

Systematische Grundwasserbeobachtung in der Steiermark

Ingeborg ARBEITER, Graz

Mit 1 Tafel und 3 Abb.

Inhalt

1	Einleitung	15
2	Aufgabenstellung der Hydrographie in der Grundwasserforschung	16
3	Entwicklung der systematischen Grundwasserbeobachtung in der Steiermark	17
4	Systematische Grundwasserbeobachtung in der Steiermark und ihre Ergebnisse	25
5	Zusammenfassung	31
6	Literatur	32

1 Einleitung

Das Wasser ist ein maßgeblicher Faktor für die Entwicklung und Gestaltung unseres Lebensraumes. Mit zunehmender Beanspruchung dieses Faktors wird die Forderung nach einer geordneten Wasserwirtschaft immer größer. Dies verlangt ein entsprechendes Maß an Forschungstätigkeit, das heißt, eine möglichst exakte Erforschung des Wasserkreislaufes der Erdoberfläche. Die Grundlagen dafür zu erarbeiten ist Aufgabe der Hydrographie. Diese Aufgabe wurde bereits in dem aus dem Jahre 1894 stammenden Organisationsstatut des Hydrographischen Dienstes in Österreich klar umrissen und wird nunmehr im § 1 des Entwurfes für ein Bundesgesetz über die Erhebung des Wasserhaushaltes, 1976, wie folgt dargestellt: § 1 „Gegenstand der Erhebung des Wasserkreislaufes sind das Oberflächengewässer, das unterirdische Wasser, der Niederschlag, die Verdunstung und die Feststoffe in den Gewässern hinsichtlich Verteilung nach Menge und Dauer, die Temperatur von Luft und Wasser, die Eisbildung in den Gewässern sowie die den Wasserkreislauf beeinflussenden oder durch ihn ausgelösten Nebenerscheinungen.“

Durch die systematische Beobachtung und Messung sowie das planmäßige Sammeln, kritische Ordnen und statistische Aufbereiten der Daten — nach den Richtlinien der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) als Operationelle Hydrologie bezeichnet — erarbeitet die Hydrographie die Grundlagen für alle Zweige der Wasserwirtschaft (F. WIEDERSTEIN, 1977).

Lange Zeit hindurch waren nur die Oberflächengewässer für die Hydrographie von Interesse, und die systematische Beobachtung der Wasserstände der oberirdischen Gewässer stand im Mittelpunkt der Untersuchungen; das unterirdische Wasser hingegen schien zu dieser Zeit nur von örtlichem Interesse zu sein. Erst als

der Bedarf an Trink- und Nutzwasser immer mehr anzusteigen begann, gewann auch das unterirdische Wasser bzw. das Grundwasser an Bedeutung, wurde es doch gerade in der Steiermark immer mehr zum wichtigsten Wasserspender für die Trinkwasserversorgung.

2 Aufgabenstellung der Hydrographie in der Grundwasserforschung

Die Aufgabenstellung der Hydrographie in der Grundwasserforschung liegt in der systematischen Erarbeitung von Grundlagen, vor allem für den Teil der Wasserwirtschaft, der sich mit der Wasserversorgung befaßt. Hat man früher der Wasserversorgung aus Quellen den Vorzug gegeben, so greift man heute immer mehr nach dem Wasser, das nach der ÖNORM, B 2400, 2., geänderte Ausgabe 1967, definiert, „die kleinen zusammenhängenden Hohlräume des Bodens lückenlos ausfüllt und dessen Bewegungszustand ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird“.

Das im folgenden behandelte ungespannte und seichtliegende Porengrundwasser findet sich hauptsächlich in den quartären Lockergesteinen der Täler und bildet das wichtigste Reservoir für unsere Versorgung mit einem Wasser, das, solange es nicht durch menschliche Eingriffe verändert wird, in seiner Qualität jedem anderen Wasser vorzuziehen ist. Um diese Eingriffe sowohl in bezug auf die Reinhaltung des Grundwassers als auch in bezug auf die quantitative Belastung unter Kontrolle zu bringen, bedarf es einer wasserwirtschaftlichen Planung, der es obliegt, mit dem natürlichen Wasserdargebot so zu wirtschaften, daß der Bedarf an Wasser, insbesondere an Grundwasser, jederzeit und überall in einwandfreier Beschaffenheit und Menge gedeckt werden kann, ohne daß die Grundwasservorräte erschöpft oder schon bestehende und wichtige Nutzungen dadurch beeinträchtigt werden.

Voraussetzung dafür ist die Feststellung der Grundwasservorkommen und deren Erschotbarkeit sowie die Erforschung des Grundwassers und Beobachtung seines Verhaltens über einen längeren Zeitraum. Eine solche Beobachtung in allen wichtigen Grundwasservorkommen langjährig durchzuführen, ist Aufgabe der systematischen Grundwasserbeobachtung der Hydrographie. Die vom Hydrographischen Dienst erhobenen und gemessenen Grundwasserdaten allein genügen zwar nicht, alle für eine Wasserbewirtschaftung notwendigen Fragen zu beantworten, sind jedoch das Fundament aller sonstigen hydrologischen Messungen und Untersuchungen und durch ihre Vielseitigkeit und großräumige Vergleichbarkeit unerläßlich für die Sicherheit von hydrologischen Aussagen (F. WIEDERSTEIN, 1977). Das Datenmaterial muß zu diesem Zweck in bezug auf Netzdichte und Beobachtungshäufigkeit möglichst umfangreich und bezüglich der Meßgenauigkeit einwandfrei und qualitativ hochwertig sein. Dazu benötigt die Hydrographie ein Grundnetz, das den hydrographischen Richtlinien entsprechend so ausgelegt sein soll, daß es alle für die Wasserwirtschaft wesentlichen Grundwasservorkommen erfaßt und aufgrund seiner Dichte und Beobachtungshäufigkeit zumindest eine großräumige Aussage über die Grundwasserverhältnisse in diesen Gebieten ermöglicht. Da aber ein solches Dauerbeobachtungsnetz nicht in allen Grundwassergebieten der Steiermark eingerichtet werden kann, ist die Hydrographische Landesabteilung auch nicht in der Lage, alle Fragen bezüglich der Grundwasserverhältnisse in der Steiermark von vornherein beantworten oder das gewünschte Grundlagenmaterial immer sofort zur Verfügung stellen zu können.

Zu den bedeutendsten Grundwasservorkommen in der Steiermark zählen die holozänen und jungpleistozänen Talfüllungen im Enns-, Mur- und Mürzgebiet, die aufgrund der Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, des großen nutzbaren Porenvolumens und der entsprechenden Überdeckung für eine Wassernutzung prädestiniert sind. Da aber gerade diese Täler, vor allem das Mur- und Mürztal, gleichzeitig auch Ballungszentren der Besiedlung und industriellen Bewirtschaftung darstellen, ist es notwendig, diese Grundwasservorräte rechtzeitig und entsprechend zu schützen. Wenn auch das Grundwasser gegenüber den Quellen den Vorteil der größeren Ergiebigkeit und besseren Filterung hat, so ist es aber wegen des größeren Einzugsgebietes auch wesentlich schwerer zu schützen als diese. Dies betrifft besonders die Grundwasservorkommen mit geringer Überdeckung, wie zum Beispiel Teile des Mürztales, des unteren Murtales sowie die Täler der West- und Oststeiermark, wobei letztere auch noch den Nachteil geringer Ergiebigkeit haben.

Es ist Aufgabe der Hydrographie, überall dort ein entsprechendes Grundwasserbeobachtungsnetz einzurichten, wo es gilt, wasserwirtschaftliche Interessen wahrzunehmen und aufgrund des aus langjähriger Beobachtung gewonnenen Datenmaterials und der daraus resultierenden Erkenntnisse die Grundlagen für sachlich richtige Entscheidungen und wirtschaftlich optimale Lösungen zu erarbeiten. Es geht hier aber nicht nur um Fragen der allgemeinen Wasserwirtschaft, der Siedlungswasserwirtschaft oder des landwirtschaftlichen Wasserbaues, sondern im weiteren auch um Fragen des übrigen Wasserbaues, des Hoch- und Tiefbaues, der Regional- und Landesplanung und noch vieler anderer Gebiete aus Technik und Wirtschaft. Wichtigstes Anliegen dabei ist der Schutz des Grundwassers vor Überbeanspruchung und Verunreinigung, wie es vor allem beim Abbau von Sand und Kies, bei der Ablagerung von Müll, bei Mineralölversickerung, aber auch bei der Errichtung von Grundwasserseen zu befürchten ist.

