

# Abschätzung der Auswirkung von Neuaufforstungen im Marchfeld auf die Grundwasserneubildung

E. STENITZER

## Abstract:

Because of economical reasons up to 8000 hectares of low yielding shallow soils in the so-called „Marchfeld Region“ in the north-eastern part of Austria are planned to be afforested. Thus the groundwater recharge in this dry area is supposed to be affected to some extent, the amount of which is estimated by simulation. For calculation of the seepage below field crops the model SIMWASER is used, while groundwater recharge below forest is assessed by the model SIMWASER\_WALD. After a short outline of these models, the experimental sites - which were established to calibrate the simulations - are described. Soil water balances at these sites derived from measurements are compared to the respective simulation outputs. Simulation of the period 1979 - 1999 shows that due to afforestation groundwater recharge will be reduced by 26 % on low yielding shallow soils and by 90 % on medium valued deep soils.

## Zusammenfassung:

Im Zuge der Strukturanpassungen in der Landwirtschaft sind Aufforstungen bisher ackerbaulich genutzter Grenzertragsböden insbesondere auf der Hochterrasse des Marchfeldes im Ausmaß von bis zu 8000 ha zu erwarten. Die Auswirkung dieser Maßnahmen auf die Grundwasserneubildung werden mittels einer Simulationsstudie abgeschätzt, wobei für die Berechnung der Versickerung unter Feldkulturen das Modell SIMWASER und für die Abschätzung der Grundwasserneubildung unter Wald das Modell SIMWASER\_WALD herangezogen werden. Zur Absicherung der Simulationsergebnisse werden die Modelle anhand gleichzeitig laufender Feldmessungen „geeeicht“. Sowohl die verwendeten Simulationsmodelle als auch die Messeinrichtungen werden beschrieben, die bis-

herigen Messergebnisse vorgestellt und die „Modelleierung“ mit diesen Daten durchgeführt. Abschließend wird für die Periode 1979 bis 1999 der Unterschied in der Grundwasserneubildung im Vergleich zur bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung simuliert: die Grundwasserneubildung wird demnach durch eine Aufforstung bei seichtgründigen Böden mit Bodenzahlen zwischen 20 - 30 um rund 25 %, bei mittelgründigen Böden mit Bodenzahlen zwischen 60 - 70 um 90 % reduziert.

## 1.) Einleitung

Auf der Hochterrasse des Marchfeldes stehen überwiegend seichtgründige Paratschernoseme an und grosse Flächen dieser ehemaligen Schafweiden sind bereits seit geraumer Zeit aufgeforstet. Von den verbleibenden 18000 ha mit landwirtschaftlicher Nutzung werden von der Österreichischen Bodenkartierung etwa 7800 ha als geringwertiges Ackerland mit geringer Speicherfähigkeit und hoher Wasserdurchlässigkeit eingestuft. Durch eine Aufforstung dieser Grenzertragsböden, die im Zuge einer Strukturanpassung zu erwarten sind, könnte sich die mengenmäßige ohnehin angespannte Grundwasser-Situation wegen des höheren Pflanzenwasserverbrauches eines Waldbestandes gegenüber einer extensiven (d.h. unbewässerten) Ackernutzung weiter verschlechtern.

Durch die Anwendung von Modell-Simulationen sollen im Rahmen eines von der EU geförderten Projektes quantifizierbare und flächenbezogene Grundlagen für eine umweltverträgliche und nachhaltige Raumplanung in einem Trockengebiet zur Verfügung gestellt werden. Die dazu verwendeten Simulations-Modelle SIMWASER (STENITZER 1988) und SIMWASER\_WALD (STENITZER 2001) müssen durch Feldmessungen auf Ackerland und in Waldbeständen verifiziert werden. Mit der

vorliegenden Arbeit werden die bisherigen diesbezüglichen Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

