

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

## SONDERDRUCK

### INHALTSVERZEICHNIS

#### AUFSÄTZE

Teja Preuhsler	Zuwachsreaktionen auf Grundwasserabsenkungen in einem süd- deutschen Auewaldgebiet . . . . .	1
	(Growth reactions of trees in a riverside forest after lowering the groundwater level)	
M. Scheifele	Zur Geschichte der Flößerei in Südwestdeutschland . . . . .	13
	(The History of Rafting in South West Germany)	

BUCHBESPRECHUNGEN . . . . .	18
-----------------------------	----

**157. JAHRGANG 1986 HEFT 1 JANUAR**

**J.D. SAUERLÄNDER'S VERLAG FRANKFURT AM MAIN**

# Forstliteratur für Wissenschaft und Praxis II

**Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den USA**  
Von Professor Dr. R. Schober  
164 Seiten mit 45 Abb. und 24 Tabellen  
Kart. DM 27,—

**Vom II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59**  
Von Professor Dr. R. Schober  
358 Seiten mit 68 Abbildungen und 35 Tabellen.  
Kart. DM 49,—

**Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch**  
Von Professor Dr. R. Schober und Landforstmeister Dr. H.-J. Fröhlich  
206 Seiten mit 77 Abbildungen und 38 Tabellen.  
Kart. DM 39,80

**Die Rotbuche 1971**  
Von Prof. Dr. R. Schober  
443 Seiten mit 110 Abb. und Fotos, 156 Tab.  
Kart. DM 85,60, Ln. DM 92,—

**Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft**  
Von Professor Dr. E. Wiedemann  
3. Auflage. 346 Seiten mit 74 graph. Darst. und 47 Tab. Ln. DM 24,—

## FORSTSCHUTZ

**Mechanisch-biologischer Schälenschutz an Fichte. Auswirkungen auf Holz und Rinde**  
Von Dipl.-Forstwirt Ch. Koltzenburg  
120 Seiten mit 42 Abbildungen und 16 Tabellen.  
Kart. DM 18,—

**Eignung von Weiden und Pappeln zum Anbau als Verbißholz**  
Von Dr. H. Siebert  
100 Seiten mit 23 Abbildungen und 40 Tabellen.  
Kart. DM 20,80

**Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Fichte (*Picea abies* Karst.) gegenüber dem Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke**  
Von Dr. L. Dimitri  
126 Seiten mit 31 Abb. und 14 Tab.  
Kart. DM 14,70

**Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946–50 in Nordwestdeutschland**  
Von Professor Dr. F. Schwerdtfeger  
135 Seiten mit mehreren Tabellen und 49 Abbildungen.  
Kart. DM 12,—

**Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers**  
Von Dr. W. Thalenhorst  
126 Seiten mit 13 Abbildungen und zahlreichen Tabellen.  
Kart. DM 14,30

**Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte**  
Von Prof. Dr. H. Zycha und Dr. F. Kató  
120 Seiten mit 38 Abbildungen und 24 Tabellen.  
Kart. DM 28,40

## FORSTBENUTZUNG

**Untersuchung über die Auswirkungen von Durchforstungsmaßnahmen auf die Holzeigenschaften der Douglasie**  
Von Dr. F. Hapla und Prof. Dr. W. Knigge  
142 Seiten mit 18 Abb. und 52 Tab.  
Kart. DM 24,—

**Untersuchungen über die chemische Entzündung und ihre Anwendbarkeit in deutschen Wäldern**  
Von Professor Dr. H. Gläser  
87 Seiten mit 23 Tab., 41 Abb. und 2 Farbtafeln.  
Kart. DM 9,80

**Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Holzeigenschaften und Wuchs der Gastbaumart Douglasie**  
Von Professor Dr. W. Knigge  
107 Seiten mit 34 Abb. und 19 Tab.  
Kart. DM 16,30

**Untersuchungen über Bewertung und Güteigenschaften des Eichenholzes aus verschiedenen Wuchsgebieten**  
Von Dozent Dr. H. Schulz  
90 Seiten mit 40 Abb. und 46 Tab. und Übersichten.  
Kart. DM 15,40

**Über die Zusammenhänge zwischen Baumgestalt und Güte des Schnittholzes bei der Buche**  
Von Dozent Dr. H. Schulz  
96 Seiten mit 2 Fototafeln, 20 Abbildungen und 16 Tab.  
Kart. DM 13,80

**Die Bringungstechnik als gemeinsames Problem von Forst- und Holzwirtschaft**  
Von Prof. Dr. E. Volkert  
101 Seiten mit 56 Abb. und 24 Tab.  
Kart. DM 15,20

**Untersuchungen über Eigenschaften und Funktionsweise des Zugholzes der Laubbäume**  
Von Dozent Dr. H. Sachße  
112 Seiten mit 48 Abbildungen und 6 Tabellen.  
Kart. DM 20,40

## FORSTL. BETRIEBSWIRTSCHAFT UND FORSTEINRICHTUNG\*

**Die Bedeutung der Eigenarbeit im Privatwald Niedersachsens**  
Von Prof. Dr. H. D. Brabänder, Dr. J.-G. Küppers und Forstmeister Dr. R. Mascher  
127 Seiten mit 1 Abb. und 23 Tab.  
Kart. DM 15,90

**Der Eigenverbrauch an Brennholz im Kleinprivatwald Niedersachsens**  
Von Forstmeister Dr. R. Mascher und Prof. Dr. H. D. Brabänder  
111 Seiten mit 32 Übers. und 7 Tab.  
Kart. DM 12,90

**Nutzen-Kosten-Untersuchung der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse**  
Von Prof. Dr. H. D. Brabänder, Prof. Dr. U. Köster und Dr. W. Hodapp  
301 Seiten mit 4 Abb. und 19 Tab.  
Kart. DM 31,80

**Untersuchungen über Randschäden**  
Von Professor Dr. G. Baader  
82 Seiten mit 33 Übersichten, 7 graph. Darst. und 10 Abb.  
Kart. DM 8,80

**Forsteinrichtung als betriebswirtschaftliche Planung und Kontrolle**  
Von Oberlandforstmeister A. Henne  
80 Seiten mit 7 Abb., 17 Tabellen und einem 12teiligen Beilagen-Anhang.  
Kart. DM 28,20

**Die Bewertung des Windwurfrisikos der Fichte auf verschiedenen Standortstypen**  
Von Dr. Dieter Germann  
104 Seiten mit 16 Abb., 64 Tab. im Text und einem 8seitigen Tab.-Anhang.  
Kart. DM 21,40

**Struktur und Einkommensbeitrag des Bauernwaldes in Westfalen-Lippe**  
Von Professor Dr. F. Kató und Dr. H. D. Brabänder  
160 Seiten mit 12 Abb. und 39 Tab.  
Kart. DM 12,80

**Begründung der qualitativen Gruppendurchforstung**  
Von Dozent Dr. F. Kató  
146 Seiten mit 20 Abb. und 15 Tab.  
Kart. DM 18,—; Stud.-Preis DM 15,—

**Über die soziologische und qualitative Zusammensetzung gleichaltriger Buchenbestände**  
Von Dr. F. Kató und Prof. Dr. D. Müller  
122 Seiten mit 8 Abbildungen und 29 Tabellen.  
Kart. DM 9,80

**Forstliche Vermögens- und Erfolgsrechnung**  
Von Professor Dr. H. J. Emmel  
2. Auflage. 74 Seiten mit zahlreichen Tabellen.  
Kart. DM 8,60

**Die Aufstellung von Massentafeln nach der Methode der kleinsten Quadrate**  
Von Oberforststrat Dr. R. Schmitt und Dr. B. Schneider  
56 Seiten mit 1 Faltafel, 7 Abb. sowie 21 Tab. u. Massentafeln.  
Kart. DM 8,—

**Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung**  
Von Professor Dr. G. Speidel  
118 Seiten mit 57 Tabellen und 18 Abbildungen.  
Kart. DM 15,40

**Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur**  
Von Prof. Dr. H. Kramer und Dr. A. Akça  
251 Seiten mit 54 Abbildungen und 29 Tabellen.  
Kart. DM 24,80

**Nutzungsplanung in der Forsteinrichtung**  
Von Professor Dr. H. Kramer  
128 Seiten mit 153 graph. Darstellungen und 20 Tab.,  
Kart. DM 15,—

**Forsteinrichtung in Hessen 1946–1966**  
Von Oberlandforstmeister a. D. O. Neuhaus  
69 Seiten.  
Kart. DM 16,20

**Forsteinrichtung**  
Von Ministerialrat Dr. W. Mantel  
2. Auflage. 270 Seiten mit 2 Abb. und mehreren Tab.  
Ln. DM 28,—

**Begriffe der Forsteinrichtung**  
Von Professor Dr. H. Kramer  
3. Auflage. 88 Seiten mit 12 Abbildungen.  
Kart. DM 11,80

## FORSTWIRTSCHAFT IM ALLGEMEINEN

**Leitfaden für die Anfertigung von Diplomarbeiten und Dissertationen in der Forstwissenschaft u. verwandten Fachgebieten**  
Von Prof. Dr. J. Huss  
117 Seiten mit 27 Abb. und 6 Tab.  
Gebunden DM 9,80

**Untersuchungen über die Anwendung von Luftbildern bei der Waldkatastervermessung in Entwicklungsländern**  
Von Prof. Dr. A. Akça  
114 Seiten mit 16 Abb., 3 Tab. und 2 Karten  
Kart. DM 18,60

**Der Wald als Rohstoffquelle**  
Von Prof. Dr. A. Hüttermann  
255 Seiten mit 92 Abb., 12 Tab. und 11 Übers.  
Kart. DM 19,80

**Zur Unfallversicherung in der Forstwirtschaft – geschichtliche Entwicklung in Deutschland und einige heutige Organisationsstrukturen der zuständigen Unfallversicherungsträger**  
Von Dipl.-Forstwirt J. Jankowsky  
123 Seiten mit 22 Schaubildern und 1 Tab.  
Kart. DM 19,80

**Waldkunde**  
Von dem Wesen und der Soziologie des Waldes  
Von Oberforstmeister Dr. E. Wohlfarth  
132 Seiten mit 29 Abb.  
Ln. DM 13,60

## FORSTPOLITIK

**Forstliche Holzmarktpolitik**  
Von Professor Dr. H. Lemmel  
125 Seiten.  
Kart. DM 13,80

## FORSTGESCHICHTE

**Der Reichsforstgesetzentwurf von 1942 und seine Auswirkungen auf die neuere Forstgesetzgebung**  
Von Dr. Z. Rozsnyay u. Dr. U. Schulte  
220 Seiten.  
Kart. DM 18,—

**Zur Geschichte der Forstgesetzgebung in Preußen**  
Von Prof. Dr. K. Hasel  
120 Seiten mit 1 Tab.  
Kart. DM 34,60

**Über die kurfürstlich hessischen Forstlehranstalten**  
Von Professor Dr. A. Bonnemann  
77 Seiten mit 3 Übersichten.  
Kart. DM 6,—

## FORSTBOTANIK

**Forstbotanischer Garten und Arboretum der Universität Göttingen**  
Von A. Bärtels, Prof. Dr. H. Bärtels und Prof. Dr. W. Eschrich  
97 Seiten mit 7 Plänen.  
Kart. DM 6,—

## JAGD

**Wildbiologische Forschungen und Beobachtungen**  
Von Landesforstmeister Prof. Dr. H. J. Fröhlich und Dr. W. Dietze  
271 Seiten mit 92 Abb. und 40 Tab.  
Kart. DM 55,—

**Das Rotwild in Hessen**  
Seine Bewirtschaftung im Staatswald  
Von Landesforstmeister W. Roßmäßler  
80 Seiten mit 2 Karten, 17 Abbildungen und 3 Tabellen.  
Kart. DM 16,30

## LANDESPFLEGE

**Zur Beurteilung der Erholungsfunktion siedlungsnaher Wälder**  
Von Oberforstmeister Dr. K. Ruppert  
142 Seiten mit 9 Abb. und 20 Tab.  
Kart. DM 32,80

**Leitfaden zur Forstlichen Rahmenplanung (FRP)**  
64 Seiten mit mehreren Ausschlagtafeln und 6 Farbtafeln.  
Leinen DM 11,—

**Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes (WFK)**  
2. Aufl. 84 Seiten mit 13 Abb., 11 Tab. und 3 Farbtafeln.  
Geb. DM 14,80

Alle Preise = empf. Richtpreise

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Unter Mitwirkung der  
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten  
von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

**Dr. H. Steinlin**  
o. Professor  
der Forstwissenschaft an der  
Universität Freiburg i. Br.

**Dr. H. Kramer**  
o. Professor  
der Forstwissenschaft an der  
Universität Göttingen

ISSN 0002-5852

*Erscheinungsweise:* Jährlich 12 Hefte, in Ausnahmefällen Doppelhefte.