Dem Schutz des Grundwassers Rechnung getragen wird in rechtlicher Hinsicht unter anderem durch das Wasserrechtsgesetz 1959 in der Fassung BGBl. Nr. 207/1969, das im übrigen im § 72 auch über die Duldung gewässerkundlicher Einrichtungen auf privatem Grundbesitz bestimmt und im § 57 unter anderem eine Anzeigepflicht für gewässerkundliche Einrichtungen festsetzt, um eine Koordinierung aller hydrographischen Beobachtungen durch den Hydrographischen Dienst zu sichern.

3 Entwicklung der systematischen Grundwasserbeobachtung in der Steiermark

Obwohl im Organisationsstatut des Hydrographischen Dienstes schon 1894 die Bedeutung des Grundwassers bei der Erforschung des Wasserkreislaufes klar zum Ausdruck gebracht ist, hat man in Österreich erst im Jahre 1930 damit begonnen, das Grundwasser systematisch zu beobachten (F. WIEDERSTEIN, 1977). In der Steiermark befaßte man sich zwar schon längere Zeit mit hydrogeologischen Untersuchungen, an eine Beobachtung des Grundwassers dachte man aber erst Ende des 2. Weltkrieges. Wie aus alten Akten hervorgeht, ließ 1944 Hofrat REITZ als Leiter der Hydrographischen Abteilung im Rahmen des Gewässerkundlichen Dienstes, U. Abt. V d, bei den in Frage kommenden Gemeinden Erhebungen über Brunnen durchführen, die eventuell für Grundwassermessungen geeignet wären. Zur Einrichtung von Grundwassermeßstellen und damit zum Beginn einer systematischen Grundwasserbeobachtung durch die Hydrographische Landesab-

teilung kam es dann allerdings erst im November 1947 unter Hofrat KREPS an 15 Brunnen in Graz und im Grazer Feld, wobei es im Grazer Stadtgebiet vor allem die nicht mehr genutzten Luftschutzbrunnen waren, die sich für eine ungestörte Grundwassermessung anboten.

Als Meßgerät für die Grundwasserstandsmessung diente am Anfang ein einfacher Meßstab, ein sogenannter Kreidestab, der an einem Klaviersaitendraht in den Brunnen hinabgelassen wurde. Die Handhabung dieses Gerätes war umständlich und zeitraubend. Erst nach und nach konnte dieses sehr anfällige und schwer zu behandelnde Meßgerät durch Brunnenpfeifen ersetzt werden. Aber auch die Brunnenpfeife ist für ältere oder behinderte Leute nicht ganz einfach im Gebrauch und war oft der Grund, daß ein Brunnenbesitzer nicht als Beobachter gewonnen werden konnte. Als es mit Zunahme der Meßstellen nicht mehr möglich war, alle Meßstellen vom Amt aus zu betreuen und man immer mehr auf örtliche Beobachter angewiesen war, bemühte man sich, ein Meßgerät zu finden, das für den Beobachter möglichst einfach handzuhaben wäre. Nach mehreren Versuchen gelang es den Technikern der Hydrographischen Landesabteilung ein Gerät zu entwickeln, das dem Wunsch nach einfacher Handhabung und Wartungsmöglichkeit, vor allem aber auch der Forderung nach Meßgenauigkeit voll gerecht wurde. Es ist dies ein auch heute noch in Verwendung stehender Bandpegel mit Schwimmer und Gegengewicht. Das mit Zentimeterteilung bedruckte PVC-Band läuft über eine, an der Wand des Bohrrohres montierte Rolle und zeigt das Abstichmaß vom Meßpunkt (Rohroberkante) zum Wasserspiegel an (Tafel 1, Fig. 2). Bei Hausbrunnen wird das Gerät in einem, in die Brunnenabdeckplatte eingelassenen Rohrstutzen von 70 mm Durchmesser montiert (Tafel 1, Fig. 4). Heute sind 2 Typen dieses Meßgerätes, das im Laufe der Jahre noch weiter verbessert wurde, im Einsatz. Der Unterschied der beiden Gerätetypen liegt in der verschiedenen Größe des Schwimmers bzw. in der Ausführung der Rollenachse (Tafel 1, Fig. 1). Die jeweilige Verwendung richtet sich nach der Bauweise des Hausbrunnens, in den das Gerät eingebaut werden soll.

Mit dem, von der Hydrographischen Landesabteilung hergestellten Grundwasserstandsmeßgerät war es aufgrund der einfachen Installation und der gegenüber anderen Meßgeräten wesentlich geringeren Anschaffungskosten in den folgenden Jahren möglich, das Beobachtungsnetz der Hydrographie verhältnismäßig rasch auszubauen. Anfang der sechziger Jahre waren es zwar noch immer nur 20 Meßstellen, an denen der Grundwasserstand laufend gemessen wurde, doch schon innerhalb weniger Jahre hat sich diese Zahl vervielfacht. Ende 1960 wurden von der Hydrographischen Landesabteilung im Raum Unterpurkla sechs Bohrungen niedergebracht und als Meßstellen eingerichtet, um in Abstimmung mit den Jugoslawen einen Überblick über die Grundwasserverhältnisse im unteren Murtal (Abstaller Becken) zu erhalten. Gleichzeitig wurden von A. WINKLER-HERMADEN im Grazer Feld, zwischen Kalsdorf und Wildon, im Zuge der Erkundung von

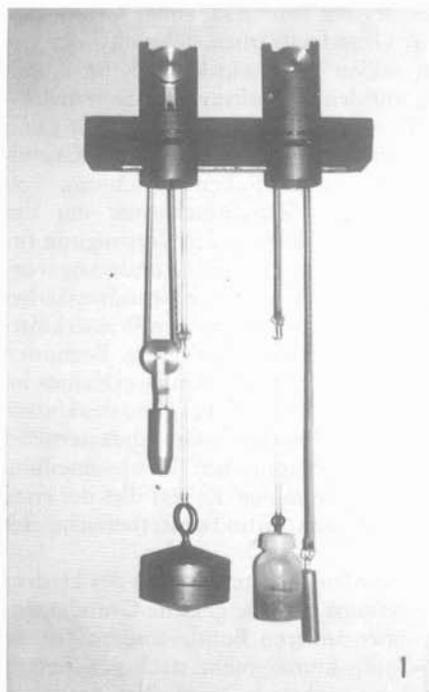
Tafel 1

Fig. 1: Grundwasserstandsmeßgerät, Type 1 und 2

Fig. 2: Grundwassermeßstelle mit Bandpegel für Grundwasserstandsmessung

Fig. 3: Grundwassermeßstelle mit Vertikal-Registrierpegel für Grundwasserstandsmessung

Fig. 4: Grundwassermeßstelle mit Bandpegel für Grundwasserstandsmessung und Grundwassertemperaturgerät (Fernthermometer)



Grundwasservorkommen für die Wasserversorgung von Graz, einige Grundwassermeßstellen errichtet, die 1962 in das Grundwasserbeobachtungsnetz der Hydrographie aufgenommen wurden. Im selben Jahr wurde auch im Raum Aichfeld — Murboden, im Zusammenhang mit den im Auftrage der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung IIIa Wasserbau, von E. WORSCH (1963 und 1972) durchgeführten hydrogeologischen Untersuchungen, mit laufenden Grundwasserstandsmessungen begonnen. Zu einer systematischen Errichtung von Grundwasserbeobachtungsnetzen kam es aber, in Zusammenarbeit mit der Hydrographischen Landesabteilung, erst mit der Gründung der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz 1962 und deren Ziel, die Grundwasservorkommen im Murtal zu erkunden sowie der Notwendigkeit einer Grundwasserbeobachtung im Zusammenhang mit den Bauvorhaben der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG zwischen Graz und Radkersburg im Jahr 1964. Begonnen wurde mit der Netzerrichtung wegen des in Gralla geplanten Kraftwerkbaues im Leibnitzer Feld, später, 1965 bis 1966, folgten dann das Grazer Feld und das Untere Murtal. Nach und nach wurden sämtliche Meßstellen dieser Grundwassernetze mit dem Grundwasserstandsmeßgerät der Hydrographischen Landesabteilung ausgestattet und in das Hydrographische Netz übernommen. Es war dies der erste Schritt zur systematischen Erfassung aller größeren Grundwasserbereiche der Steiermark.

