

# Das Untersuchungsgebiet und die Methoden der Bestandesaufnahmen

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **60 (1977)**

PDF erstellt am: **03.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

#### 4. Das Untersuchungsobjekt und die Methoden der Bestandesaufnahmen

---

##### 4.1. Untersuchungsgebiet

---

##### 4.1.1. Lage und Art der Untersuchungsflächen

---

Die Untersuchungsflächen befinden sich in der Gegend von Rothenthurm und Biberbrugg, in den Kantonen Schwyz und Zug (vgl. Landeskarte der Schweiz, Blatt 1132, Einsiedeln und Abb. 2). Das Gebiet war Ziel einer der Exkursionen

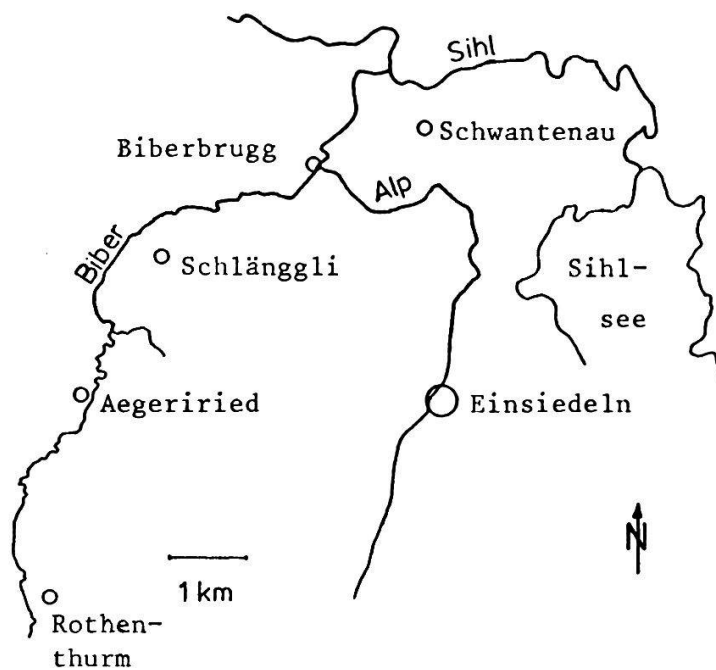


Abb. 2 Lage des Untersuchungsgebietes

der 13. Tagung der Ostalpin-Dinarischen Gesellschaft für Vegetationskunde 1972 (KLOETZLI, MEYER und ZUEST 1973). Die Probeflächen 101-116 (Abb. 3) liegen auf einem der Torflager, die noch das ehemalige Niveau des Hochmoores der Schwantenua erreichen (Koord. 699200/224100, 880 m NN). Die Probeflächen

