

MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

PREUWITZ - Frische Harte Au



**Bodenfeuchtigkeitsmessungen in den Donauauen des
Tullner Feldes mittels Neutronensonde**

PREUWITZ - Frische Pappelau



**Measurement of Soil Moisture in Danube Riverside Forests of the
Tullner Feld by Neutron Gauge**

PREUWITZ - Trockene Pappelau



**Mésurements de l'humidité du sol dans les forêts fluvial du Danube
de la plaine de Tulln par moyen d'une Sonde à Neutrons**

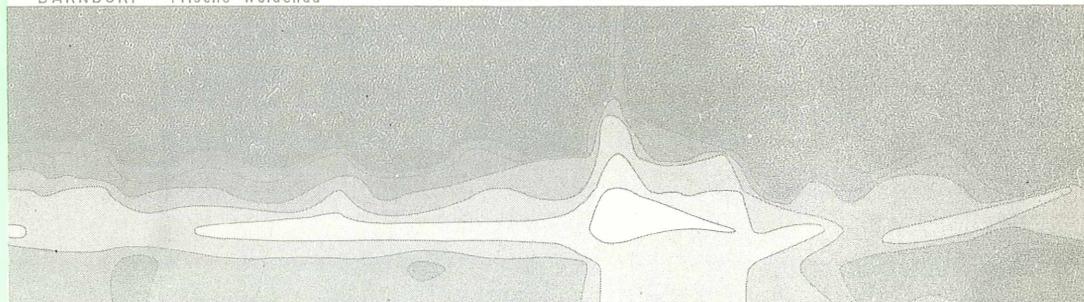
BÄRNDORF - Feuchte Pappelau



von

Ferdinand MÜLLER

BÄRNDORF - Frische Weidenau



**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

141. Heft

1981

**BODENFEUCHTIGKEITSMESSUNGEN IN DEN DONAUUAUEN DES
TULLNER FELDES MITTELS NEUTRONENSONDE**

ODC 114.122-015.21:(436.3)

Measurement of Soil Moisture in Danube Riverside Forests of the
Tullner Feld by Neutron Gauge

Mésurements de l'humidité du sol dans les forêts fluvial du Danube
de la plaine de Tulln par moyen d'une Sonde à Neutrons

von

Ferdinand MÜLLER

Herausgegeben

von der

Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien

Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

ISBN 3 7040 0742-0

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

I N H A L T S Ü B E R S I C H T

	Seite
1. Einleitung	5
2. Versuchszielübersicht	6
3. Meßpunkte	6
3.1 Auswahlkriterien	6
3.2 Beschreibung der Meßpunkte	7
3.3 Beurteilung des Wasserhaushalts der Meßpunkte nach Methoden der Standortkartierung	9
3.3.1 Beschreibung der Wasserhaushaltscharakteristik der Standortseinheiten	9
3.3.2 Vegetationsanalyse	11
3.4 Bodenphysikalische Kennwerte	12
3.4.1 Korngrößenanteile	12
3.4.1.1 Methodik	12
3.4.1.2 Ergebnisse	12
3.4.2 Porenvolumen	14
3.4.3 Wassergehalte bei Feldkapazität (FK %)	14
3.4.3.1 Methodik	15
3.4.3.2 Ergebnisse	15
3.4.4 Diskussion der Ergebnisse - bodenphysikalische Kenn- werte	16
4. Meßperiode	18
4.1 Beobachtungszeitraum	18
4.2 Witterungsverhältnisse	18
4.2.1 Temperatur	18
4.2.2 Niederschlag	19
4.3 Grundwasser- und Hochwasserbeobachtungen	21
5. Bodenfeuchtmessung mittels Neutronensonde	24
5.1 Methodik	24
5.1.1 Eichung	24
5.2 Meßergebnisse	25
5.2.1 Darstellung der Ergebnisse	
5.2.2 Beschreibung von Bodenwasserhaushaltsmerkmalen der Meßpunkte	26
I/1 Preuwitz; Frische Harte Au	26
I/2 Preuwitz; Frische Pappelau	28
I/3 Preuwitz; Trockene Pappelau	30
II/4 Bärndorf; Feuchte Pappelau	31
II/5 Bärndorf; Frische Weidenau	33

	Seite
II/6 Bärndorf; Frische Harte Au	34
II/7 Bärndorf; Lindenau	35
III/8 Kronau; Frische Weidenau	37
III/9 Kronau; Frische Pappelau	37
III/10 Kronau; Frische Harte Au	38
6. Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen	40
7. Ausblick	45
8. Zusammenfassung	45
Summary	46
Résumé	47
9. Literatur	48
10. Anhang	51
Tabelle 1 Vegetationstabelle	
Abb. 1 14 ⁰⁰ -Temperaturen Tulln	
Abb. 2 Jahresgang der Bodenwassergehalte, Niederschlags- mengen, Grundwasserverhältnisse	
Abb. 3 Eichkurve für das Raumfrischgewicht	
Abb. 4 Eichkurve für die Wassergehaltsbestimmung	
Abb. 5 Jahresgang der Bodenwassergehalte am Schnitt des Bodenprofils (Isoplethendiagramme), bodenphysikali- sche Kennwerte (Korngrößenanteile, Bodensubstanz-, wasser-, luftvolumenverhältnis).	

1 EINLEITUNG

Der Standortfaktor Wasserhaushalt ist besonders in Auwäldern von überragender Bedeutung: Unterschiedliche Grundwassertiefe, Häufigkeit und Dauer von Überflutungen bestimmen als kurzfristig veränderliche Einflußgrößen im Zusammenwirken mit dem kleinräumig stark wechselnden Wasserspeichervermögen der Bodenbildungen entscheidend die forstliche Nutzungsmöglichkeit.

Die lagemäßig gegebene Abhängigkeit der Standorte vom Grund- und Überflutungswasser sowie die Kenntnis von der Abfolge und Reifung der Sedimentation ermöglichen die Fassung von Standortseinheiten (MARGL 1972, 1973, JELEM 1974) mit definierter Wasserhaushaltscharakteristik.

Die Beurteilung des Wasserhaushalts der Standortseinheiten stützt sich dabei im wesentlichen auf die Beobachtung der Wasserstände, die Bewertung bodenphysikalischer Größen einschließlich Tiefe der Schotteroberkante sowie auf ökologische Analysen der Vegetation (Verhalten der wasserhaushaltsanzeigenden Arten der Bodenvegetation, Relationen in der Wuchsleistung und im Konkurrenzvermögen verschiedener Baumarten).

Die direkte Messung der zeitlichen Änderungen der Bodenfeuchte als Ausdruck des Zusammenwirkens von Standort, Bestockung und Witterung an einem oder mehreren repräsentativen Meßpunkten scheiterte bislang an den Schwierigkeiten bei der Entnahme von volumsgerechten Bodenproben und an der damit verbundenen Störung des Bodenprofils.

Erst durch die Entwicklung der Neutronensonde wurde es möglich, zahlreiche Messungen in kurzer Zeit mit hinreichender Genauigkeit in relativ ungestört bleibenden Bodenprofilen durchzuführen.

Vorliegende Arbeit wurde als Projekt des Institutes für Standort der Forstlichen Bundesversuchsanstalt vom Leiter dieses Institutes, Herrn Ministerialrat Dipl.Ing. Dr. H. JELEM angeregt.

Eine Aktualisierung der Untersuchungen war durch den Kraftwerksbau Altenwörth mit den damit verbundenen langfristigen Veränderungen der Wasserhaushaltsverhältnisse in Teilbereichen der Donauauen des Tullner Feldes gegeben.

Herr Dipl.Ing. Dr. W. KILIAN war an erster Stelle an der Entwicklung und Beherrschung der Meß- und Eichmethodik beteiligt. Für die gemeinsame Arbeit und für die allmähliche Überlassung der Versuchsführung nach Bewältigung der Schwierigkeiten ist der Autor Herrn Dr. KILIAN zu tiefstem Dank verpflichtet. Ebenso sei den weiteren Mitarbeitern, vor allem Herrn H. HUFNAGEL (Meßfahrten und Werbung der Bodenproben) sowie Frau H. HANUSCH und Frau Th. PODESCHWA (Laboruntersuchungen) herzlichst gedankt.

2 VERSUCHSZIELÜBERSICHT

Von repräsentativen Bodenprofilen sollen die Bodenfeuchtegehalte in verschiedenen Tiefen und deren Veränderungen über einen mehrjährigen Beobachtungszeitraum erfaßt werden.

Zur Diskussion dieser Meßergebnisse sind Wechselbeziehungen zu standorts- und zeitabhängigen Faktoren (Witterung, Grundwasserschwankung, Vegetationsentwicklung) zu suchen.

Es wurde von den komplexen wasserhaushaltsbeeinflussenden Faktoren nur eine geringe Auswahl leicht faßbarer klimatischer und bodenkundlicher Werte an jedem Meßpunkt erhoben.

Klimatische Faktoren

Niederschlagsabsatz am Boden

Zur Orientierung über die Temperaturverhältnisse wurden die 14-Uhr-Temperaturen - gemessen im Gelände der Tullner Zuckerfabrik - herangezogen.

Bodenkundliche Faktoren

Profilmächtigkeit (Tiefe der Schotteroberkante);

Bodenart (Korngrößenverteilung im Profilverlauf);

Porenvolumen;

Wassergehalt bei Feldkapazität;

Bodensubstanz-, Bodenwasser und Bodenluftverhältnis bei Feldkapazität;

Grundwassertiefe (einschließlich der Beobachtungen von Überflutungen);

Abschätzung der nutzbaren Kapazität und des Versorgungsgrades.

Ergänzt wurden diese Daten durch Beobachtungen der Vegetationsentwicklung (Laubausbruch, Beginn und Ende des Laubfalls, Welkeerscheinungen, besonders an den hydrolabilen Kulturpappeln, etc.).

3 MESSPUNKTE

3.1 AUSWAHLKRITERIEN

Standortseinheiten (JELEM, 1974) von forstwirtschaftlicher und verbreitungsmäßiger Bedeutung sollten an typisch entwickelten Stellen erfaßt werden.

Der Bestandaufbau mußte standortskennzeichnend für größere Bereiche repräsentativ sein.

Die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse durch den Kraftwerksbau Altenwörth waren durch gleichzeitige Messungen in räumlich verschiedenen Auwaldbereichen zu berücksichtigen.

Die Notwendigkeit, alle ausgewählten Punkte innerhalb eines Tages auszumessen, erzwang die Beschränkung des Untersuchungsgebietes auf eine der beiderseits der Donau gelegenen Auwaldzonen.

In der Nähe des Meßpunktes sollte eine ständig betreute Grundwasserbeobachtungsstelle liegen.

3.2 BESCHREIBUNG DER MESSPUNKTE

Es wurden im rechtsufrigen Auwaldbereich drei Meßbereiche ausgewählt:

- I Augebiet nördlich Preuwitz (knapp oberhalb des Laufkraftwerks im Bereich der Stromkilometer 1983 bis 1985)
(Kurzbezeichnung: "Preuwitz").
- II Augebiet nördlich Bärndorf (knapp unterhalb des Laufkraftwerks, etwa den Bereich zwischen Donau Straße zum Kraftwerk Altenwörth - Theiserin - Kernkraftwerk Zwentendorf erfassend, von Stromkilometer 1977 bis 1978)
(Kurzname: "Bärndorf").
- III Augebiet nordöstlich Kronau (14 Stromkilometer unterhalb des Laufkraftwerks, bei Stromkilometer 1966)
(Kurzname "Kronau").

In folgender Übersicht sind die wichtigsten Merkmale der Meßpunkte dargestellt. Die Bezeichnung der Standortseinheiten und Natürlichen Waldgesellschaften erfolgt nach JELEM (1974).

Bezüglich der allgemeinen Charakteristik der Auwaldtypen sei auf die Literatur (MARGL, 1972, 1973; JELEM, 1974) verwiesen.

PREUWITZ

Meßpunkt I/1

Frische Harte Au

Asarum europaeum - Viola odorata
Feldulmen Eschenau

Brauner Auboden, Schotter ab 110
cm

Hybrid-Pappel Eschen Misch-
bestockung mit reichlich Trauben-
kirsche und Grauerle im Nebenbe-
stand

Meßbereich 30 bis 80 cm Boden-
tiefe
185,82 m Seehöhe

Meßpunkt I/2

Frische Pappelau

Aegopodium podagraria - Eschen -
Pappelau

Übergang vom grauen zum braunen
Auboden, Schotter ab 95 cm

Hybrid-Pappelbestand (Populus mis-
souriensis, 20-jähriger Bestand),
Grauerle im Nebenbestand

Meßbereich 30 bis 70 cm Boden-
tiefe
184,58 m Seehöhe

Meßpunkt I/3

Trockene Pappelau

Calamagrostis epigeios Brachy-
podium pinnatum Schwarzpappel-
au

Grobsandiger, grauer Auboden,
Schotter ab 75 cm

lückiger, schlechtwüchsiger Grau-
pappelbestand mit Grauerlen-Unter-
wuchs

Meßbereich 30 bis 40 cm Boden-
tiefe
185,63 m Seehöhe

BÄRNDORF

Meßpunkt II/4

Feuchte Pappelau

Phalaris arundinacea - Carex acu-
tiformis Weißpappelau

Vergleyter Auboden (ab 55 cm gley-
fleckig), Schotter ab 130 cm

Silberweide-, Schwarz- und Weiß-
pappel-Mischbestand, etwas Grau-
erle im Nebenbestand

Meßbereich 30 bis 100 cm Boden-
tiefe

181,05 m Seehöhe

Meßpunkt II/5

Frische Weidenau

Phalaris arundinacea - Urtica dio-
cia - Silberweidenau

Grauer Auboden, gleyfleckig, Schot-
tertiefe nicht bekannt

Silberweidenbestand, Schwarzfuß
und Weißpappel beigemischt

Meßbereich 30 bis 110 cm Boden-
tiefe

181,81 m Seehöhe

Meßpunkt II/6

Frische Harte Au

Asarum europaeum - Viola odora-
ta Feldulmen Eschenau

Brauner Auboden, Schotter ab 175
cm

Eschenbestand, vereinzelt Weißpappel, Esche, Feld- und Flatterulme im Nebenbestand	Meßbereich 30 bis 110 cm Bodentiefe 175,44 m Seehöhe
Meßbereich 30 bis 140 cm Bodentiefe 182,92 m Seehöhe	Meßpunkt III/9 Frische Pappelau
Meßpunkt II/7 Lindenau	Aegopodium podagraria Eschen-Pappelau
Carex alba - Campanula - trachelium - Eichen-Eschen-Lindenau	Grauer Auboden, Schottertiefe nicht bekannt Hybrid-Pappelbestand
Gelber Auboden, Schotter ab 240 cm	Meßbereich 30 bis 110 cm Bodentiefe 177,05 m Seehöhe
Graupappelbestand, gemischt mit Esche und vereinzelt Stieleiche	Meßpunkt III/10 Frische Harte Au
Meßbereich 30 bis 203 cm 183,29 m Seehöhe	Asarum europaeum - Viola odorata Feldulmen-Eschenau
KRONAU	Brauner Auboden, Schottertiefe nicht bekannt
Meßpunkt III/8 Frische Weidenau	Eschen Weißpappelmischbestand mit vereinzelt Graupappel
Phalaris arundinacea - Urtica dioica Silberweidenau	Meßbereich 30 bis 110 cm Bodentiefe 176,66 m Seehöhe
Grauer Auboden, Schotter ab 135 cm Hybrid-Pappelbestand	

3.3 BEURTEILUNG DES WASSERHAUSHALTS DER MESSPUNKTE NACH METHODEN DER STANDORTSKARTIERUNG

3.3.1 Beschreibung der Wasserhaushaltscharakteristik der Standortseinheiten (MARGL, 1973)

Die untersuchten Standorte können in drei Standortseinheitengruppen gegliedert werden:

- Anfangsgesellschaften: Meßpunkte 5, 8
- Folgesellschaften: Meßpunkte 2, 3, 4, 9
- Endgesellschaften: Meßpunkte 1, 6, 7, 10

Die Anfangsgesellschaften liegen am strömenden Wasser, wo Spiegelschwankungen des Stromes ungehindert einwirken können und der Grundwasserspiegel ohne wesentliche Verzögerung reagiert. Von den Anfangsgesellschaften wurde zur Feuchtigkeitsbeobachtung je eine "Frische Weidenau" in Bärndorf und Kronau ausgewählt.

Diese jungen Anlandungen werden an ihrer Untergrenze im Mittel im Sommerhalbjahr noch an 25 Tagen benetzt; an ihrer Obergrenze alle 2 Jahre 8 Tage lang.

Das Grundwasser ist im Sommerhalbjahr für die Bäume immer erreichbar. Der unreife, rohe, graue Auboden besteht aus Schlich mit einzelnen Lettenschichten; der Humushorizont ist nur wenig entwickelt, die Sedimentationsschichten sind scharf ausgebildet.

Die Folgegesellschaften sind meist noch durch Seitenarme oder durch ein altes Prallufer vom Festland getrennt.

Die Hochwässer überfluten zuerst die tieferliegenden, stromabwärts gerichteten Teile und dringen dann stromaufwärts zu den höheren vor. Der Grundwasserspiegel hinkt sowohl in der Zeit als auch in der Höhe dem Wasserspiegel des Flusses etwas nach.

Ein Humushorizont ist bereits ausgebildet, die Sedimentationsgrenzen sind durch das Bodenleben bereits leicht verwischt.

Innerhalb der Folgegesellschaften werden nach dem Wasserhaushalt drei Standortseinheiten unterschieden:

Feuchte Pappelau: Die konkav geformten Verlandungsräume alter Gewässer werden an ihrer Untergrenze im Sommerhalbjahr im Mittel an 75 Tagen überflutet; ihre Obergrenze alle 2 Jahre 8 Tage lang. Der luftarme, schluffige Boden wird stark vom Grundwasser beeinflusst und ist bis zur Oberfläche rostfleckig. Diese Standortseinheit wird durch den Meßpunkt 4 repräsentiert.

Frische Pappelau: Nimmt ebene oder aufgewölbte Flächen ein. Das Grundwasser wird von den Bäumen erreicht. Der Boden besteht meist aus Schlich, eine Bodenart aus schluffigem bis lehmigem Sand.

In Preuwitz (Meßpunkt 2) und Kronau (Meßpunkt 9) wurde je eine Meßstelle in dieser Standortseinheit eingerichtet.

Trockene Pappelau: Befindet sich bei Überschwemmungsverhältnissen ähnlich einer "Frischen Pappelau" unterhalb eines mindestens 40 cm mächtigen - meist sandigen bis grobsandigen Oberbodens beispielsweise ein hochanstehender Schotterkörper, so bildet sich infolge geringer Wasserkapazität der leichten Böden und der meist fehlenden Verbindung der Baumwurzeln zum Grundwasser dieser Trockenstandort aus (Meßpunkt 3 in Preuwitz).

Endgesellschaften, liegen bereits außerhalb der Seitenarme und nehmen ausgedehnte, tafelförmig ausgebreitete Flächen ein. Sie werden erst nach Überwindung der sekundären Uferwälle überflutet. Der Grundwasserspiegel sinkt zeitlich und der Höhe nach dem Wasserspiegel des Stromes bedeutend nach.

Der Humushorizont ist gut ausgebildet; die Sedimentationsschichtung ist im Oberboden durch das Bodenleben vermischt.

Von den Endgesellschaften wurden zur Feuchtigkeitsbeobachtung die Frische Harte Au (Meßpunkt 1, 6, 10) und die Lindenau (Meßpunkt 7) herangezogen.

Die Frische Harte Au wird im Mittel alle 2 - 5 Jahre an 8 - 4 Tagen überschwemmt. Die gut ausgebildete Aulehmdecke (brauner Auboden) aus Schluff bis sandigem Lehm besitzt gute Wasserkapazität.

Lindenauen sind hoch angelandete Uferwälle und nehmen die höchsten Lagen des Auwaldes ein. Sie werden nur mehr alle 5 - 10 Jahre wenige Tage lang überschwemmt (Katastrophenhochwasser).

Der Oberboden als Mischung von Aulehm und Schlich entspricht meistens einem lehmigen Sand. Darunter ist tiefgründiger Schlich gelagert. Bei geringem Wassergehalt zeigt der C-Horizont eine lichtgelblichbraune (lößähnliche) Farbe (gelber Auboden).

3.3.2 Vegetationsanalyse

In Tabelle 1 sind die Vegetationsaufnahmen von den Meßpunkten zusammengestellt (Aufnahme: H. JELEM, A. DRESCHER).

Die Mengenanteile der einzelnen Arten wurden nach der üblichen 7-teiligen Skala (Bedeckungsgrade) geschätzt. (s. BRAUN-BLANQUET, 1964) Die Vegetationsaufnahmen wurden im September 1975 durchgeführt und anschließend im Mai 1976 wiederholt, um den jahreszeitlich unterschiedlichen Aspekt zu erfassen.

Beide Aspekte einer Aufnahme je Meßpunkt wurden zusammengefaßt, wobei jahreszeitlich unterschiedliche Mengenanteile einer Art nur mit dem jeweils höheren Bedeckungsgrad angegeben sind. Die Arten sind auf der Tabelle nach zunehmenden Feuchtigkeitsansprüchen gereiht, wobei die Gruppierung nach dem ökologischen Zeigerwert für die Feuchtigkeit, entnommen der Liste der wichtigsten Gefäßpflanzen der Aulandschaft (EHRENDORFER, F. et. al., 1972), erfolgt. In dieser Liste nicht enthaltene Arten wurden hinsichtlich ihres Zeigerwertes nach ELLENBERG (1974) geschätzt.

In dieser Klassifizierung bedeutet der ökologische Zeigerwert für die Feuchtigkeit

F 1 sehr trocken, 2 trocken, 3 frisch, 4 feucht,
5 naß, 6 im Wasser, 0 feuchtigkeitsindifferent.

Aufgrund des Zeigerwerts jeder Art lassen sich nun unter Berücksichtigung der Mengenanteile für jede Vegetationsaufnahme mittlere "Feuchtezahlen" errechnen, die im Kopf der Tabelle angeführt sind. Die Vegetationsaufnahmen sind nach steigenden Feuchtezahlen gereiht.

Nach dieser Analyse weist sich die Trockene Pappelau (Meßpunkt 3) mit einer Feuchtezahl von 3,04 als weitaus trockenster untersuchter Standort aus, gefolgt von der Lindenau (Meßpunkt 7, Feuchtezahl: 3,58).

Die Feuchte Pappelau (Meßpunkt 4) sowie die beiden beobachteten Frischen Weidenauen (Meßpunkte 5, 8) enthalten den größten Mengenanteil an Feuchtezeigern und diese drei Aufnahmen rangieren mit Feuchtezahlen von 4,48 - 5,13 am Ende der Tabelle.

Dazwischen nehmen die Frischen Harten Auen und die Frischen Pappelauen mit Feuchtezahlen von 3,63 - 4,34 eine Mittelstellung ein.

Eine weitere, differenziertere Interpretation dieser Analyse erscheint aus mehreren Gründen nicht mehr sinnvoll:

Beschränkter Aussagewert infolge problematischer Zuordnungen einzelner Arten hinsichtlich ihres Zeigerwertes; Störung des Aussagewertes durch Einflüsse anderer Standortsfaktoren auf die Artenkombination.

Zufälligkeiten in der Streuung einzelner Vegetationselemente beeinflussen stark die Feuchtezahl; Beschränkung des Aussagewertes auf die obersten - von der Bodenvegetation durchwurzelt - Bodenhorizonte.

3.4 BODENPHYSIKALISCHE KENNWERTE

Von jedem Meßpunkt wurden mittels Hohlbohrer zahlreiche Bodenproben zur Bestimmung der Korngrößenverteilung und volumsgerechte Zylinderproben (Vol = 100 cm³) zur Bestimmung der übrigen Meßgrößen geworben. Gleichzeitig dienten diese Proben der Eichung des Sondenmeßgerätes (s. Abschnitt 5.11).

Die Proben stammen aus einer Tiefe von 30 cm (= obere Grenze des Sondenmeßbereiches) bis 70/80 cm (= Länge des Hohlbohrer) bzw. bei Meßpunkt 3 bis zur Schotteroberkante.