Ein Beobachtungsnetz zu schaffen ist die vordringlichste Aufgabe des Hydrographischen Dienstes und wichtigste Voraussetzung für eine gezielte Grundlagenforschung. Da die Steiermark damit gegenüber anderen Bundesländern arg im Rückstand war und die Grundwasserforschung immer mehr nach gesicherten Grundlagen verlangte, war es vorerst einmal das wichtigste, so rasch wie möglich mit der Grundwasserbeobachtung auf breitem Raum zu beginnen, das heißt, ein entsprechendes Beobachtungsnetz einzurichten. Die vor der Errichtung eines solchen Netzes durchzuführende hydrogeologische Vorerkundung und Übersichtskartierung, wie sie F. WIEDERSTEIN in seiner Arbeit über systematische Grundwasserbeobachtungen (1977) beschreibt, mußten auf später verschoben werden. Ohne diese Unterlagen war es natürlich sehr schwierig, das Netz den fachlichen Kriterien entsprechend auszurichten. Dazu kam auch noch, daß die Hydrographische Landesabteilung zu dieser Zeit nicht über die finanziellen Mittel zur Errichtung von Rohrbrunnen verfügte und daher bei der Errichtung von Meßstellen auf die vorhandenen Hausbrunnen (Schachtbrunnen) angewiesen war. In unbesiedelten sowie aus Quellen oder durch zentrale Anlagen versorgten Gebieten, wie zum Beispiel in einigen Bereichen des Aichfeldes und Murbodens, war es aus diesem Grund trotz vorheriger hydrogeologischer Aufnahme nicht möglich, das Meßstellennetz nach hydrographischen Gesichtspunkten auszulegen. Eine Bohrung nur zum Zwecke der Grundwasserbeobachtung kam wegen der hier angetroffenen Tiefen des Grundwasserspiegels weder zu diesem Zeitpunkt noch später in Frage. In so einem Fall kann natürlich auch nicht darauf Rücksicht genommen werden, ob ein Brunnen genutzt wird oder nicht, bzw. wie groß die Wasserentnahme ist. Einer darauf zurückzuführenden Beeinflussung des Grundwasserganges muß eben bei Beobachtung und Auswertung entsprechend Rechnung getragen werden.

Das Datenmaterial der hydrographischen Grundwassermeßstellen wird seit dem Jahre 1948 im *Hydrographischen Jahrbuch von Österreich*, herausgegeben vom Hydrographischen Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, veröffentlicht. Im Jahrbuch 1966 ist die Steiermark bereits mit 201 Grundwassermeßstellen vertreten, die sich auf die Grundwasserfelder des

Murtales, nämlich Aichfeld, Murboden, Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal, verteilen. Daneben gab es aber auch schon damals Sondernetze, die im Zusammenhang mit Forschungsaufträgen der Steiermärkischen Landesregierung bzw. der Hydrographischen Landesabteilung oder aufgrund von hydrogeologischen Begutachtungen entstanden sind, deren Datenmaterial aber nicht zur Veröffentlichung gelangte, da es sich hierbei um spezielle Grundwasserprobleme handelte, und die Beobachtungen sowohl in ihrer Häufigkeit als auch in ihrer Dauer begrenzt waren.

Ein solches Sondernetz gab es zum Beispiel im Vordernbergertal, zwischen Trofaiach und Donawitz, wo die Grundwasserstände seit 1952 gemessen wurden (A. WINKLER-HERMADEN, 1958), ein weiteres im Mürztal mit Grundwasserstandsmessungen ab 1953. Zwischen 1953 und 1955 begann man im Eggenfeld, dem Grundwasserhoffungsgebiet für die Wasserversorgung von Graz, mit Grundwasseruntersuchungen und im Zuge dieser mit der Einrichtung eines aus 2 Bohrbrunnen und einer Anzahl von Schlagbrunnen bestehenden Grundwasserbeobachtungsnetzes, das in langjähriger Beobachtung über Grundwassergang und Grundwasserströmung Aufschluß bringen sollte. Dieses Beobachtungsnetz wurde von der Grazer Stadtwerke AG im Laufe der Jahre noch weiter ausgebaut und dient heute, nach teilweiser Inbetriebnahme der beiden Versorgungsbrunnen des Wasserwerkes Friesach, vor allem der Beweissicherung. Das aus der Beobachtung der Sondernetze gewonnene Datenmaterial liegt, allerdings unbearbeitet, bei der Hydrographischen Landesabteilung auf und kann jederzeit eingesehen werden.

Anfang der sechziger Jahre kam es zu einer Reihe von Aufschlußbohrungen durch die Hydrographische Landesabteilung, und zwar 1960 in Wildon, 1961 in Köflach und Voitsberg und 1962 in Jöß und Tillmitsch. Diese Bohrungen dienten durchwegs der Abklärung spezieller Grundwasserprobleme und wurden daher mit Ausnahme des Bohrbrunnens in Jöß von der Hydrographie nicht in ihr Beobachtungsnetz übernommen.

