Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 114 (1963)

Heft: 1-2

Artikel: Untersuchungen über Grundwasserverhältnisse im Lehrwald Albisriederberg

Autor: Leibundgut, H. / Dafis, S.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765329

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: 14.07.2025

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

Untersuchungen über Grundwasserverhältnisse im Lehrwald Albisriederberg

Von *H. Leibundgut* und *Sp. Dafis*

(aus dem Institut für Waldbau der ETH in Zürich)

Oxf. 114.129

1. Einleitung und Versuchsanlage

Die große Bedeutung des Grundwasserstandes und seiner Schwankungen für den Wald ist allgemein bekannt. Dennoch liegen für nicht offensichtlich stark grundwasserbeeinflußte Böden verhältnismäßig wenige Untersuchungen vor. Die während zehn Jahren in unserem Lehrwald durchgeführten Messungen dürften deshalb ein allgemeines Interesse bieten, obwohl sie in erster Linie zur eigenen Orientierung des Wirtschafters durchgeführt wurden. Anlaß zu diesen Untersuchungen gaben Beobachtungen über die auf kleinen Flächen ungleichen Auswirkungen von Trockenjahren, und außerdem wurden wir durch eine im Versuchsrevier der Universität Tartu (Estland) durchgeführte Untersuchung angeregt.[1]

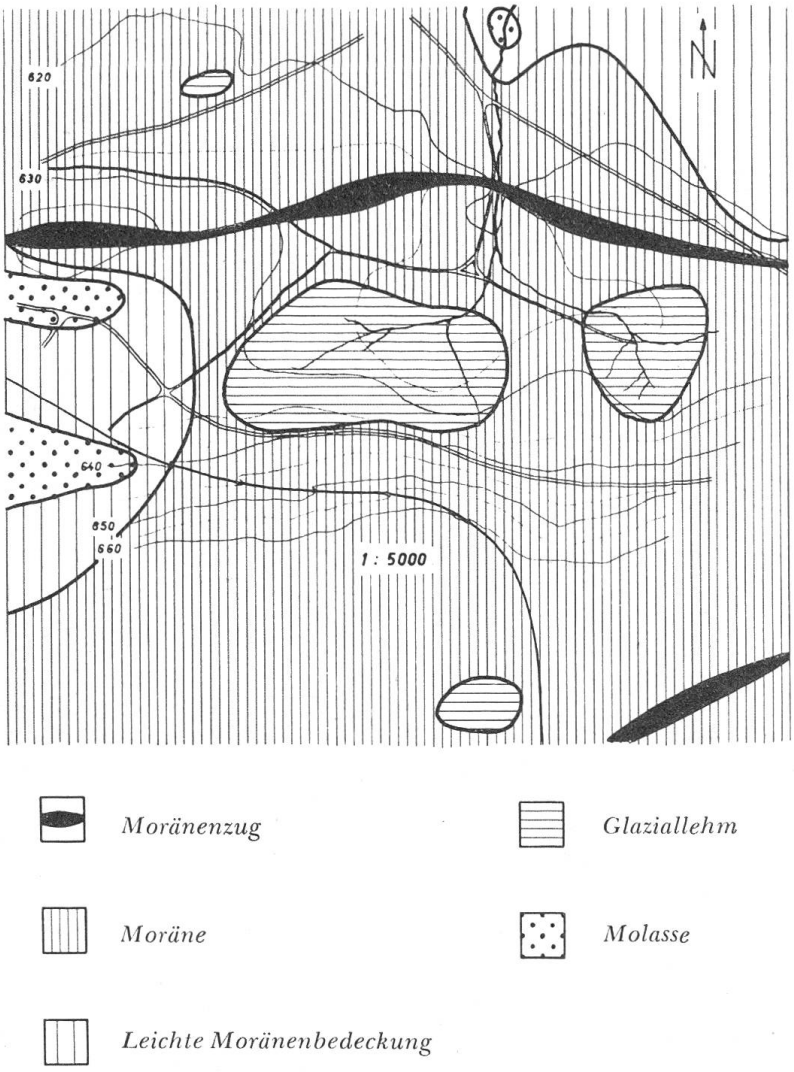
Das nachstehend beschriebene Areal im Lehrwald Albisriederberg bei Zürich schien uns zur Abklärung folgender *Fragen* gut geeignet:

1. Wie weit sind in einem kleinen Gebiet die Grundwasserverhältnisse durch die Orographie und die geologischen Verhältnisse bedingt?
2. Wie wirken sich die Niederschläge auf den Grundwasserstand aus?
3. Wie groß sind die Schwankungen des Grundwasserstandes auf der Untersuchungsfläche?
4. Welche waldbauliche Bedeutung kommt den kleinflächigen Unterschieden im Grundwasserstand zu?

Die *Untersuchungsfläche* liegt auf durchschnittlich 630 m ü. M. in den Abteilungen 8, 9 und 10 des Betriebsteiles II («Waldeggplateau») des Lehrwaldes. Es handelt sich um eine flache, durch den Huebbach nach Norden entwässerte Mulde. Der geologische Untergrund gehört dem tertiären Miozän an und besteht aus schwach, d. h. mit etwa 2,5 Prozent nach Nordwesten abfallenden Sandstein- und Mergelschichten der oberen Süßwassermolasse, welche von einer Moränenschicht (Linthgletscher) überdeckt sind. Bei den bis in 3 m Tiefe ausgeführten Bohrungen stießen wir nirgends auf die Molasse. Die südliche Wallmoräne erstreckt sich über die drei Erhebungen des Hohensteins, der Libisegg und des unser Areal begrenzenden Großen

[1] Tartu Uelikooli Metsaosakonna Toimetused Nr. 26, 1936.

Brandes, wo sie noch eine Höhe von durchschnittlich 700 m ü. M. erreicht. Der Hang fällt im oberen Teil mit etwa 15 Prozent gegen die Quellmulde des Huebbaches ab und läuft flach in diese aus. Eine kleinere und vom Huebbach durchbrochene, sehr flache Moränenerhebung begrenzt das Areal im Norden und erreicht nur 625 bis 638 m ü. M. Die mächtige Schotterschicht, welche in den meisten untersuchten Profilen festgestellt wurde, dürfte vermutlich aus dem vom Gletscher aufgearbeiteten Deckenschotter bestehen, welcher die Kuppe des Üetliberges bildet. Der große Anteil von Lehm auf der Rietfläche spricht für Grundmoräne. Im Jahre 1944 hat der Studierende R. Gutzwiller in einer Semesterarbeit eine mikrogeologische Karte des Gebietes entworfen,

