

Ergebnisse österreichischer Aktivitäten im Internationalen Hydrologischen Programm (IHP) 1981–1990			Redaktion: Walter Kollmann & Albert Daurer		
	Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.	ISSN 0253-097X ISBN 3-912-300312-84-2	Band 14	S. 93–101	Wien, Februar 1993

Regionale Grundwasserneubildung im Marchfeld

Von HANS PETER NACHTNEBEL & HUBERT HOLZMANN*)

Mit 7 Abbildungen und 2 Tabellen

*Österreich
Niederösterreich
Marchfeld
Wasserhaushalt
Versickerung
Grundwasser*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 25, 26, 41, 42, 43, 59, 60, 61*

Inhalt

Zusammenfassung	93
Abstract	93
1. Einleitung	94
2. Methodik der Versickerungsberechnung	94
2.1. Allgemeines	94
2.2. Beschreibung der Bodenwasserhaushaltsberechnung	94
3. Prüfung des Bodenwasserhaushaltsmodells	95
3.1. Allgemeines	95
3.2. Prüfung des Modells anhand Lysimeterdaten	95
3.3. Simulation an gemessenen Profilen im Marchfeld	97
3.3.1. Vergleich mit Bodenfeuchtemessungen	97
3.3.2. Einfluß der Vegetationsart auf die Versickerung	97
3.3.3. Einfluß der Beregnung auf die Versickerung	98
4. Regionalisierung der Grundwasserneubildung	98
5. Zusammenfassung und Diskussion	99
Dank	101
Literatur	101

Zusammenfassung

Das Marchfeld ist eines der wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionsgebiete Österreichs. Die Grundwasserressourcen dieser Region werden intensiv für Bewässerung und Brauchwasser genutzt. Die Grundwasserneubildung erfolgt vorwiegend durch Infiltration des Niederschlags und ist somit begrenzt. In dieser Arbeit wurde versucht, die flächenhafte Neubildung für mehrere Jahre, im Detail für das Referenzjahr 1988, abzuschätzen. Dabei kam ein mathematisches Bodenwasserhaushaltsmodell zur Anwendung, das anhand von Lysimeterdaten und Bodenfeuchtemessungen kalibriert wurde. Die Regionalisierung der simulierten Versickerung erfolgte über die Verteilung der Bodenmächtigkeiten im Gebiet. Mit Hilfe dieses Berechnungsansatzes wurden für das Jahr 1988 eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von 48 mm errechnet.

Recharge of Groundwater in the Marchfeld Region

Abstract

The Marchfeld region which is located east of Vienna, and is intensively used by agriculture. Its significant groundwater resources are utilized for drinking water supply and irrigation. Recharge of groundwater is affected by the rivers Danube and March but the main source is infiltration from precipitation. The objective of this work was to test and to calibrate a mathematical simulation model for the water transport. Measurements at lysimeters and additional measurements of the moisture content at different soil sites were used for the calibration. The regionalisation of the infiltration rate considered the statistical dependencies between layer thickness (those data were available) and the rate of infiltration. The computed mean infiltration rate for a characteristic year (1988) was 48 mm.

*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. HANS PETER NACHTNEBEL, Dipl.-Ing. HUBERT HOLZMANN, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Nußdorfer Lände 11, A-1190 Wien.

1. Einleitung

Die Grundwasservorkommen Österreichs bilden eine wesentliche Resource zur Deckung des Bedarfs an Trinkwasser und Brauchwasser für Industrie und Landwirtschaft. Der Nutzung ist längerfristig durch die mittlere Neubildungsrate begrenzt, die durch infiltrierendes Niederschlagswasser bzw. durch linear infiltrierende Oberflächenwässer (Seen, Flüsse) erfolgt. Für ein gezieltes wasserwirtschaftliches Management der Entnahmen ist die Kenntnis dieser Neubildungsraten notwendig.

Bei genauer Kenntnis der bodenphysikalischen und bodenmorphologischen Parameter, des Pflanzenbewuchses, der klimatischen Parameter sowie der Grundwasserstände kann die vertikale Infiltration berechnet werden. Diese Parameter sind jedoch nur punktuell verfügbar und die Aussagen über die flächenhafte Verteilung der Infiltration sind somit schwierig. Als Zielsetzung des vorliegenden Projektes stand die Untersuchung, inwieweit bei Einschränkung der verfügbaren Parameter eine Verwendung empirischer Ansätze eine plausible Darstellung der flächenhaften Infiltration ermöglicht. Als Bearbeitungsgebiet wurde das Marchfeld herangezogen, da hier gute Beobachtungsreihen der notwendigen Kennwerte vorlagen. Das Projekt wurde von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Zuge des Forschungsvorhabens „HYDROLOGIE ÖSTERREICHS“ gefördert. Die Ausarbeitung erfolgte in den Teilen *Regionale Grundwasserneubildung* (NACHTNEBEL et al., 1991). und *Regionale Verdunstung* (DOBESCH, 1991).

Für diese Untersuchung werden folgende Bearbeitungsschritte durchgeführt:

- Prüfung des Bodenwasserhaushaltsmodells an gut erfaßten Meßstellen.
- Bodenwasserhaushaltssimulation an verschiedenen Profilen im Marchfeld mit begleitenden Wassergehaltsmessungen.

- Regionalisierung der Neubildung anhand unterschiedlicher Bodenformen.

2. Methodik der Versickerungsberechnung

2.1. Allgemeines

Die ungesättigte Bodenzone umfaßt den Bereich zwischen Grundwasserspiegel (gesättigte Bodenzone) und Geländeoberkante (Grenzfläche Boden-Luft). Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenporen zumeist nur teilweise mit Wasser gefüllt sind. Nur bei starken Niederschlagsereignissen bzw. Überschwemmungen erfolgt eine Sättigung in den oberen Bodenschichten, d.h. der volumetrische Porenwassergehalt entspricht in diesem Fall annähernd dem Porenvolumen. Diese Bodenfeuchtefront bewegt sich gemäß dem Gradienten in vertikaler Richtung. Die bestimmenden Einflußgrößen sind dabei das hydrostatische Potential und das Matrixpotential. Die Saugspannung des Bodens (Matrixpotential) ist eine Funktion des aktuellen Bodenfeuchtezustands und somit zeitlich variabel. Zusätzlich stellt der ungesättigte Durchlässigkeitsbeiwert k_u eine bestimmende Größe dar. Auch dieser Wert steht in Abhängigkeit zur aktuellen Bodenfeuchte. Saugspannungs-Wassergehalts- und Saugspannungs-Durchlässigkeits-Beziehung sind bodenspezifische Funktionen, zusätzlich treten noch Hystereseffekte auf (MUALEM et al., 1979).