3.4.1 Korngrößenanteile

3.4.1.1 Methodik

Zur Ermittlung der Korngrößenverteilung wurde die Probe mit Na-Pyrophosphat und Vibration mit 50 Hz dispergiert und durch nasse Siebung (200 μ , 63 μ) bzw. Sedimentation (Pipettierung der Grenzen 60 μ , 20 μ , 6 μ , 2 μ) wurden sechs Fraktionen bestimmt und in Gewichtsprozenten angegeben.

3.4.1.2 Ergebnisse

In Abb. 5 sind die Korngrößenanteile graphisch dargestellt.

Anfangsgesellschaften

Frische Weidenau (Meßpunkte 5, 8)

Bis zu einer Tiefe von etwa 60/70 cm treten mehr oder weniger sandige Schluffböden (die Einteilung der Bodenarten folgt nach KURON, Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Ges.; Göttingen 1955, zit. in FIEDLER-REISSIG, 1964) auf, wobei der Feinsandanteil mit zunehmender Bodentiefe ansteigt, der Schluff- und Tonanteil entsprechend abnimmt. Der Grobsandgehalt ist gering. In 70/80 cm Tiefe liegt bereits schluffiger Sand vor. Insgesamt weist die Frische Weidenau in Kronau (Meßpunkt 8) gegenüber der vergleichbaren Standortseinheit in Bärndorf (Meßpunkt 5) bis 70 cm Tiefe einen höheren Feinsand-, bei geringerem Tonanteil auf.

Folgegesellschaften

Trockene Pappelau (Meßpunkt 3)

Die über dem hochanstehenden Schotterkörper angelagerte Sedimentationsschicht besteht aus Sand mit hohem Grobsandanteil (15 - 20 %) und sehr geringem Tongehalt (3 %). Oberflächlich ist der Sand noch etwas schluffreicher.

Frische Pappelau (Meßpunkte 2, 9)

In Preuwitz (Meßpunkt 2) überwiegt bis 70 cm Tiefe ein sandiger Schluffboden (mit einer stärkeren Sandeinlagerung in 60 cm Tiefe), in Kronau (Meßpunkt 9) liegt fast durchwegs schluffiger Sand mit einer schluffarmen Sandeinlagerung in 70 cm Tiefe) vor. Der Grobsandanteil ist im allgemeinen relativ gering, erst ab 80 cm in Preuwitz von Bedeutung. Der Tongehalt ist mit Anteilen von 1 - 6 % noch gering. Innerhalb der Schlufffraktion ist regelmäßig Grobschluff (0,06 - 0,02 mm) am stärksten vertreten.

Feuchte Pappelau (Meßpunkt 4)

Von 30 - 50 cm Tiefe steht ein tonreicher Schluffboden mit Tongehalten zwischen 15 - 18 % an. Der Sandgehalt ist mit Werten zwischen 3 und 4 % entsprechend gering. Ab 50 cm Tiefe steigt der Feinsandanteil mit Abnahme der übrigen Fraktionen an, so daß sandiger Schluff mit Tongehalten von 8 - 9 % vorliegt.

Endgesellschaften

Frische Harte Au (Meßpunkte 1, 6, 10)

In oberflächennahen Horizonten (30 - 50/60 cm) treten an allen drei untersuchten Meßpunkten Schluffböden mit Tongehalten zwi-

schen 8 - 14 % auf. Grobsand ist in diesem Tiefenbereich kaum enthalten.

Der Feinsandanteil variiert stärker (3 36 %), sodaß bei geringem Sandanteil ein reiner Schluffboden (Kronau, Meßpunkt 10), bei mittlerem Sand- und noch hohem Tongehalt ein lehmiger Schluff (Prewitz, Meßpunkt 1), bei höherem Sand- und niedrigerem Tongehalt ein sandiger Schluffboden (Bärndorf, Meßpunkt 6) ansteht.

Ab 50/60 cm bis zur Untergrenze des Probenahmebereichs bei 70/80 cm steigt der Sandgehalt oft unvermittelt rasch an und es treten mehr oder weniger schluffreiche Sandböden auf. Diese Sandhorizonte weisen bereits stärkeren Grobsand- und geringen Tonanteil (1 5 %) auf.

Im Vergleich zu den oberflächennahen Zonen der Frischen Pappelauen zeigen die Aulehmdecken der Harten Auen einen höheren Ton- und Schluffgehalt bei geringeren Feinsandanteilen.

Lindenau

Der oberflächennahe Bereich (30 cm) ist bei mittlerem Tongehalt (8 %) noch relativ feinsandreich (32 %), es liegt sandiger Schluff vor.

Bei 40/50 cm Tiefe steigt der Ton- (11 %) und Schluffanteil etwas an, der Feinsandgehalt nimmt ab (17 20 %) (lehmiger Schluff). Erst ab 60/70 cm geht diese lehmigere Bodenbildung wieder in sandigen Schluff bis schluffigen Sand bei geringen Ton- und höheren Grobsandanteilen über.

3.4.2 Porenvolumen

Von je zwei 100 ml-Stechzylinderproben je Meßpunkt und Dezimeterstufe wurde das Substanzvolumen (SV) nach Trocknen bei 105 °C mittels Luftpyknometers gemessen und das Porenvolumen (PV) errechnet.

Die Ergebnisse sind in Abb. 5 dargestellt, wobei das Porenvolumen als Summe von Wasservolumen (WV) und Luftvolumen (LV) erkennbar ist. Das Porenvolumen reicht von 50 % (Sandboden der Trockenen Pappelau) bis 70 % (Schluffboden der Feuchten Pappelau), wobei im allgemeinen die Sandböden die niedrigeren, die schluff- und tonreichen Böden die höheren Werte aufweisen.

Oberflächennahe, noch humushältige und stärker durchwurzelte Horizonte weisen zumeist ein größeres Porenvolumen auf als tiefere, humusfreie und sandigere Horizonte.

3.4.3 Wassergehalte bei Feldkapazität (FK %)

3.4.3.1 Methodik

Nach völliger Wassersättigung (Stehenlassen der 100 ml-Zylinderproben in einer mit Wasser gefüllten Schale) wurden die Proben auf eine poröse Platte gestellt und durch eine 100 cm lange Wassersäule 24 Stunden einer Saugspannung von 0,1 atm ($\Delta p_F = 2$) ausgesetzt.

Die Gewichts-differenzen sind in Volumsprozenten ausgedrückt. Bei einer Saugspannung von 0,1 atm sind nach der Formel von BECHOLD (zit. in LAATSCH, 1954) nur Poren bis zu einem Äquivalentdurchmesser von ca. 30μ mit Wasser gefüllt; größere Poren sind mit Luft gefüllt.

In Abb. 5 ist das Substanz-, Wasser-, Luftvolumenverhältnis bei Feldkapazität graphisch dargestellt. Die Ergebnisse sind das Mittel von je zwei Zylinderproben.

3.4.3.2 Ergebnisse

Anfangsgesellschaften

Frische Weidenau (Meßpunkte 5, 8)

Die Feldkapazität der Schluff-Horizonte erreicht verhältnismäßig hohe Werte (ca. 33–40 %).

Am Meßpunkt 8 tritt bei 70 cm eine stärkere Feinsandeinlagerung auf, die Feldkapazität sinkt dort auf 30,1 % ab.

In den grobsandreichen (tieferen) Zonen sinkt die Feldkapazität auf etwa 20 % ab.

Folgegesellschaften

Trockene Pappelau (Meßpunkt 3)

In 30 cm Tiefe ist durch höheren Feinschluffgehalt noch eine Feldkapazität von 28,5 % gegeben, in 40 cm Tiefe sinkt die Feldkapazität des Sandes auf rund 14 % ab.

Frische Pappelau (Meßpunkte 2, 9)

In Prewitz (Meßpunkt 2) schwankt in Bereichen mit sandigem Schluff die Feldkapazität zwischen rund 27–32 %; die stärkere Sandeinlagerung in 60 cm Tiefe bewirkt bei geringeren Ton- und Feinschluffgehalten ein Absinken der Feldkapazität auf etwa 25 %.

Der vergleichbare Standort in Kronau (Meßpunkt 9) weist entsprechend den geringeren Ton- und Schluffanteilen gegenüber Prewitz auch verringerte Wasserhaltekraft auf: In schluffigeren Bereichen schwankt die Feldkapazität zwischen 17 und 29 %, in einer schluffarmen Sandzone in 70 cm Tiefe beträgt die Feldkapazität nur mehr 14 %.

Feuchte Pappelau (Meßpunkt 4)

Hohe Ton- und Feinschluffanteile bewirken ein relativ hohes Wasserspeichervermögen, die Feldkapazität reicht von rund 33 - 40 %.

Endgesellschaften

Frische Harte Au (Meßpunkte 1, 6, 10)

In den schluffigen oberflächennahen Bereichen (30-50/60 cm) der Aulehmdecke ist die Wasserkapazität relativ hoch: Im lehmigen Schluff des Meßpunktes 1 und im sandigen Schluff des Meßpunktes 6 schwankt die Feldkapazität etwa zwischen 28 - 35 %. Der feinsandarme Schluffboden des Meßpunktes 10 (mit Tongehalten zwischen 10 - 14 %) erreicht mit 33 - 41 % noch höhere Werte.

In den mehr oder weniger schluffigen Sandböden ab 50/60 cm Tiefe sinkt die Feldkapazität rasch auf Werte zwischen 12 - 14 % ab.

Lindenau (Meßpunkt 7)

Entsprechend der Korngrößenverteilung im Profilverlauf steigt die Feldkapazität im sandigen und im tiefer gelegenen lehmigen Schluff zunächst etwas an (ca. 29 - 31 %), fällt jedoch ab 60/70 cm infolge geringerer Ton- und Schluffgehalte rasch ab (12,6 % im schluffigen Sand in 80 cm Tiefe).

3.4.4 Diskussion der Ergebnisse bodenphysikalische Kennwerte

Die Erfassung bodenphysikalischer Kennwerte soll nicht Schwerpunkt vorliegender Untersuchung sein, sondern nur als Orientierungshilfe zur Erklärung der standortsspezifischen Feuchteverhältnisse (s. Abschnitt 5.22) dienen. Deshalb wurde auch der Aufwand für Probenzahl, Auswertungs- und Interpretationsmöglichkeiten gering gehalten.

Sicherlich ist auch die Zahl der Proben je Horizont zu gering, um gesicherte Korrelationen zwischen den erhobenen bodenphysikalischen Meßgrößen zu erhalten.

Trotzdem erscheint es nicht unzweckmäßig auf folgende - nicht genauer zu quantifizierende Zusammenhänge hinzuweisen:

Charakteristisch für fast alle Bodenbildungen ist der hohe Schluffanteil, wobei der Grobschluff (0,06 - 0,02 mm) ebenso der Feinsand (0,2 - 0,06 mm) mit noch mäßiger Wasserkapazität und beginnender Kapillarität gute Wasserführung gewährleisten.

Der Mittel- und Feinschluff (0,02 - 0,002 mm) sorgt für kapillare Wasserhebung und besitzt bereits gute Wasserkapazität. Bei guter Struktur ist ausreichende Wasser- und Luftdurchlässigkeit gegeben. (FIEDLER, 1964).

Innerhalb der Tonfraktion ($< 2^{\mu}$) erfolgt die kapillare Wasserbewegung nur noch sehr langsam, sodaß bei zwar hoher Wasserkapazität eine nur schlechte Wasserführung herrscht.

Der Grobsand (2 0,2 mm) mit seinem hohen Anteil großer Hohlräume besitzt bei guter Durchlässigkeit nur sehr geringe Speicherkraft. Auffallend sind die hohen Werte für das Porenvolumen, wobei die schluff- und tonreichen Böden infolge der Bildung porenreicherer Gefügeformen ein größeres Porenvolumen erreichen als die Sandböden.

Für die Bestimmung der Feldkapazität durch Laboratoriumsmethoden werden zahlreiche Empfehlungen in der Literatur (z.B. FIEDLER, 1964; SCHEFFER SCHACHTSCHABEL, 1956) angeführt.

Die hier gewählte Versuchsanordnung (s. Abschnitt 3.431) ist daraus willkürlich gewählt. Inwieweit diese annäherungsweise ermittelte Feldkapazität der definitionsgemäßen entspricht, konnte ebenfalls nicht Zweck vorliegender Untersuchung sein.

Zum Vergleich standortsspezifisch verschiedener Wasserhaushaltsverhältnisse reichen die erhaltenen Werte jedoch durchwegs aus.

Schon bei Beschreibung der Ergebnisse wurde auf den jeweiligen Zusammenhang zwischen Korngrößenverteilung und Feldkapazität hingewiesen.

Der Einfluß anderer Bodenfaktoren für die Wasserkapazität (Humusgehalte, Porenverteilung, Quellfähigkeit der Tonminerale, etc.) würde den Versuchszweck vorliegender Untersuchung überschreiten.

Versucht man eine Wertung der Standorte nach Wasserspeichervermögen, so ergibt sich etwa folgende Reihung:

Hochanstehende Schotteroberkante und geringe Feldkapazität des grobsandreichen Sandbodens lassen die Trockene Pappelau (Meßpunkt 3) als Standort mit geringstem Wasserspeichervermögen aller untersuchten Meßpunkte erkennen.

Geringe Werte für Feldkapazität (14 - 29 %) erreicht auch nur die Frische Pappelau in Kronau (Meßpunkt 9).

Die Lindenau (Meßpunkt 7) besitzt im Tiefenbereich von 30 - 70 cm bereits eine Feldkapazität von etwa 26 - 31 %, in tieferen Zonen sinkt das Wasserspeichervermögen stark ab.

Die Frische Pappelau in Preuwitz (Meßpunkt 2) nimmt mit einer Schotteroberkante von 95 cm und einer Schwankungsbreite ihrer Feldkapazität von etwa 25 - 32 % hinsichtlich ihres Wasserspeichervermögens ebenfalls nur Mittelstellung ein.

Demgegenüber weisen die oberflächennahen Horizonte (30 - 60 cm) der Frischen Harten Auen im Durchschnitt etwas besseres Wasserspeichervermögen auf.

Meßpunkt 1 (Preuwitz):	27	34	% FK
Meßpunkt 6 (Bärndorf):	25	35	% FK
Meßpunkt 10 (Kronau):	33	- 41	% FK

Ab 70/80 cm Tiefe sinkt dagegen das Wasserspeichervermögen in den Harten Auen auf Grund der Sandunterlagerungen rasch auf 12 - 14 % FK ab.

Die Schluffböden der Frischen Weidenauen und der Feuchten Pappelau (höchste Tongehalte aller untersuchten Standorte) erreichen im untersuchten Profildbereich hinsichtlich ihres Wasserspeichervermögens den gleichmäßigsten Verlauf hoher Feldkapazitätswerte.

4 MESSPERIODE

4.1 BEOBACHTUNGSZEITRAUM

Die Beobachtungsperiode begann am 23.6.1975 und endete am 13.9.1977. Innerhalb dieses Zeitraumes kann somit jeweils die standortskennzeichnende unterschiedliche Austrocknung während zweier Sommerhalbjahre sowie das Wiederansteigen der Wassergehalte bis zur Winterfeuchte von zwei Winterhalbjahren verfolgt werden.

Unterschiedliche Witterungs- und Hochwasserverhältnisse in den drei beobachteten Sommerhalbjahren und die Grundwasseränderungen im Zuge der Kraftwerkerrichtung Altenwörth verursachten verschiedene Jahresgänge.

4.2 WITTERUNGSVERHÄLTNISSE

4.2.1 Temperatur

Zur Orientierung über die Wärmeverhältnisse sind die 14-Uhr-Temperaturen von der nächst Kronau gelegenen Zuckerfabrik-Meßstelle in Tulln in Abb. 1 aufgetragen. (Für die Überlassung der Temperaturwerte danke ich Herrn Dr. H. WILFINGER, sowie dem Hydrografischen Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft). Die angegebenen Werte sind durch lokale Überstrahlung etwas erhöht (WILFINGER, mündl. Mitt.), als Richtwerte jedoch durchaus brauchbar.

Die waagrechten Striche im dargestellten Jahresgang bedeuten die mittleren täglichen 14-Uhr-Temperaturen der jeweils mehrtägigen Sondenmeßintervalle.

4.2.2 Niederschlag

Zur Erfassung der Niederschlagsverhältnisse wurden an jedem Meßpunkt je vier Kleinregenschirm aufgestellt. Diese bestehen aus einem Plastiktrichter (Auffangfläche: $109,82 \text{ cm}^2$), verbunden mit einer 1 l-Plastikflasche. Die Plastikflaschen wurden im Boden etwas eingegraben (Verdunstungsschutz), sodaß die Auffangfläche etwa 20 cm über dem Boden war. Die gemessenen Mengen setzen sich aus dem durch die Lücken des Kronendachs unmittelbar fallenden Niederschlag und dem von den Kronen zunächst festgehaltenen, dann von dort abtropfenden Niederschlag zusammen (= Kronendurchlaß).

Die vorliegende Versuchsanordnung war nicht auf die Ermittlung der Interzeption in Abhängigkeit von Kronendichte und Niederschlagsintensität ausgerichtet. Diesbezügliche Aussagen sind daher mit den vorliegenden Meßwerten kaum möglich.

Die Verteilung der vier Trichter am Meßpunkt erfolgte zufällig; die durch unterschiedliche Interzeption gegebene verschiedene Füllung der Trichter wurde zu einem Wert je Beobachtungszeitraum gemittelt. Diese Mittelwerte je Meßpunkt sind über dem Jahresgang der Feuchtekurven (Abb. 2) synchron dargestellt. Der am Ende eines Beobachtungsintervalls gesammelte und registrierte Niederschlagswert (mm/cm^2) wurde durch die Anzahl der Tage des Beobachtungszeitraums geteilt ($\text{mm}/\text{cm}^2/\text{Tag}$), sodaß in dieser Darstellung die am Meßpunkt gesammelte Niederschlagsmenge innerhalb eines Beobachtungszeitraumes durch die Größe der gezeichneten Fläche repräsentiert wird.

Die Registrierung der Niederschläge begann am 4. August 1975 und wurde im Winter infolge Schneefalls (unsichere Werte) zeitweise eingestellt.

Aus den Niederschlagssummen ist keine Niederschlagsbegünstigung eines der drei Meßbereiche erkennbar. Zur Abschätzung der Interzeption wurden in Tab. 2 die Niederschlagssummen des Sommerhalbjahres 1976 mit dem entsprechenden Wert der benachbarten Station Tulln Zuckerfabrik (365,3 mm) verglichen.

Die Interzeption schwankt zwischen 3,3 % (Punkt 10) und 30,1 % (Punkt 4) und wird durch unterschiedliche Beschirmungsgrade der Baumschicht, aber auch der Strauchschicht, verursacht. (Das Unkraut wurde im Bereich der Trichter weitgehend entfernt und hat somit keinen bedeutenden Einfluß auf die Niederschlagsrückhaltung).

Niederschlag

Tabelle 2:

Meßbe- reich	Meß- punkt	4.8.1975 15.1.1976	20.2.1976 9.12.1976	18.2.1977 - 25.7.1977	Summe	davon im Sommerhalb- jahr 1976 (1.4. 28.9.)		Interzeption Sommerhalb- jahr 1976
						mm	%	
I	1	147,5	396,7	175,2	719,4	272,6	92,7	25,4
	2	160,7	416,4	198,4	775,5	286,9	78,4	21,5
	3	185,8	469,7	212,6	868,1	330,1	35,2	9,6
II	4	139,2	385,7	146,3	671,2	255,2	110,1	30,1
	5	167,4	421,0	161,5	749,9	282,1	83,2	22,8
	6	162,1	486,6	185,4	834,1	329,7	35,6	9,7
III	7	143,6	450,4	148,9	742,9	304,1	61,2	16,8
	8	179,7	468,6	176,0	824,3	327,1	38,2	10,5
	10	175,0	435,5	145,5	756,0	286,4	78,9	21,6
		193,8	516,5	185,1	895,4	353,3	12,0	3,3

4.3 GRUNDWASSER- UND HOCHWASSERBEOBACHTUNGEN

Zur Beobachtung der Grundwasserverhältnisse wurden die Ablesungen an den den Meßpunkten nächstliegenden Rohr- oder Schreibbrunnen bzw. Pegel herangezogen. (Für die Durchführung des Liniennivellements zwischen den Grundwasserbeobachtungsstellen und Meßpunkten danke ich Herrn Dipl.-Ing. R. TIROCH, Abteilung Photogrammetrie des Instituts für Forschungsgrundlagen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt).

In Abb. 2 sind die Grundwasserbeobachtungen graphisch dargestellt. Die Schwankungsbreite der Grundwasserstände ist bei den untersuchten Standorten recht unterschiedlich ausgeprägt und es ist folgendes festzustellen:

a) Ausgeschiedene Meßpunkte:

Die Grundwasserstände der Meßpunkte 8 und 9 (Kronau, Frische Weiden- und Pappelau) wurden aus dem Pegelstand eines unmittelbar benachbarten Seitenarmes mit allzeit starker Strömung abgeleitet. Abgesehen von Hochwasserperioden (Juli 1975, August 1977), in denen dieses Gerinne aus den Ufern trat, zeigt die Pegelkurve über den gesamten Beobachtungszeitraum eine weitgehend ausgeglichene Wasserführung, die kaum auf Jahreszeit, Niederschläge und damit zeitlich zusammenhängende Grundwasserschwankungen zu reagieren scheint, wie letztere bei den Pegelkurven der übrigen Meßpunkte, die Rohr- oder Schreibbrunnen entnommen sind, deutlich erkennbar sind.

Es ist daher einerseits anzunehmen, daß die Sohle dieses Gerinnes infolge der hohen Schwebstoffführung weitgehend abgedichtet ist, sodaß kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Pegelstand und Grundwassertiefe benachbarter Geländeteile besteht. Andererseits ist es möglich, daß die rasche Folge der Wasserstandschwankungen eines stark strömenden Gewässers gegenüber dem träger reagierenden Grundwasserstrom - durch die periodischen Beobachtungen nicht erfaßt wurde.

Es ist daher aus diesen Gründen eine Beurteilung der Grundwasserverhältnisse der beiden Meßpunkte 8 und 9 nicht möglich und scheidet in den weiteren Betrachtungen aus.

b) Einfluß des Kraftwerks auf Grundwasserschwankungen:

In Bereichen unmittelbar oberhalb der Kraftwerksstufe (Meßbereich Prewitz) sind insgesamt die Schwankungen des Grundwasserstands wesentlich geringer, während unterhalb des Kraftwerks (Meßbereiche Bärndorf, Kronau) die ungedämpfte Grundwasserschwankung erkennbar ist. Deutlich wird dies beispielsweise bei einem Vergleich der Auswirkungen des kurz andauernden Hochwassers vom 4. und 5. August 1977: Am 5. August waren tiefer gelegene Standorte im Bereich Bärn-

dorf überflutet (Meßpunkt 4, 5), wobei der Wasserstand um etwa 3,5 m stieg. Standorte von Endgesellschaften dieses Bereiches erfuhren eine deutliche Anhebung des Wasserstands; so stieg selbst in der stromfernen Lindenau an diesem Tag der Wasserstand gegenüber den Vortagen um über einen Meter an. In der stromfernen Harten Au in Kronau (Meßpunkt 10) stieg das Wasser um ca. 1,2 m.

Oberhalb der Kraftwerksstufe konnte in der Harten Au (Meßpunkt 1) dieses Ereignis kaum merklich registriert werden; stromnahe Bereiche, die ohne Kraftwerksstufe überflutet worden wären (Meßpunkt 2, 3), erfuhren eine Grundwasseranhebung von etwa 30 - 60 cm.

Noch deutlicher ist die ausgleichende Wirkung der Kraftwerksstufe an den Auswirkungen des Katastrophenhochwassers im Juli 1975 erkennbar: Anfang Juli waren fast alle Auwaldstandorte der untersuchten Meßbereiche unterhalb des Kraftwerks überflutet. Stromnahe Anfangsgesellschaften und tiefer gelegene Endgesellschaften wurden etwa 1,2 - 2,0 m hoch überflutet, auch die hoch gelegene Frische Harte Au und die Lindenau in Bärndorf (Meßpunkte 6, 7) wurden einige Zentimeter hoch überschwemmt.

