© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Wasser und Abwasser Band 30 (1986) 293 323

Herrn Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr.R.LIEPOLT zum 80. Geburtstag gewidmet.

DAS NEUE BILD DES GRUNDWASSERHAUSHALTES IM NEUSIEDLERSEE-GEBIET: ERGEBNISSE VON ISOTOPENUNTERSUCHUNGEN

D. RANK

Einleitung

Der Wasserhaushalt des Neusiedlersees, eines am Übergang von den Ostalpen zur pannonischen Tiefebene gelegenen Steppensees, wird im wesentlichen von dem auf die Seefläche fallenden Niederschlag und durch die Verdunstung von der Seeoberfläche bestimmt (H. DOBESCH, F NEUWIRTH, 1979) Der unterirdische Zu- und Abfluß ist das wohl als Folge der komplizierten geologischen Verhältnisse am wenigsten erforschte Glied der Wasserhaushaltsgleichung. Die nähere Erforschung des Grundwasserhaushaltes im Einzugsgebiet des Neusiedlersees ist Ziel eines im Jahre 1980 begonnenen Forschungsprojektes von Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien, Technischer Universität Wien, VITUKI Budapest und Wasserwirtschaftsdirektion Györ. Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse dieser auf Isotopenuntersuchungen aufbauenden Arbeit haben die Vorstellungen über die Grundwasserverhältnisse im Neusiedlersee-Gebiet entscheidend gewandelt.

Die hydrologische Anwendung von Isotopenverhältnismessungen beruht auf den in natürlichen Wässern auftretenden Häufigkeitsschwankungen von ^{2}H, ^{3}H und ^{18}O (siehe beispielsweise D. RANK, 1980) Für die Konzentrationsschwankungen der stabilen Isotope ^{2}H und ^{18}O sind hauptsächlich Isotopentrennprozesse bei Phasenumwandlungen verantwortlich.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Beispielsweise kommt es beim Verdampfen und Kondensieren zu einer Anreicherung der schweren Moleküle in der flüssigen und zu einer Abreicherung in der gasförmigen Phase. Das Ausmaß der Isotopenfraktionierung ist dabei umso größer, je niedriger die Temperatur bei der Phasenumwandlung ist. Diese Temperaturabhängigkeit führt zu einer Abhängigkeit des ^{2}H- und ^{18}O-Gehaltes der Niederschläge von den allgemeinen klimatischen Bedingungen, von der Jahreszeit und der orographischen Höhe. Der Jahresgang zeigt im allgemeinen ein Maximum im Sommer und ein Minimum im Winter. Als Folge der Schwankungen der Isotopenverhältnisse in den Niederschlägen treten auch in den Oberflächen- und Grundwässern mehr oder weniger ausgeprägte Schwankungen auf, die sich für hydrologische Interpretationen eignen. Beispielsweise weisen Grundwässer, bei denen kein unmittelbarer Einfluß des Niederschlags vorliegt, keine jahreszeitlichen Schwankungen im Isotopengehalt auf. Wegen der hohen Verdunstungsrate sowie der geringen Wassertiefe des Neusiedlersees und der Lacken unterscheiden sich die Isotopenverhältnisse dieser stehenden Oberflächengewässer sehr deutlich von denen der übrigen ober- und unterirdischen Wässer des Neusiedlersee-Gebietes (Abb. 1)

Der ^{3}H-Gehalt der Niederschläge wird seit 1952 durch die bei den Kernwaffenversuchen freigesetzten ^{3}H-Mengen bestimmt. Das Jahresmittel stieg dadurch im Jahr 1963 bis auf das 1000fache des natürlichen ^{3}H-Gehaltes an und liegt derzeit (1984) noch etwa um den Faktor 5 über dem natürlichen Gehalt. Auch der ^{3}H-Gehalt der Niederschläge zeigt jahreszeitliche Schwankungen. Diese sind im wesentlichen nicht wie bei ^{2}H und ^{18}O auf Isotopenfraktionierungseffekte, sondern auf den jahreszeitlich unterschiedlichen Luftmassenaustausch zwischen Stratosphäre (^{3}H-Reservoir) und Tropo-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

sphäre zurückzuführen. Der Jahresgang der Monatsmittel weist ein Maximum im späten Frühjahr und ein Minimum im Spätherbst auf. Der ^{3}H-Gehalt liefert durch den radioaktiven Zerfall des ^{3}H 12,46 Jahre Halbwertszeit zusätzlich eine Altersinformation, die bei Grundwässern Aufschlüsse über die Verweilzeit des Wassers im Untergrund geben kann. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Entwicklung des ^{3}H-Gehaltes in den Wässern des Neusiedlersee-Gebietes. Der ^{3}H-Gehalt des Neusiedlersees folgt dem allgemeinen Rückgang des ^{3}H-Gehaltes im Niederschlag. Die Entwicklung des ^{3}H-Gehaltes der Grundwässer ist unterschiedlich. Der ^{3}H-Gehalt von Grundwassermeßstelle N 1 hat seit 1965 zugenommen und liegt 1984 fünfmal so hoch wie der aktuelle ^{3}H-Gehalt des Niederschlags, im Gegensatz dazu führen die Bohrungen P 3 und I 10 nach wie vor überwiegend Wasser, das von Niederschlägen aus der Zeit vor Beginn der Kernwaffenversuche stammt, mit nur geringfügigen jüngeren Anteilen. Der ^{3}H-Gehalt der Grundwasseraustritte im Schilfgürtel bei Purbach weist auf einen hohen Anteil von Wasser aus der Zeit vor 1952 hin, ein unmittelbarer Einfluß des Niederschlags ist hier kaum anzunehmen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tab. 1:

Entwicklung des ^{3}H-Gehaltes (TE) in den Wässern des Neusiedlersee-Gebietes seit 1965 x)

	1965	1969	1980	1984
Niederschlag (Jahresmittel)	880	215	40	23
Neusiedlersee (Jahresmittel)	930	255	58	34
Bohrloch N 1 (Neusiedl)	10-22 +)	33-96	111	116
Bohrloch P 3 (Podersdorf)	9-30	1-25	2	0,5
Bohrloch I 10 (Apetlon)	3-12	0-74	0,3	1,5
Grundwasseraustritte im Schilf (Purbach)		12-28 *)	25-35	21-33

+) (1966)

*) (1970)

x) 1 TE (Tritiumeinheit, TU) entspricht einer Konzentration von einem ^{3}H-Atom in 10^{18} Wasserstoffatomen bzw. 0,118 Bq/kg für Wasser.

Die Isotopenverhältnisse im Wasser werden im Gegensatz zu chemischen Parametern vom durchflossenen Medium praktisch nicht beeinflußt. Beim Neusiedlersee-Gebiet sprechen noch weitere Gründe für die Anwendung von Isotopenmethoden: Durch die stark ausgeprägten Uneinheitlichkeiten der Untergrundverhältnisse sowohl der Fläche als auch der Tiefe nach ist es kaum möglich, mit den üblichen geohydrologischen Untersuchungsmethoden zu allgemein gültigen Aussagen zu gelangen. Weiters erleichtert die schon erwähnte starke Isotopenfraktionierung durch Verdunstungseinflüsse in den

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

stehenden Oberflächengewässern das Studium von Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwässern.

