

Zur Versickerung und Verdunstung im Neusiedler See-Gebiet. Messung der Isotopenverhältnisse in der ungesättigten Bodenzone.

J. Deák¹, I. Kurcz¹, W. Papesch², V. Rajner², D. Rank², U. Schwarz²

¹ Forschungszentrum für Wasserwirtschaft (Vituki), Postfach 27, H-1453 Budapest

² Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal Postfach 8, A-1031 Wien

Kurzfassung: Isotopenuntersuchungen an der Bodenfeuchte im Nahbereich des Neusiedler Sees sollten klären, wie weit sich mit dieser Methode bei den geringen Flurabständen im Neusiedler See-Gebiet die Wasserbewegung in der ungesättigten Bodenzone erfassen läßt. Ziel der Untersuchungen ist ein experimenteller Beweis für die Annahme, daß es in Seenähe Bereiche gibt, in denen die Verdunstung aus der ungesättigten Zone so groß ist, daß das in den Boden einsickernde Wasser nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt. Erste Ergebnisse bestätigen die Aussagekraft der Methode im Neusiedler See-Gebiet und deuten auf starke Verdunstung aus der ungesättigten Bodenzone hin.

Abstract: Isotopic techniques (^2H , ^3H and ^{18}O measurements) were used to investigate soil water movement in the Neusiedler See area. The results obtained show that this method may deliver detailed information on infiltration and evaporation in the unsaturated zone. These results also emphasize the dominance of soil water evaporation in the vicinity of the lake.

Einleitung

Die Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen an Grundwässern sowie der Verlauf der Ganglinien des Grundwasserspiegels weisen darauf hin, daß es im Bereich des Ostufers des Neusiedler Sees Zonen gibt, in denen die Versickerung von Niederschlagswasser nicht zur Neubildung von Grundwasser führt (Baranyi et al., 1985). Hier dringt das versickernde Niederschlagswasser vorübergehend in den Boden ein und wird nach einiger Zeit - in der warmen Jahreszeit - im unmittelbaren Verdunstungsprozeß oder über die Pflanzen wieder an die Atmosphäre abgegeben. Aus Einsenkungen im Grundwasserspiegel an verschiedenen Stellen - z.B. im Hanság - ist zu vermuten, daß auch Wasser aus der gesättigten Zone im Nahbereich des Sees - bei geringen Flurabständen - zur Verdunstung beiträgt. Vorversuche sollten Aufschluß darüber bringen, ob sich Isotopenuntersuchungen dazu eignen, die Wasserbewegung in der ungesättigten Bodenzone im Neusiedlersee-Gebiet zu erfassen und einen experimentellen Beweis für die indirekten Schlußfolgerungen über Versickerung und Verdunstung zu liefern.

Methodik

Grundsätzlich kann eine derartige Untersuchung auf vier Effekten aufbauen:

- a) Abbildung des langzeitlichen Verlaufes des ^3H -Gehaltes der Niederschläge (Kernwaffentritium) im Bodenwasser (Abb.1),
- b) Radioaktiver Zerfall von ^3H , d.h. alte Wässer sind ^3H -frei,
- c) Anreicherung von ^{18}O (bzw. ^2H) im Bodenwasser gegenüber den anderen Wässern des Neusiedlersee-Gebietes (Abb.2) bei Verdampfungsprozessen,

- d) Verschiebung des Verhältnisses $^2\text{H}/^{18}\text{O}$ bei Phasenumwandlungen (Verdampfung), die nicht im Gleichgewicht ablaufen.

Die Anwendung solcher Untersuchungen erscheint zunächst nur erfolgversprechend, wenn eine entsprechend mächtige ungesättigte Bodenzone vorliegt, die aus feinkörnigem Material besteht. Abb. 3 zeigt ein Beispiel, bei dem im Rahmen von Standortuntersuchungen für die Errichtung einer Deponie für schwach- und mittelradioaktive Abfälle die Eindringgeschwindigkeit des Wassers in den Untergrund mit Hilfe von ^3H -Messungen der Bodenfeuchte bestimmt wurde. Deutlich zeichnet sich das dem ^3H -Maximum im Niederschlag von 1963 (Abb.1) entsprechende Maximum in der ungesättigten Bodenzone ab. Im Neusiedler See-Gebiet, besonders in Seenähe, sind die Flurabstände nur gering (Baranyi et al., 1985), so daß nicht mit einer so ausgeprägten Abbildung der Niederschlagskurve in der ungesättigten Bodenzone zu rechnen ist, außerdem werden Isotopenverhältnisse durch die in der Einleitung beschriebenen - und zu untersuchenden - Verdunstungsvorgänge beeinflusst. Die Feinkörnigkeit der seenahen Bodenschichten und die vermutete geringe Grundwasserneubildung durch das versickernde Niederschlagswasser ließen aber doch hoffen, daß die Anwendung solcher Untersuchungen im Neusiedler See-Gebiet zu interpretierbaren und brauchbaren Ergebnissen führen würde.