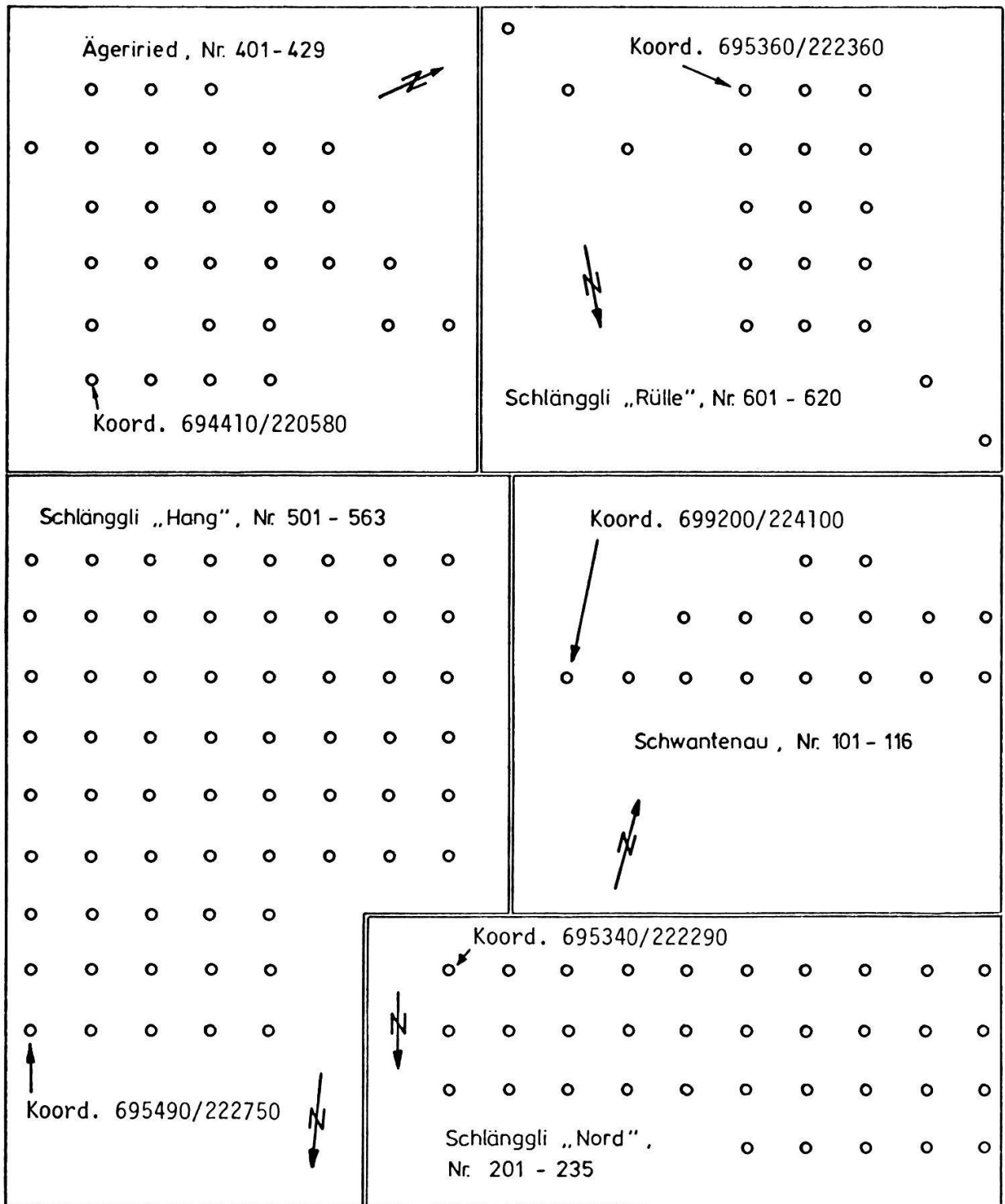


Abb. 3 Form und Lage der Versuchsflächen. Die Maschenweite beträgt 10 m. Die Schlenken und Bulten wurden entlang gerader Linien ausgewählt, sind hier nicht aufgezeichnet und befinden sich in der Gegend des Punktes mit den Koordinaten 695700/222325 (Landeskarte der Schweiz, Blatt 1132 Einsiedeln).

401-429 befinden sich im Aegeriried (Koord. 694450/220600, 900 m NN). Hier handelt es sich um einen etwa 50 m breiten, exzentrischen Moorkomplex, der sekundär waldfrei ist und regelmässig gemäht wird. Diese Versuchsfläche ist im Hinblick auf die Erfassung eines Mooroberrandes ausgewählt worden. Alle andern Untersuchungsflächen befinden sich in der Gegend des Schlänggli (Koord. 695500/222300, 890-920 m NN). Die Probeflächen 201-235 überdecken einen Oberrand mit einem sich innerhalb von zwanzig Metern auf zwei Meter Mächtigkeit entwickelnden Torfhorizont. Teile davon (Nr. 210-215, Abb. 3) sind von einem nahegelegenen Torfstich beeinflusst (Drainage). Die Probeflächen 301-334 (Bulten und Schlenken) befinden sich an einem leicht geneigten Hang, der von einigen wenigen, stark verwachsenen Drainagegräben durchzogen ist. Eine typische Rülle, die sich in einem leicht abgetorften Tälchen gebildet hat, wird vom Netz mit den Punkten 601-620 überdeckt. Der Moorunterrand wird durch die Punkte 501-563 repräsentiert. Diese Versuchsfläche befindet sich am Rande der Hochebene des Schlänggli, am Uebergang zum steileren V-Tal der Biber.

#### 4.1.2. Geologie und Topografie

"Das flache, nahezu gefällose 'tote Talstück' zwischen Rothenthurm und Biberbrugg wurde in augenfälliger Weise durch einen Arm des Reussgletschers geformt" (KLOETZLI, MEYER und ZUEST 1973). Die Rückzugsstadien des Würmgletschers sind noch heute gut an einigen Endmoränen erkennbar. In den so entstandenen, mit Glazialton abgedichteten Mulden bildeten sich die Initialstadien der heutigen Zwischen- und Hochmoore. Letztere entstanden aber auch auf nahezu ebenen Unterlagen. Nach KLOETZLI, MEYER und ZUEST (1973) "erinnert vor allem die Gegend im Schlänggli an atlantische Deckenmoore (z.B. in Irland)".

#### 4.1.3. Klima

Das Klima der Gegend zeichnet sich durch hohe Niederschläge aus, die lokal stark variieren. Abb. 4 zeigt das Klimadiagramm von Einsiedeln. Die Jahres-Niederschlagssumme beträgt hier um 1700 mm. Die Messstation Altmatt registriert gut 1850 mm. Bei den Grundwasserstandsmessungen in den Sommer-