Ältere Grundwässer sind ^{3}H-frei. Sie können durch Messung des Radiokohlenstoff(^{14}C)-Gehaltes datiert werden. Der Datierungszeitraum reicht von ca. 1.000 bis zu ca. 40.000 Jahren.

Die besonderen Verhältnisse im Seewinkel erlauben auch bis zu einem gewissen Grad eine indirekte Datierung dieser alten Wässer über den ^{18}O-Gehalt. Ermöglicht wird dies durch die geringen Höhenunterschiede im Seewinkel, als deren Folge Höheneffekte für die Isotopenverhältnisse der Niederschläge keine Rolle spielen. Somit hängt der ^{18}O-Gehalt der Niederschläge und der aus ihnen gebildeten Grundwässer im wesentlichen von der mittleren Jahrestemperatur ab. In den ^{18}O-Gehalten der älteren Wässer müssen sich demnach die starken Klimaschwankungen an der Wende Pleistozän-Holozän abgebildet haben.

Ostufer des Neusiedlersees und Seewinkel

Alle früheren Darstellungen der Grundwasserverhältnisse des Seewinkels und der Parndorfer Platte gingen von einer mehr oder weniger gleichmäßigen Grundwasserströmung in Richtung Neusiedlersee aus, wie sie aus dem Verlauf der Grundwasserschichtlinien zu erwarten wäre (Abb. 2) So war zunächst auch ein Ziel des früher erwähnten Forschungsprojektes das Aufstellen eines mathematischen Strömungsmodells für den Grundwasserzufluß zum See, doch bereits die ersten Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen ließen dieses Vorhaben aussichtslos erscheinen.

Im Frühjahr 1980 wurden bei den Grundwassermeßstellen des

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Hydrographischen Dienstes im Gebiet des Seewinkels und der Parndorfer Platte Wasserproben für eine Übersichtsanalyse entnommen (V.RAJNER, D.RANK, 1981) Die ^{3}H-Werte der Grundwässer bewegen sich zwischen 0 TE (Bohrungen am Seerand) und 170 TE (Parndorfer Platte) und weisen damit völlig unterschiedliche Wasseralter für die einzelnen Entnahmestellen aus. Der ^{3}H-Wert des aktuellen Niederschlags beträgt im Vergleich dazu 40 TE (Mittel 1980, Tab. 1) Eine Betrachtung des ^{3}H-Gehaltes in Abhängigkeit von der Höhe der Wassersäule der Probenahmestellen deutet auf eine Schichtung des seichten Grundwassers zumindest in einzelnen Bereichen des Ostufers hin (Abb. 3) Ein deutlicher Hinweis auf eine solche Schichtung ist auch die zeitliche Veränderung der Isotopenverhältnisse und der Leitfähigkeit beim Brunnen 103 (8,3 m Wassersäule) in Neusiedl während einer länger andauernden Wasserentnahme. Mit zunehmender Entnahmemenge bzw. Entnahmedauer wird dort neben altem Wasser auch junges, oberflächennahes Wasser gefördert, was für eine geringe Ergiebigkeit des tieferen Horizontes spricht. Nach Beendigung der Wasserentnahme stellen sich allmählich wieder die ursprünglichen Werte ein. Die artesischen Brunnen im Bereich Apetlon/Illmitz weisen ähnlich wie die Bohrungen am Seerand hauptsächlich Wasser aus der Zeit vor den Kernwaffenversuchen auf, mit einem sehr geringen Anteil an jüngerem Wasser.

Die $\delta^{18}O$-Werte der untersuchten Grundwässer bewegen sich zwischen -5 und -12 ‰ bei einem Niederschlagsmittel von 9,7 ‰ (Podersdorf, 1979/80), das wegen der geringen Höhenunterschiede näherungsweise für den gesamten Seewinkel und das anschließende ungarische Gebiet als Basiswert herangezogen werden kann. Einige Probenahmestellen zeigen deutliche ^{18}O-Anreicherungen, dies ist auf die Versickerung

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

von Oberflächenwasser zurückzuführen, das zuvor starker Verdunstung ausgesetzt war z.B. Lacken- oder Seewasser. Der ^{18}O-Gehalt des Neusiedlersees beträgt zwischen 5 ‰ im Frühjahr und -2 ‰ im Spätsommer. Noch stärker ist die ^{18}O-Anreicherung in einigen Lacken, beispielsweise weist die Kühbrunnlacke zur Zeit der Übersichtsprobenahme einen Wert von + 1,8 ‰ auf. Bohrung 126 ist deutlich vom Wasser der Langen Lacke beeinflußt, bei I 10 dürfte der Einfluß von Neusiedlersee-Wasser vorliegen, allerdings deutet der niedrige ^{3}H-Gehalt auf eine längere Verweilzeit hin. Schwieriger ist die Interpretation bei den im Vergleich zum Niederschlagsmittel leichteren Wässern (niedrige ^{18}O-Gehalte), bei denen aufgrund des niedrigen ^{3}H-Gehaltes ein direkter Einfluß des Niederschlags ausgeschlossen werden kann. Hierher gehören neben den artesischen Brunnen im Raum Apetlon auch eine Reihe von Bohrungen am Ostrand des Neusiedlersees und Bl. 37 im Bereich der Parndorfer Platte. Für diese Wässer müßte entweder ein höher gelegenes Infiltrationsgebiet das im Seewinkel fehlt angenommen werden oder sie müßten aus Niederschlägen einer Kaltzeit gebildet worden sein. Auch im ^{18}O-Gehalt treten deutliche Unterschiede zwischen benachbarten Probenahmestellen mit verschieden hoher Wassersäule auf, was die aus den ^{3}H-Ergebnissen gezogenen Schlußfolgerungen über eine Schichtung des Grundwassers bestätigt.

^{14}C-Untersuchungen im 2. Halbjahr 1981 sollten Aufschluß über die Verweilzeit der ^{3}H-armen Grundwässer bringen und die bei der Übersichtsbeprobung festgestellten Isotopenanomalien niedrige ^{18}O-Gehalte aufklären (D.RANK et al., 1982) Auch einige artesische Wässer wurden in das Programm einbezogen. Für sie erbrachten die Analysen erwartungsgemäß die höchsten Alter (bis über 30.000 Jahre,

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 2) Aber auch einige andere Probenahmestellen enthalten späteiszeitliche Wässer, wodurch offensichtlich die niedrigen ^{18}O-Gehalte zu erklären sind. Das Alter dieser Wässer liegt demnach in der gleichen Größenordnung wie das derzeit angenommene Alter für den Neusiedlersee selbst. Verhältnismäßig junge Wässer moderner ^{14}C-Gehalt wurden im besser wasserdurchlässigen Bereich von Apetlon (BVFA ARSENAL, 1968) angetroffen, wobei die südlichere Probenahmestelle I 10 mit einem $\delta^{18}O$-Wert von -7 ‰ einen deutlichen Einfluß von Seewasser aufweist und somit in einer Zone liegt, in der geringe Wassermengen vom See ins Grundwasser übertreten.