2.2. Beschreibung des Bodenwasserhaushaltsmodells

Beim verwendeten Simulationsmodell handelt es sich um ein Finites Differenzenmodell zur Beschreibung des eindimensionalen (vertikalen) Wassertransportes. Durch

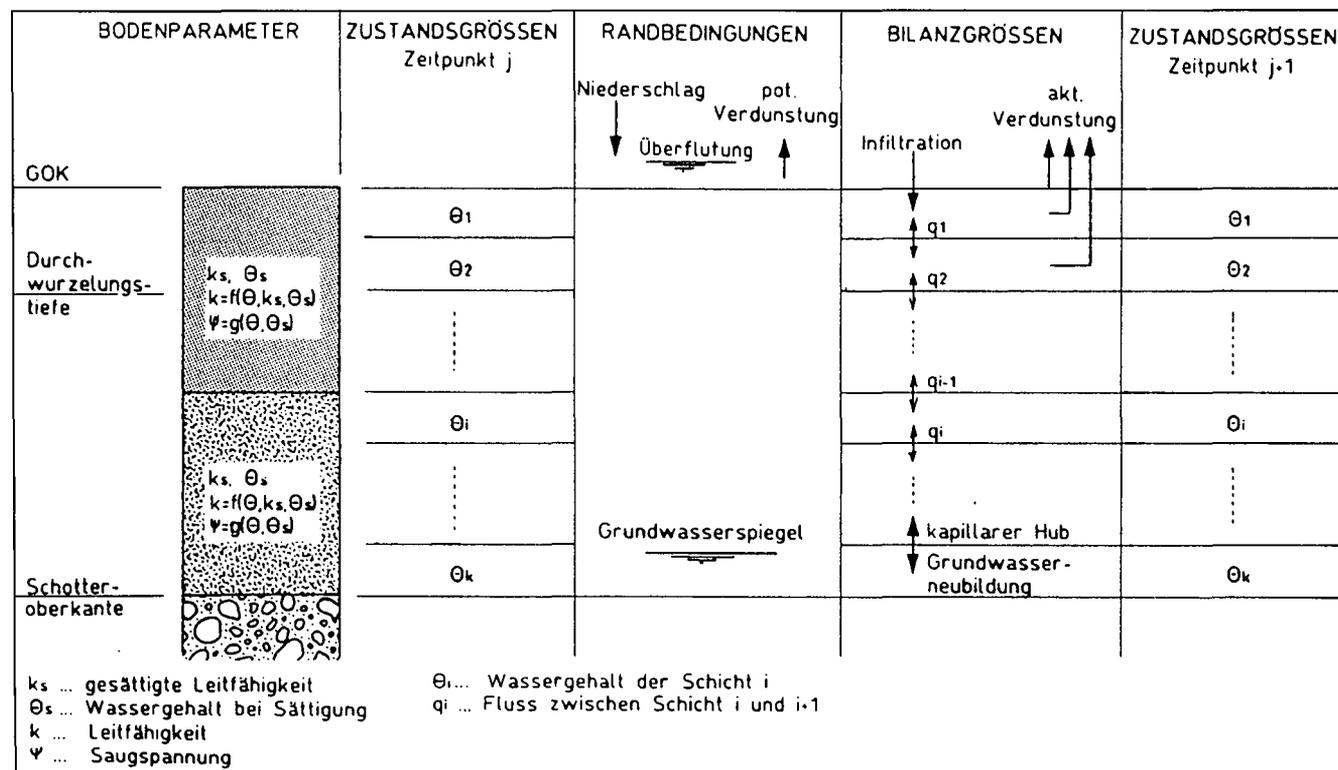


Abb. 1. Berechnungsschema des Bodenwasserhaushaltes.

Annahme schichtweiser homogener Bodenhorizonte mit spezifischen Parametern können Bodeninhomogenitäten erfaßt werden. Das Berechnungsschema ist in Abbildung 1 skizziert. Der Feuchtetransport über eine Schichtgrenze errechnet sich folgendermaßen

$$q_{i,j} = k_{i,j+1/2} [(Hm_{i,j+1} - Hm_{i,j})/d_j - (Hh_{i,j+1} - Hh_{i,j})/d_j + 1] \quad (1)$$

Die zeitliche Abfolge wird in nachfolgender Gleichung beschrieben:

$$\Theta_{i+1,j} = \Theta_{i,j} + (q_{i,j-1} - q_{i,j})/d_j - ET_j/d_j \quad (2)$$

i	Zeitindex
j	Schichtindex
q	Massentransport über Schichtgrenze
$k_{i,j+1/2}$	geometrischer Mittelwert von $k_{i,j}$ und $k_{i,j+1}$
Hm	Matrixpotential
Hh	Hydrostatisches Potential
d	Abstände der Schichtmittelpunkte
ET	Entnahmeterm (Transpiration)

Die von der aktuellen Bodenfeuchte Θ abhängigen Größen k_u (ungesättigte Durchlässigkeit) und Hm (Saugspannung) können anhand von Laboruntersuchungen (Θ - k_u -Kurve, Θ -Hm-Kurve) oder näherungsweise durch folgende empirische Formeln beschrieben werden:

$$k_{uj} = k_{sj} (\Theta_j / \Theta_{sj})^m \quad (3)$$

$$Hm_j = Hm_{sj} (\Theta_j / \Theta_{sj})^{-b} \quad (4)$$

wobei k_s ... Durchlässigkeitsbeiwert bei Sättigung
 Θ_s ... Bodenwassergehalt bei Sättigung
 Hm_s ... Saugspannung bei Sättigung

Die Exponenten m und $-b$ werden aus der Kornverteilung geschätzt (CAMPBELL, 1985).

Als weitere Information wird für die Bodenfeuchtesimulation die Lage des Grundwasserspiegels benötigt, um den Einfluß des kapillaren Hubs zu berücksichtigen. Liegt der Grundwasserspiegel im Schotterbereich, wird kein kapillarer Anstieg in Rechnung gestellt.

Die Wasserentnahme durch die Pflanzenwurzeln wird durch einen Grenzwert (PT_i) beschrieben. Der Wert der aktuellen Transpiration (ET_i) ergibt sich durch Multiplikation von PT_i mit dem Bodenextraktionsfaktor α , dessen Größe der aktuellen Bodenfeuchte abhängt (MARKAR et. al., 1987):

$$ET_i = PT_i \cdot \alpha_i = [(PET_i - EINT_i - ES_i) \cdot b] \cdot \alpha_i \quad (5)$$

wobei PT ... potentielle Transpiration
 PET ... potentielle Evapotranspiration
 $EINT$... Interzeptionsverdunstung
 ES ... Evaporation
 b ... Wannenfaktor

Die Wurzelentnahme erfolgt bei höherem Bodenwassergehalt, da bei trockenen Böden die Bindung des Wasser infolge der großen Saugspannungen sehr stark wirksam ist.