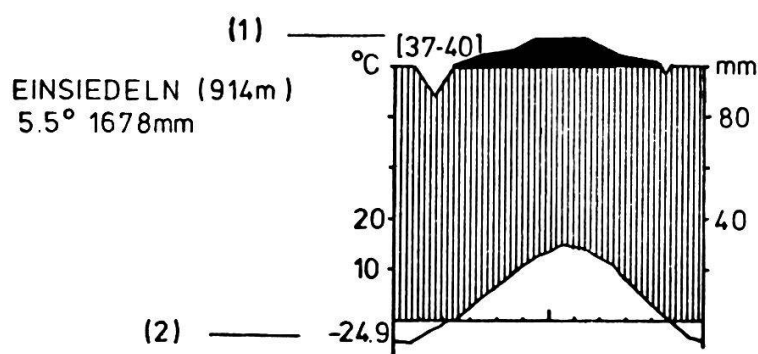


Abb. 4 Klimadiagramm von Einsiedeln. Obere Kurve: mittlere monatliche Niederschläge (schwarze Fläche: Massstab auf 1/10 reduziert). Untere Kurve: Verlauf des monatlichen Temperaturmittels. (1) Zahl der Beobachtungsjahre für Temperatur (links) und Niederschlag (rechts). (2) tiefste gemessene Temperatur. Weitere Erläuterungen bei WALTHER und LIETH (1960-1967).

monaten hat es sich gezeigt, dass zwischen Schlänggli und Schwantenau, die nur vier Kilometer auseinanderliegen, bei Gewittern kurzfristig erhebliche Unterschiede in der Wasserversorgung auftreten können.

Das Gebiet ist in den Monaten November bis März meist mit einer Schneedecke versehen. Die eigentliche Vegetationsperiode umfasst höchstens die Monate Mai bis und mit September. Das Klima des offenen Talbodens ist rau. Im Frühsommer sind Fröste, besonders bei Inversionslagen, sehr häufig und treten gelegentlich auch im Hochsommer auf. Bei Windstille werden tagsüber recht hohe Temperaturen erreicht. Der Talkessel ist Ost- und Westwinden gegenüber stark exponiert, dagegen ist der Einfluss des Föhns relativ gering.

#### 4.1.4. Geschichte der Vegetation und bisherige Untersuchungen in der Gegend von Rothenthurm

---

Das Tal mag wohl ursprünglich fast vollständig bewaldet gewesen sein. Rodungen zur Holzgewinnung und erste landwirtschaftliche Nutzung, vor allem der steilen Talhänge, müssen schon weit zurückliegen. Die Siegfriedkarte von 1884 zeigt das Gebiet bezüglich Bewaldung praktisch im selben Zustand, wie es heute besteht. Im Lauf der Jahrhunderte wurden vielerorts die mächtigeren Torf-

lager abgebaut. Hand in Hand mit den Rodungen dürfte auch eine Vernässung und die Bildung sekundärer Hangmoore gegangen sein. FRUEH und SCHROETER (1904) fanden noch ausgedehnte, gut erhaltene Hochmoore. Eine weitere Erwähnung findet u.a. das Aegeriried bei JOSEPHY (1920). Aus den wenigen Angaben ist ersichtlich, dass sich der Zustand desselben bis heute kaum verändert hat. Luftaufnahmen aus dem Jahre 1944 zeigen, dass während des Zweiten Weltkrieges weite Flächen zum Gemüseanbau genutzt wurden. In einem nicht veröffentlichten Gutachten schreibt LUEDI (1945), dass die Zerstörung der Moore rasch fortschreite. Er erwähnt insbesondere den intensiven Torfabbau, der in den Kriegsjahren grössere Bedeutung hatte.

Beschreibungen von Bodenprofilen liegen vor in der Arbeit von MERZ, SPECK, RICHARD, MERZ und SCHULER (1960). Im Jahre 1965 fand der Diplomkurs des Institutes für Kulturtechnik der ETHZ in Rothenthurm statt (GRUBINGER, FRICKER und KREBS 1967). Es wurden unter anderem an verschiedenen Orten die Wasserleitfähigkeit (k-Wert) bestimmt. Die vegetationskundlichen Untersuchungen dieses Kurses fanden ihren Niederschlag im Vegetationsschlüssel von KLOETZLI, MEYER und ZUEST (1973), der die Vegetationstypen des ganzen Talbodens berücksichtigt. Es waren unter anderem die Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung dieses Schlüssels auftauchten, die zur vorliegenden Arbeit Anlass gaben.

#### 4.2. Versuchsanordnung

Da die zu untersuchenden Gradienten im Gelände nicht ohne weiteres festzulegen waren, sollte die Versuchsanordnung eine Stichprobe aus der Gesamtheit der interessierenden Vegetationstypen liefern (Kap. 3.2.). In der ersten Phase wurden sechs grössere, geeignet erscheinende Untersuchungsflächen ausgewählt (vgl. 4.1.1.). Ueber jede wurde ein rechtwinkliges Netz von genau 10 m Maschenweite gelegt. Die Netzschnittpunkte dienten als Zentren der Probeflächen. Sie wurden mit senkrecht eingesetzten Grundwasserrohren versehen, deren Länge so bemessen war, dass sie den Tonhorizont nicht ganz erreichten. Für die Vegetations- und Standortserhebungen wurde jeweils ein Kreis mit dem Rohr als Zentrum und einem Radius von 60 cm berücksichtigt, was eine Probefläche von etwa einem Quadratmeter Grösse ergibt. Ausgangspunkt und Richtung der Netze wurden der Form der Fläche entsprechend so gewählt, dass die Probeentnahmen möglichst rationell durchgeführt werden konnten. Die Winkel wurden geschätzt.

