

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
Kapitel: C: Methoden
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308450>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 12.05.2025

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

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 m² 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 Gefäßskryptogamen 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.

$$\text{Affinität (\%)} = \frac{100}{2} \left[\frac{\sum S_1 + \sum S_2 - \sum 0}{2\sum S_1} + \frac{\sum S_1 + \sum S_2 - \sum 0}{2\sum S_2} \right]$$

Wobei: $\sum S_1$ = Summe der Stetigkeitswerte in der einen,
 $\sum S_2$ = in der anderen Gesellschaft,
 $\sum 0$ = 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 Bodenfruchtbarkeit 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 wässrigen Suspension
ρ_{af}	= ρ_a Feinerde = scheinbare Dichte der gesiebten Feinerde, bestimmt in den Versuchsringen für die Desorptionskurve (g/cm^3)
ρ_r	= 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-Platten-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 Aus-
hauer verwendet. Diese Methode konnte nicht angewandt werden, da die Böden
im allgemeinen zu skeletthaltig waren. Auch wäre es unmöglich gewesen, natür-
lich gewachsene Proben für die "Druckmembran-Apparatur" vorzubereiten. Des-
halb wurden nur "gestörte Proben" genommen, d. h. es wurde 2 mm gesiebte Fein-
erde in die Transportzylinder gefüllt. Dass diese Methode für die Interpreta-
tion des Wasserhaushaltes als erste, wenn auch grobe Annäherung an den natür-
lich 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 Fein-
erde vorliegt als im natürlich gelagerten Boden vorhanden wäre.

Wird der Boden experimentell ausgetrocknet, lässt sich der Zusammenhang zw-
ischen Saugspannung und Wassergehalt des Bodens graphisch mittels der Desorp-
tionskurve 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 Computer-
programm.

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 ° 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 ° 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 Feldkapazitätswerte 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 standardisierten 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 $\emptyset$ 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 cm³ 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/cm³) 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 $< 0,063 \text{ mm } \emptyset$ 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 $0,063 - 2,0 \text{ mm } \emptyset$ wurde die Nasssiebmethode angewandt. Die Siebung erfolgte mit einer elektromagnetischen Siebmachine.

Folgende Grobeinteilung wurde verwendet:

$< 0,002 \text{ mm } \emptyset$	Ton
$0,002 - 0,063 \text{ mm } \emptyset$	Schluff
$0,063 - 2,0 \text{ mm } \emptyset$	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°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°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 Gewichts Differenz 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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.