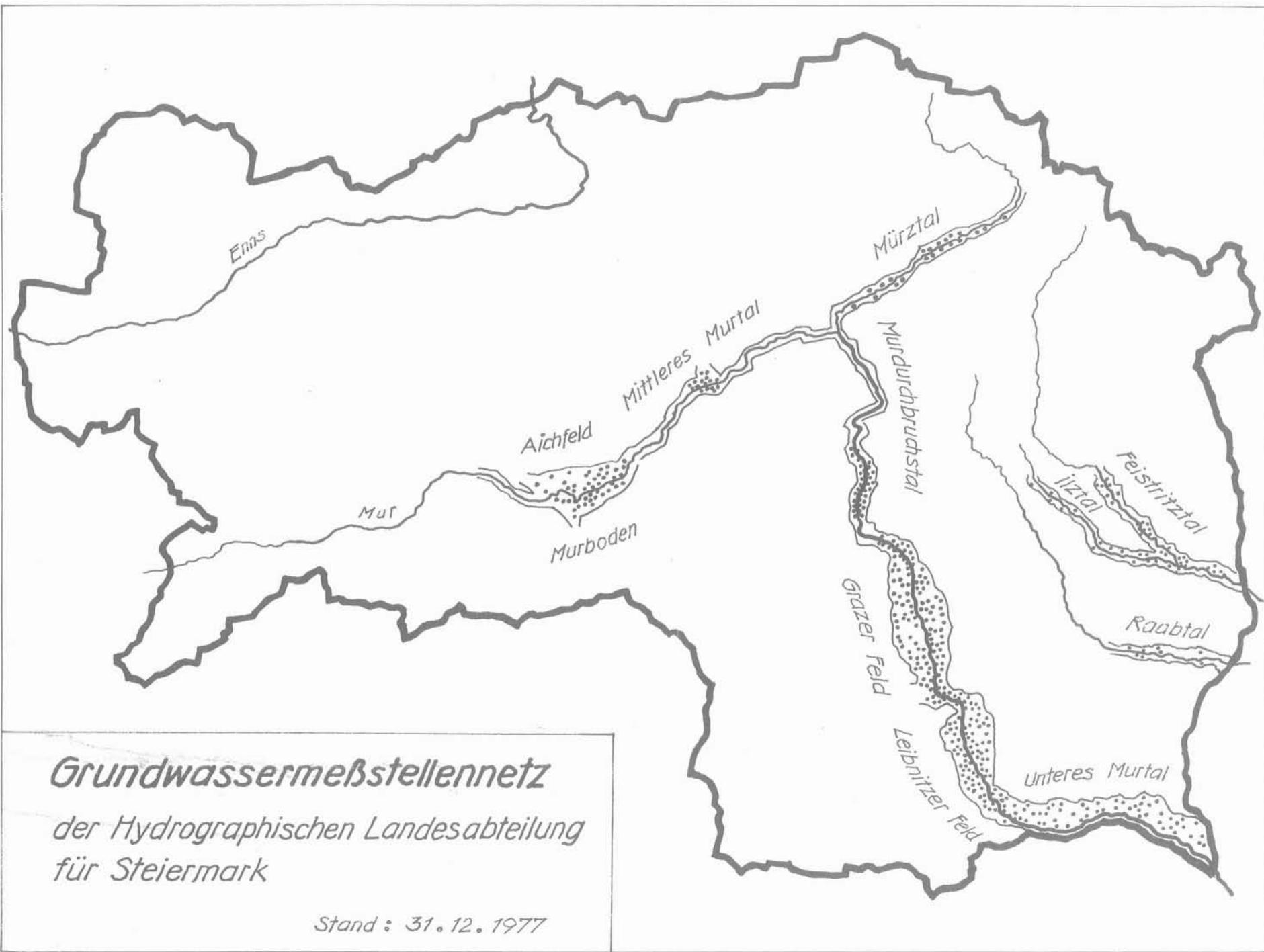
Im Jahre 1961 begann W. TRONKO im Rahmen der Fachabteilung IIIa Wasserbau, dem Organ für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung in der Steiermark, mit einer systematischen Erkundung der Grundwasservorkommen in den Talbereichen der Mur und Mürz. Für diese Untersuchungen wurden zahlreiche Aufschlußbohrungen durchgeführt und als Grundwassermessstellen eingerichtet. Im Mürztal wurden 1961/1962 im Talabschnitt zwischen Kapfenberg und Krieglach 9 Bohrungen niedergebracht (W. TRONKO, 1962), im Murtal, zwischen Badl und Frojach, waren es 20 Bohrbrunnen, die ab 1967 für eine Grundwasserbeobachtung zur Verfügung standen. Ein zusammenhängendes Netz von Bohrungen und Brunnen entstand 1966 im Raum St. Michael — Kaisersberg, welches W. TRONKO dazu benützen wollte, verschiedene Untersuchungsmethoden auf ihre allgemeine Anwendbarkeit für die Untersuchung solcher Grundwasserfelder zu prüfen. Zu erwähnen wären auch noch 6 Bohrbrunnen in der Weststeiermark, und zwar 4 in Fraudental und 2 in Schwanberg, die im Zuge einer Grundwasseruntersuchung bereits Anfang der sechziger Jahre errichtet, und, wie auch alle übrigen unter W. TRONKO errichteten Meßstellen, ab 1967 laufend beobachtet wurden.

Zum Unterschied von den vorher genannten Sondernetzen waren die unter W. TRONKO errichteten Beobachtungsnetze von vornherein für eine länger andauernde Grundwasserbeobachtung vorgesehen, da sie nicht nur auf ein spezielles Problem ausgerichtet waren, sondern allgemein gültige Erkenntnisse für diese Talbereiche erwarten ließen. Da die Meßstellen in Zusammenarbeit mit oder durch die Hydrographische Landesabteilung errichtet worden sind und auch die Beobach-

tung sowie die statistische und graphische Bearbeitung des anfallenden Datenmaterials nach den Richtlinien der Hydrographie erfolgten, war es nach Abschluß der Untersuchungen möglich, einen Teil davon in das Hydrographische Netz zu übernehmen und eine Auswahl davon im Hydrographischen Jahrbuch zu veröffentlichen. Eine Auswahl deswegen, weil nicht alle Meßstellen dieser Schwerpunktnetze für eine Übernahme in das Grundnetz der Hydrographie, das heißt, in das Netz, das zur Veröffentlichung im Jahrbuch gelangt, geeignet sind. Eine Übernahme dieser Beobachtungsnetze von Beginn an war aus finanziellen und personellen Überlegungen allerdings unmöglich. Zuerst mußten einmal die bedeutenderen Grundwasservorkommen systematisch erfaßt und bearbeitet werden, erst dann war an eine Verdichtung der Netze oder Beobachtung weniger wichtiger Grundwasserfelder zu denken. So ist zu erklären, warum das seit 1968 von der Fachabteilung IIIa Wasserbau abgetrennte und unmittelbar der Landesbaudirektion unterstellte Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung unter Hofrat BERNHART eigene Beobachtungsnetze unterhalten mußte und diese erst nach und nach von der Hydrographischen Landesabteilung übernommen werden konnten; das Mürztal im Jahr 1971 mit 17 Meßstellen, der Raum St. Michael — Kaisersberg (Mittleres Murtal) 1974 mit 23 Meßstellen und das im Jahr 1969 errichtete Beobachtungsnetz Peggau — Deutschfeistritz — Mauritzen (Murdurchbruchstal) 1976 mit 20 Meßstellen.

Da das aus diesen Netzen stammende Datenmaterial zwar den Richtlinien des Hydrographischen Dienstes entsprach, aber für eine Veröffentlichung doch noch entsprechend bearbeitet werden mußte, brachte die Übernahme eines solchen Netzes sehr viel Arbeit mit sich, war doch auch das Netz selbst meist noch zu bereinigen, da die Ausrichtung eines Netzes durch die Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung doch nach anderen Gesichtspunkten erfolgt als die eines hydrographischen Netzes. Der Unterschied liegt in der verschiedenen Aufgabenstellung der beiden Dienststellen. Wesentlichste Aufgabe des Hydrographischen Dienstes ist, wie schon gesagt, die Errichtung von Beobachtungsnetzen für eine systematische Grundwasserbeobachtung in der Steiermark, Aufbereitung des Datenmaterials bzw. Erarbeitung der Grundlagen für wasserwirtschaftliche Untersuchungen und Planungsaufgaben. Der Schwerpunkt der Tätigkeit des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung liegt in der Erfassung aller nutzbaren Wasservorkommen der Steiermark und deren Zuordnung zu bestimmten Verbrauchsgebieten als Grundlage für die Erstellung von wasserwirtschaftlichen Rahmenplänen (L. BERNHART, 1974 und 1975), wobei unter Wasservorkommen nicht nur das Grundwasser, sondern auch Quell- und Karstwasser zu verstehen sind.

Grundwasseruntersuchungen der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung zum Zwecke der Wassererschötung führten teilweise zu einer vorübergehenden Verdichtung bereits vorhandener hydrographischer Netze, wie im nordöstlichen Leibnitzer Feld (E. FABIANI, 1973), im südöstlichen Grazer Feld (H. ZETINIGG, 1973), im unteren Murtal und im Raum Aichfeld — Murboden. In all diesen Fällen konnte auf bereits langjährige Beobachtungsreihen hydrographischer Meßstellen zurückgegriffen werden, was erst einmal einen groben Überblick über die Grundwasserverhältnisse gestattete und somit auch die Ausrichtung der weiteren Arbeit wesentlich erleichterte. Für die Untersuchung des Grundwasserfeldes St. Stefan ob Leoben — Kraubath wurde von der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung ein Sondernetz eingerichtet (H. ZETINIGG, 1976). Einzelne Meßstellen dieser Schwerpunktnetze konnten in das Hydrographische Netz übernommen werden, vor allem Rohrbrunnen, die wegen ihrer Ungestörtheit durch Wasserent-



Grundwassermeßstellennetz
 der Hydrographischen Landesabteilung
 für Steiermark

Stand : 31.12.1977

nahmen für die Grundwasserbeobachtung sehr wertvoll sind und auch den Einsatz von Schreibgeräten ermöglichen. Die zuletzt übernommenen 4 Rohrbrunnen im Raum Weitendorf stammen von der Grundwasseruntersuchung Kainachtal. Die übrigen Meßstellen aus den Untersuchungsprogrammen Schwarze Sulm und Untere Kainach waren für eine Übernahme in das Hydrographische Netz nicht von Interesse.

