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

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 92 (1987)

**Artikel:** Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura) = Myco-ecological investigations in meadows and fallow land in Northern Switzerland (Jurassic mountains near Schaffhausen)

**Autor:** Brunner, Ivano

**Kapitel:** 3: Material und Methoden

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-308857

**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:** 05.12.2025

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

# 3. MATERIAL UND METHODEN

## 3.1. UNTERSUCHUNGSFLAECHEN

Im Gebiet zwischen "uf der Gräte" (720 m) und "Grätental" (565 m) wurden insgesamt 15 Untersuchungsflächen (UF) eingerichtet (Abb. 6): 01, 02, 03 und 04 sind identisch mit denjenigen in der Arbeit von KRUESI (1981) und befinden sich in verschiedenen Fazies der Halbtrockenwiesen. In denselben Wiesentypen sind 06, 07, 08, 14 und 15 zu finden. Die UF 05 liegt in einer gedüngten Mähwiese, 09 in einem grossflächigem Schwarzdorngebüsch, 10 und 11 im Buchenwald, 12 und 13 im Föhrenforst (Tab. 3).
Jede UF ist in mehrere Parzellen à 50 $m^2$ (5x10 m) unterteilt. Die Bewirtschaftungsform und die Nummerierung der einzelnen Parzellen ist aus Abb. 7 ersichtlich.
In den UF 01-04 gelten die Parzellen mit T in der Nummerierung als Sanktuarium, in dem zwar pflanzensoziologische Aufnahmen, aber keine Experimente und kein Sammeln von Pilzfruchtkörpern stattfanden.
Die Fläche aller UF beträgt 4700 $m^2$, d.h.: gedüngte Mähwiese-200 $m^2$, Halbtrockenwiesen-3600 $m^2$, Schwarzdorngebüsch-100 $m^2$, Buchenwald-400 $m^2$ und Föhrenforst-400 $m^2$.

## 3.2. MIKROKLIMATOLOGIE

Im ganzen Untersuchungsgebiet wurden 13 Messstationen unmittelbar neben den Untersuchungsflächen eingerichtet. Es sollten der mikroklimatische Gradient von Wiese-Waldrand-Wald, sowie verschiedene Expositionen berücksichtigt werden (Abb. 8, Tab. 4). Diese Messstationen waren je aus einen Regenmesser, einen Minimum-Maximum-Thermometer und ab dem zweiten Untersuchungsjahr aus je fünf Zuckerampullen auf der Erdoberfläche und in 2-5 cm Bodentiefe zusammengesetzt. Die Messstationen wurden bei jeder Flächenbegehung betreut (in der Regel alle 1-2 Wochen während der Vegetationsperiode, Wechsel der Zuckerampullen monatlich).

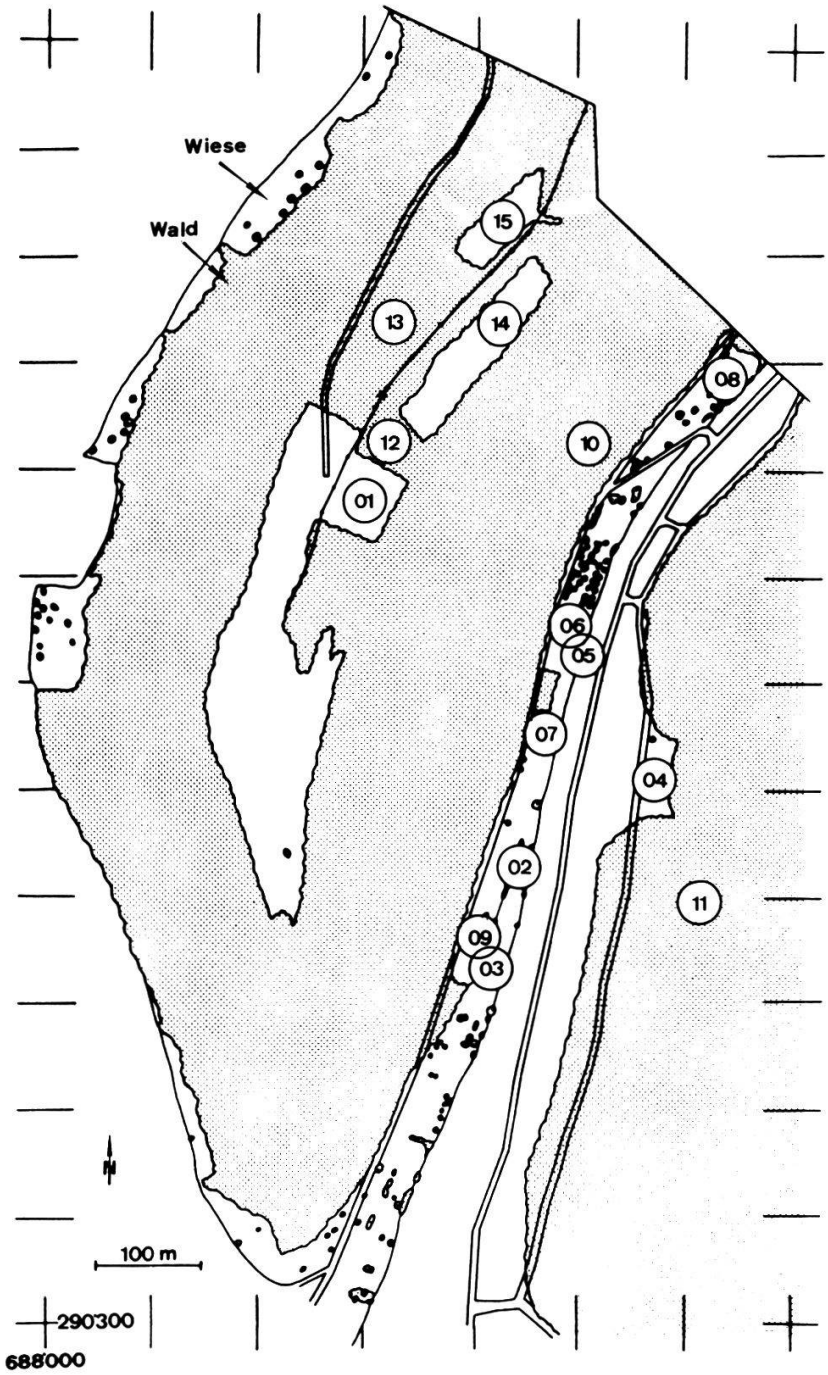



Abb. 6. Lage und Verteilung der 15 UF im Gebiet "Grätental" und "uf der Gräte".

Fig. 6. Location and distribution of the 15 research areas in the "Grätental" and "uf der Gräte".

Tab. 3. Charakterisierung der 15 Untersuchungsflächen.
Table 3. Characterization of the 15 research areas.

| UF | Pflanzengesellschaften nach ZOLLER (1954b) und KELLER (1976) | Gesamtfläche ($m^2$) | Exposition (o) | Neigung (%) | Höhe ü.M. (m) | Geologie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Medicagini falcatae-Mesobrometum | 600 | SE 115 | 20 | 710 | Gamma-Mergel |
| 02 | Dauco-Salvio-Mesobrometum | 600 | SE 105 | 30 | 570 | mächtiger Gehängeschutt |
| 03 | Seselio libanotidis-Mesobrometum | 700 | SE 110 | 40 | 565 | mächtiger Gehängeschutt |
| 04 | Seselio libanotidis-Mesobrometum | 700 | NW 275 | 40 | 585 | mächtiger Gehängeschutt |
| 05 | gedüngte Mähwiese | 200 | SE 110 | 15 | 580 | mächtiger Gehängeschutt |
| 06 | Dauco-Salvio-Mesobrometum | 200 | SE 105 | 40 | 580 | mächtiger Gehängeschutt |
| 07 | Dauco-Salvio-Mesobrometum | 200 | SE 110 | 40 | 590 | mächtiger Gehängeschutt |
| 08 | Seselio libanotidis-Mesobrometum | 200 | SE 135 | 50 | 610 | mächtiger Gehängeschutt |
| 09 | Seselio libanotidis-Mesobrometum | 100 | SE 110 | 40 | 570 | mächtiger Gehängeschutt |
| 10 | Carici-Fagetum caricetosum albae | 200 | SE 130 | 50 | 620 | mächtiger Gehängeschutt |
| 11 | Carici-Fagetum caricetosum albae | 200 | NW 275 | 30 | 610 | mächtiger Gehängeschutt |
| 12 | Brachypodio-Pinetum auf Buchenstandort | 200 | SE 115 | 15 | 710 | Gamma-Mergel |
| 13 | Brachypodio-Pinetum auf Buchenstandort | 200 | NW 310 | 30 | 710 | Gamma-Mergel |
| 14 | Medicagini falcatae-Mesobrometum | 200 | SE 130 | 20 | 715 | Gamma-Mergel |
| 15 | Medicagini falcatae-Mesobrometum | 200 | NW 315 | 10 | 720 | Gamma-Mergel |