*Bezugspreis:* Infolge weiterer Kostensteigerungen wurde der Bezugspreis neu festgelegt. Er beträgt ab 1. Januar 1986 jährlich DM 182,—, zahlbar in zwei Raten à DM 91,—, zuzüglich Zustellgebühr; Beamte auf Wartegeld und in Ausbildung befindliche Forstreferendare DM 145,60, zahlbar in zwei Raten à DM 72,80 (empf. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

*Bezug:* Durch den Buchhandel oder direkt vom Verlag. Das Abonnement gilt jeweils für einen Jahrgang. Es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlußheftes eines Jahrgangs eine Abbestellung erfolgt.

*Manuskripte* (es werden nur Erstarbeiten veröffentlicht) sind nach vorheriger Anfrage an die Herausgeber einzusenden. Für unverlangt eingegangene Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Rücksendung erfolgt nur, wenn Rückporto beiliegt.

Manuskripte mit Tabellen oder Abbildungen werden nur angenommen, wenn die Tabellen-Überschriften und die Abbildungs-Überschriften neben deutscher auch in englischer Sprache abgefaßt sind.

Der Autor hat in der Regel auch die Zusammenfassung in englischer Sprache mitzuliefern. Die Übersetzung ins Französische kann dagegen durch den Verlag erfolgen.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen

der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH, 6000 Frankfurt/Main, Großer Hirschgraben 17–21, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e.V., dem Bundesverband deutscher Banken e.V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e.V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielältigte Blatt eine Marke im Wert von DM 0,40 zu verwenden.

*Anzeigenannahme:* J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, 6000 Frankfurt am Main.

*Anzeigenpreis:* Die 43 mm breite mm-Zeile DM 0,65. Für Geschäftsanzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

*Verlag:* J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstr. 21, 6000 Frankfurt am Main, Fernruf (069) 55 52 17. Bankkonten: Commerzbank, Frankfurt a.M. 5 408 075; Stadtparkasse Frankfurt a.M. (Girokonto 96 958); Postscheckkonto: Frankfurt a.M. Nr. 896-607.

This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts, by Chemical Abstracts, by Current Contents (Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB)) and by the Science Citation Index® (SCI®) of Institute for Scientific Information.

## Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 1 des 157. Jahrgangs sind:

Dr. TEJA PREUHLER, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München, Forstwissenschaftliche Fakultät, Amalienstraße 52, 8000 München 40

Landesforstpräsident Dr. MAX SCHEIFELE, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg, Postfach 491, 7000 Stuttgart 1

## Die Buchbesprechungen erfolgten von:

Dr. H. BRANDL, Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Betriebswirtschaft, Sternwaldstraße 16, 7800 Freiburg/Br.

BARBARA FISELIUS, Unterer Mühlenweg 69, 7800 Freiburg

Prof. Dr. K. HASEL, Schlüsselstraße 3, 7800 Freiburg/Br.

Akad. Rat Dr. L. JÄGER, Meteorologisches Institut der Universität Freiburg, Werderring 10, 7800 Freiburg

Prof. Dr. H. STEINLIN, Institut für Landespflege der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, 7800 Freiburg

Prof. Dr. Dr. G. WELLENSTEIN, Forstzoologisches Institut der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, 7800 Freiburg

Akad. Oberrat Dr. K. G. WOLFF, Institut für Forstpolitik und Raumordnung, Bertoldstraße 17, 7800 Freiburg

## Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:

J. MAHEUT, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy.

Titelbogen und Inhaltsverzeichnis zum 156. Jahrgang der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung können aus technischen Gründen leider erst dem Heft 2 dieses Jahrgangs beigelegt werden.



# Zuwachsreaktionen auf Grundwasserabsenkungen in einem süddeutschen Auewaldgebiet

(Mit 5 Abbildungen und 6 Tabellen)

Von TEJA PREUHLER

(Angenommen Juli 1985)

## GLIEDERUNG

1. Einleitung
2. Untersuchungsgebiet
  - 2.1. Hydrologische Verhältnisse
  - 2.2. Standörtliche Situation
  - 2.3. Waldaufbauformen
3. Grundwasserentnahmen
  - 3.1. Beobachtungszeitraum von 1967 bis 1976
  - 3.2. Grundwasserentnahmemengen
  - 3.3. Änderung des Grundwasserstandes durch die Entnahmen
4. Anlage und Aufnahme von Beweissicherungsflächen
  - 4.1. Auswahl geeigneter Bestände
  - 4.2. Anlage und ertragskundliche Aufnahmen der Probeflächen
  - 4.3. Vergleichsflächen
5. Ertragskundliche Bestandesdaten
  - 5.1. Charakterisierung der Bestände
  - 5.2. Bedeutung des Grundwasseranschlusses für die Bonität der Bestände
  - 5.3. Laufender jährlicher Zuwachs
6. Beurteilung der Zuwachsreaktionen mit Hilfe von Diskriminanzanalysen
  - 6.1. Bestimmungsgrößen
  - 6.2. Gruppierung der Probeflächen
  - 6.3. Bestätigung der Gruppierung für die gesamte Beobachtungszeit
  - 6.4. Trennung der Gruppen durch die Variablenkombination aus Zuwächsen, ertragskundlichen Grunddaten und Pegelwerten
  - 6.5. Reaktionen der Zuwächse in den Gruppen
  - 6.6. Trennung der Gruppen durch die Zuwächse in Verbindung mit den ertragskundlichen Grunddaten
7. Zusammenfassung

## 1. EINLEITUNG

Im Bereich der Lecheinmündung in die Donau wird in einem kleinen, sehr heterogenen Waldgebiet auf Auewaldstandorten seit dem Jahr 1969 Grundwasser aus insgesamt drei Horizontalfilterbrunnen entnommen. Das damalige Institut für Ertragskunde, heute Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München wurde im Jahre 1974 mit einem Beweissicherungsverfahren zur Ermittlung des Wachstumsganges und der Ertragsleistung der Wälder im Grundwasserentnahmegebiet beauftragt. Eine Diplomarbeit am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, München von B. JÄGER lieferte 1978 erste Ergebnisse über die Grundwassersituation und die Zustands- und Leistungsgrößen der untersuchten Bestände.

## 2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das engere Untersuchungsgebiet wird im Norden und Nordwesten durch die Donau, im Osten vom Lech und der Lechstaustufe und im Süden und Südwesten von der Bundesstraße 16 begrenzt.

### 2.1. Hydrologische Verhältnisse

Neben den örtlichen Klimafaktoren beeinflusst besonders der Wasserstand der Donau den Grundwasserstand im Untersuchungs-

gebiet. So werden die Grundwasserstandslinien von der Donau ‚mitgeschleppt‘. Mit zunehmendem Abstand von der Donau steigt das Grundwasser mehr oder weniger steil an. Am Lech und an der Lechstaustufe ist infolge einer tiefreichenden undurchlässigen Trennmauer diese Auswirkung des Fließwassers auf das Grundwasser nicht zu beobachten. Die Überschwemmungen, die gelegentlich noch in den Monaten Februar und März im Untersuchungsgebiet stattfinden, erreichen bei weitem nicht mehr das Ausmaß vor dem Bau der Lechstaustufe.

Zur Kennzeichnung der Normalsituation wurde der Grundwasserstand des Stichtages 26. 7. 1967 herangezogen (Abb. 1). Er entspricht in etwa einem langjährigen Durchschnitt vor Inbetriebnahme der Grundwasserbrunnen.

### 2.2. Standörtliche Situation

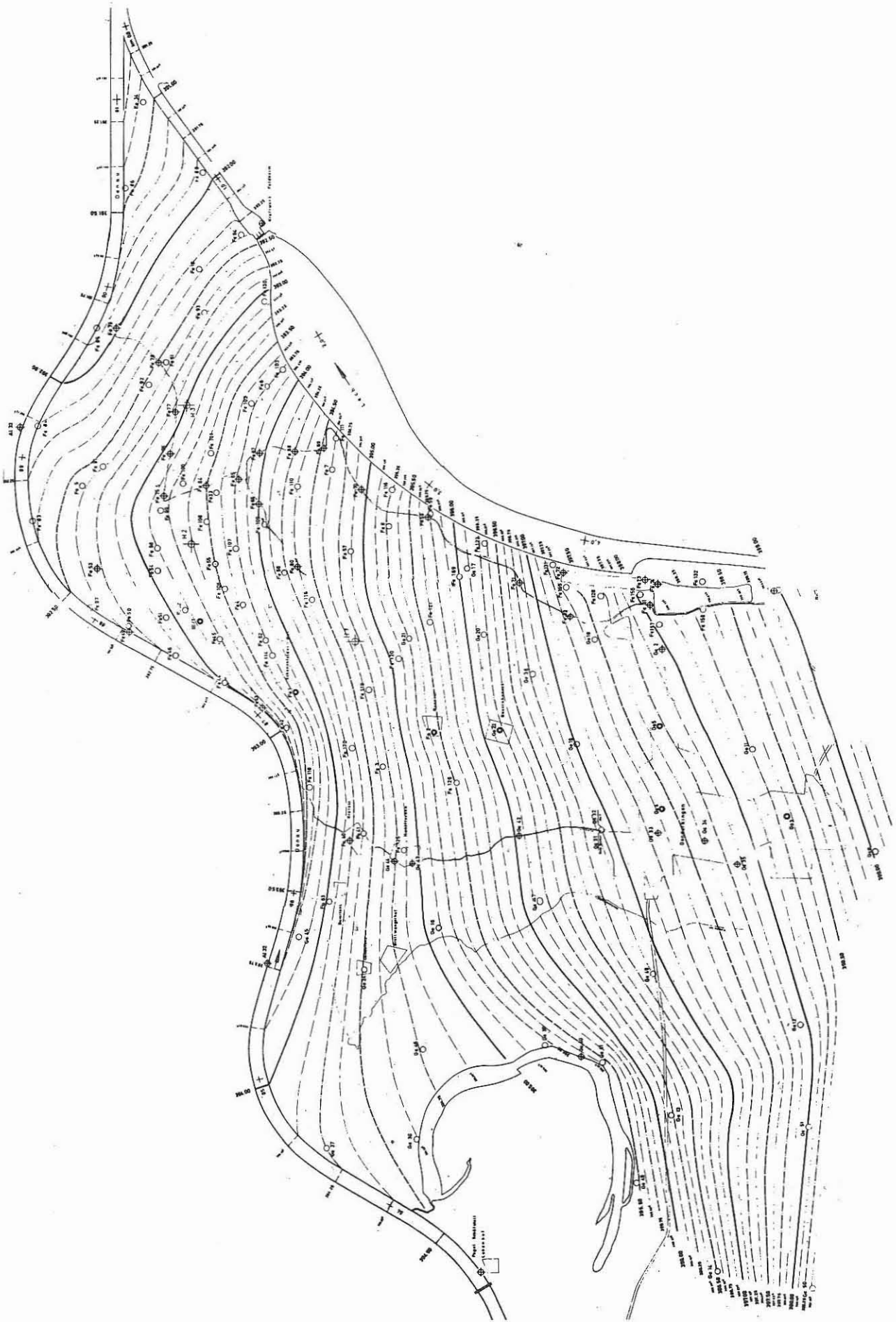
Die Jahresmitteltemperaturen liegen bei 7–8 Grad C, in der Hauptvegetationszeit Mai bis Oktober bei 12–16 Grad C. Die Niederschläge weisen größere Schwankungen auf, so im Beobachtungszeitraum von 1967 bis 1976 Jahressummenwerte von 471 mm (1972) bis 811 mm (1974). Die Niederschlagssummen während der Hauptvegetationszeit von Mai bis Oktober streuen von 254 mm (1972) bis 604 mm (1968). Die Waldbestände liegen in einer Höhenlage von etwa 400 m über NN.