Gleichzeitig blieb oberhalb der Kraftwerksstufe der Grundwasserhöchststand 2,70 m in der Harten Au (Meßpunkt 1), 2,56 m in der Frischen Pappelau (Meßpunkt 2) und 1,92 m in der Trockenen Pappelau (Meßpunkt 3) unter der Geländeoberkante.

c) Mittlere Grundwasserstände:

Dem Einfluß der Kraftwerkerrichtung auf die Grundwasserverhältnisse entsprechend seien zunächst die Standorte unterhalb der Staustufe erläutert:

In den stromferneren und reiferen Auwaldbereichen (Endgesellschaften) ist die Grundwasserschwankung verhältnismäßig gering. Trotzdem erscheint es wenig sinnvoll, eine mittlere Grundwassertiefe anzugeben. Besser wird die vorherrschende Grundwasserversorgung eines Standorts durch die durchschnittliche Ober- und Untergrenze des Schwankungsbereiches des Wasserspiegels unter hochwasserfreien Bedingungen charakterisiert: In der Lindenau (Meßpunkt 7), der im allgemeinen grundwasserfernste Auwaldstandort, schwankte unter hochwasserfreien Bedingungen der Pegelstand etwa zwischen 3,4 und 4,4 m unter der Geländeoberkante; wobei die Tiefststände innerhalb der Beobachtungsperiode in den Monaten November, Dezember, die höheren Wasserstände dagegen innerhalb der Vegetationsperiode auftraten.

Unmittelbar an die Lindenau schließt die Harte Au an, deren Grundwasserstand beim Meßpunkt 6 zwischen 2,9 und 4,6 m schwankte, wobei nach Nivellement dieser Meßpunkt um 37 cm tiefer liegt als jener der Lindenau.

Die Harte Au in Kronau (Meßpunkt 10) wies demgegenüber mit Werten von 2,2 - 2,8 m einen wesentlich höheren Grundwasserstand auf, der sich auch durch eine sehr geringe Schwankungsbreite auszeichnete. Hochanstehendes Grundwasser mit ausgeglichenen Schwankungen kann durch stromferne aber tiefe Lage (ca. 40 cm tiefer als die stromwärts benachbarte Frische Pappelau !) erklärt werden.

Auch in den Harten Auen traten die Tiefststände öfter in den Wintermonaten, die Höchststände häufiger in der Vegetationsperiode auf. In der Feuchten Pappelau (Meßpunkt 4) und Frischen Weidenau (Meßpunkt 5) sind gegenüber den Endgesellschaften die Pegelkurven unausgeglichener und die Schwankungsbereiche größer (1,5 - 3,1 m bzw. 2,0 - 4,0 m). Die beiden Meßpunkte liegen um 1,9 bzw. 1,1 m tiefer als der Meßpunkt 6 der Harten Au. Im Jahresgang sind die Wasserstandsminima im November und Dezember (1975, 1976) bereits deutlich ausgeprägt.

In den Weichen Auen sind die mittleren und größeren Abweichungen durch Hochwasser wie bereits beschrieben - wesentlich empfindlicher in den Pegelkurven ausgebildet als bei den diesbezüglich träger reagierenden Standorten der Harten Auen und Lindenau.

Demgegenüber abweichend erscheinen die Grundwasserverhältnisse oberhalb der Kraftwerksstufe:

Auf die starke Dämpfung der Grundwasserganglinien wurde bereits hingewiesen. Am empfindlichsten reagierte noch Meßpunkt 3, unmittelbar am Donauufer gelegen (Trockene Pappelau).

Nach dem Hochwasser im Juli 1975 - zu Beginn der Meßperiode - fiel der Grundwasserstand zum winterlichen Minimum im November und Dezember 1975 auf etwa 4,6 bis 4,8 m unter die Geländeoberkante ab um dann ab Jänner 1976 stetig und mit nur geringen Andeutungen von sonst typischen Schwankungen bis zum Frühsommer 1976 auf etwa 2,9 m anzusteigen. Die an den bisher beschriebenen Meßstellen registrierten kurzfristigen Hochstände traten nur mehr schwach und verzögert auf; ein winterliches Minimum 1976 blieb gleichfalls weitgehend unterdrückt. Der Beginn dieses Grundwasseranstiegs fällt zeitlich mit dem Aufstau im Zuge der Kraftwerkserrichtung zusammen.

Insgesamt hat sich auf diesem Standort eine mittlere Grundwassertiefe von 2,6 - 3,0 m eingestellt, was gegenüber dem Vorzustand eine Anhebung von durchschnittlich 1,5 m bedeutet.

An den beiden übrigen Meßpunkten oberhalb der Staustufe entwickelte sich die beschriebene Grundwasseranhebung gleichsinnig, jedoch bei zunehmender Entfernung vom Donauufer mit abgeschwächter und verzögerter Ausbildung: In der Frischen Pappelau (Meßpunkt 2) herrscht nun eine mittlere Grundwassertiefe von etwa 2,2 bis 2,9 m, in der Frischen Harten Au (Meßpunkt 1) von etwa 2,8 bis 3,0 m vor. Dies

läßt gegenüber dem nicht aufgestauten Zustand eine mittlere Grundwasseranhebung von 60 bzw. 20 cm erkennen.

5 BODENFEUCHTIGKEITSMESSUNG MITTELS NEUTRONENSONDE

5.1 METHODIK

Als Meßgerät wurde eine Feuchte-Dichte-Tiefensonde der Firma Berthold verwendet. Bezüglich Aufbaus, Meßweise und Genauigkeit von Kernstrahlungsmeßgeräten sei auf die diesbezügliche Literatur hingewiesen (TROST, A., 1966; INTERNATIONAL ATOMIC AGENCY, 1970; HANUS, et. al., 1972; BEHR, O. et. al., 1976).

Als Führung für die Sonde wurde an jedem Meßpunkt ein unten verschlossenes Aluminiumrohr (\emptyset 45 mm) verwendet, welches unter weitgehender Schonung des Bodenprofils versenkt wurde. Um Störungen von Humusgehalt auf die Wassergehaltsbestimmung (HANUS, H. et. al., 1972) weitgehend auszuschließen, wurden die Messungen erst ab einer Tiefe von 30 cm begonnen. Der Tiefenmeßbereich (s. Tab. 1) war in den meisten Fällen durch die Schotteroberkante begrenzt und reicht von 30 - 40 cm (Trockene Pappelau) bis 30 - 203 cm (Lindenau). Die Sonde wurde in dm-Abständen versenkt und dabei jeweils die Feuchte- und Dichte-Skalenanzeige registriert.

5.1.1 Eichung

Über die Meßperiode verteilt wurden von allen Meßpunkten und Tiefenbereichen mittels Hohlbohrers Bodenproben gewonnen, deren Wassergehalt sowie Raumfrisch- und Trockengewichte mit den gleichzeitig registrierten Skalenanzeigen korreliert werden konnten. (Für die Berechnung der Eichkurven danke ich Herrn K. SCHIELER, Abt. Biometrie des Instituts für Forschungsgrundlagen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt).

a) Raumfrischgewicht (RF)

In Abb. 3 ist die Eichkurve für das Raumfrischgewicht dargestellt. Für die Punktwolke aus 121 Beobachtungen wurde folgende lineare Korrelation ermittelt:

$$y = 1,98105 + x(-0,00804593)$$

Kennwerte der Regression: Bestimmtheitsmaß: 0,536

Reststreuung: 0,0906

b) Wassergehalt (Volumenfeuchte)

Von den möglichen Störfaktoren bei der Ableitung des Wassergehaltes

mittels Neutronenstrahlung übt die Trockendichte den größten Einfluß auf die Meßgenauigkeit aus, da bei höheren Bodendichten durch steigende Impulsraten ein höherer Wassergehalt vorgetäuscht wird. HANUS, H. et al. (1972) konnte nachweisen, daß der Humusgehalt einen überraschend geringen Einfluß auf die Meßgenauigkeit bewirkt, da offensichtlich ein höherer Humusgehalt durch geringere Lagerungsdichte kompensiert wird. Ebenso läßt unter Einbeziehung der Trockendichte der störende Einfluß des Tongehaltes auf die Wassergehaltsbestimmung erheblich nach.

In dieser Arbeit wurde daher bei der Erstellung der Eichkurve nur das Raumentrockengewicht berücksichtigt, wobei auch gegenüber herkömmlichen Standardmethoden (Wiegen von Stechzylinderproben) bereits eine völlig ausreichende Meßgenauigkeit gewährleistet ist.

Aus dem vorliegenden Eichprobenmaterial wurde folgende Gleichung zur Erstellung der Eichkurve ermittelt (s. Abb. 4):

$$\text{Vol \%} = a \cdot R_T^b \cdot ST^c$$

a	e	-3,46941		
b		-0,792382	RT	Raumentrockengewicht
c		1,54512	ST	Skalenteile

Der Feuchte-Meßbereich beginnt bei etwa 1 Vol% und endet, je nach Bodendichte, bei 32 bis 43 Vol%.

Zur ständigen Kontrolle einer über einen längeren Zeitraum unveränderten Meßanzeige wurden in zwei Fässern konstante Feuchte-Standards, bestehend aus einem Gemisch von trockenem Sand und Aluminiumalaun (1 kg A-Alaun simuliert 55, 6 % Wasser), hergestellt.

5.2 MESSERGEBNISSE

5.2.1 Darstellung der Ergebnisse

Es wurden zwei verschiedene Darstellungsarten gewählt:

a) In Abb. 2 ist auf der Abszisse der Beobachtungszeitraum ersichtlich; auf der Ordinate sind die Wassergehalte in Volumsprozent aufgetragen, wobei die Feuchtwerte mehrerer Bodentiefen in verschiedenen Signaturen und Farben dargestellt sind.

Die dazu eingetragenen Meßwerte für Niederschlag (Kronendurchlaß) sowie für Grund- und Hochwasser lassen deren Einfluß auf die Bodenfeuchtigkeit verschiedener Bodentiefen im Beobachtungszeitraum erkennen.

Eine Ergänzung dazu ist die Darstellung der 14^{h} -Temperatur, gemessen bei der Tullner Zuckerfabrik (Abb. 1).

Die abgebildeten Markierungen der Feldkapazität der einzelnen Bodenhorizonte stellen die Beziehung der Bodenfeuchtwerte zur Wasserkapazität her und ermöglichen die Abschätzung der Pflanzenverfügbarkeit des jeweils vorhandenen Bodenwassers.

b) In Abb. 5 sind die Bodenwassergehalte am Schnitt des Bodenprofils - in unterschiedlichen Graustufungen von jeweils 4 Volumsprozent - dargestellt.

Die Felder sind von Linien gleicher Feuchtigkeit (Isoplethen) begrenzt und wurden aus Abb. 2 abgeleitet.

Die daneben angefügten Blockdiagramme der Korngrößenanteile sowie des Substanz-, Wasser- und Luftverhältnisses bei Feldkapazität lassen die unterschiedliche Durchfeuchtung des Bodenprofils im Jahresablauf in Abhängigkeit von wasserhaushaltswirksamen Bodenfaktoren in übersichtlicher - wenn auch etwas generalisierter Form - erkennen. Empfindlichere und kurzfristige Reaktionen, wie etwa der Einfluß von kurzen Starkniederschlägen auf die Durchfeuchtung oberer Bodenhorizonte, sind in dieser Darstellung allerdings nicht mehr ersichtlich. Vorteilhaft eignet sich diese Abbildung jedoch für den Vergleich der Meßpunkte untereinander, wodurch die jeweils gleichzeitig aufgetretenen standörtlich unterschiedlichen Wassergehalte überblickt werden können.

5.2.2 Beschreibung von Bodenwasserhaushaltsmerkmalen der Meßpunkte

I/1 Preuwitz, Frische Harte Au

Im gesamten Beobachtungszeitraum waren die Horizonte von 30 - 50 cm Tiefe stärker durchfeuchtet als die tiefer gelegenen. Nur in der niederschlagsarmen Periode von Ende Juni bis 22. Juli 1976, als gleichzeitig durch hohe Wärme eine starke Verdunstung vorherrschte, trat kurzfristig eine stärkere Austrocknung in oberflächennahen Zonen ein.

Dieser Feuchtegradient korreliert mit der Zunahme des Sand- bzw. auch Grobsandanteils mit zunehmender Bodentiefe bei gleichzeitiger Abnahme des Tongehaltes und damit verringerter Feldkapazität. So sinkt dort die Feldkapazität von rund 34 % in 40 cm Tiefe auf 14 % in 70 cm Tiefe.

Im Meßzeitraum können drei Austrocknungsphasen beobachtet werden: Die erste, nach Abklingen des Hochwassers im Juli 1975, fand ihren Abschluß erst Mitte Oktober, obwohl schon ab Anfang Oktober durch

starken Temperaturrückgang und Beginn des Laubfalls die Verdunstungsbeanspruchung sank. Erst in der zweiten Oktoberhälfte 1975 setzten ergiebigere Niederschläge ein, die den Anstieg zur Winterfeuchte einleiteten.

Die Winterfeuchte 1975/76 erreichte ihren Höchstwert in den Monaten März bis Mai, wobei sich das Maximum der Bodenfeuchte mit zunehmender Bodentiefe verzögerte: Während in oberflächennahen Bereichen schon in der zweiten Aprilhälfte - etwa zur Zeit des Laubausbruchs der dort vorherrschenden Hybrid-Pappeln - eine deutliche Austrocknung einsetzte, trocknete der darunter liegende Sand erst ab Ende Mai aus. Diese zweite Austrocknungsphase setzte dann ziemlich unvermittelt Ende Juni verstärkt ein und hielt bis Ende September 1976 an.

Am Höhepunkt dieser Trockenperiode (22. Juli 1976) war das gesamte Bodenprofil auf unter 8 Vol % (!) ausgetrocknet, einzelne Hybrid-Pappeln reagierten bereits mit Trockenlaubfall. Erst ab 22. Juli trat durch ergiebigere Niederschläge eine gewisse Milderung der Verhältnisse ein. Ab Ende September begann in den oberen Horizonten der Anstieg zur Winterfeuchte, in den unteren Horizonten wieder mit entsprechender Verzögerung.

Die dritte beobachtete Austrocknungsphase im Frühjahr 1977 begann in den oberen Horizonten allmählich ab Februar und setzte ab Anfang Mai ca. 3 Wochen nach Laubausbruch - auch in den unteren Horizonten verstärkt ein.

Die Grundwasserschwankungen scheinen im Meßbereich keinen unmittelbaren Einfluß auf eine Bodendurchfeuchtung zu haben. Auch das Hochwasser im August 1977 hatte - wie bereits ausgeführt - im Bereich oberhalb der Staustufe keinen direkten Einfluß auf den Bodenwassergehalt oberer Horizonte. Die zu diesem Zeitpunkt gemessene stärkere Bodenfeuchte in oberflächennahen Zonen ist ausschließlich auf die (hochwasserauslösenden) ergiebigen Niederschläge zurückzuführen.

Einzelniederschläge oder kurzfristige Niederschlagsperioden können nur bis zu einer Tiefe von 50/60 cm verfolgt werden. Ab dieser Tiefe sind die Wassergehaltsschwankungen ausgeglichener und reagieren nur mehr auf längerfristige Witterungsbedingungen.

Außerhalb der Vegetationsperiode ergeben schon verhältnismäßig geringe Niederschlagsmengen ein erhebliches Ansteigen der Bodenfeuchtwerte auch in den tieferen sandigen Horizonten, während zur Zeit größerer Verdunstungsbeanspruchung der Niederschlag in den oberen Bodenhorizonten verbleibt und selbst oberflächennah nur ein geringes Ansteigen der Bodenfeuchte bewirkt. Die geringere sommerliche Infiltrationsrate dürfte, neben dem erhöhten Wasserverbrauch, einerseits auf die sinkende Permeabilität bei erhöhter Saugspannung zurückzuführen sein; andererseits bildet sich an der Horizontgrenze vom Lehm- zum Sandboden hängendes Kapillarwasser, welches die Infiltration bremst

und erst bei vergrößerter Last des Wasserpolsters durchgedrückt wird und sodann eine raschere Versickerung ermöglicht.

Insgesamt erweist sich dieser Standort als überraschend trocken. Ab 70 cm Tiefe, also im Bereich des schluffigen Sandes, wurde innerhalb der Beobachtungsperiode nicht einmal zur Zeit der größten Winterfeuchte ein Wert von 18 Vol % erreicht. Der darüber liegende geringmächtige bindigere Oberboden begann schon im Juni unter die 14 Vol %-Grenze abzutrocknen und erreichte diesen Wert nachhaltig, d.h. abgesehen von kurzzeitigen Durchfeuchtungen nach Niederschlägen, erst wieder im Oktober/November.

Die Feldkapazität wurde im Meßzeitraum nur zur Zeit der Winterfeuchte annähernd erreicht oder überschritten.

Herrschte zur Zeit der Winterfeuchte noch ein relativ hoher Feuchtegradient von etwa 22 - 32 Vol % im Oberboden zu 4 - 16 Vol % im darunter liegenden Sand, so verringerte sich der Feuchtegradient am trockensten Tag aller drei untersuchten Trockenperioden auf eine Feuchtedifferenz zwischen Ober- und Unterboden von etwa 5 Vol %.

Geht man von der Annahme aus, daß eine Verringerung der Produktionsleistung eintritt, wenn der Wassergehalt unter die Hälfte der nutzbaren Wasserkapazität (= Differenz zwischen Feldkapazität und permanentem Welkepunkt) absinkt, so kann für diesen Meßpunkt in allen drei Trockenphasen eine längerfristige Wuchsbeeinträchtigung infolge Wassermangels angenommen werden. Da die Oberkante des Schotterkörpers in einer Tiefe von 110 cm erreicht wird, sind die Möglichkeiten zur Erschließung des 2,5 - 3,2 m tief gelegenen Grundwassers beschränkt.

I/2 Preuwitz, Frische Pappelau

Die hier 95 cm tief liegende Schotterkörperoberkante ermöglichte einen Tiefen-Meßbereich von nur 30 - 70 cm.

Im Vergleich zur vorher beschriebenen Harten Au waren die Feuchteunterschiede innerhalb der einzelnen Bodenhorizonte geringer.

Im Jahresdurchschnitt blieben aber die oberen Horizonte (30 - 50 cm) noch immer etwas feuchter als die tiefer liegenden (60 - 70 cm) sandreicheren und tonärmeren Ablagerungen. Entsprechend sinkt auch die Feldkapazität von Werten über 30 Vol % in 30/40 cm Tiefe auf etwa 25 - 29 Vol % der tieferen Schichten ab, wobei die für Weiche Auen charakteristische geringe Horizontdurchmischung jedoch keinen stetigen Verlauf - je nach Bodenart des jeweiligen Horizontes - bewirkte.

Der Feuchtegradient bzw. die Feuchtedifferenz zwischen den feuchteren oberen und trockeneren tieferen Horizonten waren zu Zeiten größter Austrocknung und bei Erreichung bzw. Überschreitung der Feldkapazität unbedeutend. So trat während der beiden trockensten Perioden,

die innerhalb des Meßzeitraumes jeweils im Juli der Jahre 1976 und 1977 beobachtet wurden, im gesamten Profil eine Bodenfeuchte von 6 - 9 Vol % auf. Die Feldkapazität wurde in den Monaten Februar bis April 1977 für längere Zeit erreicht oder überschritten, wobei dann in dieser Zeit größter Wassersättigung der Wassergehalt im Meßprofil etwa zwischen 27 und 36 Vol % schwankte.

Die drei beobachteten Austrocknungsphasen (August bis Mitte Oktober 1975, Juni bis Juli 1976 und 1977) setzten etwa zur gleichen Zeit wie in der Harten Au bei Meßpunkt 1 ein, etwa 6 bis 7 Wochen nach Laubausbruch der Hybridpappeln. Zur Zeit der Austrocknungsphasen begann die Austrocknung in allen gemessenen Horizonten gleichzeitig, sodaß ebenfalls nur geringe Feuchtedifferenzen im Profilverlauf herrschten.

Ergiebige Niederschläge während der Austrocknungsphasen, verbunden mit Temperaturstürzen, können die Austrocknung verzögern oder kurzfristig unterbrechen, es trat dann eine gleichzeitige Befeuchtung des gesamten Meßprofils (30 - 70 cm Tiefenbereich) ein, deren Intensität aber von oben nach unten zu stark abnahm, sodaß eine Feuchtedifferenz zwischen oberen und tieferen Bodenhorizonten entstand.

Derselbe Feuchtegradient entwickelte sich auch zur Zeit der Befeuchtungsphasen (verstärkt einsetzend ab etwa Anfang bis Mitte Oktober) und hielt bis zur Wiederaustrocknung oder Wassersättigung aller Horizonte an. Die Winterfeuchte erreichte ihr Maximum in den Monaten Februar bis Mai, wobei 1977 - ähnlich wie bei Meßpunkt 1 - höhere Werte auftraten als im vorhergehenden Jahr.

Grundwasserspiegelschwankungen - insbesondere die im Abschnitt 4.3 beschriebene Grundwasseranhebung infolge der Stauwirkung - fanden noch im Bereich des hochanstehenden Schotterkörpers statt und waren ohne Einfluß auf die Bodenfeuchte des Meßprofils.

Das gleichzeitig in allen Horizonten eintretende starke Absinken der Bodenfeuchtwerte im Frühsommer weist diesen Standort als verhältnismäßig austrocknungsempfindlich aus.

Am 22. Juli 1976, als die Bodenfeuchtwerte vorübergehend unter 8 Vol % sanken, trat an 20 % der hier stockenden Hybridpappeln (21-jähriger *Populus missouriensis*-Bestand) Trockenlaubfall auf.

Am 25. Juli 1977 erreichte zwar die Bodenfeuchtigkeit ebenso niedere Werte, doch konnten ähnliche Trockenerscheinungen an hydrolabilen Vegetationselementen nicht beobachtet werden. Offenbar bewirkten geringere Lufttemperaturen (s. 14^h-Temperatur) auch eine geringere Verdunstungsbeanspruchung.

Innerhalb der Beobachtungsperiode konnten ein Absinken der Bodenfeuchtwerte unter die Hälfte der nutzbaren Wasserkapazität (s. Meßpunkt 1) und eine vermutete Wuchsbeeinträchtigung infolge Trockenheit in allen sommerlichen Trockenphasen registriert werden. Selbst

ergiebigere Niederschläge können in der Zeit höchster Evapotranspiration nur bis zu einer Tiefe von etwa 50 cm entscheidend diese Wasserverknappung unterbrechen oder mildern.

I/3 Prewitz, Trockene Pappelau

Hochanstehender Schotterkörper (Schotteroberkante 75 cm tief) und geringes Wasserspeichervermögen der grobsandreichen Auflandung lassen nur unausgeglichene Wasserversorgungsverhältnisse im Jahresablauf zu. Bei diesem Meßpunkt wurden zu den Zeiten der größten Austrocknung folgende geringste Bodenfeuchtwerte registriert:

Am 25. Juli 1977 sanken in 30 und 40 cm Tiefe die Feuchtwerte unter 6 Vol %; am 22. Juli 1976 sogar während einiger Tage unter 4 Vol % (!), wobei 1976 an allen hier stockenden Graupappeln und Grauerlen starke und zum Teil irreversible Welkeerscheinungen beobachtet werden konnten.

Die im Anschluß an diese Trockenperiode im Juli 1976 gefallenen Niederschläge bewirkten allerdings hier eine rasche und durchgreifende Durchfeuchtung, sodaß die Trockenphase im Vergleich zu den bisher beschriebenen Meßpunkten viel kürzer andauerte. Während also bei den Meßpunkten 1 und 2 erst ab Anfang Oktober 1976 ein entscheidender Anstieg der Bodenfeuchtwerte zu verzeichnen war, wurde die Feldkapazität des Sandes in 40 cm Tiefe schon Anfang August erreicht und bei anhaltenden Niederschlägen überschritten. Ebenso bewirkten die ergiebigen Niederschläge Ende Juli/Anfang August 1977 ein rasches Ansteigen der Bodenfeuchte von etwa 5 Vol % (Minimum am 25. Juli) auf 17 - 18 Vol % am 17. August. Starke Austrocknung sowie früh einsetzende volle Wassersättigung - unmittelbar nach Beginn einer Niederschlagsperiode - scheinen für die Trockene Pappelau charakteristisch zu sein. Einerseits setzt der Standort infolge geringer Wasserspeicherkapazität einer Austrocknung geringen Widerstand entgegen, andererseits bewirken hohe Durchlässigkeit, geringe Interzeption des lockeren Bestandes und geringe Evaporation der an den Trockenstandort angepaßten Vegetation (besonders nach irreversiblen Welkeschäden) eine raschere Wiederbefeuchtung.