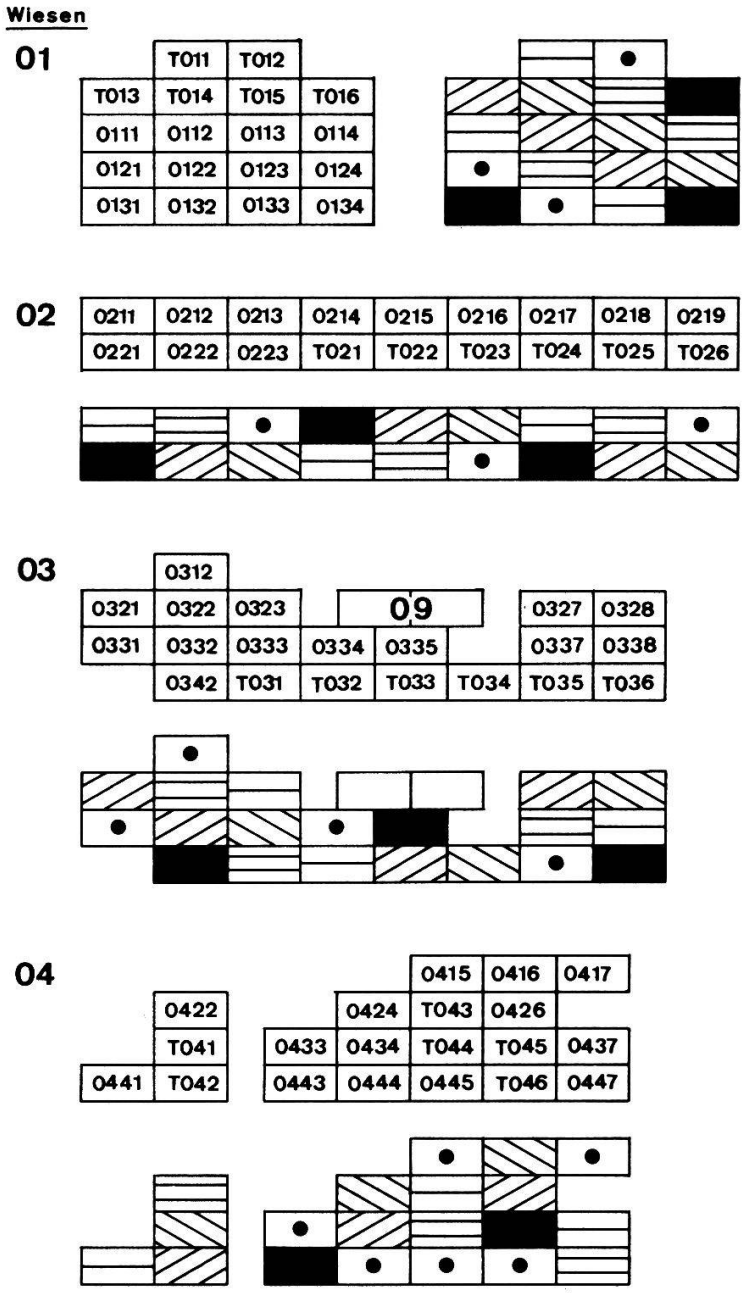
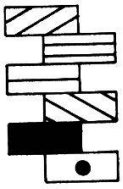
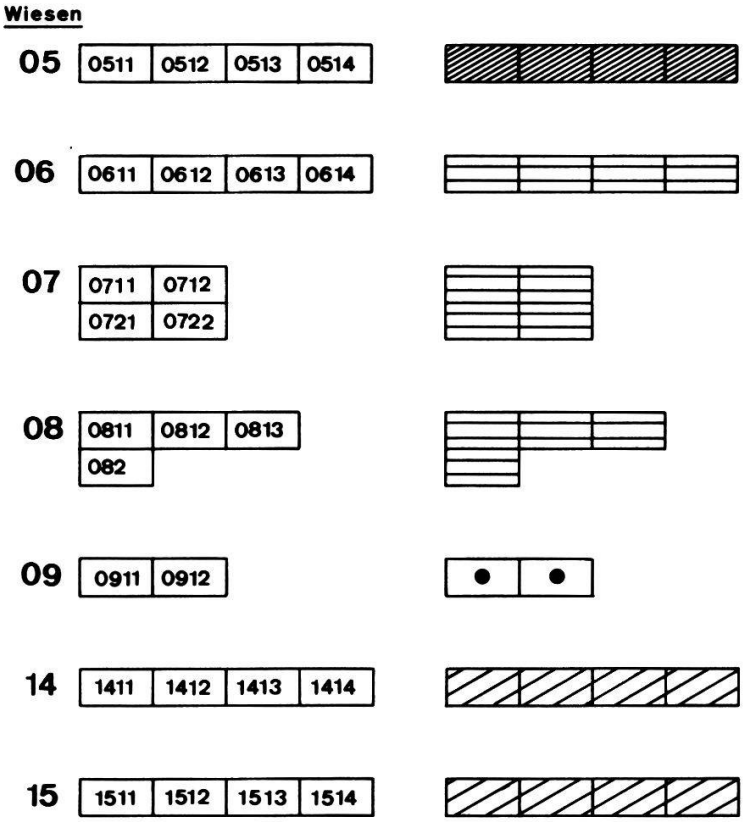



Abb. 7. Anordnung, Nummerierung und Bewirtschaftung der 50 $m^2$ Parzellen (5x10 m) in den 15 UF (T=Sanktuarium).

Fig. 7. Arrangement, numeration, and management of the 50 $m^2$ plots (5x 10 m) in the 15 research areas (T=sanctuary).



-Schnitt jedes Jahr im Juni - cut every year in June
-Schnitt jedes 2. Jahr im Juni - cut every second year in June
-Schnitt jedes 5. Jahr im Juni - cut every fifth year in June
-Schnitt jedes Jahr im Oktober - cut every year in October
-Brand jedes Jahr im März/April -burnt every year in March/April
-Keine Bewirtschaftung, Brache -no management, fallow




-Mehrere Schnitte im Jahr - several cuts in the year
-Schnitt jedes Jahr im Juli - cut every year in July
-Schnitt jedes 2.-3. Jahr im Juli-September - cut every 2nd-3rd year in July-September
-Keine Bewirtschaftung, Brache - no management, fallow

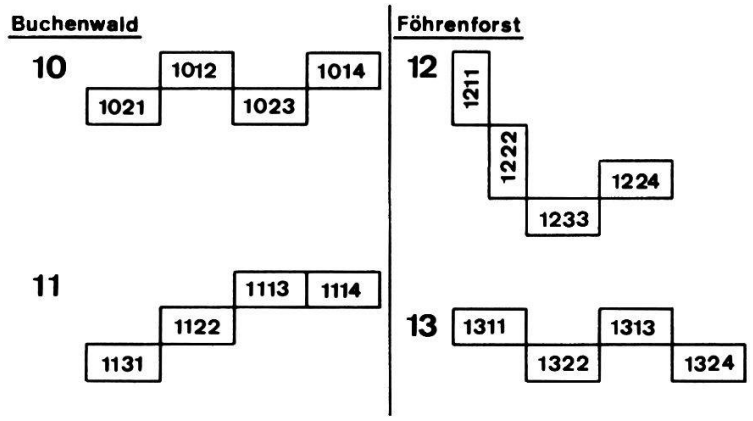



Abb. 7. (Fortsetzung) Fig. 7. (continued)

