen Saugspannungswerte für die FK bei den im Felde gewonnenen Bodenproben könnte allerdings durch Wasserverlust bei der Probeentnahme und beim Transport der Bodenproben entstanden sein. Für die Berechnungen werden deshalb die im Felde ermittelten Tensiometerwerte berücksichtigt. Da die Werte alle um 0,1 at liegen, wurde einheitlich für alle Böden dieser Wert angenommen.

3. Auswertung der Desorptionskurven: Bodenwassergehalte und pflanzenverwertbares Wasser

Für die Böden der Flächen Caravate 17B, Trebbia 45, San Michele 25B und Sornico 40 wurden Desorptionskurven aus gestörten Proben ermittelt. Auf die Darstellung der Kurven soll hier verzichtet werden. In Tab. 5 sind die Volumenprozente Wasser angegeben, welche die Pflanzen bei verschiedenen Saugspannungs-

bereichen der gesiebten Feinerde entnehmen können. Im allgemeinen nehmen bei dieser Art des Vergleiches die Mittelporen der geschütteten Proben von der Bodenoberfläche nach unten zu. Eine Ausnahme bilden die Bodenproben von Sornico 40. Die Proben von Caslano, Fläche 1, (siehe Tab. 4) ergaben ein ähnliches Bild. Beide Flächen haben tonreiche Böden. Ein Vergleich der Flächen von Caslano mit den hier behandelten ergibt folgendes: Betrachtet man nur die gesiebte Feinerde, so haben die Flächen am Monte Caslano im Saugspannungsbereich 0,1 - 15,0 at mehr Wasser zur Verfügung, im engeren Saugspannungsbereich von 2,0 - 15,0 at liegt jedoch dort weniger verwertbares Wasser vor.

Flächen	Probe aus (cm)	% V Wasser im Saugspannungsbereich von:		
		2 - 15 at	0,1 - 2 at	0,1 - 15 at
Caravate	10	1,0	14,0	15,0
17B	20	6,0	14,0	20,0
Trebbia	10	4,5	18,0	22,5
45				
San Michele	10	1	11,5	12,5
25B	30	5,5	13,5	19,0
Sornico	10	8,0	11,5	19,5
40	35	3,0	14,0	17,0

Tab. 5 Volumenprozente Wasser, welche die Pflanzen bei verschiedenen Saugspannungsbereichen zur Verfügung haben. (Werte aus der Desorptionskurve für die gesiebte Feinerde.)

Damit der Wasserhaushalt im natürlich gewachsenen Boden angenähert erfasst werden konnte, musste der Skelettanteil, bzw. der Anteil an Feinerde pro Volumen bekannt sein. Diese Daten wurden nach den Methoden, wie sie in C. II. 2.3. beschrieben werden, gewonnen. Mit der zusätzlichen Information konnten die dem

natürlich gewachsenen Boden eher entsprechenden Wassergehalte angegeben werden. Dazu wurde von der aus gesiebten Feinerdeproben berechneten Menge pflanzenverwertbaren Wassers der Mittelporen (0,1 - 15,0 at) ausgegangen. Diese wurde um den prozentualen Skelettanteil des gewachsenen Bodens vermindert. Je nach Bodeneigenschaften entnehmen die Pflanzen dem Boden bei verschiedenen Saugspannungen unterschiedlich viel Wasser. Nach Berücksichtigung des variablen Skelettanteiles und der verschiedenen Durchwurzlungstiefen konnte für die untersuchten Flächen die Menge des pflanzenverwertbaren Wassers berechnet werden. Mit 60 cm Tiefe wird für die Fläche Sornico 40 der mächtigste Wurzelraum angenommen; diese Festlegung beruht auf der Tatsache, dass der Boden tiefgründig ist ($\gg$100 cm) und auch in grösseren Tiefen nur wenig Skelett aufweist. Dadurch wird die Wasserspeicherungskapazität dieses Bodens grösser als diejenige der Böden aller anderen Flächen. Allgemein wurde der bei der Bodenprofilbeschreibung angegebene Hauptwurzelhorizont als Wurzelraum angenommen. In Abb. 25 wurde die Wassermenge, welche die Pflanzen nach der oben gemachten Annahme den Mittelporen des natürlich gewachsenen Bodens der verschiedenen Flächen, bei gegebener Wurzeltiefe, entnehmen können, in l/m^2 = mm angegeben. Nach zunehmendem pflanzenverfügbaren Wasser aufgeführt ergibt sich aus diesen Berechnungen die folgende Reihenfolge der Flächen:

Trebbia $<$ San Michele $<$ Caravate $<$ C 35 $<$ C 1 $<$ C 9 $<$ Sornico

Die Vegetationstabelle 1, welche ebenfalls eine Trockenheitsreihe widerspiegelt, zeigt jedoch die Reihenfolge:

Caravate $<$ Trebbia $<$ C 35 $\leqslant$ San Michele $<$ C 9 $<$ C 1 $<$ Sornico

Die grösste Abweichung zwischen den beiden Trockenheitsgefällsreihen stellt die Fläche Caravate 17B dar. Aus verschiedenen Gründen ist die über die Desorptionskurve berechnete verwertbare Wassermenge dieses Bodens viel zu hoch ausgefallen. Einmal ist Caravate ein sehr steiler Felsstandort mit einer Vegetationsbedeckung von etwa 40 %. Die Vegetation kann nur in den Felsritzen und etwas flacheren Stellen aufkommen. Diese wenigen Stellen haben nur ein sehr geringes Volumen an Feinerde und damit an sich ein beschränktes Wasserbindungsvermögen. Die Vegetationsaufnahme zeigt eher die durchschnittlichen Wasserverhältnisse über die ganze Fläche betrachtet und nicht die Bedingungen an einem bestimmten Messort innerhalb dieser Fläche. Ferner wurden die untersuchten Bodenproben an einer relativ feinerdereichen Stelle entnommen. Diese Feinerde

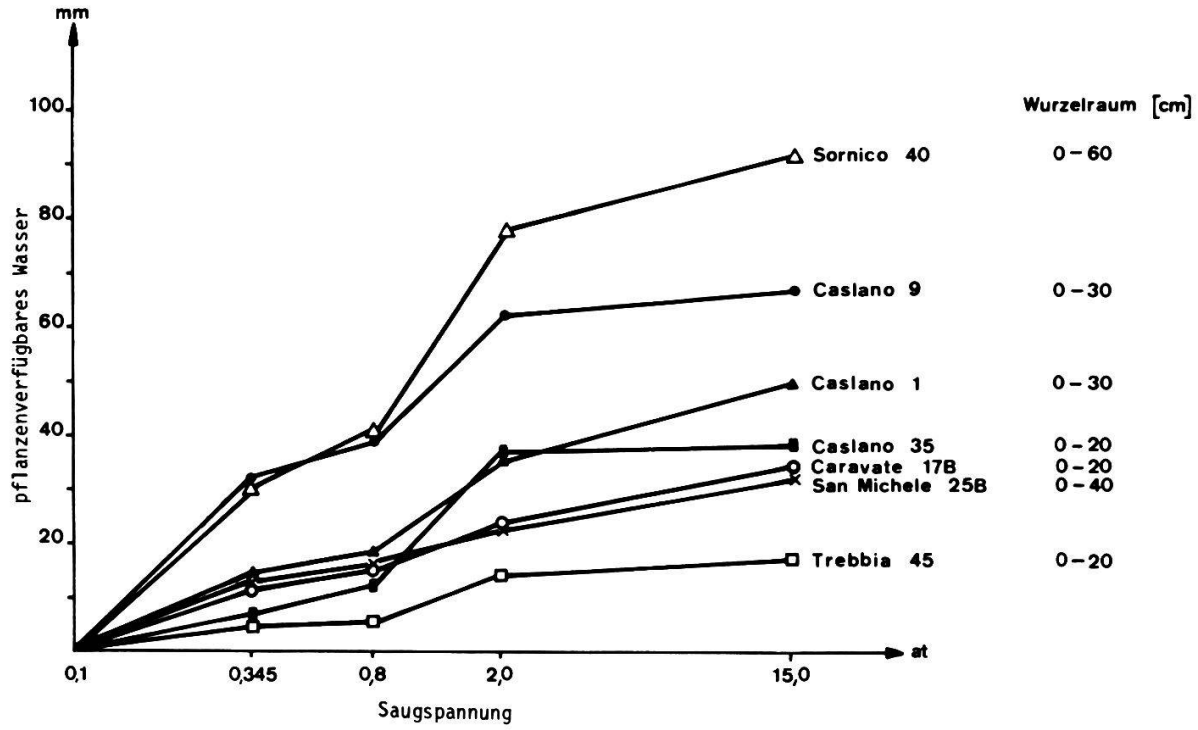


Abb. 25 mm Wasser, welches die Pflanzen den Mittelporen (o,1-15 at) des natürlich gewachsenen Bodens bei verschiedenen Durchwurzlungstiefen pro Wurzelraum entnehmen können. Die Berechnung erfolgte aus den Bodenwassergehalten der gesiebten Bodenproben, welche um den prozentualen Skelettanteil vermindert wurden.

enthält nur sehr wenig Skelett und gibt damit nicht die tatsächlichen Verhältnisse wieder wie sie auf grösseren Flächen des Standortes wohl vorliegen. Die V-förmigen Felsritzen enthalten weniger Feinerde als dies bei der Berechnung des Bodenwassergehaltes (man geht dabei von einem rechteckigen Bodenquader bestimmter Tiefe aus) angenommen wurde. Der effektive Skelettanteil ist offenbar viel grösser als derjenige, der über den Bodenaushub bestimmt wurde. Der Hinweis der Vegetationstabelle auf sehr trockene Bedingungen bei der Fläche Caravate 17B dürfte somit realistischer sein. Die übrigen, kleineren Abweichungen zwischen den beiden Trockenheitsreihen sind wahrscheinlich auf die zu ungenaue Bestimmung des Skelettgehaltes zurückzuführen.

4. Bodenwassergehalte dreier Flächen am Monte Caslano, gemessen während zwei Messperioden

In der Zeit vom 12. April bis 22. Mai 1974 und vom 14. August bis 2. September 1974 wurde bei den Flächen Caslano 1, Caslano 9 und Caslano 35 jeden 2. Tag der Bodenwassergehalt in 10 - 15 cm Tiefe bestimmt.

In den Abb. 26 - 28 wurden die Wassergehalte (in % g) der Feinerde des natürlich gelagerten Bodens sowie die in der Untersuchungsperiode gefallenen Niederschlagsmengen eingezeichnet. In den gleichen Abbildungen wurde versucht, diese Bodenwassergehalte mit den Saugspannungen der korrigierten Desorptionskurven (Abb. 22 - 24) zu vergleichen. Damit soll annäherungsweise gezeigt werden, mit welchen Saugspannungen das Bodenwasser in 10 - 15 Tiefe gebunden wird und wie sich die Saugspannungen in Abhängigkeit der Niederschläge verändern.

Es zeigte sich, dass auch nach starken Regenfällen die Mittelporen des Bodens der Fläche Caslano 9 (Abb. 27) während der Beobachtungsperiode nie ganz mit Wasser aufgefüllt wurden. Die Böden der Flächen Caslano 35 (Abb. 26) und Caslano 1 (Abb. 28) hingegen füllen sich zeitweise bis in die Grobporen.

Der Wasservorrat im Boden der Fläche Caslano 35 (Heteropogon contortus-Ausbildungsgruppe) nimmt in niederschlagsfreien Perioden sehr schnell ab, was sich in der raschen Zunahme der Saugspannungswerte pro Zeiteinheit widerspiegelt. In der Beobachtungsperiode steigen die Saugspannungen in diesem Boden nach jeweils 12tägiger Trockenheit nur wenig über 15 at. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei länger dauernden Trockenperioden die Saugspannungen schnell sehr stark ansteigen würden, da der natürlich gelagerte Boden bei 15 at in 10 - 15 cm Tiefe nur noch etwa 9 mm Wasser enthält, sehr flachgründig ist und ein kleines Wasserspeicherungsvermögen besitzt.

Im natürlich gelagerten Boden der Fläche Caslano 9 (Seseli annuum-Ausbildungsgruppe, Bromus condensatus-Ausbildung) steigen die Saugspannungen (pro Zeiteinheit) während einer niederschlagsfreien Periode etwas langsamer an. Während im April und Mai die Saugspannung auch nach 12tägiger Trockenheit die 15 at

Grenze nie überschritt, erreichte sie im August, nach gleich langer Trockenzeit, Werte, die schätzungsweise (durch Extrapolation aus der Desorptionskurve) 50 at übersteigen dürften. Dabei muss bemerkt werden, dass hier bei 15 at noch doppelt soviel Wasser (18 mm) vorhanden ist wie bei der Fläche Caslano 35, dass dieser Boden ein besseres Wasserspeicherungsvermögen besitzt und tiefgründiger ist.

Im Boden der Fläche Caslano 1 (Potentilla alba-Ausbildung der Seseli annuum-Ausbildungsgruppe) wurde das Wasser in der Untersuchungsperiode meist mit niedrigeren Saugspannungskräften gebunden als bei den vorher besprochenen Böden. In der Beobachtungsperiode konnten die Pflanzen dieser Fläche während längerer Zeit das Wasser den Grobporen entnehmen. Auch nach den beiden Trockenzeiten sank die Saugspannung nie unter 15 at. Bei diesem Saugspannungswert liegt in 10 - 15 cm Tiefe annähernd gleichviel Wasser (10 mm) vor wie bei der Fläche Caslano 35.

Im allgemeinen stimmen die gemachten Beobachtungen mit den in E. III. 3. besprochenen Trockenheitsgefällen (siehe auch Abb. 25) gut überein.

Einen wesentlichen Einfluss auf den Wasserhaushalt übt die organische Substanz aus. Als positiv ist ihre hohe Wasserkapazität zu werten. Sie kann das 3 - 5fache ihres Eigengewichtes an Wasser festhalten. Dieses Wasser liegt weitgehend in pflanzenaufnehmbarer Form vor (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966). Für die Wasseraufnahme an der Bodenoberfläche wirkt sich die Hydrophobie der organischen Substanz, welche sich nach Trockenperioden einstellt, jedoch sehr hemmend aus. Bei Gewittern nach einer Trockenzeit läuft ein nicht gemessener Prozentsatz des Niederschlages infolge dieser Eigenschaft oberflächlich ab; weiter wird ein Teil durch die Interzeption der Vegetation zurückbehalten, so dass den Pflanzen ein noch geringerer Teil der Niederschlagsmenge zugute kommt. Das insubrische Niederschlagsregime, d. h. das Anfallen einer grossen Niederschlagsmenge innert kurzer Zeit (siehe in B. 2.),und die darauf folgenden Trockenperioden begünstigen diese Tendenz. Ausserdem schrumpft die aufgequollene Substanz beim Trocknen, so dass ein grösseres Porenvolumen entsteht und somit mehr Luft in den Boden eindringen kann, die ihrerseits die Austrocknung fördert. Diese Tatsache könnte mit ein Grund sein, dass die Böden der Flächen Caslano 35 und Caslano 9 rasch austrocknen, bzw. die Mittelporen nicht ganz auffüllen.

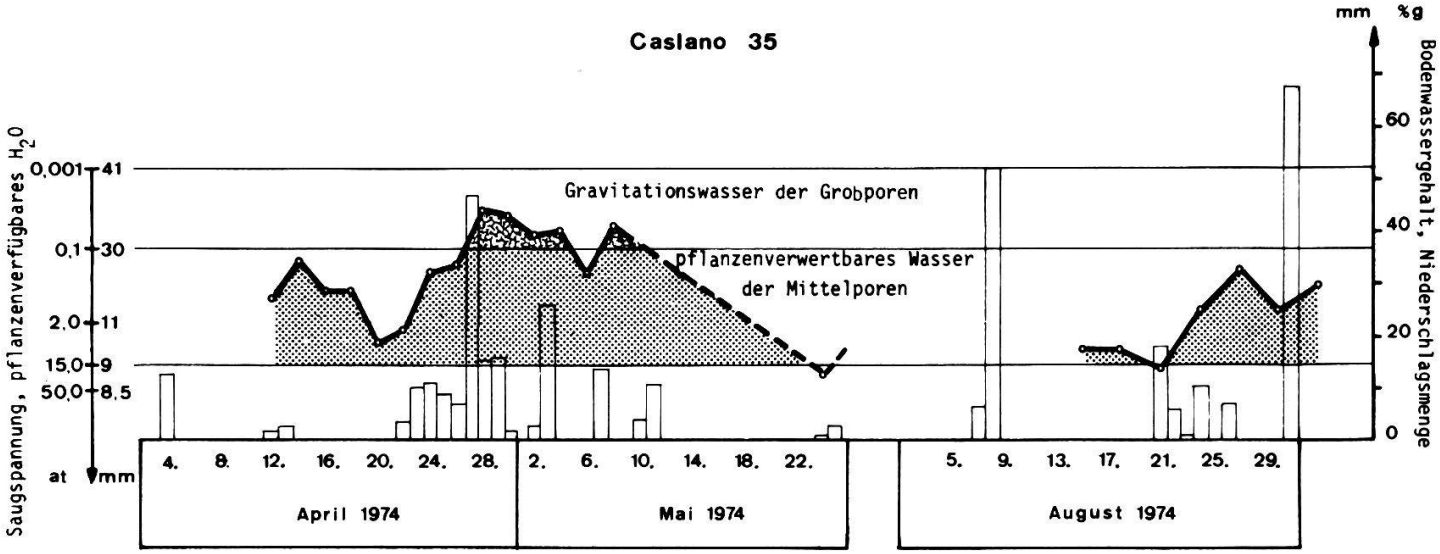


Abb. 26 Niederschlag (in mm) und die dadurch bedingten Wassergehalte (in % g) der Feinerde sowie angenäherte Saugspannungen (in at) und das dabei vorliegende pflanzenverfügbare Wasser (in mm) des skeletthaltigen Bodens in 10-15 cm Tiefe.