Auf keinem anderen Meßpunkt reagierten die Bodenfeuchtwerte so empfindlich auf Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse. Ebenfalls sehr früh, bereits Dezember/Jänner, wurde der Maximalstand der Winterfeuchte mit Werten von 20 - 24 Vol % (Winter 75/76) bzw. 25 - 29 Vol % (Winter 76/77) erreicht.

Die hier in unmittelbarer Nähe des Stauraumes bedeutende Anhebung des Grundwasserspiegels blieb ohne Einfluß auf die Bodenfeuchte der für die Vegetation nutzbaren oberflächennahen Horizonte.

Die Pflanzenverfügbarkeit der gemessenen Wassermengen läßt sich an deren Verhältnis zur Feldkapazität gut abschätzen: Während in 30 cm

Tiefe die noch verhältnismäßig hohe Feldkapazität von 28,5 Vol % (humose Einlagerungen!) nur vereinzelt registriert werden konnte, wurde die sehr geringe Feldkapazität des in 40 cm anstehenden Grobsandes sehr häufig erreicht und im Durchschnitt der Beobachtungsperiode meist überschritten. Perioden mit wachstumsbeschränkender Wasserverknappung - entsprechend der halben nutzbaren Kapazität - traten mit absolut geringen Wassermengen zwar deutlich in allen drei beobachteten Trockenperioden auf, doch waren diese, gemessen am Zeitraum der gesamten Beobachtungsperiode, im Vergleich zu den bisher beschriebenen wasserhaushaltsmäßig günstiger zu beurteilenden Standorten, wesentlich kurzfristiger.

Diese im Jahresdurchschnitt zumeist gegebene günstige Wasserverfügbarkeit darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Wassergehaltswerte nur als Folge einer dem Standort angepaßten Vegetation mit nur geringem Wasserverbrauch erhalten bleiben.

II/4 Bärndorf, Feuchte Pappelau

Der Meßbereich umfaßt eine Profiltiefe von 30 100 cm; ab 130 cm wurde Schotter festgestellt.

Das Katastrophenhochwasser im Juli 1975, welches den Standort etwa 2,0 m hoch überflutete, bewirkte eine Befeuchtung aller Horizonte, die nach Abklingen des Hochwassers bis zur Winterfeuchte 1975/76 anhielt. Bei den bisher beschriebenen Meßpunkten war dagegen zwischen dieser sommerlichen Hochwasserwirkung und der Winterfeuchte eine deutliche Austrocknungsphase festzustellen. Zur Erklärung dieser Beobachtung können mehrere Gründe angegeben werden:

1. Ungehinderte Hochwasserwirkung im Bereich unterhalb des Kraftwerk-Stauraumes ermöglichte eine volle Sättigung aller Horizonte.
2. Der tonreiche Schluff verfügt über das höchste Wasserspeichervermögen aller untersuchten Meßstandorte (s. Abschn. 3, 4). Lediglich die sandigeren Horizonte ab 70 cm Tiefe können stärker austrocknen.
3. Tiefe und stromnahe Lage bewirkt einen gut zu beobachtenden Einfluß des Grundwassers auch auf die Bodenfeuchte des Meßprofils.

Die starke Evapotranspiration des dicht mit anspruchsvollen Vegetationselementen besiedelten Standortes reichte also in der Zeit zwischen Juli-Hochwasser 1975 und Winterfeuchte 75/76 nicht aus, um ein Absinken der Wassergehalte der Bodenzonen zwischen 30 und 80 cm unter die Feldkapazität zu bewirken. Eine im August 1975 beginnende Austrocknung der tieferen Sandhorizonte wurde durch Grundwasseran-

stieg (Max. 30. August 1975) unterbrochen und setzte sich erst wieder Mitte September - verbunden mit der winterlichen Grundwasser-senkung fort.

Etwa Mitte Juni 1976 waren wieder alle Horizonte des Meßprofils infolge ergiebigerer Niederschläge und höheren Grundwasserstandes mit über 38 Vol % Wassergehalt gesättigt.

Ab Juli 1976 ist nun erstmals eine stärkere Austrocknungsphase zu beobachten, die im Vergleich zu austrocknungsempfindlicheren Standorten völlig andere Merkmale aufweist:

Die niederschlagsarme, sehr warme Periode im Juli 1976, die zur Zeit ihres Abschlusses am 22. Juli 1976 an den bisher beschriebenen Meßstellen empfindliche Austrocknung - verbunden mit mehr oder wenig starken Trockenschäden an der Vegetation - verursachte, zeigte hier im tonigen Oberboden bis 60 cm Tiefe nur geringe Wirkung. Die (hohe) Feldkapazität wurde vorübergehend nur knapp unterschritten und nach Einsetzen der Niederschläge (Ende Juli 1976) sofort wieder erreicht und überschritten. Überraschend ist das viel deutlichere Absinken der Bodenfeuchtwerte des Oberbodens zu Mitte September 1976, als in 30 cm Tiefe - im durchwegs feuchtesten Horizont - mit einem Wassergehalt von 26 Vol % die größte Trockenheit innerhalb der Beobachtungsperiode registriert wurde.

Bei den bisher beschriebenen Meßstellen wurden im September 1976 bereits deutlich höhere Feuchtwerte gemessen als während der Hitzeperiode im Juli. Das bedeutet, daß dieser Standort einer Feuchten Pappelau aufgrund seines ausgezeichneten Wasserspeichervermögens - im Gegensatz zu den austrocknungsempfindlicheren Standorten - auf Perioden mit intensiver, aber kurzzeitiger Verdunstungsbeanspruchung viel weniger empfindlich reagiert und eher den Rhythmus der längerfristigen, vegetationszeitabhängigen Evapotranspiration widerspiegelt. Einzelniederschläge und Temperaturspitzen beeinflussen die Bodenfeuchtwerte - im Gegensatz zur Trocken Pappelau nur unwesentlich. Weiters muß berücksichtigt werden, daß hier die Vegetation die Trockenperiode im Juli 1976 ohne Welkeschäden überdauerte und daher die bis zum Ende der Vegetationsperiode mögliche volle Transpirationsleistung erst im September zum größten Wasserverlust führte.

Ab Mitte September 1976, ca. 14 Tage vor Beginn des Laubfalls der hier stockenden Pappeln und Weiden, begann die Wiederanfeuchtung des Oberbodens (bis 60 cm Tiefe) zum Winterfeuchtezustand, der in der zweiten Novemberhälfte mit Überschreitung der Feldkapazität erreicht war. Im sandigen Unterboden, der in der Zeit von August bis November 1976 in 1 m Tiefe auf etwa 5 - 8 Vol % abgetrocknet war, begann diese Wiederbefeuchtung erst zögernd ab Anfang November 1976; im Februar 1977 trat - bei anhaltendem Grundwasseranstieg-plötzlich eine völlige Durchtränkung ein.

Ab Februar bis etwa Ende Mai 1976 waren alle Horizonte mit über 38 Vol % gesättigt. Ab Ende Mai 1976 entwickelte sich im Unterboden - im tonreichen Oberboden erst mit entsprechender Verzögerung - die sommerliche Austrocknungsphase, wobei am 25. Juli 1976 dem Höhepunkt der sommerlichen Austrocknung dieses Jahres - die Feldkapazitätswerte des Oberbodens nur um 5-15 Vol % unterschritten wurden.

Das nachher diesen Standort überflutende Hochwasser hatte bis zum Ende der Beobachtungsperiode (13. September 1976) wiederum die volle Wassersättigung aller gemessenen Horizonte zur Folge.

Selbst bei Berücksichtigung eines höheren Anteils gebundenen Wassers in der Tonfraktion ist bei den gemessenen Wassergehalten zu keiner Zeit der Beobachtungsperiode im Oberboden eine wachstumsbeschränkende Wasserverknappung anzunehmen.

Der sandigere Unterboden (ab etwa 60/70 cm) dagegen kann bei tieferem Grundwasserstand und ausbleibendem Hochwasser gegen Ende der Vegetationsperiode empfindlich austrocknen.

II/5 Bärndorf, Frische Weidenau

Die Feuchtelinien zeigen im Profilverlauf, entsprechend der noch stark ausgeprägten schichtweisen Wechsellagerung unterschiedlicher Bodenarten, eine deutliche horizontale Zonierung:

Von 30 - 70 cm Tiefe steht ein tonhaltiger Schluff mit nur geringem Feinsandanteil an, der mit einer Feldkapazität von etwa 33 - 40 Vol % hohes Wasserspeichervermögen besitzt. Diese Zone weist im überwiegenden Teil des Jahresganges hohe Wassergehalte auf; nur jeweils im Juli 1976 und 1977 sanken auch dort die Wassergehalte verhältnismäßig kurzzeitig unter die Feldkapazität ab.

In 90 cm Tiefe ist scharf abgegrenzt Grobsand zwischengelagert, dessen Wassergehalt in hochwasserfreien Zeiten innerhalb der Vegetationsperiode nur etwa zwischen 15 und 25 Vol % schwankte.

Auch bei diesem Meßpunkt hielt im schluffreichen Oberboden die Wassersättigung nach der Überflutung im Sommer 1975 bis zur Winterfeuchte 1975/76 an. Ähnlich der Feuchten Pappelau bewirkte das Hochwasser Ende Juli/Anfang August 1976 eine bis zum Ende der Beobachtungsperiode andauernde Wassersättigung im Oberboden.

Im Gegensatz zur Feuchten Pappelau reichte hier der Einfluß des Grundwassers in hochwasserfreien Perioden nicht mehr in den beobachteten Profilverbereich. Selbst Grundwasserspiegelspitzenwerte von nur 2,0 m Tiefe (s. 5. Juni 1976) beeinflussen die Feuchtigkeit in 1,10 m Tiefe nicht.

Insgesamt erweist sich dieser Meßpunkt hinsichtlich seines Wasserhaushalts als ziemlich ausgeglichen:

Die Wassergehaltsschwankungen innerhalb der scharf abgesetzten Zonen sind gering. Zu Zeiten stärkster Austrocknung sanken die Wassergehalte im Oberboden nicht unter 18 Vol %, im Grobsand nicht unter 14 Vol %. Zu keiner Zeit innerhalb der Beobachtungsperiode ist mit Wasserverknappung zu rechnen, da selbst die geringeren Wassergehalte im Sand leicht pflanzenverfügbar sind.

II/6 Bärndorf, Frische Harte Au

Im Profil können während des gesamten Meßzeitraumes vier deutlich voneinander abgegrenzte Horizonte mit unterschiedlichen Wassergehalten beobachtet werden:

1. Der Oberboden wird von einer - für die Harte Au typischen - Aulehmdecke gebildet, bestehend aus tonreichem, sandigem Schluff mit gutem Wasserspeichervermögen. Dieser Oberbodenhorizont war jederzeit der feuchteste Horizont des untersuchten Profilsbereiches. Ein Absinken der Wassergehalte dieses Horizontes unter die Feldkapazität erfolgte nur in niederschlagsärmeren Perioden der Sommermonate, wobei Feuchtwerte von 20 Vol % nicht unterschritten wurden. Zu keiner Zeit sank die Bodenfeuchte unter den halben Wert der Feldkapazität.

Niederschläge bewirkten eine sehr rasche und anhaltende Durchfeuchtung dieses Horizontes.

Eine feuchtere winterliche Periode ("Winterfeuchte") tritt im Jahresgang nicht hervor, da auch in den Sommermonaten sehr häufig die gleichen Feuchtwerte erreicht wurden.

2. Ab 60 - 90 cm Tiefe folgt ein Übergangshorizont der nach unten zu immer trockener wird. Der sandige Schluff geht allmählich in tonarmen Sand über, dessen Feldkapazität in 80 cm Tiefe nurmehr 12,2 Vol % beträgt. Die Wassergehalte in diesem Horizont schwankten zwischen etwa 7 und 29 Vol %, wobei die Maximalwerte nur im Winterhalbjahr bzw. zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode, die Minimalwerte in den drei charakteristischen Trockenperioden des Beobachtungszeitraumes auftraten.

Der Jahresgang der Feuchtelinien folgt der jahreszeitlichen Rhythmik mit deutlich ausgeprägter Winterfeuchte, während die Einflüsse kurzfristiger Witterungsabläufe nur mehr sehr schwach bemerkbar sind.

3. In 100 - 120 cm Tiefe wurde eine ausgeprägte Trockenzone registriert. Die Wassergehalte schwankten nur zwischen 4 und 14 Vol %. Die Maximalwerte wurden nur für kurze Zeit im Winterhalbjahr erreicht; im Verlauf des übrigen Jahres sind die tieferen Werte häufiger.

Die in dieser Trockenzone ganzjährig vorherrschenden geringen Wassergehalte wurden im darüber liegenden Übergangshorizont nur in ausgeprägten Trockenperioden beobachtet.

Im Jahresgang sind die jahreszeitlich bedingten Feuchteschwankungen nur mehr schwach abgebildet.

4. Ab 120 cm Tiefe folgt dann wieder ein im Durchschnitt feuchterer Horizont, der mit deutlicheren längerfristigen Feuchteänderungen hinsichtlich der Wasserhaushaltscharakteristik der beschriebenen Übergangszone ähnlich ist.

In hochwasserfreien Perioden konnte kein direkter Zusammenhang zwischen den tief im Schotterkörper registrierten Grundwasserbewegungen und den Feuchtwerten der tiefsten Meßhorizonte festgestellt werden.

Eine Beurteilung des Standorts hinsichtlich seines Wasserhaushalts muß die unterschiedlichen Feuchtemerkmale der Horizonte berücksichtigen. Während im Oberboden - im Bereich der Aulehmdecke - für die Dauer der gesamten Beobachtungsperiode immer verfügbares Wasser in ausreichender Menge enthalten war, trat in den tieferen Sandhorizonten sehr bald empfindliche und langanhaltende Wasserverknappung ein.

In 110 cm Tiefe wird dann eine Trockenzone erreicht, in der während der Vegetationsperiode Wassergehalte unter 6 Vol % vorherrschen. Erst nach Überwindung dieser stets trockenen Zone finden die Wurzeln wieder etwas feuchtere Schichten vor.

An der Vegetation konnten keine Trockenschäden beobachtet werden.

II/7 Bärndorf, Lindenau

Aufgrund des tiefliegenden Schotterkörpers (Schotteroberkante bei 240 cm Tiefe) konnte das Meßprofil bis knapp über 2,0 m Tiefe angelegt werden. An diesem Standort, der die höchstgelegenen Auwaldentwicklungsstadien repräsentiert, sind wieder ausgeprägtere Trockenperioden zu beobachten, die jedoch auch je nach der Bodenart bzw. Wasserspeicherkapazität der Horizonte unterschiedlich ausgebildet sind.

Der oberflächlich anstehende sandige Schluff wird nach unten zu zunächst etwas bindiger, ab 60 cm Tiefe tritt die Sandkomponente stärker in den Vordergrund und darunter ist bis zur Schotteroberkante ein tiefgründiger Horizont aus durchlässigem Material abgelagert, der nur in wenigen Schichten ein etwas besseres Wasserspeichervermögen aufzuweisen scheint.

Entsprechend dieser Korngrößenverteilung herrschte über den gesamten Beobachtungszeitraum in etwa 60 cm Tiefe stets die größte Feuch-

tigkeit. Selbst nach ausgiebigen Niederschlagsperioden wurden im Oberboden fast immer geringere Wassergehalte registriert als in der 60 cm tief gelegenen bindigeren Zone. Niederschlagsperioden bewirkten zwar ein verhältnismäßig stärkeres Ansteigen der Feuchtwerte im Oberboden, doch lassen die noch deutlich zu beobachtenden Feuchteanstiege nach Niederschlägen in 60 cm Tiefe auf eine gute Durchlässigkeit des Oberbodens schließen.

Unterhalb dieses bindigeren Horizontes (etwa ab 80 cm Tiefe) wirken sich Niederschlagsperioden in den Feuchtwerten nicht mehr aus. Profilbereiche mit unterschiedlichem Wasserspeichervermögen sind auch gut an den Auswirkungen des Katastrophenhochwassers Anfang Juli 1975 erkennbar, welches diesen Meßpunkt ca. 20 cm hoch überflutete.

Während Anfang August, also 4 Wochen später, die Profiltiefen von 110/120 sowie 180 cm bereits auf 6 - 7 Vol % abgetrocknet waren, behielt die Profiltiefe von 160 cm noch etwa 20 Vol % Wasser, während gleichzeitig die bindigere Zone in 60 cm mit über 38 Vol % noch immer volle Wassersättigung aufwies. Dieser Horizont trocknete bis zum Eintritt der Winterfeuchte 1975/76 auch nicht mehr aus. Daß die Wasserreserven des nur wenige Dezimeter mächtigen Lehmbandes bei längerem Andauern niederschlagsarmer Sommertage jedoch bald erschöpft sein müssen, zeigt die rapide Abnahme der Wassergehalte ab Mitte Juni 1976, wo innerhalb von 6 Wochen der Wassergehalt von über 38 Vol % (über Feldkapazität) auf 14 Vol % (etwa halber Wert der Feldkapazität) sank.

Der darüber liegende leichte Oberboden war zu diesem Zeitpunkt mit Feuchtwerten um etwa 8 Vol % schon erheblich stärker ausgetrocknet. Die Trockenheit des Oberbodens konnte auch durch die dann anschließend Ende Juli/Anfang August 1976 einsetzenden ergiebigen Niederschläge kaum gemildert werden; es blieben die dort registrierten Feuchtwerte bis etwa Ende September 1976 weit unter dem halben Wert der Feldkapazität, sodaß für den Oberboden wachstumsbeschränkende Wasserverknappung angenommen werden kann.

Trotzdem wurden keine Trockenschäden an der Vegetation beobachtet; offenbar reichte die Wasserkapazität des darunter liegenden Lehmbandes, welches auf die Niederschläge mit Anfeuchtung über den halben Wert seiner Feldkapazität reagierte, zur Aufrechterhaltung des Turgors aus.

Erst Ende September - etwa zu Beginn des Laubfalls des Graupappelbestandes setzte in Profilbereichen bis 80 cm Tiefe die Wiederbefeuchtung ein. Im Juni 1977 vollzog sich die Austrocknung dieses Profilschnittes in ähnlicher Weise wie 1976.

Das Hochwasser Ende Juli/Anfang August 1976, welches in den Weichen Auen dieses Meßbereiches für eine durchdringende Bewässerung sorgte, erreichte diesen Standort - ebenso wie die Harte Au (Meß-

punkt 6) - nicht. In den mächtigen, trockeneren Ablagerungen ab 80 cm Tiefe traten, abgesehen von einer etwas besser wasserversorgten Zone in 160 cm Tiefe, außer zur Zeit des Hochwasserereignisses 1975 keine wesentlichen Feuchteänderungen auf.

Ob die in 2 m Tiefe registrierte stärkere Bodenfeuchte auf Tagwasserstau einer darunter liegenden dichteren Schichte oder bereits als Grundwassereinfluß gewertet werden muß, ist fraglich.

Bemerkenswert für diesen Meßpunkt ist, daß fast der gesamte für die Vegetation maßgebliche Feuchtebereich auf die obersten 80 cm dieses mächtigen Profiles beschränkt ist. Die darunter liegenden Horizonte spielen für die Wasserversorgung, zumindest für Zeiten erhöhten Verbrauchs, nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Ferner ist zu beachten, daß die oberflächlich feststellbare Trockenheit - erkennbar am Auftreten von flachwurzelnden Trockenanzeigern in der Bodenvegetation - keinen verlässlichen Hinweis auf den Wasserhaushalt des Gesamtprofils gibt.

Ergänzend sei jedoch bemerkt, daß die hier am Meßpunkt festgestellte Zwischenlagerung eines bindigeren Horizontes für die Lindenau nicht allgemein charakteristisch ist. Es muß deshalb angenommen werden, daß bei Fehlen solcher Lehmhorizonte ungünstigere Wasserhaushaltsverhältnisse herrschen.

III/8 Kronau, Frische Weidenau

Grundwassernähe, Überschwemmungen und hohes Wasserspeichervermögen in überwiegenden Profilibereichen gewährten während des gesamten Beobachtungszeitraumes stets ausreichende Wasserversorgung. Im Profilibereich von 30 - 70 cm Tiefe traten stärkere Wassergehaltsverminderungen nur nach längerfristigen niederschlagsärmeren Perioden in den Sommermonaten auf, die jedoch nicht zu Wasserverknappung führten.

Kurzfristige Trockenperioden oder eine Reihe von niederschlagsfreien heißen Tagen verringerten die Wassergehalte nur unwesentlich.

Der Sandhorizont ab 80/90 cm Tiefe dagegen hatte im Beobachtungszeitraum mehrere stärkere Austrocknungsphasen, doch schon ab etwa 100/110 cm Tiefe sorgte das nahe Grundwasser für ständige Durchfeuchtung. Jedes Hochwasserereignis bewirkte an diesem stromnahen Standort eine sofortige Durchtränkung aller Horizonte.

Für diesen Meßpunkt ist zu keinem Zeitpunkt der Untersuchungsperiode wachstumshemmende Wasserverknappung anzunehmen.

III/9 Kronau, Frische Pappelau

Der schluffige Sand des grauen Aubodens besitzt nur geringes Wasser-

speichervermögen, so überrascht es nicht, daß im Durchschnitt nur geringe Feuchtwerte auftraten und das gesamte Meßprofil in Zeiten erhöhten Wasserverbrauchs stark austrocknete.

Im Profilverlauf wechseln in enger Folge Horizonte mit unterschiedlicher - im allgemeinen aber geringer - Feldkapazität. Die geringmächtigen Schichten mit höherem Speichervermögen (am stärksten in 80 cm Tiefe ausgeprägt) wiesen jedoch nur außerhalb oder am Beginn der Vegetationsperiode sowie unmittelbar nach Hochwasserereignissen gegenüber den benachbarten Zonen höhere Feuchtwerte auf.

Bei sommerlicher Austrocknung des Profils waren die Wasserreserven der bindigeren Horizonte bald erschöpft, sodaß sie am Verlauf der Feuchtelinien kaum mehr erkenntlich sind.

Das Juli-Hochwasser 1975, welches diesen Meßpunkt ca. 1,8 m hoch überflutete, war für die Bodenfeuchte nur vorübergehend von Bedeutung. Schon Anfang August 1975 waren die Wassergehalte auf etwa 7 - 19 Vol % und damit zum Teil erheblich unter die Werte der Feldkapazität abgesunken.

Die sommerlichen Austrocknungsphasen setzten bald nach Laubentfaltung, etwa schon Anfang Mai, ein. 1976 wurde die beginnende Austrocknungsphase durch die ergiebigen Niederschläge Ende Mai/Anfang Juni unterbrochen. Die Austrocknung umfaßte alle Horizonte des Meßprofils gleichzeitig, wobei sich die ganzjährige Trockenheit der tieferen Horizonte (ab etwa 100 cm) - mit Werten von weniger als 14 Vol % sehr rasch bis zur Oberfläche ausbreitete.

Am 22. Juli 1976, als die Feuchtigkeit mit Werten zwischen etwa 5 und 15 Vol % teilweise unter den halben Wert der Feldkapazität mehrerer Horizonte sank, konnte Trockenlaubfall an einzelnen hier stokkenden Hybridpappeln beobachtet werden. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß am 25. Juli 1977 trotz regelmäßiger Niederschläge noch geringere Feuchtwerte (zwischen 3 und 9 Vol %) als im Juli 1976 auftraten, ohne Laubfallreaktionen an den Hybridpappeln auszulösen. Diese Trockenphase wurde durch Überflutung Ende Juli 1977 beendet. Ergiebige Niederschläge können bis in Profiltiefen von etwa 60/90 cm verfolgt werden, wobei sowohl die Eindringtiefe als auch die Stärke des Ansteigens der Bodenfeuchte in Zeiten höheren Wasserverbrauchs im allgemeinen geringer war als außerhalb der Vegetationsperiode. Ein Grundwassereinfluß ist auch am tiefsten Horizont des Profils (in 110 cm Tiefe) noch nicht feststellbar. Wuchsleistungsbeschränkende Wasserverknappung ist für die beiden Trockenperioden im Juli der Jahre 1976 und 1977 anzunehmen.