Die in der Oststeiermark durch die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen 1967/1968 im Zusammenhang mit der Untersuchung der artesischen Wässer errichteten Netze zur Beobachtung des seichtliegenden Grundwassers im Feistritztal, Ilztal und Raabtal wurden von der Hydrographischen Landesabteilung eingerichtet, betreut und schließlich 1974 mit 53 Meßstellen ins Hydrographische Netz übernommen.

Grundwasserstandsmessungen werden aber auch von privaten Unternehmungen durchgeführt und zwar zum Zwecke der Beweissicherung, wie z. B. von der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG im Grazer Feld, Leibnitzer Feld und unteren Murtal, der Steiermärkischen Elektrizitäts-AG im Raum Weinzödl, der Leykam-Mürztaler Papier- und Zellstoff AG im Bereich Judendorf — Gratkorn — Eggenfeld und der Grazer Stadtwerke AG seit der Errichtung ihrer Wasserwerke in Feldkirchen, Andritz und Friesach. Immer wieder wurden einzelne Meßstellen dieser Netze von der Hydrographie übernommen. In den letzten beiden Jahren waren es vor allem Meßstellen der beiden Wasserwerke Andritz und Friesach, die wegen ihrer Bedeutung für die Wasserversorgungsanlagen in das Dauerbeobachtungsnetz der Hydrographie einbezogen wurden und somit auch im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht werden.

Das Beobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung wurde im Laufe der Jahre ständig weiter ausgebaut und den aus laufenden Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen entsprechend verbessert. Erst durch hydrogeologische Aufnahmen und Kartierungen sowie Auswertung des bisherigen Datenmaterials, vor allem aber auch durch die Konstruktion von Schichtlinien, war es möglich, das Netz nach und nach zu bereinigen und hydrologisch und meßtechnisch optimal auszurichten. Das *Meßstellennetz der Hydrographischen Landesabteilung* erfaßt heute mit 490 Meßstellen — das ist gegenüber 1966 ein Zuwachs um 150 % — alle bedeutenden Grundwasserbereiche der Steiermark, das heißt, alle größeren Grundwasserfelder des Murtales, wie Aichfeld — Murboden, das Mittlere Murtal mit St. Michael — Kaisersberg, das Murdurchbruchstal mit Friesach — Eggenfeld, das Grazer Feld, das Leibnitzer Feld, das Untere Murtal sowie die Grundwasserfelder des Mürztales und einige Talbereiche der Oststeiermark (Abb. 1). Das Datenmaterial aus der Grundwasserbeobachtung des Feistritz-, Ilz- und Raabtales sowie noch einiger anderer Meßstellen wird, da es nur der Abklärung eines speziellen Fragenkomplexes dient, nicht im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht, aber ebenso bearbeitet und ausgewertet wie das zur Veröffentlichung gelangende Datenmaterial, nur wird dieses seit 1972 über die elektronische Datenverarbeitung aufbereitet, was gegenüber der händischen Bearbeitung eine wesentlich differenziertere Auswertungsmöglichkeit bietet.

Eine Entwicklung zeichnet sich aber nicht nur in den verschiedenen Auswertungsmöglichkeiten ab, sondern auch in der Einrichtung der Meßstellen, im Einsatz von Meßgeräten und im Meßverfahren. Von der ursprünglichen Methode der Grundwasserstandsmessung mittels Kreidestab war man inzwischen längst abgekommen, aber auch die Brunnenpfeife hat sich in der Steiermark nicht durchgesetzt, gab es doch mittlerweile den fix montierbaren Schwimmerpegel der

Hydrographischen Landesabteilung, der ein einfaches Ablesen des Abstichmaßes am Meßpunkt ermöglicht. Für Kontrollmessungen oder sonstige Messungen durch die Hydrographische Landesabteilung werden Kabellichtlote benützt. Durch den Einsatz von Schreibpegeln an besonders interessanten Stellen des jeweiligen Untersuchungsgebietes erhält man ein lückenloses Bild des Grundwasserganges. Bei der Hydrographischen Landesabteilung sind derzeit 24 Schreibpegel, und zwar Vertikal—Registrierpegel mit 32 Tage Trommelumlauf in Verwendung, die, verteilt auf alle größeren Grundwasserfelder, das gesamte Beobachtungsmaterial aufwerten und sehr wesentlich zu einer genauen Kenntnis der Grundwasserverhältnisse beitragen (Tafel 1, Fig. 3). Für die Ausstattung mit Schreibgeräten werden nach Möglichkeit Rohrbrunnen ausgewählt, da sich gerade hier der Vorteil gegenüber Hausbrunnen besonders bemerkbar macht, sind sie doch frei von jeder Störung durch Wasserentnahmen und vermitteln, als Grundwassersonde ausgeführt, ein ungestörtes Bild des Grundwasserganges. Da die Hydrographische Landesabteilung nicht über die finanziellen Mittel verfügt, Rohrbrunnen in benötigtem Maße selbst zu errichten, ist sie auf vorhandene Rohrbrunnen anderer Institutionen angewiesen. In Zusammenarbeit mit der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung war es fallweise möglich, durch Verrohrung von Aufschlußbohrungen zu Rohrbrunnen zu gelangen. Seit dem Jahr 1975 werden auch von der Hydrographischen Landesabteilung selbst an besonders wichtigen Stellen Bohrungen zum Zwecke der Meßstellenerrichtung niedergebracht. Trotzdem überwiegen im Beobachtungsnetz der Hydrographie die an Hausbrunnen eingerichteten Meßstellen mit ca. 90 Prozent des gesamten Meßstellennetzes noch bei weitem die Anzahl der Rohrbrunnen.

Seit 1969 wird neben dem Grundwasserstand in einigen ausgewählten Meßstellen auch die Temperatur des Grundwassers gemessen. Es ist schon schwierig genug, für die Grundwasserstandsmessung geeignete Meßstellen zu finden, da es ja kaum noch Hausbrunnen ohne motorische Wasserentnahme gibt. Noch schwieriger ist es aber, Hausbrunnen ausfindig zu machen, in denen es möglich ist, die Grundwassertemperatur einwandfrei zu messen, da gerade diese einer Reihe von Einflüssen unterworfen sein kann. Die ersten Messungen erfolgten durch Bedienstete der Hydrographischen Landesabteilung mittels Schöpftthermometer. Mit der Anschaffung von an Ort und Stelle montierbaren elektrischen Temperaturanzeigeräten (Fernthermometer) war es möglich, auch die Temperaturmessung den örtlichen Beobachtern zu überlassen (Tafel 1, Fig. 4). Für die Kontrollmessung durch die Hydrographische Landesabteilung oder Sondermessungen werden Schöpftthermometer oder neuerdings Kabellichtlote mit Temperatursonde verwendet. Mit letzteren ist es nunmehr möglich, die Grundwassertemperatur in einem oder auch mehreren Grundwasserfeldern gleichzeitig zu messen. Sowohl Grundwasserstand als auch Grundwassertemperatur werden in der Regel einmal wöchentlich, und zwar wie in ganz Österreich, am Montag gemessen bzw. abgelesen. Nur Meßstellen mit besonders großer wöchentlicher Schwankung, meist die Meßstellen auf der Niederterrasse bzw. in der Nähe des Vorfluters, werden noch ein zweites Mal in der Woche gemessen.

Beobachtungen und Messungen der chemisch-bakteriologischen Beschaffenheit des Grundwassers fallen in den Aufgabenbereich des Gewässerschutzes.