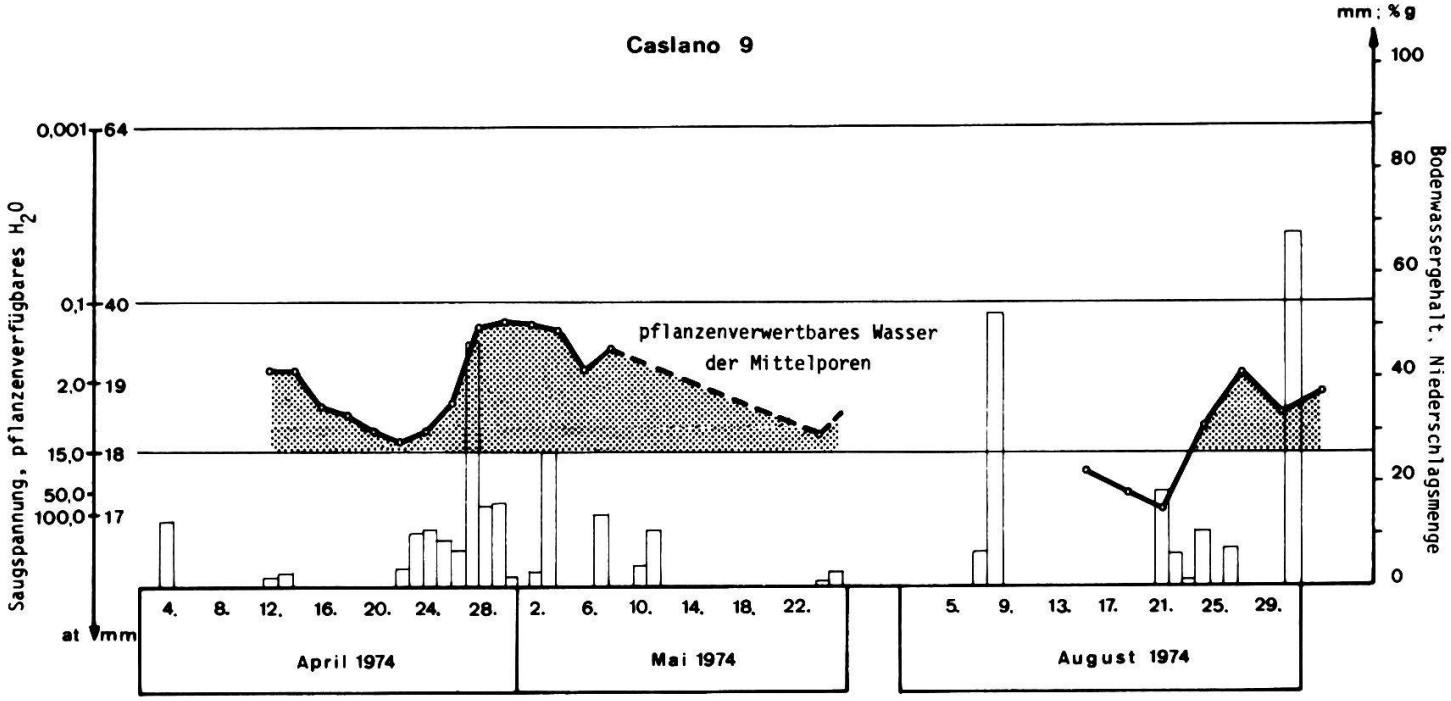


Abb. 27 Niederschlag (in mm) und die dadurch bedingten Wassergehalte (in % g) der Feinerde sowie angenäherte Saugspannungen (in at) und das dabei vorliegende pflanzenverfügbare Wasser (in mm) des skeletthaltigen Bodens in 10-15 cm Tiefe.

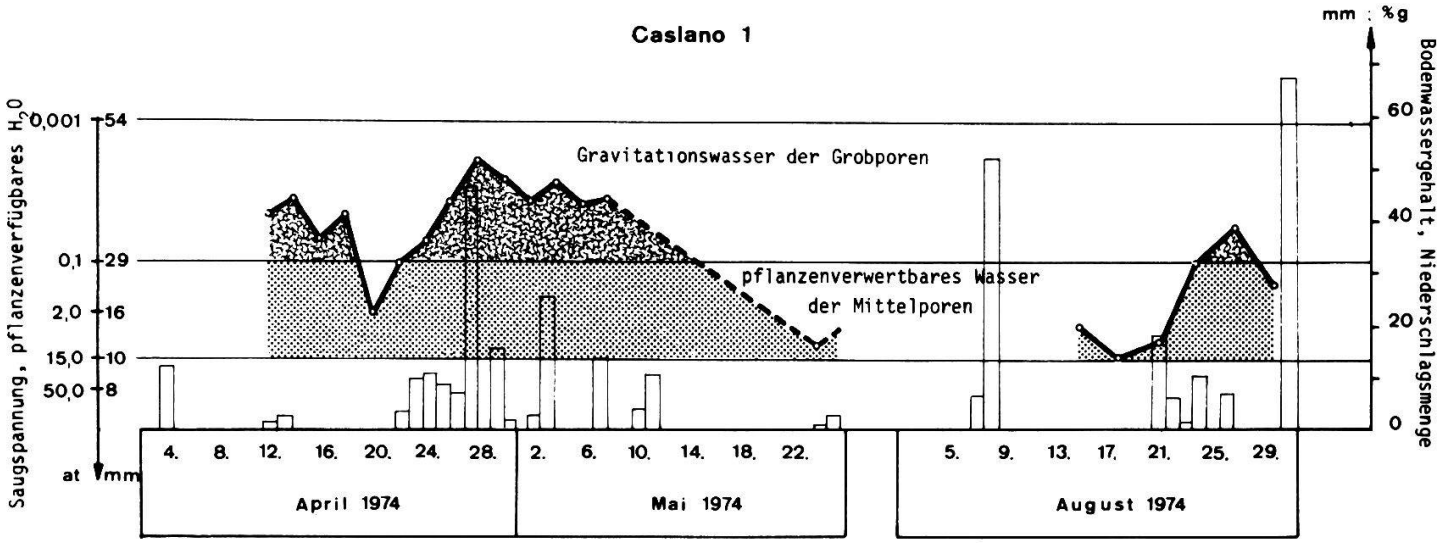


Abb. 28 Niederschlag (in mm) und die dadurch bedingten Wassergehalte (in % g) der Feinerde sowie angenäherte Saugspannungen (in at) und das dabei vorliegende pflanzenverfügbare Wasser (in mm) des skeletthaltigen Bodens in 10-15 cm Tiefe.

IV. BODENCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

1. Karbonatgehalt

Der Karbonatgehalt in der Feinerde nimmt bei allen Flächen mit zunehmender Bodentiefe zu (Tab. 6 und Angaben bei den Bodenprofilen). Bei einer mächtigen Akkumulation organischen Materials ist der Karbonatgehalt niedriger; dies vor allem weil die Feinerde dann kaum karbonathaltigen Grobsand enthält. So ist der Boden von Caravate, Fläche 17B, aus herabfallendem organischen Material gebildet worden. Er enthält darum fast kein Skelett und nur sehr wenig Grobsand. Da jedoch die Pflanzen dieser Fläche mit ihren Wurzeln direkt mit dem Muttergestein in Kontakt treten, erhalten sie immer reichlich Karbonat.

Bei der über Silikat liegenden Fläche Magliaso ist der Boden karbonatlos.

Die Ca^{++}-Ionenkonzentration des Bodens hat verschiedene Wirkungen. Bei einem mässigen Angebot an Ca^{++} bilden sich im allgemeinen kräftigere Wurzeln aus. Liegt hingegen viel Ca^{++} vor, so geht die Wurzelhaarbildung zurück, da sich die Zellwände verfestigen. Ein übermässiges Ca^{++}-Angebot kann sogar das Wurzelwachstum verhindern (KUTSCHERA 1960). Ebenso erschwert eine hohe Ca^{++}-Konzentration den Humusabbau (LARCHER 1973). Anderseits haben aber die Ca^{++}-Ionen einen günstigen Einfluss auf die Aggregatsstabilität des Bodens (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966).

2. Bodenreaktion

Bei allen Vegetationsaufnahmeflächen wurde die Bodenreaktion der obersten 10 cm bestimmt. In Tab. 6 sowie in den Abbildungen der Bodenprofile ist der pH-Wert für die Böden der untersuchten Flächen in Abhängigkeit der Bodentiefe angegeben.

Ausser für den Standort Monte Caslano, bei welchem die Bodenproben am

19. 9. 1973 gewonnen wurden, sind alle anderen Proben in der Zeit vom 15. - 24. 4. 1973 gegraben worden. Mit einer Ausnahme (Magliaso, Fläche 108) steigen die pH-Werte mit zunehmender Bodentiefe an. Interessant ist dabei die Fläche C1 des Monte Caslano, welche in 10 cm Bodentiefe einen pH-Wert von 7,3 aufweist, obschon die Feinerde entkarbonatet ist. Nach KLOETZLI (mündl.) ist dieses Phänomen über Lias-Gestein am Monte Generoso schon beobachtet worden. Bei einer Messung im April konnte aber im Feld ein pH-Wert von ca. 6,5 festgestellt werden. Aehnliche Feststellungen hat ELLENBERG (1958) als jahreszeitliche Schwankung der Bodenreaktion beschrieben, welche im Frühjahr häufig sehr ausgeprägt ist.

Die über Silikat liegende Fläche Magliaso weist an der Bodenoberfläche einen pH-Wert von 7,4, in 80 cm Tiefe aber einen solchen von 6,1 auf. Da es sich um Kulturland handelt und eine Strasse sehr nahe an der Fläche 108 vorbeiführt, ist eine Zufuhr von basischem Dünger und Staub durchaus denkbar.

Der pH-Wert beeinflusst indirekt die Bodenentwicklung. So hemmen hohe Werte die chemische Verwitterung des Gesteins und mindern auch den Humifizierungsprozess der organischen Substanz (LARCHER 1973).

3. Organische Substanz

Die Böden der Flächen Caravate 17B, Trebbia 45 und San Michele 25B sind bis in 20 cm Tiefe als sehr stark humos ($>$ 10 % organische Substanz) zu bezeichnen. Mit 42 % hat Trebbia den höchsten Anteil an organischer Substanz; diese reicht über das ganze Profil. Nach der Einteilung von SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1966) müssen die Böden der Flächen C9 und C35 vom Monte Caslano ebenfalls als sehr stark humos bezeichnet werden. Selbst in 75 cm bzw. in 50 cm sind sie noch stark humos (Tab. 6 und Abb. 18, 19). Der Boden der Fläche C1 ist über das ganze Profil stark humos. Die übrigen Flächen in Tab. 6 haben meist stark bis mässig humose Böden.

Flächen	Tiefe cm	CO_3 als $CaCO_3$ % g	pH (H_2O) 15.-24.4.73	org. Substanz % g
Caravate	5	o	7,3	22,0
17B	15	.	7,6	9,4
	25	1,2	7,6	7,4
	35	.	7,7	6,7
Trebbia 45	10	8,0	7,5	42,0
San Michele	10	11,2	6,9	18,1
25B	20	16,4	6,9	11,9
	40	16,9	6,9	3,4
	70	34,8	7,6	1,5
Sornico	10	17,6	7,1	7,0
40	30	22,8	7,0	3,5
	70	28,8	7,0	1,5
Perledo	5	0,4	5,5	5,5
42	35	0,9	7,4	2,6
Magliaso	10	0	7,4	4,3
108	40	0	6,7	0,4
	80	0	6,1	0
Caslano	5	27,0	7,6	10,4
35	30	34,0	7,7	5,1
	50	40,0	7,7	3,4
Caslano	10	21,0	7,5	11,4
9	45	25,0	7,7	7,4
	75	33,0	7,7	4,2
Caslano	10	0	7,3	7,3
1	45	8,4	7,5	5,3
	75	12,0	7,6	4,4

Tab. 6 Karbonatgehalt (% g), Bodenreaktion und Gehalt an organischer Substanz (% g) der Feinerde bei verschiedenen Bodentiefen.

V. MIKROKLIMATISCHE MESSUNGEN AM MONTE CASLANO

Bei der Behandlung des Allgemeinklimas zeigte sich, dass im März und April unter dem Einfluss des Nordwindes die relative Luftfeuchtigkeit bis gegen 10 % sinken kann. Ebenfalls wurde festgestellt, dass der Juni und Juli im Durchschnitt die lufttrockensten Monate sind. Der April kann zu den trockeneren Monaten gezählt werden, während der Juni zu den niederschlagsreicheren Monaten gehört. In diesem Zusammenhang erschien es interessant, einen Einblick in die Evaporationsverhältnisse zu erhalten.

Am 20. April 1973, bei starkem Nordwind, sowie am 19. Juni 1973 an einem schönen Sommertag wurde an vier Stellen des Monte Caslano die Piche-Evaporation bestimmt. Die dabei erhaltenen Werte wie auch die jeweilige relative Luftfeuchtigkeit sind in Tab. 7 angegeben.

Im April ist die Evaporation in 95 cm Höhe nur wenig grösser als in 10 cm über dem Boden. Da die Vegetation erst eine Höhe von 5 - 10 cm erreichte, konnte unter dem Einfluss des sehr starken Nordwindes auch in Bodennähe viel Wasser verdunsten. Im Gegensatz zu den Resultaten, die HOFER (1967) am Monte Verità (bei Locarno) erhielt, verdunstet hier auch im Sommer in 95 cm Höhe mehr Wasser als in Bodennähe. Der Grund dürfte vor allem darin bestehen, dass die Vegetation im Juni eine mittlere Höhe von 30 cm erreichte und einzelne Grashalme bis in 110 cm wuchsen. Dadurch befanden sich die bodennahen Piche-Evaporimeter in einem anderen Mikroklimabereich als diejenigen in 95 cm Höhe, welche zudem noch dem leichten Wind ausgesetzt waren.

Bei allen durchgeführten Messungen wurde der Evaporationswert von 1,0 ml/h, bei einer Evaporationsfläche von 12,6 cm^2, nie überschritten. Die gleiche Feststellung machte auch HOFER (1967) mit einem ähnlichen Standort. Auch WALTER (1968) gibt für die Mittagsstunden in Mitteleuropa selten höhere Werte an.

HOFER (1967) betont, dass die Evaporation wie auch die relative Luftfeuchtigkeit der bodennahen Schichten stark vom jeweiligen Bodenwassergehalt abhängen. Bei beiden Messungen war der Boden ziemlich trocken, hatte es doch im April

Fläche[1)]	Messhöhe cm	Evap. über Mittag ml/h		Ø Tagesevaporation ml/h		Relative Luftfeuchtigkeit in 30 cm			
						über Mittag %		Tagesdurchschnitt	
		20.4.73[2)]	19.6.73[3)]	20.4.73	19.6.73	20.4.73	19.6.73	20.4.73	19.6.73
C 1	10	0,73	0,70	0,68	0,32	19,0	52,7	27,5	68,2
	95	0,82	0,95	0,8	0,5				
C 9	10	0,68	0,5	0,65	0,29	21,0	54,0	26,0	66,1
	95	0,85	0,73	0,85	0,52				
C 35	10	0,64	0,43	0,64	0,27	24,5	53,7	27,4	68,4
	95	0,84	0,7	0,84	0,5				
C 41	10	0,68	0,33	0,68	0,24	22,5	54,0	24,2	68,5
	95	0,84	0,5	0,84	0,41				

1) Fläche C 1 : SSE, 50 % Neigung, 310 m.ü.M., Vegetationsbedeckung 100 %
Fläche C 9 : S , 65 % Neigung, 410 m.ü.M., Vegetationsbedeckung 100 %
Fläche C 35: S , 50 % Neigung, 370 m.ü.M., Vegetationsbedeckung 70 %
Fläche C 41: SSE, 65 % Neigung, 360 m.ü.M., Vegetationsbedeckung 100 %

2) Bedeckter Himmel, z.T. etwas sonnig, Nordwind, max. Temp. 17°C; mittlere Vegetationshöhe 5-10 cm

3) Schön, am Nachmittag Gewitterwolken, leichter Wind, sehr dunstig, max. Temp. 28°C; mittlere Vegetationshöhe 30 cm

Tab. 7 Piche-Evaporation (ml/h) und relative Luftfeuchtigkeit (%) im April und Juni bei verschiedenen Flächen des Monte Caslano.

seit 9 Tagen und im Juni seit 5 Tagen nicht geregnet. Es zeigt sich deshalb deutlich, dass im Frühjahr bei häufigen Nordwindtagen weit mehr verdunstet wird als im Sommer. Da im April dazu noch weniger Niederschläge fallen als im Juni, dürfte die Vegetation im frühen Frühling zeitweise einem recht grossen Wasserstress unterzogen sein. Wie in E. III. 4. und in den Abb. 26 - 28 gezeigt wurde, ist in dieser Periode zudem das Bodenwasser teilweise mit Kräften von über 10 at gebunden. Dieser Faktor könnte auf die floristische Zusammensetzung der Chrysopogon-Rasen einen Einfluss haben. Dies insofern, als nicht an die Trockenheit angepasste Arten, welche zu diesem Zeitpunkt zudem schon relativ hoch aufgewachsen wären, den permanenten Welkepunkt erreichen und somit vertrocknen würden. Der geringe Bodenstickstoffgehalt der Trockenrasen (vgl. auch GIGON 1968) bedingt aber ein langsames Wachstum der Pflanzen, was für diese in der kritischen Zeit im Frühjahr von eindeutigem Vorteil ist. Gleichzeitig stellt sich der Konkurrenzdruck der angepassten gegenüber den nicht angepassten Arten ein, welche verdrängt werden.

F. DISKUSSION

1. Die charakteristische Artenkombination der untersuchten Gesellschaft

Die hier neu umschriebene Gesellschaft ist über den ganzen insubrischen Raum verbreitet, wobei die Vegetationsaufnahmen die gesamte ökologische Amplitude der Assoziation berücksichtigen. Das Spektrum der Standorte reicht von bewirtschafteten (geschnittenen) über verlassene (nicht geschnittene) Terrassenabhänge von Rebbergen zu extensiv beweideten Wiesen und weiter zu felsigen, steilen, durch Holzschlag oder durch Brände offengehaltenen Flächen an Berghängen bis zu nicht mehr baumfähigen Felsstandorten.

Das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli ist durch die folgende charakteristische Artenkombination gekennzeichnet:

Charakteristische Arten	Stetigkeit
Chrysopogon gryllus	V
Carex humilis	V
Teucrium montanum	IV
Asperula purpurea	IV
Globularia elongata	IV
Leontodon tenuiflorus	III
Trinia glauca	III
Polygala pedemontana	III
Dianthus silvester	III
Fumana ericoides	III
Odontites lutea	III
Scabiosa gramuntia	III
Bromus condensatus	III
Linum tenuifolium	II

Charakteristische Arten	Stetigkeit
Centaurea bracteata	II
Silene otites	II
Ononis pusilla	II
Heteropogon contortus	II
sowie ganze Artengruppe Z (siehe D.1. und Vegetationstabelle 1)	

Die Artenkombination musste die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Umschreibung der geographischen Verbreitung der Gesellschaft;
- Arten mit möglichst hoher Stetigkeit.

Bei den bezeichneten Arten handelt es sich um kalkzeigende Trockenwiesenpflanzen, welche für den Bromion-Verband charakteristisch sind, ihre Hauptverbreitung im südalpinen, submediterranen und z. T. mediterranen Areal haben oder in Kombination mit den anderen Arten als gesellschaftstypisch anzusehen sind. Im Untersuchungsgebiet hauptsächlich im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli vorkommende und somit für diese Gesellschaft als besonders charakteristisch anzusehende Arten sind: Polygala pedemontana, Trinia glauca, Odontites lutea, Bromus condensatus, Linum tenuifolium, Centaurea bracteata und Ononis pusilla.

