

V. Rajner, D. Rank

Geotechnisches Institut der BVFA- Arsenal, Wien

WASSERHAUSHALTSSTUDIE FÜR DEN NEUSIEDLERSEE MIT HILFE DER
GEOCHEMIE UND GEOPHYSIK

Teil 2: Isotopenhydrologische Voruntersuchungen

Kurzfassung:

Isotopenverhältnismessungen an Wasserproben aus dem Neusiedlerseegebiet sollten klären, welche Voraussetzungen für die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen See, Grundwasser und Niederschlag vorliegen. Die Ergebnisse zeigen, daß die Grundwässer im Untersuchungsgebiet große Unterschiede in ihren Isotopenverhältnissen und Verweilzeiten aufweisen und sich außerdem im Isotopengehalt auch vom Neusiedlersee und den Lacken stark unterscheiden. Diese Eigenschaften begünstigen die Untersuchung von Austauschvorgängen zwischen Oberflächen- und Grundwasser und ermöglichen Aussagen über die Herkunft des unterirdischen Wassers.

1. Einleitung

Eine bis jetzt nur unbefriedigend beantwortete Frage im Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt des Neusiedlersees ist die nach der Wechselwirkung des Sees mit dem Grundwasser. Auch die Rolle dieser Wechselwirkung für den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in den See ist eine offene Frage. Aufbauend auf frühere Untersuchungen (Übersicht siehe D. RANK, E. SCHROLL 1979) ist es Ziel dieses Projektes, mit unterstützenden chemischen und physikalischen Untersuchungen - vor allem Isotopenverhältnismessungen - zu einer Verfeinerung der bisherigen Annahmen über die Grundwasserkomponente im Wasserhaushalt des Neusiedlersees zu kommen. Die Untersuchung der natürlichen Isotopenverhältnisse des Wassers eignet sich besonders deshalb für solche Studien, weil einerseits die Isotopenkonzentrationen im Gegensatz zu chemischen Parametern vom durchflossenen Material praktisch nicht beeinflußt werden und weil andererseits durch die besonderen Verhältnisse beim Neusiedlersee (geringe Seetiefe, starke Verdunstung) große Differenzen in den Isotopenkonzentrationen auftreten, die das Studium von Wechselwirkungen erleichtern.

Die hydrologische Anwendung von Isotopenverhältnismessungen beruht auf den in natürlichen Wässern auftretenden Häufigkeitsschwankungen von ^2H , ^3H und ^{18}O (siehe beispielsweise D. RANK 1981). Für die Konzentrationsschwankungen der stabilen Isotope ^2H und ^{18}O sind hauptsächlich Isotopentrennprozesse bei Phasenumwandlungen verantwortlich. Beispielsweise kommt es bei 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 ^2H - und ^{18}O -Gehaltes der Niederschläge von der Jahreszeit und der geographischen Höhe. Der Jahresgang zeigt im allgemeinen ein Maximum im Sommer und ein Minimum im Winter (Abb. 1). Die Isotopengehalte der Einzelniederschläge können davon stark abweichen, bedingt durch den jeweiligen klimatischen Zustand während des Niederschlagsereignisses.

Der ^3H -Gehalt der Niederschläge wird seit 1952 durch die bei den Kernwaffenversuchen freigesetzten ^3H -Mengen bestimmt. Das Jahresmittel stieg dadurch im Jahr 1963 bis auf das 1000-fache des natürlichen ^3H -Gehaltes an und liegt derzeit noch bei 50 - 100 TE⁺) (natürlicher Gehalt ca. 6 TE) (D. RANK 1980). Auch der ^3H -Gehalt der Niederschläge zeigt jahreszeitliche Schwankungen (Abb. 2) und Schwankungen zwischen aufeinanderfolgenden Einzelniederschlägen. Diese sind im wesentlichen nicht wie bei ^2H und ^{18}O auf Isotopenfraktionierungseffekte, sondern auf den jahreszeitlich unterschiedlichen Luftmassenaustausch zwischen Stratosphäre (^3H -Reservoir) und Troposphäre zurückzuführen. Der Jahresgang der Monatsmittel weist ein Maximum im späten Frühjahr und ein Minimum im Spätherbst auf.

⁺) 1 TE (Tritiumeinheit, TU) entspricht einer Konzentration von einem ^3H -Atom in 10^{18} Wasserstoffatomen.

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 (Abb. 1, Grundwasseraustritt im Schilf). Der ^3H -Gehalt liefert durch den radioaktiven Zerfall des ^3H (12,35 Jahres Halbwertszeit) zusätzlich eine Altersinformation, die Aufschlüsse über die Verweilzeit des Wassers im Untergrund gibt.