Neben dem bisher besprochenen seichtliegenden Grundwasser, aus dem der größte Teil der Wasserentnahmen für die Trinkwasserversorgung erfolgt, hat in letzter Zeit auch das gespannte Grundwasser aus tieferen Horizonten an Bedeutung gewonnen. Artesische Brunnen findet man vor allem in den jungquartär-

ren Ablagerungen des steirischen Beckens und in der quartären Talfüllung des Mitterennstales, zwischen Stainach-Irdning und Gesäuseeingang (H. ZETINIGG, 1975). Im Zuge der Arbeiten der im Jahre 1951 gegründeten Enns-Studienkommission und der damit gestellten Aufgabe zur Beschaffung der hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Grundlagen kam es, in Zusammenarbeit mit der Hydrographischen Landesabteilung, zu einer eingehenden Untersuchung der Grundwasser-Verhältnisse in diesem Gebiet, deren Ergebnisse durch M. PLATZL (1960) in der Festschrift „100 Jahre Ennsregulierung“ festgehalten sind. In den Jahren 1949 bis 1951 sind von der Ennskraftwerke AG Steyr im Mitterennstal, im Zusammenhang mit der Studie über einen Grundwasserspeicher, über 60 Grundwasserbeobachtungsstellen eingerichtet worden, in denen von 1952 bis 1959 regelmäßig an jedem 2. Tag die Grundwasserspiegelhöhen gemessen wurden (M. PLATZL, 1960).

Im steirischen Becken hat die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen 1962 mit Untersuchungen an den Tiefengrundwässern begonnen und an mehreren vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung niedergebrachten Bohrungen Beobachtungsstationen errichtet. Ihren Niederschlag finden die Ergebnisse dieser systematisch durchgeführten Untersuchungen und Beobachtungen in Veröffentlichungen in den Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung und den Steirischen Beiträgen zur Hydrogeologie der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz.

Einen nicht ganz unwesentlichen Beitrag zu unserer Wasserversorgung leistet aber auch das an die Erdoberfläche austretende unterirdische Wasser, das Quellwasser. Vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung werden schon seit vielen Jahren Quellaufnahmen durchgeführt und ein Quellkataster angelegt. Im Zuge der hydrologischen Untersuchung des südlichen Hochschwabgebietes, dem Hoffungsgebiet für die zukünftige Wassergewinnung des Wasserverbandes Hochschwab-Süd, dem auch die Stadt Graz angehört, kam es 1970/1971 zur Errichtung eines Beobachtungsnetzes mit Quellaufnahmen und Grundwasserstandsmessungen für den Zeitraum der Untersuchungen.

4 Systematische Grundwasserbeobachtung in der Steiermark und ihre Ergebnisse

Das Grundwasserbeobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung besteht derzeit aus 490 Grundwassermeßstellen, wovon 420 zum Grundnetz zählen und im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht werden. Von diesen Meßstellen sind 24 mit Schreibgeräten ausgestattet. An 14 Meßstellen wird neben dem Grundwasserstand auch die Grundwassertemperatur gemessen. Die von den durchwegs ortsansässigen Beobachtern am Grundwasserstandsmeßgerät oder Grundwassertemperaturgerät wöchentlich ein- bis zweimal abgelesenen Meßwerte werden monatlich an die Hydrographische Landesabteilung übermittelt. Die Schreibstreifen der Vertikal-Registrierpegel werden monatlich durch die Hydrographische Landesabteilung ausgewechselt; alle übrigen Grundwassermeßstellen werden in einem zweimonatigen Rhythmus kontrolliert, einerseits, um das Meßgerät zu überprüfen, andererseits, um den Beobachter zu kontrollieren und den Kontakt zu ihm aufrechtzuerhalten, hängt doch die Qualität der Beobachtung zum Teil davon ab, in welchem Verhältnis der Beobachter zur Hydrographischen

Landesabteilung und zur Sache steht. Das monatlich einlangende Datenmaterial wird überprüft, wenn nötig korrigiert und interpoliert und sodann graphisch dargestellt. Die Schreibstreifen müssen zu diesem Zweck entsprechend aufbereitet werden, das heißt, Tagesmittel gebildet und extreme Wasserstände ermittelt werden.

Das Datenmaterial der zur Veröffentlichung gelangenden Meßstellen wird seit 1972, und zwar rückwirkend für die Jahre ab 1966, über die elektronische Datenverarbeitung aufbereitet, was gegenüber der bisherigen händischen Verarbeitung eine schnellere, sicherere und fehlerfreiere und vor allem umfangreichere Auswertung gewährleistet. Die Auswertung über die Elektronische Datenverarbeitung umfaßt die Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände mit Extremwerten, Abweichung, Schwankung und größter Überflutung, die mittleren Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände mit Extremwerten, Schwankung und größter Überflutung, die Überschreitungsdauer der Grundwasserstände mit kürzester, mittlerer und längster Überschreitungsdauer, alle Werte als Abstichmaße vom Meßpunkt und als Absolutmaße (m. ü. A.), die Monats- und Jahresmittel der Grundwassertemperaturen mit Extremwerten. Im Jahrbuch veröffentlicht werden aber nur die Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände mit Extremwerten und Evidenzdaten als Abstichmaße vom Meßpunkt und nur für einige ausgesuchte, für ihr Gebiet charakteristische Meßstellen auch die mittleren Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände mit Extremwerten und die Überschreitungsdauer der Grundwasserstände. Für die nicht veröffentlichten Meßstellen werden händisch die Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände und die Extremwerte im und vor dem Berichtsjahr ermittelt und in Listen festgehalten. Damit ist auch dieses Material für eine weitere Bearbeitung entsprechend aufbereitet.

Sämtliche Grundwassermeßstellen der Hydrographischen Landesabteilung, auch die außerhalb des Jahrbuches, sind eingemessen, das heißt mit ihrem Meßpunkt an das staatliche Höhennetz angebunden. Die Meßpunkthöhen sind in Metern über Adria (m ü. A.) und in Metern über Gelände (m ü. G.) angegeben, wobei das Gelände im allgemeinen in der für die Umgebung repräsentativen Höhenlage angenommen wird, die aber nicht immer den Gegebenheiten unmittelbar an der Meßstelle entsprechen muß. Die Einmessung erfolgt nach den Richtlinien des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und wird für einzelne Meßpunkte, vor allem auch bei Veränderungen bereits eingemessener Meßpunkte, von der Hydrographischen Landesabteilung selbst durchgeführt. Die Einmessung der Meßstellen sollte möglichst rasch nach der Errichtung des Beobachtungsnetzes erfolgen, einerseits wegen der Gefahr einer Veränderung des Meßpunktes und andererseits wegen der Auswertbarkeit des Datenmaterials und dessen Brauchbarkeit für weitere Bearbeitungen und Aussagen. Die Arbeit der Hydrographie erschöpft sich ja nicht nur im planmäßigen Sammeln, kritischen Ordnen und statistischen Aufbereiten des aus der Grundwasserbeobachtung gewonnenen Datenmaterials und dessen Veröffentlichung im Hydrographischen Jahrbuch, sondern liegt vor allem darin, für alle das Grundwasser betreffenden Arbeiten, wasserwirtschaftlichen Planungen und Maßnahmen im Rahmen der Hydrographie möglichst umfangreiche und vollständige Grundlagen zu beschaffen. Diese Grundlagen dienen der Hydrographie bei der Erstellung hydrologischer Gutachten, Ausarbeitung von Stellungnahmen zu Flächennutzungsplänen, Fischteich- und Badeseeprojekten, bei der Durchführung von Beweissicherungen bei Wasserversorgungs- und Kraftwerksanlagen, Flußregulierungen und sonstigen

Eingriffen in den Wasserhaushalt, kurzum bei der Beantwortung aller Fragen, die das Grundwasser und alle damit zusammenhängenden Probleme betreffend an die Hydrographische Landesabteilung herangetragen werden.