III/10 Kronau, Frische Harte Au

Die Aulehmdecke in 30 - 60 cm Tiefe aus tonreichem Schluff besitzt hohes Wasserspeichervermögen, wobei das Maximum der Feldkapazität

in 60 cm Tiefe registriert wurde. Darunter ist tiefgründiger Sand mit nur geringer Feldkapazität abgelagert. Bedeutendere Wassergehaltsschwankungen beschränken sich daher auf den Bereich der Aulehmdecke; ab 80 cm Tiefe ist der Verlauf der Feuchtelinien mangels entsprechendem Speichervermögens ausgeglichen. Während in der Aulehmdecke die Wassergehalte von der vollen Sättigung (über 38 Vol %) bis zu 9 Vol % bei Austrocknung schwankten, so schwankte im Sand der Feuchtegehalt zwischen 3 und maximal 11 Vol %. In Zeiten erhöhten Wasserverbrauchs sanken die Wassergehalte des Sandes ab 80 cm Tiefe sehr bald unter 6 Vol %, sodaß der Wasserbedarf der Vegetation nahezu allein aus dem Bereich der Aulehmdecke geschöpft werden mußte, sofern die Baumwurzeln den Einflußbereich des Grundwassers noch nicht erreicht hatten. Der Horizont mit größter Wasserspeicherkapazität wird im Feuchteprofil durch jenen Bereich angezeigt, in dem die Speicherung der Winterfeuchte am frühesten einsetzte und im Frühsommer die gespeicherten Wassermengen am spätesten erschöpft waren.

Nachdem die oberflächennahen Bereiche der Aulehmdecke hier etwas sandiger sind als etwa in 60 cm Tiefe, trocknete die Oberfläche auch immer etwas früher und stärker ab. Nur nach ausgiebigeren Niederschlägen wurden in oberflächennahen Bereichen der Aulehmdecke höhere Feuchtwerte gemessen als in den tieferen. Der Einfluß der Niederschlagstätigkeit auf das Feuchteprofil der Aulehmdecke drückte sich auch im unterschiedlichen Verlauf der Befeuchtungsphasen jeweils am Ende der Vegetationsperioden 1975 und 1976 aus: Die verhältnismäßig geringen Niederschläge zum und nach Abschluß der Vegetationsperiode 1975 bewirkten in oberflächennahen Bereichen gegenüber tieferen Zonen der Aulehmdecke eine nur zögernde Anfeuchtung zum vollen Wert der Winterfeuchte, der erst in der zweiten Maihälfte erreicht wurde. Im Gegensatz dazu wurde im Herbst 1976 der Maximalwert der Winterfeuchte in 30 cm Tiefe nach anhaltenden ergiebigen Niederschlägen schon im November erreicht.

Der Einfluß der Niederschläge auf die Bodenfeuchte tieferer Schichten ist stark von der Jahreszeit abhängig: Während zu Zeiten hohen Wasserverbrauchs Auswirkungen von Niederschlägen schon oftmals ab 30/40 cm Tiefe nicht mehr registriert werden konnten, so drangen vergleichbare Regenmengen im Winterhalbjahr durch die gesamte Aulehmdecke bis zum Sandhorizont hinunter.

Die charakteristische Hitzeperiode im Juli 1976 führte zu keinen Welkeschäden; in der Aulehmdecke unterschritten zu dieser Zeit die Feuchtwerte nur kurzfristig die halben Werte der Feldkapazität.

Das Hochwasser Ende Juli/Anfang August 1977 erreichte diesen Standort der Harten Au nicht, obwohl der Meßpunkt ca. 40 cm tiefer liegt als der gleichzeitig völlig überschwemmte - nur wenige 100 m entfernte - Meßpunkt 9 der Frischen Pappelau. Ein stromwärts vorge-

lagerter Uferwall als Treppelweg befestigt - verhinderte das Eindringen des Hochwassers. Eine später einsetzende Überflutung infolge Rückstaus trat wegen der Kurzfristigkeit dieses Hochwasserereignisses nicht ein. Die durch das Hochwasser ausgelöste kurzfristige Grundwasseranhebung erreichte das Meßprofil nicht.

Durch den fehlenden Hochwassereinfluß wurde die sommerliche Austrocknungsperiode 1977 hier nicht, wie bei den übrigen Standorten der Weichen Auen dieses Meßbereiches, unterbrochen, sodaß bis zum Ende der Beobachtungsperiode die beträchtliche Wasserverknappung anhielt.

Selbst Starkregenperioden (s. Abb. 2 vom 25. Juli bis 6. August 1977) bewirkten keine entscheidende Befeuchtung der Aulehmdecke.

Wuchsleistungsbeschränkende Wasserverknappung für hydrolabile Baumarten ist daher innerhalb des Beobachtungszeitraumes auf diesem Meßpunkt nur während der sommerlichen Trockenperiode 1977 zu vermuten.

6 DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Kein Meßpunkt gleicht während der Beobachtungsperiode hinsichtlich seiner Wasserhaushaltscharakteristik einem anderen.

Selbst Meßpunkte innerhalb gleicher Standortseinheiten können je nach physikalischen Bodeneigenschaften, Profilmächtigkeit, Möglichkeit von Hochwassereinwirkung, Grundwassernähe, Art der Vegetation, etc., gleichzeitig völlig verschiedene Feuchtwerte annehmen.

Das Wasserspeichervermögen erweist sich als hervorstechendster Faktor, der am deutlichsten das Wasserregime der Meßpunkte steuert.

Horizonte mit hoher Speicherkapazität treten vor allem in der Feuchten Pappelau (Meßpunkt 4), weiters in den Frischen Weidenauen (Meßpunkte 5, 8) sowie in der Aulehmdecke der Harten Auen (Meßpunkte 1, 6, 10) auf.

Das bedeutet, daß die Feuchten Pappelauen und die Frischen Weidenauen, die durch Grundwassernähe und häufige Überschwemmung hinsichtlich ihres Wasserhaushalts begünstigt sind, durch hohe Speicherkapazität das reichlich angebotene Wasser auch gut speichern können. Es traten an diesen Meßpunkten auch niemals Trockenperioden auf, die auf wachstumshemmende Wasserverknappung schließen ließen.

Eher ist - besonders in der Feuchten Pappelau - in bindigen Horizonten Verarmung an Bodenluft als wachstumsbegrenzender Faktor anzunehmen.

nehmen, da das schon bei Feldkapazität herrschende geringe Luftvolumen durch Ansteigen der Wassergehalte über die Feldkapazität noch mehr verkleinert wird. Doch sind auch bei diesen feuchten Standorten im Profilverlauf immer sandige Horizonte angeschnitten worden, die selbst in Feuchtephasen (ausgenommen Durchtränkung mit Hochwasser) stets für ausreichenden Bodenluftgehalt sorgen.

In den Harten Auen wird der Wasserbedarf hauptsächlich aus dem Bereich der Aulehmdecke geschöpft, deren Mächtigkeit und Speicherqualität sich für die Standortsgüte als entscheidend herausstellt, da die tiefer liegenden Sandhorizonte besonders in der Vegetationsperiode nur geringe Wassergehalte aufweisen.

Der Verlauf der Feuchtelinien im Jahresgang zeigt jedoch, daß in Trockenperioden die Wasservorräte der Aulehmdecke bald erschöpft sein können, wobei eine starke Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlags(bzw. Interzeptions-)verhältnissen erkennbar ist.

Die drei untersuchten Meßpunkte der Harten Au sind bezüglich des Wasserhaushalts nicht gleichwertig. Besonders die Harte Au in Preuwitz (Meßpunkt 1) erweist sich gegenüber den beiden anderen Meßpunkten 6 und 10, trotz annähernd vergleichbarer Speicherkapazität der Aulehmdecke, als wesentlich trockener. Als Ursache für diese auffällige Unterlegenheit von Meßpunkt 1 bietet sich vor allem folgender Erklärungsversuch an:

Am Meßpunkt 1 trafen infolge hoher Interzeption (25,4 % im Sommerhalbjahr 1. April - 28. September 1976, s. Tab. 2) unter dem dichten Traubenkirschen - Grauerlen - Nebenbestand (s. Vegetationstabelle) im Vergleichszeitraum Sommerhalbjahr 1976 gegenüber den beiden Vergleichspunkten um rund 17 bzw. 23 % weniger Niederschlagsmengen auf. (Die noch größere Interzeption am Meßpunkt 4 - Feuchte Pappelau ist infolge des dort günstigeren Wasserhaushalts ohne Bedeutung).

Infolge des fehlenden Wassernachschubs aus tieferen Horizonten sind gerade diese Niederschlagsunterschiede in den Endgesellschaften für die Feuchteverhältnisse oberer Bodenhorizonte sehr bedeutsam. Ferner ist auffallend, daß die Aulehmdecke vom Meßpunkt 10, trotz besserer Wasserspeicherkapazität, eher durch Austrocknung gefährdet ist als der entsprechende Horizont bei Meßpunkt 6. Beim Meßpunkt 10 fehlt aber auch ein Übergangshorizont, der bei Meßpunkt 6 zwischen Aulehmdecke und Trockenzone zwischengelagert ist und eine zu rasche Abtrocknung offenbar verhindert.

In den Frischen Pappelauen (Meßpunkte 2, 9) treten innerhalb des Profils nicht so starke Schwankungen im Speichervermögen auf, sodaß die Feuchtedifferenzen innerhalb der Horizonte besonders in Trockenphasen - wesentlich geringer sind. Die sommerliche Austrocknung erfaßt immer alle Horizonte gleichzeitig und gleichmäßig,

da die etwas höheren Wasservorräte in Horizonten höherer Speicherkapazität sehr bald erschöpft sind.

Zonen mit höherem Wasserhaltevermögen treten nur in Befeuchtungsphasen während und unmittelbar nach der Vegetationsruhe sowie kurz nach Durchtränkung mit Hochwasser deutlich feuchter als ihre Umgebung hervor.

In der untersuchten Lindenau (Meßpunkt 7) ist innerhalb des mächtigen Profils der für die Vegetation entscheidende wasserführende Bereich auf die obersten 80 cm beschränkt. Infolge oberflächlicher Überbandung entstehen in den obersten Bodenzonen stets stärkere Austrocknungen als in einer tiefer gelegenen schmalen Lehmzone, dessen höherer Wassergehalt in Zeiten erhöhten Wasserverbrauchs jedoch ebensobald erschöpft ist. Der geringmächtige sorptionschwache Boden der Trocken Pappelau leistet gegenüber Austrocknung nur sehr geringen Widerstand.

Einwirkungen des Grundwassers auf die Feuchtigkeit der durch die Messung erfaßten Profilbereiche waren selten zu beobachten. Lediglich in der Feuchten Pappelau (Meßpunkt 4) und in der Frischen Weidenau in Kronau (Meßpunkt 8) konnte in hochwasserfreien Perioden ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Grundwasserspiegelschwankungen und davon ausgelösten Wassergehaltsänderungen im Meßprofil festgestellt werden. In den meisten Fällen vollziehen sich die Grundwasserschwankungen im Bereich des Schotterkörpers, wo infolge mangelnder Feinporen die Ausbildung einer Kapillarzone verhindert wird.

Da nur wenige Baumarten in der Lage sind, die grundwasserfreien trockenen Schotterlagen zu durchwurzeln, sind die erhobenen Grundwasserspiegelschwankungen für höher gelegene Standorte von geringer Bedeutung. Es dürfen daher auch die durch die Kraftwerkserrichtung erreichten längerfristigen Grundwasserspiegelveränderungen in ihrer Wirkung auf die Bodenfeuchte und damit auf die Wuchsleistung grundwasserferner Standorte nicht überschätzt werden.

Die Überschwemmungshäufigkeit dagegen erweist sich für die Standortsgüte als ein wesentlich wichtigerer Faktor.

Endgesellschaften - also Harte Auen und Lindenau - wurden im Beobachtungszeitraum nur vom Katastrophenhochwasser im Juli 1975 erreicht, wobei dadurch die sommerliche Trockenphase je nach Speicherkapazität des Bodens - für mehr oder weniger lange Zeit unterbrochen oder überhaupt beendet wurde. Die übrigen Hochwasserereignisse erbrachten entweder zu geringe oder zu kurze Wasserstandsanstiege, sodaß die entweder höher gelegenen oder durch Uferwälle abgeschirmten Endgesellschaften nicht betroffen waren.

In den Weichen Auen dagegen führten auch die mittleren und kleineren Hochwässer häufig zu Unterbrechungen sommerlicher Trocken-

perioden. So bewirkte das Hochwasser im Juli/August 1977 an allen Meßpunkten der Weichen Auen in den Meßbereichen Bärndorf und Kronau (Meßpunkte 4, 5, 8, 9) die Unterbrechung der sommerlichen Trockenperiode 1977, die bis zum Ende der Beobachtungsperiode (Mitte September) andauerte.

Bei den tiefer gelegenen Meßpunkten 4 und 8 sorgte auch das unbedeutendere Hochwasser im Juni 1976 für völlige Sättigung aller Horizonte.

Gleichzeitig blieben im Meßbereich Preowitz auch die Standorte der Weichen Auen von den Hochwasserereignissen 1976 und 1977 völlig unbeeinflusst. Das bedeutet also, daß die wuchsleistungsbeschränkenden Trockenperioden dieser Jahre im Bereich der Weichen Auen zwar unterhalb, nicht aber oberhalb des Kraftwerks durch Überschwemmung unterbrochen wurden.

Versucht man eine abschließende Wertung der Standortsgüte in Bezug auf Wuchsleistung in Abhängigkeit vom Wasserhaushaltsregime der untersuchten Meßpunkte, so ergibt sich etwa folgende Reihung:

Die Standorte der Feuchten Pappelau und der Frischen Weidenau (Meßpunkte 4, 5, 8) gestatteten während des gesamten Beobachtungszeitraumes ungehinderten Wasserverbrauch. Die Wassergehalte reagieren auf kurzfristige intensive Trocken- oder Hitzeperioden nur wenig; deutlicher drücken sich längerfristige Perioden mit anhaltend hohem Wasserverbrauch durch allmähliche Verringerung der Feuchtwerte aus, ohne daß sich die Wasserreserven dabei völlig erschöpften.

In bindigen Horizonten herrscht überwiegend Luftarmut, doch wurden an den Meßpunkten stets Sandhorizonte mit hohem Anteil an Grobporen gefunden, die in hochwasserfreien Zeiten für ausreichende Durchlüftung sorgen.

Die Standorte der Frischen Pappelauen (Meßpunkte 2, 9) erweisen sich als relativ austrocknungsempfindlich.

Nicht nur längerfristige Perioden mit anhaltend hohem Wasserverbrauch, sondern auch kurzfristige extreme Trocken- bzw. Hitzeperioden führen zu entscheidenden Wassergehaltsverringern.

Im Profilverlauf fehlen Horizonte mit ausgeprägt guten Wasserspeichereigenschaften, sodaß in Austrocknungsphasen das gesamte Meßprofil ziemlich gleichmäßig und empfindlich abtrocknet.

Ergiebige Niederschläge können die Austrocknung verzögern oder kurzfristig unterbrechen, doch betreffen diese Wassergehaltsanstiege nur den oberen Profilbereich.

Nur die Überschwemmungen bewirken anhaltende wirksame Befeuch-

tungen, die gerade in Zeiten sommerlicher Wasserverknappung häufiger auftreten und bis zum Einsetzen der Winterfeuchte für ausreichende Wassergehalte sorgen.

Diese durch Hochwasser verringerte Austrocknungshäufigkeit dürfte mit dem stets gegebenen hohen Bodenluftgehalt die Ursache für die Leistungsfähigkeit dieser Standorte besonders für Kulturpappeln sein.

Wird allerdings durch Abdämmung die Möglichkeit der Überflutung verhindert, so können die vom Einfluß des Grundwassers freien Horizonte der Frischen Pappelau erheblich stärker austrocknen als die diesbezüglich weniger empfindlichen gut entwickelten Aulehmdecken der Harten Auen.

Die Frischen Harten Auen (Meßpunkte 1, 6, 10) werden zwar vom Hochwasser nicht mehr so häufig erreicht, doch verfügen sie bei gut entwickelter Aulehmdecke über einen Horizont mit ausgezeichnetem Wasserspeichervermögen. Der Ausnützungsgrad des Niederschlagswassers wird durch diesen im oberen Profildbereich gelagerten oft scharf gegen den durchlässigen Untergrund abgesetzten - Horizont erhöht. In Austrocknungsphasen ist der Zeitpunkt der Erschöpfung der hier gespeicherten Wasservorräte von Interzeption, Horizontmächtigkeit, Feldkapazität sowie vom Speichervermögen der darunter liegenden sandreicheren Horizonte stark abhängig.

Im Beobachtungszeitraum verhielten sich die Wassergehalte der drei untersuchten Meßpunkte sehr unterschiedlich, sodaß bei Beurteilung der Standortsgüte in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt besonders in Harten Auen auf die oben genannten Einflußmerkmale geachtet werden muß.

Je nach Speicherkapazität können sowohl Perioden mit anhaltendem Wasserverbrauch als auch kurzfristige extreme Trocken- und Hitzeperioden zu bedeutenden Wassergehaltsverminderungen führen, wobei mit abnehmendem Speichervermögen extreme Trockentage stärker registriert werden.

In den durchlässigen Ablagerungen der Lindenau (Meßpunkt 7) sind während der Beobachtungszeit erhebliche Austrocknungsperioden verzeichnet worden. Ein zwischengelagerter Horizont mit etwas höherem Wasserspeichervermögen, für Lindenauen nicht allgemein typisch, konnte zwar nach kurzfristigen, niederschlagsarmen Hitzeperioden durchgreifende Austrocknung verhindern; die Wasservorräte dieses schmalen Lehmbandes erschöpften sich jedoch bei längerem Andauern niederschlagsärmerer Sommertage bald.

In der Trockenen Pappelau (Meßpunkte 3) werden schon nach kurzfristigen Trockenperioden extrem geringe Wassergehalte registriert. Geringe Interzeption, gute Permeabilität des Sickerwassers sowie geringer Wasserverbrauch der lockeren - an Trockenheit angepaßten Vegetation, ergaben zwar im Durchschnitt der Beobachtungsperiode

verhältnismäßig günstige Wassergehalte, doch dürften die kurzfristigeren Trockenperioden allein schon als wachstumsbegrenzender Minimumfaktor wirken.

Diese Wertung der Wasserhaushaltscharakteristik bestätigt im wesentlichen die nach Methoden der Standortkartierung (einschließlich Vegetationsanalyse) mögliche Beurteilung (s. Abschn. 3.3), wobei erst durch Feuchtemessungen eine differenzierte und verlässliche Abschätzung der maßgeblich steuernden Faktoren möglich wird.

7 AUSBLICK

Diese Arbeit stellt das erste Zwischenergebnis einer noch weiter geführten Meßreihe dar. Zur genaueren Abklärung noch nicht genügend beleuchteter Fragestellungen werden noch gezielt Meßpunkte ausgewählt und langfristig beobachtet werden müssen.

Die bisher getroffene Meßpunktauswahl, die wasserhaushaltsmäßig stark abweichende Standorte umfaßte, sollte über den Umfang der weiter zu lösenden Aufgabestellungen informieren und gleichzeitig die Meßtechnik prüfen bzw. auf Möglichkeiten zur verfeinerten Anwendung der Neutronensonde hinweisen.

Besonders zur Differenzierung von Standortseinheiten mit nah verwandter Wasserhaushaltscharakteristik, zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Kulturpappeln, zur Beurteilung übriger waldbaulicher Maßnahmen und Bestandesumwandlungen sowie zur Abschätzung des Einflusses von Abdämmungen, Kraftwerksbauten, Grundwasserentnahmen, etc., bieten sich in Zukunft noch vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der Neutronensonde an.

8 ZUSAMMENFASSUNG

In den Donauauen des Tullner Feldes wurden über eine mehrjährige Beobachtungsperiode an 10 repräsentativen Meßpunkten mittels Neutronensonde die Bodenfeuchtigkeit gemessen.

Die Wassergehalte der untersuchten Bodenhorizonte werden als Ergebnis einiger wichtiger wasserhaushaltsbestimmender Faktoren dargestellt. Besonders der Einfluß der am Boden abgesetzten Niederschläge sowie bodenphysikalischer Kennwerte (Profilmächtigkeit, Bodenart, Porenvolumen, Wasserspeichervermögen, Bodensubstanz-, wasser-, luftvolumenverhältnis) für die unterschiedliche Befeuchtung einzelner Bodenprofilbereiche wird diskutiert.

Die gleichzeitig registrierten Grundwasserspiegelschwankungen sowie Hochwasserereignisse lassen für jeden Meßpunkt die unterschiedliche Bedeutung derselben erkennen.

Die Errichtung des Laufkraftwerks in Altenwörth bewirkte im Beobachtungsbereich durch Veränderungen der Grundwassertiefe und durch Verringerung der Hochwasserbeeinflussung entscheidende Abwandlungen im Wasserhaushaltsregime. Der Vergleich der Bodenfeuchtwerte von Standorten oberhalb und unterhalb der Staustufe läßt erkennen, daß der Einfluß von Grundwasseranhebungen bei überwiegend grundwasserferneren Standorten nicht überschätzt werden darf, daß andererseits durch Verringerung der Hochwasserbeeinflussung ein nicht zu unterschätzender Verlust an Produktionskraft des Standorts eintritt.

Die Beobachtung der Wassergehalte im Profilverlauf zeigt besonders während der Vegetationsperiode eine standortsabhängige verschiedenartige sommerliche Austrocknungsresistenz. An Hand der nach Wasserhaushalt stark unterschiedlichen Meßpunkte wurde dargestellt, wie einmal kurzfristige, aber extreme Hitze- oder Trockenperioden für Standorte mit geringer Austrocknungsresistenz als wachstumsbegrenzender Faktor auftreten können, während sich bei Standorten mit guter Wasserversorgung eher der ausgeglichene Rhythmus jahreszeitlich bedingter Perioden erhöhten Wasserverbrauchs auswirkt.

Aufgrund der spezifischen Wasserhaushaltscharakteristik bzw. der Interpretation der dafür maßgeblichen Faktoren wird abschließend eine Wertung der Standortsgüte nach wachstumsbeschränkenden Wasserversorgungseigenschaften versucht.

Schlagwörter: Neutronensonde, Bodenwasserhaushalt, Donauauen.

SUMMARY

In the riparian forests of the Danube, Tullner Feld, soil moisture was taken by neutron gauge over a period of several years at 10 sample points.

The water content of investigated soil layers are described as the result of some important water economy determining factors.

Particularly the influence of deposited precipitation as well as soil physical characteristics are discussed (profile thickness, soil type, pore volumen, water retention, ratio of soil substance, air and water) for different moistening of particular soil profile areas. Registered alterations of ground water and flood incidents at the same time show their different importance for the several measuring points.

The set up of the hydroelectric power plant at Altenwörth caused decisive alternations in water economy due to changes of ground water level and a decrease of flood. Comparing soil moisture values of sites below and above the barrage one can recognize that the influence of raising ground water level must not be overestimated at sites predominant remote from ground water. On the other hand a considerable loss of site productivity occurs by reducing flood.

Observing water contents in soil profile particularly during vegetation period demonstrated dry up resistance in summer depending on various sites. On account of measuring points at varying water economy was demonstrated that intense heat or drought over a short period caused growth inhibition at sites with less dry up resistance, while on sites with sufficient water supply more the seasonal cycles of higher water consumption are decisive.

On account of specific water economy characteristics respectively interpretation of these substantial factors it is tried to make a classification of site quality according to growth inhibition characteristics of water supply.

Key words: neutron gauge, soil water economy, riparian forests of the Danube.

RESUME

Après des observations faites pendant plusieurs années à 10 points représentatifs on a mesuré l'humidité du sol avec une sonde à neutrons dans la vallée fluviale du Danube situé dans le bassin de Tulln.

On a représenté les contenus en eau des horizons pédologiques examinés comme étant le résultat de quelques facteurs importants déterminant le régime en eau.

Il est particulièrement question de l'influence des précipitations au sol ainsi que des valeurs géophysiques (épaisseur du profil, espèce du sol, volume des pores, capacité d'emmagasiner l'eau, relation du volume de l'air et de l'eau dans la substance du sol) en ce qui concerne l'humidité variable de certains endroits dans le profil du sol.

Les variations enregistrées du niveau de la nappe phréatique ainsi que les incidents entraînés par la montée des eaux permettent pour chaque point de mesure de reconnaître la signification différente de ceux-ci.