Insgesamt sprachen die bis dahin vorliegenden Untersuchungsergebnisse gegen einen nennenswerten Grundwasserzufluß zum See im mittleren und südlichen Teil des Ostufers hohes Wasseralter bzw. geringes Grundwasserspiegelgefälle am ehesten war im Bereich Neusiedl-Weiden mit einem für die Wasserbilanz bedeutsameren unterirdischen Zufluß zu rechnen. Einerseits weisen hier die Hydroisohypsen das größte Grundwasserspiegelgefälle zum See hin aus (Abb. 2), andererseits wurde in der Bohrung N in Neusiedl Grundwasser mit verhältnismäßig geringer Verweilzeit angetroffen. Von Aufschlußbohrungen im Seeuferbereich (Abb. 2) und den daraus entnommenen Wasserproben waren grundsätzliche Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen dem Grundwasser im Seewinkel und dem Neusiedlersee zu erwarten. Als Ergänzung dazu wurden Handbohrungen ausgeführt und ein geoelektrisches Profil aufgenommen (F BOROVICZENY et al., 1983) Die Ergebnisse der Isotopenanalysen (Abb. 4) weisen für nahezu alle in den Bohrungen angetroffenen Grundwässer mittlere Verweilzeiten von mindestens 30 Jahren aus. Nur in den Bohrungen 824 und 825 wurde in oberflächennahen, geringmächtigen Schichten jüngeres Wasser nachgewiesen (Alter etwa 10 Jahre)

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Im obersten Teil der Bohrungen 821 und 823 liegt zwar ebenfalls ein geringer Anteil jungen Wassers vor, die mittlere Verweilzeit dieses obersten, nicht artesischen Grundwassers beträgt aber dennoch mehr als 30 Jahre. Die zugehörigen Bodenschichten weisen eine sehr geringe Mächtigkeit auf Die Alter der artesischen Wässer der Bohrungen 821, 822 und 823 sowie des Wassers der Bohrung 825 abgesehen vom bereits erwähnten oberflächennahen Bereich liegen in der Größenordnung von 100 bis einigen 1000 Jahren. Allerdings unterscheiden sich diese Wässer in ihrem ^{18}O-Gehalt signifikant, es liegt also keine einheitliche Herkunft und damit wahrscheinlich auch kein einheitliches Alter vor Auch die Isotopendaten der bei den Handbohrungen bis 3,5 m Tiefe entnommenen Wasserproben weisen große Unterschiede auf und sprechen nicht für einen einheitlichen und zusammenhängenden oberflächennahen Grundwasserhorizont

^{3}H-Untersuchungen im Bereich der Injektionsstelle des Markierungsversuches bei der Höllacke im Jahre 1964 (BVFA ARSENAL, 1965) brachten einen weiteren Beweis für die geringe Grundwasserbewegung im Seewinkel. Zur Bestimmung der Grundwasserfließgeschwindigkeit in Richtung Neusiedlersee waren am 7.5.1964 in einem 15 m tiefen Bohrloch in der Nähe der Höllacke 100 Ci ^{3}H ins Grundwasser eingegeben worden. Der Versuch hatte kein interpretierbares Ergebnis gebracht. Aus der Überlegung heraus, daß bei so hohen Verweilzeiten, wie sie im Rahmen der Isotopenuntersuchungen im Seewinkel festgestellt worden waren, noch immer ein Teil des injizierten ^{3}H in der Umgebung der Injektionsstelle nachzuweisen sein müßte, wurden im November 1983 eine Reihe von Handbohrungen ca. 2 m tief in diesem Bereich niedergebracht und Wasserproben für Isotopenuntersuchungen aus dem oberflächennahen Grundwasser entnommen (D.RANK et al.,1985)

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die ^{3}H-Ergebnisse weisen extreme Konzentrationsunterschiede für die einzelnen Probenahmestellen aus. Die höchsten Werte bis 40.500 TE sind eindeutig auf das Markierungsexperiment zurückzuführen. Daß in nur 25 m Abstand vom Maximalwert Werte um 0 TE auftreten, ist bereits ein Hinweis auf die äußerst geringe Grundwasserbewegung in diesem Gebiet. Diese niedrigen Werte schließen auch aus, daß es in diesen Bereichen zu einer nennenswerten Grundwasserneubildung durch Versickerung kommt. Die ^{18}O-Gehalte streuen ebenfalls innerhalb geringer Entfernungen sehr stark, auch sie deuten darauf hin, daß in diesem Gebiet nicht mit einem einheitlichen obersten Grundwasserhorizont zu rechnen ist.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der isotopenhydrologischen Untersuchungen im Seewinkel führt zu folgenden Schlüssen:

Das Grundwasser im Seewinkel und im anschließenden ungarischen Gebiet am Ostufer des Neusiedlersees ist geschichtet (Abb. 5, D. RANK et al., 1984) Im Seeuferbereich tritt diese Schichtung bereits im seichten Grundwasser in Erscheinung.

Das "obere Stockwerk" enthält junge Grundwässer mit mittleren Verweilzeiten von einigen Jahren bis einigen Jahrzehnten, die mehr oder weniger jahreszeitlichen (= meteorologischen) Einflüssen unterliegen. Dieses Stockwerk ist nicht überall vorhanden und zeigt keinen einheitlichen Charakter in den Isotopenverhältnissen. Im Bereich des Ostufers des Neusiedlersees ist seine Mächtigkeit sehr gering. Es kann nicht von einem zusammenhängenden Grundwasserkörper gesprochen werden, sondern von einem mosaikartigen System von Wasserkörpern geringer horizontaler und vertikaler Ausdehnung, die infolge stark

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

schwankender Durchlässigkeiten auf komplizierte Weise miteinander zusammenhängen und kommunizieren. Die starken örtlichen Schwankungen der Isotopenverhältnisse können nur auf das Fehlen einer nennenswerten Horizontalbewegung des Grundwassers zurückgeführt werden. Dies steht in einem scheinbaren Widerspruch zum regionalen Grundwasserschichtenplan, der eine gleichmäßige Grundwasserströmung zum Neusiedlersee erwarten läßt.

Das "untere Grundwasserstockwerk" enthält unterschiedlich alte, häufig gespannte Wässer mit Verweilzeiten von einigen 100 bis einigen 10.000 Jahren. Auch dieses Stockwerk zeigt keinen einheitlichen Charakter, Herkunft bzw. Alter der angetroffenen Wässer sind örtlich sehr verschieden, eine Systematik läßt sich aus den derzeit vorliegenden Daten nicht ableiten. Die Wässer dieses Stockwerkes werden in unterschiedlicher Tiefe angetroffen, und nicht immer besteht eine klare Trennung zwischen den beiden Stockwerken.

Es gibt Bereiche, in denen bereits das oberste Grundwasser ^{3}H-frei ist. In diesen Bereichen kommt es somit zu keiner für die Grundwasserneubildung bedeutenden Versickerung von Niederschlagswasser.

In der Nähe des Einserkanals tritt in geringen Mengen Seewasser in den Grundwasserkörper über, dies steht in Einklang mit dem Verlauf der Hydroisohypsen.

Wasserwirtschaftlich bedeuten diese Ergebnisse, daß der Grundwasserzufluß aus dem Seewinkel zum Neusiedlersee und damit auch der Nähr- und Schadstoffeintrag über das Grundwasser sehr gering ist und daß im Seewinkel nur beschränkt Grundwasserentnahmen möglich sind. Jeder geplante Eingriff ins Grundwasser z.B. der Bau von Kanälen

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

oder Hafenanlagen sollte daraufhin überprüft werden, ob es nicht durch Anschneiden des zweiten Grundwasserstockwerkes zu irreversiblen Grundwasserableitungen käme. Hinsichtlich der Wasserqualität ist damit zu rechnen, daß ins Grundwasser eingebrachte Schadstoffe im Bereich der Einleitungsstelle bleiben bzw. sich dort anreichern.