Eine Ausnahme wurde bei den Schlenken- und Rüllenaufnahmen gemacht: Entlang geradliniger Transekten wurden alle Schlenken und die dazwischenliegenden Bultflächen als Probeflächen genommen.

#### 4.3. Methodik der Vegetationsaufnahmen

Die Aufnahmen erfolgten in den oben beschriebenen kreisrunden Flächen von einem Quadratmeter Grösse. Die Schlenken mussten, um auf das gewünschte Ausmass zu kommen, öfters vollumfänglich berücksichtigt werden. Die Schätzung der Artmächtigkeit erfolgte nach der Skala von BRAUN-BLANQUET (1964), die für die numerischen Auswertungsmethoden nach folgendem Schema transformiert wurde:

Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET	Bei den Berechnungen verwendeter Wert
leer	0
+	3
1	5
2	6
3	7
4	8
5	8

Diese Skala entstand rein subjektiv. Massgebend ist die Ueberlegung, dass der Zusammenhang zwischen der Häufigkeit einer Art innerhalb einer Probefläche und den Standortfaktoren vermutlich nicht linear ist. Niedrige Mächtigkeiten erhalten daher relativ hohes Gewicht, während angenommen wird, dass die Skala von BRAUN-BLANQUET bei den hohen Werten zu stark differenziert.

Alle Aufnahmen wurden in den Monaten Juli und August 1974 gemacht und im Mai und Juni 1975 ergänzt. Von allen Sphagnen wurden Proben gesammelt und im Labor bestimmt. Die Unterteilung der Torfmoose folgt den Auffassungen von KUHN und KAULE (1969) und DIXON (1954). Die Laubmoose, die nur unvollständig berücksichtigt sind, wurden vorwiegend nach AUGIER (1966) benannt. Die Flechten sind in den Aufnahmen nicht enthalten. Für die Bestimmung der Gefässpflanzen wurden die Schlüssel von HESS, LANDOLT, HIRZEL (1967-1972) und BINZ und BECHERER (1970) verwendet.

#### 4.4. Torf- und Wasseranalysen

##### 4.4.1. Probeentnahme

Alle Torfproben wurden am 3.9.1974 in einem etwa acht Stunden dauernden Arbeitsgang entnommen. Pro Probefläche wurde mit einem Kammerbohrer fünfmal eingestochen und eine Mischprobe hergestellt. Die Trocknung erfolgte im Ofen bei ca. 50 °C. Die zusammenhängenden Torfstücke wurden in Mörsern zerstampft.

##### 4.4.2. pH, Zersetzungsgrad

Teile der frischen Proben wurden mit Wasser, bzw. mit KCl-Lösung versetzt und die pH-Messung nach der bei STEUBING (1965) beschriebenen Methode mit einer Platin-Glaselektrode vorgenommen. Gleichzeitig wurde, im Sinne eines Methodentests, die "Humosität" nach der Skala von VON POST (OVERBECK und SCHNEIDER 1941) geschätzt.

##### 4.4.3. Aschengehalt

Ein Gramm Torf pro Probe wurde bei 105 °C getrocknet, dann während einer Stunde bei 400 °C verglüht, die Asche gewogen und der Anteil derselben am Trockengewicht berechnet. Für die weiteren Berechnungen wurden die Daten logarithmisch transformiert (vgl. auch 6.2.2.).

##### 4.4.4. Austauschbare Kationen

Es wurde nach der von STICHER et al. (1971) beschriebenen Methode gearbeitet. Die mit Ammoniumacetat extrahierten  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  Ionen wurden flammenfotometrisch bestimmt. Im selben Extrakt wurde das Phosphat mit Hilfe von Molybdat-Schwefelsäure und Zn-II-chlorid als Molybdänblau nachgewiesen und fotometrisch gemessen.

Zur Bestimmung der hydrolytischen Azidität wurde ein Natriumacetatextrakt mit Natronlauge auf pH 7 zurücktitriert (STEUBING 1965).



#### 4.4.5. Kationenumtauschkapazität (KUK), Basensättigung

Auf die separate Bestimmung dieser Grössen wurde verzichtet. Die Umtauschkapazität ergibt sich als Summe aller Kationen, die Basensättigung als Anteil der Summe der  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  Ionen an der Kationenumtauschkapazität. Da Ammoniumacetat nicht alle Kationen abzutauschen vermag, wird hier bewusst ein systematischer Fehler in Kauf genommen.