Die hochsteten Arten Chrysopogon gryllus, Carex humilis, Teucrium montanum, Asperula purpurea und Globularia elongata prägen die Gesellschaft wegen ihrer starken Deckungswerte wesentlich. Die südalpine Art Leontodon tenuiflorus hat ihr Optimum in dieser Assoziation, kommt aber auch in anderen Gesellschaften vor. Weiter wird das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli sowie das Holco-Chrysopogonetum grylli prov. stark durch die Pflanzen der hochsteten Artengruppe Z (Chrysopogon gryllus-Gruppe) geprägt. Aus dieser Artengruppe seien speziell die Bromion-Arten Bromus erectus, Helianthemum nummularium und Hippocrepis comosa erwähnt.

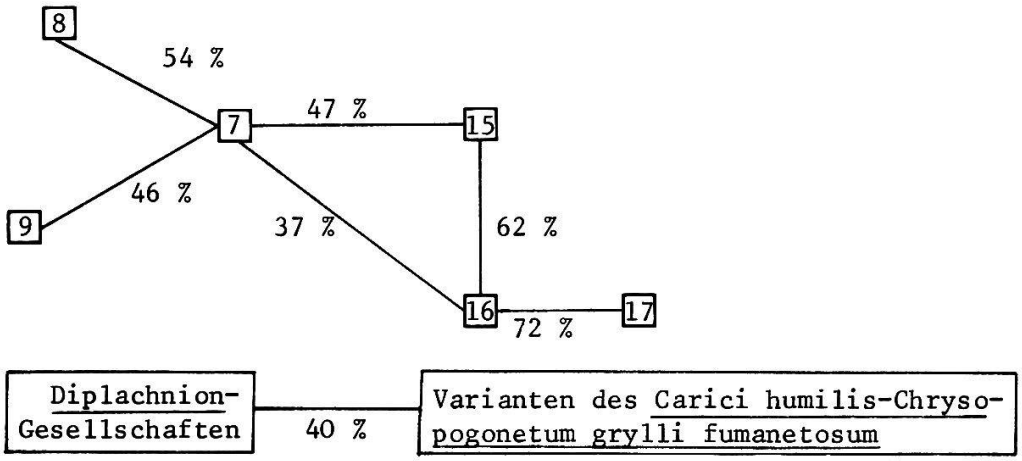
Ein Vergleich der Charakterarten des von KOCH (1943) beschriebenen "Andropogonetum grylli insubricum" (13 Aufnahmen, wovon 8 von karbonathaltigen Standorten aus dem Luganese und Mendrisiotto) mit den hier aufgeführten Arten ergibt einige Unterschiede. In Abweichung zu diesem Autor werden hier die Arten Bothriochloa ischaemum, Knautia transalpina und Aster linosyris nicht als besonders charakteristisch angesehen. Insbesondere erfüllen sie die oben genannten Bedingungen der charakteristischen Artenkombination nicht. Bothriochloa ischaemum ist eine weitverbreitete Art, die in vielen trockeneren Gesellschaften vorkommt. Knautia transalpina erreicht im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum und im Holco-Chrysopogonetum grylli prov. nur die Stetigkeit I und Aster linosyris ist lokal auf den Monte Caslano beschränkt. Hingegen werden für das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli zusätzlich die Arten Carex humilis, Teucrium montanum, Fumana ericoides, Scabiosa gramuntia, Odontites lutea, Dianthus silvester, Trinia glauca und Heteropogon contortus als charakteristisch bezeichnet. In der erwähnten Arbeit weist KOCH (1943) auf das Vorkommen einer "azidophilen Variante" des Andropogonetum grylli insubricum hin. Diese wird mit 5 Vegetationsaufnahmen belegt und trennt sich durch einige "azidophile Differentialarten" von der "basiphilen Variante" dieser Assoziation ab. Die in der vorliegenden Arbeit nur zum Vergleich aufgeführten sauren Chrysopcgon-Wiesen haben ausser Chrysopogon gryllus und teilweise Centaurea bracteata und Polygala pedemontana keine der vorher genannten charakteristischen Arten gemeinsam. Ebenso fehlt die im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli hochstete, kalkzeigende Artengruppe Y (Carex humilis-Gruppe). Stark differenzierend sind die säurezeigenden Artengruppen O bis S. Es ist deshalb begründet, die über silikatreichem Gestein vorkommenden Chrysopogon-Wiesen als eigenständig anzusehen und sie mit Holco-Chrysopogonetum grylli prov. zu bezeichnen. Eine umfassendere Untersuchung dieses Wiesentypes ist jedoch nötig, um diese Vermutung zu bestätigen.

2. Die Beziehungen der untersuchten Chrysopogon-Wiesen zu anderen, nahestehenden Einheiten

Das von BRAUN-BLANQUET und MOOR (1938) erstmals und von KOCH (1943) genauer beschriebene "Andropogonetum grylli insubricum" wird von diesen Autoren dem

Bromion erecti-Verband, genauer dem Xerobromion-Unterverband zugeordnet. In einer neueren Arbeit stellt BRAUN-BLANQUET (1961) diese Zuordnung jedoch in Frage und vermutet, dass diese Gesellschaft gewisse Beziehungen zu dem neu beschriebenen Diplachnion-Verband besitzt. Dieser Verband wird von BRAUN-BLANQUET (1961) zur Festucetalia-Ordnung gezählt. Obschon im hier beschriebenen Carici humilis-Chrysopgonetum grylli einige zur Festucetalia-Ordnung gehörende Arten (Tunica saxifraga, Thesium linophyllon, Carex nitida, Thymus Froelichianus, Festuca vallesiaca und Veronica spicata) mit Stetigkeit I vorkommen überwiegt der Anteil der Brometalia-Arten.

Der Affinitätstest (siehe C. I. 2.) zwischen den einzelnen Gesellschaften des Diplachnion-Verbandes und der Fumana ericoides-Subassoziation und deren Varianten der hier beschriebenen Gesellschaft gibt ein Bild der Beziehungen. Es wurden dabei die Diplachnion-Gesellschaften (siehe folgende Abb.) Fumano-Andropogonetum grylli (7), Diplachno-Festucetum vallesiacae (8) und Contorteto-Diplachnetum (9) mit den Varianten mit Diplachne serotina (15), Helianthemum italicum (16) sowie der Typischen Variante und der Aster linosyris-Variante (17) des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum verglichen und der "minimum spanning tree" berechnet. Das Ergebnis ist unten dargestellt, wobei die Zahlen unter den Verbindungslinien zwischen den einzelnen Einheiten die Affinität in Prozent bedeuten:



Die Affinität zwischen dem Fumano-Andropogonetum grylli (7) und der Diplachne serotina-Variante (15) des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum (47 %) ist etwas höher als zwischen den Diplachnion-Gesellschaften (7) und

(9) (46 %) und könnte für die Annahme von BRAUN-BLANQUET (1961) sprechen. Betrachtet man aber, dass die Diplachne serotina-Variante (15) mit 62 % Affinität zur Helianthemum italicum-Variante (16) steht und diese wiederum mit nur 37 % Affinität zum Fumano-Andropogonetum grylli (7) und dass die ganze Fumana ericoides-Subassoziation nur 40 % Affinität zum Diplachnion aufweist, so ist die enge Beziehung zum Diplachnion-Verband nicht unbedingt gewährleistet. Ohne Zweifel steht namentlich die Diplachne serotina-Variante (15) des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum den meist in den südalpinen Tälern und über silikathaltigem Muttergestein vorkommenden Diplachnion-Einheiten nahe.

Ein Vergleich der untersuchten Gesellschaft mit den von ZOLLER (1954) beschriebenen Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Juras zeigt folgendes: Die dortigen Xerobromion-Rasen haben mit dem Carici humilis-Chrysopogonetum grylli etwa 60 von insgesamt 220 Arten gemeinsam. Es sind dies, um einige hochstete Arten zu nennen: Bromus erectus, Carex humilis, Carex verna, Hippocrepis comosa, Geranium sanguineum, Euphorbia cyparissias, Teucrium chamaedrys, Stachys recta, Globularia elongata und Sanguisorba minor. Nördlich der Alpen kommen insbesondere die Arten Chrysopogon gryllus, Leontodon tenuiflorus, Polygala pedemontana, Bromus condensatus, Centaurea bracteata, Fumana ericoides, Scabiosa gramuntia und Asperula purpurea nicht vor. Die Frage, ob das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli im Xerobromion-Unterverband zu belassen sei, ist daher durchaus berechtigt. Beim jetzigen Stand der Untersuchungen darf eine Eigenständigkeit der insubrischen Chrysopogon gryllus-Wiesen angenommen werden. Dies weil wie gezeigt, die Beziehung zum Xerobromion sehr lose ist und diejenige zum Diplachnion, wenn auch etwas enger, nicht für die gesamte Gesellschaft gewährleistet ist.

Aus Insubriens näherer Umgebung wurden einige Chrysopogon-Wiesen beschrieben. Die Beziehungen der unten aufgeführten Gesellschaften zu dem Carici humilis-Chrysopogonetum grylli und dem Holco-Chrysopogonetum grylli sowie auch untereinander sind in Abb. 29 dargestellt. Aus dem Friaul beschreibt LORENZONI (1965) eine Gesellschaft, welche auf Gletscher- und Flussablagerungen (Schotter), die oberflächlich entkarbonatet sind, vorkommt. Diese mit "Chrysopogonetum grylli" bezeichneten Wiesen teilen sich in eine trockene, Typische Subassoziation und eine feuchtere Molinia coerulea-Subassoziation. Der Autor ordnet die Gesellschaft dem Stipo-Poion xerophilae-Verband zu. Aus der

Umgebung von Gorizia, wo ein dem insubrischen Gebiet vergleichbares, aber etwas wärmeres Klima herrscht, beschreiben FERLAN und GIACOMINI (1955) das Chrysopogoneto-Centaureetum cristatae. Diese am Karst vorkommende Gesellschaft wird dem östlichen Saturejon subspicatae-Verband zugeordnet, zeigt aber Uebergänge zum Xero-(Meso)-Bromion.

Im Untersuchungsgebiet selbst wurde von ANTONIETTI (1968) eine Buschwald-Gesellschaft auf Kalk beschrieben; sie zeigt Anklänge an Trockenwiesen und wurde mit Helleboro-Ornetum asteretosum prov. bezeichnet. HOFER (1967) gibt in seiner Arbeit ebenfalls lichte Felsflur-Buschwald-Gesellschaften auf Kalkgestein an, die zum Orno-Ostryetum gehören. Der Autor unterscheidet dabei Gesellschaften des Südtessins und solche des Gardaseegebietes.

Gesellschaften über saurer Unterlage, welche ebenfalls Chrysopogon gryllus als markantes Gras aufweisen, wurden im insubrischen Gebiet von ANTONIETTI (1970) und HOFER (1967) aufgenommen. Der erste Autor beschreibt das Gryllo-Callunetum prov., von dem zum Vergleich mit den hier beschriebenen Gesellschaften vor allem die Allium senescens-Subassoziation mit den Varianten mit Aster linosyris, Andropogon contortus und die Typische Variante interessant erscheinen. Von den Sukkulenten- und Pfeifengrasfelsheiden von HOFER (1967) wurden die Langenseevarianten zu Vergleichszwecken herangezogen. Weiter drängt sich ein Vergleich mit dem südalpinen Centaureo dubiae-Arrhenatheretum (OBERDORFER 1964) auf. Verschiedene Autoren (LORENZONI 1965; KOCH 1943) betonen, dass Chrysopogon gryllus-Wiesen tiefgründiger Standorte durch Düngung und starke Bewirtschaftung in Arrhenathereten übergeführt werden können. Die Berechnung der Affinitäten sowie des "minimum spanning tree" zwischen den verschiedenen Gesellschaften gibt eine Uebersicht über die Stellung der einzelnen Gesellschaften zueinander (Abb. 29).

Es bestehen enge Beziehungen zwischen den Buschwaldgesellschaften des Orno-Ostryon-Verbandes (Gesellschaften 1, 2, 3) und dem Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum. Dies lässt sich gut erklären, da die hier vorgestellte Gesellschaft anthropogen bedingt ist und sich ohne Pflege (siehe B. 4. und F. 3.) gegen einen Hopfenbuchen-Eichenmischwald hin entwickeln würde. Der Uebergang findet wohl am ehesten bei der Typischen- und der Aster linosyris-Variante (17) der Fumana ericoides-Subassoziation statt, denn die Diplachne serotina-

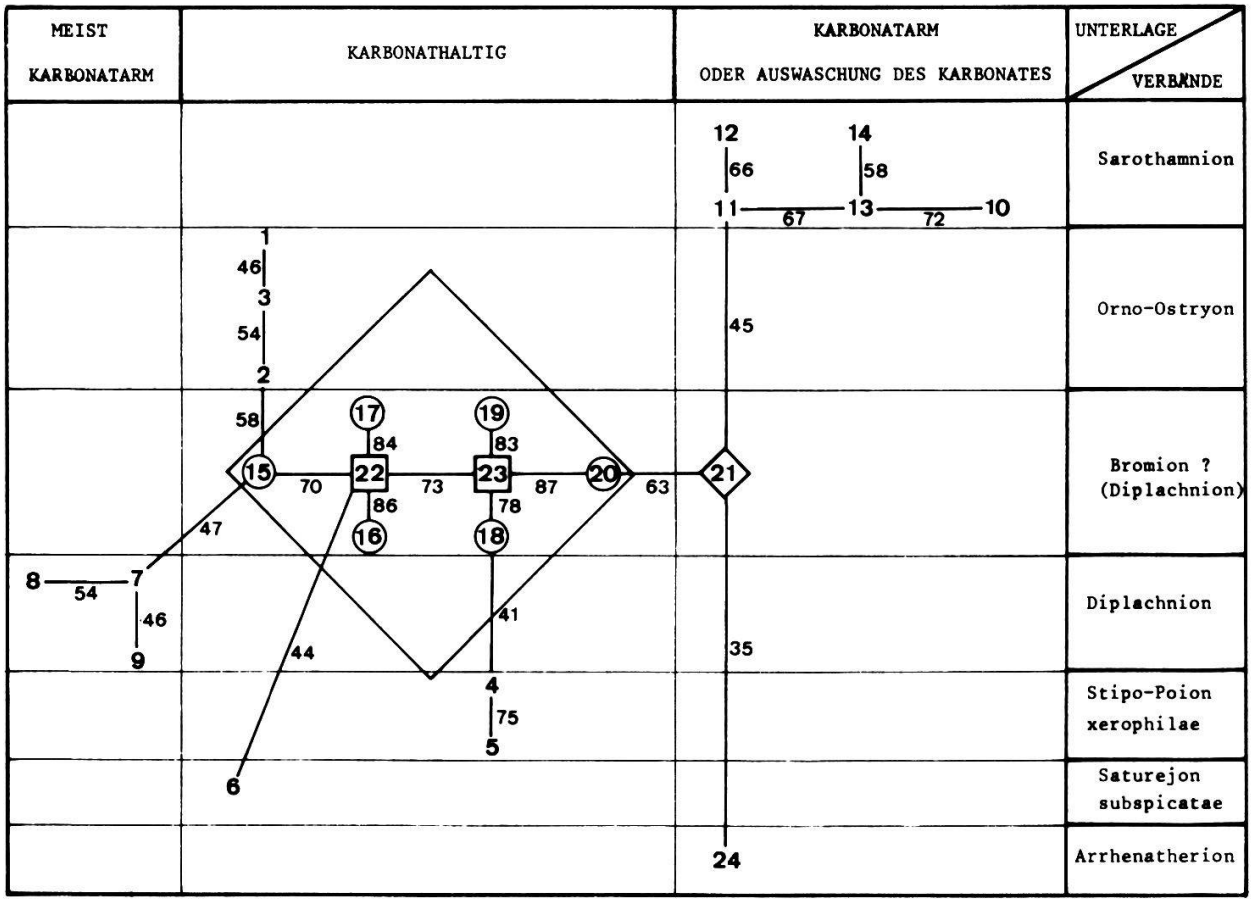


Abb. 29 Affinitäten zwischen den in dieser Arbeit beschriebenen Gesellschaften ◇ , Subassoziationen □ und Varianten ○ und zwischen ihnen und nahestehenden Einheiten.

Legende:
1 HOFER (1967): Buschwälder des Orno-Ostryetum vom Gardasee
2 HOFER (1967): Buschwälder des Orno-Ostryetum vom Comer- und Luganersee
3 ANTONIETTI (1968): Helleboro-Ornetum asteretosum prov.
4 LORENZONI (1965): Chrysopogonetum grylli, Typische Subassoziation
5 LORENZONI (1965): Chrysopogonetum grylli, Molinia coerulea-Subassoziation
6 FERLAN und GIACOMINI (1955): Chrysopogoneto centaureetum cristatae
7 BRAUN-BLANQUET (1961): Fumano-Andropogonetum grylli
8 BRAUN-BLANQUET (1961): Diplachno-Festucetum valesiacae
9 BRAUN-BLANQUET (1961): Contorteto-Diplachnetum
10 ANTONIETTI (1970): Gryllo-Callunetum prov., Allium senescens-Subass., Aster linosyris-Variante
11 ANTONIETTI (1970): Gryllo-Callunetum prov., Allium senescens-Subass., Andropogon contortus-Var.
12 ANTONIETTI (1970): Gryllo-Callunetum prov., Allium senescens-Subass., Typische Variante
13 HOFER (1967): Sukkulenten-Felsheide, Langensee Variante
14 HOFER (1967): Pfeifengras-Felsheide, Langensee Variante
15 Diplachne serotina-Var. der Fumana ericoides-Subass.
16 Helianthemum italicum-Var. der Fumana ericoides-Subass.
17 Typische und Aster linosyris-Var. der Fumana ericoides-Subass.
} 22 Carici humilis-Chrysopogonetum fumanetosum
18 Leontodon tenuiflorus-Var. der Galium verum-Subass.
19 Typische Variante der Galium verum-Subass.
20 Vinca minor-Var. der Galium verum-Subass.
} 23 Carici humilis-Chrysopogonetum galietosum
21 Holco-Chrysopogonetum grylli prov.
24 OBERDORFER (1964): Centaureo dubiae-Arrhenatheretum

Variante (15), die mit 58 % Affinität der Buschwaldgesellschaft (2) etwas näher steht, ist kaum baumfähig. Der Vergleich mit dem Chrysopogoneto centaureetum cristatae (6) (FERLAN und GIACOMINI 1955) zeigt, dass diese Gesellschaft mit der hier beschriebenen wenig Gemeinsames hat, allenfalls aber noch einige Beziehungen zur Fumana ericoides-Subassoziation (22) aufweist.