Westseite des Neusiedlersees und Wulkatal

Nach der hydrogeologischen Beschreibung von T. GATTINGER (1979) taucht die Südflanke des kristallinen Leithagebirges, bedeckt mit Leithakalken und Konglomeraten, unter die Mergel und Tone des oberen Tertiärs ab.Es wird angenommen, daß in der verkarsteten Leithakalk-Formation Wasser von den Höhen des Leithagebirges bis zu dem weitverzweigten Bruchsystem im Seebereich gelangt und dort durch Klüfte und Spalten zum Oberflächenwasser aufsteigt. Die Untersuchung dieser Fragestellung sowie der Rolle des Wulkatales für den unterirdischen Zufluß zum Neusiedlersee ist Schwerpunkt einer zweiten Projektsperiode (1985-89), erste Ergebnisse liegen aber bereits vor.

Für eine Übersichtsbeprobung wurden neben den Grundwassermeßstellen des Hydrographischen Dienstes auch die Wasserversorgungsanlagen von Purbach (20 m tiefe Bohrung, vermutlich von Karstwasser gespeist) und Winden (Karstquelle), die Quelle am östlichen Fuß des Hackelberges, die Grundwasseraustritte in der Schilfzone bei Purbach und die Wulka herangezogen (Abb. 6, 7) Die Ergebnisse weisen stark unterschiedliche Wasseralter unterschiedliche ^{3}H-Werte für die einzelnen Entnahmestellen aus (Abb.8,D RANK, V.RAJNER, 1984), wobei die Probenahmestellen im Wulkatal ganz allgemein jüngeres Wasser führen. Aus dem ^{3}H-Gehalt der Wulka

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

und dessen zeitlichem Verlauf kann geschlossen werden, daß das Wulkawasser zum überwiegenden Anteil aus abfließendem Grundwasser mit einer Verweilzeit von einigen Jahren besteht (D. RANK et al., 1985) Besonders auffällig ist der ^{3}H-Jahresgang der Wasserversorgung Winden. Während der ^{3}H-Gehalt in der ersten Jahreshälfte 1982 etwa 15 TE beträgt dies weist auf eine mittlere Verweilzeit von mehr als 30 Jahren hin ,springt er vermutlich infolge des Hochwasserereignisses im August 1982 auf ca. 35 TE. Allerdings handelt es sich hier nicht um einen direkten Einfluß von Niederschlagswasser sonst müßte auch der ^{18}O-Jahresgang eine Unstetigkeit aufweisen sondern es fließt Wasser aus einem anderen Teil des Karstwassersystems ab. Diese Zustandsänderung im System klingt nur langsam ab und erst nach mehr als einem halben Jahr ist der Ausgangszustand wieder erreicht. Von allen Entnahmestellen führt die Quelle am östlichen Fuß des Hackelsberges das älteste Wasser. Dieses Wasser kann nicht aus einem lokal gelegenen Einzugsgebiet stammen das wird auch durch den ^{18}O-Gehalt bestätigt und steht daher in keinem Zusammenhang mit dem Hackelsberg.

Bei den ^{18}O-Ergebnissen fällt auf, daß die $\delta^{18}O$-Werte für die Quelle Hackelsberg, die Wasserversorgung Purbach und die Grundwasseraustritte im Schilf die gleiche mittlere Höhenlage für das Einzugsgebiet ausweisen (Abb. 8), wobei die Verweilzeiten des Wassers aber sehr unterschiedlich sind. Die $\delta^{18}O$-Werte zeigen keine zeitliche Änderung also keinen kurzfristigen Niederschlagseinfluß und deuten auf ein höher gelegenes Einzugsgebiet hin. Das Infiltrationsgebiet ist wahrscheinlich in den höchsten Teilen des Leithagebirges zu suchen (Höhendifferenz ca. 350 m) Diese Annahme wird dadurch bekräftigt, daß einige höher gelegene Quellen im Raum Eisenstadt ebenfalls $\delta^{18}O$-Werte von -11,2 ‰

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

aufweisen. Auffällig ist dabei der verhältnismäßig große Höheneffekt von über 0,4 ‰ pro 100 m. Die Karstquelle Winden bezieht ihr Wasser aus einem niedriger gelegenen Einzugsgebiet. Die $\delta^{18}O$-Werte der Probenahmestellen im Wulkatal weichen nur geringfügig vom Niederschlags-Mittelwert für Podersdorf ab, der den Wert für ein Einzugsgebiet in der Höhenlage des Neusiedlersee repräsentiert.

Insgesamt deuten die bisher vorliegenden Ergebnisse der Isotopenuntersuchung darauf hin, daß an der Südostseite des Leithagebirges ein Karst- und/oder Kluftwassersystem vorhanden ist, das wahrscheinlich aus den höchsten Teilen des Leithagebirges gespeist wird (Abb. 1) Dieses System ist weit verzweigt, da neben den Grundwasseraustritten im Schilf bei Purbach und der Purbacher Wasserversorgung die Windener Quelle gehört nicht zu diesem System offensichtlich auch die entfernt gelegene Hackelsbergquelle ihr Wasser daraus bezieht. Hinweise auf die Tiefenlage jener Schichten, aus denen die Grundwasseraustritte im Schilf bei Purbach gespeist werden könnten, gibt das geologische Profil bei der benachbarten Purbacher Wasserversorgung. Dort treten wasserführende Festgesteinsschichten ab 7 m unter Gelände auf. Auffällig ist der verhältnismäßig große Unterschied im ^{18}O-Gehalt zwischen den Wulkatalwässern und den Quellwässern am Fuße des Leithagebirges. Schließt man eine Speisung der Quellwässer aus einem entfernten, höher gelegenen Infiltrationsgebiet aus und nimmt an, daß sich ihr Einzugsgebiet in den höchsten Teilen des Leithagebirges befindet, so müßte die Speisung vorwiegend mit Niederschlagswasser der kalten Jahreszeit erfolgen. Ein Hinweis für eine solche jahreszeitlich unterschiedliche Infiltration im Leithagebirge könnte die jahreszeitlich unterschiedliche Wasserführung der am Südostabhang des Leithagebirges ver-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

sickernden Bäche sein (F. SAUERZOPF, 1962).

Die mittlere Laufzeit der am Fuße des Leithagebirges austretenden Wässer kann aus dem zeitlichen Verlauf ihres ^{3}H-Gehaltes abgeschätzt werden. Dieser wird mit den aus den ^{3}H-Eingangsdaten des Niederschlags für verschiedene Verweilzeiten errechneten Abflußkonzentrationskurven verglichen. Unter der Annahme eines exponentiellen Abflusses des versickerten Niederschlagswassers erhält man auf diese Weise für das Wasser der Grundwasseraustritte in Purbach eine mittlere Laufzeit in der Größenordnung von 100 Jahren (Abb. 9) Die Laufzeit für die Hackelsbergquelle ist wesentlich größer.