La construction de la centrale hydrolique d'Altenwörth a entraîné des variations décisives dans le régime d'eau qui se sont manifestées dans

le domaine d'observation par un changement de la profondeur de l'eau et par une diminution de l'influence des hautes eaux. La comparaison des valeurs d'humidité du sol dans les sites en amont et en aval permet de reconnaître que l'influence de la montée des eaux ne doit pas être surestimée dans des sites surtout éloignés de la nappe phréatique, que d'autre part une perte non négligeable de force de production s'ensuit à cause de la diminution de l'influence de la montée des eaux. L'examen des contenus d'eau le long du profil relève particulièrement pendant la période de végétation des résistances estivales à la sécheresse différentes qui dépendent du site.

D'après les points de mesure très différents suivant le régime d'eau on a démontré dans quelle mesure une période de sécheresse ou de chaleur unique et courte mais extrême peut s'avérer être un facteur de limitation de croissance pour des sites ayant une résistance minime à la sécheresse, alors que dans des sites ayant un bon approvisionnement en eau le rythme plus équilibré de périodes conditionnées par la saison s'accuse par une consommation élevée en eau.

Grâce à la caractéristique du régime des eaux spécifique, c'est à dire à l'interprétation des facteurs déterminants on essaie en conclusion une estimation des qualités du site d'après des propriétés d'approvisionnement en eau qui limitent la performance de croissance.

Mots-clés: sonde à neutrons, régime d'eau du sol, forêt fluviale.

9 L I T E R A T U R

- BEHR, O., W. MÜLLER u. J. REITINGER, 1976: Praktische Aspekte der Bodenfeuchtemessung mittels Neutronenprobe, Österr. Wasserwirtschaft Jg. 28, H 7/8, 138-146
- BRAUN BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, Wien New York, 3. Aufl., 865 Seiten
- EHRENDORFER, F., E. HÜBL u. H. NIKLFELD, 1972: Liste der wichtigsten Gefäßpflanzen der Aulandschaft, Naturgeschichte Wiens, Bd. II, Jugend u. Volk, Wien, 729-756
- ELLENBERG, H., 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, IX; Göttingen, 97 Seiten.
- FIEDLER, H.J., 1964: Die Untersuchung der Böden Bd. I, Verl. Th. Steinkopff Dresden Leipzig, 235 Seiten

- FIEDLER, H.J. u. H. REISSIG, 1964: Lehrbuch der Bodenkunde; VEB Gustav Fischer Jena, 544 Seiten
- HANUS, H., A. SÜSS u. G. SCHURMANN, 1972: Einfluß von Lagerungsdichte, Ton und Schluff- sowie Humusgehalt auf die Wassergehaltsbestimmung mit Neutronensonden. Zeitschr. f. Pfl.-ern.u. Bodenkunde, 132. Bd., 4-16.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1970: Neutron Moisture Gauges. Technical Reports Series No. 112, Vienna, 95 Seiten
- JELEM, H., 1974: Die Auwälder der Donau in Österreich, Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 109, 287 Seiten mit Beilagen
- LAATSCH, W., 1954: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden, 4. Aufl. Verlag Th. Steinkopff Dresden Leipzig, 280 Seiten
- MARGL, H., 1972: Die Ökologie der Donauauen und ihre natürlichen Waldgesellschaften. Naturgeschichte Wiens, Bd. II, Jugend und Volk, Wien, 675-706
- MARGL, H., 1973: Pflanzengesellschaften und ihre standortsgebundene Verbreitung in teilweise abgedämmten Donauauen (Untere Lobau), Verh. d. Zool. Bot. Ges., 113, 5-50 mit Tabellen und Karten
- SCHEFFER, F. u. P. SCHACHTSCHABEL, 1956: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde I. Teil: Bodenkunde; Ferd. Enke Verl. Stuttgart, 250 Seiten.
- TROST, A. 1966: Feuchtemessung mit Neutronen, Informationsheft des Büro Eurisotop 12, Serie: Monographien - 3, Brüssel, 46 Seiten.

10 A N H A N G

Tabelle 1

VEGETATIONSTABELLE

Meßpunkt-Nr.		3	7	10	6	2	1	9	4	5	8
Art	Feuchte- zahl	3,04	3,58	3,63	3,64	4,16	4,34	4,34	4,48	4,82	5,13
Brachypodium pinnatum		2									
Galium verum		+									
Salvia pratensis		+									
Coronilla varia		+									
Asparagus officinalis	2	+									
Festuca sulcata		+									
Linum austriacum		+									
Berberis vulgaris S			+								
Carex alba			3		1						
Vicia cracca		+									
Orchis militaris		+									
Lotus corniculatus		+									
Achillea millefolium		+									
Ranunculus polyanthemus		+									
Trifolium cf. medium		+									
Veronica chamaedrys	2-3					1					
Lonicera xylosteum S			+	+							
K		+									
Convallaria majalis			2		+						
Lithospermum officinale				+							
Crataegus monogyna S		1	+		+					+	
K		+	+		+	1					
Ligustrum vulgare S		+	1	+	+	+					
K		+	+	1	+						
Galium mollugo		+	+								
Poa pratensis		+				+					
Ulmus carpinifolia B ₂					+						
S ₂					+						
K				+							
Dactylis glomerata		+									
Bromus asper		+									
Lathyrus pratensis		+									
Pimpinella major		+	+								
Viola mirabilis			+								
Melica nutans			+	+							
Cirsium arvense		+		+						+	
Symphytum tuberosum			+		+						
Arrhenatherum elatius		1				+					

Fortsetzung der Tabelle 1

Meßpunkt-Nr.		3	7	10	6	2	1	9	4	5	8
Art	Feuchte- zahl	3,04	3,58	3,63	3,64	4,16	4,34	4,34	4,48	4,82	5,13
Senecio fuchsii			+				+				
Asarum europaeum				+			1				
Sambucus nigra	S						+	+			
	K				+			1			
Carex silvatica				+	+			+			
Viola silvatica			+	1	+						
Salvia glutinosa			1	+	+		1				
Clematis vitalba			+	+	+	+	+				
Lamium montanum	3(2-4)		+		+		2				
Viola odorata			1	1	2	+	1				
Fraxinus excelsior	B ₁		1	2	3		1				
	B ₂		1	2	+						
	S		2	+	+		+				
	K		+	+	+		+				
Brachypodium silvaticum		+	1	1	1	+	+	+			
Aegopodium podagraria		+	1	2	1	+		+			+
Cornus sanguinea	S		3	1	3			3	+	+	+
	K	+	+	+	+			+	+		
Euonymus europaea	S					+					
	K	+		+		+	+	+			
Circaea lutetiana				1	1			1		+	
Glechoma hederaceum				2	1		2	+	+	+	
Galeopsis tetrahit				+				+	+	+	+
Impatiens parviflora						3	2	1	1		+
Urtica dioica						2		+	2	3	3
Galium aparine				+		1		3	1	2	4
Ranunculus ficaria					1				1	+	+
Arctium lappa							+				
Cruciata laevipes							+				
Vicia sepium							1				
Agropyron repens							+				
Alliaria officinalis								+			
Pulmonaria officinalis								+			
Geum urbanum											
Populus canescens	B ₁	1	3	+							
	B ₂			2							
	K ₂		+	1	+						
Rhamnus frangula	S		+	1							
	K			1							

Fortsetzung der Tabelle 1

Meßpunkt-Nr.		3	7	10	6	2	1	9	4	5	8
Art	Feuchte- zahl	3,04	3,58	3,63	3,64	4,16	4,34	4,34	4,48	4,82	5,13
Solidago serotina		1		1							
Eupatorium cannabinum		+		+		+					
Ajuga reptans			+		+	+					
Paris quadrifolia			+		+			+			
Carduus crispus		+		+	+	+	+				
Populus alba	B ₁	+		1	+		+			+	
	B ₂	+									
	K ²						+		+		
Prunus padus	B ₂	3-4	+			+	3				
	S			1	+	+	+				
	K			1	+				+		
Angelica silvestris			+	+	+	+	+	+			
Rubus caesius			+	+	1	2	1	+	2	1	1
Impatiens noli-tangere					+	+		2	+	+	+
Humulus lupulus					+		+	+		+	
Viburnum opulus	K		+	+				+	+		
Scrophularia nodosa				+			+				
Allium ursinum						1	3				
Lamium maculatum							1	+			
Festuca gigantea				1					+	+	
Solanum dulcamara				+			+				
Taraxacum officinale				+							
Allium scorodoprasum						+					
Calystegia sepium									+		
Melandrium rubrum										+	
Acer negundo	B ₂										+
	S							+			+
Cirsium oleraceum				+	+	+	+	+			
Deschampsia caespitosa	3-5			+	+	+			+		
Agrostis stolonifera											+
Molinia coerulea		1									
Stachys silvatica	4		+	+	+		+				
Primula elatior				+	+		+				
Poa trivialis								+		+	+
Thalictrum lucidum		+				+					
Myosoton aquaticum						+					
Populus nigra	B ₁								1		
	B ₂			1							