2. Die Entwicklung des ^3H -Gehaltes in den Wässern des Neusiedlersee-Gebietes seit 1965

Im betrachteten Zeitraum ging der ^3H -Gehalt der Niederschläge ständig zurück, seit 1978 ist eine verstärkte Abnahme zu beobachten (Abb. 2, Tab.1). Der ^3H -Gehalt des Neusiedlersees folgt diesem Rückgang mit einer Verzögerung von 1-2 Jahren. Die etwas höheren ^3H -Werte des Sees gegenüber dem Niederschlag sind allerdings zum Teil auf die Anreicherung des ^3H im Seewasser beim Verdunstungsprozeß zurückzuführen. Die Grundwasserentnahmestellen am Ostufer des Neusiedlersees (N 1, P 3, I 10) zeigen ein unterschiedliches Verhalten. Der ^3H -Gehalt von N 1, in einem Bereich mit Grundwasserzufluß zum See gelegen (BVFA 1968), hat seit 1965 zugenommen und liegt derzeit fast dreimal so hoch wie der aktuelle ^3H -Gehalt des Niederschlags. Eine grobe Abschätzung deutet auf eine mittlere Verweilzeit des Grundwassers in der Größenordnung von 10 Jahren hin. Im Gegensatz dazu führen die südlicher gelegenen 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 ^3H -Gehalt des Grundwasseraustritts 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.

Tab. 1: Entwicklung des ^3H -Gehaltes (TE) in den Wässern des Neusiedlersee-Gebietes seit 1965

	1965	1969	1980
Niederschlag (Jahresmittel)	880	215	40
Neusiedlersee (Jahresmittel)	930	255	58
N 1	10 - 22(1966)	33 - 96	111
P 3	9 - 30	1 - 25	2
I 10	3 - 12	0 - 74	0,3
Grundwasseraustritte im Schilf (Purbach)	-	12 - 28(1970)	25 - 35

3. Grundwasseraustritte im Schilfgürtel bei Purbach

Der an schwierigsten zu untersuchende Anteil am Grundwasserzufluß zum See sind die Grundwasserzutritte im See selbst. Von der Annahme ausgehend, daß Grundwasseraustritte im Schilfbereich eine ähnliche Herkunft und Charakteristik haben, wurden während einer Periode mit Schneebedeckung im Schilfgürtel bei Purbach einige solche Austritte lokalisiert (Abb.3). Sie haben einen Durchmesser von 1 - 1,5 m und eine Tiefe von ca. 1 - 1,5 m. Derzeit werden monatlich einmal Proben entnommen. Die gemessenen Wassertemperaturen liegen zwischen 7° im Winter und 11° im Sommer. Wie die Entwicklung des ^3H -Gehaltes in den letzten zehn Jahren zeigt (siehe Abschnitt 2 und Tab. 1), liegt kein oder nur ein vernachlässigbarer direkter Einfluß des Niederschlags vor. Auch der konstante Verlauf des ^{18}O -Gehaltes (Abb.1) deutet auf größere mittlere Verweilzeiten und ein entfernt gelegenes Einzugsgebiet hin. Vergleicht man diesen Wert mit dem ^{18}O -Mittel des Niederschlags, so könnte man auf ein um 300 - 400 m höher gelegenes Einzugsgebiet (Leithagebirge?) schließen; allerdings liegt dem hier verwendeten

Mittel nur eine zweijährige Niederschlagsmeßreihe zugrunde, die für exakte Aussagen zu wenig repräsentativ ist. Der große Unterschied zwischen dem ^{18}O -Gehalt des austretenden Grundwassers und dem des Sees - der infolge der starken Verdunstung wesentlich schweres Wasser enthält - weist darauf hin, daß beim Vorliegen von ähnlichen nennenswerten Grundwasserzutritten im offenen See ein Nachweis über die Isotopenverhältnisse möglich sein sollte.

4. Übersichtsprobenahme im Frühjahr 1980 im Gebiet des Seewinkels

Im Frühjahr 1980 wurde eine Übersichtsbeprobung im Gebiet des Seewinkels durchgeführt. Da für eine fundierte Interpretation von Isotopendaten entsprechende Jahresreihen über Grundwasserstandsbeobachtungen notwendig bzw. wünschenswert sind, wurden als Probenahmestellen die Grundwasserbeobachtungspunkte des Hydrographischen Dienstes herangezogen (Abb.4). Es handelt sich dabei zum Teil um Bohrungen, zu größeren Teil aber um gegrabene Brunnen mit Betonringen oder Ausmauerung. Die freie Wassersäule variiert zwischen 0,5 - 20 m. Mit wenigen Ausnahmen sind die Brunnen nicht mehr in Betrieb. Zur Sicherung der Repräsentativität der Proben für den beprobten Grundwasserkörper wurden die Proben erst nach Entnahme größerer Wassermengen bzw. nach mehrmaligen Leerpumpen der Brunnen gezogen. Zusätzlich wurden einige Oberflächenwasserproben entnommen. Die Proben wurden an der BVFA-Arsenal auf ^3H , ^{18}O und zum Teil auf ^2H untersucht. Vom Limnologischen Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, das sich an der Probenahme beteiligte, wurden eine Reihe chemischer Parameter bestimmt.