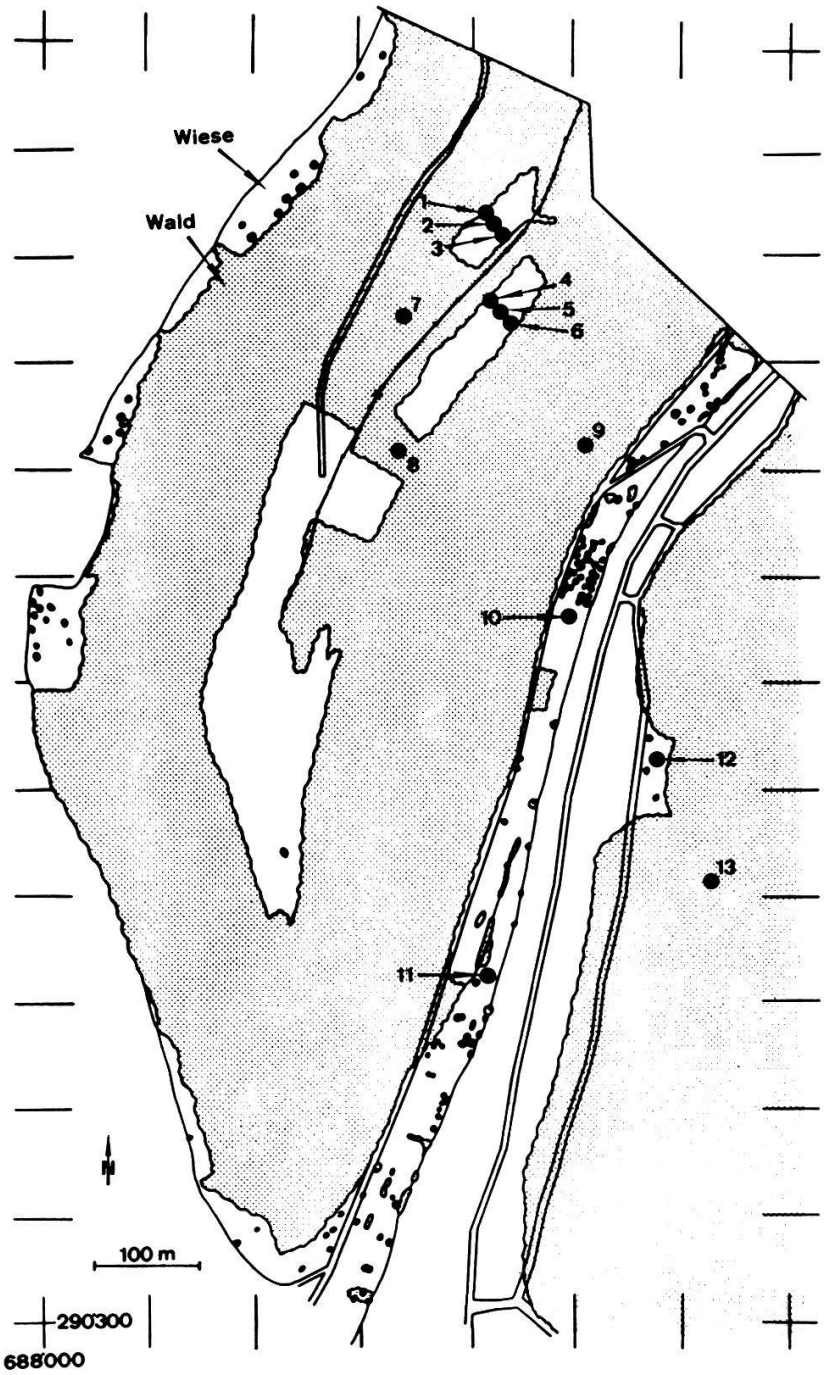



Abb. 8. Verteilung der 13 Klima-Messstationen im Untersuchungsgebiet.
Fig. 8: Distribution of the 13 climatic stations in the research region.

Tab. 4. Charakterisierung der 13 Klima-Messstationen.
Table 4. Characterization of the 13 climatic stations.

| Mess-station | neben Untersuchungsfläche | Standort, Bewirtschaftung | Exposition | Höhe ü.M. (m) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | Föhrenforst-Waldrand | NW | 719 |
| 2 | 15 | Wiese, Schnitt jedes Jahr im Juli | NW | 720 |
| 3 | 15 | Föhrenforst-Waldrand | NW | 721 |
| 4 | 14 | Föhrenforst-Waldrand | SE | 717 |
| 5 | 14 | Wiese, Schnitt jedes Jahr im Juli | SE | 715 |
| 6 | 14 | Föhrenforst-Waldrand | SE | 713 |
| 7 | 13 | Föhrenforst | NW | 710 |
| 8 | 12 | Föhrenforst | SE | 710 |
| 9 | 10 | Buchenwald | SE | 620 |
| 10 | 06 | Wiese, Schnitt jedes 2. Jahr im Juli-Sept. | SE | 580 |
| 11 | 03, 09 | Wiese, Schnitt jedes Jahr im Juni | SE | 565 |
| 12 | 04 | Wiese, Brache | NW | 585 |
| 13 | 11 | Buchenwald | NW | 610 |

### 3.2.1. Niederschläge

Zur Messung der Niederschläge wurden an allen Messstationen (Abb. 8) 2-Liter PVC-Flaschen mit einem PVC-Auffangtrichter von 20 cm Durchmesser eingesetzt (Messhöhe 35 cm über Boden). Diese Totalisatoren wurden 10-20 cm tief lotrecht in den Boden eingegraben und mit Holzpflöcken stabilisiert. Die Trichtermündung wurde mit einem Gummizapfen abgedichtet und fixiert. Bei den 1-2-wöchigen Begehungen der Untersuchungsflächen wurde das Regen- bzw. Schmelzwasser in der Totalisatoren mit einem 250 ml Messzylinder gemessen.

Der Wasserverlust durch das System ist minim. Wasserverdampfungsmessungen im Labor (mit Flasche und Trichter) führten zu folgenden Ergebnissen: 1) Im Trockenschrank ohne Luftströmung verdunsteten aus 2 Regenmessern, gefüllt mit je 1 l Wasser, bei 50 °C während 7 Tage (168 h) je 10 ml Wasser (=1%). 2) Im Umlufttrockenschrank (Heraeus UT 5050 E, Maximale Belüftung) verdunsteten aus 4 Regenmesser, gefüllt mit je 1 l Wasser, bei 50 °C während 2 Tagen (48 h) je 20 ml Wasser, d.h. auf eine Woche berechnet 70 ml oder 7%. Dieser Verlust dürfte auch dem maximalen Fehler entsprechen, welcher aber unter natürlichen Bedingungen im Feld

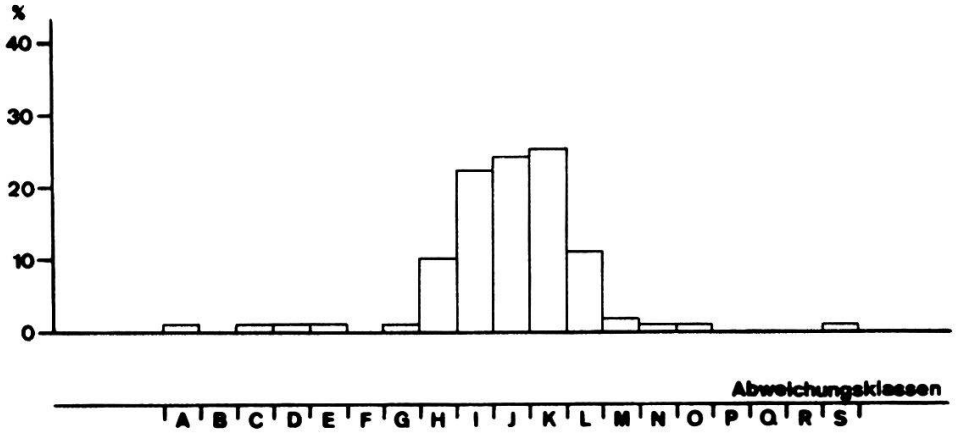



Abb. 9. Abweichungen (in mm) von berechneten und tatsächlichen wöchentlichen Niederschlagsmengen in Abweichungsklassen A-S (102 Werte, 14.- 47. Woche, 1983-1985) der Messstation Merishausen.

Fig. 9. Deviations (in mm) of calculated and actual weekly precipitation in deviation classes A-S (102 data, 14th-47th week, 1983-1985) from the climatic station Merishausen.

| Negativer Wert (berechneter Wert niedriger als tatsächlicher Wert) negative value (calculated value lower than actual value) | | Positiver Wert (berechneter Wert höher als tatsächlicher Wert) positive value (calculated value higher than actual value) |
|---|---|---|
| J | 0 mm | J |
| I | 0.1 bis 5 mm | K |
| H | 5.1 bis 10 mm | L |
| G | 10.1 bis 15 mm | M |
| F | 15.1 bis 20 mm | N |
| E | 20.1 bis 25 mm | O |
| D | 25.1 bis 30 mm | P |
| C | 30.1 bis 35 mm | Q |
| B | 35.1 bis 40 mm | R |
| A | 40.1 bis 45 mm | S |

kaum erreicht wird. Die Messgenauigkeit des 250 ml Messzylinders liegt bei ±5 ml pro 7 Tage. Auf 1 Liter umgerechnet ergibt das ±20 ml oder ±2%.

Die gemessenen Niederschlagsmengen wurden von 314 $cm^2$ Trichterauffangfläche auf mm pro $m^2$ umgerechnet und anschliessend auf den täglichen Niederschlag berechnet (dividiert durch Anzahl Tage zwischen 2 Begehungen). Das Addieren der täglichen Niederschlagsmengen von Montag bis Sonntag (1 Woche) ergeben die wöchentlichen Niederschlagsmengen, welche dadurch mit den Werten anderer Jahre und anderer Messorte vergleichbar sind.