Abbildung 1

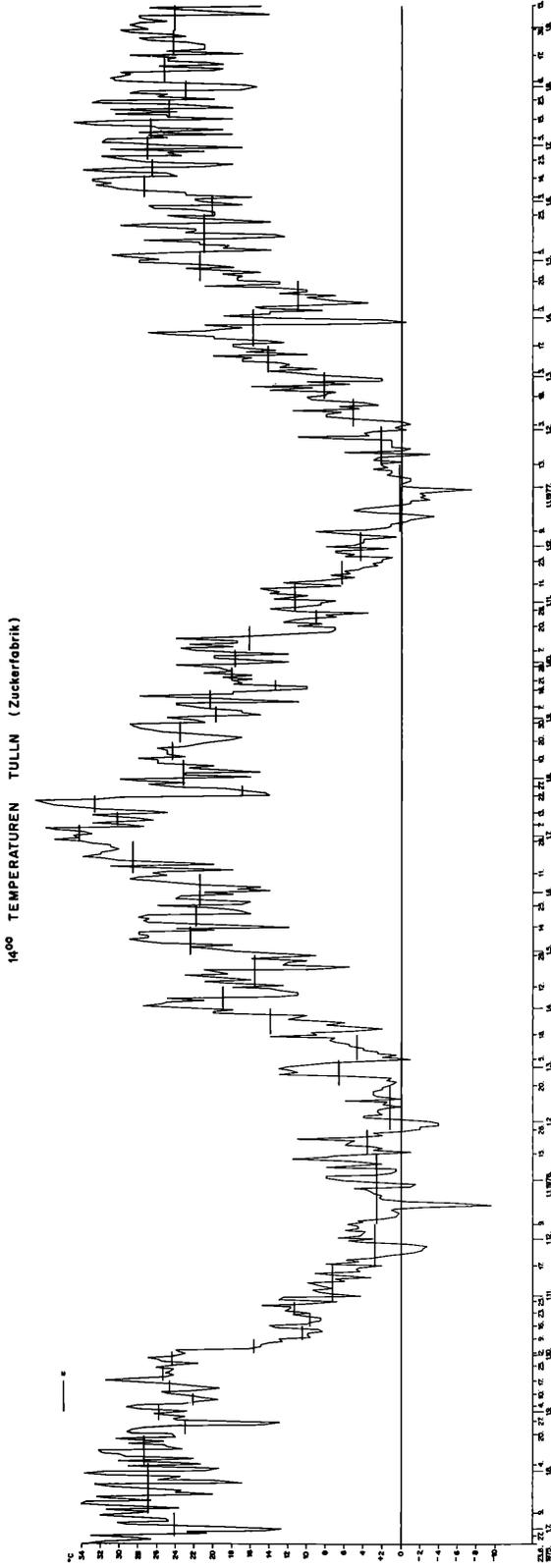


Abbildung 2

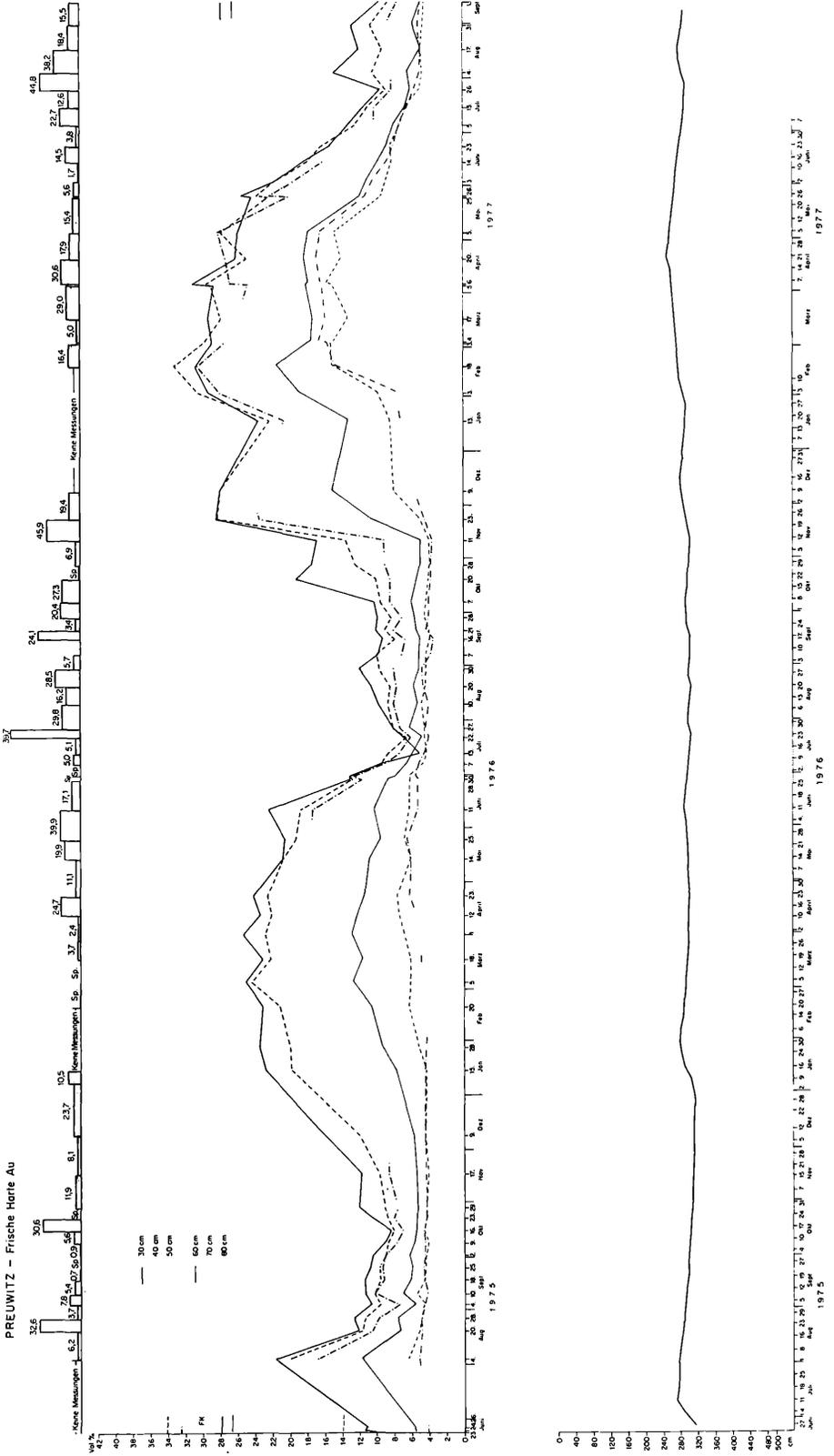


Abbildung 2

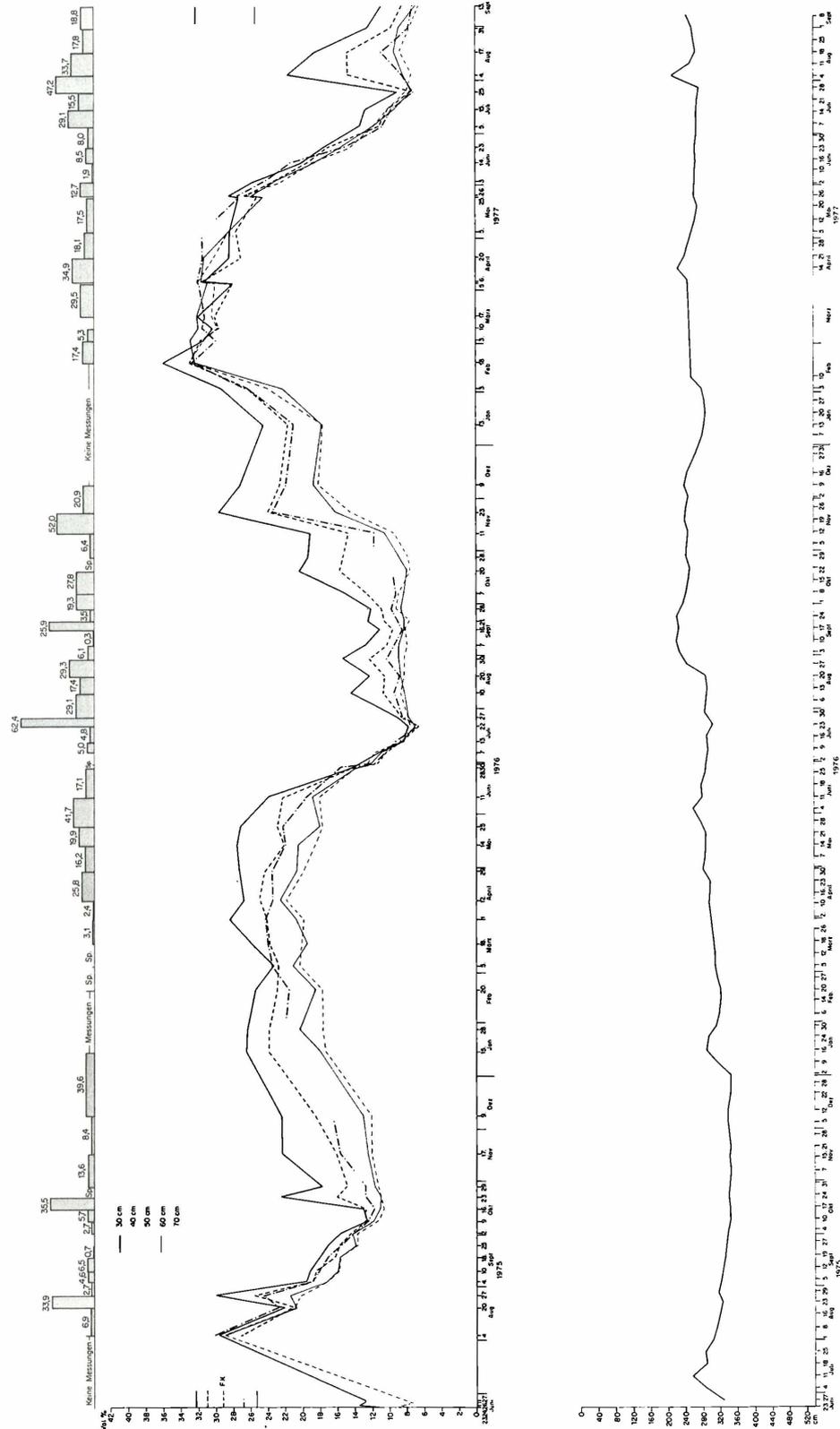


Abbildung 2

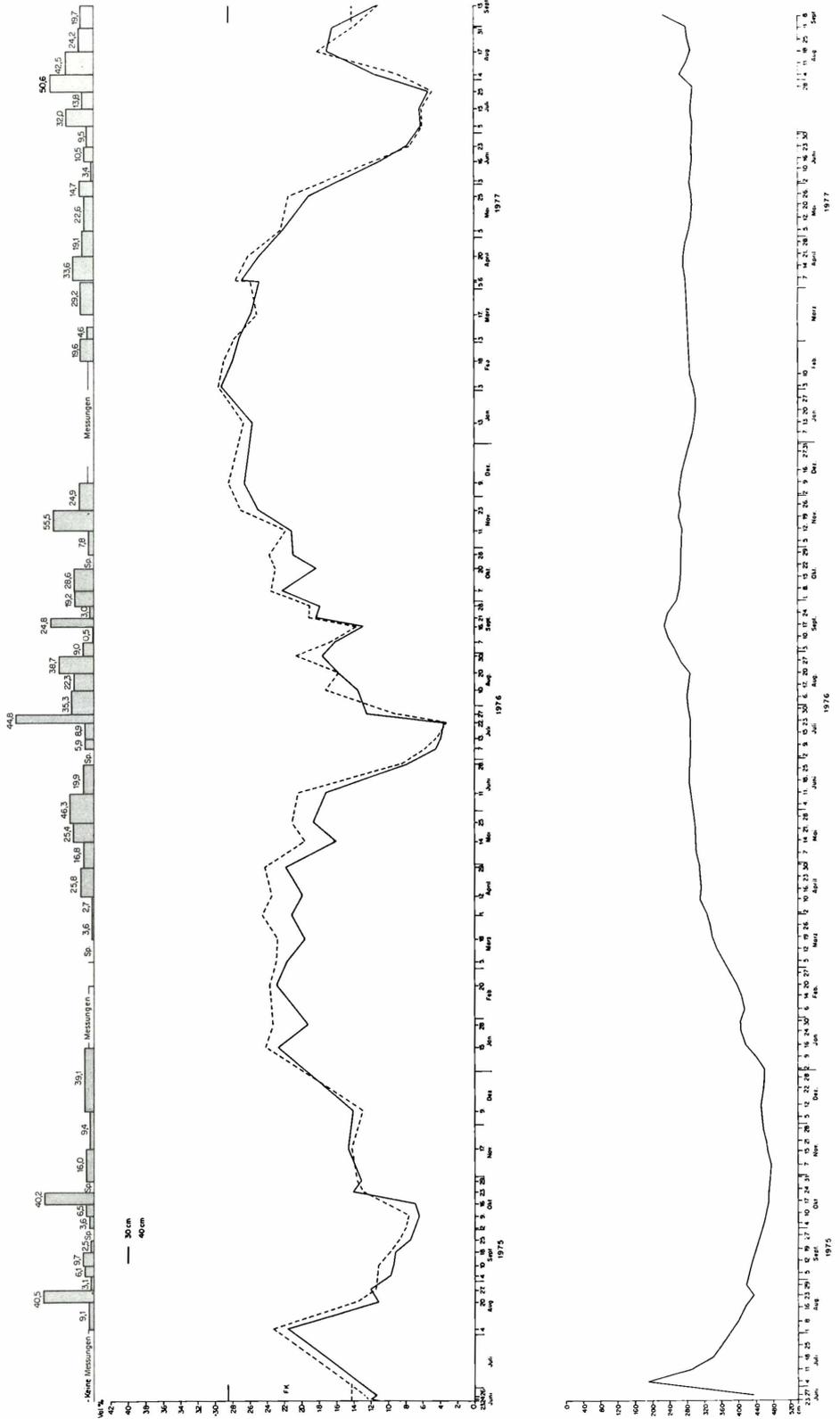


Abbildung 2

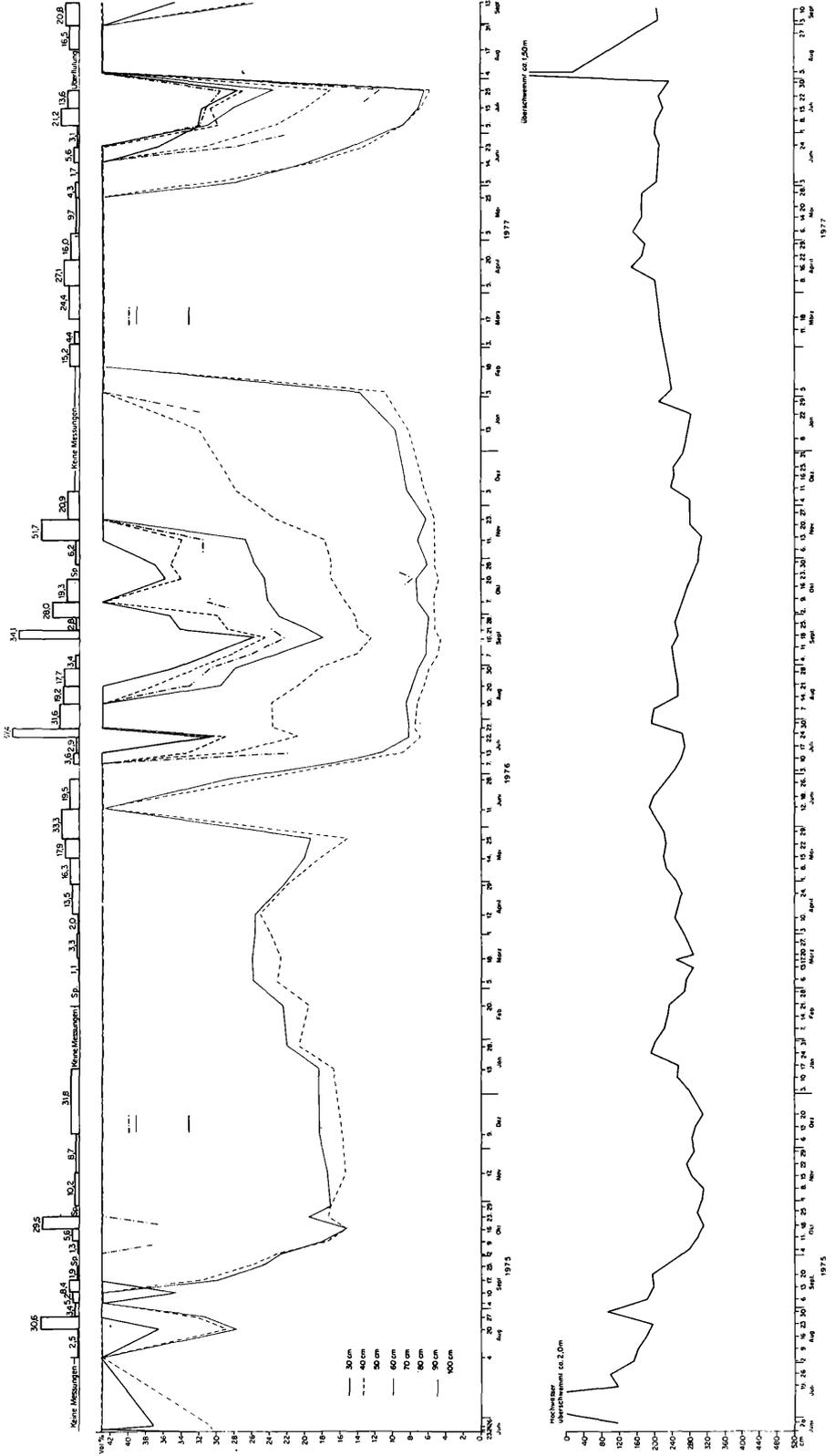


Abbildung 2

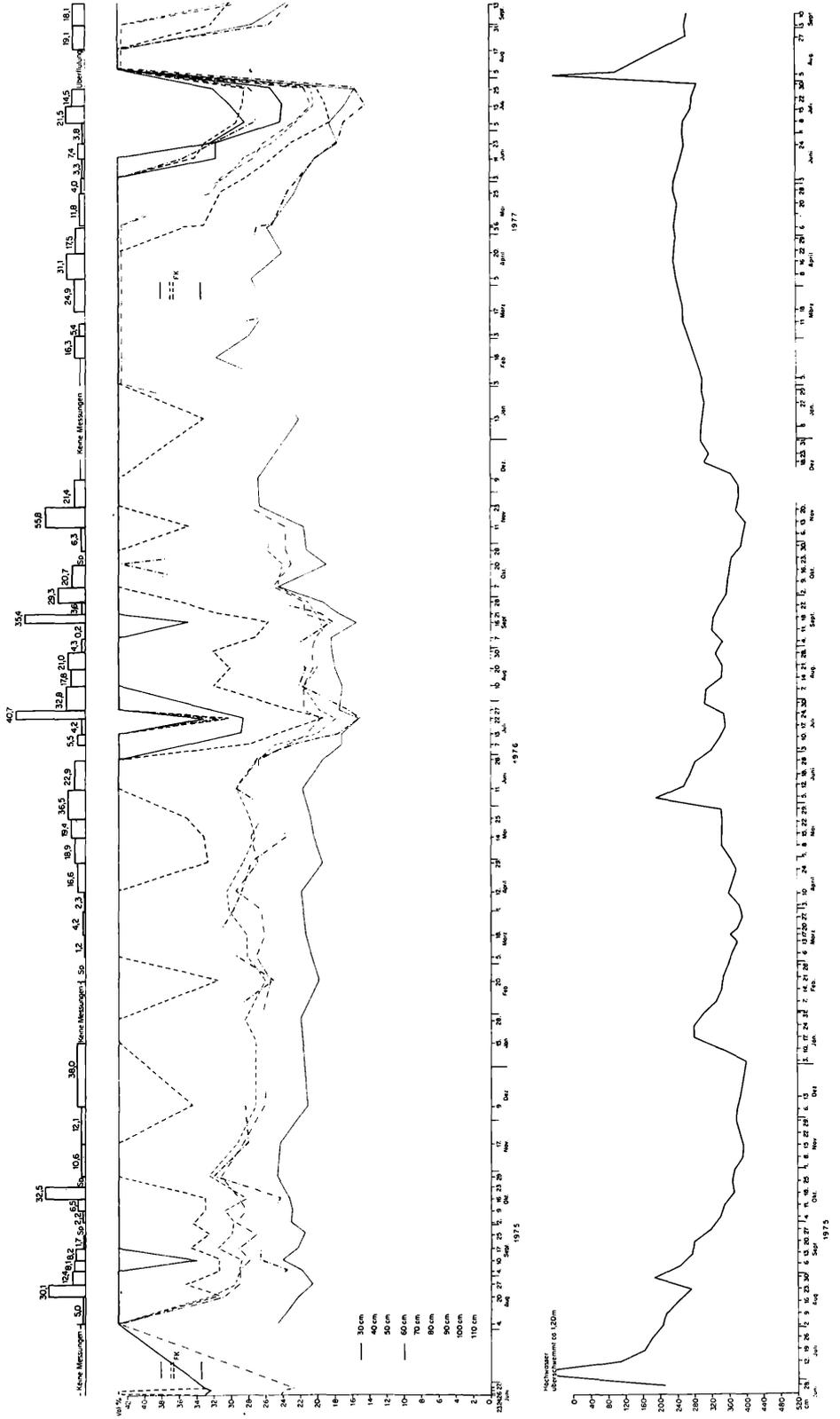


Abbildung 2

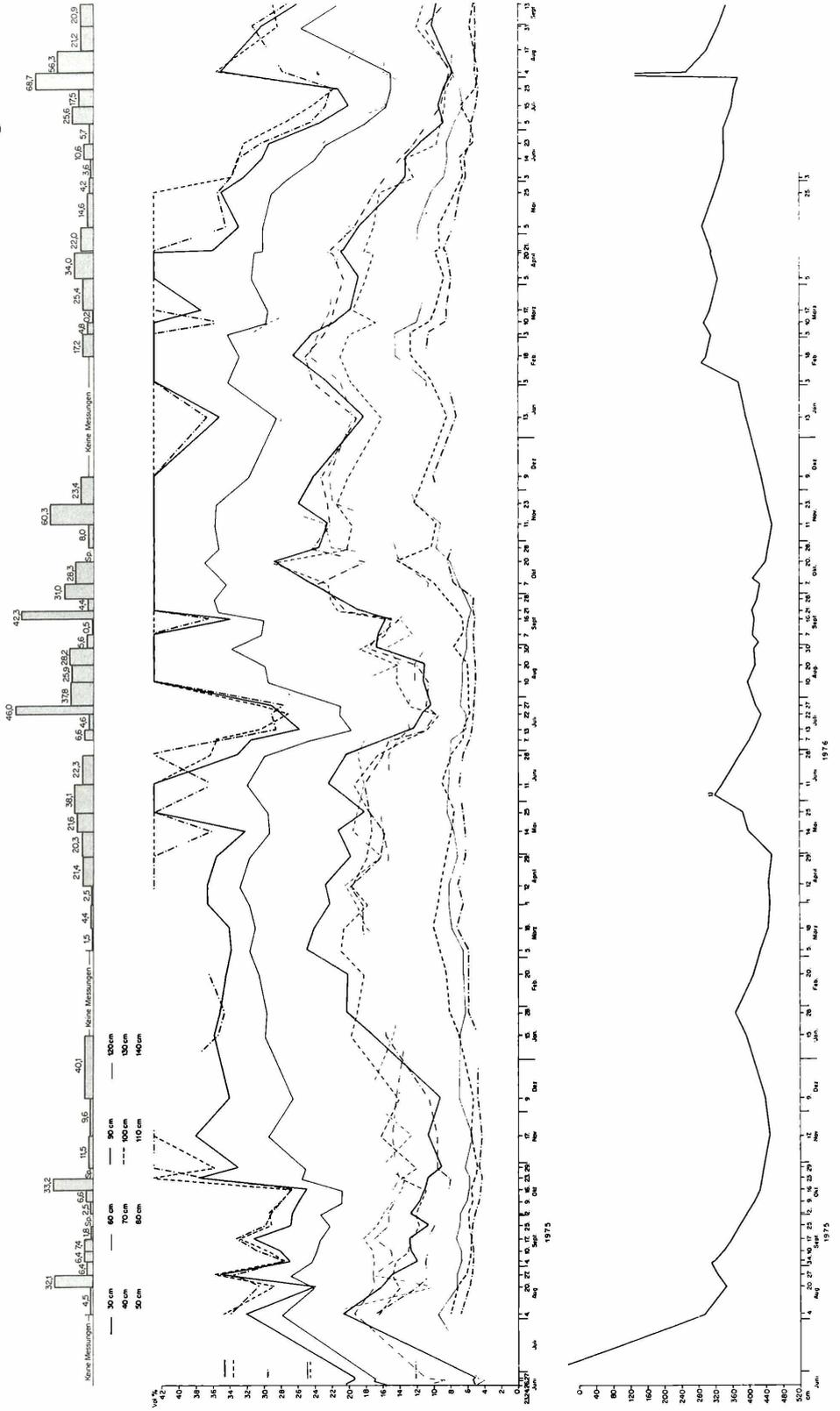


Abbildung 2

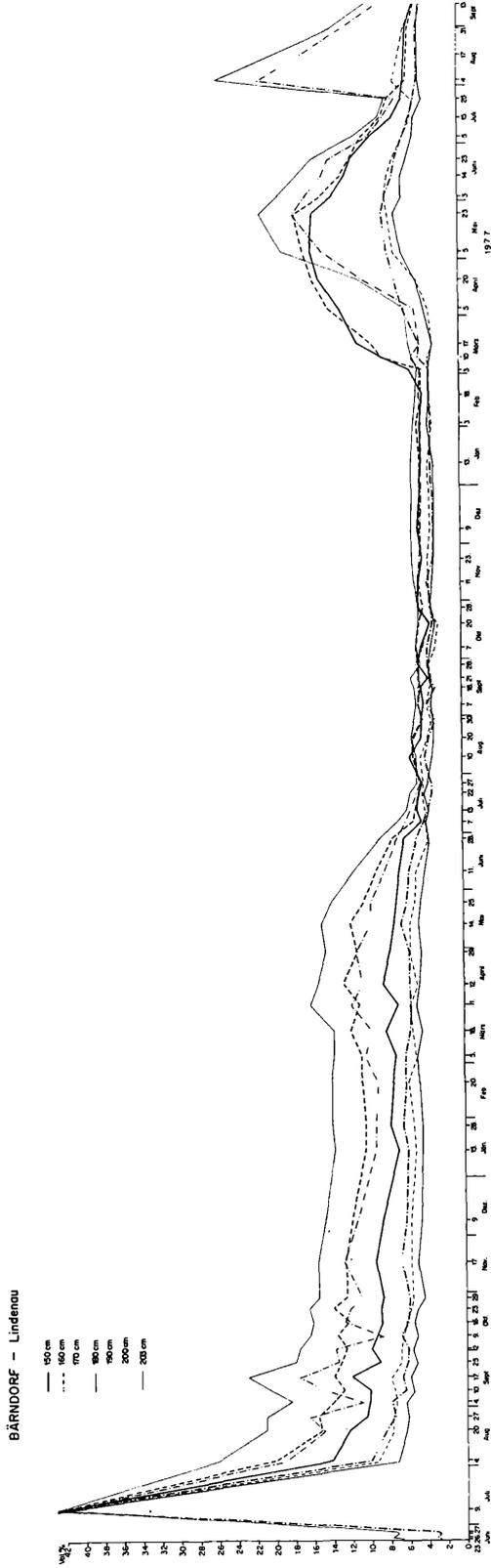


Abbildung 2

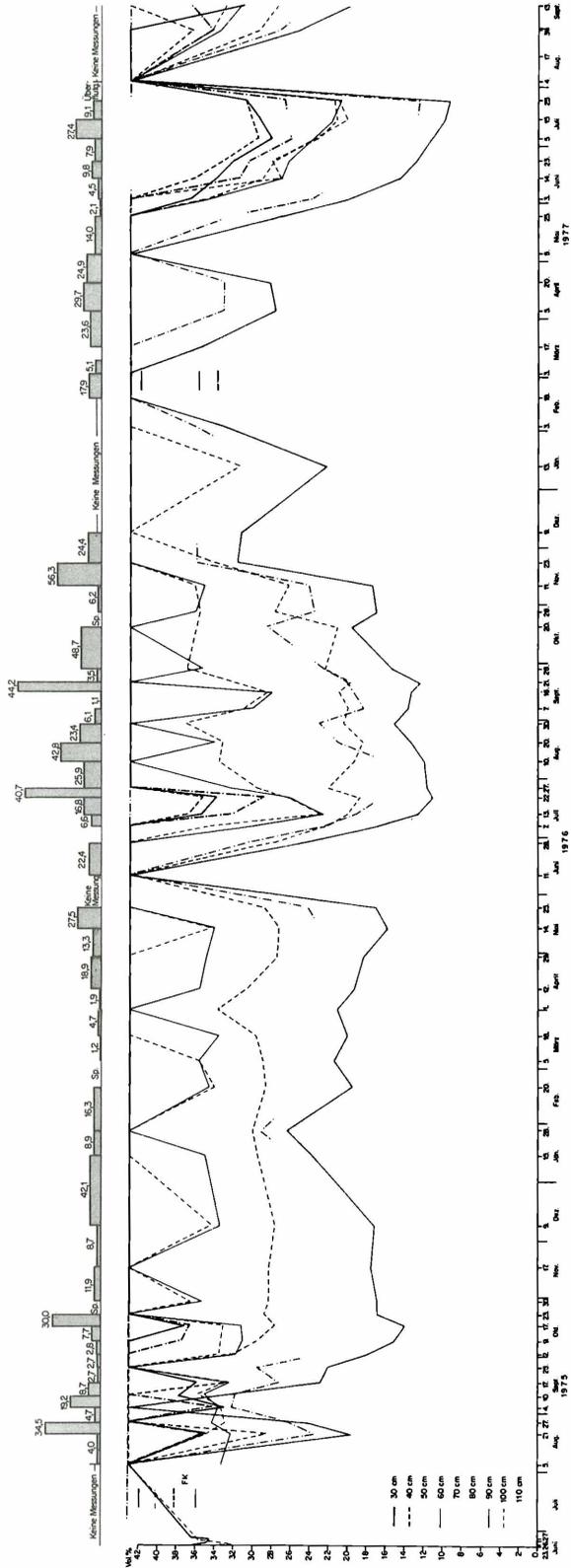


Abbildung 2

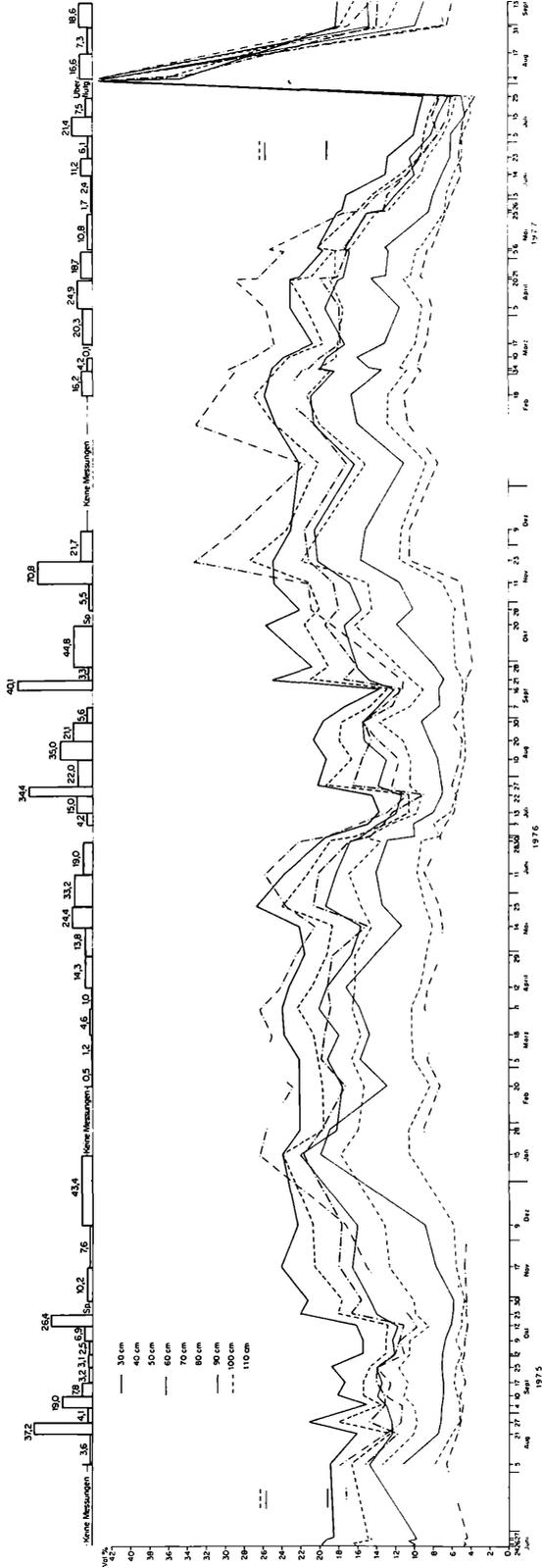


Abbildung 2

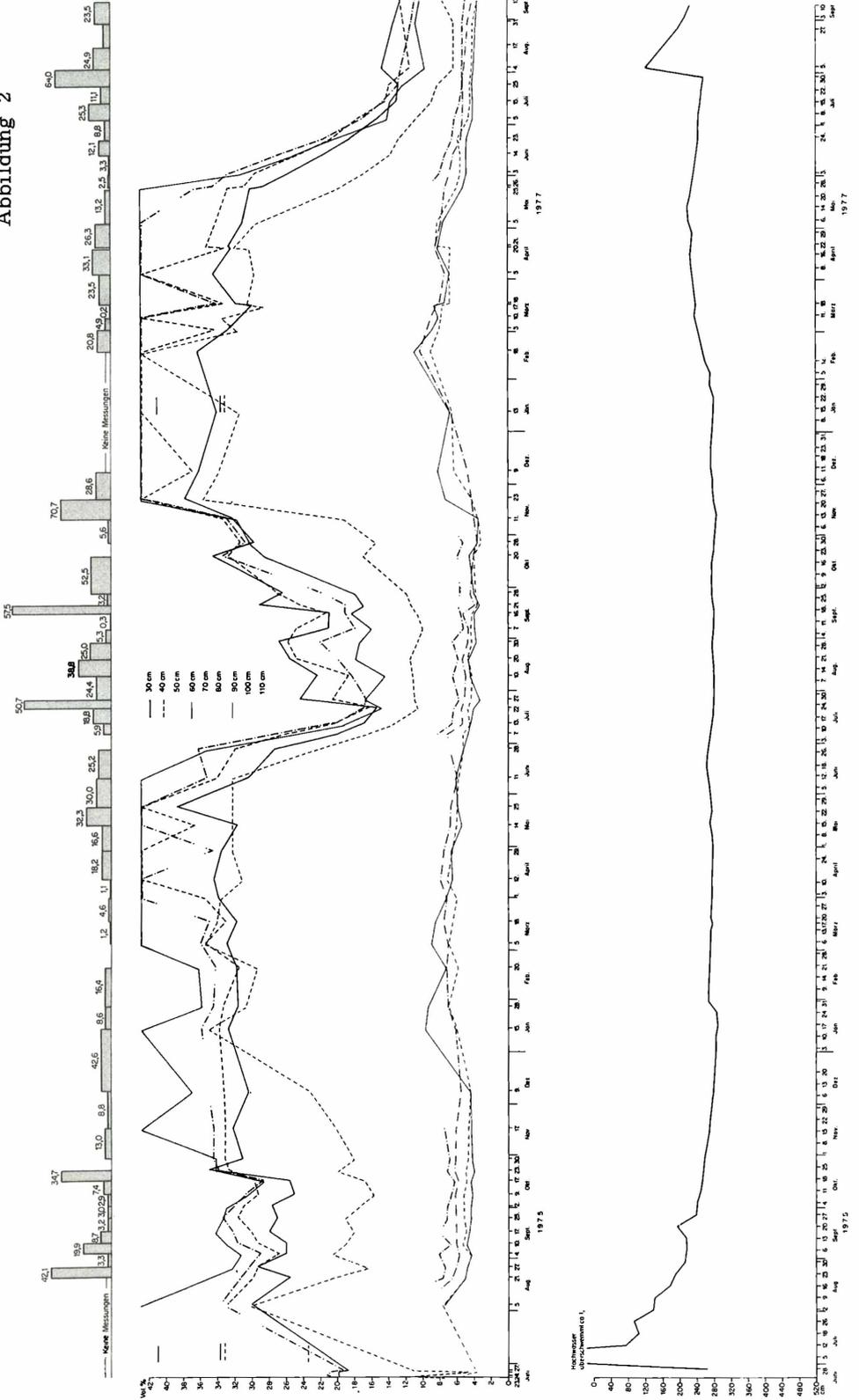


Abbildung 3

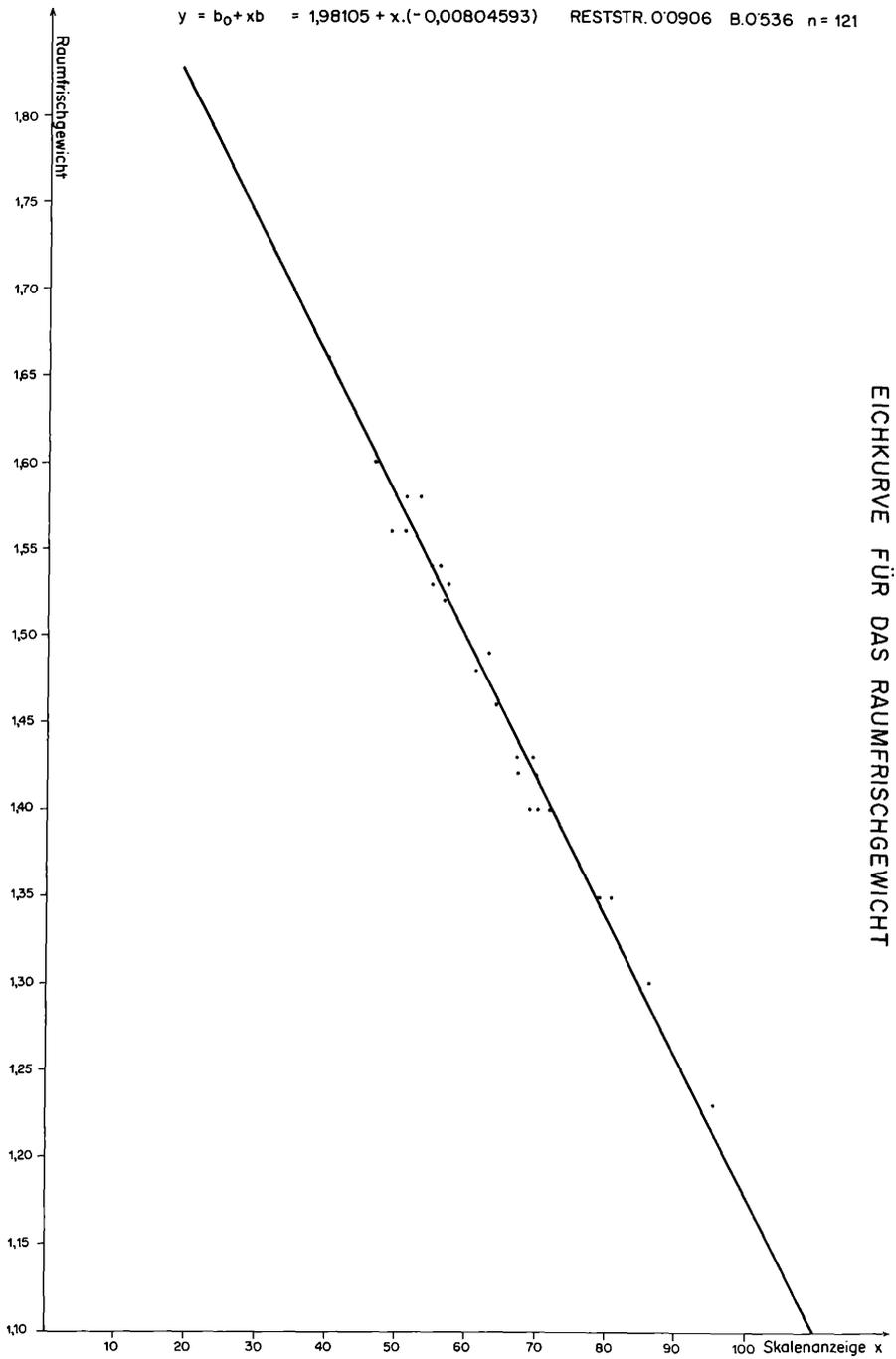


Abbildung 4

EICHKURVEN FÜR DIE WASSERGEHALTSBESTIMMUNG bei verschiedenen Raumtrockengewichten (RT)