Grundwasserneubildung tritt dann auf, wenn der Wassertransport über die unterste Schichtgrenze des Bodenprofils erfolgt. Dies ist zumeist die Grenze zwischen Feinboden und Schotter.

3. Prüfung des Bodenwasserhaushaltsmodells

3.1. Allgemeines

Bei der modellmäßigen Beschreibung des Systems der ungesättigten Bodenzone erfolgt eine Vereinfachung gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen.

Dies geschieht infolge der raumzeitlichen Diskretisierung der Transportvorgänge, der Verwendung empirischer Ansätze zur Ermittlung der potentiellen Verdunstung, der Saugspannungs-Wassergehalts- und Durchlässig-

keits-Wassergehalts-Beziehung, Vernachlässigung von transportrelevanten Makroporen im Boden, Temperatureinflüssen etc.

Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Ergebnisse der Bodenfeuchtesimulation mit gemessenen Verhältnissen zu vergleichen und die gewählten Parameter zu kalibrieren.

3.2. Prüfung des Modells anhand Lysimeterdaten

Auf dem landwirtschaftlichen Versuchsgelände der Universität für Bodenkultur in Großenzersdorf befinden sich zwei wägbare Lysimeter. Mit Hilfe dieser Anlage werden sämtliche Größen für eine Bilanzierung des Bodenwasserhaushalts erfaßt und als Stundenwerte aufgezeichnet. Es sind dies

- Niederschlag (N)
- Versickerung (V)
- Gewichts-differenz der Bodensäule (GD).

Die aktuelle Verdunstung AV kann aus folgender Gleichung berechnet werden:

$$AV = N - GD - V \quad (6)$$

Die Lysimeteranlage wurde 1984 in Betrieb genommen. Zum Bearbeitungszeitpunkt lagen Meßreihen über 4 Jahre vor. Zusätzlich wurden an der Station zahlreiche Klimaparameter gemessen. Schichtaufbau und Bodenparameter sind bei MOTT (1985) angegeben.

Die aufgezeichneten Bilanzgrößen wurden auf Plausibilität geprüft, fehlerhafte Werte wurden ausgeschieden, fehlende Werte mit Hilfe multipler Regressionsbeziehungen ergänzt.

Die Simulationsergebnisse der Grundwasserneubildungsrate wurde mit den Lysimeterdaten verglichen und verschiedene Varianten zur Verbesserung der Modellrechnung untersucht. Die Varianten beziehen sich auf die Berechnung der Neubildung

- anhand empirischer Parameterschätzung
- anhand von Bodenparametern aus Laboranalysen
- anhand von optimierten Parametern
- anhand von gemessenen Saugspannungs-Wassergehalts-Kurven
- anhand optimierter Saugspannungs-Wassergehalts-Kurven
- unter Verwendung verschiedener Verdunstungsformeln.

In Abbildung 2 ist die Verbesserung des simulierten Versickerungsverlaufes aufgrund der Exponenten- und k_s -Wert-Optimierung dargestellt. Auf eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Simulationsergebnisse wird hier verzichtet. Sie sind im Detail in NACHTNEBEL et al. (1991) beschrieben.

Zusammenfassend kann jedoch festgestellt werden, daß die Ergebnisse der Versickerungsberechnung weniger stark vom Verlauf der Saugspannungs-Wassergehalts-Funktion abhängen, als vielmehr von der Wahl des gesättigten Durchlässigkeitsbeiwertes k_s sowie der verwendeten Berechnungsmethode zur Bestimmung der potentiellen Verdunstung.

Die Verkleinerung der k_s -Werte bewirkt einen flacheren Verlauf des simulierten Versickerungsganges. Die Jahresversickerungssummen werden dadurch etwas geringer (vgl. Abb. 3). Wesentlich ist die Wahl der Berechnungsmethode zur Ermittlung der potentiellen Verdunstung. Sie gibt den maximalen Wert der täglichen Verdunstung vor. Die Methode nach THORNTONWHITE benötigt nur Tempera-