Für die Voruntersuchungen wurden in Seenähe an einigen Stellen mit geringem Pflanzenbewuchs mit einem Handbohrgerät (mit Hüllrohr) Bodenproben bis ca. 2 m Tiefe entnommen. Sodann wurde in einigen Meßreihen der Einfluß der Extraktionsmethode - Auspressen, Vakuumextraktion bei 105 bzw. 180° C - auf das gemessene Isotopenverhältnis untersucht (Unterschied zwischen beweglichem Wasser und Haftwasser, Isotopenverschiebung durch nicht vollständig ablaufende Prozesse). Diese Versuchsserien sind noch im Gange, auf Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. Für die ersten Untersuchungen im Rahmen des Neusiedler See-Projektes wurde die Vakuumextraktionsmethode bei 180° C ausgewählt (Abb.4). Einerseits weichen die gemessenen Isotopenverhältnisse nur geringfügig von den beim Auspressen des Wassers erhaltenen ab (offensichtlich findet zwischen Haft- und beweglichem Wasser ein Isotopenaustausch statt), andererseits kann die Methode auch bei geringen Wassergehalten eingesetzt werden und der Extraktionsvorgang läuft in einer annehmbaren Zeitspanne ab.

Ergebnisse

An Hand der Profile von drei Handbohrungen am Ostufer des Neusiedler Sees (Abb.5) sollen die ersten Ergebnisse der Bodenfeuchteuntersuchung demonstriert werden. Die Bohrungen wurden nach einer längeren Hitzeperiode abgeteuft, so daß der Boden entsprechend ausgetrocknet war und die Einflüsse der Verdunstung auf die Isotopenverhältnisse der Bodenfeuchte sichtbar werden sollten.

In den Profilen der Bohrungen 12 und 13 (Abb.6 und 7) ist eine deutliche Altersgliederung - Zunahme des ^3H -Gehaltes mit der Tiefe - zu erkennen, wobei in HB 12 ein kontinuierlicher Anstieg des Wasseralters

mit der Tiefe vorliegt, während in HB 13 ein ausgeprägter Altersanstieg an der Tonoberkante auftritt. Ursache für diese Unterschiede ist offensichtlich das unterschiedliche geologische Material, im ersten Fall vorwiegend Schluff, im zweiten Fall Feinsand - besser durchlässig - bis zur Tonoberkante. Die Wasseralter dürften an der Basis der Bohrungen bei 20-30 Jahren liegen (grobe Schätzung). Die ^{18}O -Werte zeigen generell leichte Anreicherungseffekte (Verdunstungseinflüsse), besonders stark wirken sich die Einflüsse knapp unter der Geländeoberkante aus, es sind dies deutliche Anzeichen einer Verdunstung des Wassers aus der ungesättigten Zone heraus. Entsprechend sinkt auch der Wassergehalt ab. Auch an der Verschiebung des $^2\text{H}/^{18}\text{O}$ -Verhältnisses - charakterisiert durch die Größe $d = \frac{^2\text{H}}{^1\text{H}} \cdot \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}$ - sind deutlich die Verdunstungseinflüsse zu erkennen (in HB 13 bis über 50 cm Tiefe). Die abrupte Änderung des ^3H -Gehaltes an der Tegeloberkante in HB 13 kann nur so erklärt werden, daß der darüberliegende Feinsand in niederschlagsreichen Zeiten mit jungem Wasser aufgefüllt wird und dann in Trockenperioden vollständig austrocknet, während in den Tegel nur sehr wenig Wasser eindringt, dort aber entsprechend länger verweilt und durch Trockenzeiten kaum beeinflusst wird. Gesättigte Zonen wurden in keiner der beiden Bohrungen angetroffen.