## 2.) Material und Methoden

### 2.1) Simulationsmodelle SIMWASER und SIMWASER\_WALD

Mit dem Modell SIMWASER werden die naturgesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen dem Bodenwasserhaushalt und dem Pflanzenwachstum mit den grundlegenden Abhängigkeiten von Klima-, Pflanzen- und Bodenfaktoren mathematisch beschrieben und miteinander verknüpft. Bei der Aufnahme des Kohlendioxids über die Spaltöffnungen der Blätter eines Pflanzenbestandes wird durch die austrocknende Kraft der wasserungesättigten Luft laufend Wasserdampf aus dem Blattinneren entzogen. Dieser als „Transpiration“ bezeichnete Wasserverlust muss von den Pflanzenwurzeln aus dem Boden nachgeliefert werden. Der dazu erforderliche tägliche Wasserbedarf (potentielle Transpiration) hängt einerseits von der jeweiligen Witterung, andererseits von der jeweilig aktiven Blattfläche des Pflanzenbestandes ab. Die tatsächlich von den Wurzeln nachlieferbare Wassermenge, die sogenannte aktuelle Transpiration, hängt vom jeweils vorhandenen Wasservorrat im durchwurzelten Bodenraum ab. Sind die Wurzeln infolge der zunehmenden Ausschöpfung der Bodenwasservorräte nicht mehr in der Lage, den durch die Witterung vorgegebenen Wasserbedarf zu decken, so schließen sich die Spaltöffnungen, um einen übermäßigen Wasserverlust zu vermeiden. Dadurch wird jedoch gleichzeitig die Assimilation eingestellt, was eine entsprechende Wachstumseinschränkung zur Folge hat.

Die tägliche Bilanz zwischen Niederschlag, Evaporation von der Bodenober-

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

fläche und Transpiration durch die Blätter ergibt die Randbedingung für die Wasserbewegung an der Profillobergrenze bzw. für den Wasserentzug durch die Wurzeln in den einzelnen jeweils durchwurzelten Bodenschichten. Die Randbedingungen an der Untergrenze des betrachteten Profils werden von den Grundwasserverhältnissen bestimmt: Bei grundwasserbeeinflussten Standorten werden die Berechnungen über das gesamte Bodenprofil bis zur Grundwasseroberfläche durchgeführt, während bei einem grundwasserfernen Standort die letzte Schicht des Bodenmodells in einer Tiefe angesetzt wird, in welcher kein Einfluss des Wurzelentzuges zu erwarten ist. Mit dem Modell SIMWASER\_WALD wird der Wasserhaushalt eines Waldbestandes als Funktion der täglichen Witterung, der gegebenen Boden- und Durchwurzelungsverhältnisse und der jeweils gegebenen Bestandesstruktur errechnet. Die tägliche Bilanz zwischen Niederschlag, Interzeption, Evaporation von der Bodenoberfläche und Transpiration durch die Blätter ergibt die Randbedingung für die Wasserbewegung an der Profillobergrenze bzw. für den Wasserentzug durch die Wurzeln. Die Randbedingungen an der Untergrenze des betrachteten Profils werden von den Grundwasserverhältnissen bestimmt: bei grundwasserbeeinflussten Standorten werden die Berechnungen über das gesamte Bodenprofil bis zur Grundwasseroberfläche durchgeführt, während bei einem grundwasserfernen Standort die letzte Schicht des Bodenmodells in einer Tiefe angesetzt wird, in welcher ein vernachlässigbar geringer Einfluss durch den Wurzelentzug der Bäume anzunehmen ist. Die Berechnung der Wasserbewegung im Boden erfolgt analog wie beim Original SIMWASER-Modell nach dem Ansatz von DARCY als Funktion des Potentialgefälles zwischen zwei benachbarten Schichten und deren mittlerer kapillarer Leitfähigkeit.

## 2.2) Felduntersuchungen

Zur Absicherung der Modellrechnungen wurden mehrere Feldmessstellen eingerichtet, deren Messdaten zur Erstellung der Wasserbilanz am jeweiligen Standort herangezogen werden können. Eine erste diesbezügliche Auswertung ist für

den „Ackerstandort OBG“ auf der Praterterrasse in Obersiebenbrunn und den Standort „Kiefernbestand REMISE“ auf der Hochterrasse in der „Großen Remise“ möglich. An beiden Messstellen werden Niederschlag, Bodenfeuchteverlauf und Grundwassergang mit batteriebetriebenen automatischen Anlagen kontinuierlich gemessen. Durch die hohe räumliche und zeitliche Auflösung des Bodenfeuchteganges bis in den kiesig-schottrigen Untergrund kann die Bodenfeuchteänderung detailliert erfasst werden. Der grobkörnige Untergrund und das tief liegende Grundwasser erlauben keinen kapillaren Wasseraufstieg. Die Versickerung kann durch die Analyse des Grundwasserganges (FANK 1997) ermittelt werden. Auf dem ebenen Gelände mit durchlässigen Böden wurde bislang kein Oberflächenabfluss beobachtet. Damit stehen sämtliche Wasserbilanzglieder zur Ermittlung der aktuellen Evapotranspiration zur Verfügung.