Nach dieser Methode berechnete Daten haben eine geringe Abweichung gegenüber tatsächlichen Werten. Abb. 9 zeigt einen Vergleich zwischen berechneten und tatsächlichen wöchentlichen Niederschlagsmengen der Station Merishausen (102 Werte, 14. bis 47. Woche der Jahre 1983-85). In 24% der Fälle stimmen die Werte genau überein, in 71% der Fälle liegen die Abweichungen der Niederschlagsmengen innerhalb ±5mm, in 92% der Fälle innerhalb ±10 mm.

### 3.2.2. Mittel-Temperaturen

Mit der Rohrzucker-Inversionsmethode nach PALLMANN et al. (1940) wurde die exponentielle Mittel-Temperatur (eT) für eine bestimmte Messperiode ermittelt. Diese Methode beruht auf der irreversiblen Umwandlung von Saccharose in Glucose und Fruktose (Invertzucker). Die Reaktionsgechwindigkeit ist proportional dem pH-Wert und der Saccharosekonzentration (1500 gr Saccharose in 1000 ml $H_2O$ mit 404 ml 0.2 M Natrium-Citrat und 596 ml 0.2 N HCl) in Abhängigkeit von der Temperatur. Da Saccharose und Invertzucker optisch verschiedene Ablenkungswinkel besitzen, erfolgte die Auswertung mit polarisiertem Licht. Die Mittel-Temperatur lässt sich gemäss des Gesetzes von VAN'T HOFF und ARRHENIUS wiefolgt berechnen:

$$eT = \frac{-c_2}{pH - c_1 - \log t + \log [\log (R_o - R_{oo}) - \log (R_t - R_{oo})]}$$

$c_1$ und $c_2$ : Konstanten ($c_1$ = 20.1998, $c_2$ = 5856.6)

t : Zeit in Tagen

$R_o$, $R_t$ und $R_{oo}$ : beobachtete Drehwinkel

Der pH-Wert der Saccharoselösung muss der Messlänge und der zu erwartenden Mittel-Temperatur angepasst sein. Die Genauigkeit dieser Methode liegt bei ±0.05 °C, Ungenauigkeiten beim Ablesen der Drehwinkel und in der Zeitbestimmung sind klein.
Für die Jahre 1984 und 1985 wurden an allen 13 Messstationen (Abb. 8) je 5 Zuckerampullen auf der Erdoberfläche und in 2-5 cm Tiefe plaziert. Die Expositionslänge dauerte einen Monat, mit Ausnahmen im Juni (zwei Messungen) und über den Winter 1984/85 (Dezember bis März nur eine Messung). Der pH-Wert war in der Regel auf 2.3 eingestellt. In den heissen Monaten Juli und August wurde er auf 2.45 erhöht.

### 3.2.3. Minimum-Maximum-Temperaturen

Zur Erfassung der Temperaturamplituden wurden bei jeder Messstation (vgl. Abb. 8) je ein Minimum-Maximum-Thermometer auf die Erdoberfläche gelegt und bei jeder Flächenbegehung abgelesen (bei den Messstationen 1,6 und 10 erst ab 1984). Um für die Pilzökologie relevante Temperaturen zu messen, wurde auf eine Messung in 2 m Höhe bzw. Beschattung verzichtet. In den Wiesen und am Waldrand war somit mit Werten inklusiv direkter Sonnenbestrahlung zu rechnen, das die Maximum-Temperatur stark beeinflusste. Diese Daten sind mit offiziellen Temperaturmessungen nicht vergleichbar. Die Minimum-Temperatur war nicht von direkter Sonnenbestrahlung beeinflusst und gab daher wichtige Hinweise auf Fröste.

Tab. 5. Durchschnittliche Abweichungen (in °C) von 10 verwendeten Minimum-Maximum-Thermometern bei verschiedenen Temperaturen.
Table 5. Average deviations at different temperatures (in °C) of ten minimum/maximum thermometers used.

| | Temperatur °C | | | | | | | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | |
| Minimum | -0.4 | -0.5 | -0.45 | -0.75 | -0.8 | -0.85 | -1.1 | -0.7 |
| Maximum | 1.2 | 1.1 | 0.75 | 0.45 | 0.2 | -0.05 | -0.4 | 0.45 |

Die Genauigkeit der verwendeten Geräte ist umstritten. Eine Eichung mit zehn Thermometern am Ende der Untersuchungen bei sechs verschiedenen Temperaturen ergab relativ gut übereinstimmende Ergebnisse. Die mittlere Abweichung lag bei 3 Geräten bei ±0.0 °C, 4 mal bei ±0.5 °C, und je einmal bei ±1.0, ±1.5 und ±3.0 °C. Die gemessenen Werte der beiden letzten Geräte wurden nachträglich für die jeweiligen Stationen korrigiert. Die durchschnittliche Abweichung aller 10 Geräte liegt unter ±1 °C (Ablesefehler ±1 °C)(Tab. 5).

### 3.2.4. Phänologie ausgewählter Blütenpflanzen in Untersuchungsflächen

Der Blühbeginn und die Blühlänge von Pflanzen kann als spezifische Reaktion auf bestimmte mikroklimatische Verhältnisse aufgefasst werden. 1984 und 1985 wurde bei jeder Begehung die phänologische Situation bestimmter Blütenpflanzen in den Wiesen und den Wäldern beobachtet. Es sollte auch geprüft werden, ob sich die Blühphänologie als meteorologischer Indikator eignet, und ob sie sich mit bestimmten Pilzaspekten korrelieren lässt. Voraussetzung für die Auswahl phänologisch interessanter Pflanzen ist das Vorkommen in möglichst vielen Untersuchungsflächen, sie durften nicht selten sein und ihre Blühlänge musste möglichst kurz und markant sein.

Um die ganze Vegetationsperiode abzudecken, wurden für die Wiesen folgende Pflanzen ausgewählt: Primula veris s.l., Blühtermin im Mai; Bromus erectus, Blühtermin im Juni; Brachypodium pinnatum, Blühtermin im Juli; Aster amellus, Hauptblühtermin im September (nach KRUESI 1981).

Aus oben genannten Gründen war im Wald die Auswahl relativ beschränkt und fiel auf: Convallaria majalis, Daphne mezereum, Mercurialis perennis und Hepatica triloba. Bei D. mezereum konnte die Rotfärbung der Früchte mitberücksichtigt werden.

Andere generative (Knospen- und Früchtebildung, Fruchtfall), wie auch alle vegetativen Phasen (Bildung der Grundblätter und des Sprosses, Vergilbung) der obigen Pflanzen, wurden nicht mitberücksichtigt, da ihr Aussagewert für die vorliegende Arbeit als nicht relevant erscheint.

Die Aufnahmen erfolgten in jeder 50 $m^2$ Parzelle, ausgenommen die Parzellen in den Sanktuarien der UF 01-04. Für die Auswertung der UF 01-04 wurden die Parzellen mit gleicher Bewirtschaftung zusammengenommen. Für die übrigen Wald- und Wiesen-Standorte wurden dagegen die gesamte Un-

tersuchungsfläche gemeinsam behandelt. Die Bestimmung des Prozentsatzes der potentiellen Pflanzenpopulation innerhalb einer 50 $m^2$ Parzelle zu einem gegebenen Zeitpunkt für bestimmte phänologische Zu- stände erfolgte nach KRUESI (1981) (Tab. 6). Danach ist die phänologisch Phase vor der Blüte der Zustand der Knospe, nach der Blüte die Welke, und für D. mezereum vor der Fruchtreife (rot) die unreifen Früchte (grün), nach der Fruchtreife der Fruchtfall.

### 3.2.5. Belaubung und Entlaubung der Buchenwälder

Die Belaubung und Entlaubung von Laubwäldern kann wie die Blühphänologie bestimmter Blütenpflanzen als klimatischer Indikator in Frage kommen. Das Blätterdach hat einen wesentlichen Einfluss auf das Waldklima. Ohne Belaubung wären ähnliche Niederschlagsmengen und Temperaturen wie in einer Wiese anzutreffen. Dies ist im Frühjahr und im Spätherbst der Fall. Daher wurden die Be- und Entlaubungsprozesse ab dem Herbst 1983 photographisch an der UF 11 im "Grätental" bei jeder Begehung festgehalten. Die Beurteilung und Auswertung des Belaubungszustandes erfolgte erst nachträglich anhand der Fotographien. Mit der gleichen Methode konnte ebenfalls die Blattverfärbung im Herbst beobachtet werden.