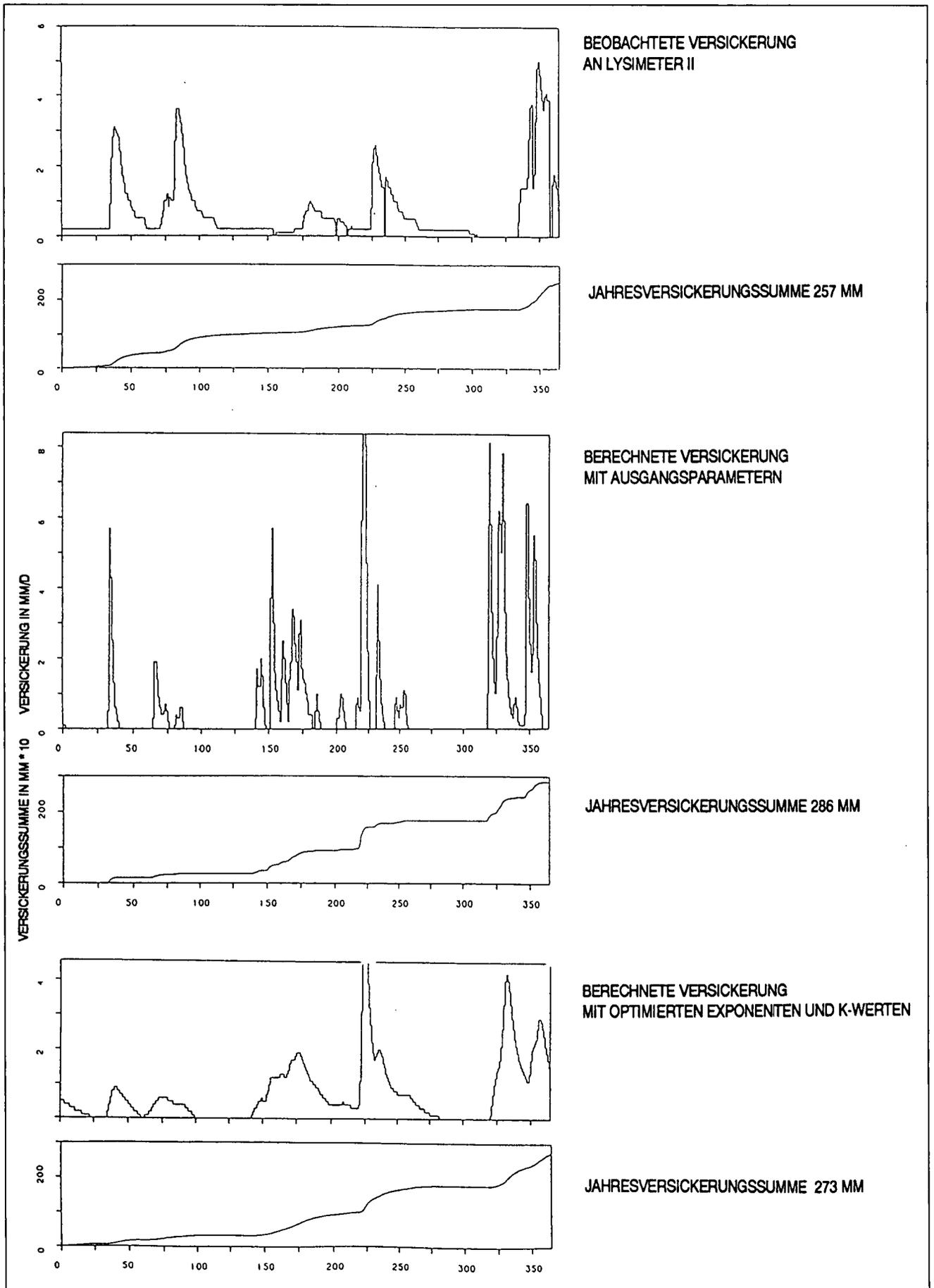


Abb. 2. Vergleich beobachteter und simulierter Jahresversickerung (Lysimeter 2, 1985).

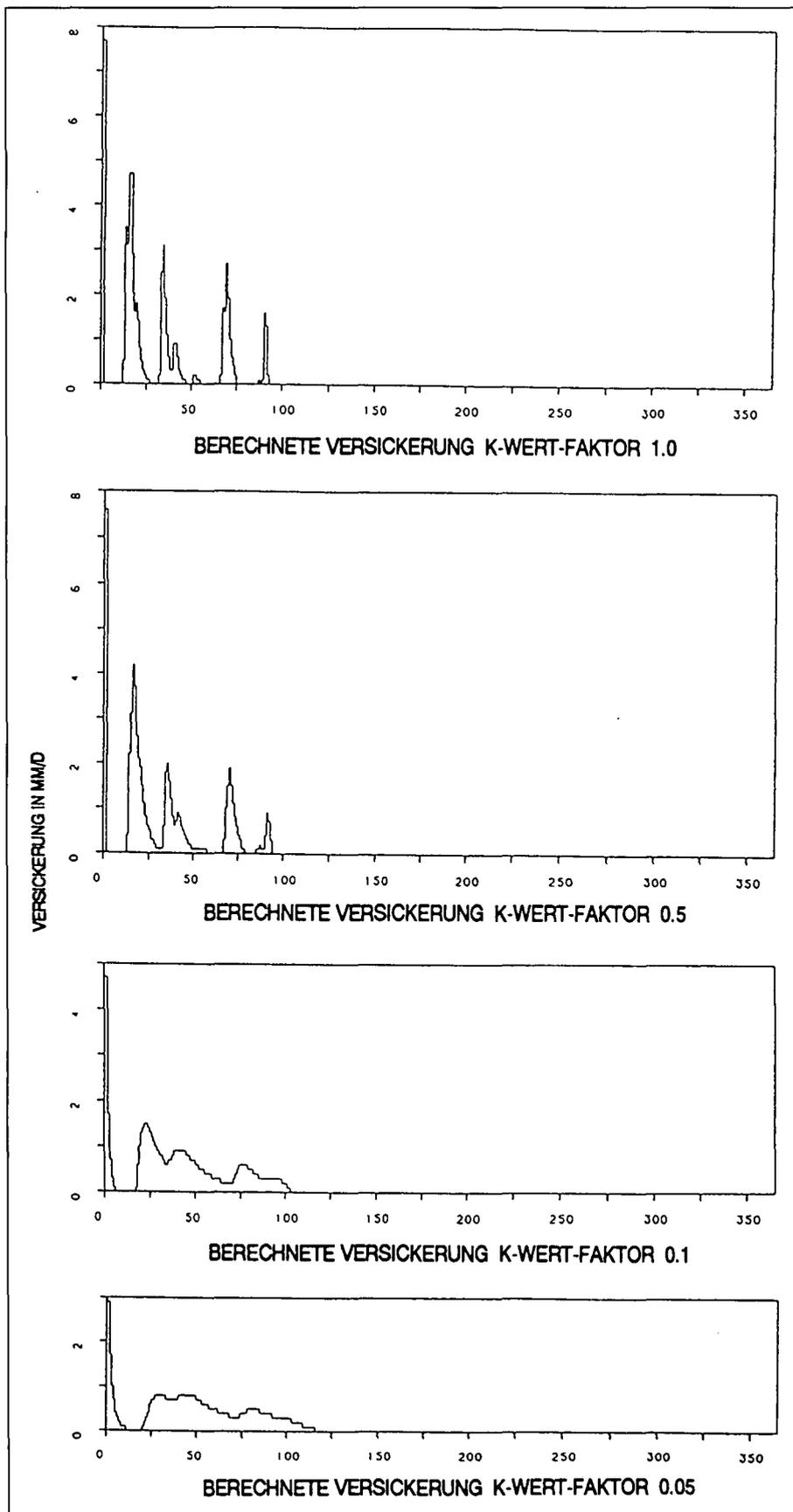


Abb. 3.
Einfluß der k_s -Wert-Veränderung auf die Versickerungssituation.

stungswerte. Dies führt zur Unterschätzung der Jahresverdunstungssummen (vgl. Abb. 4).

Die Methode nach PENMAN (1948) errechnet Tagesverdunstungswerte. Es sind jedoch zahlreiche, nicht immer verfügbare Klimaparameter (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Dampfdruck, Strahlung) notwendig. Diese Methode lieferte im Vergleich zu den Lysimeterwerten gute Verdunstungswerte, wobei bei Pflanzenbewuchs die angenommene Durchwurzelungstiefe Einfluß auf des Ergebnis nimmt (siehe Abb. 5).

3.3. Simulation an gemessenen Profilen im Marchfeld

3.3.1. Vergleich mit Bodenfeuchtemessungen

Um die in-situ-Bedingungen modellmäßig zu simulieren, wurden an acht Standorten im Marchfeld insgesamt 28 Bohrprofile aufgeschlossen. An diesen Profilen mit unterschiedlichen Bodenmächtigkeiten wurden Proben entnommen und die Bodenart der Horizonte durch Siebanalyse bestimmt.

Zusätzlich wurden im zweiten Halbjahr 1988 begleitende Bodenfeuchtemessungen durchgeführt. Diese erfolgten durch Bodenentnahme und gravimetrischer Bestimmung.

Anhand dieser Werte konnten die simulierten Bodenfeuchteverläufe geprüft werden. Insbesondere wurde die Möglichkeit der Verwendung empirischer Verfahren zur Schätzung der Bodenparameter (Porenvolumen, k_s -Wert) geprüft. Der Vergleich der gemessenen und berechneten Bodenfeuchtwerte zeigt durchwegs eine zufriedenstellende Übereinstimmung (Abb. 6). Daher wurden auch die errechneten Versickerungswerte als repräsentativ angesehen.