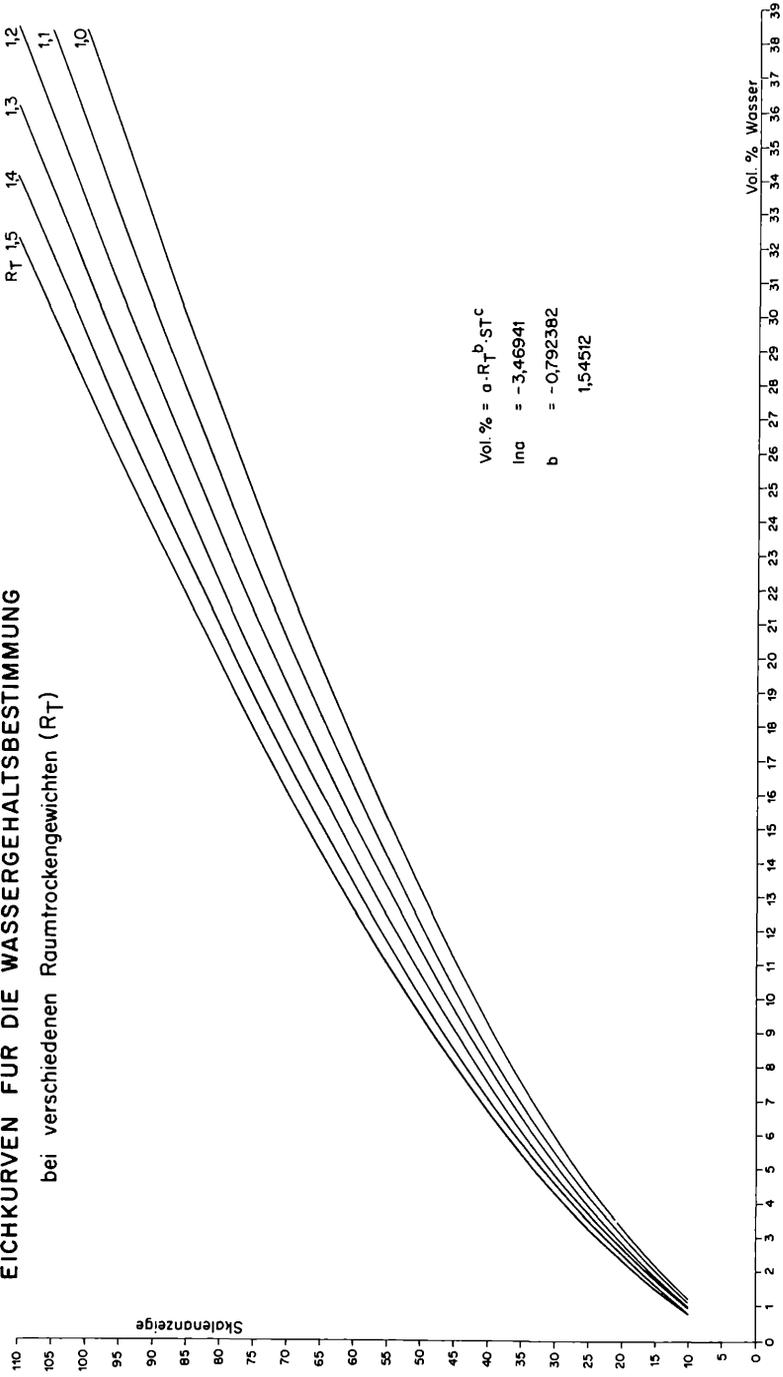


Abbildung 5

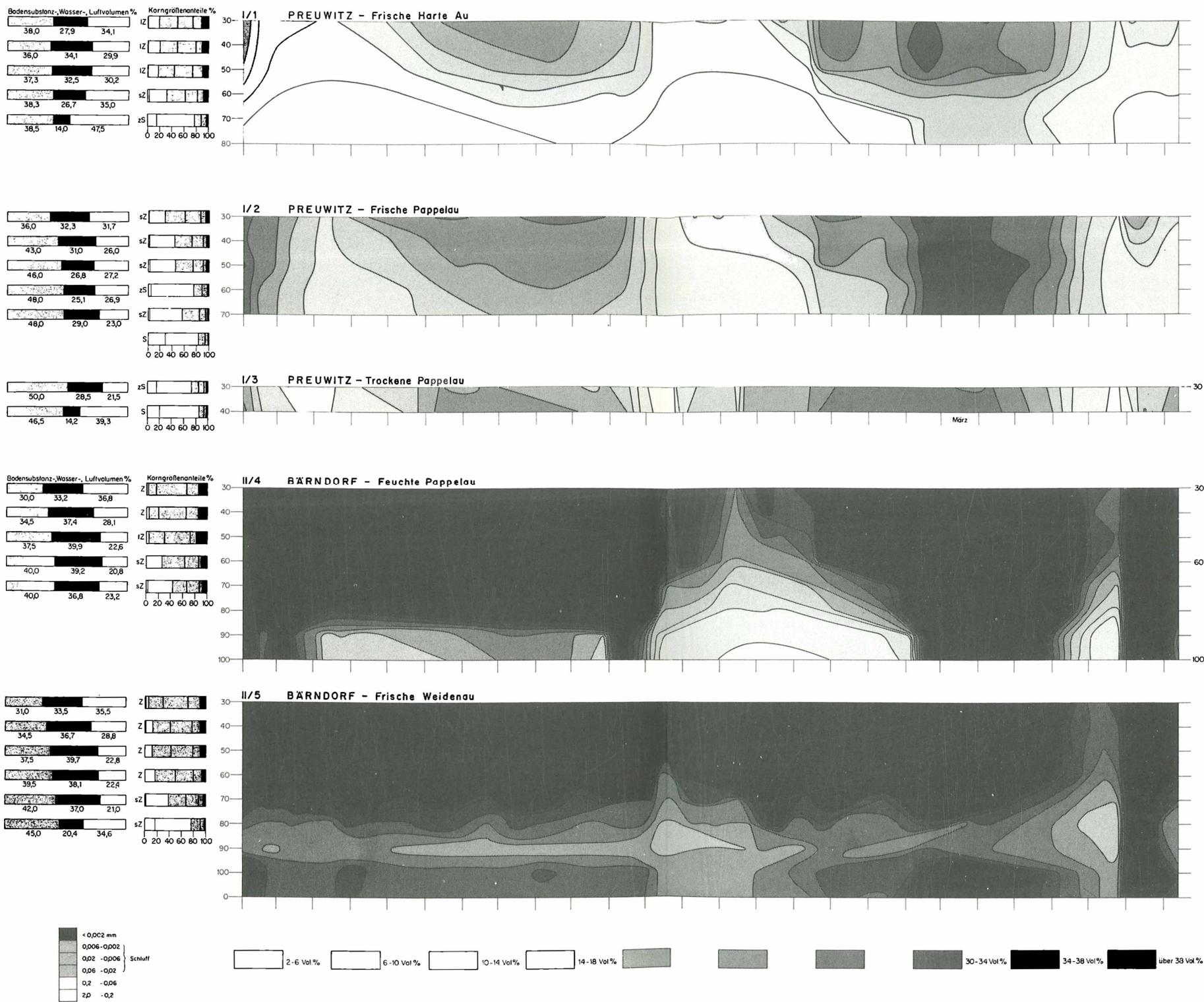


Abbildung 5

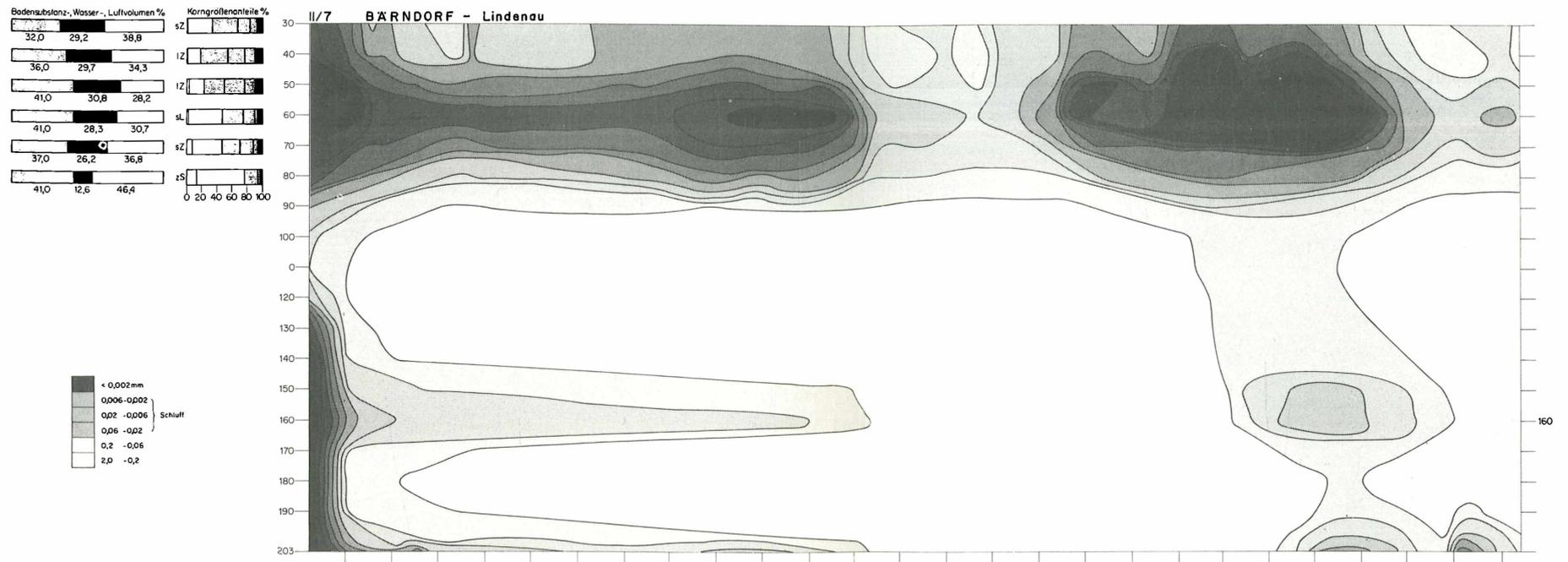
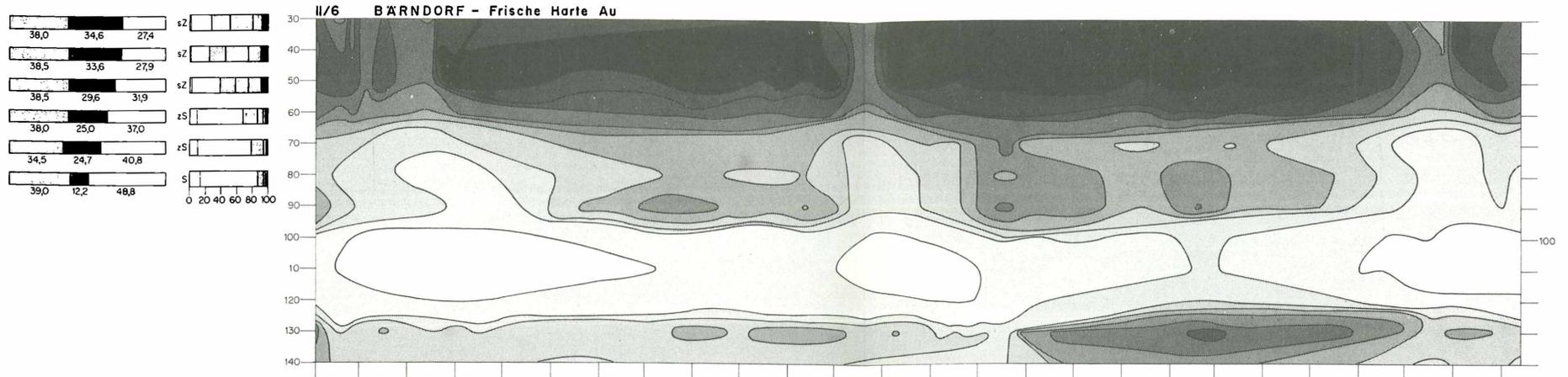
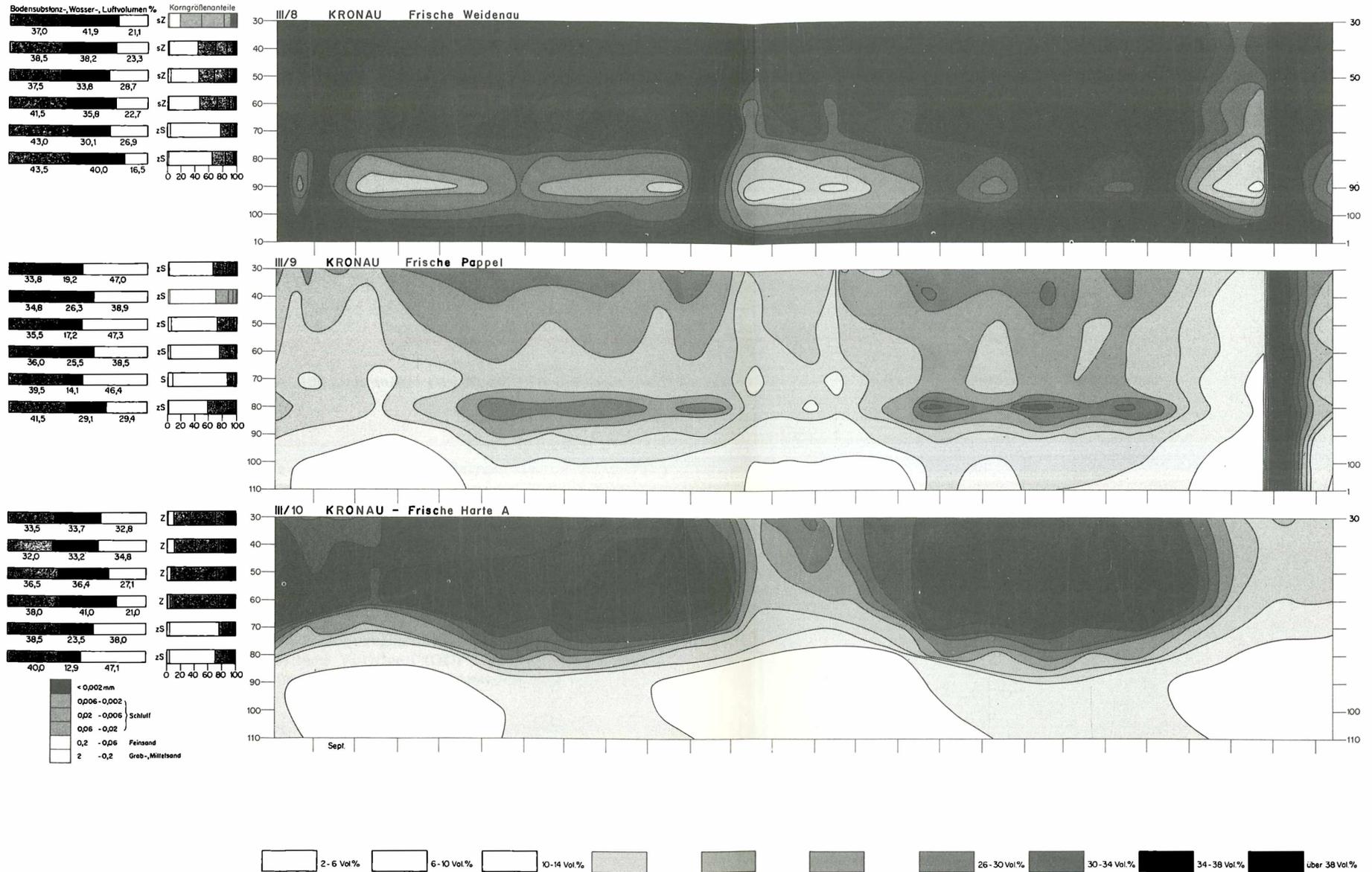


Abbildung 5



Aus dem Publikationsverzeichnis der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN**

Heft Nr.

- 115 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung"
(1976) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö.S. 200.- vergriffen
- 116 Eckhart Günther: "Grundlagen zur waldbaulichen Beurteilung der
(1976) Wälder in den Wuchsbezirken Österreichs"
Preis ö.S. 160.-
- 117 Jelem Helmut: "Die Wälder im Mühl- und Waldviertel", Wuchs-
(1976) raum 1
Beilagen (Band 117 B)
Preis ö.S. 250.-
- 118 Killian Herbert: "Die 100-Jahrfeier der Forstlichen Bundesver-
(1977) suchsanstalt Wien"
Preis ö.S. 200.-
- 119 Schedl Karl E.: "Die Scolytidae und Platypodidae Madagaskars
(1977) und einiger naheliegender Inselgruppen"
Preis ö.S. 330.-
- 120 "Beiträge zur Zuwachsforschung"(3)
(1977) Arbeitsgruppe S4.01-02 "Zuwachsbestimmung" der IUFRO
Preis ö.S. 100.-
- 121 Müller Ferdinand: "Die Waldgesellschaften und Standorte des Seng-
(1977) sengebirges und der Mollner Voralpen (OÖ)"
Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen im Wuchs-
raum 10 (Nördliche Kalkalpen, Westteil)
Preis ö.S. 300.- vergriffen
- 122 Margl Hermann, Meister Karl, Smidt Leendert, Stagl Wolf-
(1977) gang-Gregor und Wenter Wolfgang:
"Beiträge zu Frage der Wildstandsbewirtschaftung"
Preis ö.S. 150.-
- 123 Merwald Ingo: "Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Öster-
(1978) reich" Winter 1972/73 und 1973/74
Preis ö.S. 200.-

Heft Nr.

- 124 "Die Waldpflege in der Mehrzweckforstwirtschaft"
(1978) IUFRO-Abteilung I Forstliche Umwelt und Waldbau
Preis ö.S. 340.-
- 125 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (2)
(1978) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö.S. 200.-
- 126 Jelem Helmut: "Waldgebiete in den österreichischen Südalpen",
(1979) Wuchsraum 17
Beilagen (Rolle)
Preis ö.S. 300.-
- 127 "Pests and Diseases / Krankheiten und Schädlinge / Maladies et
(1979) Parasites"
International Poplar Commission (IPC/FAO)
XX. Meeting of the Working Group on Diseases
Preis ö.S. 150.-
- 128 Glattes Friedl: "Dünnschichtchromatographische und mikrobiolo-
(1979) gische Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Düngung
und Pilzwachstum am Beispiel einiger Pappelklone"
Preis ö.S. 100.-
- 129 "Beiträge zur subalpinen Waldforschung"
(1980) 2. Folge
Preis ö.S. 200.-
- 130 "Zuwachs des Einzelbaumes und Bestandesentwicklung"
(1980) Gemeinsame Sitzung der Arbeitsgruppen S 4.01-02 "Zuwachsbestim-
mung" und S 4.02-03 "Folgeinventuren". 10. -14. Sept. 1979 in Wien.
Preis ö.S. 300.-
- 131 "Beiträge zur Rauchsadenssituation in Österreich"
(1980) IUFRO Fachgruppe S 2.09-00.
XI. Internationale Arbeitstagung forstlicher Rauchsadenssachver-
ständiger-Exkursion. 1. - 6. Sept. 1980 in Graz, Österreich
Preis ö.S. 300.-
- 132 Johann Klaus, Pollanschütz Josef: "Der Einfluß der Standraum-
(1980) regulierung auf den Betriebserfolg von Fichtenbetriebsklassen"
Preis ö.S. 150.-
- 133 Ruf Gerhard: "Literatur zur Wildbach- und Lawinenverbauung
(1980) 1974 1978"
Preis ö.S. 120.-

Heft Nr.

- 134 Neumann Alfred † "Die mitteleuropäischen Salix-Arten"
(1981) Preis ö.S. 200. -
- 135 "Österreichisches Symposium Fernerkundung"
(1981) Veranstaltet von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der Österreichischen Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen (ASSA) in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 1.-3. Oktober 1980 in Wien
Preis ö.S. 250. -
- 136 "Großdüngungsversuch Pinkafeld"
(1981) Johann Klaus: "Ertragskundliche Ergebnisse"
Stefan Klaus: "Nadelanalytische Ergebnisse"
Preis ö.S. 150. -
- 137/I "Nachweis und Wirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen"
(1981) IUFRO-Fachgruppe S2.09.00 Luftverunreinigungen
Tagungsbeiträge zur XI. Internationalen Arbeitstagung forstlicher Rauchschadenssachverständiger, 1.-6.IX.1980 in Graz, Österreich
Preis ö.S. 180. -
- 137/II "Nachweis und Wirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen"
(1981) IUFRO-Fachgruppe S2.09.00 Luftverunreinigungen
Tagungsbeiträge zur XI. Internationalen Arbeitstagung forstlicher Rauchschadenssachverständiger, 1.-6.IX.1980 in Graz, Österreich
Preis ö.S. 200. -
- 138 "Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung" (3)
(1981) IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 Wildbäche, Schnee und Lawinen
Preis ö.S. 200. -
- 139 "Zuwachskundliche Fragen in der Rauchschadensforschung"
(1981) IUFRO-Arbeitsgruppe S2.09-10 "Diagnose und Bewertung von Zuwachsänderungen". Beiträge zum XVII IUFRO Kongress
Preis ö.S. 100. -
- 140 "Standort: Klassifizierung-Analyse-Anthropogene Veränderungen"
(1981) Beiträge zur gemeinsamen Tagung der IUFRO-Arbeitsgruppen S 1.02-06, Standortklassifizierung, und S 1.02-07, Quantitative Untersuchung von Standortfaktoren.
5.-9. Mai 1980 in Wien, Österreich.
Preis ö.S. 250. -
- 141 Müller Ferdinand: "Bodenfeuchtigkeitsmessungen in den Donauebenen des Tullner Feldes mittels Neutronensonde"
(1981) Preis ö.S. 150. -

Heft Nr.

142/I "Dickenwachstum der Bäume"
(1981) Vorträge der IUFRO-Arbeitsgruppe S1.01-04, Physiologische
Aspekte der Waldökologie, Symposium in Innsbruck vom 9.-12.
September 1980

Preis ö.S. 250. -

142/II "Dickenwachstum der Bäume"
(1981) Vorträge der IUFRO-Arbeitsgruppe S1.01-04, Physiologische
Aspekte der Waldökologie, Symposium in Innsbruck vom 9.-12.
September 1980

Preis ö.S. 250. -

ANGEWANDTE PFLANZENSOZIOLOGIE

Heft Nr.

- XX (1967) Martin Bosse Helke: "Schwarzföhrenwälder in Kärnten"
Preis ö.S. 125.-
- XXI (1973) Margl Hermann: "Waldgesellschaften und Krummholz auf Dolomit"
Preis ö.S. 60.-
- XXII (1975) Schiechtl Hugo Meinhard, Stern Roland: "Die Zirbe (Pinus
Cembra L.) in den Ostalpen" I. Teil
Preis ö.S. 100.-
- XXIII (1978) Kronfuss Herbert, Stern Roland: "Strahlung und Vegetation"
Preis ö.S. 200.-
- XXIV (1979) Schiechtl Hugo Meinhard, Stern Roland: "Die Zirbe (Pinus
Cembra L.) in den Ostalpen" II. Teil
Preis ö.S. 100.-
- XXV (1980) Müller H.N. "Jahrringwachstum und Klimafaktoren"
Preis ö.S. 100.-

Bezugsquelle

Österreichischer Agrarverlag
A 1141 Wien