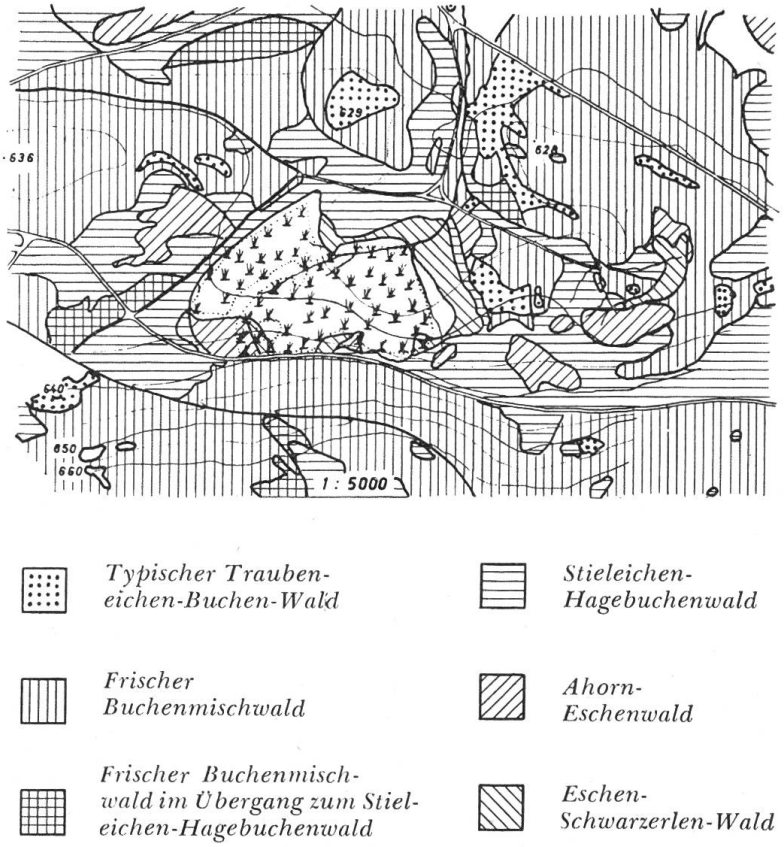


Darstellung 1:
Mikrogeologische Karte nach R. Gutzwiller

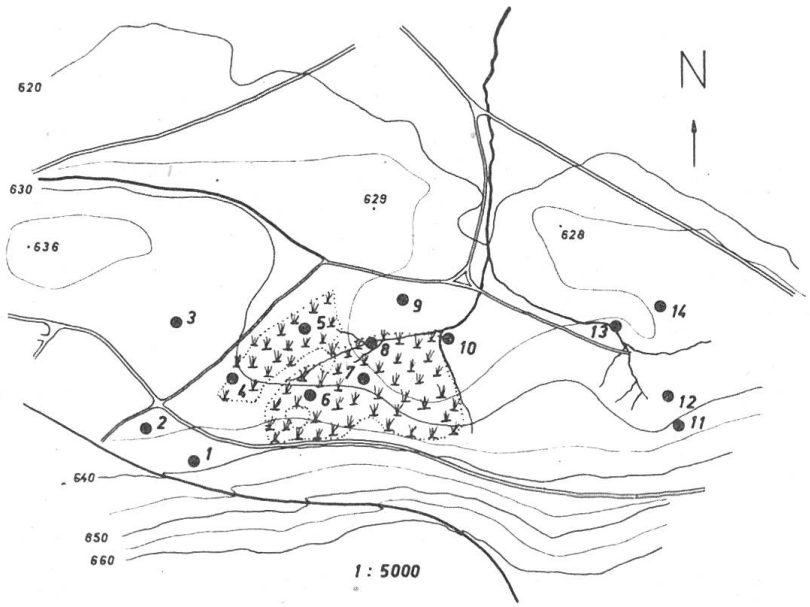
von welcher ein Ausschnitt in Darstellung 1 reproduziert wird. Diese Kartierung wurde durch unsere Grundwasserprofile bestätigt, welche beispielsweise für die Profile 3 und 14 eine gut drainierte Wallmoräne anzeigen, während über der tonig-lehmigen Grundmoräne der Grundwasserspiegel ständig hoch steht. Das Alter der Moränen kann nicht mit Sicherheit angegeben werden. Nach Auskünften, die wir Herrn Paroni vom Geophysikalischen Institut der ETH verdanken, dürfte es sich um Würmmoränen handeln.

Die *Böden* entsprechen vor allem den mikrogeologischen Verhältnissen. In der Mulde hat sich ein Flachmoor gebildet. Das angrenzende Areal mit Braunerde wurde von Etter als Standort des frischen Eichen-Hagebuchen-Waldes mit Aronstab beschrieben *(Querceto-Carpinetum aretosum)*. Im übrigen gibt ein Ausschnitt der von W. Zeller entworfenen Vegetationskarte des Lehrwaldes Aufschluß (Darstellung 2).

Zur *Messung des Grundwasserstandes* wurden insgesamt 14 Meßstellen ausgewählt, die sich in einer Meereshöhe von 620 Meter bis 638 Meter auf