Für die Erarbeitung der Grundlagen bedarf es eines einwandfreien und qualitativ hochwertigen Datenmaterials, was eine sorgfältige Auswahl der Meßstellen, ein weitgehendes Ausschalten von Fehlerquellen beim Meßvorgang und eine kritische Durchsicht der Meßergebnisse voraussetzt. Der Aussagewert des Datenmaterials wird aber nicht nur von der Qualität der Messung, sondern auch von der Beobachtungshäufigkeit, dem Beobachtungsbeginn bzw. Beobachtungszeitraum, der Dichte des Meßstellennetzes und vor allem auch von der Lage der Meßstellen im Grundwasserfeld bestimmt. Die Meßstellen sind netzförmig über das zu beobachtende Grundwasserfeld verteilt, das möglichst in seiner ganzen Ausdehnung erfaßt werden soll. Einzelne Meßstellen liegen daher naturgemäß oft äußerst ungünstig, entweder im Grenzbereich zwischen Quartär und Grundgebirge — von diesem mehr oder weniger beeinflusst — oder im Einflußbereich eines Oberflächengerinnes, einer Wasserentnahmestelle, einer Be- oder Entwässerung oder dergleichen. Für eine großräumige Aussage sind auch diese Meßstellen sehr wohl geeignet und auch notwendig, für bestimmte Fragestellungen muß man das davon stammende Datenmaterial allerdings sehr kritisch betrachten. Dabei ist auch zu beachten, daß viele der als Meßstellen dienenden Brunnen genutzt sind und die Meßdaten aufgrund der Wasserentnahme verfälscht sein können. Diese verschiedenen Einflüsse zu erkennen, erfordert nicht nur eine genaue Kenntnis jeder Meßstelle, und eine kritische Sichtung der einlangenden Meßdaten, sondern vor allem auch die Kenntnis der morphologischen, geologischen und hydrologischen Gegebenheiten eines Grundwasservorkommens. Sofern die Unterlagen dafür nicht schon vorhanden sind, bedarf es einer entsprechenden Aufnahme, das heißt, einer unter Benützung des vorhandenen Materials, wie Bohrprofile, Brunnenaufzeichnungen, usw. durchzuführenden hydrogeologischen Kartierung des betreffenden Gebietes.

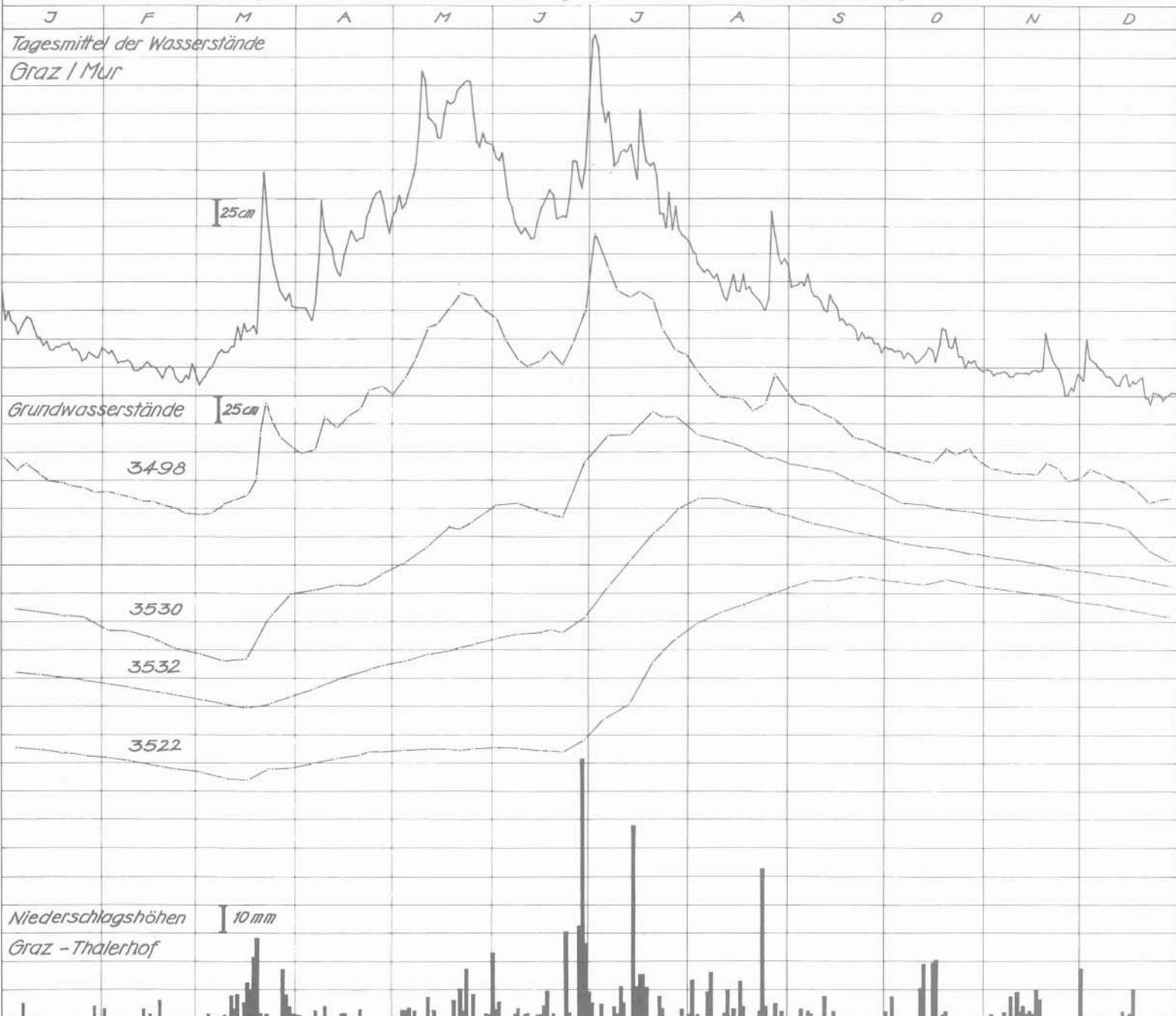
Die hydrogeologische Karte soll alle das Grundwasser betreffenden und für seine Nutzung wichtigen Kriterien zur Darstellung bringen. Im wesentlichen sind das die räumliche Abgrenzung der grundwasserführenden Schicht (Aquifer), die Untergliederung des Grundwasserkörpers in Terrassen und Schwemmfächer, der Verlauf alter Flußarme, Be- und Entwässerungsanlagen, bedeutende Wasserentnahmen, Eingriffe in den Grundwasserkörper durch Entnahme von Sand und Kies, Grundwasserseen, größere Mülldeponien oder sonstige, die Grundwasserqualität beeinflussende Ablagerungen. Eine solche Aufnahme erfolgte im Auftrage der Hydrographischen Landesabteilung für das Untere Murtal im Jahre 1972 durch H. LEDITZKY, für das Feistritztal und das Ilztal in den Jahren 1974 und 1977 durch H. ZOJER. Die hydrogeologische Kartierung des Unteren Murtales dient vor allem der Auswertung des vorliegenden Datenmaterials aus der Grundwasserbeobachtung, aber auch als Grundlage für weitere Arbeiten und Studien, wie z. B. für die derzeit laufende Untersuchung dieses Talbereiches durch die Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung. Die beiden Arbeiten von H. ZOJER über die Oststeiermark verfolgen hingegen den Zweck, das von der Hydrographischen Landesabteilung nur statistisch und graphisch bearbeitete Datenmaterial aus der Beobachtung der seichtliegenden Grundwässer mit den durch die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen durchgeführten Untersuchungen der tiefen Grundwässer einer gemeinsamen Begutachtung zuzuführen. Dem gleichen Zweck dient auch die derzeit laufende hydrologische Untersuchung des Raabtales, mit der H. LEDITZKY

beauftragt worden ist. Über das Sulmtal schrieb H. FESSLER 1976, im Anschluß an seine Dissertation über die Hydrologie des Sulmtales, eine Auftragsarbeit für die Hydrographische Landesabteilung, die einen generellen Überblick über die Grundwasserhältnisse dieses Tales erbrachte.