Eine standortkundliche Voruntersuchung von GROTTENTHALER und REHFUESS (1973) beschreibt die bodenkundliche und geologische Ausgangslage: Über tertiärem Flinz liegt ein ca 15 m dickes Paket fluviatiler Schotter aus sandigem Kies, aus dem das Grundwasser entnommen wird. Darüber folgt eine 0,5 m bis über 2,0 m mächtige Deckschicht aus mehr oder weniger schluffigem oder sandigem Auelehm. Das vorwiegend ebene Gelände wird von unregelmäßigen Hochflutrinnen durchzogen. Bis in jüngste Zeit hemmten periodisch auftretende Auflandungen die Bodenbildung. Auf trockenen Standorten finden sich Kalkaueböden, in den Rinnenbereichen Gleye.

Wichtig für die Forstliche Standortansprache zur Bestimmung der Wasserversorgung der Waldbäume sind zum einen die ‚Flurabstände‘, die den Abstand zwischen Grundwasserspiegel und Bodenoberfläche angeben. Zum anderen ist die Wasserspeicherleistung der Deckschicht und die kapillare Steighöhe im jeweiligen Bodensubstrat entscheidend. Letztere beträgt im sandigen Kies etwa 30 cm, in der darüberliegenden Deckschicht 75 bis 200 cm. Mit einer zusätzlichen Wasserversorgung der Bäume kann also gerechnet werden, wenn der mittlere Grundwasserstand während der Vegetationszeit nicht tiefer als 30 cm unter der Deckschicht liegt.

### 2.3. Waldaufbauformen

Das Untersuchungsgebiet ist geprägt durch kleinflächig wechselnde Rein- und Mischbestände, durch heterogene Altersverteilungen und differenzierte Sozialkombinationen im Bestandesaufbau. Neben den in Auwäldern unterschiedlicher Ausprägung natürlich vorkommenden Baumarten und Waldaufbauformen finden sich – bedingt durch antropogene Einwirkungen – auch untypische Baumarten und Bestandesstrukturen.



Für die Ermittlung der Höhenlinien von Donau und Lech wurde die Interpolation mit Benützung der Std.-Angabe nur beim Lech durchgeführt.

Abb. 1

Normaler Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet Ganderkingen (Plan Do 575; Stichtag 26. 7. 67)  
 Normal groundwater situation in the research area Ganderkingen (Map Do 575; date 26. 7. 67)

Folgende Bestandestypen wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ausgediegt:

- Nadelholzbestände, überwiegend
  - Fichtenreinbestände mit bis zu 10 % Beimischung von Esche, Ulme, Linde, Aspe, Bergahorn und Kiefer
- Laubholzbestände
  - Buchenbestände mit bis zu 40 % Beimischung von Linde, Esche, Ahorn, Ulme und Kiefer
  - Edellaubholzbestände aus Esche, Ulme, Linde, Bergahorn und Kirsche (mit bis zu 45 % Beimischung anderer Baumarten wie Buche, Eiche, Erle, Pappel, Birke, Weide, Weißerle, Wildobst und Fichte)
  - Pappelreinbestände
- Mischbestände aus Nadel- und Laubholz
  - Überwiegend aus Fichte, Kiefer und Laubbäumen mit etwa gleichen Anteilen

Vertreten sind Bestände in der ersten bis sechsten Altersklasse und mit einem weiten Bonitätspektrum vom I.0 und besser bis V.0 und schlechter.

### 3. GRUNDWASSERENTNAHMEN

Seit 1966 war im Untersuchungsgebiet zur Vorerkundung eine große Zahl von Grundwasserpegeln installiert worden. Zumeist handelt es sich um Meßpegel, die nur an bestimmten Stichtagen abgelesen werden. Einige Pegelschreiber allerdings erfassen stündlich die Grundwasserstandsänderungen.

Die in Abbildung 1 dargestellten Grundwasserstandshöhenlinien vom 26. 7. 1967 dienten als Bezugslinien bei der Bestimmung der Grundwasserstandsänderungen infolge von Entnahmen. Die Grundwasserpumpungen erfolgten aus den drei Brunnen im Zentrum des Untersuchungsgebietes (Abb. 2). (Die Pegelmeßdaten sowie die Grundwasserstandskarten wurden vom Träger der Brunnenbaumaßnahmen zur Verfügung gestellt).

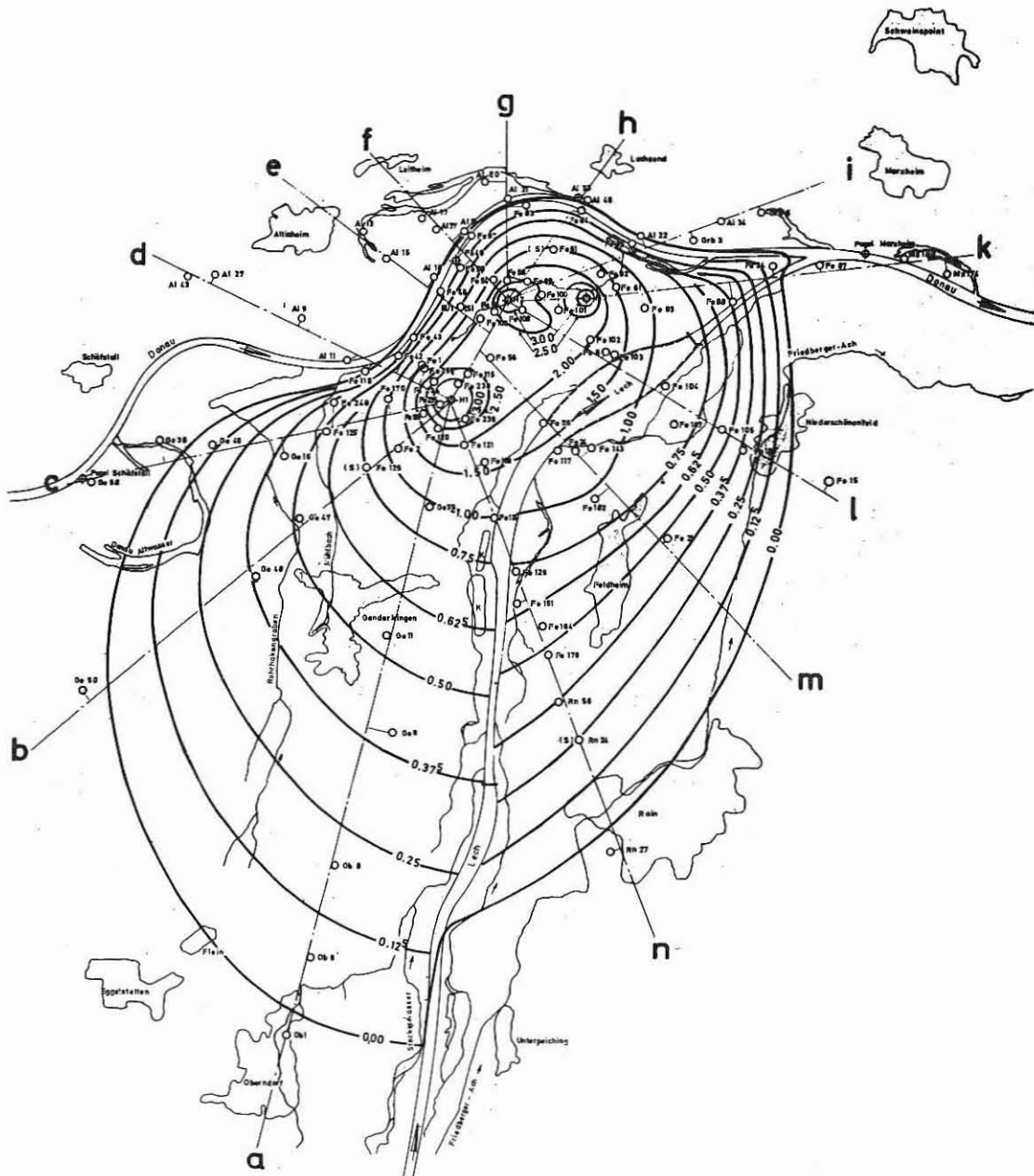


Abb. 2

Grundwasserabsenkungstrichter (Plan Do-F 1032; Stichtag 14. 1. 70)

The funnel of groundwater lowering (Map Do-F 1032; date 14. 1. 70)

### 3.1. Beobachtungszeitraum von 1967 bis 1976

Ab Mai 1969 wurde eine Reihe von Einzelpumpversuchen vorgenommen, denen in der Zeit vom 12. 09. 69 bis 18. 03. 70 ein Generalpumpversuch mit Entnahme der bewilligten Höchstmenge aus den drei Brunnen folgte. Von Mai 1971 bis Dezember 1972 waren aus bautechnischen Gründen weitere, allerdings meist geringfügige Entnahmen erforderlich. Der regelmäßige Pumpbetrieb wurde am 16. 07. 73 aufgenommen.

Für eine erste Analyse möglicher Reaktionen des Zuwachses auf die Grundwasserabsenkung wurde der Zeitraum von 1967 bis 1976 gewählt. Er umfaßt die Jahre 1967 und 1968 vor den ersten Eingriffen in die Grundwassersituation (also den Ausgangs- oder Normalzustand), die Zeiten der Einzelpumpversuche und des Generalpumpversuches von 1969 bis 1970, die aus bautechnischen Gründen erforderlichen Entnahmen in den Jahren 1971 und 1972 und schließlich die ersten drei Jahre mit regelmäßiger Pumpung von 1973 bis 1976.

### 3.2. Grundwasserentnahmemengen

Im Bewilligungsbescheid für die Förderung und Ableitung von Grundwasser durch die Brunnenanlage ist eine Maximalfördermenge von 2000 l/sec, das sind 7200 cbm/Stunde vorgesehen. Im monatlichen Durchschnitt kann damit eine Menge von etwa 5,2 Millionen cbm Wasser gewonnen werden. Die tatsächlichen monatlichen Entnahmemengen im Beobachtungszeitraum sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

In den vorausgehenden Einzelpumpversuchen der drei Brunnen in der Zeit vom 29. 05. 69 bis 02. 09. 69 wurden im Schnitt etwa 1,4

Millionen cbm Wasser je Monat abgepumpt. Im darauffolgenden Generalpumpversuch vom 12. 09. 69 bis 18. 03. 70 waren es die vorgesehenen Höchstmengen von 2000 l/sec bzw. rund 5,2 Millionen cbm je Monat.

Wegen Bauarbeiten am Hauptpumpwerk und für einen Leitungsbau wurden in den Zeiten vom 19. 05. 71 bis 18. 04. 72 geringere Grundwassermengen mit Monatssummen von etwa 0,1 bis 0,3 Millionen cbm und vom 16. 08. 72 bis 12. 12. 72 nochmals größere Mengen von etwa 1,8 bis 4,5 Millionen cbm pro Monat abgeführt.

Seit dem Beginn der regelmäßigen Pumpung am 16. 07. 73 wurden durchschnittlich 1,1 Millionen cbm Grundwasser je Monat entnommen. In den Monaten Juni und Juli 1975 erhöhte sich die Entnahme durch den Bau einer Abwasserbeseitigungsanlage der angrenzenden Gemeinde Genderkingen auf 2,9 und 2,1 Millionen cbm.