Die zur Simulation benötigten Wetterdaten werden sowohl am Ackerstandort, als auch auf einer Waldwiese in Nähe der Messstelle „REMISE“ mit automatischen Wetterstationen laufend gemessen. Die ebenfalls zur Simulation benötigten „hydraulischen Bodenkennwerte“ wurden aus den Messungen abgeleitet: die pF-Kurven wurden aus den in Austrocknungsphasen gemessenen Wertepaaren des Wassergehaltes und der Saugspannung ermittelt; die kapillare Leitfähigkeit wurde anhand von Messprofilen mit bekannten Randbedingungen punktwei-

se geschätzt, nach dem Verfahren von MILLINGTON & QUIRK (BOUWER & JACKSON, 1974) entsprechend dem Verlauf der pF-Kurven extrapoliert und schließlich anhand von Proberechnungen mit Messwertevergleich endgültig festgelegt. Eine ausführliche Beschreibung der skizzierten Methodik kann den Zwischenberichten zu diesem Projekt (STENITZER 2001) entnommen werden.

## 3.) Ergebnisse

### 3.1) Modelleichung

Für die Eichung des Modells SIMWASER wurden die Messdaten der Bodenfeuchtestation „OBG“ vom 01.01.1996 bis 31. Mai 1999 mit einer typischen getreidebetonten Fruchtfolge herangezogen. Die in den *Abbildungen 1* und *2* dargestellten Vergleiche zwischen Messdaten und Simulationsergebnissen zeigen, dass mit SIMWASER der Bodenwasserhaushalt, insbesondere die Grundwasserneubildung bei einer derartigen Fruchtfolge bei den im Marchfeld gegebenen Verhältnissen gut erfasst werden kann.

Für die Eichung des Modells SIMWASER\_WALD stand von der Station „REMISE“ lediglich die seit Beobachtungsbeginn im Dezember 1999 vorliegende Messreihe zur Verfügung und kann deshalb noch nicht als ausreichend angesehen werden. Der in den *Abbildungen 3* und *4* dargestellte Vergleich zwischen Messwerten und Simulation zeigt jedoch, dass das Modell für die geplante