Wesentlich schwieriger ist die Interpretation der Ergebnisse von Bohrung 15 (Abb.8). Diese Bohrung liegt in einem Bereich, in dem während Trockenperioden Minima im Grundwasserschichtenplan festgestellt wurden, möglicherweise verursacht durch die Verdunstung von Grundwasser. Aus dem ^{18}O -Gehalt geht zunächst hervor, daß die Bodenfeuchte aus infiltriertem Oberflächenwasser stammen muß - wahrscheinlich vom etwa 25 m entfernten Einserkanal. Dafür spricht auch die hohe Leitfähigkeit des in HB 15 angetroffenen Grundwassers. Die Austrocknungseffekte in der Nähe der Geländeoberkante sind auch bei dieser Bohrung deutlich im ^{18}O -Gehalt zu erkennen. Überraschend ist der fast konstante Verlauf des ^3H -Gehaltes über die gesamte Bohrlochtiefe, er entspricht auch dem ^3H -Gehalt des in 1,8 m Tiefe angetroffenen Grundwassers. Möglicherweise zufällig stimmt dieser Wert auch mit den aktuellen ^3H -Konzentrationen im Niederschlag überein (es kann sich theoretisch aber um wesentlich älteres Wasser handeln). Es erscheint äußerst unwahrscheinlich, daß eine derartige gleichmäßige Verteilung bei den in HB 15 vorherrschenden Korngrößen durch Infiltration von der Erdoberfläche aus zustandekommt. Eine Erklärung könnte sein, daß Seewasser - aus dem Einserkanal - in den Grundwasser"leiter" eindringt, daß bei höherem Grundwasserstand - möglicherweise auch über Klüfte im Ton - der Untergrund mit einheitlich altem Wasser aufgefüllt wird und daß in der trockenen Jahreszeit diese aus infiltriertem Oberflächenwasser stammende Bodenfeuchte zur Verdunstung beiträgt (auch über die Pflanzen).

Schlußfolgerungen

- a) Die bisher vorliegenden Ergebnisse lassen erwarten, daß Isotopenuntersuchungen des Bodenwassers der ungesättigten Zone einen genauen Einblick in Verdunstungs- und Versickerungsvorgänge im Neusiedler See-Gebiet geben können.

b) Die ersten Ergebnisse der Bodenfeuchteuntersuchungen in Seenähe bestätigen den starken Einfluß der Verdunstung und stehen damit im Einklang mit dem aus Grundwasseruntersuchungen gezogenen Schluß, daß in Seenähe die Verdunstung die Versickerung überwiegt.

c) Zur Verfeinerung der Aussagen erscheint die Ausdehnung der Probennahmen auf verschiedene Jahreszeiten, die höhenmäßige Einmessung der Handbohrungen zur Bestimmung ihrer relativen Lage zum Seewasserspiegel sowie eine weitere Verbesserung der Probenaufbereitungstechnik notwendig.

Literatur

- Baranyi, S., F. Boroviczény, J. Deák, J. Dreher, P. Major, F. Neppel, V. Rajner, D. Rank, J. Reitinger, 1985: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik, 1980-1984. Techn. Univ. Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Wien, Forschungsbericht 6, 80 Seiten.
- Rank, D., 1966: Die Anwendung von Isotopenmethoden im Neusiedler-See-Gebiet. Österr. Wasserwirtschaft 38: 170-179.
- Rank, D., V. Rajner, G. Lust, 1989: Der Tritiumgehalt der Niederschläge und der Oberflächenwässer in Österreich im Jahre 1988. Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien, Bericht IG 89/01, 25 Seiten.