Die Ergebnisse der ^3H - und ^{18}O -Analysen an Grundwässern sind in Abb. 5 eingetragen, das ^3H - ^{18}O -Diagramm (Abb. 6) enthält auch Analysendaten von Oberflächenwässern und des Niederschlags. Die gemessenen ^3H -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 ^3H -Wert des aktuellen Niederschlags beträgt im Vergleich dazu 40 TE (Mittel 1980). Eine Zusammen-

fassende Charakterisierung des ^3H -Gehaltes der Grundwässer im Seewinkel ist aufgrund dieser Probenahme allerdings nicht möglich, da die Probenahmestellen zu unterschiedlich beschaffen sind. Eine Betrachtung des ^3H -Gehaltes in Abhängigkeit von der Höhe der Wassersäule der Probenahmestelle (Abb. 7) weist auf eine Schichtung des seichten Grundwassers zumindest in einzelnen Bereichen des Seewinkels hin. Besonders deutlich ist dies an den benachbarten Entnahmestellen P 3 (13,2 m Wassersäule, 2 TE) und 124 (4,2 m, 46 TE) bzw. I 3 (12,0 m, 1 TE) und 14 (1,8 m, 75 TE) zu erkennen. Diese Schichtung wird auch bestätigt durch das Auftreten von Vertikalströmungen (Ausgleichsströmungen) in einer Reihe von Bohrungen (BVFA 1968) sowie durch die Beobachtung, daß sich der Grundwasserspiegel in diesen Bohrungen zeitweise knapp über der Geländeoberkante befindet. Möglicherweise handelt es sich hier um Wasser aus unter den Quartärschottern ausstreichenden grundwasserführenden Pannonschichten, die von der Parndorfer Platte her gespeist werden (T.E. GATTINGER 1975). Diese Erscheinungen sind allerdings entlang des gesamten Ostufers zu beobachten. Auffällig ist, daß der Großteil der Bohrungen am Ostrand des Sees nach wie vor fast ausschließlich Wasser aus der Zeit vor den Kernwaffenversuchen (d.h. vor 1952) führt, ebenso weisen einige Probenahmestellen im Bereich der Parndorfer Platte deutlich höhere Wasseralter auf. ^{14}C -Analysen werden hier weitere Aufschlüsse liefern. Abweichend von der Vorstellung der Grundwasserschichtung verhalten sich beispielsweise die Bohrlöcher 126 und N 1. Im Bereich von B1 126, das westlich der Langen Lacke gelegen ist, enthält das Grundwasser offensichtlich große Anteile von infiltriertem Lackenwasser, wie aus der starken ^{18}O -Anreicherung folgt. N 1 hingegen liegt im NO des Neusiedlersees in jenem Uferbereich, in dem mit stärkerem Grundwasserzutritt zum See (BVFA 1968) und somit mit einem rascheren Wasseraustausch zu rechnen ist. 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 geringen Anteil an jüngerem Wasser (Abb.6).

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der untersuchten Grundwässer bewegen sich zwischen -5 und -12‰ ^{+) bei einem Niederschlagsmittel von $-9,7\text{‰}$ (Podersdorf, Abb. 1,5,6,8), das wegen der geringen Höhenunterschiede näherungsweise für den gesamten Seewinkel als Basiswert herangezogen werden kann. Die im Vergleich zum Niederschlagswert positiveren $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von Grundwässern können verhältnismäßig leicht erklärt werden: es handelt sich um Wasser, das der Verdunstung ausgesetzt gewesen ist (sofern man den direkten Einfluß von Niederschlägen ausschließen kann). Der ^{18}O -Gehalt des Neusiedlersees beträgt zwischen -5‰ im Frühjahr und -2‰ im Spätsommer (Abb. 1). Maximum und Minimum des Jahresganges sind gegenüber dem des Niederschlags um ca. 3 Monate verschoben. Bei den Proben vom Feber 1979 und Dezember 1980 liegt offensichtlich ein unmittelbarer Einfluß von Niederschlags- oder Grundwasser vor. Noch stärker ist die ^{18}O -Anreicherung in einigen Lacken, beispielsweise weist die Kühbrunnlacke zur Zeit der Übersichtsprobenahme einen Wert von $+1,8\text{‰}$ auf (Abb. 5). Bohrung 126 ist deutlich vom Wasser der Langen Lacke beeinflusst, auch Br. 16 in Illmitz dürfte Lackenwasser führen. Bei I 10, in dessen Umgebung Seewasser in den Grundwasserkörper übertritt, könnte der Einfluß von Neusiedlersee-Wasser vorliegen, allerdings deutet der niedrige ^3H -Gehalt auf eine längere Verweilzeit hin. Eine ^{14}C -Untersuchung wird hier zur Klärung der Herkunft beitragen. Schwieriger ist die Interpretation bei den im Vergleich zum Niederschlagsmittel leichteren Wässern, bei denen aufgrund des niedrigen ^3H -Gehaltes ein direkter Einfluß des Niederschlags ausgeschlossen werden kann. Für sie müßte ein höher gelegenes Infiltrationsgebiet angenommen werden, das aber im Seewinkel nicht vorhanden ist. 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 (Abb. 6). Auch hier sollten ^{14}C -Analysen Aufschluß darüber bringen, ob möglicherweise alte Wässer beteiligt sind, die aus Niederschlägen einer Klimaperiode mit niedrigeren Temperaturen gebildet worden sind, oder ob nach einer anderen Erklärung gesucht werden muß (Einzugsgebiet westlich des Neusiedlersees?). Deutlich treten auch}

+) Der ^{18}O - Gehalt wird als Relativwert ($\delta^{18}\text{O}$) zu einem Standard (V-SMOW) in ‰ angegeben.

im ^{18}O -Gehalt Unterschiede zwischen benachbarten Probenahmestellen mit verschieden hoher Wassersäule auf, P 3 (-10,1 %) und 124 (-8,3 %) bzw. I 3 (-9,9 %) und 14 (-9,0 %). Dies bestätigt die aus den ^3H -Ergebnissen gezogenen Schlußfolgerungen über eine Schichtung des Grundwassers.