#### 4.4.6. Dichte

Um die Vermutung, dass sich die scheinbare Dichte des Torfes gut aus dem Glühverlust schätzen lässt, zu prüfen, wurden aus dem ganzen Untersuchungsgebiet zwölf möglichst verschiedene Proben mit Stechzylindern ausgestochen, bei  $105^\circ\text{C}$  getrocknet, das Trockengewicht und der Glühverlust bestimmt. Die Berechnungen werden nur als Hilfe zur Interpretation der übrigen Resultate verwendet.

#### 4.4.7. Torfmächtigkeit und Neigung der Oberfläche

Die Mächtigkeit des organischen Horizontes wurde mit einem eigens dazu geschaffenen Kammerbohrer von 1.6 m Länge bestimmt. Für die wenigen Mächtigkeiten, die die maximale Messtiefe überschritten, wurden 2 m angenommen. Alle Daten wurden logarithmisch transformiert. Die maximale Neigung jeder Probe-  
fläche wurde auf ca. 2 Altgrad genau bestimmt und zur weiteren Verarbeitung ebenfalls deren Logarithmus verwendet.

#### 4.4.8. Wasserentnahme, Analysen

Vorversuche hatten gezeigt, dass durch das Einsetzen von Grundwasser-  
rohren während einigen Wochen zusätzliche Abbauvorgänge stattfinden. Für die erste Probeentnahme wurde daher eine Wartefrist von sechs Wochen eingehalten. Sie erfolgte anfangs Juni 1974. Die zweite Entnahme, die vor allem über die Zuverlässigkeit der Messungen Aufschluss geben sollte, erfolgte anfangs September. Es wurden, um stets genügend grosse Proben zu erhalten, jeweils Tage kurz nach Niederschlägen ausgewählt, so dass die verwendeten Werte keinesfalls reprä-

sentativ sind für die gesamte Dauer der Vegetationsperiode. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit und des Grundwasserstandes erfolgte an Ort und Stelle. Die Wasserproben wurden nach der jeweils etwa fünf Stunden dauernden Entnahme sofort ins Labor genommen, der pH-Wert gemessen und die Wässer mit Hilfe von Membranfiltern gereinigt. Die Kationenkonzentration ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) wurde flammenfotometrisch bestimmt. Die chemische Abteilung der EAWAG stellte sich freundlicherweise zur Verfügung, einige Proben unabhängig davon zu analysieren, was eine grobe Abschätzung der Messfehler erlaubte.

Alle Konzentrationen zeigen eine extrem schiefe Verteilung und sind daher logarithmisch transformiert. Da zur Charakterisierung einer Vegetationseinheit der wahrscheinlichste Wert interessiert, werden auch bei der Mittelwertsberechnung die Logarithmen verwendet. Dies entspricht dem geometrischen Mittel der Konzentrationen. Dasselbe gilt entsprechend für die pH-Werte.

#### 4.5. Grundwassermessungen

##### 4.5.1. Zur Vergleichbarkeit von Dauerlinien

Um die Grundwasserverhältnisse aller 183 Probeflächen bei erträglichem Aufwand möglichst gut zu erfassen, wird eine Methode verwendet, die zunächst einiger Erläuterungen bedarf.

Die Grundwasserverhältnisse ergeben ein gutes Mass für den Wasserhaushalt nasser Streuwiesen und Moore (vgl. NIEMANN 1963, KLOETZLI 1969). Standorte mit gleichem Grundwassergang liefern jedoch der Pflanzendecke nur dann gleichviel Wasser, wenn identische Bodenarten vorliegen: Der kapillare Aufstieg und das Speichervermögen der über dem Grundwasserspiegel liegenden Bodenhorizonte müssen gleich gross sein. Direkte Vergleiche von Grundwassermessungen sind also in der vorliegenden Arbeit streng genommen nur dann zulässig, wenn alle andern wichtigen Standortsfaktoren gleichzeitig berücksichtigt werden.

Regelmässige Wasserstandsablesungen liefern als erstes Ergebnis Ganglinien: die Grundwasserstände als Funktion der Zeit. "Aus der Ganglinie erhält man als Summenkurve der Ueber- beziehungsweise Unterschreitung der einzelnen Wasserstandsstufen (Stufen, die durch Diskretisierung der Messwerte entstehen) die Ueber- (Unter-)schreitungsdauerlinie des Grundwassers" (NIEMANN 1963).

Die Bildung der Dauerlinie entspricht einer Reduktion des Informationsgehaltes der Rohdaten mit dem Zweck, zu einer leichter überblickbaren Information zu gelangen. Die saisonalen Unterschiede bei Wasserstandsschwankungen gehen verloren. Da letztere stark vom Niederschlag abhängen (vgl. Abb. 5), ergibt sich als weitere Bedingung für die uneingeschränkte Vergleichbarkeit von Dauerlinien, dass nur solche aus Regionen mit gleichem oder ähnlichem Wetterregime sich direkt gegenüberstellen lassen. Auch die berücksichtigte Messperiode beeinflusst das Ergebnis wesentlich. Dauerlinien, die aus den Schwankungen des ganzen Jahres entstanden, sind zur Beurteilung des Standortes in der Regel ungeeignet. Für die Bildung einer bestimmten Pflanzengesellschaft dürfte der Einfluss des Wasserhaushaltes der Vegetationsperiode überwiegen. Die Wahl der besten Messperiode ist auch deswegen ein offenes Problem, weil die Vegetation zu keinem Zeitpunkt gleich empfindlich auf den Wasserstand reagiert.