Im letzten Jahr des Beobachtungszeitraumes 1976 wurden Verbrauchsspitzen von etwa 1,5 – 2,8 Millionen cbm in den Sommermonaten registriert.

Insgesamt wurde die Maximalfördermenge lediglich während des Generalpumpversuches erreicht. Seit Beginn der regelmäßigen Pumpung wurde im Durchschnitt ein Fünftel der genehmigten Maximalmenge entnommen.

### 3.3. Änderung des Grundwasserstandes durch die Entnahmen

Der Generalpumpversuch diente u.a. dem Zweck festzustellen, in welchem Ausmaß die Grundwassersituation im Untersuchungsgebiet durch die Entnahme beeinträchtigt wird. Dazu wurde zu-

Tab. 1

Monatliche Grundwasserentnahmen (in Tsd. cbm) im Untersuchungsgebiet Genderkingen im Beobachtungszeitraum von 1967 bis 1976  
Monthly gathering of groundwater (thsd. cbm) in the research area Genderkingen from 1967 to 1976

Monat	Jahr									
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Januar				5384*)		147		1095	1063	925
Februar				4863*)		138		1006	1264	1017
März				3126*)		147		990	1103	1028
April						85		1140	1362	1160
Mai			62		76			1142	1130	1482
Juni			1232		311			1127	2870	1697
Juli			1457		321		520	1001	2073	2404
August			1616		321	2074	1116	1126	1169	1093
September			3254*)		311	4579	1200	1001	941	1015
Oktober			5384*)		276	3192	1017	1059	1000	1052
November			5210*)		170	3542	1020	1011	1010	967
Dezember			5384*)		147	1866	1058	1111	1026	947

\*) Maximalfördermenge ab 12. 9. 1969 bis 18. 3. 1970

Einzelpumpversuche: Brunnen H1 01. 07. 69 – 24. 07. 69  
H2 29. 05. 69 – 20. 06. 69  
H3 07. 08. 69 – 02. 09. 69  
Generalpumpversuch: Brunnen H1, H2, H3 12. 09. 69 – 18. 03. 70

Bauarbeiten am Hauptpumpwerk: 19. 05. 71 – 18. 04. 72  
Leitungsbau: 16. 08. 72 – 12. 12. 72  
Regelmäßige Entnahmen: ab 16. 07. 73 – 31. 12. 76  
Zusätzliche Entnahmen (Abwasserbauarbeiten): Mai, Juni und Juli 1975



nächst am 12. 09. 69 – unmittelbar vor Beginn des Generalpumpversuches – ein Ruhegrundwasserspiegelplan nach den Pegelständen erstellt. Er ähnelt im wesentlichen dem Grundwasserspiegelplan aus dem Jahre 1967; ein Einfluß der am 02. 09. 69 beendeten Einzel-pumpversuche war nicht mehr festzustellen. Der tiefste Grundwasserstand während des Generalpumpversuches stellte sich – mitbeeinflußt durch die Niederschlagsituation – am 14. 01. 70 ein. Für diesen Stichtag wurden die Punkte gleicher Absenkung verbunden und eine Grundwasserabsenkungskarte gezeichnet (Abb. 2). Sie zeigt Trichterform mit den tiefsten Stellen von etwa 3,0 m Absenkung im Bereich der drei Brunnen.

Mit zunehmender Entfernung vom Zentrum verringert sich die Absenkung. Im NW und N steigt die Trichterwand steil an und erreicht nach 500 bis 750 m Entfernung an der Donau – bedingt durch das Flußwasser – die Normalhöhe. Im SW und S hingegen fehlen derartige Flußwasser-Regulatoren: Erst nach 4000 bis 5700 m wird die normale Grundwassersituation erreicht. Im O und SO genügen bis zur Normalisierung 2500 bis 4000 m, bedingt durch den Druck des fließenden Grundwassers und der beiden Flüsse.

Die Ergebnisse der Pegelbeobachtungen während des Generalpumpversuches und der anderen Entnahmezeiten ergaben:

- Der Grundwasserstand reagiert sehr schnell auf die Entnahme und er normalisiert sich auch sehr schnell nach Beendigung der Pumpung.
- Auch bei geringeren Entnahmen reagiert das Grundwasser mit einem – wenn auch schwächer ausgeprägten – Absenkungstrichter.
- Eine Gruppierung der Probeflächen nach Absenkungszonen der Trichterkarte zur Beobachtung von Wachstumsreaktionen ist sinnvoll.
- Jenseits des Trichterrandes des Generalpumpversuches ist der Grundwasserstand durch die Absenkung nicht betroffen. Diese Bereiche bieten sich für die Anlage von Vergleichsflächen an.

#### 4. ANLAGE UND AUFNAHME VON BEWEISSICHERUNGSFLÄCHEN

##### 4.1. Auswahl geeigneter Bestände

Die Auswahl geeigneter Bestände im Untersuchungsgebiet zur Anlage von Beweissicherungsflächen sollte folgende Gesichtspunkte berücksichtigen:

- Flächenanteilige Erfassung aller wichtigen Baumarten,
- Einbeziehung der wichtigsten Bestandesformen,
- Erfassung der Altersverteilung innerhalb von Beständen und im gesamten Untersuchungsgebiet,
- Erfassung des weiten Bonitätspektrums und der unterschiedlichen Standorteinheiten,
- Staffellung der Flächen nach ihrer Entfernung zum Pumpzentrum bzw. nach Gruppen gleicher Absenkung.

Nicht in Betracht kamen Bestände

- mit ausgeprägten pathologischen Merkmalen oder Stammabgängen,
- im Grenzbereich von Waldaufbauformen,
- mit Durchforstungen in den letzten 5 Jahren (Verzerrungen der Zuwachsreaktionen).

##### 4.2. Anlage und ertragskundliche Aufnahme der Probeflächen

Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 21 Beweissicherungs-Probeflächen im Frühjahr und Sommer 1973 angelegt, einzelstammweise numeriert und dauerhaft verpflockt. Die Größe der Flächen

reicht von 0,0100 ha bis 0,1167 ha, je nach Baumart, Bestandesstruktur und Bestandesalter. Die Flächen sind so verteilt, daß die unterschiedlichen Absenkungsbereiche wie auch die wichtigsten Waldaufbauformen und Leistungsgruppen erfaßt wurden.

- Fichtenreinbestände: 9 Parzellen, Alter 22 – 102 Jahre (1976)
- Buchenbestände: 3 Parzellen, Alter 30 – 38 Jahre (1976)
- Edellaubbaumbestände: 7 Parzellen, Alter 21 – 60 Jahre (1976)
- Pappelreinbestände: 1 Parzelle, Alter 31 Jahre (1976)
- Mischbestände: 1 Parzelle, Alter 43 – 106 Jahre (1976)

Vorgesehen ist eine etwa 20jährige Beobachtungsdauer, um über Art und Umfang von Wachstumsreaktionen und Strukturveränderungen genügend sichere Aussagen zu erhalten. Ertragskundliche Aufnahmen sind im 7–10jährigen Turnus geplant, wobei die Grundaufnahme im Frühjahr 1974 und eine erste Wiederholungsaufnahme zur Charakterisierung des Trendverhaltens und zur Überprüfung der Auswahlkriterien der Probeflächen bereits nach 3 weiteren Vegetationsperioden im Herbst 1976 stattfand. Bei beiden Aufnahmen wurden alle Durchmesser sowie die Höhen identischer Bäume gemessen und die Flächen photographisch dokumentiert. Bei der Zweitaufnahme kam eine Zuwachsbohrung zur retrospektiven Darstellung der Bestandesentwicklung seit 1967 hinzu.

#### 4.3. Vergleichsflächen

Im Herbst 1976 wurden 6 zusätzliche Vergleichsflächen angelegt und zusammen mit den bisherigen Beweissicherungsflächen aufgenommen. Sie liegen in Bereichen, in denen sich die Grundwasserabsenkung während des Generalpumpversuches nicht mehr auswirkte: Am jenseitigen Ufer der Donau in ca. 1700 m Entfernung vom Absenkungszentrum, donauabwärts ca. 3500 m entfernt und lechaufwärts ca. 5800 m und 7600 m entfernt.

Die Vergleichsflächen repräsentieren die wichtigsten Waldaufbauformen der

- Fichtenreinbestände: 2 Parzellen, Alter 60 und 78 Jahre (1976)
- Buchen-Edellaubbaumbestände: 1 Parzelle, Alter 40 Jahre (1976)
- gemischten Edellaubbaumbestände unterschiedlicher Ausprägung: 3 Parzellen, Alter 30 bis 80 Jahre (1976)

#### 5. ERTRAGSKUNDLICHE BESTANDESDATEN

Für die Baumarten und Baumartengruppen der einzelnen Flächen wurden die ertragskundlichen Bestandeskennziffern der Aufnahmen vom Frühjahr 1974 und vom Herbst 1976 und die Zuwächse für den dreijährigen Zuwachszeitraum berechnet. Zur Bonitierung wurden die folgenden Ertragstabellen verwendet:

Fichte:	WIEDEMANN 1942, mäßige Durchforstung
Kiefer:	WIEDEMANN 1943, mäßige Durchforstung
Buche:	SCHOBER, 1967, mäßige Durchforstung
Esche:	WIMMENAUER 1919, schwache Durchforstung
Pappel:	RÄTZEL 1969, (robusta) schwache Durchforstung
Erle:	MITSCHERLICH 1945, (Schwarzerle) starke Durchforstung

In Ermangelung geeigneter Mischbestandstabellen mußten die Mischbaumarten nach den aufgeführten Reinbestandsertragstabellen bonitiert werden. Die Baumarten Bergahorn, Birke, Linde und Ulme wurden zusammen mit der Esche nach der Ertragstafel von WIMMENAUER eingestuft. Die Bonitätsangabe erfolgt in 0,5-Bonitätsstufen. (Die Aufnahmeergebnisse der Grundaufnahme 1974 und die Ergebnisse der Zuwachsbohrung 1976 wurden miteinander abgeglichen). Die Vielfalt der vorgefundenen Bestände soll im Folgenden nur kurz charakterisiert werden.



## 5.1. Charakterisierung der Bestände

Die 11 Fichtenbestände (Parzellen Nr. 2, 3, 9, 16, 20, 28, 31, 32, 38, 45 und 52) umfassen eine Altersspanne von 22 bis 102 Jahren. Die einzelnen Bestände sind weitgehend gleichaltrig (einschließlich der geringfügigen Beimischungen). Die Stammzahlen schwanken zwischen 62 % und 127 % der Ertragstafelstammzahlen, die Grundflächen- und Volumenwerte stimmen besser mit den Tafelangaben überein. Auffallend sind die relativ hohen h/d-Werte zwischen 0,84 und 1,12 (h/d-Werte der Grundflächenmittelstämme), die Instabilität auf Grund versäumter Durchforstungseingriffe andeuten.

Die 4 Buchenbestände (Parzellen Nr. 1a, 1b, 36 und 44) sind 30 bis 40 Jahre alt. Sie weisen unterschiedliche Beimischung von Bergahorn, Esche, Linde und Ulme (sowie auf 2 Parzellen von wenigen Fichten bzw. Kiefern) mit Stammzahlanteilen von 4 % bis 57 % auf. Vereinzelt finden sich Alteschen oder Kiefernüberhälter aus den Vorbeständen mit 70 bis 80 Jahren. Ein Ertragstafelvergleich für den Buchenanteil (als Reinbestand) ergibt bei den Grundflächenwerten ca. 140 % bis 180 %, bei den Volumenwerten etwa 300 % bis 400 %. (Dies läßt wieder einmal die Problematik der Anwendung von Reinbestands'ertragstafeln in Mischbeständen erkennen).