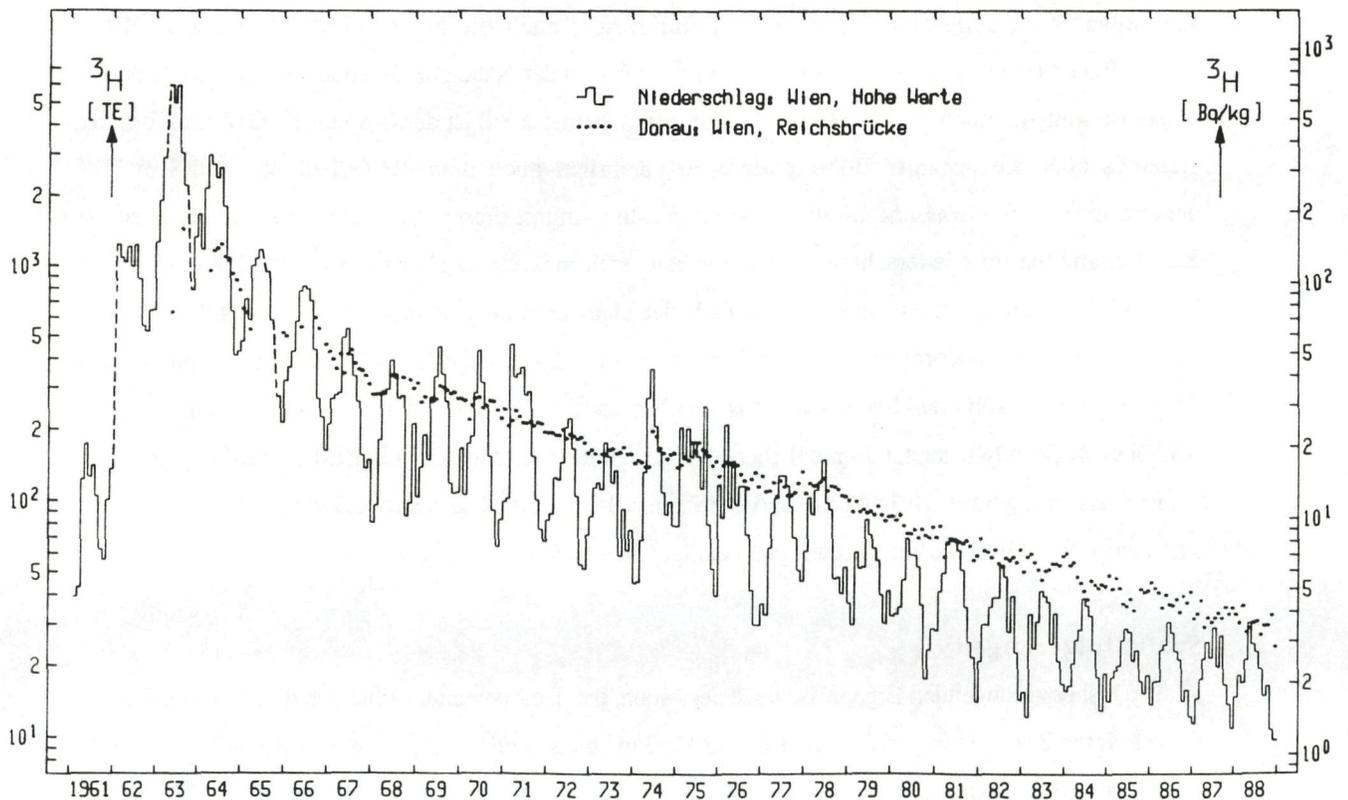


Abb.1: Langfristiger Verlauf der ^3H -Konzentration im Niederschlag und im Oberflächenwasser (Rank et al., 1989).

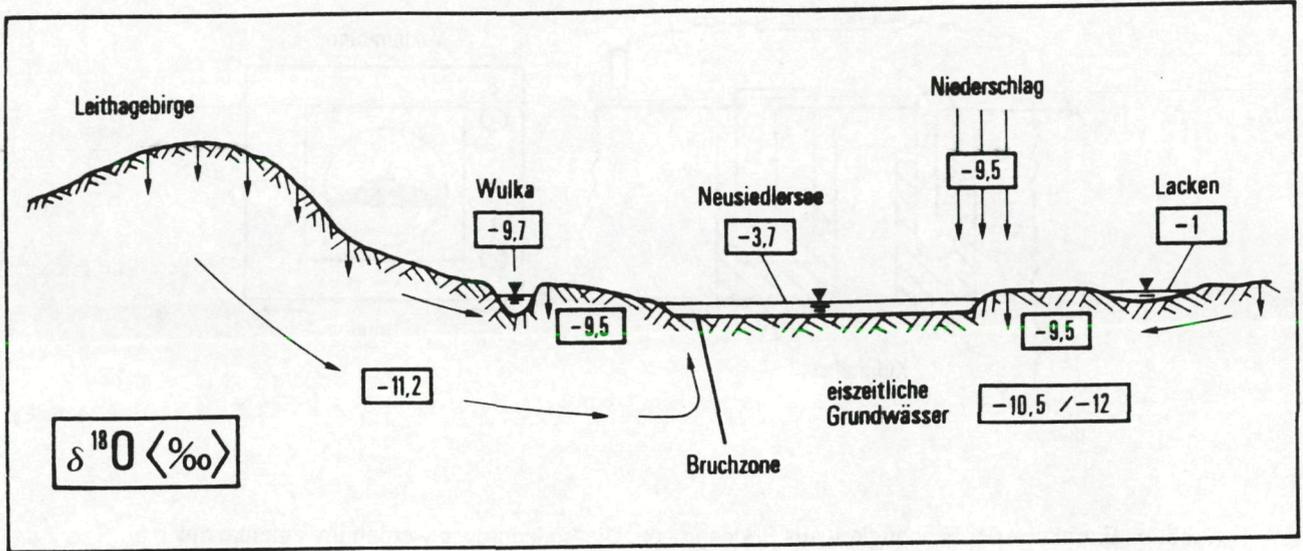


Abb.2: ^{18}O -Gehalte des Niederschlags, der Oberflächengewässer und Grundwässer im Gebiet des Neusiedler Sees (Jahresmittelwerte) (Rank, 1986).