Aus den Isotopenverhältnissen der Wulkatalwässer kann man schließen, daß ihre mittlere Verweilzeit im Einzugsgebiet etwa 5 10 Jahre beträgt und daß das Wasser der Wulka zum Großteil aus abfließendem Grundwasser besteht; Niederschlagsereignisse klingen innerhalb einiger Stunden bis maximal einiger Tage ab. Nach T. GATTINGER (1979) kommt den Quartärablagerungen im Wulkatal nur eine geringe Bedeutung für den Einzug von Grundwasser aus dem Wulkabecken zum Neusiedlersee zu. Erste Ergebnisse eines Bohrprogramms des Hydrographischen Dienstes bei Schützen Ende 1985 scheinen dies zu bestätigen. Es wurden nur geringmächtige wasserführende Schichten in Oberflächennähe festgestellt. Auf diese folgt eine fast 30 m mächtige Tegelschicht, nach deren Durchörterung artesisches H_2S-hältiges Wasser angetroffen wurde (Abb.6, Bl. 851) ^{3}H- und ^{18}O-Gehalt dieses Wassers (Abb. 8) deuten auf eine hohe Verweilzeit hin, die anschließende ^{14}C-Datierung erbrachte ein Wasseralter von mehr als 30.000 Jahren.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die "Kochbrunnen" im Neusiedlersee bei Rust

Die "Kochbrunnen" im Neusiedlersee werden in der Literatur als unterseeische Gas- und Wasseraustritte entlang von Bruchzonen beschrieben (A.TAUBER, 1959; T. GATTINGER,1979) Bei winterlicher Eisbedeckung des Neusiedlersees sind sie als offene Stellen zu erkennen, die nach Aussagen der ortsansässigen Bevölkerung immer an den gleichen Orten anzutreffen sind (Abb. 10) Zur Abschätzung ihrer Bedeutung für den unterirdischen Zufluß zum Neusiedlersee wurden in den Wintern 1983/84 und 1984/85 aus den Ruster Kochbrunnen Wasser- und Gasproben entnommen und chemisch-physikalisch untersucht (D. RANK et al., 1985) Sowohl die Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen als auch der chemischen Analysen lassen keine signifikanten Unterschiede zwischen Kochbrunnen- und Seewasser erkennen, ein Einfluß von Grundwasser repräsentiert durch die Meßwerte der Quellen am Rande des Schilfgürtels liegt nicht vor. Auch die Verschiebung in der Beziehung δ^2H- $\delta^{18}O$ durch Verdunstungseinflüsse ist für Kochbrunnen- und Seewasser gleich (Abb. 11) Das aufsteigende Gas besteht vorwiegend aus Methan. Die Zusammensetzung 79,4 % CH_4, 16,9 % N_2, 0,8 % O_2 (+Ar), 0,6 % CO_2, Rest Wasserdampf und das Kohlenstoffisotopenverhältnis des Methans $\delta^{13}C$ = -58 ‰ deuten auf biogene Herkunft hin. Die ^{14}C-Datierung erbrachte ein Alter von über 30.000 Jahren, es besteht demnach kein Zusammenhang mit dem heutigen See.

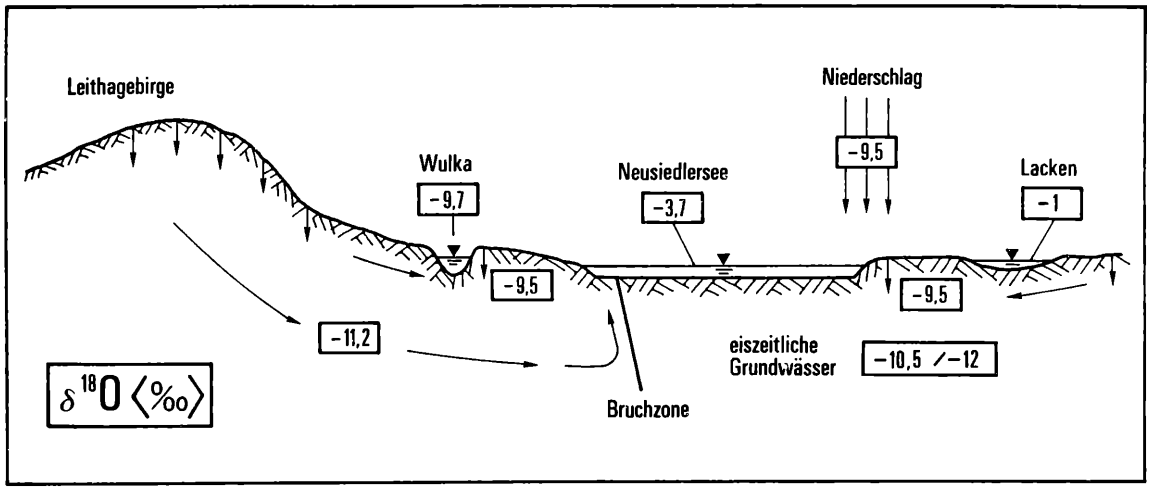
Die Temperatur des Gases und die durch die aufsteigenden Gasblasen erzeugte Turbulenz reichen offensichtlich aus, die als "Kochbrunnen" bezeichneten Stellen eisfrei zu halten. Offene Stellen in der Eisdecke des Neusiedlersees sind demnach nicht notwendigerweise mit Grundwasseraustritten

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

unterseeischen Quellen gleichzusetzen. Schon aus diesem Grunde müssen Versuche der letzten Zeit, Grundwasseraustritte im Neusiedlersee allein mit Hilfe von Luftbildern zu ermitteln, eher skeptisch betrachtet werden (K. ZIRM, 1983) Luftbildaufnahmen ohne gleichzeitige begleitende Bodenbeobachtungen und -messungen dürften nicht zum Ziel führen. Nach wie vor fehlt ein schlüssiger experimenteller Beweis für die Existenz von subaquatischen Quellen entlang der vermuteten Bruchzone im offenen Neusiedlersee, wie sie von den Geologen postuliert wird.

Abb. 1:

^{18}O-Gehalte des Niederschlags, der Oberflächengewässer und Grundwässer im Gebiet des Neusiedlersees *)