3.3.2. Einfluß der Vegetationsart auf die Versickerung

turwerte und Angaben über die geographische Breite. Sie liefert jedoch nur Monatsmittelwerte der potentiellen Verdunstung. Dadurch wird die Variabilität der witterungsbedingten Einflüsse schlecht wiedergegeben. Weiters liefert diese Methode in den Wintermonaten keine Verdun-

Im Marchfeld überwiegt der Getreideanbau, Alternativkulturen gewinnen jedoch an Bedeutung. Um den Ein-

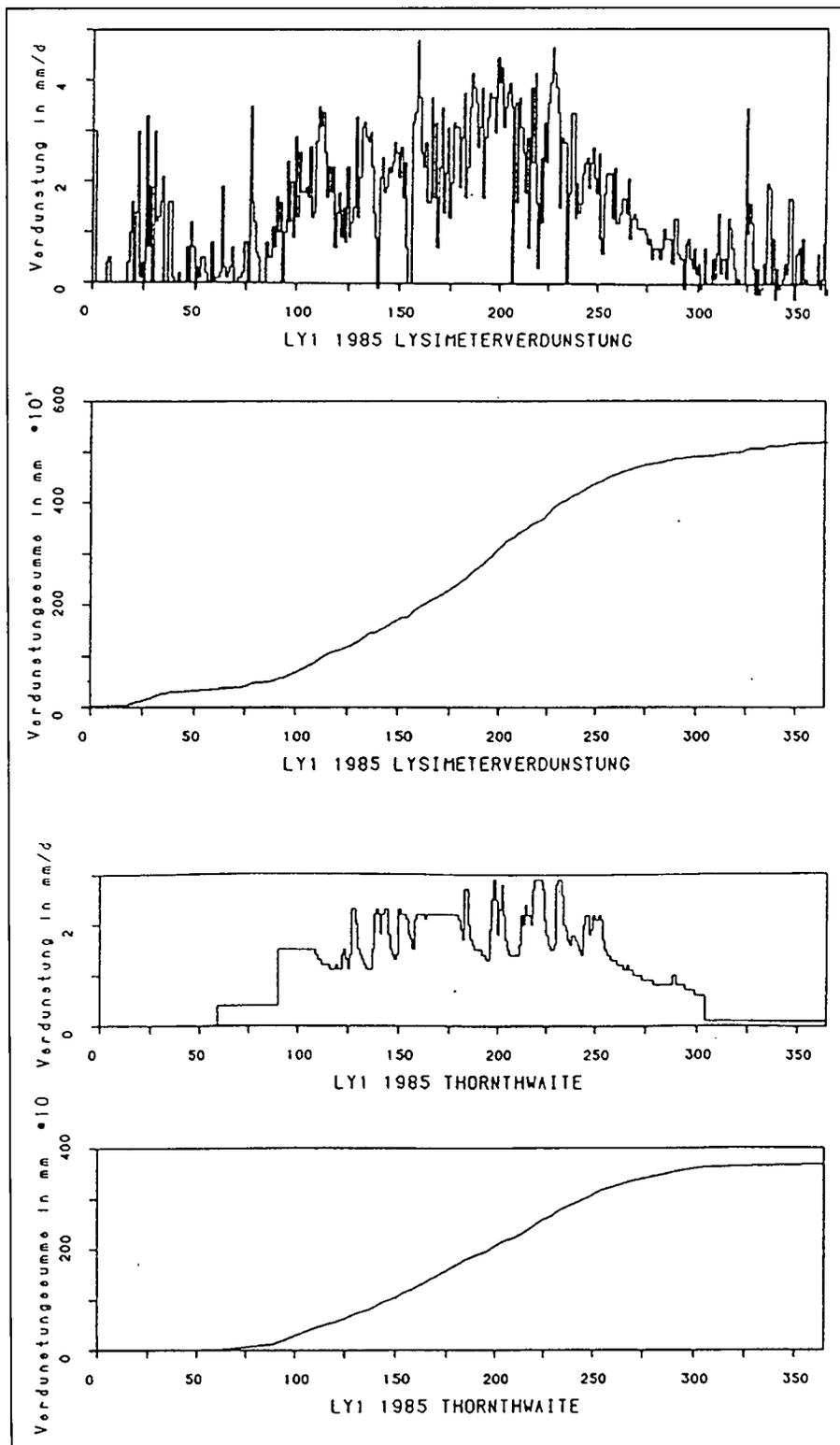


Abb. 4. Jahresgang- und Summenlinie der aktuellen Verdunstung 1985 (Lysimeterwerte und nach THORNTHWAITE errechnet).

fluß verschiedener Vegetationsarten aufgrund der unterschiedlichen Durchwurzelungstiefen und Entwicklungsphasen auf die Grundwasserneubildung zu prüfen, wurden Vergleichssimulationen mit den Kulturarten Weizen, Kartoffel, Zuckerrübe und Mais durchgeführt. Das Ergebnis eines tiefgründigen Bodenprofils (110 cm) für das Jahr 1988 zeigt die Tabelle 1.

3.3.3. Einfluß der Beregnung auf die Versickerung

Aufgrund der negativen klimatischen Wasserbilanz im Sommerzeitraum (SUPERSPERG et al., 1980) erfolgt in Teilen des Marchfeldes eine intensive landwirtschaftliche Bewässerung zur Deckung des Pflanzenwasserbedarfs. Ihr Einfluß auf die Neubildung wurde geprüft, wobei sich die vegetationsbezogenen Beregnungsgaben an Richtwerten des landwirtschaftlichen Wasserbaues orientieren. Abb. 7 zeigt den Anstieg des Bodenwassergehaltes bei Beregnung. Diese Menge wird jedoch infolge der erhöhten Transpirationsskapazität verdunstet und gelangt nicht in die untersten Bodenschichten. Eine Neubildung unterbleibt.

Bei seichtgründigen Böden mit geringerem Speichervermögen oder größeren Beregnungsgaben kann es jedoch bei Beregnung zu geringfügiger Infiltration in tiefere Bodenschichten kommen. Der Großteil des Beregnungswassers wird jedoch verdunstet.

4. Regionalisierung der Grundwasserneubildung

Tabelle 1. Bilanzgrößen in Abhängigkeit zur Kulturart.

Kulturart	Jahressummen in mm/a		
	Niederschlag	Verdunstung	Versickerung
Weizen	512	481	32
Kartoffel	512	484	39
Zuckerrübe	512	524	22
Mais	512	490	36

Im folgenden wird versucht, aus punktuell ermittelten Ergebnissen der Bodenwasserhaushaltsberechnung Aussagen über die räumliche Verteilung der Grundwasserneubildung des gesamten Marchfeldes zu treffen.