Die etwas feuchtere Subassoziation des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli, das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum (23), ist recht eigenständig. Das "Chrysopogonetum grylli" (LORENZI 1965) mit den beiden Subassoziationen (4) und (5) zeigt nur eine geringe Affinität zur erwähnten Subassoziation (23), nämlich 39 % und scheint einen kontinentalen Charakter zu besitzen. Ebenso steht das über silikatreichem Boden vorkommende Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (21) mit 63 % Affinität etwas nebenan. Der vermutete Uebergang von Holco-Chrysopogonetum grylli (21) zum Centaureo dubiae-Arrhenatheretum (24) wurde nicht gefunden; er dürfte bei Düngung jedoch eintreten. Hingegen zeigte sich, dass die Felsheidengesellschaften (10 - 14) gewisse Parallelitäten zum Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (21) aufweisen. ANTONIETTI (1970) beschreibt die mögliche Wechselbeziehung zwischen dem Gryllo-Callunetum prov. (10 - 12) und der azidophilen Variante des "Andropogonetum grylli insubricum" (KOCH 1943), welches dem Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (21) entspricht. Wird letzteres sich selbst überlassen, soll das Gryllo-Callunetum prov. (10 - 12) entstehen, welches umgekehrt durch Beweidung oder Schnitt in ein Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (21) übergeführt werden kann (ANTONIETTI 1970). Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen muss angenommen werden, dass sich das Holco-Chrysopogonetum grylli prov. bei Nicht-Bewirtschaftung gegen einen Wald (Phyteumo betonicifoliae-Quercetum) hin entwickeln würde. Diese Tendenzen können hier nur aufgezeigt, nicht aber belegt werden, fehlen doch dazu die nötigen Vegetationsaufnahmen.

Kurz seien auch noch die weiter östlich, in Jugoslavien, Ungarn und Rumänien vorkommenden Chrysopogon-Wiesen genannt. Aus Jugoslavien beschreibt ILIJANIĆ, GAŽI und TOPIĆ (1972) das auf leicht sauren Böden vorkommende Globulario-Chrysopogonetum prov. In HORVAT und HORVATIĆ (1934) wird aus dem Friaul und Istrien und entlang der Adriaküste gegen Südosten das auf Kalk vorkommende

Brometo-Chrysopogonetum grylli angegeben. Eine ähnliche Gesellschaft gibt HORVATIĆ (1934) von der Insel Pag an: das Bromo-Chrysopogonetum asphodeletosum. Diese Gesellschaft wird heute auch Asphodelo-Chrysopogonetum grylli (HORVATIĆ 1958 in HORVAT, GLAVAĆ und ELLENBERG 1974) genannt. Aus dem Gerecsegebirge in Ungarn wird das Chrysopogono-Caricetum humilis balatonicum (SEREGÉLYES 1974) über Dolomitfels erwähnt. Eine ganze Reihe von Chrysopogon-Wiesen in Rumänien werden von CSÜRÖS und NIEDERMAIER (1966) aufgezählt. Alle diese östlichen, meist kontinentalen Gesellschaften haben mit den hier beschriebenen insubrischen und eher submediterranen getönten Chrysopogon gryllus-Wiesen wenig Gemeinsames. Ausser in den Gesellschaften von HORVATIĆ (1934, 1958) kommt Bromus erectus in keiner der vorher genannten Assoziationen vor. Auch haben diese Chrysopogon gryllus-Wiesen mit der charakteristischen Artenkombination der hier beschriebenen Gesellschaft fast keine gemeinsame Arten. Insbesondere fehlen ihnen die südalpinen Arten.

3. Die Sukzession innerhalb der untersuchten Gesellschaft

Im Kapitel D. I. wurden die Subassoziationen und Varianten des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli beschrieben. Die Sukzessionen innerhalb dieser Gesellschaft verlaufen je nach Gebiet etwas verschieden. Zu unterscheiden sind die engere insubrische Region und das Iseo-Gardaseegebiet; die Comerseeregion stellt eine Uebergangszone dar. Die Zweiteilung beruht hauptsächlich auf den klimatischen Unterschieden (siehe B. 2.). Letztere sind auch für die Verbreitung einiger Arten entscheidend. Aus dem Sukzessionsschema in Abb. 30 ist ersichtlich, dass nebst dem klimatischen Faktor die Vegetation vor allem durch die Bodengründigkeit sowie die Bewirtschaftung geprägt wird. Mit zunehmender Bodengründigkeit steigt einerseits das Wasserspeicherungsvermögen, andrerseits aber auch die Wahrscheinlichkeit der oberflächlichen Versauerung (siehe Abb. 16) und Karbonatauswaschung (siehe Abb. 16 und 20). Weiter beeinflusst die Bewirtschaftung die Vegetation nachhaltig. Bei regelmässigem, mehrmaligem Schnitt sind rosetten- und horstbildende Pflanzen (Hemikryptophyten) eindeutig im Vorteil, während die teilweise verholzten Chamaephyten nicht mehr konkurrenzfähig sind. Diese Tendenz zeigt sich auch in Abb. 8 (in D. 4.). Bleibt bei den mittel- bis tiefgründigen Standorten die Bewirtschaftung, d. h.

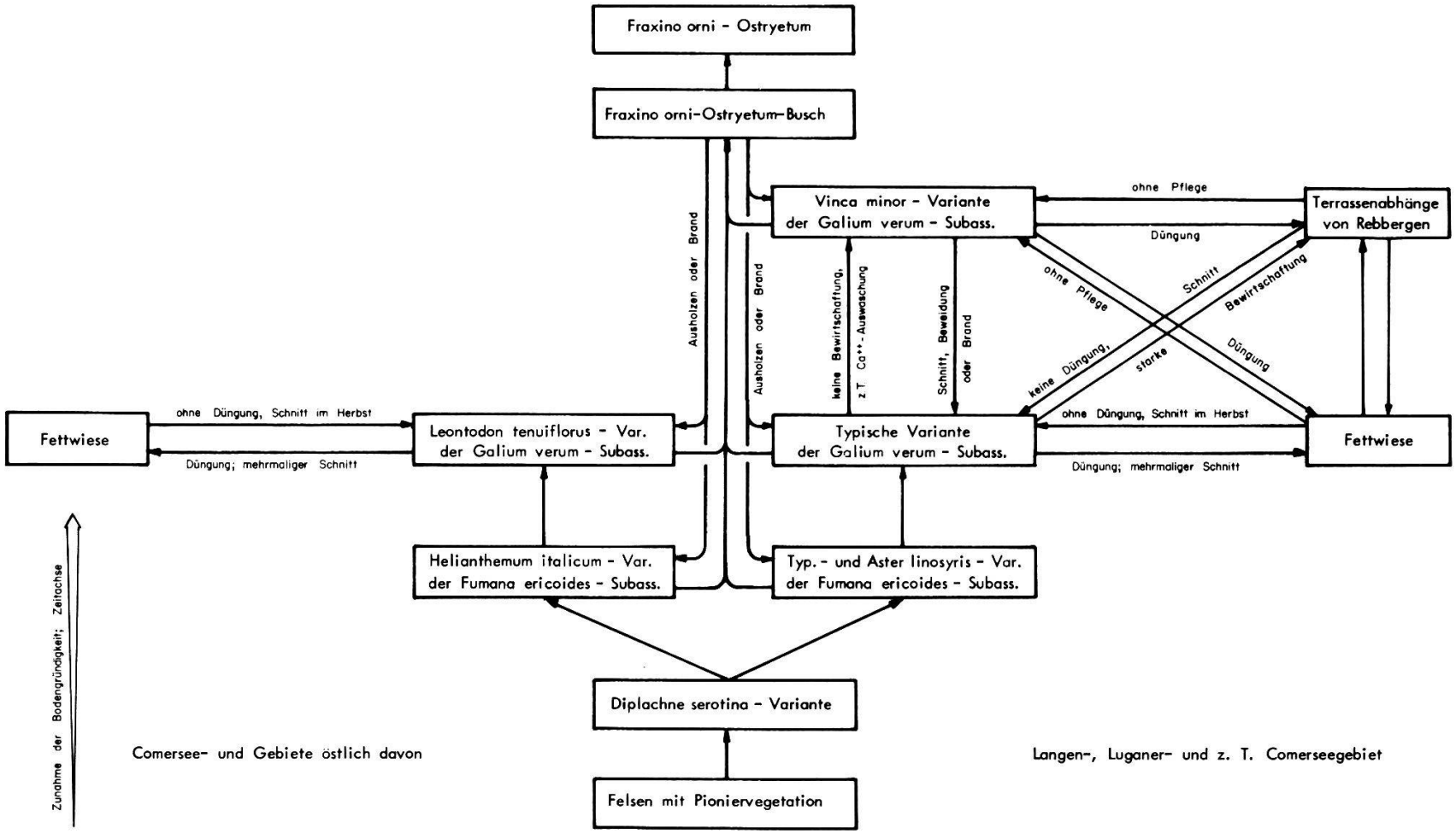


Abb. 30 Sukzessionsschema des Carici humilis - Chrysopogonetum grylli.

Schnitt, extensive Beweidung oder Brand aus, so setzt einerseits die Verbuschung ein, andrerseits erfolgt eine gewisse Selbstdüngung der Flächen durch das abgestorbene organische Material. Dieses bildet oft eine mehrere Zentimeter dicke Schicht an der Bodenoberfläche und vermindert dadurch die Verdunstung. Infolge der feuchteren Bodenverhältnisse kann die Vinca minor-Variante entstehen. Während sich die Diplachne serotina-Variante nur über flachgründigen Böden an Felsstandorten, die periodisch durch Brände beeinflusst werden, einstellt, kommen die Helianthemum italicum-Variante sowie die Typische Variante und die Aster linosyris-Variante der Fumana ericoides-Subassoziation auch über mittel- bis tiefgründigen Böden vor. Diese Varianten werden geschnitten, beweidet oder gebrannt. Die Varianten der Galium verum-Subassoziation stellen sich nur über mittel- bis tiefgründigen Böden ein, auf welchen die Vegetation als Futterwiese oder als geschnittene Terrassenabhänge zwischen Rebkulturen gehalten werden oder wurden. Die Vinca minor-Variante besiedelt meist tiefgründige, nicht gepflegte Terrassenabhänge ehemaliger Rebberge. In dieser Subassoziation wurde fast kein Brandeinfluss festgestellt.

Mit 46 Vegetationsaufnahmen (Vegetationstabelle 2) vom Südhang des Monte Caslano (ca. 20 ha) konnte gezeigt werden (D. 3.), dass die Chrysopogon-Wiesen des selben Standortes ganz verschieden ausgebildet sein können. Die Bodengründigkeit bzw. der Anteil Feinerde pro Bodenvolumen, welche den Bodenwasserspeicher bilden, sind als Hauptgrund der Differenzierung anzusehen. Eine oberflächliche Entkarbonatung der Feinerde, wie sie meist bei mittel- bis tiefgründigen Böden eintritt, wirkt sich erst in zweiter Linie aus. Bei einer ähnlich grossen Anzahl Vegetationsaufnahmen würde sich an einem anderen Standort ebenfalls eine Feinabstufung der Einheiten ergeben. Die so ermittelten Einteilungen gelten aber nur ganz lokal. Da in einem solchen Falle die Uebergänge der Vegetation fliessend sind, ist die Auftrennung der Einheiten innerhalb der Vegetationstabelle oft sehr schwierig.

4. Wechselbeziehungen zwischen den ökologischen Faktoren

Auf einige wesentliche ökologische Faktoren wurde in E. I. eingegangen. Im folgenden soll versucht werden, entscheidende unmittelbar wirkende Standortsfaktoren sowie deren Wechselwirkungen aufzuzeigen.

Die Auswirkungen des besonderen Reliefs, d. h. der Exposition und der Neigung auf das Mikroklima und damit auf die Vegetation wurde mittels der potentiellen Strahlung in E. I. 3. erläutert. Das Relief hat aber auch einen unmittelbaren Einfluss auf die Bodengründigkeit der Standorte. An sehr steilen Felshängen wird sich aus physikalischen Gründen ein nur flachgründiger Boden bilden, der nicht bewirtschaftet werden kann. Je flacher das Gelände, desto eher wird Feinerde akkumuliert und desto besser eignet es sich als Wies- oder Ackerland. Eine Ausnahme bilden die vom Menschen künstlich terrassierten Rebberge. Dort sind die Terrassenabhänge steil und trotzdem sehr tiefgründig; sie können deshalb auch bewirtschaftet werden. Die Bedeutung der Bodengründigkeit, d. h. desjenigen Bodenvolumens, welches die Pflanzen durchwurzeln und welches als Wasser- und Nährstoffspeicher zur Verfügung steht, ist allgemein bekannt und wird im Einzelnen weiter unten behandelt. In Abb. 31 wird dargestellt, welche Variante sich je nach potentieller Strahlung (siehe B. 2.4. und E. I. 3.) und Bodengründigkeit einstellt.

Während sich die meisten Varianten des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli mittels dieser Darstellung abgrenzen lassen, trifft dies für die Helianthemum italicum-Variante nicht zu. Einerseits kommt diese Variante an recht verschiedenen Standorten vor: die Carex mucronata-Ausbildung meist an Felsstandorten mit einem unvollständigen Rasenschluss, die Campanula sibirica-Ausbildung über flach- bis mittelgründigen Böden und die Centaurea tenuifolia-Ausbildung an mittel- bis tiefgründigen Standorten, welche meist als geschnittene Wiesen gehalten werden. Andrerseits ist die Variante in zwei klimatisch verschiedenen Regionen vertreten: die Carex mucronata- und die Centaurea tenuifolia-Ausbildungen im Comerseegebiet (engeres insubrisches Gebiet) und die Campanula sibirica-Ausbildung im Iseo-Gardaseegebiet. In diesem Zusammenhang muss angenommen werden, dass ein tiefgründiger Boden eines Standortes mit hoher Strahlung bezüglich des Wasserhaushaltes mit einem mittel- bis flachgründigen Boden eines Standortes mit kleiner Einstrahlung vergleichbar ist. Eine ähnliche Beziehung für den Wasserhaushalt verschiedener Flächen ergibt sich aus der Tatsache, dass die jährlichen Niederschlagsmengen im Iseo-Gardaseegebiet geringer sind als diejenigen im engeren insubrischen Gebiet. Die Bedingungen des Wasserhaushaltes der Flächen des Iseo-Gardaseegebietes mit Strahlungswerten zwischen 220 und 235 kcal cm^{-2} $Jahr^{-1}$ sind mit denjenigen der

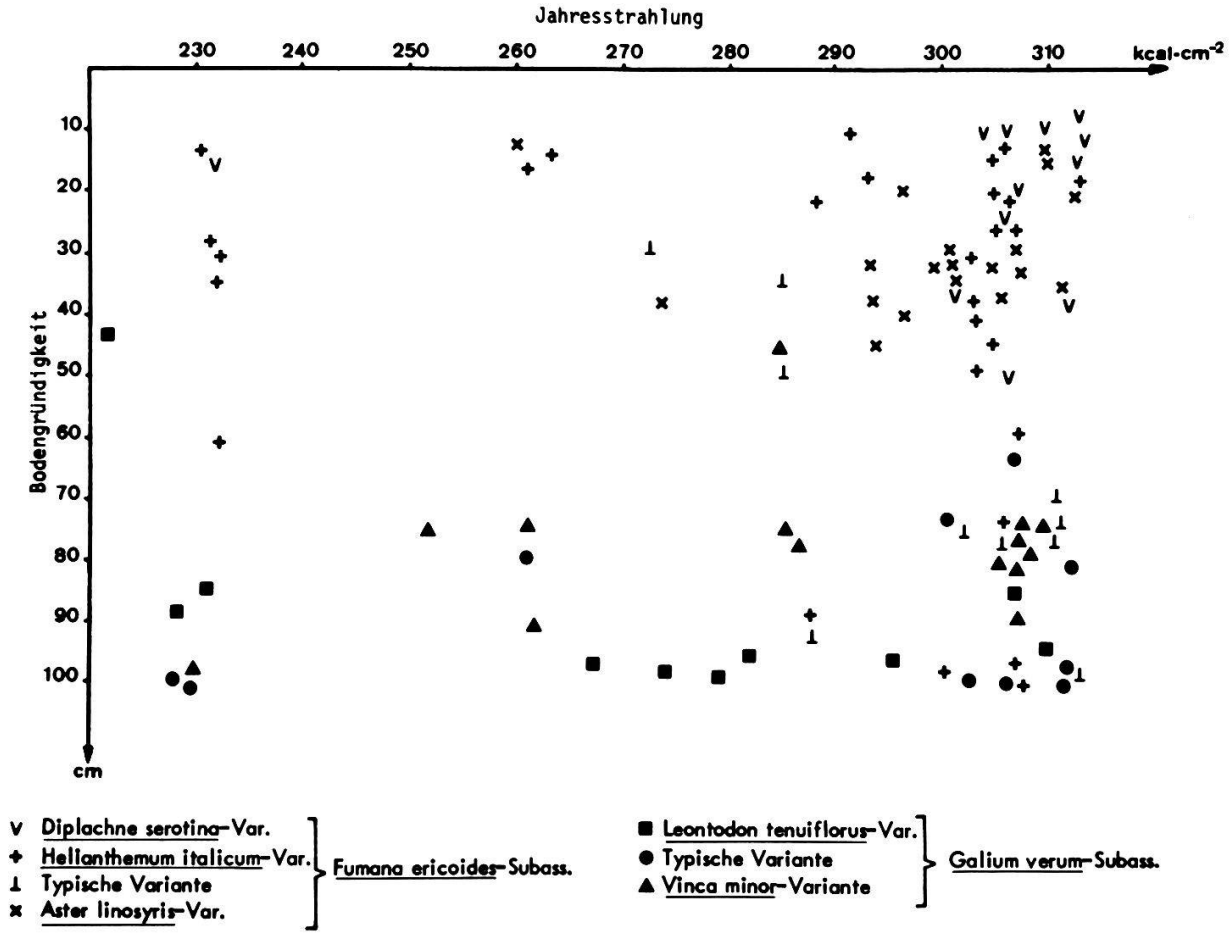


Abb. 31 Verteilung der Aufnahmeflächen in Abhängigkeit der maximalen potentiellen Jahresstrahlung und der Bodengründigkeit.