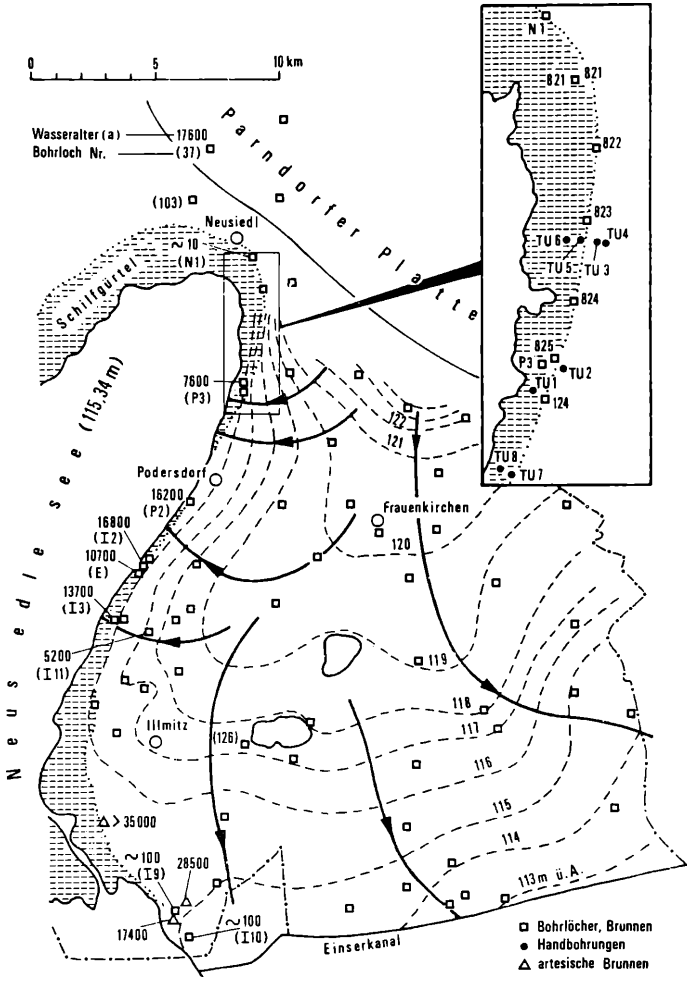
*) Der ^{18}O-Gehalt wird als Relativwert zu einem Standard (V-SMOW) in ‰ angegeben (gleiches gilt für ^{2}H-Meßwerte)

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 2:

Lageplan der Probenahmestellen und Grundwasserschichtenplan (1975 09 20) des Seewinkels. Die für einige Bohrlöcher angegebenen Wasseralter beruhen auf ^{3}H- und ^{14}C-Messungen (berechnet mit einer ^{14}C-Halbwertszeit von 5570 Jahren)



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 3:

Übersichtsbeprobung Frühjahr 1980: ^{3}H-Gehalt der Grundwässer in Abhängigkeit von der Höhe der Wassersäule der Entnahmestelle (Seewinkel und Parndorfer Platte) Insert: Zeitliche Änderung von Leitfähigkeit, ^{3}H- und ^{18}O-Gehalt im Brunnen 103 (Neusiedl) während einer länger andauernden Wasserentnahme.

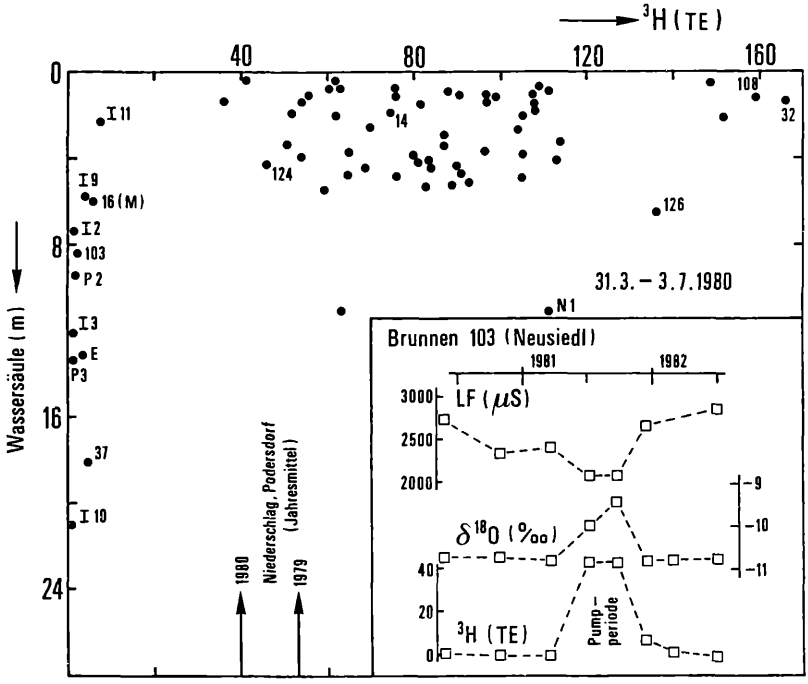
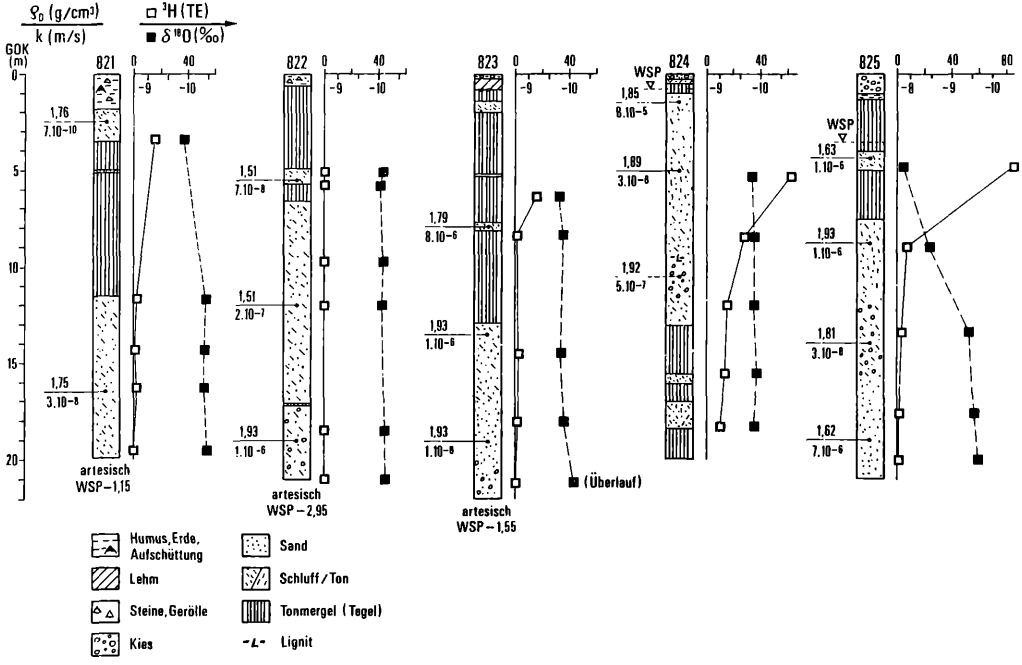


Abb. 4:

Geologische Profile der Aufschlußbohrungen 821-825 mit Angabe von bodenmechanischen Kenndaten (Trockendichte ρ_D, Durchlässigkeitsbeiwert k) und Ergebnissen der Isotopenanalysen an den entnommenen Wasserproben.