An den 28 Meßstellen im Marchfeld ergibt sich ein guter statistischer Zusammenhang zwischen der errechneten Jahresversickerungsmenge und der Bodenmächtigkeit. Dies zeigt auch der Korrelationskoeffizient von $-0,772$.

Anhand der ÖSTERREICHISCHEN BODENKARTIERUNG (a-d) (1972-1976) konnte für sämtliche Gemeinden des Marchfeldes eine Gliederung in tief- und seichtgründige Stand-

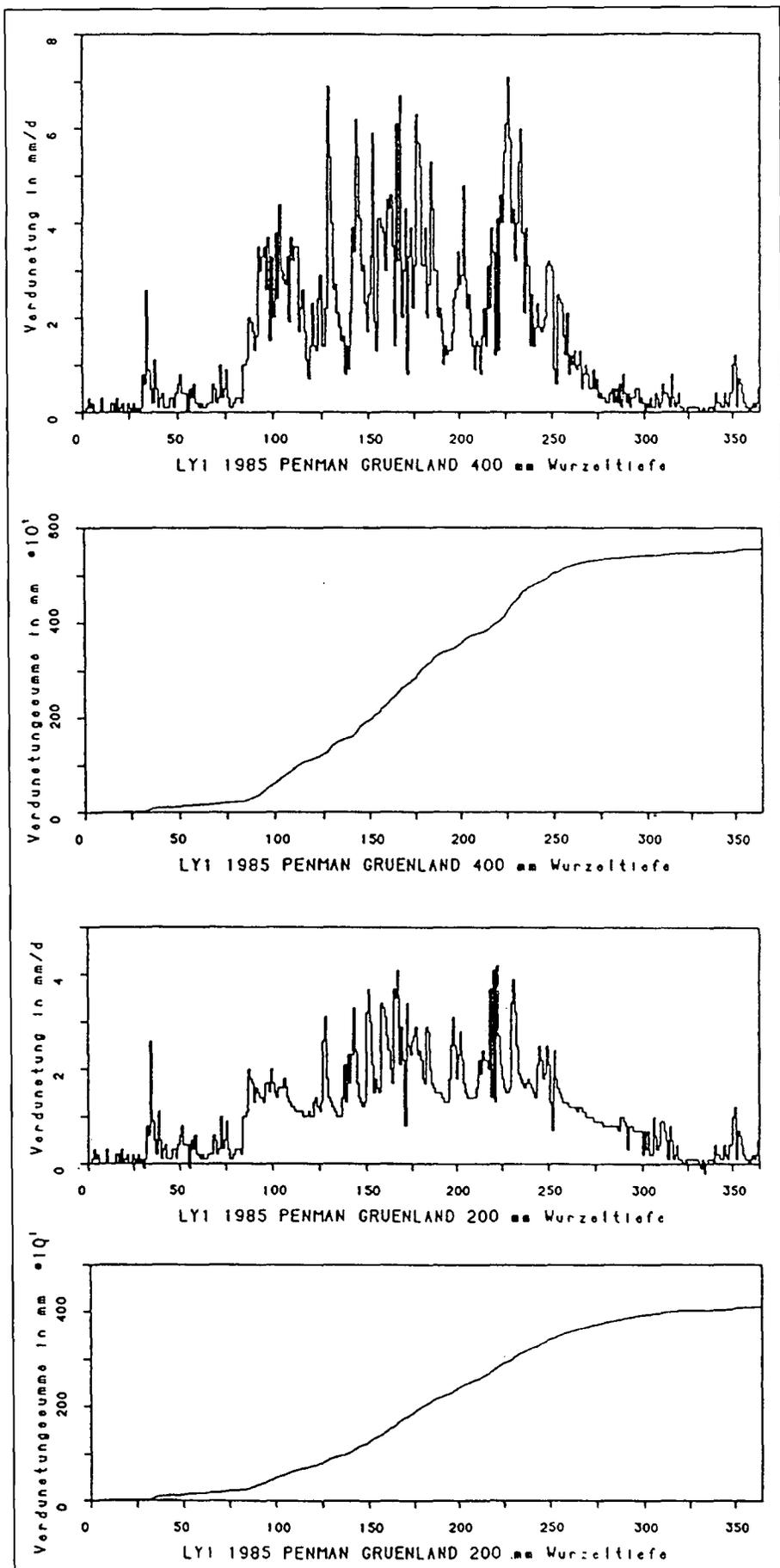


Abb. 5. Jahresgang- und Summenlinie der aktuellen Verdunstung 1985 (nach PENMAN bei unterschiedlicher Wurzeltiefe).

orte getroffen werden. Diesen Standorten wurden die mittleren Versickerungsraten aus der Simulation zugeordnet.

Es waren dies 92 mm für seichte Standorte und 20 mm für tiefgründige Standorte. Die spezifische Versickerung in den Gemeindegebieten zeigt Tabelle 2.

Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen des Marchfeldes ergaben sich folgende Werte:

Flächen mit gute nutzbare Bodenfeuchtespeicher ... 49.472 ha
 Flächen mit geringnutzbarem Bodenfeuchtespeicher ... 20.883 ha
 Gesamtsumme der landwirtschaftlich genutzten Fläche 70.355 ha
 Grundwasserneubildung aus tiefgründigen Böden . 14,8 Mio. m³/a
 Grundwasserneubildung aus seichtgründigen Böden 19,2 Mio.m³/a
 Grundwasserneubildung gesamt 34,0 Mio. m³/a

5. Zusammenfassung und Diskussion

Im gegenständlichen Forschungsprojekt wurde versucht, anhand punktueller Bodenwassersimulationen Rückschlüsse auf die flächenhafte Grundwasserneubildung in der Region Marchfeld zu ziehen. Einen wesentlicher Teil der Arbeit umfaßte dabei die Prüfung des Bodenwasserhaushaltsmodells auf seine Tauglichkeit, das System der ungesättigten Bodenzone bei verschiedenen Rahmenbedingungen (Vegetation, Bewässerung, eingeschränkte Parameterverfügbarkeit) plausibel nachzubilden. Dabei wurde festgestellt, daß das Modell vor allem auf Änderungen in der Annahme der k_s -Werte sowie der zu berechnenden potentiellen Verdunstung sensibel reagiert. Die Annahme verschiedenartiger Vegetation bzw. zusätzlicher Beregnungsgaben wirkten sich bei den untersuchten Fällen nur gering auf die Grundwasserneubildung aus. Hierbei muß jedoch zwischen tief- und seichtgründigen Böden differenziert werden.