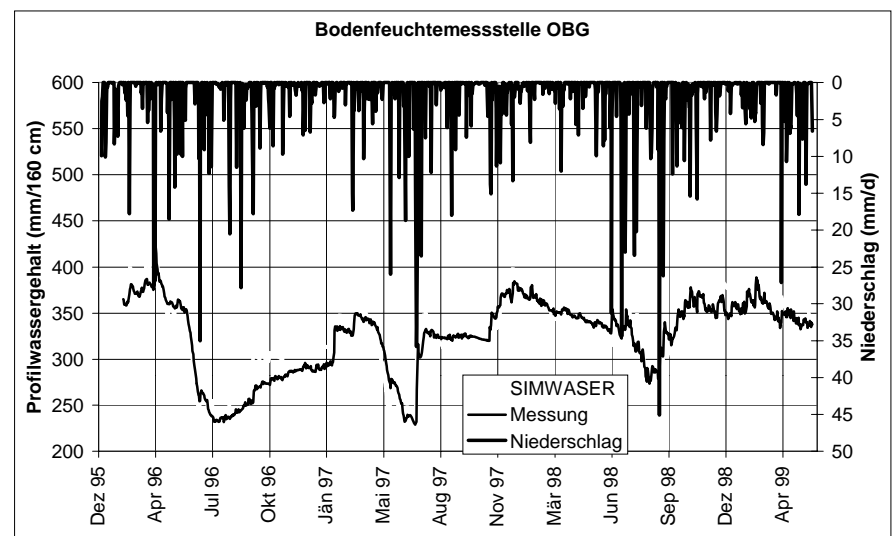


Abbildung 1: Gemessener und simulierter Verlauf des Profilwassergehaltes „OBG“

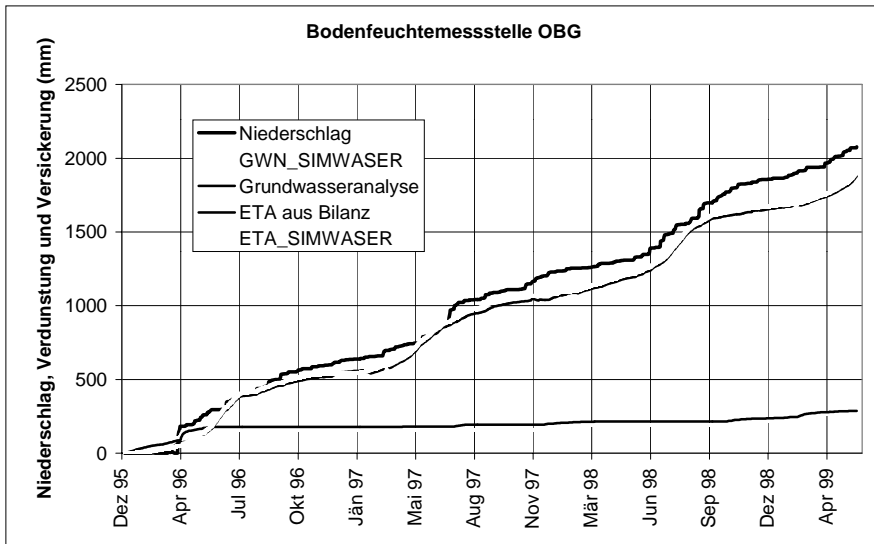


Abbildung 2: Gemessene und simulierte Summen der Wasserbilanzglieder „OBG“

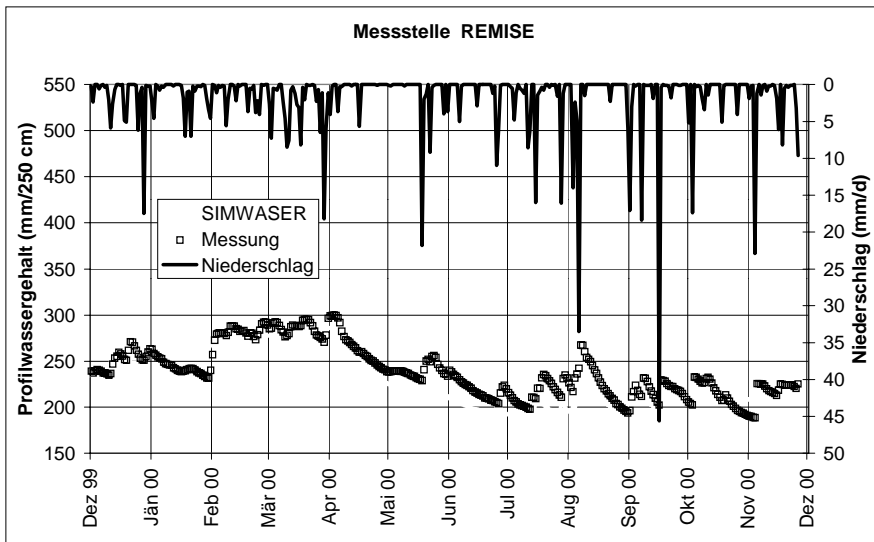


Abbildung 3: Gemessener und simulierter Verlauf des Profilwasserghaltes „REMISE“

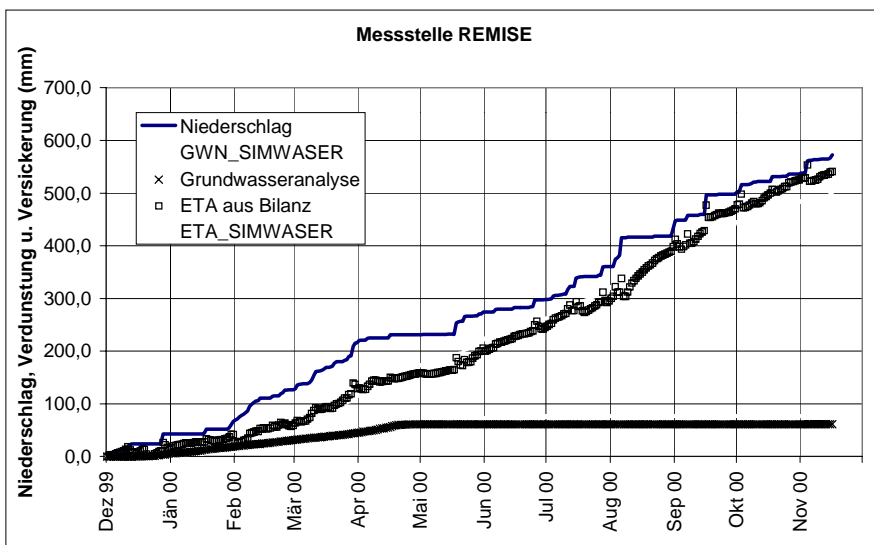


Abbildung 4: Gemessene und simulierte Summen der Wasserbilanzglieder „REMISE“

Ab schätzung der Grundwasserneubildung bei Aufforstungen hinreichend „ge-nau“ ist.