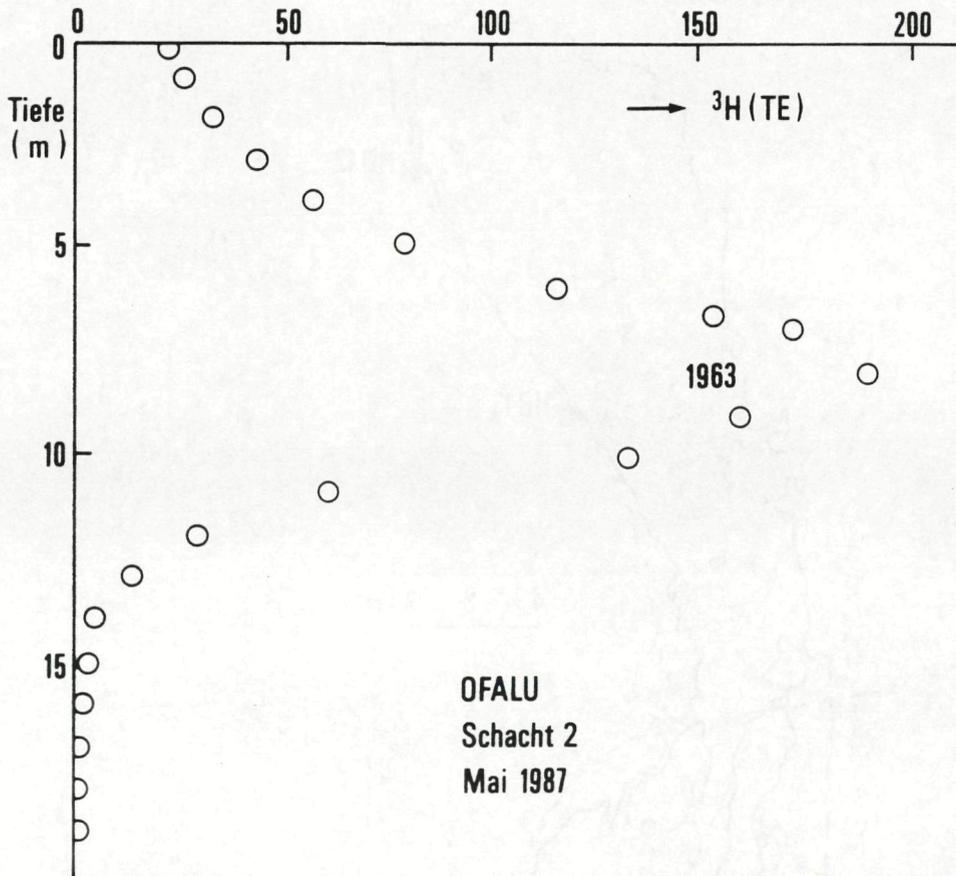


Abb.3: Beispiel für die Abbildung des langfristigen 3H -Verlaufes im Niederschlag in der Bodenfeuchte: Ofalu (bei Pécs), Schacht 2: 3H -Gehalt des Wassers in der ungestättigten Bodenzone (Ton, Schluff, Feinsand).

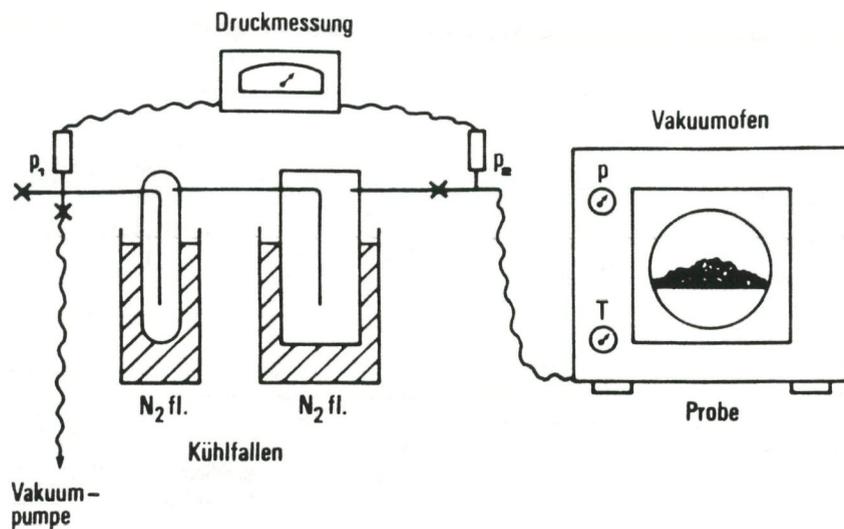


Abb.4: Extraktion der Feuchtigkeit aus Bodenproben. Die Bodenproben werden im Vakuum auf 180° C erhitzt, der entstehende Wasserdampf wird in Kühlfallen (-196° C) aufgefangen. Zur Vermeidung von Isotopenfraktionierungen muß der Prozeß vollständig ablaufen, dies wird über eine Druckmessung kontrolliert.