5. Künftige Untersuchungen.

Fragen, die sich unmittelbar aus der Übersichtsprobenahme ergeben, sind die nach der altersmäßigen Schichtung des seenenahen Grundwassers im Seewinkel, nach der Herkunft der verschiedenen Komponenten und ihrer Bedeutung für den Grundwasserzufluß zum See. Probenahmen zu anderen Jahreszeiten sollen Aufschluß darüber geben, ob für die einzelnen Grundwasserentnahmestellen eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Isotopenverhältnisse und damit ein unmittelbarer Einfluß des Niederschlags vorliegt. ^{14}C -Untersuchungen sollen klären, ob die in einigen Bohrlöchern am Ostufer des Neusiedlersees auftretenden Isotopenanomalien auf die Beteiligung alter Wässer zurückzuführen sind, oder ob hierfür andere Erklärungen gesucht werden müssen. Schließlich soll weiter versucht werden, Grundwasserzutritte im offenen See mit Isotopenverhältnismessungen einwandfrei nachzuweisen.

L i t e r a t u r

- BVFA-ARSENAL, 1968: Bericht über die Grundwasserströmung am Ostufer des Neusiedlersees, Bundesversuchs- u. Forschungsanstalt Arsenal, Wien.
- GATTINGER, T.E., 1975: Das hydrogeologische Einzugsgebiet des Neusiedlersees. Verh.Geol.B.-A., Bd. 1975: 331-346.
- RANK, D., 1980: Ergebnisse von Tritiumanalysen an Wasserproben aus dem österreichischen Bundesgebiet. Tagungsbericht der Frühjahrstagung 1979 des Österreichischen Verbandes für Strahlenschutz, Wien.
- RANK, D., 1981: Die Anwendung kernphysikalischer Methoden bei der Beurteilung von Wasservorkommen. Bundesanstalt für Wassergüte - Wasser und Abwasser, Wien Bd. 1979: 45-60.
- RANK, D., E. SCHRÖLL, 1979: Test for the applicability of combined nuclear and geochemical methods in relation to the water balance of Lake Neusiedl, Austria. Isotopes in Lake Studies, Proceedings of an advisory group meeting, Vienna, 29.8. - 2.9.1977, IAEA, Wien: 121-130.