Tab. 6. Bewertung des Prozentsatzes der potentiellen Pflanzenpopulation zu einem gegebenen Zeitpunkt für einen bestimmten phänologischen Zustand (KRUESI 1981).
Table 6. Evaluation of the percentage of the potential plant population at a given moment for a specified phenological condition (KRUESI 1981).

| Skala | Individuen in bestimmtem phänologischen Zustand % | Mittel % |
|---|---|---|
| + | 0 - 5 | 2.5 |
| 1 | 5 - 20 | 12.5 |
| 2 | 20 - 40 | 30.0 |
| 3 | 40 - 60 | 50.0 |
| 4 | 60 - 80 | 70.0 |
| 5 | 80 - 100 | 90.0 |

## 3.3. BODENKUNDLICHE ERHEBUNGEN

Im Zuge der Verbrachung ändert sich die Pflanzenzusammensetzung und deren Bedeckungsanteile und somit auch die physikalische und chemische Zusammensetzung der Böden.

### 3.3.1. Probenahme und Aufbereitung

Probenahmen sind über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt (Abb. 10). Dabei wurden verschiedene Vegetationstypen und Bewirtschaftungsformen berücksichtigt (Tab. 7). Bodenproben wurden am 14./15.11.1984 mit einem zylindrischen Probenstecher (Fläche 8.6 $cm^2$, Höhe 10 cm) entnommmen (pro Untersuchungsfläche zwei Parzellen, pro Parzelle 12 Bodenproben), gleiche Horizonte (1: 0-2.5 cm, 2: 2.5-5 cm, 3: 5-10 cm) wurden zusammengelegt und als Mischproben weiter behandelt. Bodenproben wurden im Labor im Umlufttrockenschrank (Heraeus UT 5050 E, 45 $^{o}C$, maximale Belüftung, 40 h) getrocknet und die Feinerde vom groben organischen Material und vom Skelett mit einem Sieb (Maschenweite 2 mm) getrennt. Vom Skelett wurden das prozentuale Volumen und von der Feinerde die scheinbare Dichte (Trockengewicht/Volumen) bestimmt. Für Bodenanalysen wurden im Folgenden die Feinerde verwendet.

### 3.3.2. Bodenanalysen

**Bodenreaktion (pH):** Feinerde wurde im Verhältnis 1:2.5 mit $H_2O_{dest.}$ oder mit 0.01 m $CaCl_2$-Lösung versetzt, über Nacht stehen gelassen und der pH-Wert der Suspension elektrometrisch gemessen (STICHER et al. 1971).

**Organische Substanz (C):** Nasse Veraschung der organischen Substanz mit einem starken Oxidationsmittel ($K_2Cr_2O_7$) und photometrische Bestimmung des gebildeten $Cr^{3+}$ (SCHLICHTING und BLUME 1966).

**Gesamtstickstoff (N):** Bestimmung des Gesamtstickstoffes nach KJELDAHL durch Aufschluss mit $H_2SO_4$ (ohne Zusatz von Natriumthiofat in der Natronlauge) und Titration (SCHLICHTING und BLUME 1966).

**Phosphat ($PO_4$):** Bestimmung des mit Bicarbonat extrahierbaren Phosphates nach OLSON (in STICHER et al. 1971).

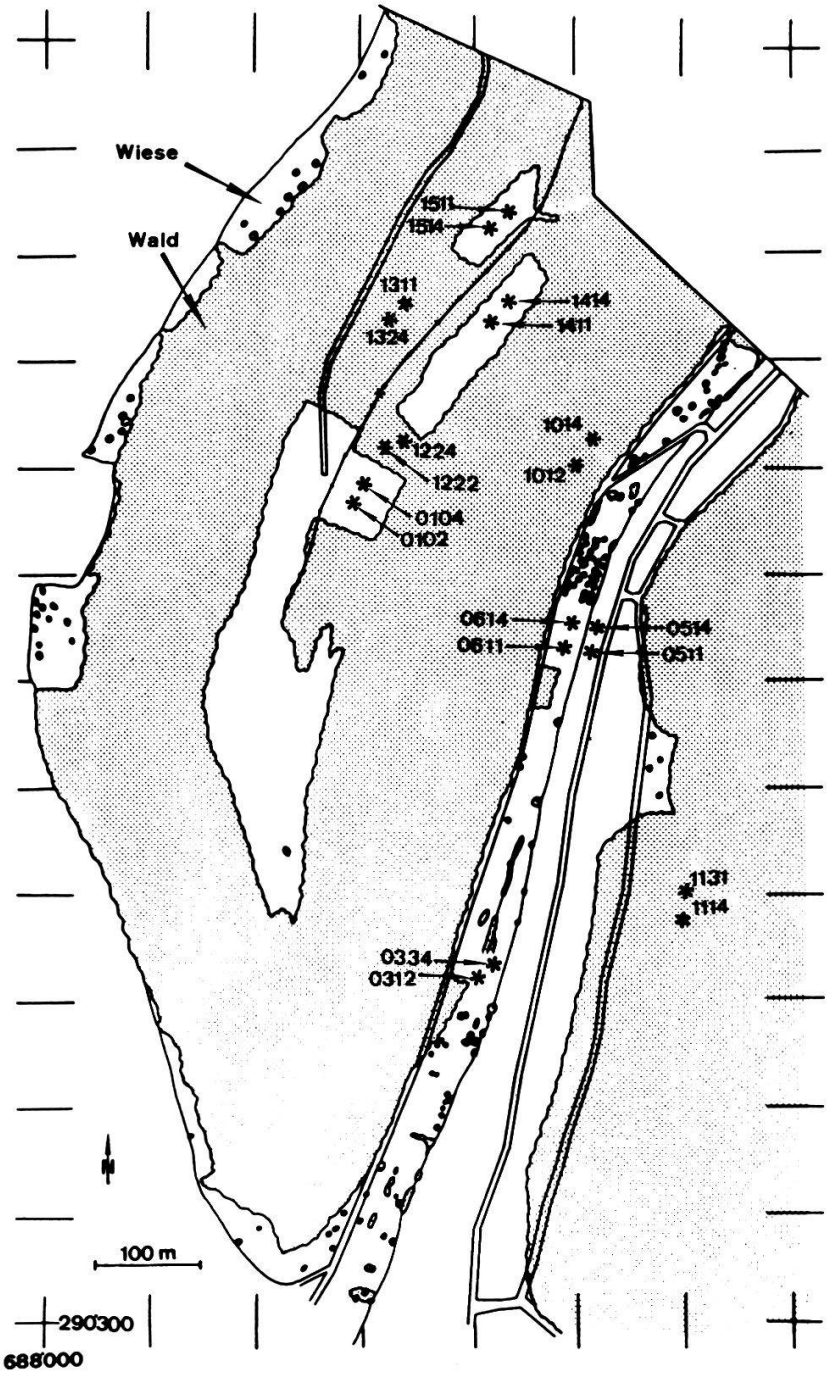



Abb. 10. Verteilung der 20 Bodenprobenentnahmen im Untersuchungsgebiet.
Fig. 10. Distribution of the 20 soil samples in the research region.

Tab. 7. Charakterisierung der 20 Standorte der Bodenprobenentnahmen.
Table 7. Characterization of the 20 sites of soil samples.

| Gebiet | UF | Parzelle | Pflanzengesellschaft, Bewirtschaftung |
|---|---|---|---|
| "Uf der Gräte" | 14 | 1411/1414 | Mesobrometum, Schnitt jedes Jahr |
| | 15 | 1511/1514 | Mesobrometum, Schnitt jedes Jahr |
| | 01 | 0102/0104 | Mesobrometum, Brache |
| | 12 | 1222/1224 | Brachypodio-Pinetum |
| | 13 | 1311/1324 | Brachypodio-Pinetum |
| "Grätental" | 05 | 0511/0514 | gedüngte Mähwiese, mehrere Schnitte/J |
| | 06 | 0611/0614 | Mesobrometum, Schnitt jedes 2. Jahr |
| | 03 | 0312/0334 | Mesobrometum, Brache |
| | 10 | 1012/1014 | Carici-Fagetum |
| | 11 | 1114/1131 | Carici-Fagetum |

**Kationen ($K^+$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$):** Bestimmung der austauschbaren Kationen in 1 M Natriumacetat (pH 8.2) mittels Atomabsorber (STICHER et al. 1971).