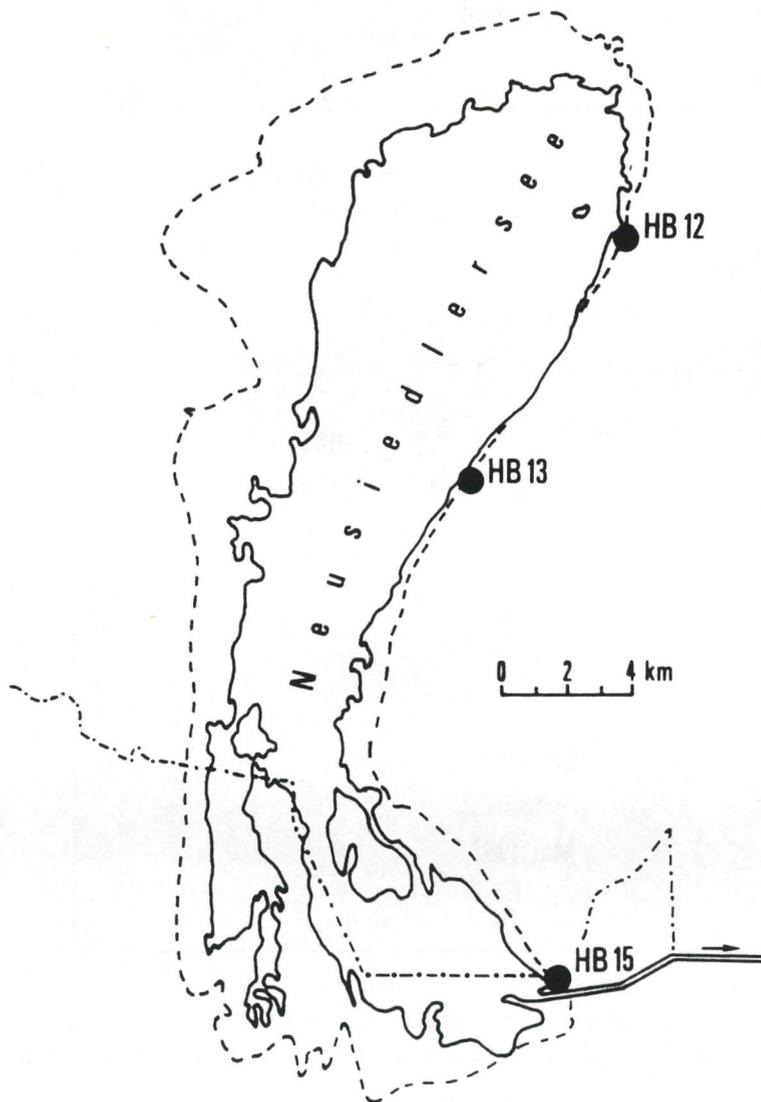


Abb.5: Lageplan der Bohrungen am Ostufer des Neusiedler Sees.