Die Edellaubholzbestände werden durch die 10 Parzellen mit den Nummern 8, 14, 15, 21, 25, 27, 37, 39, 40 und 55 repräsentiert. Sie sind charakterisiert durch unterschiedliche Anteile von Bergahorn, Esche, Linde und Ulme mit bis zu 40 % Beimischung weiterer Baumarten wie Buche, Erle und Pappel. Die Durchschnittsalter der Flächen reichen von etwa 18 bis 80 Jahren. Allerdings weisen die einzelnen Parzellen sehr heterogene Alter für die beteiligten Baumarten auf, ein Grund für die meist vorliegende Zwei- und Mehrgipfeligkeit der Durchmesserverteilungen der Bestände. Ein Ertragstafelvergleich kann auch hier nur mit großem Vorbehalt durchgeführt werden, da er sich zudem lediglich auf die Eschen'ertragstafel beziehen kann. Danach liegen jedoch die Grundflächen der Parzellen zwischen 98 % und 178 %, im Schnitt bei 121 %, die Volumenwerte zwischen 89 % und 152 % (Mittel 131 %); Die Bestände wären demnach im Durchschnitt um 1/4 bis 1/5 überstockt.

Der Pappelreinbestand auf Parzelle 17 ist 31 Jahre alt. Bei zu hohen Stammzahlen (113 %) werden allerdings nur 93 % der Grundfläche bzw. 85 % des Volumens nach der Ertragstafel erreicht.

Der sehr heterogene Mischbestand auf Parzelle 29 zeigt beispielhaft die weitgehend sich selbst überlassene und kaum gepflegte Bestockung auf einer flachgründigen 'Kiesbrenne'. Bei Stammzahlanteilen der Baumarten von 23 % Fichte, 38 % Kiefer und 39 % Edellaubholz und bei festgestellten Altersspannen von 76–84 Jahren bei der Fichte, 84–87 Jahren bei der Kiefer, 101–109 Jahren bei Esche und Bergahorn und 49–81 Jahren bei der Ulme reichen die Durchmesserwerte im Bestand von etwa 7 cm bis 34 cm und die Höhen von 7 m bis 21 m. Ertragstafel-Vergleiche lassen sich hier auch nicht andeutungsweise durchführen.

## 5.2. Bedeutung des Grundwasseranschlusses für die Bonität der Bestände

Alle Baumarten oder Baumartengruppen weisen eine deutliche Bonitäts-Streuung innerhalb des Untersuchungsgebietes auf, die von I.0 und besser bis V.0 und schlechter reicht. Eine Überprüfung der Abhängigkeit der Bonitäten von den im örtlichen Standortoperat herkömmlich ausgeschiedenen Standortseinheiten (nach der Entwicklungstiefe der Bodenbildung, nach der Art und Mächtigkeit der Überdeckung und des Unterbodens und nach dem Bodentyp) erbrachte keine deutlichen Zusammenhänge. Vielmehr streuen die Bonitäten innerhalb der ausgeschiedenen Standortseinheiten recht stark.

Eine Gruppierung der Parzellen nach dem Hauptmerkmal Grundwasseranschluß, wie es GROTENTHALER und REHFUSS (1973) vor-

Tab. 2  
Gruppierung der Probeflächen  
nach dem Standortmerkmal Grundwasseranschluß  
Grouping the research plots  
by the variable 'groundwater contact'

Gruppe 1: Standorte ohne Grundwasseranschluß (OGA)  
(Kein kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser in die Deckschicht, kein regelmäßiger Einstau, keine Überflutung)

Parz. Nr.	Baumart	Alter	Bonität
28	Fi	102	II.5
29	Fi, Ki, Es	64–104*	II.5–V.5
31	Fi	87	IV.0
32	Fi	52	III.0
36	Bu	30	< 0.5
37	Edellbb	60	II.5
38	Fi	62	III.0
52	Fi	78	III.5

\*) mittlere Alter der beteiligten Baumarten

Gruppe 2: Standorte mit kurzzeitigem Grundwasseranschluß (KGA)  
(Kapillarer Aufstieg bzw. regelmäßiger Einstau während Hochwasserperioden, regelmäßige kurzzeitige Überflutung)

Parz. Nr.	Baumart	Alter	Bonität
3	Fi	58	I.0
9	Fi	62	I.0
14	Edellbb	40	I.5
27	Edellbb	35	I.5
39	Edellbb	80	I.0
55	Edellbb	55	II.0

Gruppe 3: Standorte mit langfristigem Grundwasseranschluß (LGA)  
(Ständiger kapillarer Aufstieg, nur bei Grundwassertiefständen teilweise unterbrochen, regelmäßige Überflutungen)

Parz. Nr.	Baumart	Alter	Bonität
1a	Bu	38	< 0.5
1b	Bu	36	< 0.5
2	Fi	22	0.5
8	Edellbb	21	0.5
15	Edellbb	37	0.5
16	Fi	41	< 0.5
17	Pa	31	> III.0
20	Fi	76	I.5
21	Edellbb	42	I.0
25	Edellbb	54	I.5
40	Edellbb	30	I.5
44	Edellbb	46	II.5
45	Fi	60	II.5

Angegeben sind die vorherrschenden Baumarten und deren Bonitäten. Die Bonitäten der anderen beteiligten Baumarten innerhalb einer Fläche weichen in der Regel kaum davon ab. Die Bestandesalter gelten für Herbst 1976.

geschlagen hatten, bestätigte die Vermutung, daß hier das Grundwasser mit seinen Niveauschwankungen den bestimmenden Wachstumsfaktor darstellt (Tab. 2):

Die Flächen ohne Grundwasseranschluß (Gruppe 1) weisen die schlechtesten Bonitäten auf (mit Ausnahme der Parzelle 36 mit einer Buchenbonität von besser als 0.5).

Die Flächen der Gruppe 2 haben Bonitäten zwischen I.0 und II.0. Wegen des kurzzeitigen Grundwasseranschlusses liegt offensichtlich eine deutlich höhere Wuchsleistung vor.

Gruppe 3 mit langzeitigem Grundwasseranschluß ist durch hervorragend gute Bonitäten gekennzeichnet. Lediglich die Parzellen 44 und 45, die heute nicht mehr regelmäßig überflutet werden, sinken auf die Bonität II.5 ab (wobei auf Parzelle 44 die mit 43 % der Stammzahlen beteiligte Buche eine Bonität von I.5 hat). Außerdem zeigt der Pappelbestand auf Parzelle 17 vermutlich wegen standörtlich ungeeigneten Klonmaterials schlechte Leistungen.

Angesichts dieser engen Beziehungen zwischen Grundwasseranschluß und Bonität kann angenommen werden, daß das Grundwasser im untersuchten Gebiet eine eindeutige und direkte Auswirkung auf die Bonität und damit auf die Wuchsleistung hat.

### 5.3. Laufender jährlicher Zuwachs

Die laufenden jährlichen Volumenzuwächse wurden für die Jahre 1967 bis 1976 retrospektiv über eine Zuwachsbohrung hergeleitet. Auf jeder Fläche wurde der Zuwachs pro Hektar für die einzelnen Baumarten oder Baumartengruppen und für den Gesamtbestand ermittelt. Wie nicht anders zu erwarten, sind die Zuwächse der Baumarten wie auch der Gesamtbestände unmittelbar durch Alter, Bestockungsgrad, Baumartenanteile und standörtliche Gegebenheiten beeinflusst. Ein Vergleich der Parzellen untereinander anhand der absoluten Zuwachswerte ist angesichts der Vielfalt der Bestandestypen kaum durchführbar, andererseits ist zu erwarten, daß sich eine Veränderung der Grundwassersituation unmittelbar auf das Wachstum auswirken würde.

## 6. BEURTEILUNG DER ZUWACHSREAKTIONEN MIT HILFE VON DISKRIMINANZANALYSEN

Die Diskriminanzanalyse ist ein Verfahren der multivariaten Statistik. Sie ordnet unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Bestimmungsgrößen (Variable wie Zuwächse, Bestandeskennwerte, Pegelwerte) die Objekte („cases“ wie Flächen oder Baumartengruppen) verschiedenen Gruppen zu, die sich auf Grund der Variablen unterscheiden. Im Vordergrund der Diskriminanzanalyse steht die größtmögliche Trennung der Gruppen mit Hilfe von Trennfunktionen (als Linearkombinationen der zur Bestimmung verwendeten Variablen) und eine höchstmögliche Zuordnungswahrscheinlichkeit der Flächen zu den vordefinierten Gruppen.

Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe des EDV-Programmes BMDP-7M der Programmbibliothek der Universität von Californien, Los Angeles (BMDP, 1981) als schrittweise Diskriminanzanalyse: Bei jedem Schritt wird diejenige Variable in die weitere Rechnung aufgenommen, die den größten Beitrag (gemessen jeweils mit Hilfe des univariat größten F-Wertes) zur Differenzierung der Gruppen leistet.

Diskriminanzanalysen (auch als Trennverfahren bezeichnet) werden bisher in der forstlichen Forschung wenig verwendet, obwohl die Fragestellung der Trennung von Gruppen häufig gegeben ist. Forstliche Anwendungsbeispiele finden sich z. B. bei R. KENNEL (1966), H. OSWALD und TOMASSONE (1966) und F. FRANZ (1968). Auf die theoretischen Grundlagen kann nicht näher eingegangen werden, auf ausführliche Darstellungen bei A. LINDER (1964), E. WEBER (1956) sowie A. LINDER und W. BERCHTOLD (1982) wird verwiesen.

Um Zusammenhänge zwischen den Zuwachsgrößen und den erhobenen standörtlichen und hydrologischen Merkmalswerten mit Hilfe dieser statistischen Analyse hinreichend sicher erfassen und beurteilen zu können, waren Transformationen der Meßwerte und Gruppierungen der Probestflächen nach verschiedenen möglichen Einflußkriterien erforderlich.

## 6.1. Bestimmungsgrößen

Als Bestimmungsgrößen wurden in verschiedenen Rechengängen die folgenden Variablen für jeden case berücksichtigt:

- ertragskundliche Grunddaten der Aufnahme 1976
  - hm = Höhe des Grundflächenmittelstammes
  - dm = Durchmesser des Grundflächenmittelstammes
  - G = Grundfläche/ha der Baumart oder Baumartengruppe
  - G % = Anteil der Grundfläche an der Gesamtbestandesgrundfläche
- relativierte jährliche Zuwächse
  - Iv 67 - Iv 76 = Rangziffern der Zuwächse für die zehn Beobachtungsjahre
- Pegelwerte
  - Pe 67 - Pe 76 = absolute mittlere Pegelwerte der Hauptvegetationszeit für die zehn Beobachtungsjahre

Zur Relativierung der Zuwachswerte wurden für jede Baumart oder Baumartengruppe auf jeder Fläche („case“ in der Diskriminanzanalyse) die zehn absoluten Zuwachswerte der Beobachtungsjahre von 1967 bis 1976 in die Rangordnungsziffern 1-10 transformiert (das Jahr mit dem geringsten Zuwachswert erhielt die Rangziffer 1, dasjenige mit dem höchsten Wert die Rangziffer 10).

Die Zuwachsrangwerte erlauben nicht nur einen Vergleich der Zuwachsentwicklung auf den von vornherein sehr heterogenen Flächen, sondern darüber hinaus eine Abschätzung der relativen Zuwachsbeeinflussung durch die verschiedene starke Grundwasserstandsänderung auf den Probestflächen im Laufe der Beobachtungszeit.

## 6.2. Gruppierung der Probestflächen

Zum Zeitpunkt der Zweitaufnahme 1976 war angesichts der kurzen Beobachtungs- und Reaktionszeit der bis dahin weit unter der zulässigen Menge liegenden und daher noch nicht voll wirkenden Grundwasserentnahmen und der diffizilen Alters- und Strukturverhältnisse eine quantitative Beurteilung von Zuwachsreaktionen noch nicht möglich.

Zur Darstellung des Trendverhaltens wurden die Flächen daher zunächst nach Gruppen zusammengefaßt, von denen unterschiedliche Wachstumsreaktionen erwartet wurden.