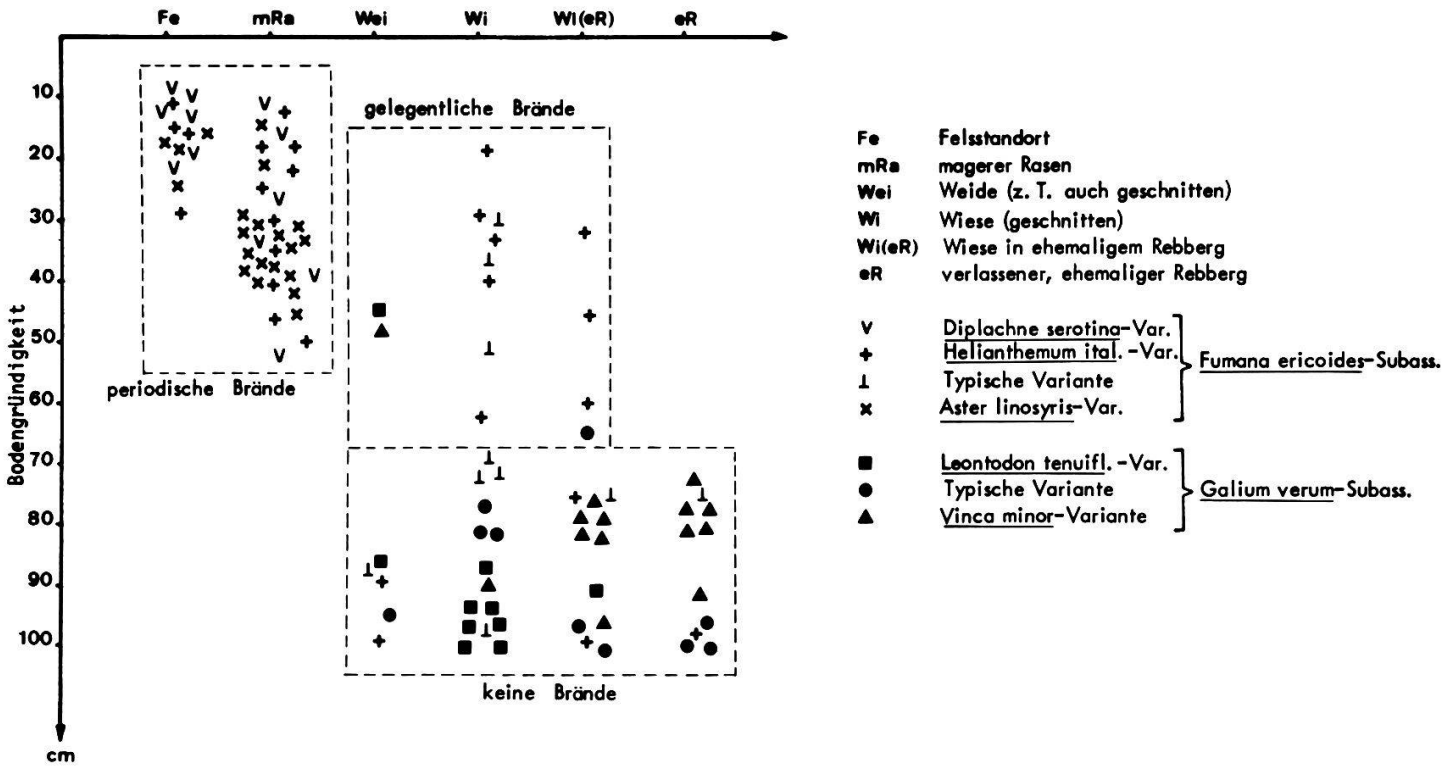


Abb. 32 Verteilung der Aufnahmeflächen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsart (inkl. Brände) und der Bodengründigkeit.

Flächen des engeren insubrischen Gebietes, die bei höherer Strahlung auch grössere Niederschlagsmengen erhalten, ebenfalls vergleichbar.

Je nach Bodengründigkeit wird eine andere Bewirtschaftungsart vorgezogen, welche dann die Vegetation nachhaltig prägt (vgl. Abb. 30). Diese Zusammenhänge sind in Abb. 32 dargestellt. Aus der selben Abbildung geht hervor, dass die Diplachne serotina-Variante, die Typische Variante und die Aster linosyris-Variante (alle der Fumana ericoides-Subassoziation angehörend) periodischen Bränden unterworfen sind. Demgegenüber treten bei den Varianten der Galium verum-Subassoziation keine Brände auf.

Der wohl schwierigste Fragenkomplex betrifft den Wasserhaushalt. Das für den insubrischen Bereich charakteristische Niederschlagsregime, die Gewitter und die hohen Regenmengen pro Zeiteinheit (siehe B. 2.2. und Tab. 1), bestimmen den Wasserhaushalt der Pflanzen ganz wesentlich. Durch die grosse Erwärmung der meist südexponierten Hänge trocknet die oberste Bodenschicht schnell aus. Besteht diese vorwiegend aus organischem Material, welches nach dem Austrocknen hydrophob wird, so fliesst ein Teil des Regenwassers oberflächlich ab. Eine weitere Verschlechterung des Wasserhaushaltes tritt durch die natürliche Interzeption der Vegetation ein. Da meist unmittelbar nach Gewittern wieder die Sonne scheint, verdunstet infolge der grossen Einstrahlung dieses Wasser sehr schnell. Das Restwasser, welches in den Boden gelangt, vermag diesen im Sommer nur selten bis in die Grobporen zu sättigen (siehe E. III. 4. und Abb. 26 und 27).

Die Strahlung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Evapotranspiration, wie sich aus den Formeln von HOFMANN (1956) und PENMAN (1956) ergibt. Es darf angenommen werden, dass bei höheren Strahlungswerten auch mehr evapotranspiriert wird. Flachgründige Böden, die eine hohe Strahlung erhalten, trocknen schneller aus (Abb. 26) als mittelgründige bei gleicher Strahlung (Abb. 27 und 28). Aus Abb. 2 und Tab. 1 (B. 2.) geht hervor, dass die niederschlagärmsten Zeiten innerhalb der Vegetationsperiode im engeren insubrischen Bereich im März und im Iseo-Gardaseegebiet im Juni, Juli liegen. Zur gleichen Zeit erhalten die Standorte dieser beiden Gebiete auch eine maximale Einstrahlung (siehe Abb. 4 und E. I. 3.). Dadurch entstehen Perioden mit extremem Wasserstress. Gleich-

zeitig muss berücksichtigt werden, dass im engeren insubrischen Bereich dieser Stressperiode eine längere niederschlagarme Zeit vorausgegangen ist, die Pflanzen am Austreiben sind und der Nordwind die Evapotranspiration (siehe E. V.) stark ansteigen lässt. Im Iseo-Gardaseegebiet hingegen herrscht, verglichen mit Insubrien, immer ein gewisser Wasserstress, welcher jedoch im Sommer extrem gross wird. An Standorten, bei welchen das Wasser aus den oben genannten Gründen periodisch mit hohen Saugspannungswerten an die Bodenmatrix gebunden wird, d. h. wo für die Pflanzen ein periodischer Wasserstress auftritt, sind somit nur die angepassten Arten konkurrenzfähig. So können nach SLAVIKOVA (1965) und BRAUN-BLANQUET (1964) einige Arten ganz beträchtliche Wurzelsaugkräfte entwickeln: Cynanchum vincetoxicum 37,0 at, Sanguisorba minor 48,3 at, Carex humilis 80 at und Aster linosyris 108 at. Es werden somit jene Pflanzenarten die grössere Konkurrenzkraft besitzen, welche ohne Einstellung ihrer Lebensäusserungen eine physiologische Trockenheit des Bodens (und) oder ein hohes Wassersättigungsdefizit der Luft ertragen können (MAXIMOW 1923).

Aus der Flora werden die Arten der Trockenrasen aufgrund von zwei Haupteigenschaften selektioniert, einerseits die physiologische Möglichkeit, Trockenheit zu ertragen und andrerseits dem Konkurrenzdruck zu widerstehen. Innerhalb der Diplachne serotina-Variante sind vor allem die physiologischen Möglichkeiten der Arten ausschlaggebend, während in den übrigen Varianten der Fumana ericoides-Subassoziation und der Galium verum-Subassoziation vorwiegend die Konkurrenz selektionierend wirkt.

Werden die aufgeführten ökologischen Faktoren erfüllt, so sind im engeren insubrischen Gebiet bis in etwa 750 m ü. M. (maximal 800 m ü. M.) die beschriebenen Chrysopogon gryllus-Wiesen zu erwarten. In höheren Lagen hingegen kommt ein Bromus-Rasen vor, der Chrysopogon gryllus und die charakteristischen submediterranen, mediterranen und südalpinen Arten nicht enthält. Meist sind Carex humilis und Carex verna reichlich vertreten. Die Bromion-Arten Koeleria pyramidata, Linum tenuifolium und Helianthemum nummularium sind vereinzelt noch anzutreffen.

Werden im engeren insubrischen Gebiet die aufgeführten Strahlungswerte nicht erreicht, sei es wegen der Exposition oder wegen der Neigung, bilden sich kei-

ne echten Trockenwiesen mehr. An Hanglagen mit nördlicher Exposition oder auf schwachgeneigten bis ebenen Flächen entstehen Wiesen, welche als basische, z. T. trockene Ausbildungen des Centaureo dubiae-Arrhenatheretum (OBERDORFER 1964) bezeichnet werden können. Dieser Wiesentyp zeigt Anklänge an die Vinca minor-Variante des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum.

Aufgrund dieser Beobachtungen und Untersuchungen müssen als entscheidende ökologische Faktoren, die zur Entstehung oder Erhaltung des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli im engeren insubrischen Gebiet führen, angesehen werden:

- karbonathaltiges Muttergestein
- Standorte mit einer potentiellen Jahreseinstrahlung von $\geqslant$260 kcal/cm^2
- periodischer Wasserstress (mit vermutetem Maximum im März)
- durch Schnitt, extensive Beweidung oder Brand offengehaltene Flächen
- Höhenlage bis maximal 800 m ü. M.

Für das Iseo-Gardaseegebiet gelten:

- karbonathaltiges Muttergestein
- Standorte mit einer potentiellen Jahreseinstrahlung über 220 kcal/cm^2
- periodischer Wasserstress (mit vermuteten Maxima im Juni, Juli)
- durch Schnitt, extensive Beweidung oder Brand offengehaltene Flächen
- Höhenlage bis ca. 800 m ü. M.

G. DIE SCHUTZWUERDIGKEIT DER UNTERSUCHTEN TROCKENWIESENGESELLSCHAFTEN UND DEREN ERHALTUNG

Die folgenden Ausführungen sind vor allem auf die schweizerischen Verhältnisse abgestellt, dürften jedoch auch für das italienische Gebiet eine gewisse Gültigkeit besitzen.

Das hier untersuchte Carici humilis-Chrysopogonetum grylli zählt mit durchschnittlich 50 Arten auf 50 - 100 m^2 zu den artenreichsten Grünlandgesellschaften der Schweiz. Einige bemerkenswerte Pflanzen, welche nur in den Südalpen vorkommen, gehören zur Artengarnitur dieser Gesellschaft, so:

Silene livida
Bromus condensatus
Polygala pedemontana
Centaurea bracteata
Leontodon tenuiflorus

Auch Arten, die ihr Hauptverbreitungsareal im mediterranen Gebiet und in osteuropäischen Steppen haben, in der Schweiz aber sehr selten sind, treten in dieser Gesellschaft auf. Dies sind:

Fumana ericoides
Ononis pusilla
Diplachne serotina
Andropogon contortus
Aster Linosyris
Scabiosa gramuntia
Melica ciliata
Trinia glauca
Koeleria gracilis
Dictamnus albus
Helianthemum nummularium

Aus der Familie der Orchideen sind auf schweizerischem Gebiet 9 Arten im Carici humilis-Chrysopogonetum grylli vertreten. Selten und nur auf der Alpensüdseite kommt Orchis tridentata vor. Für die Schweiz seltene mediterrane Vertreter sind:

Limodorum abortivum
Ophrys apifera
Ophrys sphegodes
Anacamptis pyramidalis

Auch kommen die folgenden, ebenfalls seltenen Orchideen vor:

Cephalanthera longifolia
Spiranthes spiralis
Epipactis atropurpurea
Orchis ustulata

Als trockene, in der Schweiz nur im Kalkgebiet des Südtessins vorkommende Grünlandgesellschaft mit submediterranem Charakter, muss das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli als selten und einzigartig bezeichnet werden. Die oben genannten Arten sowie sehr viele Insekten sind an diese Trockenwiesenstandorte gebunden.

Diese vom Menschen bedingte Ersatzgesellschaft des Hopfenbuchen-Eichenmischwaldes ist von verschiedenen Gefahren bedroht. Durch die enorme Bautätigkeit der letzten Jahre wurden viele der klimatisch bevorzugten Standorte dieser Pflanzengesellschaft zerstört. Andere Standorte wiederum fallen der sogenannten Sozialbrache (SURBER et al. 1972) zum Opfer oder liegen als potentielles Bauland brach. Ohne die nötige Pflege verbuschen namentlich mittelgründige Standorte innert 5 - 7 Jahren und verlieren damit ihren einzigartigen Charakter. Von den von KOCH (1943) aufgezählten Standorten (5) sind bis heute mehrere überbaut worden (z. B. Monte Brè) und andere verbuschten oder sind jetzt bewaldet (Meride, Monte San Giorgio und z. T. Barbengo). Eine andere Gefahr ist die Düngung oder Bewässerung der Gesellschaft, da dadurch Fettwiesen oder fettwiesenähnliche Bestände geschaffen werden. Zuletzt sei noch auf die Ueberweidung hingewiesen, welche, wie SCÜRÖS und NIEDERMAIER (1966) feststellten, ein Zurückweichen von Chrysopogon gryllus zugunsten von Botriochloa ischaemum, Cynodon dactylon, Poa bulbosa und Festuca spec. zur Folge hat. HORVAT und HORVATIĆ (1934) beobachteten ebenfalls eine Degradation als Folge von Ueberbeweidung.

Der einzige noch grossflächige Standort im Südtessin, welcher vom Menschen wenig verändert wurde, ist der Monte Caslano, auch Sassalto genannt. Dank extensiver Beweidung mit Schafen sowie periodischen Bränden ist die Südflanke

dieses Berges noch nicht der Verbuschung zum Opfer gefallen. Wie die Vegetationstabelle 2 in dieser Arbeit zeigt, können hier verschiedene Entwicklungsstadien der Gesellschaft beobachtet werden. Leider bleibt seit einigen Jahren die Beweidung aus, so dass nur noch Brände die jetzt rasch fortschreitende Verbuschung zurückhalten.

Einige sehr kleinflächige und schlecht erhaltene Flächen sind bei Gandria, bei Barbengo und am Hangfuss des Generoso im Mendrisiotto vorhanden. Diese meist von Kulturland oder Siedlungen umgebenen Flächen liegen grösstenteils brach.

Wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, können die Chrysopogon gryllus-Wiesen nur durch Bewirtschaftung erhalten bleiben. Als mögliche Pflegemassnahmen kommen die folgenden Methoden in Frage:

- Schnitt im Spätherbst,
- Abbrennen der Flächen in den Monaten Dezember, Januar, alle 2 - 3 Jahre,
- extensive Beweidung,
- Aushauen der Sträucher und Bäume alle 2 - 3 Jahre im Winter.

Werden die Flächen geschnitten oder ausgehauen, so sollte das Material abtransportiert oder verbrannt werden, damit eine Düngung verhindert wird.

Die einzigen, noch grossflächigen Chrysopogon gryllus-Wiesen der Schweiz sind heute auf der Südflanke des Monte Caslano zu finden. Im KLN-Inventar (1967) wird der Berg als schutzwürdiges Objekt von nationaler Bedeutung bezeichnet und auf dessen Trockenwiesen aufmerksam gemacht. Diese Bestände müssen geschützt werden, denn:

- sie sind für die Schweiz einzigartig;
- sie weisen einen ausserordentlichen Reichtum an Pflanzen und Insekten auf;
- sie stellen im insubrischen Klimagebiet ein Element mit submediterranem Charakter dar.

Es sei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nur durch eine Unterschutzstellung mit den entsprechenden Pflegemassnahmen diese Trockenwiesen erhalten werden können.

ZUSAMMENFASSUNG

Natürliche sowie anthropogene Trockenwiesen auf basenreichen Böden im Gebiet zwischen Langensee (Südtessin) und Gardasee (Norditalien) wurden soziologisch und ökologisch untersucht.

Die aufgenommenen Chrysopogon gryllus-Wiesen des ganzen Untersuchungsgebietes werden mit Carici humilis-Chrysopogonetum grylli bezeichnet. Die Gesellschaft teilt sich in die folgenden Subassoziationen und Varianten auf:

(a) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum, aufgegliedert in:
  (1) Diplachne serotina-Variante
  (2) Helianthemum italicum-Variante
  (3) Typische Variante
  (4) Aster linosyris-Variante

(b) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum, aufgegliedert in:
  (5) Leontodon tenuiflorus-Variante
  (6) Typische Variante
  (7) Vinca minor-Variante

Die Trockenheit nimmt von Variante (1) zu Variante (7) ab.

Die Varianten (2) und (5) kommen vor allem im Comerseegebiet und östlich davon vor, die übrigen Varianten im Comerseegebiet und westlich davon (S. 41-54).

An Standorten mit basenarmen Böden bilden sich Chrysopogon gryllus-Trockenwiesen mit verschiedenen Säurezeigern. Dieser Wiesentyp wurde Holco-Chrysopogonetum grylli prov. genannt (S. 54).

Die Variante (4), welche nur am kaum bewirtschafteten Monte Caslano vorkommt, wurde genauer untersucht und in verschiedene Ausbildungen unterteilt (S. 55-59).

Von Dr. I. Markgraf-Dannenberg wird eine neue Festuca ovina L. Unterart beschrieben, die im engeren insubrischen Bereich gefunden wurde: Festuca ovina

L. subsp. ticinensis Mgf.-Dbg. (S. 62).

Das Carici humilis-Chrysopogonetum grylli ist eine Ersatzgesellschaft des Fraxino orni-Ostryetum. Periodische Brände oder extensive Bewirtschaftung sind eine notwendige Voraussetzung für die Erhaltung dieser Gesellschaft. Ein entscheidender Faktor zur Entstehung der Gesellschaft ist die Jahresstrahlung. Während diese im Iseo-Gardaseegebiet minimal 220 kcal/cm^2Jahr betragen muss, sind im engeren insubrischen Gebiet Werte von $\geqslant$260 kcal/cm^2Jahr notwendig (S. 68-73).

Die Unterlage der Subassoziation (a) wird meist von flach- bis mittelgründigen Rendzinen gebildet, welche je nach Humusgehalt mit Moderrendzina oder Mullrendzina bezeichnet werden. Die Böden der Subassoziation (b) hingegen sind mittel- bis tiefgründig, meist künstlich geschüttet (kolluviale Böden) und z. T. oberflächlich leicht sauer (degradierte Rendzina) (S. 74-87).

Anhand von Desorptionskurven (aus gesiebter Feinerde) wurde das pflanzenverwertbare Wasser einiger Standorte berechnet. Es ergab sich eine der Vegetationstabelle 1 entsprechende Trockenheitsreihe. Messungen am Monte Caslano zeigten, dass das Bodenwasser oft mit $>$15 at gebunden wird (S. 88-104).