Aus den obigen Ausführungen geht eindeutig hervor, dass nur aus langjährigen Untersuchungen stammende Dauerlinien direkt miteinander verglichen werden können. Diese Einschränkung gilt natürlich nicht, wenn die Ablesungen gleichzeitig erfolgten. Die in 4.5.3. beschriebene Methode soll es ermöglichen, trotz einer beschränkten Anzahl von Messungen den Verlauf der Dauerlinien aller 183 Probeflächen möglichst zuverlässig zu bestimmen.

#### 4.5.2. Dauermessungen 1973/1974

Um für die Pflanzengesellschaften des Gebietes typische Ganglinien zu erhalten, wurden in den Jahren 1973 und 1974 als Vorversuch an 16 im Untersuchungsgebiet verteilten Grundwasserbrunnen regelmässige Ablesungen durchgeführt. Jede der total 32 Kurven basiert auf 20 Ablesungen in den Monaten Mai bis September. Die Dauerlinien sind grafisch ermittelt durch Unterteilung der Ganglinien in Klassen von 2.5 cm Breite. Abb. 5 gibt einige der typischeren Kurven wieder. Sehr klar ersichtlich ist der strenge Zusammenhang zwischen Ganglinie und Niederschlag. Bezüglich des häufigsten Wasserstandes verhalten sich die Dauerlinien der verschiedenen Gesellschaften in beiden Jahren etwa gleich. Ihre Form ist dagegen eher für das betreffende Jahr spezifisch.