### 3.1) Simulation von Aufforstungs-Szenarien

Die Auswirkung einer Aufforstung mit Kiefernbeständen wurde für die beiden Beispiels-Standorte anhand der Jahres-reihe 1979-1999 durchgerechnet und die sich hinsichtlich der Grundwasserneubildung ergebenden Unterschiede zwischen Acker- und Forstnutzung in der Tabelle 1 zusammengefasst:

Bei geringwertigen Böden (Bodenzahlen 20 - 30) wie dem Standort „REMISE“ beträgt die Grundwasserneubildung bei einem Niederschlag von 516 mm/Jahr unter Ackerland mit vorwiegendem Getreideanbau 90 mm/Jahr. Durch eine Aufforstung mit Kiefern würde die Grundwasserneubildung um 25 mm/Jahr, d.h. um rund ein Viertel verringert werden. Bei mittel- bis hochwertigen Böden wie am Standort OBG (Bodenzahlen 60 - 70) würde die bei Getreidebau gegebene Grundwasserneubildung von rund 30 mm/Jahr durch eine Aufforstung auf lediglich 4 mm/Jahr, d.h. um etwa 90 % verringert werden.

### 4.) Diskussion und Ausblick

Die berechneten Werte der Grundwasserneubildung unter einer Kiefern-aufforstung in einem Trockengebiet stellen erste Ergebnisse dar und bedürfen noch einer weiteren Absicherung durch entsprechende Messungen im Gelände. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Erfassung der Grundwasserneubildung durch die Analyse des Grundwasser-serganges zu richten sein, wozu es jedoch mehrjähriger Messreihen des Grundwasserstandes und des im Bestand abtropfenden Niederschlages bedarf. Weiters kommt bei einer flächenhaften Anwendung der Simulation auf Basis der Bodenkarten 1:25000 oder der Finanz-bodenschätzung 1:2000 der Ableitung der hydraulischen Parameter (pF- und Ku-Kurven) aus diesen Karten sowie der Abschätzung der Durchwurzelbarkeit bzw. Ausschöpfungstiefe eine besondere Bedeutung zu.

**Tabelle 1: Änderung der Grundwasserneubildung infolge einer Aufforstung an zwei typischen Standorten im Marchfeld (alle Angaben in mm/Jahr)**

	Wasserbilanz (alle Angaben in mm/Jahr)			
	Niederschlag	Verdunstung	Bodenfeuchte- Änderung	Grundwasser- Neubildung
<b>Standort „REMISE“</b>				
Ackerland	516	422	4	90
Kiefernbestand	516	448	3	65
<b>Standort „OBG“</b>				
Ackerland	516	483	2	31
Kiefernbestand	516	509	3	4

Schliesslich stellt sich auch die Frage nach der Grundwasserneubildung unter anderen Baumbeständen wie zum Bei-

spiel Eichenwald bzw. unter alternativen Nutzungen, wie zum Beispiel als Trockenwiese.

## 5.) Literatur

- BOUWER, H. & R.D. JACKSON, 1974: Determining Soil Properties. In: J. van SCHILFGAARDE (ed): Drainage for Agriculture, Agronomy Series 17, Madison, Wisconsin, USA
- FANK, J., 1997: Abschätzung der Grundwasserneubildung aus dem zeitlichen Verlauf des Grundwasserspiegels. Hilmar Zetinigg Festschrift. Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung 81, 227-243. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz
- STENITZER, E., 1988: SIMWASER - Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mittlg. der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt Nr. 31, A-3252 Petzenkirchen
- STENITZER, E., 2001: 1.-4. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben Interreg IIC/97005/A „Auswirkung von Aufforstungen freierwerdender landwirtschaftlich genutzter Flächen auf den Wasserhaushalt eines Trockengebietes“. Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, A-3252 Petzenkirchen