Darstellung 2:
Vegetationskarte nach *H. Etter* und *W. Zeller*



Darstellung 3:
Verteilung der Meßstellen

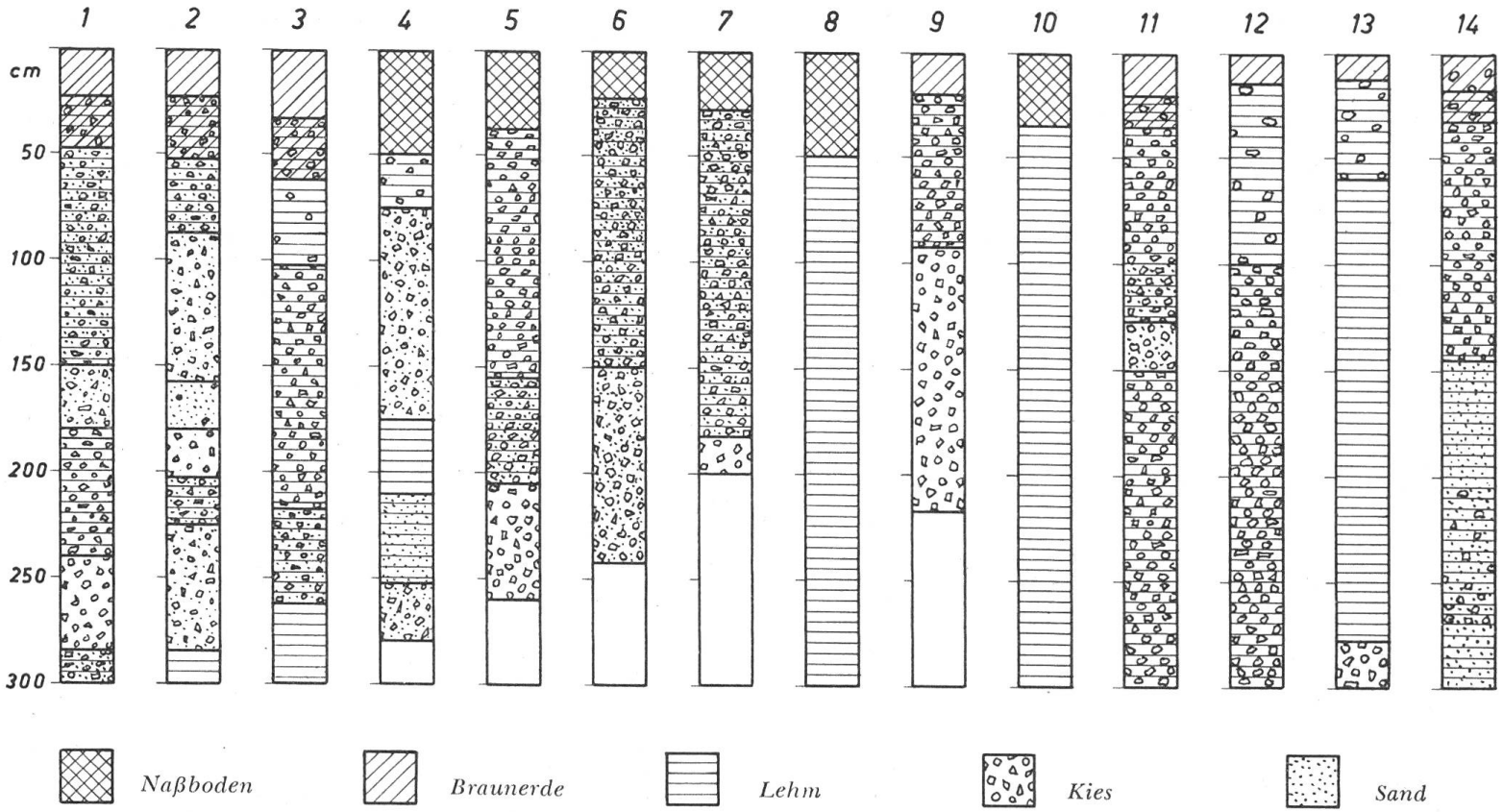
die ganze Moränensenke verteilen (Darstellung 3). Das genaue, sich auf die Bodenoberfläche beziehende Nivellement wurde unter Leitung von Herrn Professor Bagdasarjanz durch Studierende auf 0,5 cm genau ausgeführt.

Die *Meßstellen* wurden folgendermaßen eingerichtet:

In die womöglich bis auf 3 m Tiefe geführten Bohrlöcher mit etwa 25 cm Durchmesser wurden gelochte Sickerrohre mit 10 cm Durchmesser sorgfältig versenkt und nachher mit einem Kiesmantel umgeben, um ein Verstopfen der Sickerlöcher zu verhindern. Bei stark kiesigem oder sandigem Untergrund fielen jedoch die Bohrlöcher sofort zusammen, so daß einzelne Profile etwas weniger tief hinunterreichen. Die einzelnen Profile wurden anhand des Aushubmaterials beschrieben und gezeichnet (Darstellung 4).

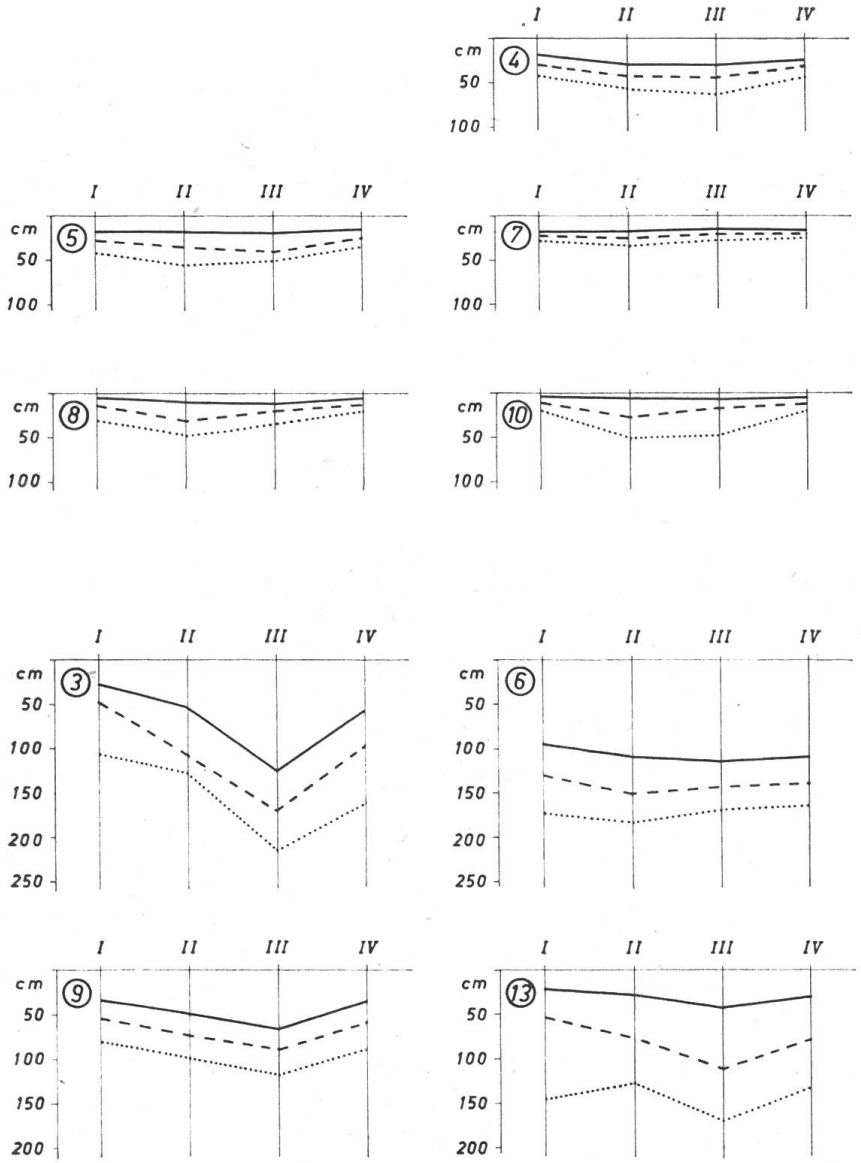
Vom 10. Januar 1950 bis zum 31. Dezember 1959 wurde wöchentlich, in der Regel samstags, durch Förster K. Rahm oder einen Gehilfen die Tiefe des Grundwasserstandes auf 1 cm genau abgelesen. Insgesamt liegen für die zehnjährige Periode rund 4000 Messungen vor. Während dieser Zeit wurden beim Forsthaus Waldegg, das im Mittel nur 400 m von den Meßstellen entfernt und annähernd in gleicher Höhe liegt, täglich die Niederschlagsmengen und Temperaturen gemessen.