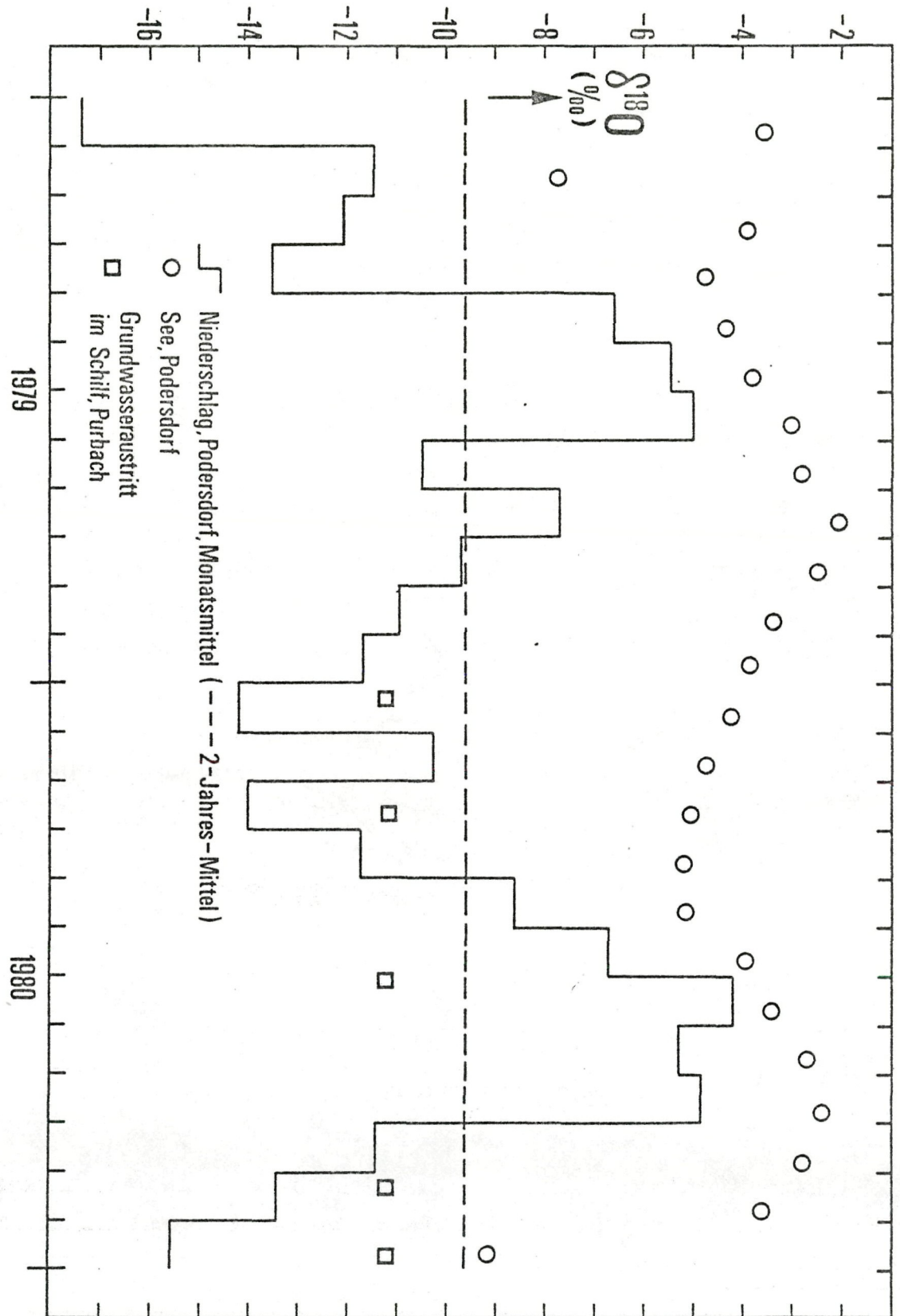


Abb. 1: Jahreszeitliche Schwankungen des ^{18}O -Gehaltes des Niederschlags, des Neusiedlersees bei Podersdorf sowie von im Schilfgürtel austretendem Grundwasser bei Purbach.

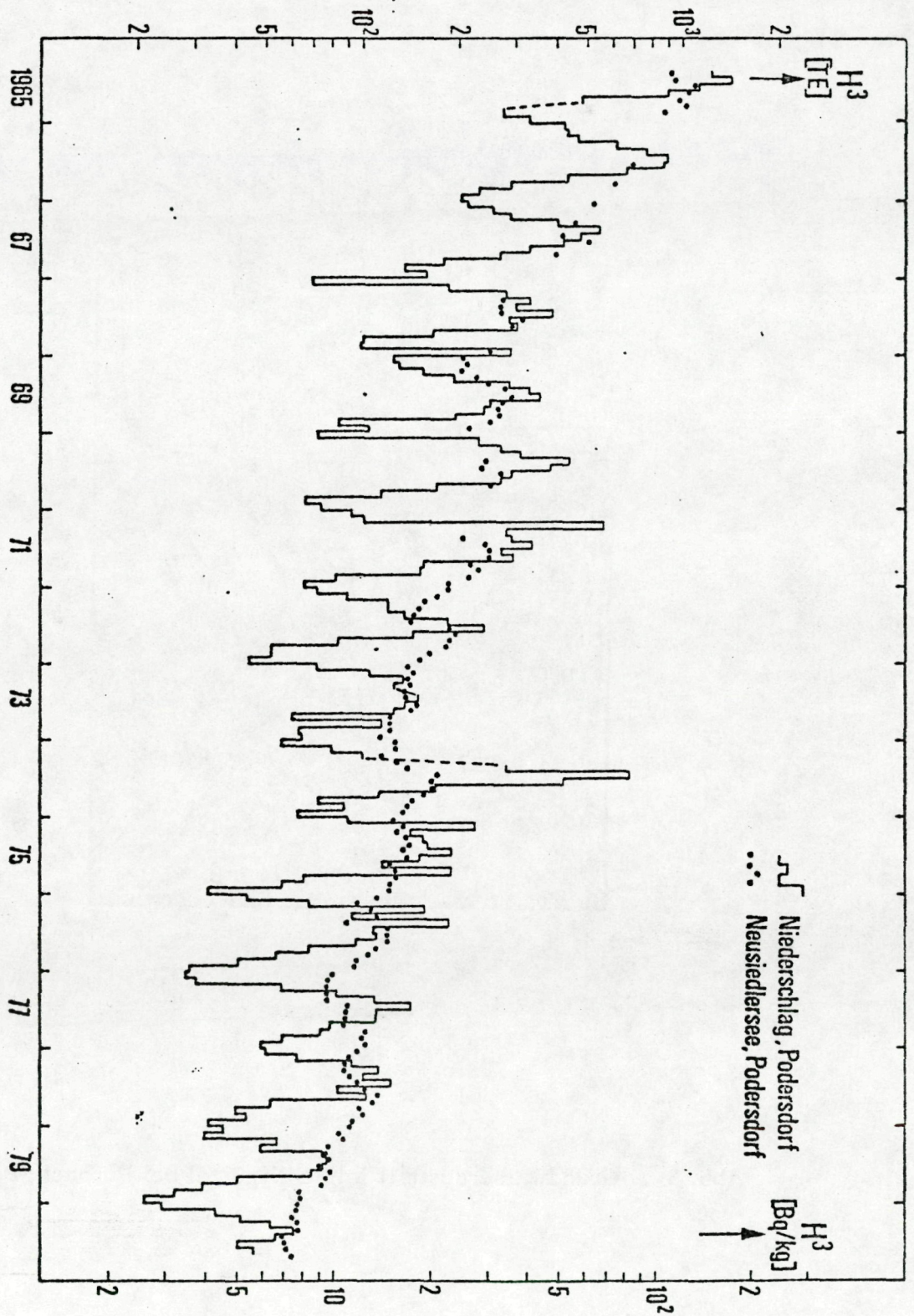


Abb. 2: Jahreszeitliche und langfristige Schwankungen des ^3H -Gehaltes des Niederschlags und des Neusiedlersees bei Podersdorf (Niederschlag: Monatsmittel, Neusiedlersee: Momentanproben).