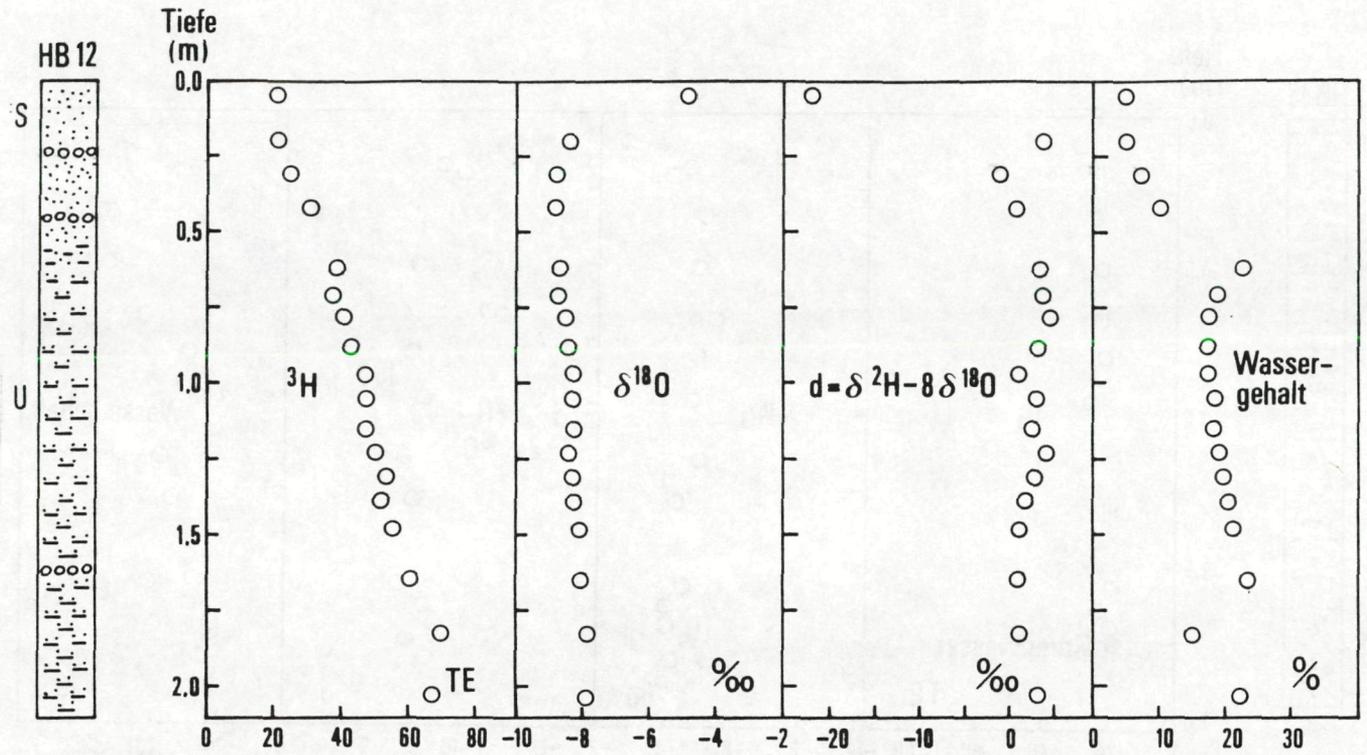


Abb.6: Handbohrung 12 (Neusiedl, bei Bohrloch 124, einige Meter westlich des Seedammes, 1988 07 21). Isotopendaten und Wassergehalt der ungesättigten Bodenzone. Gesättigte Bereiche wurden nicht angetroffen.

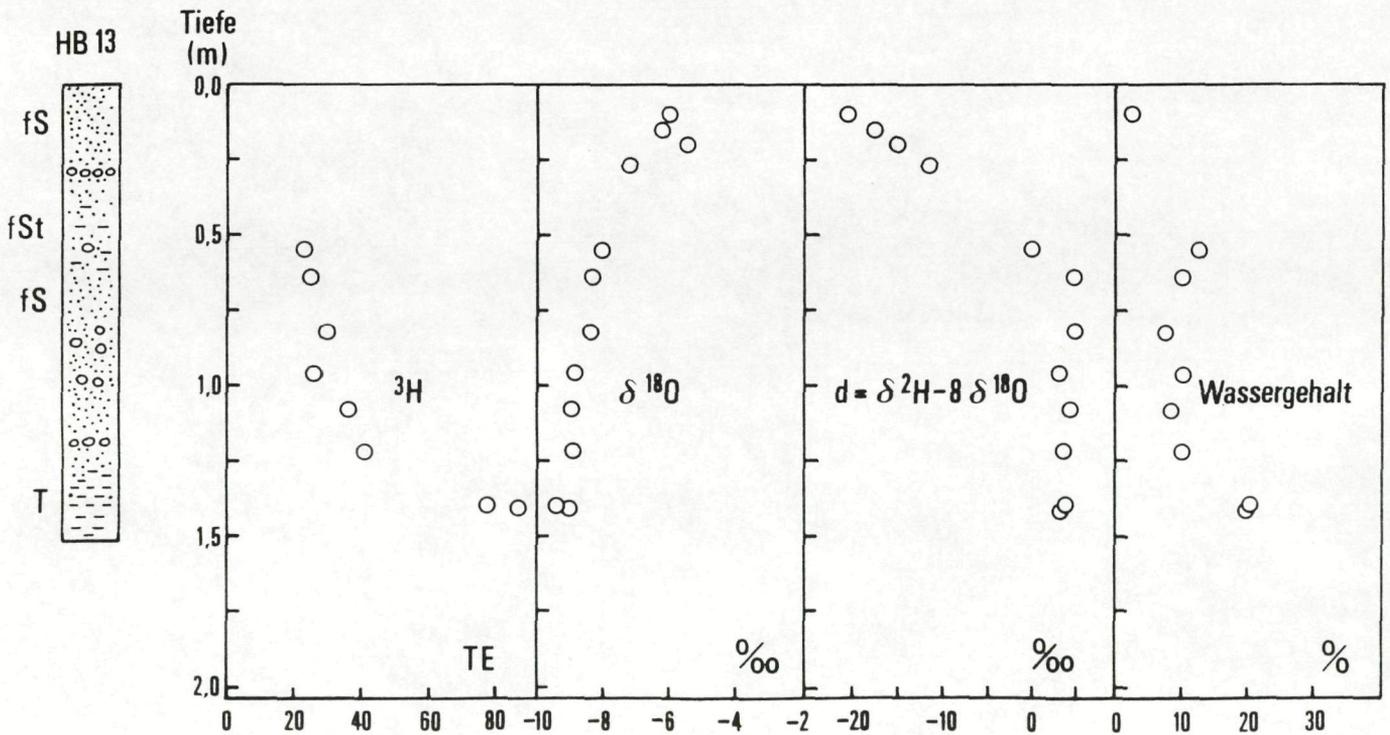


Abb.7: Handbohrung 13 (Illmitz, zwischen Bohrloch I 1 und der Straße, Nähe Hölle, 1988 07 21). Isotopendaten und Wassergehalt der ungesättigten Bodenzone. Gesättigte Bereiche wurden nicht angetroffen.