Die rechnerische Auswertung und Verarbeitung des umfangreichen Zahlenmaterials konnte erst 1962 durch Spyros Dafis erfolgen. Da die Abweichung von der auf 569 m ü. M. und etwa sieben Kilometer entfernten meteorologischen Zentralanstalt Zürich gegenüber unseren Messungen in der Waldegg nur unbedeutend waren und uns diese Anstalt auch weitere Angaben zur Verfügung stellen konnte, wurde dieses Material für die Auswer-



Darstellung 4:

Bodenprofile der Grundwasserbohrungen



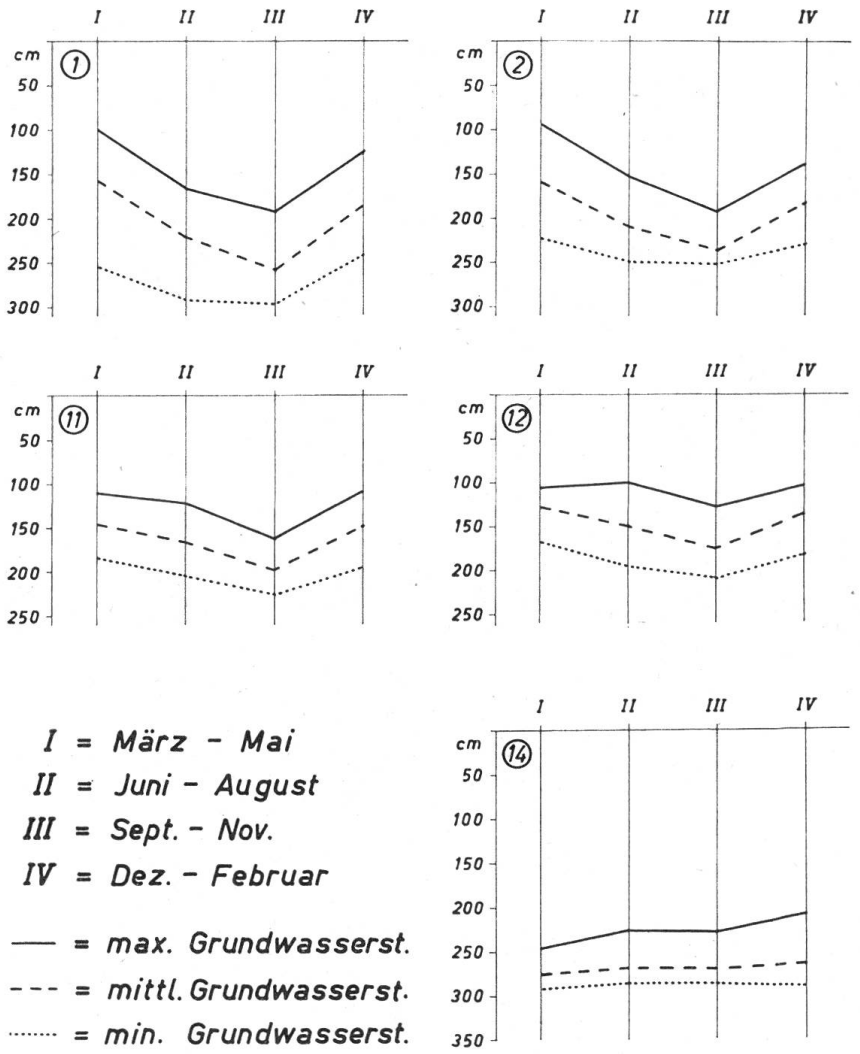
Darstellung 5

tung benützt. Die nachstehenden Mitteilungen beschränken sich auf die wesentlichsten Resultate und verzichten auf die Veröffentlichung des gesamten Zahlenmaterials.

2. Untersuchungsergebnisse

2.1 *Allgemeines über die Grundwasserverhältnisse*

Von den 14 Profilen befinden sich nur 8 an offensichtlich grundwasserbeeinflußten Stellen. Bei den übrigen Profilen handelt es sich um relativ gut



Darstellung 5:

Durchschnittlicher Grundwasserstand in den Jahren 1950—1959 bei den einzelnen Meßstellen 1 bis 14

drainierte Böden mit sandig-kiesigem Untergrund bis in die Tiefe von wenigstens 3 m. Trotzdem wiesen *alle* Profile wenigstens zeitweise Grundwasser auf.

Jede einzelne dieser Meßstellen zeigt in den Grundwasserverhältnissen eine gewisse Individualität (Darstellung 5). Sie lassen sich aber doch wie folgt gruppieren:

a) Profile im Flachmoor und Schwarzerlenbruch mit einem ständig hohen, das heißt in der Regel nie mehr als 60 cm unter die Bodenoberfläche absinkenden Grundwasserstand (Profile 4, 5, 7, 8, 10);

b) Profile mit einem mittleren, selten tiefer als etwa 150 cm unter der Bodenoberfläche liegenden Grundwasserstand. Nur in extrem trockenen Jahren

sinkt bei diesen Profilen das Grundwasser während kurzer Zeit, das heißt während etwa vier bis sechs Wochen, unter unseren Meßbereich von 2,2 bis 3,0 m. Diese Meßstellen gruppieren sich um den Rand des Flachmoors (Profile 3, 6, 9, 13).

c) Profile mit einem tiefen, jedoch selten unter 250 cm absinkenden Grundwasserstand (Profile 1, 2, 11, 12).

d) Profil (14) mit einem sehr tiefen, im jährlichen Durchschnitt zumeist unter 250 cm liegenden Grundwasserstand.

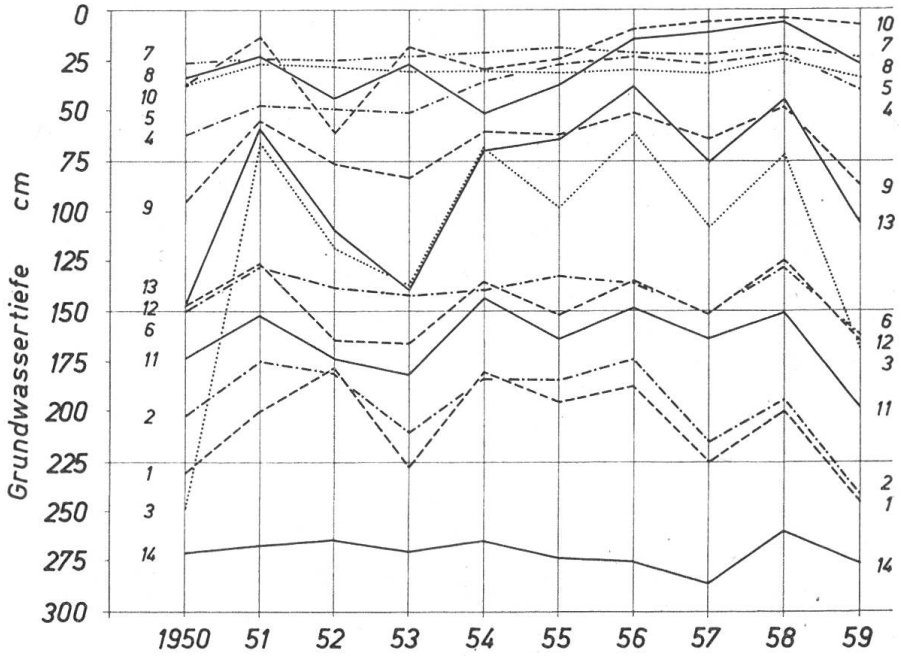
2.2 *Die jährlichen Grundwasserschwankungen*