Grundlage der Gruppierung mußte zum einen der normale Grundwasseranschluß sein und zum anderen die Absenkung infolge der Pumpung. Zur Trennung nach dem Merkmal Grundwasseranschluß boten sich die auf jeder Fläche erhobenen standörtlichen Daten an, zur Trennung nach der Absenkung die Absenkungstrichterkarte vom 14. 01. 70 bzw. die diesbezüglichen Pegelwerte auf den Flächen.

In Tabelle 3 ist eine Gruppierung nach diesen beiden Merkmalen vorgenommen: Die Mächtigkeit der Deckschicht, der Normalstand des Grundwassers in Bezug zur Untergrenze der Deckschicht und die Absenkung des Grundwassernormalstandes sind die Gruppierungskriterien. Um alle Gruppen hinreichend besetzen zu können, wurde nach den Absenkungstrennwerten 0,0 m und 1,25 m differenziert. Die Flächen „OGA“ (ohne Grundwasseranschluß) wurden zu einer Gruppe zusammengefaßt, da dort eine Absenkung des ohnehin zu tief stehenden Grundwassers keinen Einfluß auf das Baumwachstum haben kann. Auf dieser Fläche ist ein „normales“ grundwasserunabhängiges Wachstum zu erwarten.

Auf Abbildung 3 ist neben den monatlichen Mitteltemperaturen und Niederschlägen die monatliche Entnahmemenge in der Zeit von Januar 1967 bis Dezember 1976 dargestellt sowie als Beispiel der Gang des Grundwasserstandes auf zwei Flächen:

Fläche 1a (Gruppe LGA-GAB) hatte bei einer ca. 2 m mächtigen Deckschicht ursprünglich langzeitigen Grundwasseranschluß. Sie liegt nahe am Pumpzentrum; in den Zeiten größter Entnahme sinkt

Tab. 3

Gruppierung der Probeflächen und Baumarten (cases) nach den Merkmalen Grundwasseranschluß  
und Grundwasserabsenkung

Grouping the cases (research plots and kind of trees) by the variables 'groundwater contact' and 'groundwater lowering'

Probeflächen und Baumarten (-gruppen) = cases									Merkmal
OGA = ohne			KGA = kurzzeitig			LGA = langfristig			Grundwasseranschluß
OAB = ohne	KAB = < 1,25 m	GAB = > 1,25 m	OAB = ohne	KAB = < 1,25 m	GAB = > 1,25 m	OAB = ohne	KAB = < 1,25 m	GAB = > 1,25 m	Grundwasserabsenkung
52-1	36-3 36-5 36-8	28-1 28-8 29-1 29-3 29-8*) 29-8**) 31-1 32-1 37-1 38-1	39-8 55-8 55-9	9-1 14-5 14-8	3-1 3-8 27-8	40-8 44-5 44-8 45-1	2-1 15-8 15-9 16-1 16-8 17-9	1a-5 1a-8 1b-5 1b-8 8-5 8-8 20-1 21-1 21-8 25-8	cases = Probeflächen und Baumarten (-gruppen) -1 = Fi -3 = Ki -5 = Bu -8 = BAh, Es, Ul, Li, Bi, (Ei) -9 = Pa, Er, As, Wei
1	3	10							
14			3	3	3	4	6	10	Gesamt 43

\*) = Es, BAh, Bi, Bu      \*\*) = Ul

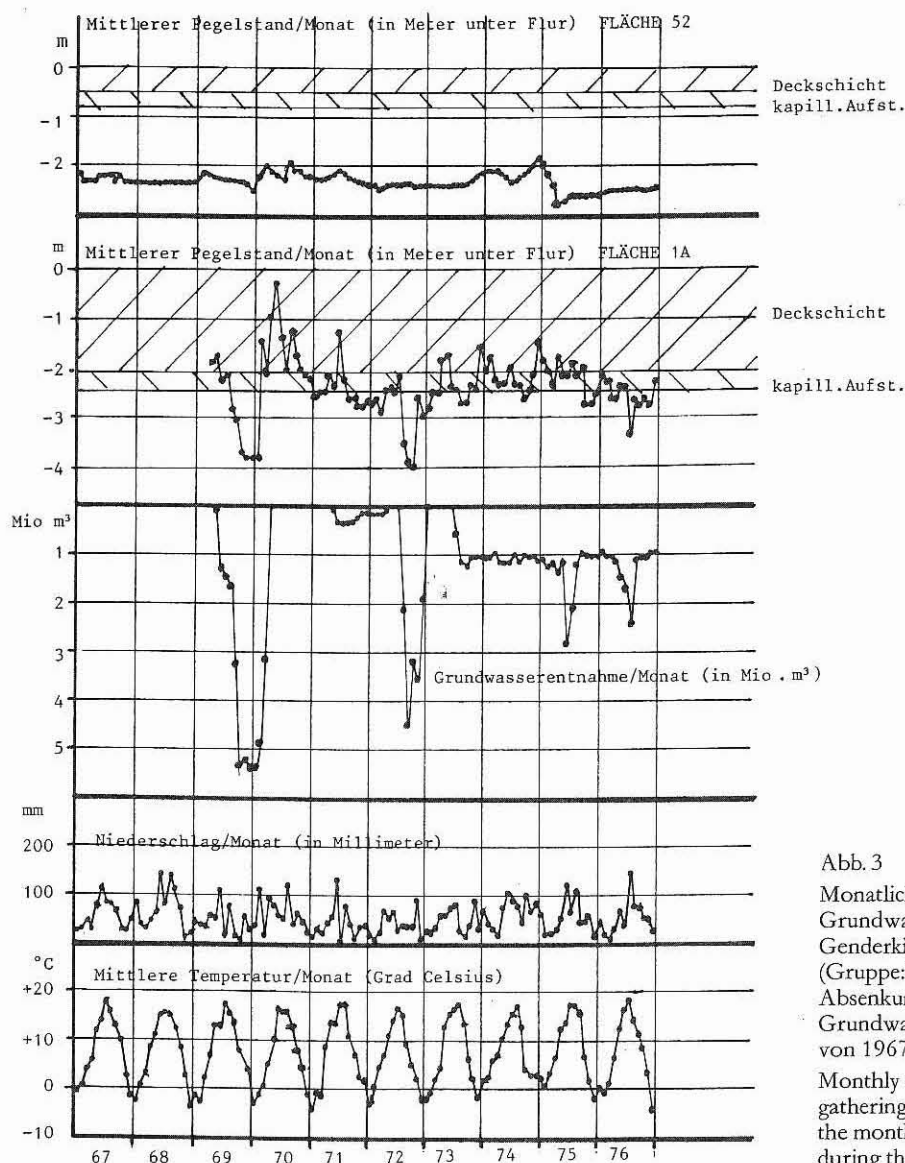


Abb. 3

Monatliche Werte für Temperatur, Niederschlag und Grundwasserentnahme im Untersuchungsgebiet Genderkingen sowie Monatspegelwerte der Fläche 1a (Gruppe: langfristiger Grundwasseranschluß – Absenkung > 1,25 m) und Fläche 52 (Gruppe: ohne Grundwasseranschluß – ohne Absenkung) in der Zeit von 1967 bis 1976

Monthly temperature, rainfall and groundwater gathering in the research area Genderkingen as well as the monthly groundwater level at the plots 1a and 52 during the time from 1967 to 1976

das Grundwasser auch unter die Zone eines möglichen Kapillaraufstieges aus der Kiesschicht. Damit verliert die Fläche den Grundwasseranschluß.

Fläche 52 (Gruppe OGA) hat keinen Grundwasseranschluß, zudem wird das Grundwasser auch von keiner Absenkung betroffen. Ein Einfluß der Entnahme auf die Verfügbarkeit ist nicht gegeben.

### 6.3. Bestätigung der Gruppierung für die gesamte Beobachtungszeit

Eine erste Berechnung sollte prüfen, ob die Gruppierung nach dem Merkmal ‚Grundwasserabsenkung am 14. 01. 70‘ (= größte Absenkung während des Generalpumpversuches bei maximaler Entnahme) durch die Pegelwerte während des gesamten Beobachtungszeitraumes bestätigt wird.

Die Auswertung der Diskriminanzanalyse zeigt:

1. Die Varianzanalyse aller Variablen (Pegelwerte der Jahre 1967 – 1976) vor dem ersten Rechenschritt ergibt für alle Jahre mindestens zweifach gesicherte Unterschiede (\*\*\*) zwischen den Gruppen.
2. Nach insgesamt 6 STEPS wurden zur optimalen Trennung der Gruppen die Pegel-Variablen der Jahre 1974, 1969, 1975, 1973, 1968 und 1970 mit in dieser Reihenfolge abnehmender Bedeutung in die Berechnung aufgenommen. Die erste Variable PE 74 bereits bewirkte eine korrekte Zuordnung von 60,5 %; nach dem letzten Schritt bestätigen 90,7 % aller cases die vorgenommene Gruppierung. Daß auch der Pegelwert von 1968 (also vor Beginn der Absenkung) bei der Gruppierung mitbestimmt, spielt keine bedeutende Rolle, da er zum einen erst an vorletzter Stelle aufgenommen wird und zum anderen ein geringer vorgruppierender Einfluß der Normalgrundwasserstände in Verbindung mit der Bodenausprägung zu erwarten ist.
3. Eine U-Statistik bzw. eine approximierte F-Statistik mit  $F = 6,199$  und  $FG = 36/139$  bestätigt hochsignifikante (\*\*\*) Gruppenunterschiede aufgrund der in die Diskriminanzanalyse eingegangenen Variablen.
4. Im einzelnen erbringt eine F-MATRIX (berechnet aus den MAHALANOBIS'schen Abständen) paarweise Gruppenunterschiede mit mindestens einfacher Signifikanz (\*), lediglich bei den Gruppen mit kurzzeitigem Grundwasseranschluß bewirken die Pegelwerte keine signifikante Trennung zwischen kleiner (KGAKAB) und großer (KGAGAB) Absenkung (hier hat sich die weit unter der zulässigen Höchstmenge bleibende Grundwasserentnahme wohl nicht mehr kräftig genug ausgewirkt). Daß sich auch die Gruppen KGAKAB und LGAGAB durch die Pegelentwicklung auf den Flächen nicht signifikant trennen, dürfte darauf zurückzuführen

sein, daß die Absenkung auf diesen Flächen durch die gruppenmitbestimmenden Standortdaten übertönt wird.

5. Die Diskriminanzfunktionen *Classification Funktionen* stellen die lineare Verknüpfung der Bestimmungsvariablen dar. Ihre Funktionswerte ergeben die Zuordnungswahrscheinlichkeiten eines cases zu den verschiedenen Gruppen. In dieser Berechnung lautet z.B. die Funktion für die erste Gruppe:

$$p(\text{OGA}) = 17,55 \text{ PE } 68 - 48,06 \text{ PE } 69 - 20,53 \text{ PE } 70 + 97,06 \text{ PE } 73 - 8,14 \text{ PE } 74 + 3,90 \text{ PE } 75 - 68,13 = 0,794.$$

Eine Zuordnungswahrscheinlich von über 50 % kann bei der relativ großen Zahl von Gruppen als recht brauchbar angesehen werden.