## 3.4. BESTIMMUNG DER OBERIRDISCHEN BIOMASSE IN DEN WIESEN DER UF 14 UND 15 ("UF DER GRAETE")

Die Entnahme der oberirdischen Biomasse erfolgte am 2.-4.7.1984 und am 12.11.1984 in den UF 14 und 15 aus je 10 zufällig verteilten Kreisflächen (0.25 $m^2$). Die Vegetation wurde mit der Schere auf einer Höhe von 3 cm abgeschnitten, die Entnahme der Moose erfolgte von Hand. Das Material wurde im Umlufttrockenschrank (Heraeus UT 5050 E, 60°C, maximale Belüftung) getrocknet und anschliessend gewogen.

## 3.5. VEGETATIONSKUNDLICHE ERHEBUNGEN

In den Wiesenstandorten erfolgten die Vegetationsaufnahmen im Juni, in den Waldstandorten im Mai 1984 und 1985. Die Grösse der Aufnahmeflächen entsprach in den Wiesen einer Parzelle (50 $m^2$, UF 01-04: Sanktuariumsparzellen, übrige UF: Parzellen 0514, 0613, 0712, 0821, 1414, 1513), im Schwarzdorn-Gebüsch und in den Wäldern der gesamten UF (100 bzw. 200 $m^2$) (Tab. 8). Die Methoden folgten BRAUN-BLANQUET (1964), ELLENBERG (1956), ZOLLER (1954b), KRUESI (1981) und KELLER (1976). Die Nomenklatur der Phanerogamen, der Moose, sowie der Flechten richtet sich nach HESS et al. (1976-80), FRAHM und FREY (1983) und WIRTH (1980).

Tab. 8. Bestimmung der Artmächtigkeit und des Deckunggrades nach ELLENBERG (1956).
Table 8. Definition of abundance of species and cover value according to ELLENBERG (1956).

| Artmächtigkeit | Spanne des Deckungsgrades in % | Mittlerer Deckungsgrad in % |
|---|---|---|
| 5 | 75 - 100 | 87.5 |
| 4 | 50 - 75 | 62.5 |
| 3 | 25 - 50 | 37.5 |
| 2 | 5 - 25 | 15.0 |
| 1 | 1 - 5 | 2.5 ) festgesetzt |
| + | <1 | 0.1 ) festgesetzt |

## 3.6. MYKOLOGISCHE ERHEBUNGEN

### 3.6.1. Definition von Makromyceten

Nach GAMS in ARNOLDS (1981) existieren zwischen Makro- und Mikromyceten weder morphologische noch taxonomische Grenzen. Makromyceten können als diejenigen Pilze definiert werden, welche reproduktive Organe grösser

als 1 mm (Fruchtkörper) bilden. Diese Definition ist nicht strikte anwendbar, denn sowohl parasitische Uredinales oder Ustilaginales, als auch Myxomycetes zählen nicht zu den Makropilzen, obwohl ihre reproduktiven Organe von Auge deutlich sichtbar sind. Dagegen sind agaricale cyphelloide Pilze mit sehr kleinen Fruchtkörpern trotzdem Makromyceten.

### 3.6.2. Angewandte Methoden

#### 3.6.2.1. Untersuchungsflächen und Beobachtungsdauer

Die gesamte Untersuchungsfläche von 4700 $m^2$ setzt sich aus 94 Parzellen à 50 $m^2$ (10x5 m) zusammen. Die Versuchsanlage mit den für mykoökologische Untersuchungen relativ kleinen Parzellen wurde von KRUESI (1981) übernommen (UF 01-04) und zusätzlich erweitert (UF 05-15).
Flächenanteile der verschiedenen Pflanzengesellschaften und Bewirtschaftungsformen sind in Tab. 9 und 10 dargestellt.
Die Beobachtungslänge dauerte 3 Jahre (1983-1985). Die Parzellen wurden während der Vegetationsperiode auf insgesamt 104 Exkursionen, mit 1-2-wöchigen Intervallen, begangen (Tab. 11).

#### 3.6.2.2. Sammeln, Konservierung und Bestimmung der Pilzfruchtkörper

Jeder Pilzfund wurde im Feld mit Parzellennummer, Ernährungsweise und Substrat (Tab. 12), Wuchsart, Anzahl Fruchtkörper, Farbe und Geruch festgehalten. Fruchtkörper von bekannten Arten wurden entfernt. Kollektionen unbekannter Arten wurden gesammelt, anschliessend im Labor protokolliert und konserviert. Für die mikroskopische Präparation wurden Lamellenstücke und Schnitte der Hut- und Stielhaut in 4%-KOH gelegt und unter dem Stereomikroskop gezeichnet (Sporen x 2000, Huthaut x 500, Zystiden, Basidien und andere Strukturen x 1000). Die Bestimmung erfolgte orientierungshalber mit Standardliteratur (MOSER 1983, JUELICH 1984, DENNIS 1978, MARTIN et al. 1983); bei kritischen Arten (-gruppen) mit Spezialliteratur oder mittels Herbarvergleich (Herbarium ZT). In einigen Fällen wurden dokumentierte Exsikkate an Spezialisten verschickt oder Typusmaterial zu Vergleichszwecken angefordert.

### 3.6.3. Methodische Schwierigkeiten

Nach WINTERHOFF (1984) müssen für pilzökologische Untersuchungen folgende Punkte berücksichtigt werden:

1: Pilze leben als Symbionten oder als Saprobe im Boden, Streue, Holz oder in toten Organismen. Ihre Mycelien (vegetativer Thallus) sind mit freiem Auge nicht sichtbar. Ausdehnung und Alter der lebenden Mycelien sind in der Regel unbekannt (ausgenommen Hexenringe).

2: Mycelien von Makromyceten können nur indirekt über deren sporadisch gebildeten oberirdischen Fruchtkörper beobachtet werden: Vermutlich bildet ein Teil der Mycelien nie Fruchtkörper (Mycelium sterilis).

Tab. 9. Grösse der jeweiligen Pflanzengesellschaften in den Untersuchungsflächen.
Table 9. Size of respective plant communities in the research areas.

| Pflanzengesellschaften | Gesamtfläche $m^2$ |
|---|---|
| Ungedüngte Mähwiesen (Mesobrometum): | |
| Seselio libanotidis - Mesobrometum | 1700 |
| Dauco-Salvio - Mesobrometum | 1000 |
| Medicagini falcatae - Mesobrometum | 1000 |
| Gedüngte Mähwiese: | 200 |
| Wälder: | |
| Carici - Fagetum caricetosum albae | 400 |
| Brachypodio - Pinetum | 400 |

Tab. 10. Gesamtgrösse der Parzellen gleicher Pflanzengesellschaften und gleicher Bewirtschaftungsformen in den ungedüngten Mähwiesen.
Table 10. Total size of each plant community and each management in unfertilized meadows.

Bewirtschaftungsform - form of management:
1 Schnitt jedes Jahr im Juni/Juli - cut every year in June/July
2 Schnitt jedes 2.-3. Jahr im Juni-September - cut every 2nd-3rd year in June-September.
5 Schnitt jedes 5. Jahr im Juni- cut every 5th year in June
B Keine Bewirtschaftung, Brache - no management, fallow
F Brand jedes Jahr im März/April - burnt every year in March/April
O Schnitt jedes Jahr im Oktober - cut every year in October

Tab. 10. - Table 10.

| Bew. form | Seselio libanotidis-Mesobrometum | | | | Dauco-Salvio-Mesobrometum | | | Medicagini falcatae - Mesobr. | | | Total $m^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 04 | 08 | 03 | 09 | 02 | 06 | 07 | 01 | 14 | 15 | |
| 1 | 0426 | | 0321 | | 0215 | | | 0112 | 1411 | 1511 | |
| | 0434 | | 0327 | | 0222 | | | 0123 | 1412 | 1512 | |
| | | | 0332 | | | | | | 1413 | 1513 | |
| | | | | | | | | | 1414 | 1514 | |
| $m^2$ | 100 | | 150 | | 100 | | | 100 | 200 | 200 | 850 |
| 2 | 0422 | 0811 | 0322 | | 0212 | 0611 | 0711 | 0114 | | | |
| | 0447 | 0812 | 0337 | | 0218 | 0612 | 0712 | 0122 | | | |
| | | 0813 | | | | 0613 | 0721 | | | | |
| | | 0821 | | | | 0614 | 0722 | | | | |
| $m^2$ | 100 | 200 | 100 | | 100 | 200 | 200 | 100 | | | 1000 |
| 5 | 0437 | | 0323 | | 0211 | | | 0111 | | | |
| | 0441 | | 0338 | | 0217 | | | 0133 | | | |
| $m^2$ | 100 | | 100 | | 100 | | | 100 | | | 400 |
| B | 0415 | | 0312 | 0911 | 0213 | | | 0121 | | | |
| | 0417 | | 0331 | 0912 | 0219 | | | 0132 | | | |
| | 0433 | | 0334 | | | | | | | | |
| | 0444 | | | | | | | | | | |
| | 0445 | | | | | | | | | | |
| $m^2$ | 250 | | 150 | 100 | 100 | | | 100 | | | 700 |
| F | 0443 | | 0335 | | 0214 | | | 0131 | | | |
| | | | 0342 | | 0221 | | | 0134 | | | |
| $m^2$ | 50 | | 100 | | 100 | | | 100 | | | 350 |
| O | 0416 | | 0328 | | 0216 | | | 0113 | | | |
| | 0424 | | 0333 | | 0223 | | | 0124 | | | |
| $m^2$ | 100 | | 100 | | 100 | | | 100 | | | 400 |
| Total $m^2$ | 900 | | 800 | | 1000 | | | 1000 | | | 3700 |

**3:** Fruktifikationen sind aufgrund der Witterung (vor allem Niederschlag und Temperatur) jahreszeitlichen und jährlichen Schwankungen unterworfen: Zu einem gegebenen Zeitpunkt fruktifiziert nur ein Teil aller Mycelien.