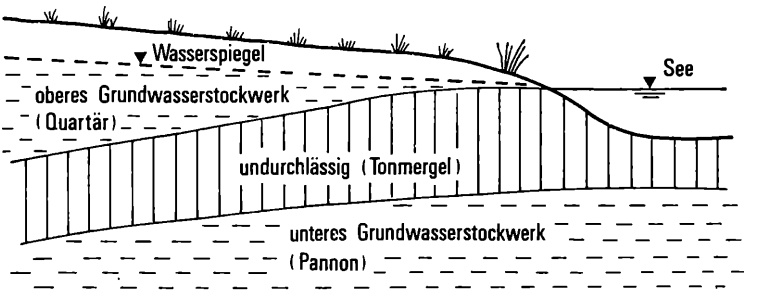


© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 5:

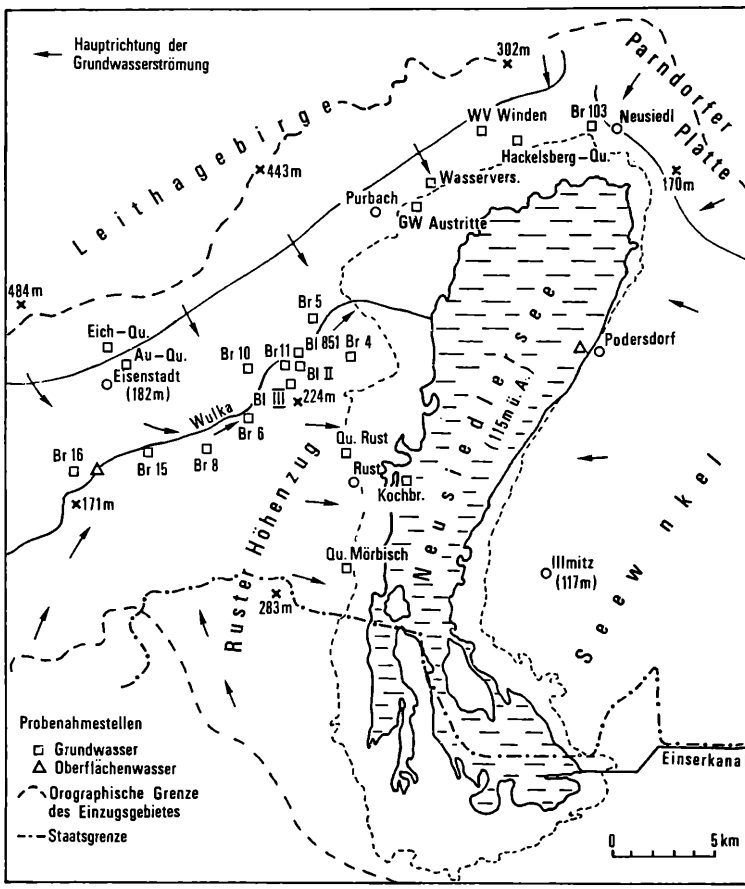
Generalisierte Modellvorstellung über die hydrogeologischen Verhältnisse am Ostufer des Neusiedlersees



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 6:

Lage der Probenahmestellen westlich des Neusiedlersees



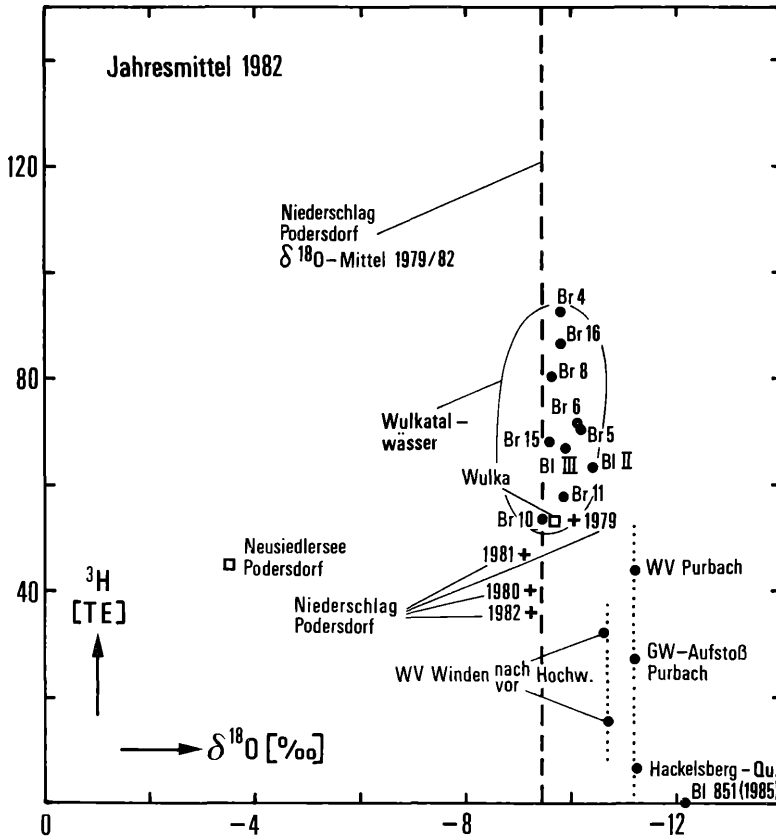
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 7:

Grundwasseraustritt im Schilfgürtel bei Purbach; Probenahme

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 8:
^{3}H- ^{18}O-Diagramm für die Grundwässer westlich des Neusiedlersees mit Angabe von Werten für Oberflächenwässer und Niederschlag



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 9:

Abschätzung der mittleren Verweilzeit (T) des Wassers der Purbacher Grundwasseraustritte mit Hilfe von Modellrechnungen.

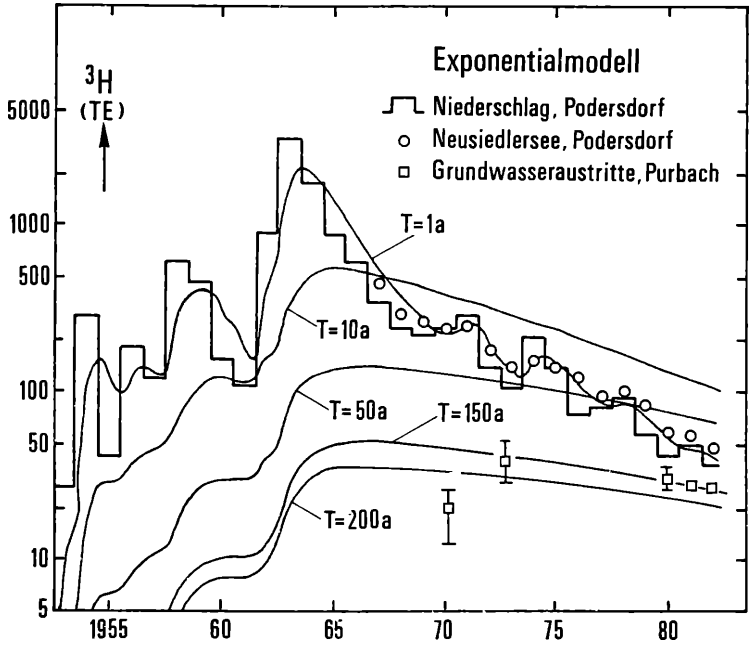
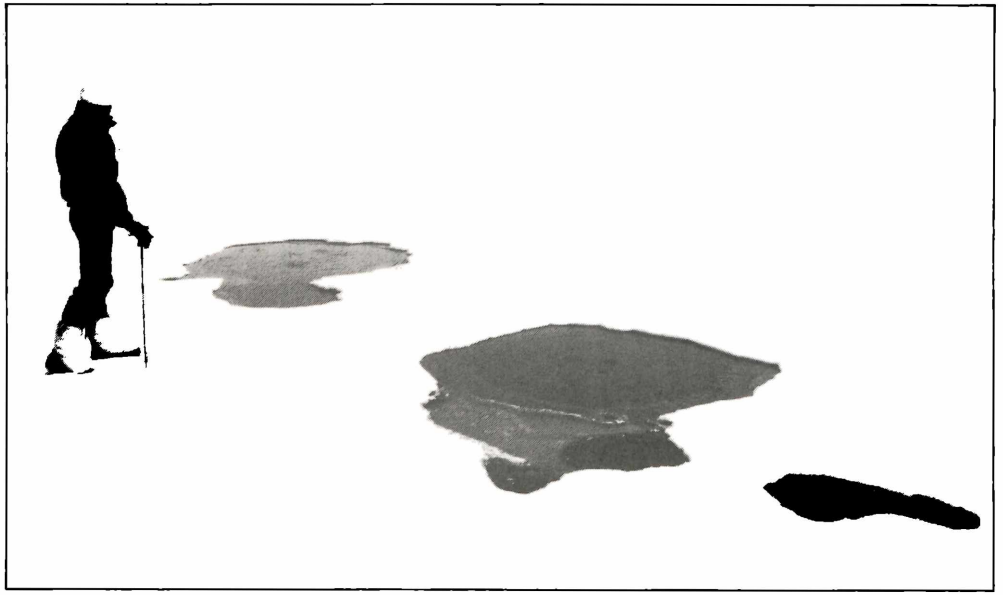