Abb. 3 Grundwasseraustritt im Schilfgürtel bei Purbach; Probenahme.

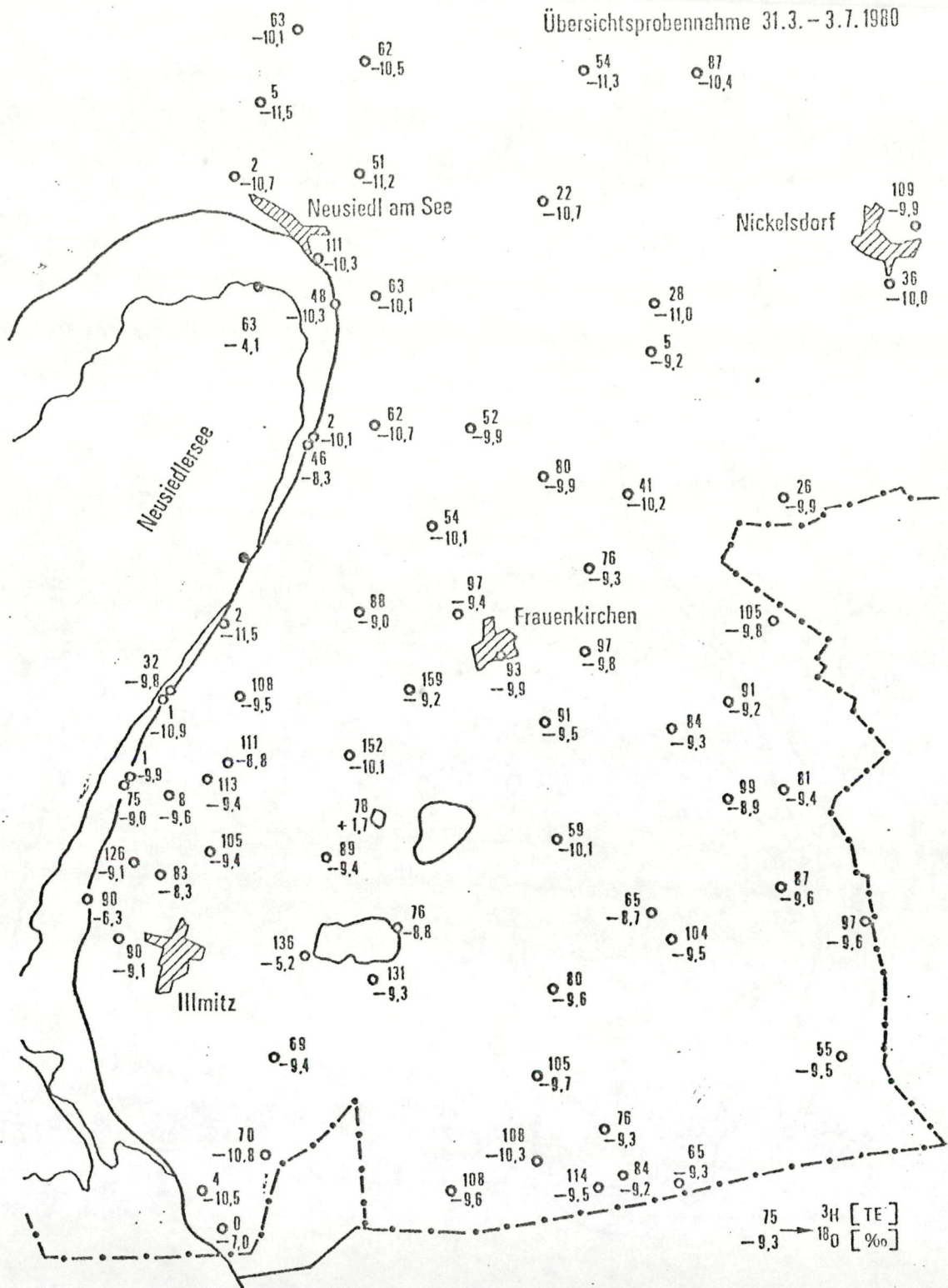


Abb. 5: Übersichtsbeprobung Frühjahr 1980: 3H - und ^{18}O -Ergebnisse.