6. Die Klassifikationsmatrix in Tabelle 4 stellt die tatsächliche Zuordnung der cases aufgrund der Trennfunktionen dar und gibt den Anteil der richtigen Zuordnung innerhalb der vordefinierten Gruppen wieder. Die hohen Anteile von 75–100 % der korrekten Gruppierung bestätigen, daß die Gruppenbildung nach der Absenkung am 14. 01. 70 durch die Pegelentwicklung der Jahre 68, 69, 70, 73, 74 und 75 aufrechterhalten wird.
7. In der Auflistung aller Einzel-cases in ihren vordefinierten Gruppen zeigen die hohen Zuordnungswahrscheinlichkeiten von überwiegend 0,7–0,9 und die Relationen der MAHALANOBIS-D-Quadrate (Abstände der cases von den Gruppenmitteln) nochmals die deutliche Trennung der Gruppen. Gleichzeitig wird die Dichte der Punktwolken um die Gruppenmittel wiedergespiegelt.
8. Aus der Matrix der Kreuzprodukte der Summen der Abweichungsquadrate zwischen und innerhalb der Gruppen ergeben sich Eigenvektoren und Eigenwerte, die die kanonischen Variablen und deren Koeffizienten bestimmen. Der kumulative Anteil der Eigenwerte an der Gesamtverteilung ordnet die kanonischen Trennfunktionen nach ihrer Bedeutung. Die ersten beiden kanonischen Variablen allein beschreiben bereits 87,4 % der Variabilität, also den größten Teil der in den Daten enthaltenen Informationen.
9. Die Darstellung der Objekte in der Ebene der ersten beiden kanonischen Koordinaten auf Abbildung 4 gibt die wesentlichsten Beziehungen zwischen den Gruppen wieder. Um die Gruppengrößen anzudeuten wird um jedes Gruppenmittel ein Kreis gezeichnet, der unter den angegebenen Bedingungen 50 % aller Fälle einschließen soll. Der Kreisradius ergibt sich aus der Annahme, daß die beiden kanonischen Variablen annähernd normal verteilt sind mit dem Erwartungswert Null und der Varianz 1. Es gilt dann in der Ebene, daß die Quadratsumme der kanonischen Variablen gleich Chi-Quadrat mit 2 Freiheitsgraden ist, der Radius

Tab. 4

**Zuordnungsmatrix der Diskriminanzanalyse mit den Pegelwerten als Bestimmungsvariablen**  
**Classification matrix of the stepwise discriminant analysis with the variable 'groundwater level'**

group	percent correct	number of cases classified into group						
		OGA	KGAOAB	KGAKAB	KGAGAB	LGAOAB	LGAKAB	LGAGAB
OGA	92,9	13	0	0	0	1	0	0
KGAOAB	100,0	0	3	0	0	0	0	0
KGAKAB	100,0	0	0	3	0	0	0	0
KGAGAB	100,0	0	0	0	3	0	0	0
LGAOAB	75,0	0	1	0	0	3	0	0
LGAKAB	83,3	0	0	0	0	0	5	1
LGAGAB	90,0	0	0	1	0	0	0	9
total	90,7	13	4	4	3	4	5	10



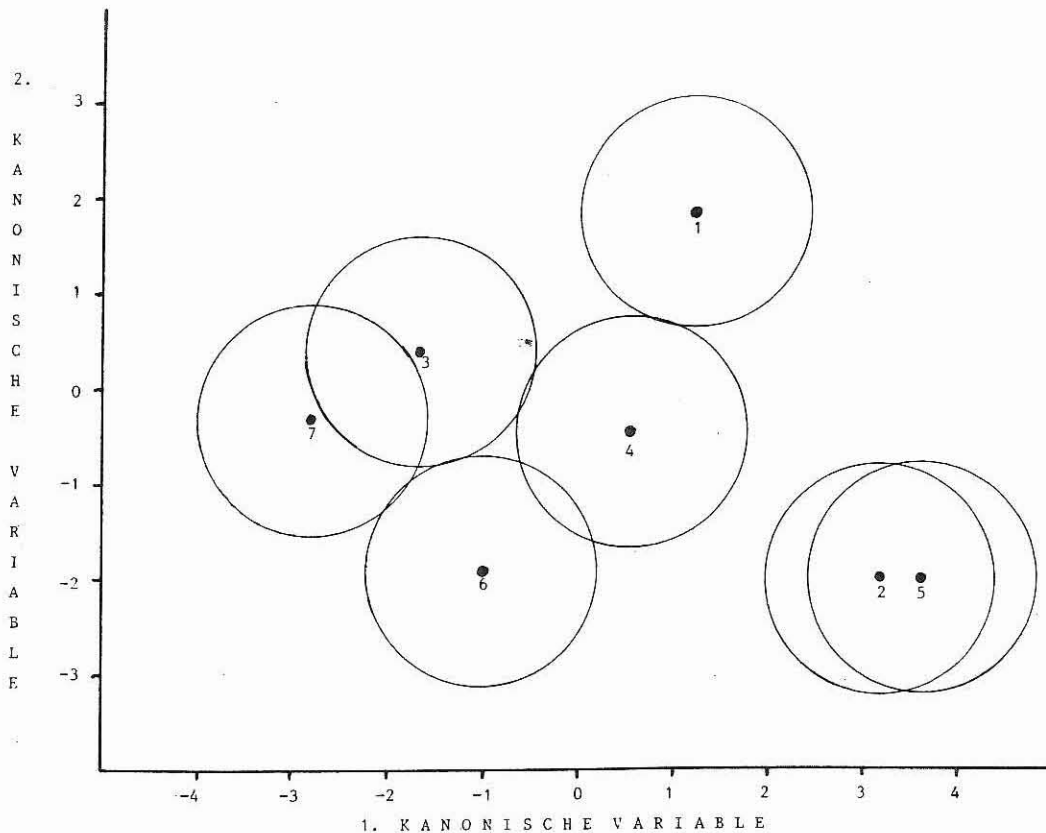


Abb. 4

Diskriminanzanalyse mit den Pegelwerten. Darstellung der Absenkungsgruppen in der Ebene der ersten beiden kanonischen Variablen (kumulativer Anteil an der Gesamtvarianz = 87,4 %). Innerhalb der Kreise liegen 50 % der cases

Discriminant analysis with the variable 'groundwater level' and the grouping variable 'groundwater lowering'.

Scatter plot of the group means. The axes are the first two canonical variables.

The cumulative proportion of the total dispersion is 87.4 %. The circles contain 50 % of the cases

also gleich der Wurzel Chi-Quadrat mit Alpha gleich 50 %. Hieraus ergibt sich ein Radius von  $r = 1,77$  (A. LINDER und W. BERCHTOLD, 1982).

In der Darstellung für diese Rechnung liegen Gruppe 2 (KGAOAB) und Gruppe 5 (LGAOAB) eng zusammen – das gemeinsame Kriterium 'ohne Absenkung' schlägt also durch. Die anderen Gruppen wären allein durch die kanonische Variable 1 nicht deutlich genug getrennt, erst in der Variablen 2 differenzieren sie sich.

Zusammenfassung: Die Diskriminanzanalyse mit den Pegelwerten der zehn Beobachtungsjahre bestätigt die vordefinierte Gruppenbildung nach der Absenkung am Stichtag 14.01.70.

#### 6.4. Trennung der Gruppen durch die Variablenkombination aus Zuwächsen, ertragskundlichen Grunddaten und Pegelwerten

Eine Diskriminanzanalyse mit allen verfügbaren Variablen erbrachte eine hochsignifikante (\*\*\*) Trennung der Gruppen mit einem approximierten F-Wert von 5,008 bei  $FG = 54/143$ . In die Berechnung aufgenommen wurden die Bestimmungsvariablen Mitteldurchmesser, Zuwächse 69, 73, 75 und Pegelmeßwerte 68, 69, 73, 74, 75.

Die Klassifizierungsmatrix zeigt mit 95,3 % eine noch bessere Zuordnung als in der vorigen Rechnung. Ebenso sind die Zuordnungswahrscheinlichkeiten der cases sehr hoch mit Werten, die beinahe durchwegs über 0,85 liegen.

Zusammenfassung: Die eingegebenen Variablen trennen die Gruppen sehr gut. Allerdings darf dieses gute Ergebnis nicht zur

Interpretation der Zuwachsreaktionen verwendet werden, da die hochgewichtigen Pegelmeßwerte Merkmale der Vorgruppierung beinhalten und die Gruppen lediglich aus hydrologischer Sicht bestimmen können. Die Auswirkungen der Wachstumsgrößen auf die Gruppierung werden zweifellos überlagert.

#### 6.5. Reaktionen der Zuwächse in den Gruppen

In einer weiteren Berechnung wurden nur die zehn Zuwachsrankwerte als bestimmende Variable vorgegeben. Die univariaten F-Werte bis 2,5 sind meist nur schwach signifikant, d.h. zwischen den Verteilungen der Gruppen sind von vornherein keine klaren Unterschiede vorhanden. Für die weiteren Berechnungen mußte der F-to-enter-Wert mit 1,0 sehr niedrig gesetzt werden.

Nach dem 4. Rechenschritt waren die Variablen Iv 71, 72, 73 und 75 aufgenommen worden, wobei lediglich Iv 73 bei  $FG = 6/33$  einen einfach gesicherten F-Wert von 3,094 aufweist.

Die approximierte F-Statistik für die Verteilung der MAHALANOBIS-Abstände ist mit 1,794 bei  $FG = 24/116$  einfach gesichert (\*). Die Zuordnungsmatrix fällt allerdings dürftig aus (Tab. 5): Lediglich 37,2 % aller cases sind richtig gruppiert worden. Im Bereich des langzeitigen Grundwasseranschlusses ist die Zuordnung bei der Gruppe ohne Absenkung (LGAOAB) mit 75 % und bei der Gruppe mit kleiner Absenkung (LGAKAB) mit 83 % überraschend hoch. Diese Teilergebnisse müssen aber mit Vorsicht interpretiert werden, da die Zuordnungswahrscheinlichkeiten der einzelnen cases auch im Falle der richtigen Zuordnung selten Werte über 0,5 aufweisen.

Zusammenfassung: Die Diskriminanzanalyse allein mit den Zuwachsrankwerten erbrachte bei einem notwendig niedrigen F-to-

Tab. 5

Zuordnungsmatrix der Diskriminanzanalyse mit den Zuwachsrangziffern als Bestimmungsgrößen  
Classification matrix of the stepwise discriminant analysis with the variable 'ranked increment'

group	percent correct	number of cases classified into group						
		OGA	KGAOAB	KGAKAB	KGAGAB	LGAOAB	LGAKAB	LGAGAB
OGA	14,3	2	2	2	2	2	2	2
KGAOAB	66,7	0	2	0	0	0	0	1
KGAKAB	0,0	0	0	0	0	2	0	1
KGAGAB	33,3	0	0	0	1	1	0	1
LGAOAB	75,0	0	0	1	0	3	0	0
LGAKAB	83,3	0	1	0	0	0	5	0
LGAGAB	30,0	0	4	0	2	0	1	3
total	37,2	2	9	3	5	8	8	8

Tab. 6

Zuordnungsmatrix der Diskriminanzanalyse mit den ertragskundlichen Grunddaten Mittelhöhe und Mitteldurchmesser  
und mit den Zuwachsrangziffern als Bestimmungsvariablen  
Classification matrix of the stepwise discriminant analysis with the variables 'mean height', 'mean diameter'  
and 'ranked increment'

group	percent correct	number of cases classified into group						
		OGA	KGAOAB	KGAKAB	KGAGAB	LGAOAB	LGAKAB	LGAGAB
OGA	57,1	8	1	1	1	1	1	1
KGAOAB	33,3	0	1	0	0	0	0	2
KGAKAB	33,3	0	0	1	1	0	0	1
KGAGAB	66,7	0	0	0	2	0	0	1
LGAOAB	75,0	0	0	0	0	3	1	0
LGAKAB	83,3	0	0	0	0	0	5	1
LGAGAB	40,0	0	2	2	1	1	0	4
total	55,8	8	4	4	5	5	7	10

enter-Wert von 1,0 und bei vier aufgenommenen von zehn verfügbaren Variablen keine klare Trennung der Gruppen.

#### 6.6. Trennung der Gruppen durch die Zuwächse in Verbindung mit den ertragskundlichen Grunddaten

In der nächsten Berechnung wurden neben den Zuwachsrangwerten die ertragskundlichen Grunddaten zur Verfügung gestellt. Ihre anfänglichen F-Werte sind zwar auch nicht signifikant und erfordern weiterhin einen geringen F-to-enter-Wert, doch sind nach 6 Rechenschritten neben den Zuwachsvariablen von 1967, 72, 73 und 75 auch die Variablen hm und dm zur Gruppentrennung aufgenommen worden. Sie bewirken immerhin eine richtige Gesamtzuordnung von 55,8 % (Tab. 6). Ihr approximierter F-Wert ist mit 1,96 bei  $FG = 36/139$  zweifach gesichert (\*\*). Die Meßgrößen hm und dm wurden 1976 erhoben und geben somit bereits die möglichen Wachstumsreaktionen auf die 8 Jahre mit Grundwasserentnahmen wieder.