**4:** Fruchtkörper sind oft klein, kurzlebig, unregelmässig zerstreut und werden gefressen. Daher sind sie schwer aufzufinden und übersehbar: Zu einem gegebenen Zeitpunkt kann nur ein Teil fruktifizierender Mycelien festgestellt werden.

Tab. 11. Begehungungsdaten (Exkursionen) in den UF von 1983-1985.
Table 11. Dates of excursions in the research areas.

* Vegetation mit Schnee bedeckt - vegetation covered with snow

| Monat | Woche | 1983 | 1984 | 1985 | Monat | Woche | 1983 | 1984 | 1985 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jan. | 1 | - | - | - | Juli | 27 | 6.7 | 4.7 | 1.7 |
| | 2 | - | - | - | | 28 | - | 12.7 | - |
| | 3 | - | 17.1* | - | | 29 | 18.7 | - | 15.7 |
| | 4 | - | - | - | ------- | 30 | - | 23.7 | 22.7 |
| ------- | 5 | - | - | - | Aug. | 31 | 5.8 | 31.7 | 29.7 |
| Febr. | 6 | - | - | - | | 32 | 10.8 | - | 5.8 |
| | 7 | - | 13.2* | - | | 33 | 17.8 | - | - |
| | 8 | 24.2* | - | - | | 34 | 23.8 | 20.8 | 21.8 |
| ------- | 9 | - | - | - | ------- | 35 | 31.8 | - | 28.8 |
| März | 10 | 12.3 | 7.3* | 7.3* | Sept. | 36 | 7.9 | 4.9 | 2.9 |
| | 11 | 19.3 | - | - | | 37 | 15.9 | 12.9 | 9.9 |
| | 12 | - | 19.3 | - | | 38 | 21.9 | 19.9 | 17.9 |
| ------- | 13 | 31.3 | 31.3 | 26.3 | ------- | 39 | 28.9 | 25.9 | 23.9 |
| April | 14 | 7.4 | 7.4 | - | Okt. | 40 | - | - | - |
| | 15 | 16.4 | - | 11.4 | | 41 | 12.10 | 9.10 | 7.10 |
| | 16 | 19.4 | 16.4 | 16.4 | | 42 | 20.10 | 16.10 | 14.10 |
| ------- | 17 | 25.4 | 24.4 | 22.4 | | 43 | 26.10 | 22.10 | 26.10 |
| Mai | 18 | 3.5 | 2.5 | 29.4 | ------- | 44 | 2.11 | 29.10 | 2.11 |
| | 19 | 13.5 | 8.5 | 6.5 | Nov. | 45 | 9.11 | 6.11 | - |
| | 20 | 16.5 | 14.5 | 13.5 | | 46 | 16.11 | 12.11 | 11.11* |
| | 21 | 27.5 | 21.5 | 20.5 | | 47 | 23.11 | 19.11 | - |
| ------- | 22 | 2.6 | 28.5 | 29.5 | ------- | 48 | 30.11 | 26.11 | 26.11* |
| Juni | 23 | 8.6 | 5.6 | 3.6 | Dez. | 49 | - | 3.12 | - |
| | 24 | 16.6 | 13.6 | 10.6 | | 50 | 14.12* | - | - |
| | 25 | 23.6 | 18.6 | 17.6 | | 51 | - | 17.12* | - |
| | 26 | 29.6 | 26.6 | 24.6 | | 52 | - | - | - |

**5:** Die Bestimmung der Makromyceten ist schwierig. Die Identifikation ist erschwert oder unmöglich, wenn zu junge, bzw. zu alte oder zu wenige Fruchtkörper vorliegen. Die zu einem gegebenen Zeitpunkt festgestellten Fruktifikationen können nicht immer bestimmt werden.

**6:** Reinkulturen von Mycelien sind besonders bei symbiontischen Pilzen schwierig und eine Fruktifikation in vitro ist in der Regel nur bei Saproben zu erreichen. Diese Methode kann deshalb im Allgemeinen für pilzökologische Untersuchungen nicht eingesetzt werden.

Tab. 12. Ernährungsweise und Substrat der Pilze (erweitert und abgeändert, nach WINTERHOFF 1984 und ARNOLDS 1981).
Table 12. Substrata and nutrition (extended and modified, from WINTERHOFF 1984 and ARNOLDS 1981).

| | | |
|---|---|---|
| Symbiontische Ernährungsweise (Ernährung über lebende Organismen) | | |
| M | Mutualistisch: "Ektomykorrhiza-Pilze" | |
| A | Antagonistisch oder neutral: Parasiten und Kommensale | |
| Al | lignum | verholzte Pflanzen |
| Ah | herba | Kräuter |
| Ab | bryophyta | Moose |
| Af | fungi | Pilzfruchtkörper |
| Aa | animal | Tiere, insbesondere Insekten |
| Saprobe Ernährungsweise (Ernährung von totem organischem Substrat) | | |
| E | Excrementum: Kot, Stalldung | |
| C | Carbo: Holzkohle, Asche | |
| L | Lignum: verholzte Pflanzenteile | |
| Lt | truncus | Baumstrünke |
| Ls | surculus | Zweige, Aeste, abgefallene Holzstücke |
| Lc | conus | Zapfen, Samenschalen |
| H | Herba: krautige Pflanzenteile | |
| Hf | folia | Blätter, Nadeln |
| Hh | herba | Halme |
| Hb | bryophyta | Moose |
| T | Terra: Erde | |
| Tl | litter | Streue |
| Th | humus | Humus |

## 3.7. VERJUENGUNG UND EKTOTROPHE MYKORRHIZEN VON FOEHRENKEIMLINGEN (PINUS SILVESTRIS)

### 3.7.1. Natürliche Verjüngung in den Wiesen "uf der Gräte"

Durch die Föhrenforste "uf der Gräte" ist ein ständiger Einflug an Föhrensamen in die UF 01 vorhanden. Durch die unterschiedliche Bewirtschaftung der Parzellen sind Samenkeimung, Entwicklung und Ueberleben der Keimlinge verschieden beeinflusst. Am 20.5.1985 wurden die einjährigen Föhrenkeimlinge (Keimung 1984) in allen Parzellen der UF 01 (je aus 6 zufällig verteilten 0.25 $m^2$-Kreisflächen pro Parzelle) gezählt. Zusätzlich wurde oberhalb der UF 01 im seit 1978 nicht mehr bewirtschafteten Brachland am S-Waldrand eine Fläche von 27.5x15.0 $m^2$ ausgeschieden und alle vorkommenden Jungföhren kartiert und deren Stämme abgeschnitten. Anschliessend wurde im Labor das Alter mittels Jahrringzählung unter der Binokularlupe festgestellt.

### 3.7.2. Wurzelentnahmen und Fixation von Föhrenkeimlingen aus dem Untersuchungsgebiet

Einjährige und wenige diesjährige Föhrenkeimlinge (Keimung 1985) wurden von der UF 01 "uf der Gräte" (Medicagini falcatae - Mesobrometum) und von einer Wiese an der Südseite des Grätenhanges im "Grätental" (Seselio libanotidis - Mesobrometum) mehrere Male 1985 möglichst vollständig ausgegraben und in Plastiksäcken in das Labor transportiert, die Erde um das Wurzelsystem im Wasser aufgeweicht und sorgfältig weggespült, anschliessend wurden die Wurzeln in Formalin-acetic-alcohol (FAA: je 7 Teile Formalin und Eisessig, je 50 Teile 96%-Alkohol und destilliertes Wasser) fixiert. Der Prozentsatz der ektomykorrizierten Kurzwurzeln (Mykorrhizierung) wurde unter der Binokularlupe bestimmt (Tab. 13).