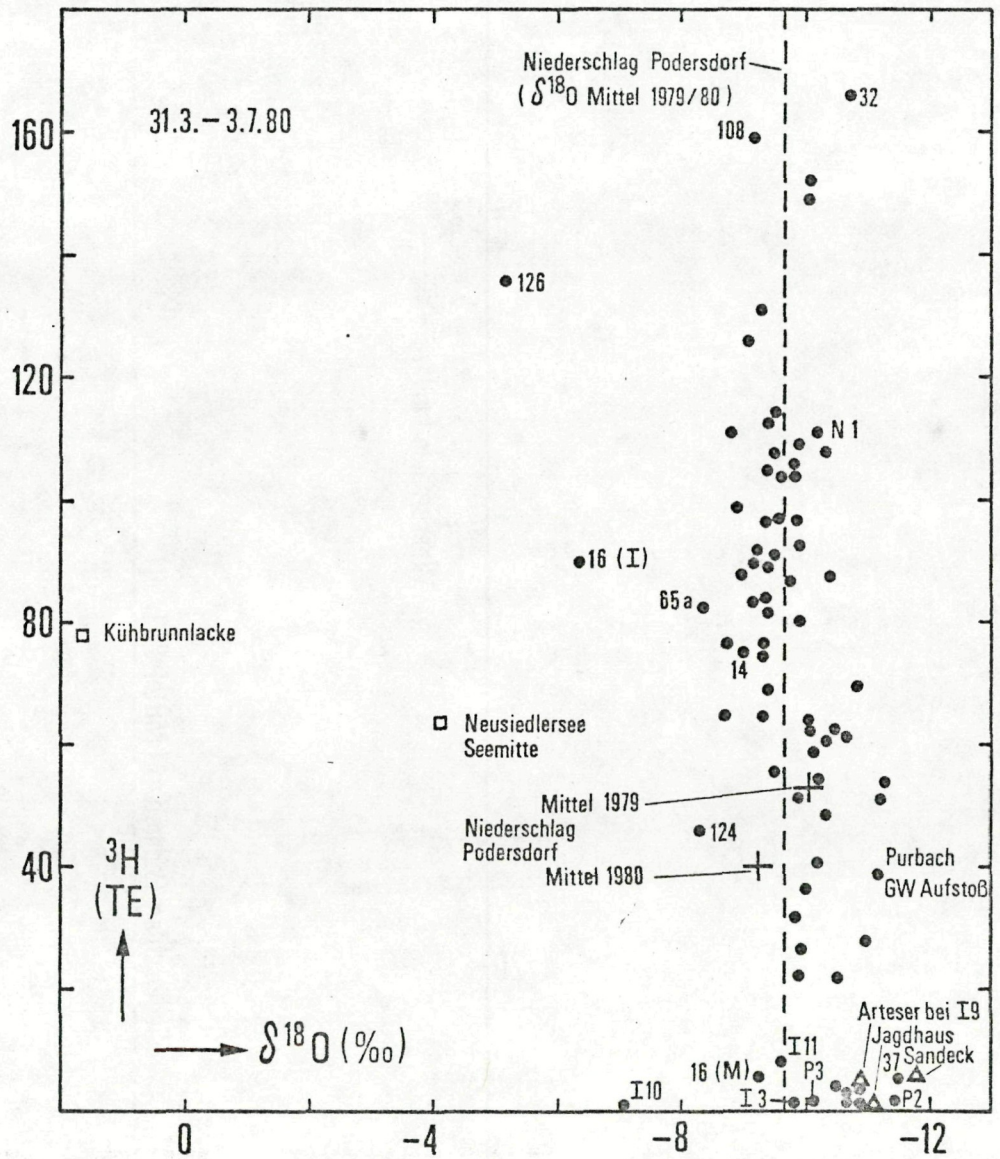


Abb. 6: Übersichtsbeprobung Frühjahr 1980: ^3H - ^{18}O -Diagramm;

- Grundwässer
- △ Artesische Wässer
- Oberflächenwässer
- + Jahresmittel des Niederschlags