Für die beschriebene Gesellschaft wird eine charakteristische Artenkombination angegeben. Die Verbandszugehörigkeit wird diskutiert, wobei sich die Zugehörigkeit zum Bromion-Verband als fraglich erwies und diejenige zum Diplachnion nur teilweise gewährleistet ist. Aus diesem Grunde wird vermutet, dass dieser Wiesentyp eigenständig ist (S. 111-113).

Ein Vergleich mit Gesellschaften aus der näheren Umgebung, welche ebenfalls Chrysopogon gryllus enthalten, zeigt enge Beziehungen zu den Buschwaldgesellschaften des Orno-Ostryon-Verbandes. Die Chrysopogon gryllus-Wiesen aus Jugoslavien, Ungarn und Rumänien haben nur wenig Gemeinsames mit der hier beschriebenen Gesellschaft (S. 113-119).

Es wird ein Sukzessionsschema angegeben, welches die verschiedenen Entwicklungsrichtungen je nach Bodengründigkeit, geographischer Lage und Bewirtschaftung

aufzeigt (S. 119-131).

Bei der Analyse einiger ökologischer Faktoren ergab sich, dass die Bodengründigkeit, die Strahlung sowie die Bewirtschaftungsart (inkl. Brände) die Gesellschaft nachhaltig prägen. Es werden abschliessend entscheidende ökologische Faktoren, die zur Entstehung oder Erhaltung des Carici humilis-Chrysopogonetum grylli führen, angegeben (S. 121-127).

RIASSUNTO

Nella regione tra il lago Maggiore e quello di Garda fu studiata la sociologia e l'ecologia di praterie xerofili. Queste sono di origine naturale oppure causate dall'influsso antropico e crescono su suoli ricchi di carbonati.

In tutta la regione studiata furono rilevati delle praterie contenenti Chrysopogon gryllus che ricevettero il nome di Carici humilis-Chrysopogonetum grylli.

Questa associazione si lascia suddividere nelle seguenti subassociazioni e varianti:

(a) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum, contenente:
  (1) la Variante a Diplachne serotina
  (2) la Variante a Helianthemum italicum
  (3) la Variante Tipica
  (4) la Variante a Aster linosyris

(b) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum, contenente:
  (5) la Variante a Leontodon tenuiflorus
  (6) la Variante Tipica
  (7) la Variante a Vinca minor

La siccità diminuisce dalla variante (1) alla variante (7).

Mentre che nella regione del lago di Como e a est del medesimo si trovano soprattutto le varianti (2) e (5), si riscontrano le rimanenti varianti nella

regione del lago di Como e a ovest del medesimo (p. 41-54).

Presso stazioni poveri di carbonati si formano praterie xerofili a Chrysopogon gryllus contenenti diverse specie indicanti l'acidità del terreno. Questo tipo di prato fu chiamato Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (p. 54).

La variante (4), che si trova soltanto sul Monte di Caslano, dove l'influsso antropico è minimo, fu studiata in dettaglio e suddivisa in differenti aspetti (p. 55-59).

Dr. I. Markgraf-Dannenberg descrive una nuova sottospecie di Festuca ovina L. che fu trovata nella regione insubrica ristretta: Festuca ovina L. subsp. ticinensis Mgf.-Dbg. (p. 62).

Il Carici humilis-Chrysopogonetum grylli sostituisce, quale associazione erbacea, il Fraxino orni-Ostryetum. Premesse indispensabili, affinchè l'associazione si mantenga, sono gli incendi periodici oppure la coltivazione estensiva del terreno. Un altro fattore decisivo à la radiazione annua. Mentre che questa deve assumere valori minimi di 220 kcal/cm^2anno nella regione del lago d'Iseo e lago di Garda essi devono ammontare a $\geqslant$260 kcal/cm^2anno nella regione insubrica ristretta (p. 68-73).

I suoli della subassociazione (a) sono quasi sempre delle rendzine superficiali o di media profondità che prendono, secondo il loro contenuto in humus, il nome di moderrendzina o di mullrendzina. I suoli della subassociazione (b) a loro volta sono di media profondità o profondi. Essi sono di sovente artificialmente versati e in parte superficialmente acidificati (p. 74-87).

Mediante delle curve di sorpzione (determinate con campioni di terra fina) fu calcolato per alcune stazioni il tenore di acqua del terreno a disposizione delle piante. Si ottenne così un gradiente di siccità paragonabile a quello rappresentato nella tabella della vegetazione 1. Misurazioni al Monte di Callano mostrarono che la tensione idrica di ritenuta dell'acqua nel respettivo terreno supera spesso il valore di 15 at (p. 88-104).

Per l'associazione descritta viene indicata una combinazione caratteristica di specie. Viene discusso a quale alleanza l'associazione potrebbe appartenere e mostrato che l'appartenenza all'alleanza del Bromion è discutibile e quella al Diplachnion garantita soltanto parzialmente. Sembra perciò che questo tipo di prateria ha una propria individualità (p. 111-113).

Il confronto con le associazioni delle vicinanze contenenti Chrysopogon gryllus mostrò strette relazioni con le associazioni a boschetto dell'alleanza Orno-Ostryon. Le praterie a Chrysopogon gryllus della Jugoslavia, dell'Ungheria e della Romania hanno poco in commune con l'associazione qui descritta (p. 113-119).

Viene indicato uno schema evolutivo che mostra le tendenze evolutive a seconda della profondità del terreno, della regione geografica e dell'influsso antropico (p. 119-121).

Dall'analisi di alcuni fattori ecologici risultò che l'associazione riceve un impronta durevole dai seguenti fattori: profondità del terreno, radiazione annua e influsso antropico (incl. gli incendi). In fine vengono elencati dei fattori ecologici determinanti che creano le premesse affinchè il Carici humilis-Chrysopogonetum grylli possa svilupparsi oppure mantenersi (p. 121-127).

RÉSUMÉ

La sociologie et l'écologie des prairies xérophiles naturelles et d'origine anthropogène qui croissent sur sols riches en carbonates ont été étudiées dans la région entre le lac Majeur et le lac de Garde.

Dans toute la région considérée les prairies étudiées contenant Chrysopogon gryllus ont été nommées Carici humilis-Chrysopogonetum grylli.
Cette association se laisse subdiviser dans les subassociations et variantes suivantes:

(a) le Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum, contenant:

(1) la Variante à Diplachne serotina

(2) la Variante à Helianthemum italicum

(3) la Variante typique

(4) la Variante à Aster linosyris

(b) le Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum, contenant:

(5) la Variante à Leontodon tenuiflorus

(6) la Variante typique

(7) la Variante à Vinca minor

La sécheresse diminue de la variante (1) à la variante (7).

Les variantes (2) et (5) ont été trouvées surtout dans la région du lac de Come et à l'est de celui-ci, les autres variantes dans la région du lac de Come et à l'ouest de celui-ci (p. 41-54).

Sur des stations pauvres en carbonates poussent des prairies xérophiles à Chrysopogon gryllus contenant différentes espèces indiquant l'acidité du terrain. Ce type de pré a été nommé Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (p. 54).

La variante (4) qui se trouve uniquement sur le Mont de Caslano où l'influence de l'homme est minimale, a été étudiée en détail et subdivisée en differents faciès (p. 55-59).

Dr. I. Markgraf-Dannenberg donne la description d'une nouvelle sousespèce de Festuca ovina L. qui a été trouvée dans la région insubrienne proprement dite: Festuca ovina L. subsp. ticinensis Mgf.-Dbg. (p. 62).

Le Carici humilis-Chrysopogonetum grylli remplace, en tant qu'association herbacée, le Fraxino orni-Ostryetum. Conditions indispensables afin que l'association se conserve sont les incendies périodiques ou alors la cultivation extensive du terrain. Un autre facteur décisif est le rayonnement annuel. Tandis qu'il doit atteindre au moins 220 kcal/cm^{2}année dans la région du lac d'Iseo et du lac de Garde, cette valeur monte à $\geqslant$260 kcal/cm^{2}année

dans la région insubrienne proprement dite (p. 68-73).

Les sols de la subassociation (a) sont presque toujours des rendzines superficielles ou de moyenne profondeur, qui prennent, selon leur teneur en humus le nom de moderrendzines ou de mullrendzines. Les sols de la subassociation (b) sont par contre de moyenne profondeur ou profond. Ils sont souvent artificiellement remblayés et en partie acidifiés en surface (p. 74-87).

Pour quelques stations la teneur en eau du terrain à disposition des plantes a été calculée à l'aide de courbes de désorption (déterminées avec des échantillons de terre fine). On obtient ainsi une série de sécheresse comparable à celle du tableau de végétation 1. Des mesures au Mont de Caslano ont montré que la tension hydrique de rétention d'eau dépasse souvent 15 at (p. 88-104).

Une combination caractéristique d'espèces pour l'association décrite ici est indiquée. Vu que l'appartenance de l'association à l'alliance du Bromion est très discutable et que celle au Diplachnion ne peut être soutenue que partiellement, une individualité propre de ce type de prairie semble donnée (p. 111-113).

La comparaison avec les associations des régions environnantes contenant Chrysopogon gryllus a démontré des relations étroites avec les associations à bosquet de l'alliance Orno-Ostryon. Les prairies à Chrysopogon gryllus de la Yougoslavie, de la Hongrie et de la Roumanie ont cependant peu de commun avec l'association ici décrite (p. 113-119).

Un schéma évolutif montre les tendances évolutives en fonction de la profondeur du terrain, de la région géographique et de l'influence de l'homme (p. 119-121).

L'analyse de quelques facteurs d'environnement montre que l'association est marquée de manière durable par les facteurs suivants: profondeur du terrain, rayonnement annuel et influence de l'homme (incl. les incendies). Finalement, quelques facteurs d'environnement décisifs sont indiqués qui conditionnent le développement et le maintien du Carici humilis-Chrysopogonetum grylli (p. 121-127).

SUMMARY

The sociology and ecology of natural and artificial dry grasslands on alkali-rich soil in the area between Lago Maggiore (Southern Switzerland) and lake Garda (Northern Italy) have been studied.

The Chrysopogon gryllus-grasslands studied in the whole area under investigation are referred to as Carici humilis-Chrysopogonetum grylli. This association has been subdivided into the following subassociations and variants:

(a) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli fumanetosum, consisting of:
  (1) Diplachne serotina variant
  (2) Helianthemum italicum variant
  (3) typical variant
  (4) Aster linosyris variant

(b) Carici humilis-Chrysopogonetum grylli galietosum, consisting of:
  (5) Leontodon tenuiflorus variant
  (6) typical variant
  (7) Vinca minor variant

The aridity decreases from variant (1) to variant (7).

Whereas variants (2) and (5) occur predominantly in the lake Como area and regions east thereof, the other variants are to be found around lake Como and in regions to the west (p. 41-54).

At sites where the soil is poorly alkaline, various indicators of acidity are to be found on the Chrysopogon gryllus dry grasslands growing there. This type of grassland was named Holco-Chrysopogonetum grylli prov. (p. 54).

Variant (4), which is found only on the sparsely cultivated Monte Caslano, has been studied in detail and subdivided into different facies (p. 55-59).

A new subspecies of Festuca ovina L. which was found in the region between Lago Maggiore and lake Como is described by Dr. I. Markgraf-Dannenberg: Festuca ovina L. subsp. ticinensis Mgf.-Dbg. (p. 62).

As an association the grassland Carici humilis-Chrysopogonetum grylli is a substitute for Fraxino orni-Ostryetum. Periodic fires or extensive cultivation are a necessary precondition for the existence of this type of association. Another factor determining its occurrence is the annual radiation: it must reach a minimum of 220 kcal/cm^2year in the region of the lakes Iseo and Garda and $\geqslant$260 kcal/cm^2year in the region between Lago Maggiore and lake Como (p. 68-73).

The soil supporting subassociation (a) consists mainly of shallow- to- medium rendzinas which are designated "moderrendzinas" or "mullrendzinas", depending on the humus content. The subassociation (b), on the other hand, grows on medium- to- deep soils, which are usually artificially created and the surface of which is sometimes mildly acid (p. 74-87).

On the basis of water potential curves (measured on sieved soils) the readily available water of several sites was calculated and resulted in a gradient of aridity which corresponded to that of the vegetation table 1. Measurements on Monte Caslano showed that the water tension was often $>$15 atmospheres (p. 88-104).

The association described is characterised by a particular combination of species. The alliance to which it might belong is discussed: its place in the Bromion alliance is shown to be questionable and its position in the Diplachnion is only partially substantiated. Therefore it would appear that this type of grassland is independent (p. 111-113).

A comparison with associations in the more immediate surroundings which also contained Chrysopogon gryllus showed close relationships between the association under study and shrub associations of the alliance Orno-Ostryon. The Chrysopogon gryllus grasslands of Yugoslavia, Hungary and Romania, on the contrary, have little in common with the association described here (p. 113-119).

A scheme is presented which shows how the evolutionary tendencies within the association depend upon depth of soil, geographical location and degree of cultivation (p. 119-121).

Analysis of several ecological factors demonstrated that depth of soil, radiation and type of cultivation (including fires) are the ones which primarily determine the nature of the association. Finally, those ecological factors essential for the emergence and maintenance of the association Carici humilis-Chrysopogonetum grylli are given (p. 121-127).

(Transl.: D. Jarvis)

LITERATUR

AMBROSETTI, F., 1971: Il clima del sud delle alpi. Boll. soc. tic. sc. nat. 62, 12-66.

ANFOSSI, G., 1914: La pioggia nella regione Lombarda. Mem. Geogr. riv. geogr. Italiana 25, Firenze.

ANTONIETTI, A., 1968: Le associazioni forestali dell'orizzonte submontano del Cantone Ticino su substrati pedogenetici ricchi di carbonati. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 44, 81-226.

- 1970: Su un'associazione di brughiera del piede meridionale delle alpi. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 40, 9-27.

ARIETTI, N., 1960: Di alcune specie rare critiche o nuove della flora del settore insubrico orientale. Comm. dell'Ateneo di Brescia per il 1960, 389-436.

BACH, R., und E. FREI, 1968: Bodenkarte der Schweiz. In: E. IMHOF et al., 1965ff.: Atlas der Schweiz, ETH, Zürich.

BECHERER, A., 1961: Bibliographie de la Flore tessinoise 1910-1960. Boll. soc. tic. sc. nat. 54, 83-96.

BERNOULLI, D., 1964: Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Beitr. Geol. Karte Schweiz, N.F. 118, 134 S.

BRAUN-BLANQUET, J., 1961: Die inneralpine Trockenvegetation. Geobot. selecta 1, 273 S.

- 1964: Pflanzensoziologie, 3. Aufl., Wien, 865 S.

- und M. MOOR, 1938: Verband des Bromion erecti. Prodromus der Pflanzengesellschaften 5, 64 S.

CHRIST, H., 1908: Die östliche Insubrische Region. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 18, 49-56.

CSÜRÖS, St., und K. NIEDERMAIER, 1966: Phytozönologische Untersuchungen über die Chrysopogon-Gesellschaften des Tirnavahochlandes (R.S. Rumenien). Vegetatio 13,6, 302-318.

DÜBI, H., und G. KAUFFMANN, 1961: Considerazioni sulla distribuzione delle specie Potentilla verna L. em. Koch e Potentilla puberula Krašan nel Ticino ed in alcune zone limitrofe dei Grigioni e della Lombardia. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 71, 302-331.

ELLENBERG, H., 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: H. WALTER, Einführung in die Phytologie IV/1. Stuttgart, 136 S.

ELLENBERG, H., 1958: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). Handb. Pflanzenphysiol. 4, 638-708. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

- und H. REHDER, 1962: Natürliche Waldgesellschaften der aufzuforstenden Kastanienflächen im Tessin. Schweiz. Z. Forstwes. 113, 128-142.

- und F. KLÖTZLI, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 48, 589-930.

EREDIA, F., 1934: Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio 1921-1930. Ministero dei Lavori Pubblici. Serv. Idrogr. 16, Roma.

- 1942: Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel decennio 1926-1935. Ministero dei Lavori Pubblici. Serv. Idrogr. 128 S. Roma.

ESKUCKE, U., 1955: Wälder im südlichen Tessin. Mitt. Florist.-Soziol. Arbgem. N.F. 5, 261-263.

FENAROLI, L., 1970: Note illustrative della carta della vegetazione reale d'Italia. Minist. Agric. For. Roma, Collana verde 28, 125 S.

FERLAN, L., und V. GIACOMINI, 1955: Appunti fitosociologici su esempi di "Pascolo carsico": Chrysopogoneto-Centaureetum cristatae. Atti I Conv. Friulano Sc. Nat. Udine, 159-183.

FRANK, E., und R. LEE, 1966: Potential solar beam irradiation on solpes. U.S. Forest Serv. Research paper RM-18.

GIGON, A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 38, 28-85.

GOWER, J.C., und G.J.S. ROSS, 1969: Minimum spanning trees and single linkage cluster analysis. Appl. Statist. 18, 54-64.

HARRASSOWITZ, H., 1926: Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. Geol. Rundschau 17a, 122-210.

HESS, H.E., E. LANDOLT und R. HIRZEL, 1967-1972: Flora der Schweiz. 3 Bde., Basel.

HOFER, H.R., 1967: Die wärmeliebenden Felsheiden Insubriens. Bot. Jb. 87, 176-251.

HOFMANN, G., 1956: Verdunstung und Tau als Glieder des Wärmehaushaltes. Planta 47, 303-322.

HORVAT, I., und S. HORVATIĆ, 1934: Chrysopogoneto-Saturejon subspicatae, ein neuer Verband der Brometalia erecti Braun-Blanquet. Acta Bot. Inst. Univ. Zagreb, 9, 8-12.

HORVAT, I., V. GLAVAĆ und H. ELLENBERG, 1974: Vegetation Südosteuropas. Geobot. Selecta 4, 768 S.

HORVATIĆ, S., 1934: Flora und Vegetation der nordadriatischen Insel Pag. Bull. Internat. Acad. Yougoslave Sc. et Beaux-Arts, Cl. Sc. Math. et Nat. 28, 86-157.

- 1958:Geographisch- typologische Gliederung der Niederungswiesen und Weiden Kroatiens. Angew. Pflanzensoz., Stolzenau/Weser, 15, 63-73.

ILIJANIĆ, L., V. GAŽI und J. TOPIĆ, 1972: Grasslands containing Chrysopogon gryllus in Continental Regions of West Croatia. Acta Bot. Croat. 31, 155-164.

IMHOF, E., et al., 1965ff.: Atlas der Schweiz, ETH, Zürich.

KLN-Inventar, 1967: Inventar der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung. Schweiz. Bund f. Naturschutz, Basel, 242 S.

KNAPP, R., 1971: Einführung in die Pflanzensoziologie. Stuttgart, (Ulmer), 388 S.

KOCH, W., 1943: Das Andropogonetum grylli insubricum, eine Trockenwiesen-Assoziation des Südtessins. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 53A, 579-594.

KUBIENA, W.L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart, 392 S.