An allen Meßstellen zeigt der Grundwasserstand tendenzmäßig einen ähnlichen Verlauf während der zehnjährigen Meßperiode. Die maximale Grundwasserhöhe wird allgemein kurz nach der Schneeschmelze erreicht, zumeist wenig vor Beginn der Vegetationsperiode (März/April). Vom Beginn der Vegetationsperiode an sinkt der Grundwasserstand allmählich ab, bis die Sommerregen wieder ein Ansteigen und oft ein zweites Maximum bewirken. Ende Juli oder anfangs August sinkt der Grundwasserspiegel gewöhnlich erneut langsam ab, und im September oder Oktober erreicht er in den meisten Jahren den tiefsten Stand. Nachher beginnt ein allmählicher und beim Beginn der Schneeschmelze rascher Anstieg.

Unsere Diagramme können demnach zwischen dem ozeanischen Typus (Maximum im Winter und Minimum im Sommer) und dem kontinentalen Typus (Maximum im Sommer und Minimum im Winter) eingeordnet werden.

Die einzelnen Meßstellen zeigen trotz dem ähnlichen Verlauf bedeutende *Unterschiede im jährlichen Schwankungsbereich.* Klein sind die Schwankungen bei den Meßstellen mit sehr hohem oder sehr tiefem Grundwasserstand, also auf sehr schlecht oder sehr gut drainierten Böden. Große Schwankungen wurden bei den Profilen mit einem mittleren oder eher tiefen Grundwasserstand, also bei mittleren bis guten Drainageverhältnissen beobachtet.

In der Tabelle auf Seite 52/53 sind die durchschnittlichen jährlichen sowie die in den betreffenden Jahren gemessenen minimalen und maximalen Grundwasserstände neben den entsprechenden Mittelwerten für die zehnjährige Periode zusammengestellt. Es kommt in diesen Angaben deutlich zum Ausdruck, daß sowohl die Mittelwerte als auch die Schwankungen in den einzelnen Jahren bedeutend sind. Ökologisch erscheint uns wesentlich, daß die stark sowie die gewöhnlich nicht grundwasserbeeinflußten Standorte die kleinsten Unterschiede im Verlaufe der ganzen Periode aufweisen. Die relativ trockenen Jahre 1950, 1953, 1957 und 1959 beziehungsweise die relativ feuchten Jahre 1951, 1954, 1955 und 1958 haben sich in den Profilen mit mittlerem Grundwasserstand am deutlichsten ausgewirkt (Darstellung 6). Hier wäre also auch der größte Einfluß der jährlichen mittleren Grundwasserstände auf den Zuwachs zu erwarten.



Darstellung 6:

Mittlere jährliche Grundwasserstände in den Jahren 1950—1959

2.3 *Die jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen*

Für die Berechnung der jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände in den zehn Beobachtungsjahren wurde der Durchschnitt der zehn absoluten maximalen und minimalen Abweichungen vom Mittel der entsprechenden Kalenderjahreszeiten bestimmt (Frühjahr: März—Mai; Sommer: Juni—August; Herbst: September—November; Winter: Dezember—Februar).

Wie bereits erwähnt wurde, wird der höchste Grundwasserstand im Nachwinter erreicht, der tiefste im Sommer und eventuell im Herbst, je nach der sommerlichen Verteilung der Niederschläge. Die Unterschiede im durchschnittlichen Grundwasserstand während bestimmter Jahreszeiten sind von Jahr zu Jahr erheblich. Innerhalb der einzelnen Jahreszeiten zeigten wiederum die Meßstellen mit den höchsten, beziehungsweise tiefsten Grundwasserständen die größten Schwankungen.

2.4 *Die monatlichen Grundwasserschwankungen*

Wie bei den jährlichen und jahreszeitlichen Schwankungen zeigen in der Regel dieselben Profile die größten Unterschiede im Grundwasserstand auch

Grundwassertiefen in den Jahren 1950—1955

Jahr	1950			1951			1952			1953			1954			1955		
Meß-stelle	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.
1	2,31	0,85	>3,08	2,00	0,65	>3,00	1,78	0,74	>3,00	2,28	0,54	>3,00	1,81	0,67	>3,00	1,96	0,58	>3,00
2	2,05	0,70	>2,64	1,75	0,62	>2,70	1,83	0,41	>2,70	2,10	0,09	>2,70	1,85	0,95	>2,63	1,86	0,22	>2,62
3	2,53	0,28	>3,00	0,68	0,18	1,75	1,18	0,17	>3,00	1,38	0,22	>3,00	0,68	0,18	>3,00	0,97	0,18	>3,00
4	0,62	0,21	0,97	0,48	0,28	0,98	0,49	0,15	1,11	0,51	0,18	0,72	0,35	0,08	0,68	0,27	0,07	0,57
5	0,39	0,13	0,90	0,27	0,08	0,85	0,28	0,07	0,73	0,31	0,11	0,65	0,30	0,14	0,58	0,31	0,14	0,51
6	1,50	0,63	>2,37	1,29	0,64	1,80	1,39	0,57	>2,33	1,42	0,44	2,05	1,40	0,62	1,91	1,31	0,70	1,95
7	0,26	0,14	0,40	0,24	0,17	0,38	0,25	0,17	0,49	0,23	0,16	0,35	0,21	0,18	0,38	0,19	0,15	0,28
8	0,35	0,07	0,93	0,23	0,04	0,57	0,52	0,00	1,52	0,27	0,01	0,78	0,52	0,00	0,80	0,14	0,00	0,33
9	0,95	0,34	1,53	0,59	0,15	0,92	0,77	0,14	1,65	0,83	0,19	1,68	0,60	0,08	1,18	0,62	0,08	1,25
10	0,35	0,05	1,37	0,12	0,05	0,24	0,62	0,00	>2,75	0,18	0,01	0,58	0,35	0,00	0,71	0,25	0,00	0,36
11	1,74	0,72	>2,80	1,53	1,04	1,98	1,74	0,79	>3,00	1,84	0,19	>3,00	1,43	0,52	>3,00	1,62	0,22	2,30
12	1,47	0,75	2,32	1,26	0,68	1,57	1,64	0,78	>3,00	1,66	0,39	2,92	1,34	0,60	2,46	1,53	0,59	2,93
13	1,47	0,15	2,74	0,64	0,16	2,45	1,09	0,14	>2,65	1,40	0,08	>2,70	0,68	0,15	2,68	0,63	0,12	2,62
14	2,70	1,90	2,90	2,67	1,92	2,94	2,62	1,78	2,90	2,70	0,36	>3,00	2,63	1,60	>3,00	2,74	1,08	>2,91