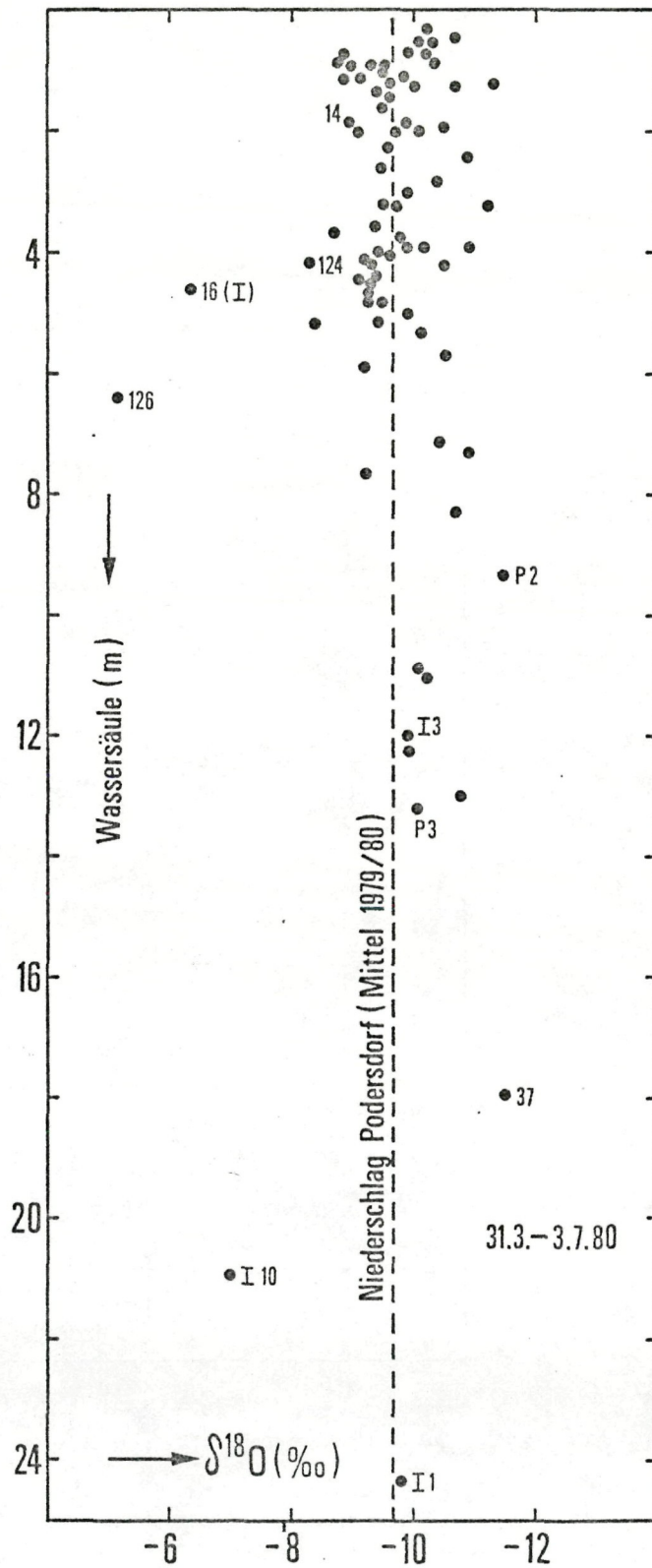


Abb. 7: Übersichtsbeprobung Frühjahr 1980: ^3H -Gehalte in Abhängigkeit von der Wassersäule der Grundwasserentnahmestellen.

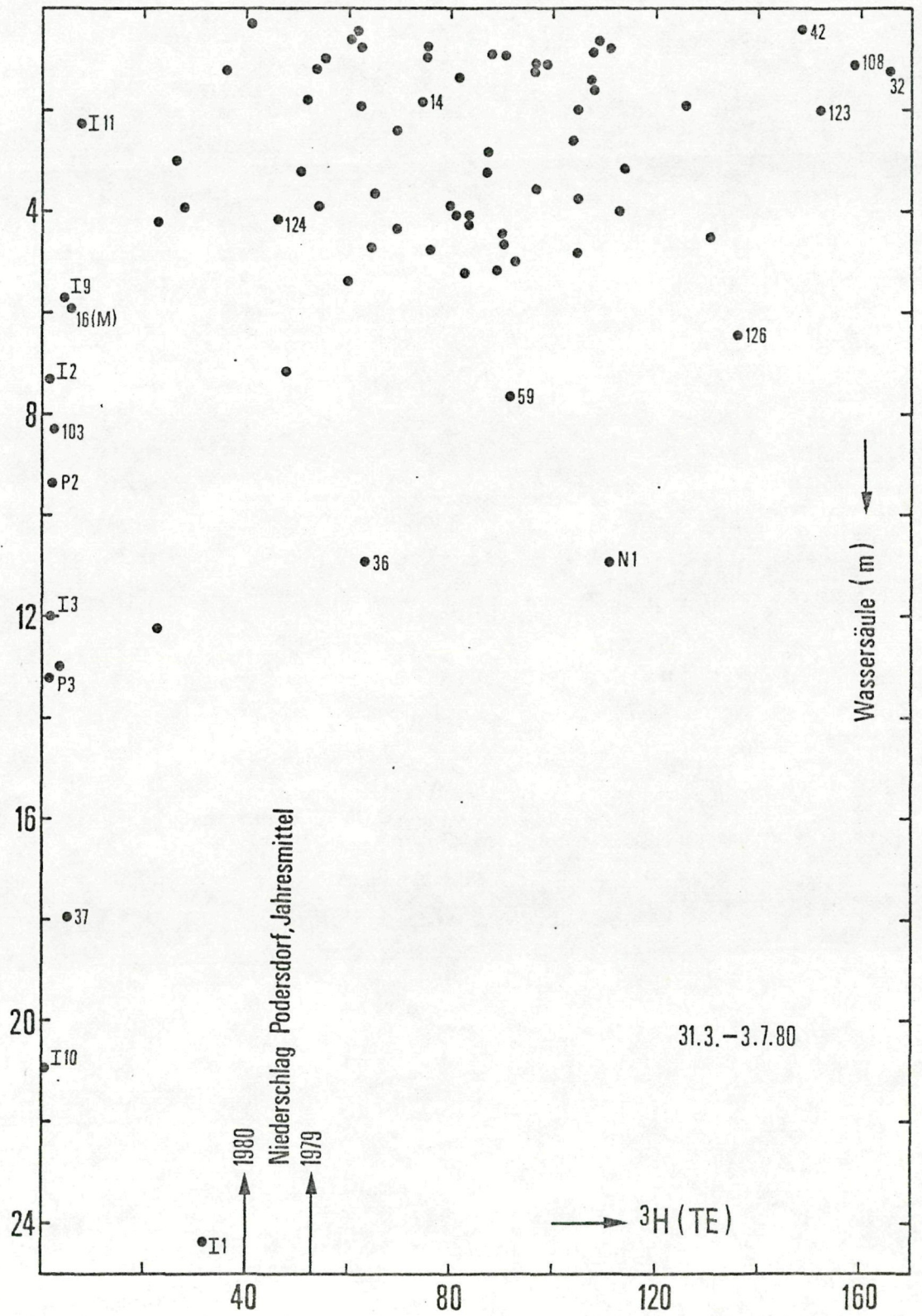


Abb. 8: Übersichtsbeprobung Frühjahr 1980: ^{18}O -Gehalte in Abhängigkeit von der Wassersäule der Grundwasserentnahmestellen.

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: 1981

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Rajner Vinzenz, Rank Dieter

Artikel/Article: [Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik \(Teil 2\) 91-107](#)