### 3.7.3. Isolierung von Ektomykorrhizapilz-Mycelien aus Fruchtkörpern und Synthese mit Föhrenkeimlingen unter sterilen Bedingungen

Aus dem Untersuchungsgebiet wurden vier für die Waldföhre bekannte Ekto-

Tab. 13. Bestimmung des mittleren prozentualen Mykorrhizierung.
Table 13. Definition of mean percentage of mycorrhization.

| Mächtigkeit der Mykorrhizierung | Spanne der Mykorrhizierung (%) | Mittlere Mykorrhizierung (%) |
|---|---|---|
| 5 | 80 - 100 | 90 |
| 4 | 60 - 80 | 70 |
| 3 | 40 - 60 | 50 |
| 2 | 20 - 40 | 30 |
| 1 | <1 - 20 | 10 |
| 0 | 0 | 0 |

mykorrhizapilze zwischen dem 8. und 22.10.1984 kultiviert:

Hymenogastrales: Rhizopogon luteolus (aus Parzelle 0812)

Boletales: Suillus collinitus (0441)

Agaricales: Tricholoma terreum (0422)

Hebeloma cf. circinans (1222)

H. cf. circinans stammt aus dem Föhrenforst, die übrigen Pilze aus dem Seselio libanotidis - Mesobrometum. Bei allen Fruchtkörperfunden standen Föhren in der nächsten Umgebung. Zur Isolierung wurden Gewebestücke aus dem Innern von Hut und Stiel mit einer abgeflammten Rasierklinge herausgeschnitten und auf 2%-Terramycin-Malzagar oder auf -Bohnenmehlagar (MOSER 1958a) ausgelegt und anschliessend im Dunkeln bei 18 °C inkubiert. Aus den Impfstücken herauswachsende Mycelien wurden in 2%-Malzagar- oder Bohnenmehlagar-Röhrchen übertragen und in Dunkelheit bei 4 °C aufbewahrt.

Föhrensamen wurden von der Eidgenössischen Forstlichen Versuchsanstalt (EAFV) bezogen. Das Saatgut wurde 1977 in Schlattingen (TG) gesammelt (Erntenr. 12, Keimrate 84%). Am 14.12.1984 wurden 800 Samen 30 Minuten lang in 35%-$H_2O_2$ oberflächensterilisiert, auf Wasseragar (15 g pro 1 l) gelegt und bei Zimmertemperatur und Tageslicht keimen gelassen. Nach 14 Tagen wurden je drei Keimlinge nacheinander sorgfältig mit einer abgeflammten Zange in autoklavierte 0.5 l-Erlenmeyer (Inhalt: 200 ml Vermiculit, 30 ml Torf, 170 ml modified-Melin-Norkrans-Nährlösung; vgl. MARX 1969) gelegt. Gleichzeitig wurde Ektomykorrhizapilz-Mycel mit drei Inokula (Durchmesser 5 mm) zwischen die Keimlinge plaziert. Insgesamt

wurden je 28 Erlenmeyer (84 Keimlinge) mit S. collinitus und H. cf. circinans, je 10 Erlenmeyer (30 Keimlinge) mit T. terreum und R. luteolus beimpft. Als Kontrolle blieben 28 Erlenmeyer mit 84 Keimlingen unbeimpft. Alle Erlenmeyer wurden bei Tageslicht und Zimmertemperatur mindestens ein Jahr aufbewahrt. Nach 7 Monaten wurden in jeden Erlenmeyer 50 ml destilliertes Wasser nachgefüllt.

Der Entwicklungszustand der Pflanzen wurden nach 4 und 7 Monaten nach folgenden Kriterien bonitiert:

**Primärnadeln:** Der Keimling besitzt nur 5-7 Keimblätter.

**Sekundärnadeln:** Der Keimling treibt neben den Keimblättern neue Nadeln aus.

**Verholzter Stiel:** Der Stiel verholzt und ändert seine Farbe von grün zu braun.

**Pflanze abgestorben:** Der ganze Keimling wird weiss oder bräunlich.

Nach 7 und 12 Monaten wurden je 10 verschieden beimpfte oder unbeimpfte Föhren herausgenommen, der oberirdische Pflanzenteil getrocknet und die Länge, sowie das Trockengewicht gemessen. Die Wurzeln wurden sorgfältig im Wasser vom Vermikulit und Torf befreit und für die weitere Bearbeitung in FAA fixiert. Unter der Binokularlupe wurde die Mykorrhizierung bestimmt (vgl. Tab. 13).

### 3.7.4. Behandlung von fixiertem Wurzelmaterial

Von FAA-fixierten Wurzeln wurde die Mykorrhizierung unter der Binokularlupe bestimmt, die Ektomykorrhizen charakterisiert und fotografiert. Für mikroskopische Untersuchungen wurden die Ektomykorrhizen wie folgt behandelt:

**Herstellung von Mikrotomschnitten:** Entwässerung der Ektomykorrhizen und Einbettung nach GOETTSCHE (1972) in Schneideparaffin (Histowax) (siehe Tab. 14). Schneiden der Präparate mit dem Handmikrotom in 5-10 µm dicke Scheiben.

**Montieren der Schnitte auf Objektträgern:** Sorgfältiges Plazieren der Schnitte mit einem Pinsel auf gereinigte, entfettete und mit Haupt'scher Lösung (1 g Gelatine, 2 g Phenol, 15 ml Glycerin, 100 ml destilliertes Wasser) vorpräparierte Objektträger (1 Tropfen mit dem Handballen gleichmässig verstrichen). Pipettierung eines Tropfens Wasser unter die Schnitte und 1-2 h Trocknung bei 40 $^{o}$C.

Tab. 15. Rezept zum Entparaffinieren von Mikrotomschnitten.
Table 15. Methods for deparaffination of microtome sections.

| Arbeits-Schritt | Zeit (h) | $H_2O$ dest. | Aethylalkohol 96% | Aethylalkohol 100% | tert. Butanol | Paraffinöl | Paraffin 65 °C | Histowax 65 °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 75 | 25 | - | - | - | - | - |
| 2 | 1 | 30 | 70 | - | - | - | - | - |
| 3 | 12 | 30 | 50 | - | 20 | - | - | - |
| 4 | 1 | 15 | 50 | - | 35 | - | - | - |
| 5 | 1 | - | 45 | - | 55 | - | - | - |
| 6 | 1 | - | - | 25 | 75 | - | - | - |
| 7 | 2 | - | - | - | 100 | - | - | - |
| 8 | 4 | - | - | - | 100 | - | - | - |
| 9 | 8 | - | - | - | 100 | - | - | - |
| 10 | 1 | - | - | - | 50 | 50 | - | - |
| 11 | 1-2 | - | - | - | - | - | 100 | - |
| 12 | 1-2 | - | - | - | - | - | 100 | - |
| 13 | 1-2 | - | - | - | - | - | 100 | - |
| 14 | 1 | - | - | - | - | - | - | 100 |

Tab. 14. Rezept zur Entwässerung und Einbettung von fixierten Wurzeln.
Table 14. Methods for dehydration and embedding of fixed roots.

| Arbeitsschritt | Zeit (Min.) | Xylol | Aethylalkohol 96% | Dest. Wasser | Leitungswasser |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 100 | - | - | - |
| 2 | 4 | 100 | - | - | - |
| 3 | 4 | 50 | 50 | - | - |
| 4 | 4 | - | 100 | - | - |
| 5 | 4 | - | 80 | 20 | - |
| 6 | 4 | - | 70 | 30 | - |
| 7 | 4 | - | 50 | 50 | - |
| 8 | 4 | - | - | 100 | - |
| 9 | 4 | - | - | - | 100 |

**Pianese-Färbung (GERLACH 1977):** Entparaffinieren (Tab. 15) und 3-4 h Eintauchen der Objektträger inklusiv Schnitte in die Färbelösung (1 g Malachitgrün, 0.2 g Säure-Fuchsin, 0.02 g Martiusgelb, 100 ml 96%-Alkohol, 300 ml destilliertes Wasser).

**Differenzieren und Entwässern:** Je dreimal kurzes Eintauchen in "Cellosolve" (Aethylenglycol-mono-äthyläther) und Xylol.

**Herstellung von Dauerpräparaten:** Ein Tropfen Kunstharz (Fluormount) wird auf den Schnitt geführt, ein Deckglas darüber gelegt und über Nacht beschwert im Ofen bei 35 $^{o}$C belassen.

Durch die Pianese-Färbung werden die Rindenzellen der Wirtspflanzen grün und das Pilzmycel rosa gefärbt. Junge Leitzellen des Wirtes können sich dunkelrosa anfärben. Die Schnitte der ektomykorrhizierten Kurzwurzeln wurden anschliessend unter dem Stereomikroskop charakterisiert, gezeichnet und fotografiert.