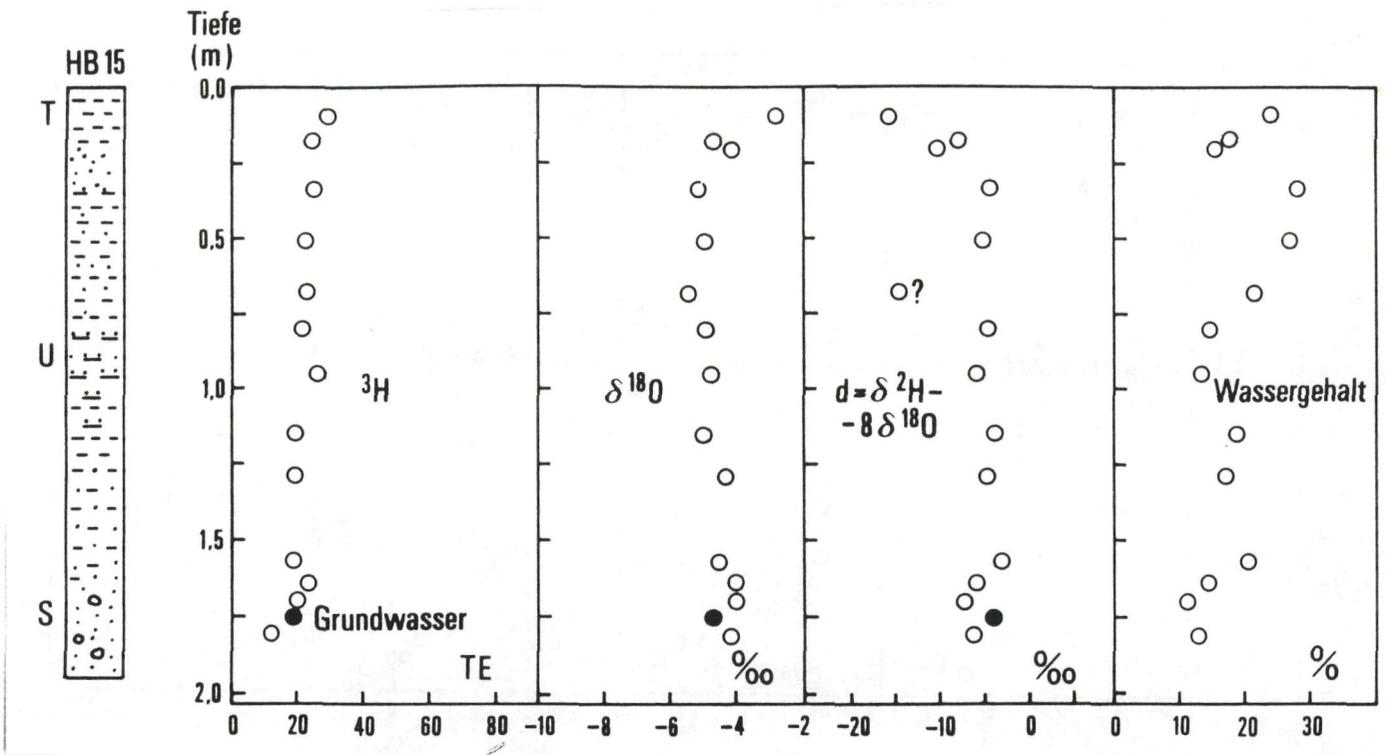


Abb.8: Handbohrung 15 (Fertöujlak, bei Bohrung F 26, Nähe Einserkanal, 1988 07 27)
 Isotopendaten und Wassergehalt der ungesättigten Bodenzone. In 1,85 m Tiefe wurde Grundwasser angetroffen, das bis 1,75 m unter GOK aufspiegelte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [BFB-Bericht \(Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Deak J., Kurcz I., Papesch Wolfgang, Rajner Vinzenz, Rank Dieter, Schwarz Ulrike

Artikel/Article: [Zur Versickerung und Verdunstung im Neusiedlersee-Gebiet. Messung der Isotopenverhältnisse in der ungesättigten Bodenzone 53-60](#)