KUHN, N., 1973: Frequenzen von Trockenperioden und ihre ökologische Bedeutung. Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich, 118/3, 257-298.

KUTSCHERA, L., 1960: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. Frankfurt am Main, 574 S.

LARCHER, W., 1973: Oekologie der Pflanzen. Stuttgart, 320 S.

LEHNER, P., 1952: Zur Geologie des Gebietes der Denti della Vecchia, des M. Boglia, des M. Brè und des M. San Salvatore bei Lugano. Ecl. Geol. Helw. 45, 85-159.

LORENZONI, G.G., 1965: Ricerche sui prati a "Chrysopogon gryllus" della pianura Friulana. Boll. Bibl. Musei Udine 4, 5-21.

- 1966: Ricerche fenologiche sul Chrysopogonetum grylli della pianura Friulana. Atti Ist. Ven. Sc. Let. Arti. 124, 321-360.

LÜDI, W., 1941: Die Kastanienwälder von Tesserete. Ber. Geobot. Forsch.Inst. Rübel, Zürich 1940, 52-84.

MANCINI, F., 1960: Carta dei suoli d'Italia. Agricoltura (Roma), 32 S.

MAURER, J., und Mitarbeiter, 1909-1910: Das Klima der Schweiz auf Grundlage der 37 jährigen Beobachtungsperiode 1864-1900. 2 Bde, Frauenfeld, 519 S.

MAXIMOW, N.A., 1923: Physiologisch - ökologische Untersuchungen über die Dürreresistenz der Xerophyten. J. Wiss. Bot. Berlin, 62, 128 S.

MÜCKENHAUSEN, E., 1959: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main, 146 S.

OBERDORFER, E., 1964: Der insubrische Vegetationskomplex, seine Struktur und Abgrenzung gegen die submediterrane Vegetation in Oberitalien und in der Südschweiz. Beitr. Naturk. Forsch. SW-Deutschl. 23, 141-187.

- 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 3. Aufl. Stuttgart, 987 S.

PALLMANN, H., 1932: Der Boden, seine Entstehung und seine Eigenschaften, unter besonderer Berücksichtigung schweizerischer Verhältnisse. Schweizer Bauer, 62 S.

- 1942: Grundzüge der Bodenbildung. Schweiz. Landw. Monatsh. 20, 6/7, 24 S.

PENMAN, H.L., 1956: Evaporation: an introductory survey. Netherlands J. of Agric. Science 4, 9-29.

PIGNATTI, S., 1962: Associazioni di alghe marine. Mem. Ist. Veneto Sc. M. Nat. 32, 3

PRIMAULT, B., 1962: Du calcul de l'évapotranspiration. Arch. Meteorol. Geophys. Bioklimatol. B12, 1, 124-150.

RAABE, E.W., 1952: Ueber den Affinitätswert in der Pflanzensoziologie. Vegetatio 4, 53-68.

RICHARD, F., und J. BEDA, 1953: Methoden zur Bestimmung der Wasserbindung und der Porengrössen in natürlich gelagerten Waldböden. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 29, 293-314.

SALTER, P.J., 1967: Methods of determining the moisture characteristics of soils. Expl. Agric. 3, 163-173.

SCHEFFER, F., und P. SCHACHTSCHABEL, 1966: Lehrbuch der Bodenkunde. 6. Aufl., Stuttgart, 473 S.

SCHLICHTING, E., und H.P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum. Hamburg und Berlin, 209 S.

SCHMID, P., und N. KUHN, 1970: Automatische Ordination von Vegetationsaufnahmen in pflanzensoziologischen Tabellen. Die Natw. 9, 462-463.

SCHRÖTER, C., 1936: Flora des Südens. 1. Aufl., Zürich, 151 S.

- 1956: Flora des Südens. 2. Aufl., bearb. von E. SCHMID, Zürich, 167 S.

SCHÜEPP, M., 1967-1968: Lufttemperatur, 5. bis 12. Teil. In: Klimatologie der Schweiz. Beih. Ann. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt Zürich, 107-250

- und Ch. URFER, 1971: Luftfeutigkeit. In: Klimatologie der Schweiz. Beih. Ann. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt Zürich, 1-46.

SEREGÉLYES, T., 1974: Ueber die Felsenrasenvegetation des Gerecsegebirges. Ann. Univ. Sc. Budapest 16, 123-144.

SLAVIKOVA, J., 1965: Die maximale Wurzelsaugkraft als ökologischer Faktor. Preslia 37, 419-428.

STEUBING, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin und Hamburg, 262 S.

STICHER, H., 1971: Methoden der Bodenkunde. Manuskript zur Vorlesung an der ETH Zürich, 32 S.

SURBER, E., R. AMIET und H. KOBERT, 1973: Das Brachlandproblem in der Schweiz. Ber. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes. 112, 138 S.

SUTTER, R., 1967: Ueber Vorkommen und Verbreitung der Orchideen in ihrer Beziehung zu den Pflanzengesellschaften in der Grignagruppe. Bauhinia 3, 2, 269-290.

THAMS, J.C., 1956: Die Globalstrahlung eines Südhanges von 25° Neigung. Arch. Meteorol. Geophys. Bioklimatol. B7, 2, 190-196.

THORNTHWAITE, C.W., 1948: An Approach toward a Rational Classification of Climate. Geogr. Rev. 38, 55-94.

UTTINGER, H., 1946: Die Niederschlagsverhältnisse der Südschweiz 1901-1940. Ann. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt 1945, Anh. 23-27.

WALTER, H., 1962: Einführung in die Phytologie. Bd. 3: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Teil 1: Standortslehre, 2. Aufl. Stuttgart, 525 S.

- 1968: Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. 2: Die gemässigten und arktischen Zonen. Stuttgart, 1001 S.

- und H. LIETH, 1960-1967: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.

ZENONE, E., 1961: Il "favonio" nel Ticino. Volo vela 30, 4-13.

ZOLLER, H., 1954: Die Typen der Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Juras. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 33, 309 S.

Vegetationstabelle 2

Aster linosyris - Variante des Carici humilis - Chrysopogonetum grylli fumanetosum
am Monte Caslano
(Vorkommen der Arten in Relation der Anzahl Aufnahmen)

Ausbildungsgruppe mit:	Heteropogon contortus		Seseli annuum				
Ausbildung mit:	Tamus comm.	Typ.	Bromus cond.	Typ.	Coronilla emerus		Pot. alba
Zahl der Aufnahmen	6	6	9	8	5	8	4
A* Sesleria coerulea	6	5	2	1	.	1	1
Globularia cordifolia	1	2	1	.	.	.	2
Amelanchier ovalis	5	3	1	1	.	.	.
Koeleria gracilis	4	3	1	.	.	.	.
Sedum rupestre	4	1	.	.	1	.	.
Thymus longicaulis	6	4	1	.	.	1	.
Campanula spicata	4	1	.	1	.	1	.
Echium vulgare	3	1	.	.	1	.	.
B* Leontodon tenuiflorus	6	5	8	1	1	5	3
Bromus condensatus	5	4	5	1	1	6	1
Dianthus silvester	6	4	4	1	.	5	3
Fumana ericoides	6	5	4	.	.	2	1
Globularia elongata	2	5	2	.	1	2	1
Heteropogon contortus	5	4	5	.	.	1	1
C* Centaurea bracteata	.	5	8	8	3	6	4
Polygala pedemontana	.	4	5	6	5	6	4
Prunella grandiflora	1	3	8	7	2	6	4
Thesium linophyllon	.	2	2	3	2	.	2
D* Stachys recta	5	2	4	.	4	5	1
Tamus communis	5	1	5	3	5	4	1
Clematis recta	4	.	4	4	4	6	.
Daucus carota	2	.	3	2	2	3	.
Ononis pusilla	3	1	4	2	4	4	.
E* Seseli annuum	2	.	8	6	4	6	2
Centaurea triumfetti	.	.	5	4	2	5	3
Ononis spinosa	.	.	8	6	1	2	1
Pimpinella saxifraga	1	1	9	6	3	4	2
Dianthus seguieri	.	.	2	2	1	1	3
Asparagus tenuifolius	.	1	6	2	.	1	.
F* Coronilla emerus	4	1	.	.	4	5	.
Dictamnus albus	1	2	.	.	4	4	.
Aristolochia clematitis	.	1	.	1	4	2	.
G* Potentilla alba	.	.	.	.	.	.	4
Melampyrum pratense	.	.	.	1	.	1	4
Genista germanica	.	.	.	.	.	.	3
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.	2
Serratula tinctoria	.	.	.	.	.	.	4
Carex montana	.	.	.	.	.	.	2
Aster linosyris	6	6	9	8	5	8	4
Asperula purpurea	6	6	9	8	5	8	4
Geranium sanguineum	6	6	9	8	5	8	4
Koeleria pyramidata	5	6	9	8	5	8	4
Centaurea tenuifolia	6	6	9	8	5	8	3
Anthericum ramosum	6	6	9	7	5	8	4
Linum tenuifolium	6	6	9	8	5	8	3
Scabiosa gramuntia	5	6	9	8	5	8	3
Galium lucidum	6	6	8	8	5	7	4
Teucrium chamaedrys	6	5	9	7	5	8	4
Chrysopogon gryllus	6	6	9	7	5	8	3
Peucedanum oreoselinum	5	5	9	8	5	8	4
Odontites lutea	6	6	9	7	5	7	4
Carex humilis	5	6	9	8	5	6	4
Hippocrepis comosa	5	5	9	8	5	7	4
Inula hirta	4	6	9	8	5	7	4
Teucrium montanum	6	5	9	6	5	8	4
Brachypodium pinnatum	6	6	9	6	5	6	4
Carex verna	4	4	9	8	5	8	4
Bromus erectus	4	5	9	7	5	8	4
Helianthemum nummularium	5	6	9	7	5	6	4
Bothriochloa ischaemum	5	5	9	7	5	8	3
Origanum vulgare	5	6	8	7	5	7	3
Aster amellus	5	6	8	8	5	5	4
Lotus pilosus + L. cornic.	2	5	9	8	5	7	4
Trinia glauca	6	6	9	5	4	6	4
Anthyllis vulneraria s. str.	6	6	9	6	5	7	1
Dactylis glomerata	4	5	9	8	4	5	4
Briza media	2	4	8	7	4	7	4
Euphorbia cyparissias	3	4	8	8	5	4	4
Betonica officinalis	4	.	9	8	4	7	4
Allium sphaerocephalon	6	4	6	6	5	6	1
Vincetoxicum officinale	2	3	7	5	4	7	2
Silene nutans s. l.	2	3	6	7	4	6	2
Thymus pulegioides	3	3	5	5	2	5	4
Hypericum montanum	3	2	5	4	4	7	1
Querc. pub. + Q. pub. x Q. petr.	2	.	7	5	3	4	3
Epipactis atropurpurea	1	3	5	5	3	2	2
Thymus praecox	3	4	3	4	.	3	2
Ligustrum vulgare	2	1	5	3	2	2	1
Viola hirta s. l.	2	1	5	2	2	4	1
Ostrya carpinifolia	1	1	4	2	2	1	2
Sanguisorba minor	2	1	4	4	.	1	1
Fraxinus ornus	3	1	4	2	1	1	.
Asplenium ruta-muraria	6	2	.	1	2	1	.
Silene otites	2	2	3	3	.	1	.
Orobanche teucrii	1	2	3	1	.	1	.
Prunus spinosa	1	1	2	1	1	.	1
Lilium croceum	2	.	2	1	.	1	1
Polygonatum officinale	1	1	1	1	1	.	1
Molinia litoralis	.	.	1	.	1	1	2
Trifolium rubens	.	.	1	2	.	.	1
Rubus spec.	.	.	1	3	.	.	.
Chamaecytisus hirsutus	.	.	.	3	.	1	.
Cytisus nigricans	.	.	.	.	2	2	1
Viburnum lantana	1	.	2	.	.	.	1
Buphthalmum salicifolium	.	.	1	1	.	2	.
Cornus sanguinea	.	.	2	1	.	.	.
Salvia pratensis	.	.	1	.	.	1	1
Hieracium pilosella	.	.	.	1	.	1	1
Corylus avellana	.	.	1	.	.	.	2
Leontodon hispidus	1	.	.	.	1	1	.
Pinus silvestris	.	1	1	1	.	.	.
Cephalanthera longifolia	.	.	.	2	.	.	1
Quercus ilex	.	.	.	1	.	2	.
Coronilla varia	.	.	.	.	1	2	.
Medicago lupulina	.	.	1	1	1	.	.
Limodorum abortivum	.	.	.	2	.	1	.
Picris hieracioides	.	.	.	2	.	1	.
Dianthus carthusianorum	.	.	2	.	.	.	.
Crataegus monogyna	.	.	1	1	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	2	.	.	.	.
Campanula glomerata	.	.	1	.	1	.	.
Veronica spicata	.	.	1	.	.	.	1
Ononis repens	.	.	.	.	1	1	.
Cytisus supinus	.	.	.	.	.	1	1
Clematis vitalba	1	.	.	.	.	1	.
Asparagus officinalis	.	.	1	1	.	.	.
Quercus cerris	.	1	.	1	.	.	.
Melica ciliata	1	.	.	.	1	.	.
Centaurium umbellatum	.	1	.	.	.	1	.
Blackstonia perfoliata	1	.	.	.	.	1	.
Euphrasia salisburgensis	.	1	.	.	.	.	1
Gymnadenia conopea	.	.	.	1	.	.	1
Helleborus niger	.	.	1	.	.	.	1
Campanula bononiensis	1	.	.	.	.	1	.

Nur einmal notiert wurden:

Anthericum liliago, Cirsium eriophorum, Crepis praemorsa, Cruciata glabra, Cuscuta epithymus, Diplachne serotina, Erica carnea, Frangula alnus, Inula conyza, Juniperus communis, Linum cartharticum, Peucedanum cervicaria, Plantago major, Plantago media, Prunus mahaleb, Pteridium aquilinium, Ophrys apifera, Quercus rubra, Ruscus aculeatus, Saponaria ocymoides, Steglingia decumbens, Silene vulgaris, Taraxacum officinale s. l. Tilia cordata, Viola riviniana, Vulpia ligustica.

VEGETATIONSTABELLE 1

Assoziation: *Carici humilis - Chrysopogonetum grylli* (Subassoziation *Fumana ericoides*; Subassoziation *Galium verum*) — *Holco-Chrysopogonetum grylli prov.*