Grundwassertiefen in den Jahren 1956—1959

Jahr	1956			1957			1958			1959			1950—1960					
Meß-stelle	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.			
1	1,86	0,80	>3,00	2,25	0,80	>3,00	1,99	0,55	>3,00	2,46	0,88	>3,00	>2,07	0,71	3,00			
2	1,74	0,85	2,45	2,14	0,65	>2,60	1,92	0,50	>2,60	2,41	0,14	>2,70	>1,97	0,51	>2,60			
3	0,62	0,20	1,30	1,08	0,20	2,40	0,72	0,20	2,10	1,69	0,28	>3,00	>1,15	0,21	>2,56			
4	0,22	0,10	0,45	0,27	0,05	0,55	0,21	0,05	0,40	0,41	0,02	1,00	0,38	0,12	0,74			
5	0,29	0,10	0,66	0,31	0,15	0,55	0,24	0,10	0,55	0,35	0,10	0,70	0,31	0,11	0,67			
6	1,36	0,50	2,30	1,51	0,95	1,90	1,28	0,47	1,95	1,63	1,00	2,50	1,41	0,65	2,11			
7	0,21	0,15	0,35	0,21	0,15	0,35	0,19	0,10	0,37	0,23	0,10	0,40	0,22	0,15	0,38			
8	0,14	0,00	0,49	0,11	0,00	0,35	0,05	0,00	0,30	0,26	0,00	1,00	0,26	0,01	0,71			
9	0,52	0,16	0,95	0,64	0,15	1,05	0,48	0,10	0,95	0,88	0,05	1,60	0,69	0,14	1,28			
10	0,09	0,00	0,46	0,06	0,00	0,10	0,04	0,00	0,12	0,07	0,00	0,40	0,21	0,01	0,71			
11	1,47	0,70	1,85	1,62	0,80	2,05	1,51	0,35	1,95	1,98	0,90	>3,00	1,65	0,62	>2,49			
12	1,34	0,65	1,90	1,51	0,80	1,75	1,25	0,14	1,75	1,66	0,80	>3,00	1,47	0,62	>2,36			
13	0,39	0,10	1,53	0,76	0,10	2,10	0,46	0,05	1,60	1,09	0,12	>3,00	0,86	0,12	>2,41			
14	2,76	0,65	>3,00	2,86	2,25	>3,00	2,59	1,15	>3,00	2,76	2,03	>3,00	2,70	1,47	>2,97			

innerhalb eines Monats. Vor allem die schlecht drainierten Flachmoorböden mit einem hohen Grundwasserstand weisen nur sehr langsame Änderungen auf. Ebenso sind die Schwankungen bei den Profilen mit einem sehr tiefen mittleren Grundwasserstand relativ gering. Die größten Schwankungen stellten wir auch monatlich bei den Meßstellen mit einem mittleren bis tiefen Grundwasserstand fest. Bemerkenswert ist allgemein, daß die kurzfristigen Schwankungen bei den einzelnen Profilen in verschiedenem Sinne sein können. Die Größe der monatlichen Schwankungen sind deutlich abhängig vom mittleren monatlichen Grundwasserstand. So zeigen die Meßstellen 4, 5, 7, 8 und 10, deren durchschnittlicher jährlicher Grundwasserstand nicht unter 0,6 m absinkt, eine minimale Schwankung im Winter, jedoch eine maximale im Sommer. Die Meßstellen 3, 6, 9 und 13 mit einem mittleren Grundwasserstand von 0,5 bis 1,5 m unter der Oberfläche weisen die minimale Schwankung im April mit dem höchsten Stand, die maximale im Januar, Mai, Juni und Oktober auf. Da die Profile mit dem tiefsten Grundwasserstand oft während längerer Zeit vollständig trocken waren, konnten wir bei diesen die Schwankungen zeitweise nicht bestimmen.

Zweifellos müßten zur Festlegung bestimmter Gesetzmäßigkeiten in den kurzfristigen Grundwasserschwankungen zahlreiche Profile vom gleichen Typus während langer Zeit untersucht werden. Wesentlich scheint uns aber bereits die Feststellung, daß offenbar Einzelmessungen überaus vorsichtig interpretiert werden sollten. Dieses zeigen namentlich die zwischen zwei Messungen beobachteten Unterschiede in der Grundwasserhöhe.

2.5 *Die wöchentlichen Grundwasserschwankungen*

Im Unterschied zu den längerfristigen Schwankungen sind die wöchentlichen Grundwasserbewegungen bei den einzelnen Meßstellen oft verschieden. Das Ansteigen beziehungsweise das Sinken des Grundwassers erfolgt zwar bei allen Profilen in der Regel gleichsinnig. Namentlich das Sinken setzt verschieden rasch ein und erfolgt ungleich rasch, indem Verzögerungen bis zu mehreren Wochen auftreten können. Die Meßstellen 1, 2, 3, 11 und 13 zeichnen sich durch besonders rasche und große Schwankungen aus, welche unter Umständen innerhalb einer Woche 1,5 bis 2,0 m erreichen. Bei den Meßstellen mit sehr hohem Grundwasserstand erfolgen dagegen alle Veränderungen sehr langsam. Während die langsamen Veränderungen bei den schlecht drainierten Flachmoorprofilen mit hohem Grundwasserstand den Erwartungen entsprechen, können die raschen Schwankungen bei den gut drainierten Profilen nicht ohne weiteres erklärt werden. Aus den langjährigen Beobachtungen gelangten wir zum Eindruck, das offenbar in den relativ gut drainierten Böden ein beträchtlicher Sickerwasserzufluß von den oberen und steileren Hangpartien her erfolgt, welcher am Hangfuß und in der Muldenlage vorübergehend zu einem starken Anstieg des Grundwassers führt, da hier der Abfluß infolge der flacheren Lage wesentlich langsamer

erfolgt. Auch diese Feststellung zeigt, wie stark unter Umständen Einzelmessungen täuschen können.