Aus der Klassifikationsmatrix geht hervor, daß lediglich in den Gruppen

kurzzeitiger Anschluß – ohne Absenkung (KGAOAB)  
kurzzeitiger Anschluß – kleine Absenkung (KGAKAB)  
langzeitiger Anschluß – große Absenkung (KGAOAB)

die richtige Zuordnungen noch unter 50 % beträgt. In der Darstellung der einzelnen cases liegen die Werte der *Posterior Probability* bei richtiger Zuordnung meist zwischen 0,5 und 0,9; sie geben damit der Gruppierung ein höheres Gewicht.

Die Darstellung im Feld der beiden ersten kanonischen Variablen (Abb. 5) erfaßt zwar nur 77,4 % der Gesamtverteilung, zeigt aber trotzdem eine bessere Trennung als bei der Berechnung nur mit den Zuwachsvariablen und ist insgesamt zufriedenstellend.

Zusammenfassung: Mittelhöhen (hm) und Mitteldurchmesser (dm) sind Reaktionsgrößen des Baum- bzw. Bestandeswachstums. Die Erweiterung der Zuwachs-Bestimmungsvariablen um diese beiden Variablen ermöglichte eine brauchbare Bestätigung der vorgenommenen Gruppierung.

#### 7. ZUSAMMENFASSUNG

Eine erste Beurteilung von Wachstumsreaktionen auf Grundwasserabsenkungen in einem süddeutschen Auewaldgebiet drei Jahre nach Anlage von Probeflächen bzw. acht Jahre nach Beginn der Grundwasserstandsbeeinflussung kann noch keine quantifizierbaren Ergebnisse bringen. Zur Ermittlung erster Reaktionstrends wurde versucht, verschiedene Wachstumsreaktionen in verschiedenen Grundwasserabsenkungsbereichen nachzuweisen. Zunächst konnte die Gültigkeit einer Vorgruppierung der Probeflächen nach der Maximalabsenkung an einem Stichtag für die gesamte Beobachtungszeit durch die Pegelentwicklung bestätigt werden. Mit Hilfe von Diskriminanzanalysen konnte weiterhin eine brauchbare Bestätigung der Vorgruppierung durch die Wachstumsgrößen Mittelhöhe, Mitteldurchmesser und relativierte Jahreszuwächse gefunden werden.

Damit ist festgestellt, daß das Wachstum auf den Zonen der unterschiedlichen Grundwasserabsenkung unterschiedlich abläuft.

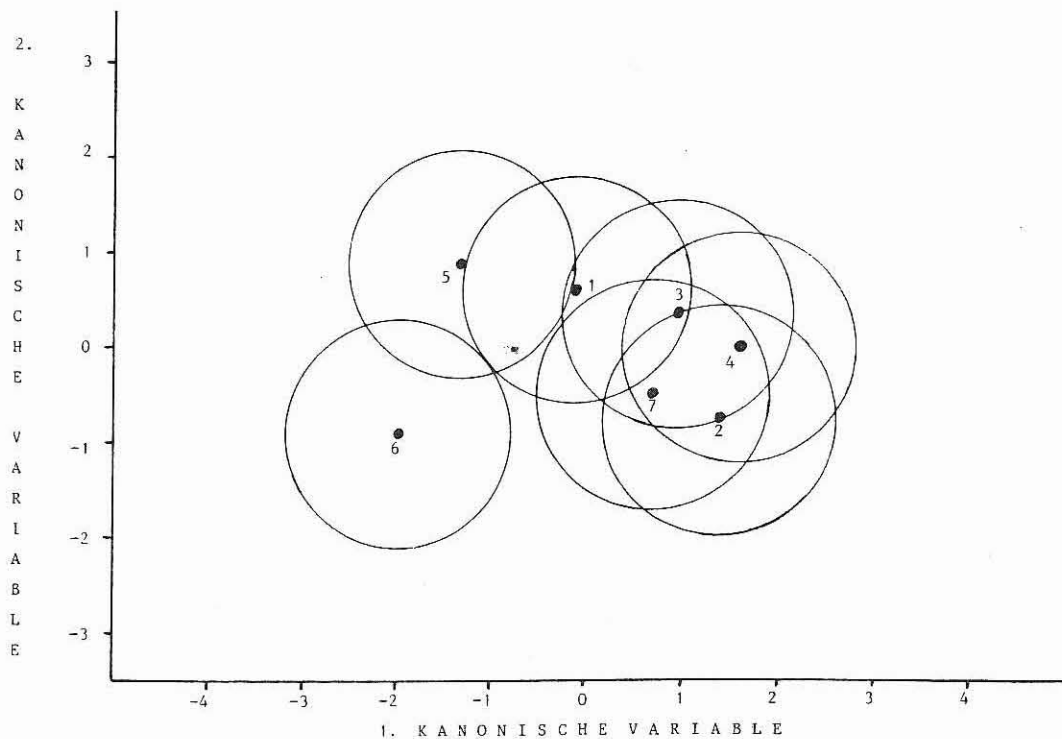


Abb. 5

Diskriminanzanalyse mit den ertragskundlichen Grunddaten Mittelhöhe und Mitteldurchmesser und mit den Zuwachsrangwerten. Darstellung der Absenkungsgruppen in der Ebene der ersten beiden kanonischen Variablen (kumulativer Anteil an der Gesamtvarianz = 77,4 %). Innerhalb der Kreise liegen 50 % der cases

Discriminant analysis with the variables 'mean height', 'mean diameter' and 'ranked increment' and the grouping variable 'groundwater lowering'. Scatter plot of the group means. The axes are the first two canonical variables. The cumulative proportion of total dispersion is 77.4 %. The circles contain 50 % of the cases

## Summary

Title of the paper: *Growth reactions of trees in a riverside forest after lowering the groundwater level.*

In a Southern German riverside forest lowerings of the groundwater level occurred after gathering water by groundwater wells. It was not possible to determine the dimensions of growth reactions of the stands after just 3 years observation of the plots and after just 8 years of using groundwater with mostly small decrease of the groundwater level. However, some trends of growth reactions due to groundwater lowering could be proved by discriminant analysis. The variables entered into the discriminant functions are mean height, mean diameter and ranked increments.

## Résumé

Titre de l'article: *Modifications de la croissance à la suite d'abaissements du niveau de la nappe phréatique dans une zone de forêts de plaines inondables du sud de l'Allemagne.*

Une première étude des modifications de la croissance à la suite d'abaissement du niveau de la nappe phréatique dans une zone de forêts de plaines inondables du sud de l'Allemagne effectuée trois ans après l'installation des placettes d'observations soit huit ans après que la variation du niveau de la nappe phréatique ait commencé à produire des effets, ne peut encore apporter de résultats quantifiables.

Pour déterminer quelles sont les premières tendances de ces réactions de croissance, on a d'abord cherché à en distinguer plusieurs types suivant l'importance de l'abaissement de la nappe phréatique. On a pu d'abord établir la validité d'un prégroupement des placettes suivant l'abaissement maximal de la nappe, classement valable pour

toute la période d'observation compte tenu de l'évolution du niveau de la nappe.

Ensuite, à l'aide d'analyses discriminantes, on a pu confirmer que ce prégroupement était applicable en ce qui concerne les données relatives à la croissance: hauteur moyenne, diamètre moyen, accroissement annuel relatif.

Ainsi, on a pu établir que les modifications de la croissance variaient suivant les zones déterminées suivant l'importance de l'abaissement de niveau de la nappe.

J. M.

## Literatur

- BMDP: BMDP Statistical Software 1981. (W. J. DIXON et al.). University of California, Los Angeles, USA, 1981
- FRANZ, F.: Die Ergebnisse standortkundlich-ertragskundlicher Forschung als Grundlage zuverlässiger Ertragsschätzungen auf gegebener Standortseinheit. Habil. Schrift Staatswirtschaftliche Fakultät Univ. München, 1968
- GROTTENTHALER, W. u. REHFUESS, K. E.: Standortgutachten für das Untersuchungsgebiet Genderkingen. Institut für Bodenkunde und Standortlehre der Universität München. Nicht veröffentlicht, 1973
- JÄGER, B.: Einfluß von Grundwasserentnahmen auf die Entwicklung der Waldbestände im Raum Genderkingen bei Donauwörth. Diplomarbeit MWV-DA 16, LMU München. Nicht veröffentlicht, 1978
- KENNEL, R.: Soziale Stellung, Nachbarschaft und Zuwachs. Forstw. Cbl. **85**, 193-256, 1966
- LINDER, A.: Statistische Methode für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser-Verlag, Basel, 1964
- LINDER, A. u. BERCHTOLD, W.: Statistische Methoden III-Multivariate Verfahren. Birkhäuser-Verlag, Basel, UTB 1189, 1982
- OSWALD, H. u. TOMASSONE, R.: Eine Anwendung des Trennverfahrens zur Unterscheidung von Zirbenstandorten (*Pinus cembra* L.). Cbl. ges. Forstwesen **83**, 193-214, 1966
- WEBER, E.: Grundriß der Biologischen Statistik. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1956

*Neuerscheinung:*

# Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den USA

Von R. SCHOBER

Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen  
und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 83

164 Seiten mit 45 Abbildungen und 24 Tabellen  
Kartonierte DM 27,—

Zur Prüfung von Wuchsleistung und Resistenzeigenschaften verschiedener Lärchenherkünfte wurde 1959 von Forschern verschiedener Länder ein neuer, der II. Internationale Lärchen-Provenienzversuch von 1958/59, vereinbart.

Dieser enthält 67 Provenienzen der wichtigsten Rassen- und Herkunftsgebiete der europäischen Lärche und eine Japanlärche. Mit 70 Teilanlagen in 14 europäischen Ländern und den USA ist dieses Forschungsvorhaben die bisher umfangreichste Versuchsserie dieser Baumart. Die der Iufro-Arbeitsgruppe S 2.02-07 angehörenden Versuchsteilnehmer beschlossen 1978 bei der Osloer Iufro-Tagung die gleichzeitige Aufnahme ihrer größeren Versuche im Bestandsalter 20 nach einheitlicher Methodik. Neben den regionalen Berichten über die Versuche in den einzelnen Ländern wurde auch eine alle Beobachtungen zusammenfassende Betrachtung in Aussicht genommen. Ihr Ergebnis wird hier mitgeteilt.

Die zentrale Auswertung konnte auf die breite Grundlage der Daten von 46 Versuchen gestützt werden. Von diesen sind 26 Anlagen etwa im Alter 20 nach einheit-

licher Methodik aufgenommen. Aus den Daten dieser und weiterer Versuche konnten Streuung und mittleres Niveau der Provenienzleistungen in vielen Versuchen errechnet werden.

Die zusammenfassende Interpretation zahlreicher Versuchsergebnisse läßt für die einzelnen Provenienzen – im gegenseitigen Vergleich – sehr unterschiedliche Wuchs- und Resistenzeigenschaften erkennen. Diese differenzierten genetischen Anlagen erweisen sich nicht nur als provenienzspezifisch sondern auch als (herkunfts-) gebietsspezifisch: für mehrere Provenienzen des gleichen Herkunftsgebietes ergibt sich – im Vergleich zum Versuchsmittel – meist ein ähnliches Leistungsniveau.

Eine kritische Würdigung der charakteristischen, oft stark differenzierten Herkunfts-Eigenschaften läßt die grundlegende Bedeutung richtiger Provenienzwahl für einen erfolgreichen Lärchenanbau der Praxis erkennen. Für diesen werden Provenienzen empfohlen, die sich in den Anlagen des II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuches und früheren Versuchen in wichtigen Eigenschaften besonders bewährt haben.

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN