

Anmerkungen zur praktischen Bewässerung im Marchfeld aus wasserwirtschaftlicher Sicht

E. STENITZER

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten für eine grundwasser-
verträgliche Bewässerung im Marchfeld
werden anhand eines praktischen Bei-
spiels aufgezeigt: dabei wird die tat-
sächlich durchgeführte Beregnung von
Karotten mit den simulierten Varianten
"Gipsblockmethode" und "unbewässert"
verglichen: dabei zeigte sich, dass die
tatsächlich durchgeführte Beregnung mit
334 mm bei den gegebenen Umstän-
den viel zu hoch war und einen Versicke-
rungsverlust von 250 mm zur Folge hat-
te. Eine der natürlichen Bodenfeuchte
angepasste Bewässerung nach der Gips-
blockmethode mit lediglich 60 mm hät-
te die gleichen Erträge bei nur 14 mm
Versickerung erzielt. Wegen der ver-
gleichsweise hohen Niederschläge (rund
500 mm während der Wachstumsperi-
ode der Karotten von Ende April bis 20.
November 2002) hätten die Karottener-
träge auch ohne Bewässerung mehr als
90% der tatsächlichen Erträge erbracht.
Das vorgestellte Beispiel zeigt, dass ins-
besondere bei der Beregnung von Ge-
müse und Sonderkulturen große Wasser-
einsparungen möglich und auch notwen-
dig sind.

Summary

A simulation study based on actual irri-
gation of carrots in the Marchfeld area
shows that quite a lot of irrigation water
could have been saved by scheduling the
irrigations on demand: this would have
reduced the actual observed irrigation
amount of 334 to only 60 mm, at the
same time cutting down the deep per-
colation losses from 250 to 14 mm! Si-
mulation also showed, that without any
irrigation the carrots still would have
yielded more than 90 % of the actual
yield because of the rather high rain-
falls of about 500 mm during the gro-
wing period of the carrots in this year
2002.

1. Einleitung

Das Marchfeld (*Abbildung 1*) ist ein
landwirtschaftlich intensiv genutztes
Trockengebiet im Osten von Wien, das
durch die Donau im Süden, den March-
fluss im Osten (der gleichzeitig die Gren-
ze zur Slowakei darstellt), das Weinviert-
ler Hügelland im Norden und Nordwes-
ten sowie durch das Stadtgebiet von
Wien im Westen und Südwesten be-
grenzt wird. Neben den Flussniederun-
gen an Donau und March gliedert sich
das Gebiet in die sogenannte Niederter-
rasse mit einem Grundwasserflurabstand
zwischen 3 - 5 m und in die sogenannte
Hochterrasse mit deutlich tieferen Flur-
abständen. Der mittlere Jahresnieder-
schlag der letzten 25 Jahre (1978-2002)
beträgt rund 530 mm, während die po-
tentielle Verdunstung im Mittel etwa 760
mm beträgt. Die sich daraus ergebende
mittlere klimatische Wasserbilanz weist
monatliche Defizite zwischen 40 - 60
mm von April bis September auf. Nie-
derschlags-Überschüsse sind nur in den
Wintermonaten zu erwarten. Deshalb ist

in diesem pannonischen Klimagebiet
eine Bewässerung von Gemüse und an-
deren hochwertigen Kulturen zur Er-
tragssicherung erforderlich.

Die Entwicklung des Grundwasserstan-
des im Marchfeld seit 1936 (*Abbildung 2*)
zeigt eine deutliche Abnahme etwa in
den 1970er Jahren, die mit einer massi-
ven Zunahme der Bewässerung in die-
ser Periode einhergeht (BEHR et al.,
1984) und sicherlich zum größten Teil
darauf zurückzuführen ist.

Die Grundwassersituation ist also sehr
angespannt; das Grundwasser-Vorkom-
men wird übernutzt; weitgehende Abhil-
fe sollte durch die Anlage des March-
feldkanals mit Zufuhr von Donauwasser
geschaffen werden, das zum Teil der
Aufhöhung der Niedrigwasserführung
des Hauptvorfluters, zum Teil der Ent-
nahme von Bewässerungswasser und
zum Teil zur künstlichen Grundwasser-
anreicherung dienen soll. Auch die Ver-
sorgung der Hochterrasse mit Bewäse-
rungswasser sollte aus dem Marchfeld-
kanal erfolgen.

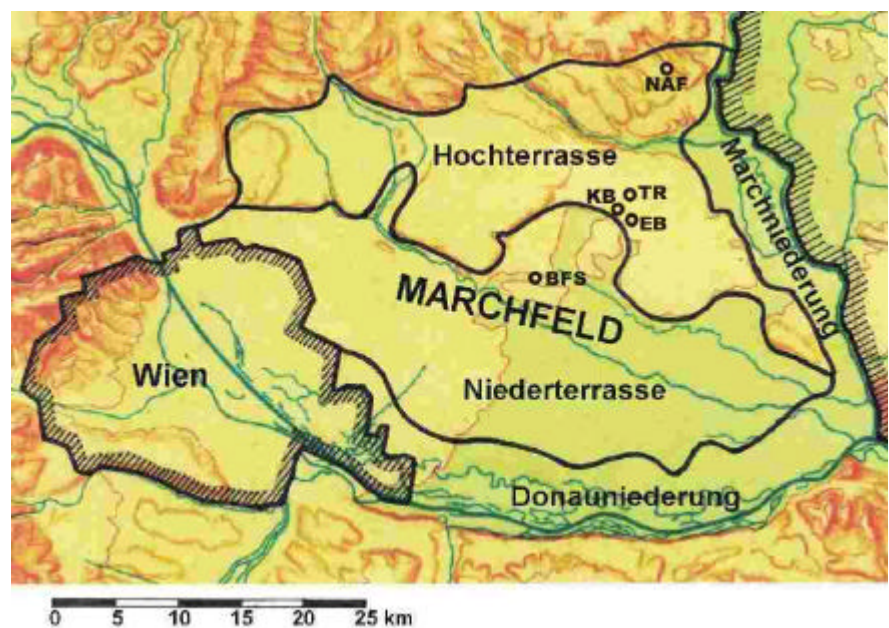


Abbildung 1: Landschaftseinheiten des Marchfeldes

Autor: Dr. Elmar STENITZER, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

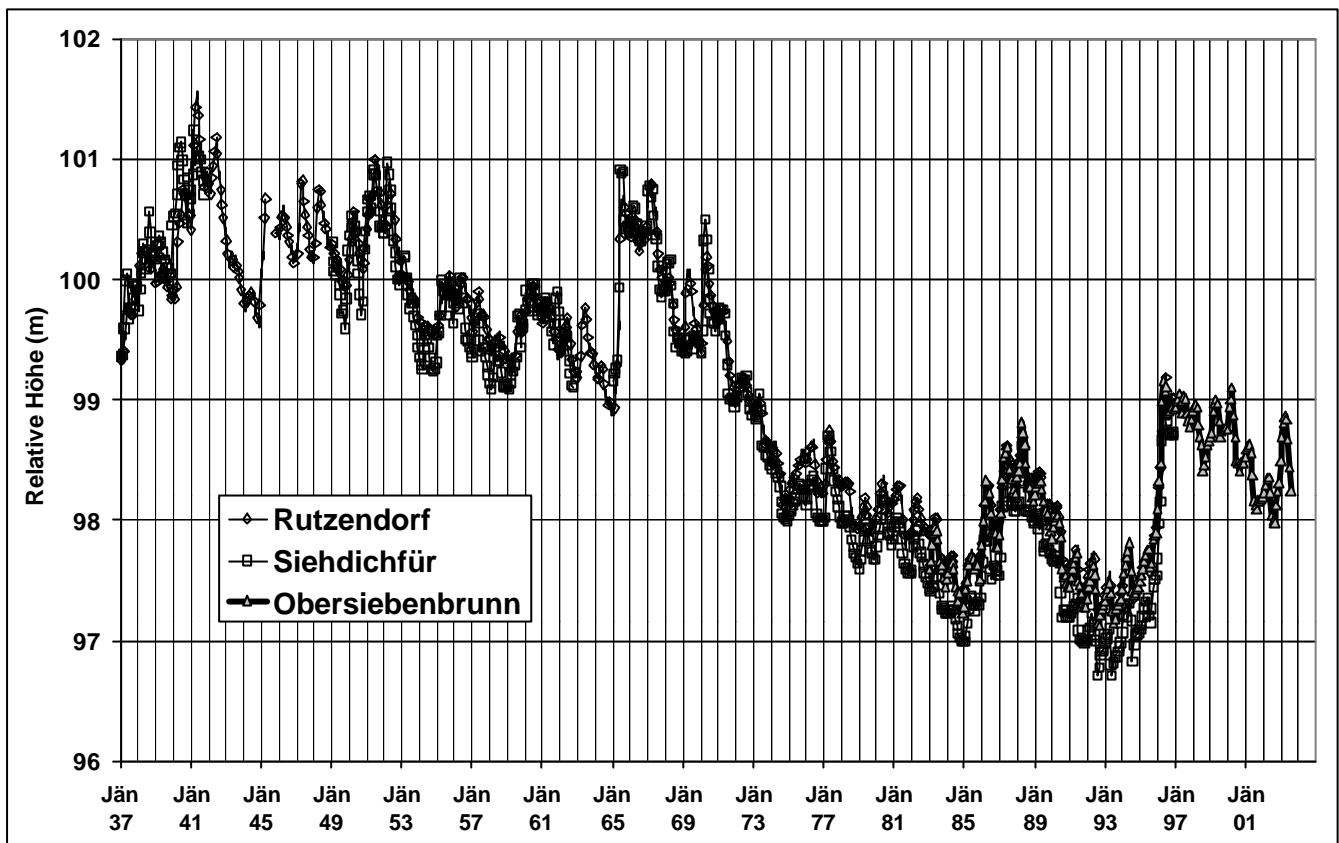


Abbildung 2: Absinkende Grundwasserstände im Marchfeld

Für die von der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union geforderte nachhaltige Nutzung der Grundwasservorkommen wird es also im Marchfeld notwendig werden, die Wasserentnahmen deutlich zu beschränken. Dabei ist vor allem die Bewässerungswirtschaft wegen ihres großen Wasserbedarfes gefordert, Grundwasser nur im unbedingt notwendigen Ausmaß zu entnehmen bzw. auf den Anbau von Kulturen mit hohem Wasserbedarf zu verzichten. Die vorliegende Arbeit soll anhand eines praktischen Beispiels der Bewässerung von Karotten zeigen, dass bei Berücksichtigung des natürlichen Bodenwasserhaushaltes große Wasser- und damit auch Kosten-Einsparungen möglich sind.

2. Material und Methoden

Bei dem hier dargestellten praktischen Fall handelt es sich um ein Demonstrations-Feld auf der Niederterrasse im zentralen Bereich des Marchfeldes, für welchen die oben dargestellten natürlichen Klima-, Boden- und Grundwasserverhältnisse zutreffen. Das Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt führt auf diesem Feld systematische

Bodenwasserhaushaltsuntersuchungen durch, deren Ergebnisse in erster Linie der Eichung und Erprobung des Bodenwasserhaushalts- und Pflanzenwachstums-Modells SIMWASER (STENITZER, 1988) dienen. Dabei wird der zeitliche Verlauf des Wassergehaltes und der Saugspannung in den einzelnen Bodenschichten des untersuchten Profils bis in den nicht mehr durchwurzelten Untergrund mit automatischen Messgeräten laufend registriert und ausgewertet. Aus dem Wassergehaltsverlauf und dem Saugspannungsgefälle an der Profilvergrenze kann die Sickerwassermenge nach dem Gesetz von DARCY berechnet werden. Außerdem werden direkt an der Messstelle die Niederschläge (und damit auch die Beregnungsmengen) gemessen, sodass bei bekannter Wasserzufuhr an der Bodenoberfläche und der Wasserabfuhr an der Profilvergrenze sowie der Bodenfeuchtänderung innerhalb des Profils der Wasserverbrauch der jeweiligen Kultur ermittelt werden kann. Mit dem Modell SIMWASER, welches anhand solcher Messwerte für die jeweiligen Standortverhältnisse geeicht wird, kann dann die Auswirkung unterschied-

licher Bodennutzungen auf den Bodenwasserhaushalt für einen längeren Zeitraum abgeschätzt werden; man kann damit aber auch die Auswirkung unterschiedlicher Bewässerungen auf den Pflanzenertrag berechnen, weil ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Wasserversorgung einer Pflanze und ihrem Wachstum aufgrund der Tatsache gegeben ist, dass die Aufnahme des Kohlendioxids aus der Luft durch die sogenannten Spaltöffnungen der Blätter gleichzeitig mit einem Verlust von Wasserdampf aus dem wassergesättigten Blattinneren in die ungesättigte Umgebungsluft verbunden ist, der durch die Wassernachlieferung der Wurzeln aus dem Boden laufend ausgeglichen werden muss, damit die Pflanze nicht vertrocknet. In längeren niederschlagsfreien Perioden reicht diese Wassernachlieferung bei zunehmender Austrocknung des Bodens nicht aus, den Wasserbedarf der Pflanzen zu decken, sodass sich die Spaltöffnungen schließen, was jedoch gleichzeitig die Aufnahme des Kohlendioxids und damit die Bildung von Pflanzenmasse verhindert und einen Ertragsausfall zur Folge hat.

Mit dem Modell SIMWASER werden diese Zusammenhänge berücksichtigt, und die tägliche Bilanz zwischen Niederschlag, Verdunstung, Bodenspeicherung und Oberflächenabfluss auf der Basis von täglichen Wetterdaten (Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung und Niederschlag) berechnet, die am Rande des Versuchsfeldes mit einer automatischen Wetterstation erfasst werden. Für die Berechnung der Wasserbewegung werden die pF- und die Ku-Kurven der jeweiligen Bodenart benötigt; für die Abschätzung der Wurzelentwicklung bei Feldfrüchten und Grünlandbeständen wird darüber hinaus die Kurve des Penetrometerwiderstandes als Funktion des Matrixpotentials herangezogen. Die genannten Bodenkennwerte wurden anhand von Feldmessungen abgeleitet bzw. an ungestörten Bodenproben im Labor ermittelt.

Im vorliegenden Fall wurden die Karotten am 29.4.2002 angebaut und am 20.11.2002 geerntet; sie wurden am 30. April mit 22 mm, am 7. Mai mit 20 mm, am 10. und 11. Mai mit je 23 mm, am 17. Mai mit 30 mm, am 10. Juli mit 27 mm, am 28. und 29. Juli mit 50 und 44

mm und vom 27. bis 29. August mit 30, 44 und 21 mm, also insgesamt mit 334 mm beregnet. Der Ertrag betrug im Bereich unserer Messstelle rund 7100 kg TM/ha Rübenkörper und 8600 kg TM/ha Karottenkraut, also insgesamt 15700 kg/ha Gesamt-Trockenmasse. Nachfolgend wird zunächst der Bodenwasserhaushalt und insbesondere die Versickerung anhand der genannten Messungen ermittelt und das Modell SIMWASER geeicht; in weiterer Folge wird durch Simulation einer unbewässerten Variante die bei der gegebenen Bewässerung verursachte (zusätzliche) Versickerung bzw. der dabei gegebene Ertragsausfall abgeschätzt und schließlich werden Sickerwasserverluste und Erträge bei einer dem Wasserbedarf angepassten alternativen Berechnungsmethode simuliert.

3. Ergebnisse

3.1 Sickerwasseranfall

Der zeitliche Verlauf der Versickerung ist in *Abbildung 3* zusammen mit den natürlichen Niederschlägen und den Beregnungen dargestellt; dabei ist deutlich erkennbar, dass der Sickerwasseranfall insbesondere im Herbst auf die natürlichen

Niederschläge zurückzuführen ist, zum großen Teil aber durch die Beregnung hervorgerufen wurde.

3.2 Modell-Eichung

Die *Abbildung 4* zeigt, dass die mit dem Modell SIMWASER simulierte Versickerung sowie der zeitliche Verlauf des Profilwassergehaltes gut mit den entsprechenden Messwerten übereinstimmt; darüber hinaus entspricht der simulierte Pflanzenertrag mit 15800 kg/ha Trockenmasse dem gemessenen Gesamtertrag von 15700 kg/ha Trockenmasse, sodass davon ausgegangen werden kann, dass bei der Simulation weiterer Beregnungsvarianten mit SIMWASER realistische Ergebnisse erzielt werden können.

3.3 Alternative Beregnungsvarianten

Zur Ermittlung des Versickerungsverlustes sowie zur Abschätzung des Mehrertrages infolge der Beregnung wurde eine unbewässerte Variante simuliert. Dabei ergab sich bei einem Mehrertrag von 1200 kg/ha Gesamttrockenmasse (d.s. etwa 540 kg TM/ha an Rübenkörper) ein Versickerungsverlust von 14 mm. Als

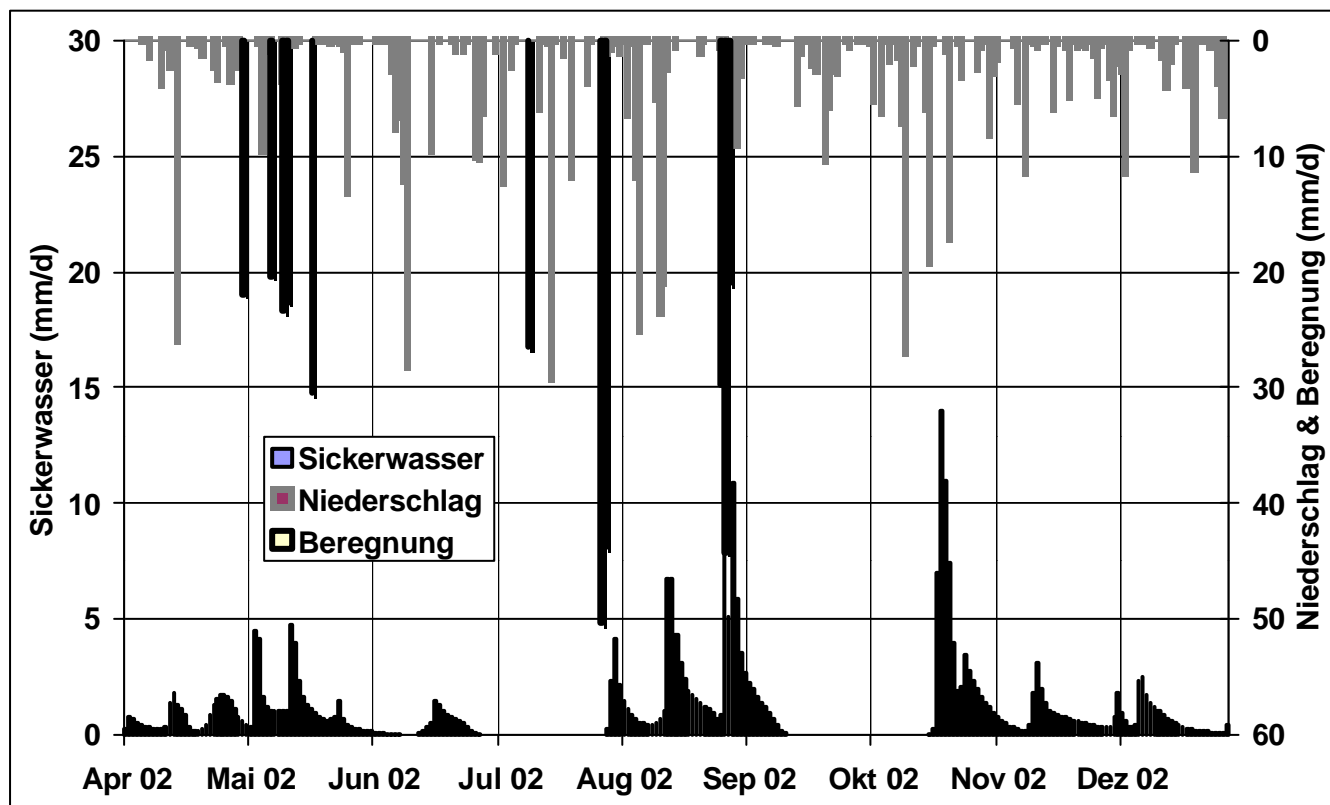


Abbildung 3: Sickerwasserbildung unter Karotte 2002 bei Bewässerung mit insgesamt 334 mm

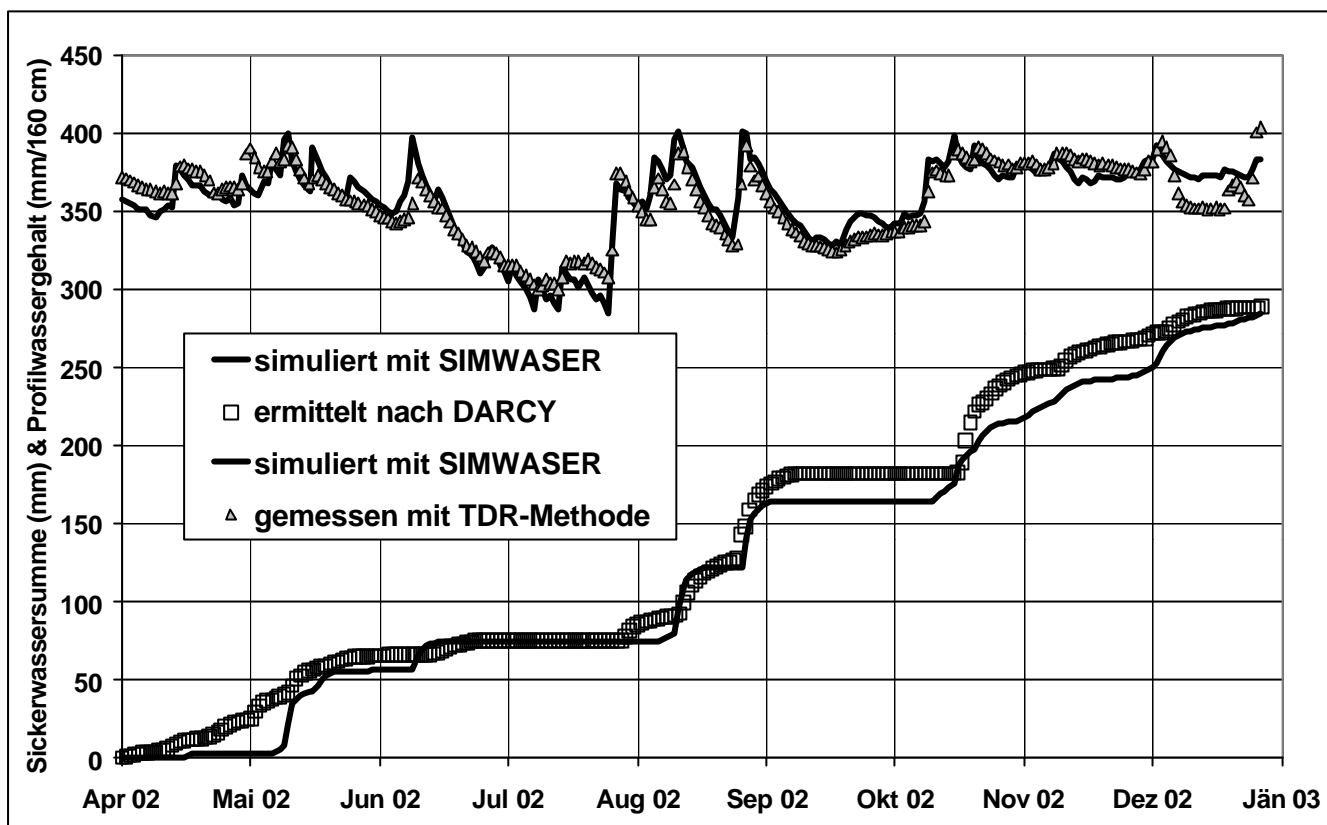


Abbildung 4: Vergleich der simulierten mit der nach Darcy aus Messwerten berechneten Versickerung und des simulierten mit dem gemessenen Profilwassergehalt

weitere Variante wurde eine Bedarfsberechnung der Karotte (wie sie z. B. bei Anwendung der Gipsblockmethode erfolgt) simuliert, wobei mit deutlich weniger Wasserverbrauch und ohne nennenswerte Sickerwasserverluste praktisch der gleiche Ertrag wie bei der tatsächlich durchgeführten (Über-) Bewässerung erzielt würde. In der *Tabelle 1* sind die Beregnungshöhen, Erträge und Versickerungsverluste der einzelnen simulierten Varianten zusammengestellt.

4. Diskussion

Das in dieser Arbeit dargestellte Beispiel aus der Beregnungspraxis im Marchfeld zeigt, dass zumindest im vorliegenden Fall einer hochwertigen Sonderkultur das Betriebsmittel Beregnung lieber zuviel als zuwenig eingesetzt wird, insbesondere bei bereits vorhandenem Netzbere-

nungssystem mit elektrischer Pumpanlage und fixen Zuleitungen, sodass der laufende Beregnungsbetrieb keinen weiteren Arbeitsaufwand bedeutet. Zusätzlich zur ohnehin jährlich anfallenden Abschreibung der Anlage kommen also nur die Stromkosten für die Pumpe, die nur einen Bruchteil der sonstigen Produktionskosten ausmachen und daher im Bewusstsein des Landwirtes kaum ins Gewicht fallen.

Neben dem unnötigen Verbrauch von Beregnungswasser kommt es bei den im vorliegenden Fall ermittelten hohen Versickerungsmengen zu einem verstärkten Eintrag von Schadstoffen (insbesondere von Nitrat) in das Grundwasser, was zu einer weiteren Verschlechterung der Grundwasserqualität führt.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht erscheint es daher unbedingt notwendig,

die Bewässerung auf das erforderliche Maß zu beschränken, das heißt, die Beregnung nur nach Bedarf vorzunehmen. Mit der sogenannten Gipsblockmethode (STENITZER, 1992) kann der Landwirt ohne großen Aufwand den günstigsten Beregnungszeitpunkt sowie die für die jeweiligen Bodenverhältnisse passende Beregnungsmenge mit einem taschenrechnergroßen, einfach zu bedienenden Messgerät feststellen.

5. Literatur

- BEHR, O., J. REITINGER und R. STRAUCH, 1984: Die landwirtschaftliche Bewässerung im Marchfeld. Forschungsbericht Nr. 5, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, TU Wien.
- STENITZER, E., 1988: SIMWASER - Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mitteilungen der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Nr. 31, A-3252 Petzenkirchen.
- STENITZER, E., 1992: Kosten senken und Grundwasser schützen mit der Gipsblockmethode. Information aus der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Nr. 15, A-3252 Petzenkirchen.

Tabelle 1: Bewässerung, Versickerungsverluste und Erträge

Variante	Bewässerung (mm)	Versickerungsverluste (mm)	Ertrag (kg TM/ha)
unbewässert	0	0	14 800
Gipsblockmethode	60	14	15 900
Praxismethode	334	250	16 000