2.6 *Der Einfluß der Witterung auf den Grundwasserstand*

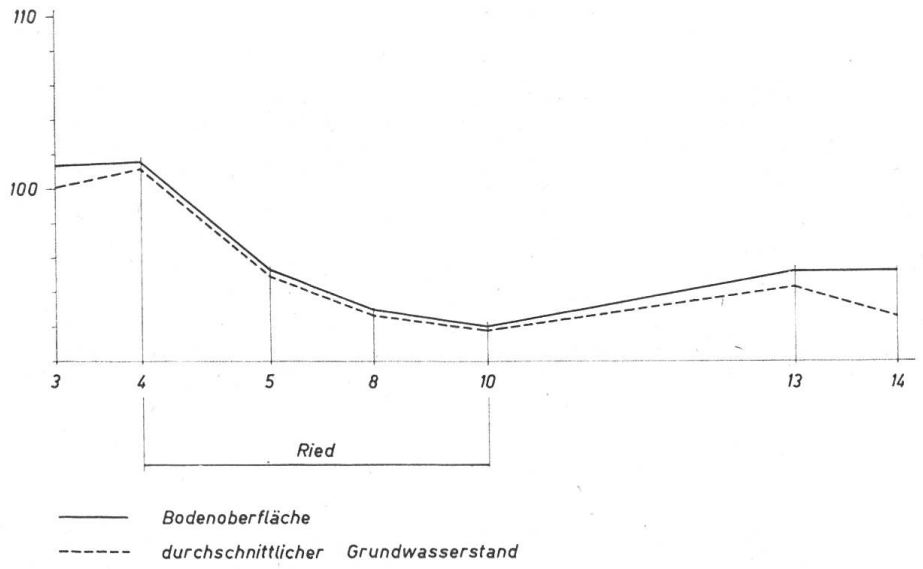
Der unmittlebare und starke *Einfluß der Niederschläge* auf den Grundwasserstand geht aus zahlreichen Messungen deutlich hervor, und zwar ganz besonders bei den Meßstellen mit großer und mittlerer Grundwassertiefe. Nach starken Regenfällen stieg das Grundwasser in allen Profilen vorerst rasch, bei Dauerregen später eher langsam an. Der Anstieg ist selbstverständlich je nach Jahreszeit, Orographie, Boden und anderen Faktoren verschieden. Eine wesentliche Rolle spielt zudem der momentane Grundwasserstand. Bei sehr hohem wie bei sehr tiefem Grundwasserstand ist der niederschlagsbedingte Anstieg relativ gering. Am deutlichsten und raschesten machen sich die Niederschläge bei allgemein mittleren Grundwasserständen bemerkbar. Im Winter, besonders im Januar und Februar und eventuell noch anfangs März, läßt die Grundwasserhöhe oft vorerst keinen Einfluß der Niederschläge erkennen. Bei Frost und Schnee kann sie sogar weiter absinken. Wir möchten diese Feststellungen hauptsächlich damit erklären, daß neben dem örtlich einsickernden und teilweise bis zur Sättigung der Feldkapazität großenteils vom Boden gespeicherten Wasser in unserem Gebiet auch der unterirdische Zu- und Abfluß eine ganz wesentliche Rolle spielt. Dieses mag auf dem schwer durchlässigen geologischen Untergrund und zum Teil auch auf Untergrundabdichtung durch lehmig-toniges Material beruhen.

Trockenperioden wirken sich am raschesten aus bei einem vorher relativ hohen Grundwasserstand. Bei hohen Temperaturen sinkt das Grundwasser auffallend rasch ab. Wir stellten wöchentliche Rückgänge bis zu 2,5 m fest, was wiederum nicht allein mit der Transpiration und Evaporation erklärt werden kann, sondern nur durch die unterirdischen Zu- und Abflußverhältnisse.

Interessant ist die folgende, für unsere Messungen zufällig gültige Regel: Wenn das Temperatur- und Niederschlagsdiagramm derart gezeichnet werden, daß 1 °C in der Ordinate 2 mm Niederschlag entspricht, dann sinkt in der Vegetationsperiode der Grundwasserstand solange, als die Temperaturkurve über der Niederschlagskurve liegt und umgekehrt.

2.7 *Einfluß der Orographie und Mikrogeologie auf den Grundwasserstand* (Darstellung 7)

Die Höhendifferenz in unserem Untersuchungsgebiet beträgt rund 16 m. Ein Vergleich der Höhe der Meßstellen und der mittleren Grundwasserhöhe über Meer für die zehnjährige Periode zeigt nur einen sehr losen Zusammenhang. Im allgemeinen – aber nur im allgemeinen – liegt der Grundwasserstand an den höher gelegenen Meßstellen wie zu erwarten relativ tief. Ein Vergleich der Verhältnisse an den Meßstellen 7 und 14, 6 und 4, 5 und 13



Darstellung 7:

Abhängigkeit des Grundwasserstandes von der Orographie

zeigt aber bereits die zahlreichen Abweichungen, welche sich nur durch die Mikrogeologie und die physikalischen Bodeneigenschaften erklären lassen.

Bei allgemein hohem Grundwasserstand und undurchlässigem Untergrund, wo das Grundwasser auch in Trockenperioden selten mehr als etwa 1 m unter die Bodenfläche absinkt, scheint die Orographie eine sehr kleine Rolle zu spielen, was wohl auf die geringe Wasserbewegung im Boden zurückzuführen ist. Bei den besser drainierten Meßstellen dagegen läßt sich deutlich eine Abnahme der Grundwasserhöhen von den Senken nach den höher gelegenen Partien feststellen. Die durchschnittliche Abnahme beträgt in unserem Gebiet auf 1 m Horizontaldistanz etwa 2 mm.

Sehr deutlich gelangt der Einfluß der orographischen Lage einerseits bei den Meßstellen 1, 2, 3 und anderseits 9, 11, 12 und 13 zum Ausdruck. Die am Hang liegenden Meßstellen weisen eine durchschnittliche Grundwassertiefe von 2,07 bis 1,47 m auf und unterscheiden sich damit von den Meßstellen im ebenen Gelände mit einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von 1,15 bis 0,69 m. Dabei läßt sich immerhin der Einfluß der Orographie von demjenigen der geologischen Unterlage nicht trennen, indem es sich bei den Meßstellen 1, 2 und 3 um relativ durchlässige Wallmoränenablagerung handelt, bei den Meßstellen 9, 11 und 13 dagegen um einen schwer durchlässigen Grundmoränenlehm. So ist auch nur erklärbar, warum der durchschnittliche Höhenunterschied des Grundwasserstandes zwischen den Meßstellen 1 und 3 pro Meter Horizontaldistanz 4,1 cm und pro Meter Höhenunterschied 14 cm beträgt.

Für den großen Einfluß der geologischen Unterlage auf den Grundwasserstand spricht insbesondere auch das Verhalten der Meßstellen 1, 4, 6 auf dem Ried einerseits und der Meßstellen 13 und 14 auf der Hueb anderseits. Die Meßstellen 4 und 6 liegen am Rande des Riedes auf gleicher Meereshöhe. Beim Profil 4 besteht die geologische Unterlage aus Glaziallehm, beim Profil 6 aus einer etwas durchlässigeren Wallmoränenablagerung. Diese geologische Verschiedenheit bewirkt einen Unterschied des durchschnittlichen Grundwasserstandes von über 1 m. Die Meßstelle 13 befindet sich auf einem schwachdurchlässigen, feinskeletthaltigen Glaziallehm, die nur 60 m entfernte Meßstelle 14 auf einer gut drainierten Moränenablagerung. Der durchschnittliche Unterschied des Grundwasserstandes beträgt zwischen diesen beiden Meßstellen 1,8 m.