Abb. 10:

Kochbrunnen im Neusiedlersee bei Rust, 17. 1. 1985.

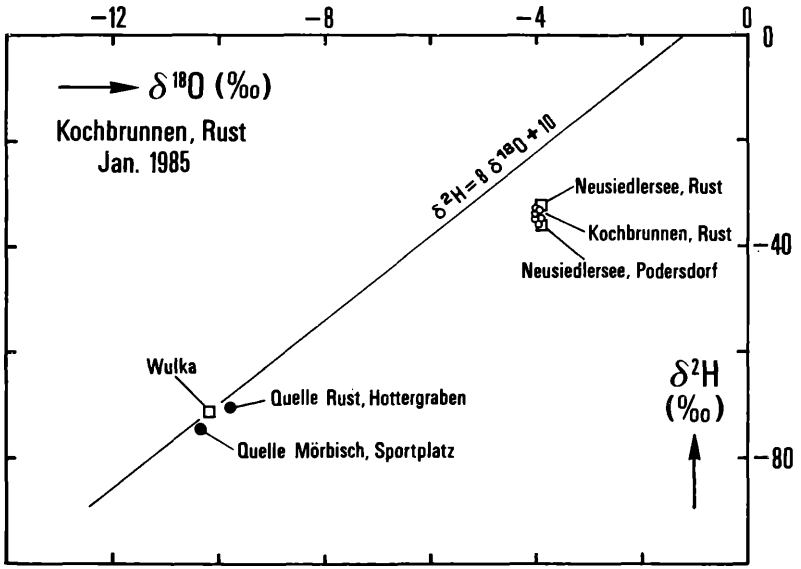
Die Eisdecke betrug zu diesem Zeitpunkt ungefähr 25 cm.



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 11:
δ^2H- $\delta^{18}O$-Diagramm für Kochbrunnen, Neusiedlersee, Quellen und Wulka



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

SUMMARY

New results for the groundwater balance in the area of Neusiedlersee according to investigations with isotopes.

Hydrological investigations with isotopes were performed in the area around Neusiedlersee, a large steppe-lake near Vienna, and changed the concepts about the water balance of the region. It follows from these observations, that no uniform ground-water table exists at the eastern shore of Neusiedlersee and in the Seewinkelregion. Instead, a mosaic-like pattern of many small ground-water bodies was found. These ground-water intrusions are interconnected in a complex way because of greatly varying, but in general, low porosity. No appreciable horizontal movement of the ground-water was observed and the ground-water input from the Seewinkel to the lake is therefore negligible. The results for the region west of the lake so far indicate a widely extending Karst-system at the south-east side of the "Leitha"-hills, which is infiltrated from the highest parts of the Mountain-ridge. The main input to the system seems to be the precipitation during the winter. Retention time of the water may be of the order of 100 years. The near-surface ground-water in the Wulka-valley has a retention time of some 5 to 10 years. Water in the river Wulka is mainly ground-water. The hot-springs ("Kochbrunnen") in Neusiedlersee near Rust were not of ground-water origin. Obviously the temperature and the turbulence of the dissolved gases are responsible for the open-water spots of warm water during winter ice-cover.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Literatur

BOROVICZENY,F , DREHER,J., RAJNER,V., et al (1983): Hydrogeologische Untersuchungen am Ostufer des Neusiedlersees - Ein Zwischenbericht.- BFB-Bericht 47, 5-23.

DOBESCH,H., NEUWIRTH,F. (1979) "Water balance" in Neusiedlersee: The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe Junk, Den Haag, 79-84; Hsg. Löffler,H.

GATTINGER,T.(1979) "The hydrogeology of Neusiedlersee and its catchment area" in Neusiedlersee: The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe.- Junk, Den Haag, 21-32; Hsg. Löffler,H.

RAJNER,V., RANK,D. (1981): Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik. Teil 2: Isotopenhydrologische Voruntersuchungen.- BFB-Bericht 42, 91-107

RANK,D. (1980) Die Anwendung kernphysikalischer Methoden bei der Beurteilung von Wasservorkommen.- Wasser und Abwasser, Bd. 22, 45-60.

RANK,D., RAJNER, V. (1984): Isotopenhydrologische Voruntersuchungen am Westufer des Neusiedlersees.- BFB-Bericht 51, 123-128.

RANK,D., PAPESCH,W., RAJNER,V. (1985): Abflußanalyse für die Wulka auf der Basis von Isotopenmessungen.- BFB-Bericht 55, 83-86.

RANK,D., RAJNER,V., DREHER,J. (1985): Der Grundwassermarkierungsversuch 1964 bei der Höllacke (Seewinkel) aus der Sicht des Wissensstandes 1984.- BFB-Bericht 55, 51-55.

RANK,D., RAJNER,V., NUSSBAUMER,W. et al (1984) Study of the interrelationships between groundwater and lake water at Neusiedlersee, Austria. Isotope Hydrology 1983.- IAEA, Wien, 67-81.

RANK,D., RAJNER,V., STAUDNER,F et al.(1982) Zur Altersdatierung der Grundwässer am Ostufer des Neusiedlersees.- BFB-Bericht 43, 197-204.

RANK,D., TSCHULIK,M., PAPESCH,W. et al.(1985) Untersuchungen an den "Kochbrunnen" im Neusiedlersee bei Rust.- BFB-Bericht 55, 45-49.

SAUERZOPF,F. (1962): Beitrag zur Kenntnis der Verkarstungserscheinungen im Burgenland.- Wiss. Arb. a.d. Bgld. 29, 132-142.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

TAUBER,A.F. (1959): Grundzüge der Tektonik des Neusiedlerseegebietes.- Wiss. Arb. a.d. Bgld. 23, 26-31.

ZIRM,K. (1983): Registrierung von Grundwasserzuflüssen in den Neusiedlersee mit Hilfe der Fernerkundung.- Review Gesundheitswesen und Umweltschutz 1, 54-64.

Anschrift des Verfassers: Ob.Rat Dipl.-Ing.Dr. Dieter RANK, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Objekt 214, A-1030 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1986

Autor(en)/Author(s): Rank Dieter

Artikel/Article: Das neue Bild des Grundwasserhaushaltes im Neusiedlerseegebiet: Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen 293-323