Der Übergang von Punkt- zur Flächenversickerung erfolgte durch Berücksichtigung der Bodenmächtigkeiten. Zwischen Mächtigkeit und Jahresversickerungssumme besteht ein guter statistischer Zusammenhang. Aus der ÖSTERREICHISCHEN BODEN-

Abb. 6. Vergleich beobachteter und simulierter Bodenfeuchte für das Jahr 1988.

KARTIERUNG (a-d) wurden die gemeindebezogenen Verteilungen der Bodenmächtigkeit erhoben und mit den mittleren Versickerungen der jeweiligen Mächtigkeitsklassen multipliziert. Für das Untersuchungs-jahr 1988 wurde eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von 34,1 Mio. m³/a bzw. 48 mm errechnet. Dieses Jahr beschreibt mittlere Verhältnisse. Der Schwankungsbereich der Neubildung in den Gemeindegebieten des Marchfeldes lag zwischen 40 und 61 mm.

Der beschriebene Berechnungsansatz zur flächenhaften Grundwasserneubildung stellt eine relativ einfache Methodik dar und orientiert sich an der eingeschränkten Verfügbarkeit von Flächenwerten.

Abschließend wird festgestellt, daß bei Kenntnis gewisser Bodenparameter der punktuelle Bodenwasserhaushalt mit Hilfe von mathematischen Simulationsmodellen gut nachgebildet werden kann. Die

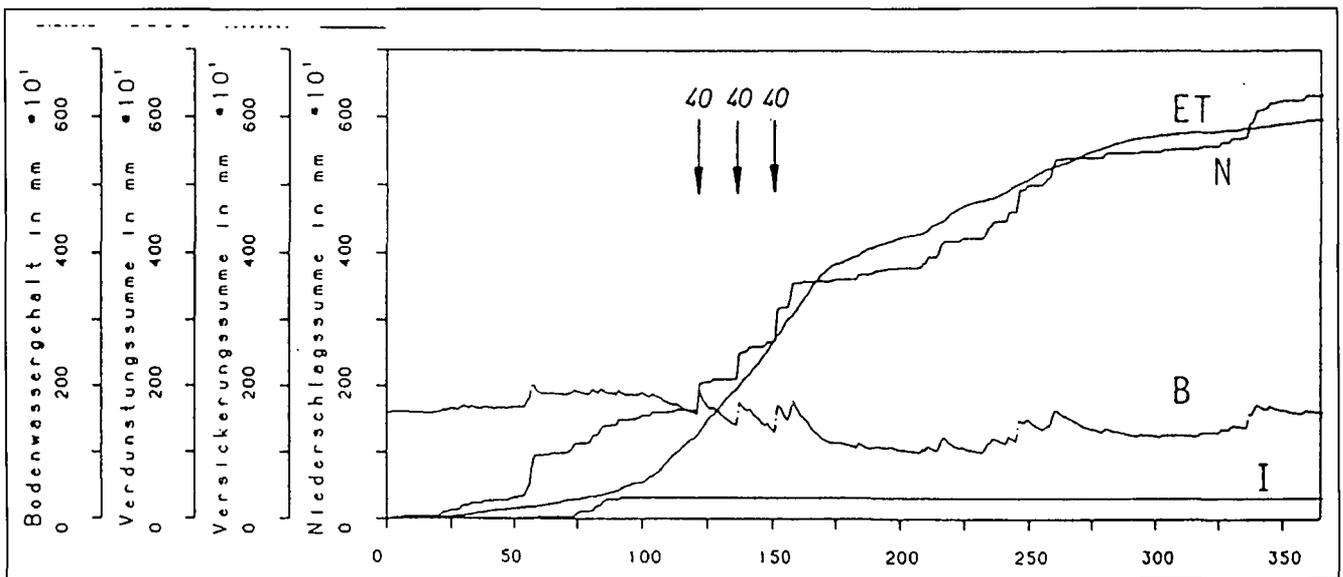
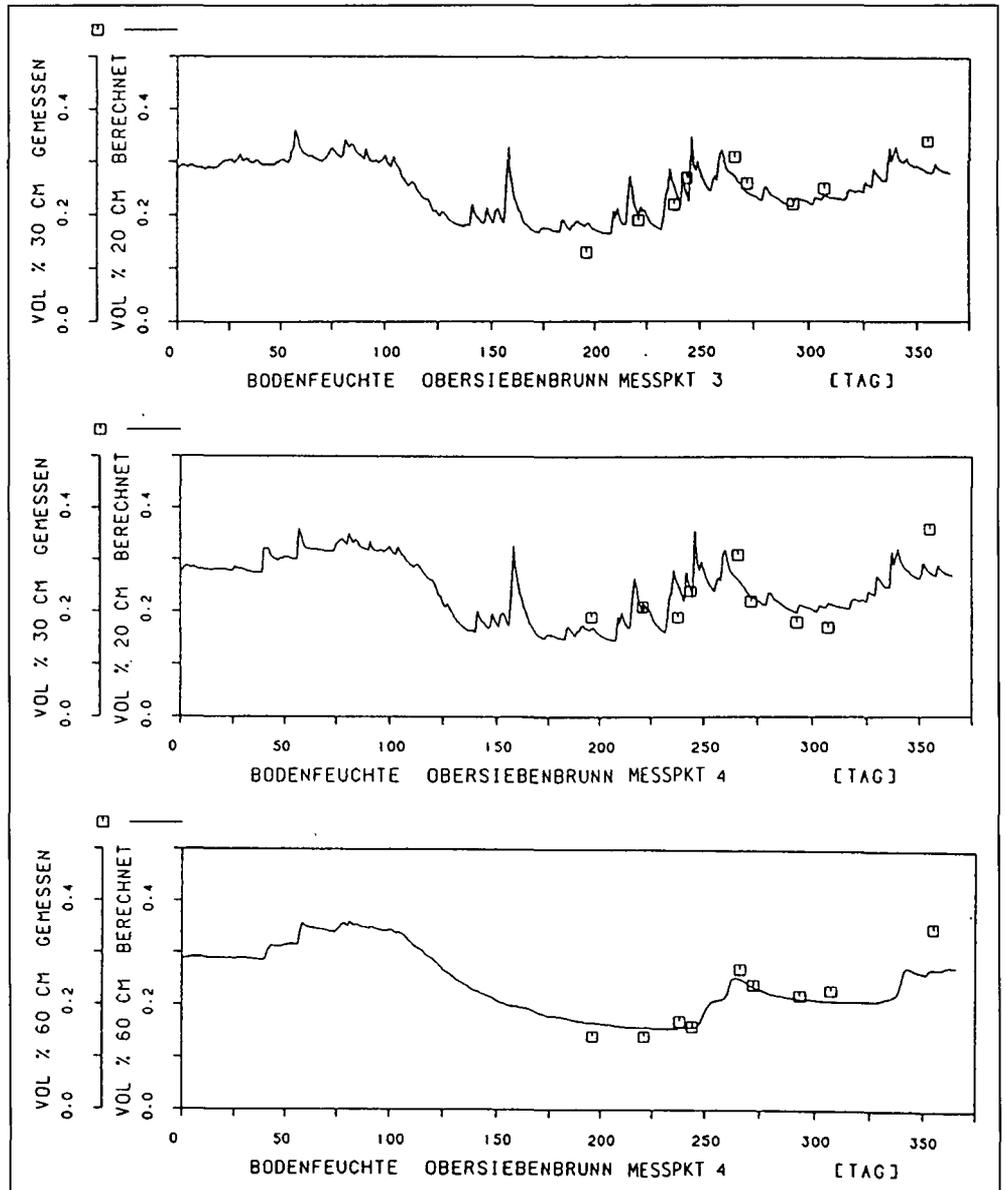


Abb. 7. Summenlinien der Bilanzgrößen Bodenwasser (B), Verdunstung (ET), Versickerung (I) und Niederschlag (N) für ein tiefgründiges Bodenprofil (110 cm).