Der Einfluß des Grundwasserstandes auf die *Bodenbildung* läßt sich aus den erwähnten Gründen von demjenigen der geologischen Unterlage nicht trennen. So entstand auf dem undurchlässigen Glaziallehm mit einem ständig sehr hohen Grundwasserstand ein anmooriger Naßboden, wobei die Mächtigkeit des organischen Materials 0,4 bis 1,2 m beträgt. Bei dem besser durchlässigen Material und einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von 0,7 bis 2 m führt dagegen die Bodenbildung zu Braunerden. Aus dem feinskeletthaltigen Glaziallehm der Hueb mit einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von nur etwa 0,9 m und einem zeitweisen Anstieg des Grundwassers bis etwa 10 cm unter die Bodenoberfläche entstand ein mineralischer Naßboden obwohl hier in Trockenperioden das Profil bis in 3 m Tiefe ohne Grundwasser sein kann. An den Meßstellen 11 und 12, mit gleicher geologischer Unterlage und einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von 1,5 bis 1,7 m und einem Anstieg bis nur etwa 60 cm unter die Bodenoberfläche entstand dagegen eine Braunerde.

2.8 *Zusammenhänge zwischen Grundwasserstand und Vegetation*

Wie der Boden zeigt selbstverständlich auch die Vegetation eine enge Abhängigkeit vom geologischen Untergrund und von der Geländeform, so daß der Einfluß der Grundwasserversorgung nicht allgemein in Erscheinung tritt. Um Zusammenhänge besser zu erkennen, wurden im Bereich aller Meßstelle. Die Angaben für die Baumschicht beziehen sich dage gen auf eine geführt. Die 100 m² großen Aufnahmeflächen umschließen jeweils eine Meßstelle. Die Angaben für die Baumschicht beziehen sich dagegen auf eine Fläche von 200 m².

Die Vegetationstabellen wurden nach zwei Gruppen geordnet, einerseits für die auf dem Ried gelegenen Flächen und anderseits für die übrigen Flächen. Im weitern wurden die Aufnahmeflächen nach zunehmendem, mittlerem Grundwasserstand geordnet. Die Hauptergebnisse sind in folgendem Schema zusammengefaßt. Im wesentlichen ergab sich das Folgende:

Zusammenhänge zwischen Grundwasserstand und Vegetation

Meßstelle		7	8	5	4	6	10	13	12	11	3	2	1	9	14
Grundwassertiefe cm	Durchschnittlich	22	26	31	38	141	21	> 86	>147	>165	>115	>197	>207	69	>270
	Minimum	15	1	11	12	65	1	12	62	62	21	51	71	14	147
	Maximum	38	71	67	74	211	71	>240	>236	>249	>256	>260	>300	128	>300
Geologische Unterlage		Glaziallehm				Moräne	Glaziallehm				Leichte Moränenbedeckung			Moräne	
Boden	Bodentyp	Anmooriger Naßboden			Sekundärer Boden auf Flachmoor	Unreifer Hangboden	Anmooriger Naßboden	Mineralnaßboden	Braunerde						
	Moormächtigkeit in cm	35	75	35	(120)	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—
	Karbonatfreie Schicht in cm	—	—	—	—	—	—	—	90	125	120	110	40	35	65
Vegetation		*Orchido-Schoenetum molinietosum*	*Phragmites communis, Eupatorium canabium* und *Lotus uliginosus.*	*Junco-Molinietum*	*Filipendulo-Geranietum*	Übergang von *Molinietalia* zur *Arrhenatheretalia*	Erlenbruch	(Bacheschenwald)	Eichen-Hagebuchen-Wald					Feuchter Eschen-Hagebuchen-Wald	Eichen-Hagebuchen-Wald
		Ried					Wald								

Im Ried mit einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von 0,22 bis 0,38 m und seinem anmoorigen Naßboden auf Glaziallehm kommen hauptsächlich Gesellschaften der *Molinietalia* vor. Sie bilden ein reiches Mosaik, welches nicht allein durch die Unterschiede im Grundwasserstand und dessen Schwankungen, sondern vor allem auch durch die wechselnde Mächtigkeit des Moorbodens bedingt ist.

Bei der Meßstelle 7 mit dem höchsten Grundwasserstand und sehr geringen Schwankungen stellten wir eine Vegetation fest, welche weitgehend dem *Orchido-Schoenetum-Molinietosum* entspricht. An anderen Stellen mit der gleichen Moormächtigkeit von etwa 35 cm, aber einem tieferen Grundwasserstand und größeren Schwankungen, wie bei der Meßstelle 5, entspricht die Vegetation dem *Junco-Molinietum*. Beim Profil 8 mit einer geringen Grundwassertiefe von nur 26 cm und Schwankungen von der Bodenoberfläche bis in eine Tiefe von 71 cm kommt ein Röhricht mit Wasserdost und sumpfigem Hornklee vor. Kleinflächig beeinflussen Kalksinter-Ausscheidungen die Vegetation offensichtlich sehr stark, so bei der Meßstelle 4 mit einer Gesellschaft, welche dem *Filipendulo-Geranietum* weitgehend entspricht. Am Rand des Flachmoors, bei einer Grundwassertiefe von etwa 140 cm und Schwankungen von etwa ± 80 cm, entwickelte sich eine Pfeifengras-Glatthafer-Gesellschaft mit Arten der *Molinietalia* und *Arrhenatheretalia*. Bei der Meßstelle 10 mit einem anmoorigen Naßboden entstand ein Schwarzerlen-Bacheschen-Standort.

Ebenso finden wir auf den Waldstandorten mit besser drainierten Böden innerhalb eines kleinen Areals verschiedene Waldgesellschaften: Bacheschenwald, Eichen-Hagebuchenwald, Ahorn-Eschenwald usw. Die Vegetationsuntersuchungen zeigen eindrücklich das reiche Mosaik der verschiedenen Pflanzengesellschaften unseres Lehrwaldes, welche oft nur mit Hilfe von Boden- und Grundwasseruntersuchungen erklärt werden können.

Résumé

Etude de la nappe phréatique dans la forêt d'enseignement de l'Albisriederberg

Les études entreprises sur une surface d'environ 20 ha seulement mettent en évidence les changements très rapides des conditions de station dus à des différences importantes de la nappe phréatique. L'exposé relève l'importance de la microgéologie et de l'orographie pour l'état de la nappe phréatique et pour la formation du sol.

De telles différences de station, importantes pour le choix des essences forestières, ne peuvent faire l'objet dans la pratique que d'une représentation cartographique très synthétique. Il est donc nécessaire pour une sylviculture intensive que le praticien, ayant une bonne formation écologique, soit capable de reconnaître lui-même sur le terrain ces différences très locales d'après la végétation, à l'aide de sondages simples, et tout particulièrement aux réactions et à la croissance des différentes essences forestières. *Traduction Farron*