Vegetationsaufnahme Nr.	Subassoziation / Variante / Ausbildung	Gebietszuteilung[1]	Hoehe ueber Meer (m)	Neigung der Flaeche (%)	Exposition der Flaeche	Groesse der Flaeche (m^2)	Mittlere Hoehe (cm) Strauchschicht	Mittlere Hoehe (cm) Krautschicht	Deckung (%) Strauchschicht	Deckung (%) Krautschicht	Autor der Vegetationsaufnahme[2]	Arten pro Vegetationsaufnahme
127	Fumana ericoides / Diplachne serotina	Co	320	100	SSW	70	-	30	-	50	M	40
17D	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	400	5o	S	50	100	40	5	100	M	32
17C	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	400	25	W	100	-	20	-	70	M	29
13	Fumana ericoides / Diplachne serotina	Lu	400	60	S	100	-	30	-	40	M	35
17B	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	350	100	S	100	-	30	-	40	M	36
20	Fumana ericoides / Diplachne serotina	Lu	290	100	SSE	50	30	30	10	50	M	35
17A	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	340	60	S	50	50	40	10	100	M	29
60C	Fumana ericoides / Diplachne serotina	Co	400	85	S	50	-	20	-	50	M	47
49B	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	300	75	SSE	70	40	30	20	70	M	48
49C	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	310	70	S	70	100	30	5	90	M	41
62C	Fumana ericoides / Diplachne serotina	Co	350	100	S	50	-	20	-	50	M	32
49A	Fumana ericoides / Diplachne serotina	La	280	75	S	100	200	40	10	75	M	41
56A	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Typisch	Co	400	100	SSE	50	50	30	5	50	M	44
34B	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Typisch	Co	280	45	SSW	50	60	20	10	90	M	43
34A	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Typisch	Co	270	40	SSW	50	-	30	-	85	M	42
56B	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Typisch	Co	410	90	SSE	50	70	30	5	80	M	39
101	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Lu	700	70	S	70	-	20	-	80	M	28
45	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Co	300	25	E	50	60	20	10	80	M	42
56C	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Co	400	80	WSW	70	-	30	-	60	M	40
53A	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Co	780	95	S	50	200	30	10	70	M	49
53B	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Co	780	20	S	70	-	20	-	50	M	41
55A	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Carex mucronata	Co	420	65	SSE	50	-	30	-	50	M	42
111	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Is	240	70	SSW	80	30	25	10	50	M	61
112	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Ga	120	70	SSW	100	120	30	10	60	M	40
124	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Be	280	90	SE	50	40	30	10	40	M	37
116	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Ga	140	45	E	70	-	25	-	60	M	38
119	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Br	170	0	-	100	-	30	-	100	M	37
126	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Be	350	70	SSW	100	-	25	-	80	M	46
122	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Is	300	60	S	50	30	30	5	80	M	40
114	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Ga	210	10	E	100	-	40	-	100	M	51
115	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Ga	230	0	-	70	-	40	-	100	M	46
113	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Campanula sibirica	Ga	115	85	SSE	70	-	30	-	90	M	41
25C	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Lu	330	65	SSE	70	-	20	-	95	M	54
25B	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Lu	320	65	SSE	70	30	30	5	95	M	56
35	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	240	95	SSW	50	-	20	-	80	M	53
25A	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Lu	300	55	SSE	50	-	25	-	80	M	61
41	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	220	100	SSW	50	-	30	-	100	M	53
33	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	240	80	SSW	50	-	30	-	90	M	41
1o4	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	280	40	SSW	50	30	25	5	95	M	51
55C	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	430	60	SSE	70	-	30	-	100	M	58
55B	Fumana ericoides / Helianthemum italicum / Centaurea tenuifolia	Co	425	65	SSE	70	-	40	-	70	M	51
105	Fumana ericoides / Typisch	Co	240	40	SSW	50	60	30	5	90	M	50
62A	Fumana ericoides / Typisch	Co	350	80	S	70	-	20	-	80	M	38
57	Fumana ericoides / Typisch	Co	320	80	S	50	50	40	5	85	M	39
48	Fumana ericoides / Typisch	La	380	35	SE	70	70	30	10	80	M	35
62B	Fumana ericoides / Typisch	Co	350	80	S	50	-	30	-	80	M	35
14	Fumana ericoides / Typisch	Lu	350	55	SE	100	200	30	10	90	M	44
47	Fumana ericoides / Typisch	La	400	55	SE	70	-	30	-	80	M	49
28	Fumana ericoides / Typisch	Lu	370	95	S	70	-	30	-	95	M	39
52	Fumana ericoides / Typisch	Co	710	65	SSW	70	-	30	-	80	M	36
32	Fumana ericoides / Typisch	Co	350	75	SSW	50	150	30	5	95	M	50
C35	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	370	50	SSE	50	-	30	-	70	M	46
C34	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	350	100	S	50	80	30	10	50	M	47
C47	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	490	70	S	50	60	30	10	55	M	49
C12	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	310	100	S	70	150	30	5	70	M	52
C17	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	400	15	S	50	-	30	-	70	M	46
C11	Fumana ericoides / Aster linosyris / Heteropogon contortus	Lu	330	30	S	60	300	20	30	70	M	52
C5	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	325	55	SSE	60	200	30	15	80	M	58
C7	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	360	80	S	60	50	30	5	90	M	51
C9	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	410	65	S	60	-	30	-	100	M	52
C32	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	405	65	S	50	50	30	5	80	M	58
C49	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	410	55	S	60	80	30	10	85	M	59
C15	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	La	380	50	S	60	150	30	10	70	M	48
C6	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	340	60	SSE	50	200	30	10	95	M	52
C30	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	330	60	SSE	60	-	30	-	90	M	52
C43	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	365	70	SSE	60	-	30	-	90	M	57
C13	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	350	45	SSE	100	150	30	20	90	M	57
C48	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	430	45	SSE	50	-	30	-	80	M	48
C4	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	335	40	S	50	180	30	5	90	M	59
C46	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	510	25	SSW	50	50	40	10	90	M	49
C1	Fumana ericoides / Aster linosyris / Seseli annuum	Lu	310	50	SSE	50	-	20	-	100	M	62
63	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	450	25	SW	50				90	S	39
64	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	460	25	S	50				100	S	50
66	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	450	60	S	50				100	S	50
65	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	500	35	S	50				100	S	52
67	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	470	35	SE	50				100	S	56
68	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Orchis	Co	830	20	S	100				100	S	44
121	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Typisch	Is	220	100	SSW	100	-	30	-	100	M	59
123	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Typisch	Be	310	35	W	100	-	25	-	100	M	48
125	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Typisch	Be	270	80	W	70	-	30	-	100	M	44
120	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Typisch	Is	250	15	WNW	70	-	15	-	95	M	48
110	Galium verum / Leontodon tenuiflorus / Typisch	Is	210	100	SSW	100	-	30	-	90	M	46
54	Galium verum / Typisch	Co	375	60	SSE	100	-	40	-	100	M	47
2	Galium verum / Typisch	Lu	300	80	SSE	100	-	40	-	100	M	56
70	Galium verum / Typisch	Lu	630	85	S					100	K	48
16	Galium verum / Typisch	Lu	625	70	E	50	150	30	5	80	M	34
43	Galium verum / Typisch	Co	360	95	S	50	-	40	-	100	M	53
9	Galium verum / Typisch	Lu	520	75	SSW	100	-	50	-	100	M	51
36	Galium verum / Typisch	Co	380	80	W	50	-	25	-	100	M	50
69	Galium verum / Typisch	Lu	470	100	S					100	K	41
60B	Galium verum / Typisch	Co	380	65	ESE	100	-	30	-	100	M	36
40	Galium verum / Typisch	Co	340	65	SSW	50	-	25	-	100	M	56
59	Galium verum / Vinca minor	Co	440	75	S	50	-	40	-	100	M	44
60A	Galium verum / Vinca minor	Co	380	65	ESE	100	-	30	-	100	M	51
58	Galium verum / Vinca minor	Co	460	65	S	70	-	40	-	100	M	54
21	Galium verum / Vinca minor	Lu	360	80	SSE	70	50	30	5	100	M	54
3	Galium verum / Vinca minor	Lu	300	80	SSE	100	-	30	-	100	M	55
19	Galium verum / Vinca minor	Lu	360	85	SSE	100	10	30	5	100	M	58
46	Galium verum / Vinca minor	La	400	65	W	70	30	30	5	100	M	47
42	Galium verum / Vinca minor	Co	520	25	SW	100	50	20	5	80	M	60
27	Galium verum / Vinca minor	Lu	340	100	SSE	70	-	30	-	100	M	52
39	Galium verum / Vinca minor	Co	420	95	SSW	50	-	30	-	100	M	56
15	Galium verum / Vinca minor	Lu	460	55	SE	100	100	20	5	80	M	44
71	Galium verum / Vinca minor	Lu	300	35							K	69
72	Galium verum / Vinca minor	Lu	300	35							K	62
73	Galium verum / Vinca minor	Lu	635	35	WSW					90	K	64
74	Galium verum / Vinca minor	Lu	520								K	64
75	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	440	60				30		80	K	57
76	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	480	60	SE						K	50
77	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	430	100	SE						K	36
78	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	360	100	SE					100	K	39
108	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	310	70	SSE	70	-	40	-	90	M	[illegible]
107	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	La	300	95	S	100	110	30	10	100	M	[illegible]
109	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	Lu	310	60	S	100	-	40	-	100	M	34
81	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	La	520	35	SSE	100	100		15	90	H	43
106	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	La	565	25	SE	70	-	30	-	100	M	53
79	Holco-Chrysopogonetum grylli prov.	La	620	35	SSW		80	20	10	90	H	43

Gruppe	Art	Werte der Aufnahmen
A	HELIANTHEMUM APENNINUM	[illegible]
	ORLAYA GRANDIFLORA	[illegible]
	*CF. ARTEMISIA CAMP.	[illegible]
	ARENARIA LEPTOCLADOS	[illegible]
	SEDUM DASYPHYLLUM	[illegible]
	ERYSIMUM HELVETICUM	[illegible]
B	DIPLACHNE SEROTINA	[illegible]
	KOELERIA GRACILIS	[illegible]
	MELICA CILIATA	[illegible]
C	*HELIANTHEMUM ITALICUM	[illegible]
	SCORZONERA AUSTRIACA	[illegible]
	*POTENTILLA PUBERULA	[illegible]
	SEDUM RUPESTRE	[illegible]
	PRUNUS SPINOSA	[illegible]
	ERICA CARNEA	[illegible]
	*STIPA ERIOCAULIS	[illegible]
	HIERACIUM PILOSELLOID.	[illegible]
	*ASPERULA ARISTATA	[illegible]
	HIERACIUM PORRIFOLIUM	[illegible]
D	SESLERIA COERULEA	[illegible]
	*BROMUS CONDENSATUS	[illegible]
	ASPLENIUM RUTA-MURARIA	[illegible]
E	*FUMANA ERICOIDES	[illegible]
	*SCABIOSA GRAMUNTIA	[illegible]
	ODONTITES LUTEA	[illegible]
	SILENE OTITES	[illegible]
	DIANTHUS SILVESTER	[illegible]
	TRINIA GLAUCA	[illegible]
	LINUM TENUIFOLIUM	[illegible]
	HETEROPOGON CONTORTUS	[illegible]
F	*LEONTODON TENUIFLORUS	[illegible]
	*THYMUS PRAECOX	[illegible]
	ANTHERICUM RAMOSUM	[illegible]
	*THYMUS LONGICAULIS	[illegible]
	GLOBULARIA CORDIFOLIA	[illegible]
	ALLIUM PULCHELLUM	[illegible]
G	SALVIA PRATENSIS	[illegible]
	PLANTAGO LANCEOLATA	[illegible]
	HIERACIUM PILOSELLA	[illegible]
	*LOTUS CORNICULATUS	[illegible]
	PICRIS HIERACIOIDES	[illegible]
	LEONTODON HISPIDUS	[illegible]
H	*POLYGALA PEDEMONTANA	[illegible]
	ONONIS PUSILLA	[illegible]
	BRIZA MEDIA	[illegible]
	PIMPINELLA SAXIFRAGA	[illegible]
I	*CENTAUREA TENUIFOLIA	[illegible]
	*SILENE NUTANS S.L.	[illegible]
	GERANIUM SANGUINEUM	[illegible]
	*VIOLA HIRTA S.L.	[illegible]
	*CENTAUREA BRACTEATA	[illegible]
	BETONICA OFFICINALE	[illegible]
	HYPERICUM MONTANUM	[illegible]
	PRUNELLA GRANDIFLORA	[illegible]
	DAUCUS CAROTA	[illegible]
J	SESELI ANNUUM	[illegible]
	CENTAUREA TRIUMFETTI	[illegible]
	ONONIS SPINOSA	[illegible]
	DIANTHUS SEGUIERI	[illegible]
	ARISTOLOCHIA CLEMAT.	[illegible]
K	*GALIUM VERUM S.L.	[illegible]
	CRUCIATA GLABRA	[illegible]
	RANUNCULUS BULBOSUS	[illegible]
	MEDICAGO LUPULINA	[illegible]
	HYPOCHOERIS RADICATA	[illegible]
	ARRHENATHERUM ELATIUS	[illegible]
	VERBASCUM LYCHNITIS	[illegible]
L'	TRIFOLIUM MONTANUM	[illegible]
	*CHRYSANTHEMUM LEUC.S.L.	[illegible]
	*GALIUM MOLLUGO S.STR.	[illegible]
	*SCABIOSA PORTAE	[illegible]
	ANTHOXANTUM ODORATUM	[illegible]
	*CENTAUREA DUBIA	[illegible]
L"	TRISETUM FLAVESCENS	[illegible]
	SILENE VULGARIS	[illegible]
	ARABIS HIRSUTA	[illegible]
	SEDUM MITE	[illegible]
	*ACHILLEA MILLEFOL.S.L.	[illegible]
	*KNAUTIA TRANSALPINA	[illegible]
M	CAREX HALLERIANA	[illegible]
	ARABIS MURALIS	[illegible]
	POA COMPRESSA	[illegible]
	LATHYRUS PRATENSIS	[illegible]
	VERONICA CHAMAEDRYS	[illegible]
	VICIA VILLOSA	[illegible]
	MEDICAGO SATIVA	[illegible]
N	VINCA MINOR	[illegible]
	RHINANTHUS ALECTOROLO.	[illegible]
	CHRYSANTHEMUM CORYMB.	[illegible]
	*TRAGOPOGON PRAT. S.L.	[illegible]
	PIMPINELLA MAJOR	[illegible]
O	FESTUCA RUBRA	[illegible]
	RUMEX ACETOSELLA	[illegible]
	HIERACIUM SABAUDUM	[illegible]
	SATUREYA VULGARIS	[illegible]
	VICIA CRACCA	[illegible]
	TRIFOLIUM PRATENSE	[illegible]
	*POA ANGUSTIFOLIA	[illegible]
P	HOLCUS LANATUS	[illegible]
	SIEGLINGIA DECUMBENS	[illegible]
	GENISTA TINCTORIA	[illegible]
	PHYTEUMA BETONICIFOL.	[illegible]
	*FESTUCA CAPILLATA	[illegible]
	ASPLENIUM ADIANT.-NIGR.	[illegible]
Q	PTERIDIUM AQUILINUM	[illegible]
	VICIA ANGUSTIFOLIA	[illegible]
	SILENE VISCARIA	[illegible]
	JASIONE MONTANA	[illegible]
	TRIFOLIUM CAMPESTRE	[illegible]
	SEDUM MAXIMUM	[illegible]
R	VERONICA SPICATA	[illegible]
	POTENTILLA RUPESTRIS	[illegible]
	AGROSTIS STOLONIFERA	[illegible]
S	CYTISUS SCOPARIUS	[illegible]
	POTENTILLA ERECTA	[illegible]
	THALICTRUM MINUS	[illegible]
T'	CAREX MUCRONATA	[illegible]
	SCABIOSA GRAMINIFOLIA	[illegible]
	PHYTEUMA SCHEUCHZERI	[illegible]
T"	CAMPANULA SIBIRICA	[illegible]
	PRUNELLA LACINIATA	[illegible]
	EUPHORBIA SEGUIERIANA	[illegible]
	ARGYROLOBIUM LINNAE.	[illegible]
	KENTHRANTHUS RUBER	[illegible]
	CENTAUREA MACULOSA	[illegible]
	ERYNGIUM CAMPESTRE	[illegible]
U	ASTER LINOSYRIS	[illegible]
	*LOTUS PILOSUS	[illegible]
	EPIPACTIS ATROPURPUREA	[illegible]
	DICTAMNUS ALBUS	[illegible]
	ASPARAGUS TENUIFOLIUS	[illegible]
	LIMODORUM ABORTIVUM	[illegible]
V	OPHRYS SPHEGODES	[illegible]
	ORCHIS TRIDENTATA	[illegible]
	OPHRYS BERTOLONII	[illegible]
	ORCHIS MORIO	[illegible]
	CAREX NITIDA	[illegible]
	*THYMUS FROELICHIANUS	[illegible]
W'	CHAMAECYTISUS PURP.	[illegible]
	TRIFOLIUM RUBENS	[illegible]
	ASTRAGALUS MONSPESSUL.	[illegible]
W"	PLANTAGO MEDIA	[illegible]
	BLACKSTONIA PERFOLIATA	[illegible]
	*CARLINA VULGARIS	[illegible]
X	POTENTILLA ALBA	[illegible]
	SERRATULA TINCTORIA	[illegible]
	MELAMPYRUM PRATENSE	[illegible]
	GENISTA GERMANICA	[illegible]
	CAREX MONTANA	[illegible]
	CALLUNA VULGARIS	[illegible]
Y	CAREX HUMILIS	[illegible]
	GLOBULARIA ELONGATA	[illegible]
	TEUCRIUM MONTANUM	[illegible]
	ALLIUM SPHAEROCEPHALON	[illegible]
	ASPERULA PURPUREA	[illegible]
	FRAXINUS ORNUS	[illegible]
	INULA HIRTA	[illegible]
	ASTER AMELLUS	[illegible]
	GALIUM LUCIDUM	[illegible]
	KOELERIA PYRAMIDATA	[illegible]
Z	CHRYSOPOGON GRYLLUS	[illegible]
	TEUCRIUM CHAMAEDRYS	[illegible]
	BROMUS ERECTUS	[illegible]
	PEUCEDANUM OREOSELINUM	[illegible]
	*HELIANTHEMUM NUMM.S.L.	[illegible]
	BRACHYPODIUM PINNATUM	[illegible]
	HIPPOCREPIS COMOSA	[illegible]
	DACTYLIS GLOMERATA	[illegible]
	CAREX VERNA	[illegible]
	*ANTHYLLIS VULNERARIA	[illegible]
	BOTHRIOCHLOA ISCHAEMUM	[illegible]
	SANGUISORBA MINOR	[illegible]
	VINCETOXICUM OFFICIN.	[illegible]
	THYMUS PULEGIOIDES	[illegible]
	EUPHORBIA CYPARISSIAS	[illegible]
	ORIGANUM VULGARE	[illegible]
	*STACHYS RECTA	[illegible]
	QUERC.PUB.+Q.PUB/Q.PETR.	[illegible]
	DIANTHUS CARTHUSIANORUM	[illegible]
	CENTAURIUM UMBELLATUM	[illegible]
	OSTRYA CARPINIFOLIA	[illegible]
	ECHIUM VULGARE	[illegible]
	CLEMATIS RECTA	[illegible]
	ANTHERICUM LILIAGO	[illegible]
	TUNICA SAXIFRAGA	[illegible]
	BUPHTHALMUM SALICIFOL.	[illegible]
	LIGUSTRUM VULGARE	[illegible]
	CORONILLA EMERUS	[illegible]
	LINUM CATHARTICUM	[illegible]
	THESIUM LINOPHYLLON	[illegible]
	TAMUS COMMUNIS	[illegible]
	BISCUTELLA LEVIGATA	[illegible]
	ANACAMPTIS PYRAMIDALIS	[illegible]
	CEPHALANTHERA LONGIFOLIA	[illegible]
	OROBANCHE TEUCRII	[illegible]
	POTENTILLA VERNA	[illegible]
	CORONILLA VARIA	[illegible]
	POLYGONATUM OFFICINALE	[illegible]
	AMELANCHIER OVALIS	[illegible]
	CAMPANULA SPICATA	[illegible]
	*FESTUCA OV. SUBSP. TICIN.	[illegible]
	HYPOCHOERIS MACULATA	[illegible]
	SEDUM ALBUM	[illegible]
	LILIUM CROCEUM	[illegible]
	DORYCNIUM HERBACEUM	[illegible]
	*FESTUCA VALESIACA	[illegible]
	HYPERICUM PERFORATUM	[illegible]
	ONONIS REPENS	[illegible]
	CORNUS SANGUINEA	[illegible]
	CORYLUS AVELLANA	[illegible]
	CAREX FLACCA	[illegible]
	PHLEUM BOEMERI	[illegible]
	SEMPERVIVUM WULFENI	[illegible]
	LACTUCA PERENNIS	[illegible]
	CNIDIUM SILAIFOLIUM	[illegible]
	CRATAEGUS MONOGYNA	[illegible]
	FESTUCA RUPICOLA	[illegible]
	MUSCARI COMOSUM	[illegible]
	CYTISUS NIGRICANS	[illegible]
	RUTA GRAVEOLENS	[illegible]
	RUBUS SPEC.	[illegible]
	PEUCEDANUM CERVICARIA	[illegible]
	SERAPIAS VOMERACEA	[illegible]
	SATUREJA NEPETA	[illegible]
	SAPONARIA OCYMOIDES	[illegible]
	QUERCUS CERRIS	[illegible]
	CAMPANULA BONONIENSIS	[illegible]
	LASERPITIUM SILER	[illegible]
	GALIUM RUBRUM	[illegible]
	CF. THALICTRUM SAXATILE	[illegible]
	FRANGULA ALNUS	[illegible]
	CAMPANULA GLOMERATA	[illegible]
	ROBINIA PSEUDO-ACACIA	[illegible]
	MOLINIA LITORALIS	[illegible]
	KNAUTIA DRYMEIA	[illegible]
	EUPHRASIA SALISBURGENSIS	[illegible]
	FESTUCA HETEROPHYLLA	[illegible]
	ERIGERON STRIGOSUS	[illegible]
	MEDICAGO FALCATA	[illegible]
	AGROSTIS TENUIS	[illegible]
	MEDICAGO MINIMA	[illegible]
	CAMPANULA TRACHELIUM	[illegible]
	GYMNADENIA CONOPEA	[illegible]
	CLEMATIS VITALBA	[illegible]
	*ANTHYLLIS VULGARIS	[illegible]
	CAMPANULA COSTAE	[illegible]
	CF. FESTUCA TENUIFOLIA	[illegible]
	FRAGARIA VIRIDIS	[illegible]
	CAREX FRITSCHII	[illegible]
	BUPHTHALMUM GRANDIFLORUM	[illegible]

1) La = Langenseebecken
Lu = Luganerseebecken
Co = Comerseebecken
Be = Umgebung von Bergamo
Is = Iseoseebecken
Br = Umgebung von Brescia
Ga = Gardaseebecken

2) M = MEYER
S = SUTTER (1967)
K = KOCH (1943)
H = HOFER (1967)

* Kritische Arten, siehe Erläuterungen dazu in Kapitel D.5.