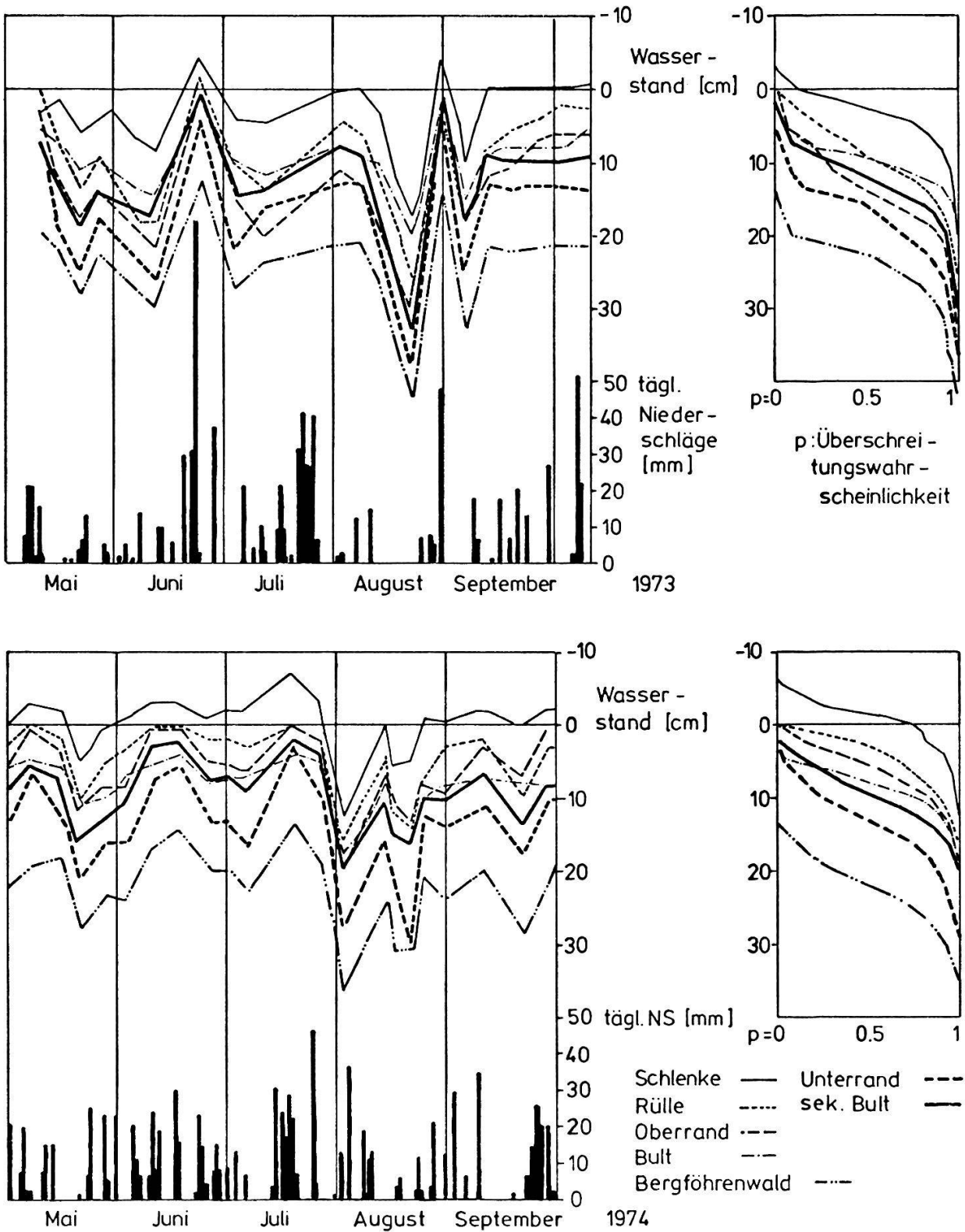


Abb. 5 Grundwasser Gang- und Dauerlinien typischer Standorte, gemessen in den Jahren 1973 (oben) und 1974 (unten). Wasserstände über der Bodenoberfläche sind negativ, darunterliegende positiv.

#### 4.5.3. Rückschluss auf sämtliche Probeflächen

Grundlage für die Bestimmung der Dauerlinien der 183 Probeflächen bilden die Messungen an den 16 willkürlich im Untersuchungsgebiet verteilten Grundwasserbrunnen. An allen Probeflächen wurden zu vier verschiedenen Zeitpunkten die Wasserstände abgelesen. Zwei davon in ausgesprochenen Nässeperioden, einen bei mittleren Verhältnissen und einen an einem extrem trockenen Tag. Nimmt man an, dass alle Grundwasserschwankungen des Gebietes parallel verlaufen, was Abb. 5 bestätigt, so sind die Ueberschreitungswahrscheinlichkeiten  $y$  des Messtages, die sich aus den vorhandenen Dauerkurven ablesen lassen, eine Schätzung für alle Messpunkte des Gebietes. Mit Hilfe von  $y$  und dem gleichzeitig abgelesenen Wasserstand erhält man für jede Probefläche einen Stützpunkt für die Dauerlinie. Als Schätzung für  $y$  dient der Mittelwert

$$\bar{y} = 1/2 (\bar{y}(1973) + \bar{y}(1974)).$$

Somit sind von jedem der 183 Messpunkte 4 mutmassliche Stützstellen für seine Dauerlinie vorhanden. Im folgenden geht es darum, durch die 4 Punkte im Dauerlinienkoordinatensystem eine Kurve zu legen, die dem in Abb. 5 beobachteten Verlauf optimal entspricht. Betrachtet man die Dauerlinien genauer, so erkennt man, dass sie den Charakter lognormaler Summenkurven besitzen. Eine solche Kurvenanpassung kann zum Beispiel grafisch mit Hilfe des logarithmischen Wahrscheinlichkeitsnetzes vorgenommen werden (HENGST 1967, S. 109). Im vorliegenden Fall erfolgt sie rechnerisch. Die Ueberschreitungswahrscheinlichkeit  $y$  wird zunächst transformiert  $y \rightarrow Q(y)$ , so dass gilt

$$Q(y) = \int_y^{\infty} \frac{e^{-t^2/2}}{\sqrt{2}} dt \quad (1)$$

Damit kann eine symmetrische Summenkurve gestreckt werden. Die  $Q(y)$  der wenigen vorkommenden  $y$  werden zweckmässigerweise einer Tabelle entnommen. Die Asymmetrie wird beseitigt durch die Transformation der Wasserstände  $x \rightarrow \log(x)$ . Eine entscheidende Frage ist diejenige des Ursprungs von  $x$ , da keine negativen  $x$  auftreten dürfen. Es ist sinnvoll, den Ursprung  $k$  auf das höchst denkbare Wasserniveau zu setzen. Dieses ist durch die Topografie

gegeben und liegt in der Regel knapp über der Bodenoberfläche. Bei Schlenken ist deren Tiefe massgebend. Die genaue Lage des Ursprungs beeinflusst die Form der Kurven bei mittleren und tiefen Wasserständen nur unbedeutend. Er liegt in der Regel 5 cm, bei nassen Gesellschaften ebener Lagen 15 cm, bei Schlenken 20 cm über der Bodenoberfläche. Anschliessend wird die Regression

$$\log(x + k) = z = a_0 + a_1 Q_{(y)} \quad (2)$$

$y$  = Ueberschreitungswahrscheinlichkeit  
 $x$  = Tiefe des Wasserstandes  
 $k$  = max. mögl. Wasserstand

gerechnet. Aus dem Schätzwert  $z$  für gegebenes  $Q_{(y)}$  wird wieder  $x$  berechnet. Als Mass für die Güte der Anpassung dient der Korrelationskoeffizient  $r$  der Regression (2). Die Anpassung gibt für alle in den ursprünglichen Grundwasserbrunnen gemessenen Kurven ein  $r > 0.9$ . Abb. 6 zeigt drei Beispiele für derart durchgeführte Kurvenanpassungen.