Tabelle 2.

Flächen- und Versickerungsanteile der Marchfeldgemeinden.

gute NK = Flächen mit tiefgründigen Böden; geringe NK = Flächen mit seichtgründigen Böden; AREAL = Flächenanteile der Gemeinden in ha; GUTVERS = Versickerungsanteil tiefgründiger Böden in m³; GERIVERS = Versickerungsanteil seichtgründiger Böden in m³; SUMVERS = Versickerungssumme pro Gemeindegebiet in m³; SPEZVERS = Spezifische Versickerung in mm.

GEMEINDE	gute NK	geringeNK	AREAL	GUTVERS	GERIVERS	SUMVERS	SPEZVERS
ADERKLA A	1135	216	1351	340500	198720	539220	39.9
ANDLERSDORF	480	92	572	144000	84640	228640	40.0
ANGERN	1454	970	2424	436200	892400	1328600	54.8
AUERSTHAL	1083	722	1805	324900	664240	989140	54.8
BOCKFLIESS	689	689	1378	206700	633880	840580	61.0
DT. WAGRAM	721	721	1442	216300	663320	879620	61.0
ECKARTSAU	2265	431	2696	679500	396520	1076020	39.9
ENGELHARTSTETTEN	3352	1239	4591	1005600	1139880	2145480	46.7
ENZERSFELD	505	505	1010	151500	464600	616100	61.0
GAENSERNDORF	1195	796	1991	358500	732320	1090820	54.8
GERASDORF	968	968	1936	290400	890560	1180960	61.0
GLINZENDORF	999	266	1265	299700	244720	544420	43.0
GROSSEBERSDORF	801	801	1602	240300	736920	977220	61.0
GROSSENGERSDORF	774	774	1548	232200	712080	944280	61.0
GROSSENZERSDORF	5217	993	6210	1565100	913560	2478660	39.9
GROSSHOFEN	213	57	270	63900	52440	116340	43.1
HAGENBRUNN	479	479	958	143700	440680	584380	61.0
HARINGSEE	2207	420	2627	662100	386400	1048500	39.9
LASSEE	3514	934	4448	1054200	859280	1913480	43.0
LEOPOLDSDORF	1921	511	2432	576300	470120	1046420	43.0
MANNSDORF	734	140	874	220200	128800	349000	39.9
MARCHEGG	1756	649	2405	526800	597080	1123880	46.7
MARKGRAFNEUSIEDL	1151	306	1457	345300	281520	626820	43.0
MATZEN	935	624	1559	280500	574080	854580	54.8
OBERSIEBENBRUNN	1988	528	2516	596400	485760	1082160	43.0
ORTH	1474	281	1755	442200	258520	700720	39.9
PARBASDORF	675	179	854	202500	164680	367180	43.0
PILLICHSDORF	525	525	1050	157500	483000	640500	61.0
PROTTES	543	362	905	162900	333040	495940	54.8
RAASDORF	1494	285	1779	448200	262200	710400	39.9
REYERSDORF	923	615	1538	276900	565800	842700	54.8
STRASSHOF	136	91	227	40800	83720	124520	54.9
UNTERSIEBENBRUNN	1485	395	1880	445500	363400	808900	43.0
WEIDEN	2738	1013	3751	821400	931960	1753360	46.7
WEIKENDORF	1912	1275	3187	573600	1173000	1746600	54.8
WOLKERSDORF	1031	1031	2062	309300	948520	1257820	61.0
SUMMEN	49472	20883	70355	14841600	19212360	34053960	48.4

Regionalisierung orientiert sich an den verfügbaren Flächen- und Versickerungsdaten. Hierbei können in weiterführenden Arbeiten Geländemodelle, Geographische Informationssysteme sowie geostatistische Verfahren angewandt werden.

Dank

Die Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Regionalwasserneubildung“ durchgeführt und von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gefördert.

Literatur

- CAMPBELL G.S.: Soil Physics with Basic Transport Models for Soil-Plant-Systems. – Developments in Soil Science, **14**, Elsevier 1985.
- DOBESCH H.: Regionale Verdunstung und Grundwasserneubildung im Marchfeld. – Teil II, Forschungsprojekt der Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien 1991.
- MARKAR, M.S. & MEIN, R.G.: Modeling of Evapotranspiration from Homogeneous Soils. – Water Resources Research, **23**(10), 2001–2007, 1987.
- MOTTL, W.: Dokumentation des Lysimeterneubaus in Großenzersdorf. – Internes Arbeitspapier, 1985.
- MUALEM, Y. & MILLER, E.: A hypothesis model based on an explicit domain dependence function. – Soil Sci. Soc. Am. J., **43**, 1067–1073, 1979.
- NACHTNEBEL H.P. & HOLZMANN, H.: Regionale Verdunstung und Grundwasserneubildung im Marchfeld. – Teil I, Forschungsprojekt der Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien 1991.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG (a): Erläuterungen zur Bodenkarte, Bereich Marchegg KB 6. – Wien 1972.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG (a): Erläuterungen zur Bodenkarte, Bereich Großenzersdorf KB 7. – Wien 1972.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG (a): Erläuterungen zur Bodenkarte, Bereich Gänserndorf KB 27. – Wien 1975.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG (a): Erläuterungen zur Bodenkarte, Bereich Wolkersdorf KB 25. – Wien 1976.
- PENMAN, H.L.: Natural evapotranspiration from open water, bare soil and grass. – Proc. Roy. Soc. London, 1948.
- SUPERSPERG, H. & VOLLHOFER, O.: Mögliche Beeinflussung des Grundwassers im Marchfeld durch Wasserentnahme. – Wiener Mitteilungen, **32**, Wien 1980.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Nachtnebel Hans-Peter, Holzmann Hubert

Artikel/Article: [Regionale Grundwasserneubildung im Marchfeld 93-101](#)