Für die weitere Verwendung der Grundwasserwerte dienen die Wasserstände bei

$y_m$ ,	Zentralwert, häufigster Wasserstand
$y-3s$ ,	Ueberschreitungswahrscheinlichkeit $\approx 0.998$
$y+3s$ ,	" " $\approx 0.002$

Es muss betont werden, dass die Wahl der Grenzen für die Extremwerte stets subjektiv erfolgt. Unter Berücksichtigung der Messungenauigkeit und der geringen Anzahl von Ablesungen ergibt  $y \pm 3s$  ein praktisch noch sinnvolles Mass für die zu erwartenden Gesamtschwankungen.

Die oben beschriebene Methode geht davon aus, dass Unregelmässigkeiten im Verlauf der Dauerlinien zum mindesten im Moor auf Zufälligkeiten zurückzuführen sind. Dem widerspricht teilweise MORRISON (1955), der einem dunklen Grenzhorizont in irischen Deckenmooren ausgleichende Wirkung auf den Wasserhaushalt zuschreibt.

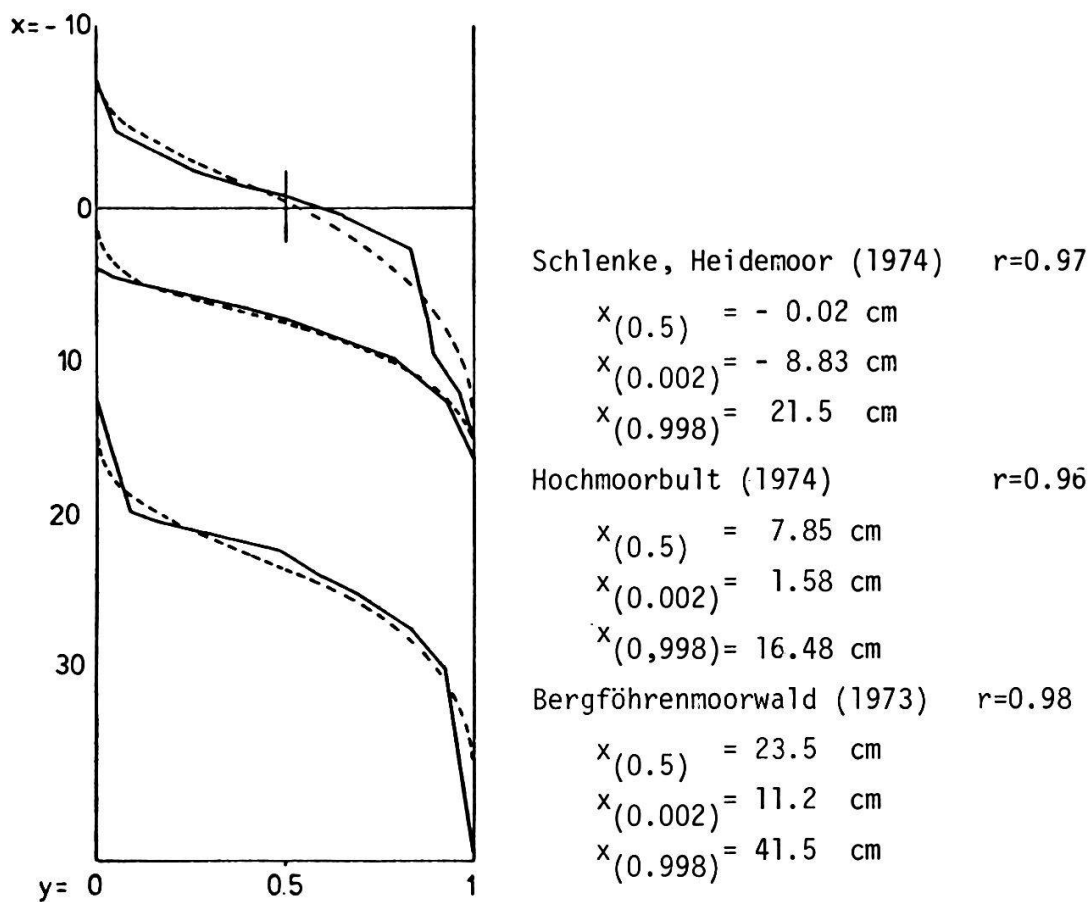


Abb. 6 Drei Beispiele für Kurvenanpassungen an Grundwasserdauerlinien  
x = Wasserstand, y = Ueberschreitungswahrscheinlichkeit.  
Ausgezogene Linie: Grafisch ermittelte Dauerlinie  
Unterbrochene Linie: Berechnete Kurvenanpassung.  
Wasserstände über der Bodenoberfläche sind negativ, darunter-  
liegende positiv.