Bei Kenntnis der geomorphologischen und hydrologischen Gegebenheiten lassen sich bereits aus den statistisch und graphisch bearbeiteten Meßdaten die charakteristischen Merkmale eines Grundwasservorkommens herauslesen. Die graphische Darstellung des jährlichen und des mittleren jährlichen Grundwasserganges bzw. die Darstellung der Abweichung des jeweiligen Monats- oder Jahresmittelwertes vom langjährigen Monats- oder Jahresmittel in sogenannten Orientierungskarten geben einen raschen Überblick über die jeweilige Grundwasserlage, über die jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen und somit im weiteren über die Schwankungen der Grundwasservorräte, ist doch die Grundwasserstandsganglinie nichts anderes als eine Bilanzlinie von Grundwasserneubildung und Abfluß. Über den jährlichen Gang und die jahreszeitlichen Schwankungen hinaus ist aber der Gang des Grundwassers und somit auch der Grundwasservorrat innerhalb eines längeren Zeitraumes natürlichen oder künstlich herbeigeführten Grundwasserschwankungen bzw. Veränderungen unterworfen. Je länger die Beobachtungsreihe, desto besser vermag man eine solche Veränderung der Grundwasserhältnisse in der Darstellung zu erkennen und zu deuten. Schwierigere Veränderungen entstehen durch die Eingriffe des Menschen in den Wasserkreislauf und eine damit verbundene Verminderung der Grundwassererneuerung. Obwohl diesbezüglich für die Steiermark noch keine eingehenden Untersuchungen durchgeführt wurden, geht doch aus dem vorhandenen Material deutlich hervor, daß die Grundwasserstände schon seit langem eine sinkende Tendenz zeigen, die sich aber nicht auf eine Veränderung des Niederschlags oder der Lufttemperatur zurückführen läßt. Wohl aber kam es in den letzten Jahrzehnten zu einem enormen Anstieg des Wasserverbrauches und aufgrund der zunehmenden Verbäuung und der damit verbundenen Ableitung der Niederschlagswässer in den Vorfluter zu einer Verminderung der zur Versickerung gelangenden Niederschlagsmenge.

Hauptfaktor der Grundwasserneubildung ist der an Ort und Stelle gefallene Niederschlag. Die Zusammenhänge zwischen Grundwassergang und Niederschlag wurden bereits mehrfach untersucht, zuletzt durch W. SCHRIEBERTSCHNIG (1978) im südlichen Grazer Feld. Die jahreszeitliche Verteilung des natürlichen Wasserdargebotes folgt dem Gang der Niederschläge. Die winterlichen Niederschläge werden gespeichert, was zu einer zeitlichen Verschiebung bzw. Erhöhung der Grundwasserstände zum Zeitpunkt der Schneeschmelze führt. Fällt diese zeitlich mit den Frühjahrsniederschlägen zusammen, kommt es zu hohen Wasserständen sowohl in den Oberflächengewässern als auch im Grundwasser. Diesem Frühjahrshochstand folgt dann aufgrund des zunehmenden Wasserverbrauchs durch das Pflanzenwachstum und der erhöhten Verdunstung meist ein vorübergehendes Absinken des Grundwasserspiegels, das erst wieder durch die Sommer- und Herbstniederschläge gestoppt bzw. ins Gegenteil gekehrt wird. Das Ausmaß des Ansteigens und Absinkens des Grundwasserspiegels sowie auch der Zeitpunkt sind vor allem von der Lage und der Tiefe des Grundwasserspiegels abhängig. Bei größeren Tiefen kommt es infolge der längeren Sickerwege zu Verzögerungseffekten, auf den Niederterrassen zu einer Beeinflussung der Grundwasserbewegung durch das Abflußgeschehen in den Oberflächengewässern, was vor allem im ufernahen Bereich spürbar wird, sich indirekt aber auch auf das übrige Grundwasserfeld

Vergleichende Darstellung von Grundwasser-, Oberflächengewässer- u. Niederschlagsmessungen des Jahres 1975



auswirkt. Der Grundwassergang ist demnach sehr unterschiedlich und charakteristisch für das Verhalten des Grundwassers innerhalb eines Grundwasserfeldes.

Wie die Abb. 2 zeigt, unterscheiden sich die vier dort dargestellten Grundwasserganglinien von Meßstellen aus dem Grazer Feld, und zwar aus dem Gebiet zwischen Kaiserwaldterrasse und Mur, in ihrem gesamten Bewegungsablauf, in ihrer Schwankungsamplitude und im Zeitpunkt ihrer extremen Wasserstände sehr wesentlich. Zurückzuführen sind diese Unterschiede auch in diesem Fall vor allem auf die Lage der Meßstellen zum Vorfluter bzw. auf die Lage im Grundwasserfeld, das heißt, auf die durch die Terrassengliederung des Grundwasserkörpers bedingte verschiedene Tiefe des Grundwasserspiegels unter Terrain. Diese beiden Kriterien sind in unseren Grundwasserfeldern entscheidend für den Gang des Grundwassers, bestimmen sie doch das Maß der Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch den Vorfluter bzw. die Reaktion des Grundwasserspiegels auf die jeweilige Niederschlagsmenge und -dauer. Bringt man die vier Grundwasserganglinien in Beziehung zu den ebenfalls auf der Abb. 2 dargestellten Ganglinien der Tagesmittel der Murwasserstände vom Pegel Graz und den in der Niederschlagsstation Graz-Thalerhof gemessenen täglichen Niederschlagshöhen, so erkennt man sehr deutlich die Abhängigkeit der Grundwasserbewegung von der Bewegung des Oberflächengewässers bzw. den jeweiligen Niederschlagsmengen.

Ein typisches Beispiel eines durch die Mur beeinflussten Grundwasserganges ist die Ganglinie der etwa 100 m von der Mur entfernt liegenden Meßstelle 3498. Sie spiegelt alle großen Spitzen der Murganglinie wider, wenn auch mit einer entsprechenden zeitlichen Verzögerung. Das genaue Ausmaß dieser Verzögerung festzustellen, wäre nur mit Hilfe einer Schreibpegelaufzeichnung möglich. Auch die Ganglinie 3530 — die Meßstelle liegt ebenfalls noch auf der Niederterrasse, aber bereits in einer Entfernung von einigen Kilometern von der Mur — zeigt noch den charakteristischen Gang einer von der Mur beeinflussten Meßstelle, aber mit noch mehr Verzögerung in den hohen Wasserständen und einem insgesamt ruhigeren Bewegungsablauf als bei 3498. Die Ganglinien der Meßstellen 3532 und 3522 hingegen sind typisch für die Würmterrasse, das heißt, für einen Grundwasserspiegel von 8,00—11,00 m unter Terrain. Die Reaktion auf die großen Niederschlagsmengen von 91,6 mm am 29. Juni und 67,8 mm am 15. Juli 1975 zeigt sich demnach bei diesen Ganglinien erst verhältnismäßig spät, und zu einem Grundwasserhochstand kommt es hier erst im August bzw. September, während die beiden erstgenannten Ganglinien ihr Maximum bereits im Juli erreicht haben. Trotzdem läßt sich aber eine gemeinsame jahreszeitliche Bewegung erkennen, die aber nur für das hier dargestellte Jahr 1975 Gültigkeit hat, hängt doch der Jahresgang des Grundwassers nicht nur von der Verteilung der Niederschlagsmenge und der Niederschlagsdauer im betreffenden Gebiet ab, sondern auch noch von anderen Faktoren, wie Schneeschmelze, Lufttemperatur, Verdunstung, vor allem aber auch vom Abflußgeschehen im Vorfluter und somit vom Wasserhaushalt des gesamten Einzugsgebietes. Aus diesem Grund kann der jahreszeitliche Ablauf der Grundwasserbewegung von Jahr zu Jahr sehr variieren. Es kann infolge der Schneeschmelze in Verbindung mit starken Niederschlägen bereits im Frühjahr zu einem hohen Grundwasserstand kommen, dem ein zweiter Hochstand im Sommer oder Herbst folgen kann. Letzterer kann aber infolge des Fehlens der Sommer- und Herbstniederschläge auch ausbleiben, was 1977 zu einem starken Absinken des Grundwasserspiegels geführt hat.

Aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels lassen sich nach der von O. BURRE entwickelten Methode, bei Kenntnis der Wasseraufnahmefähigkeit des

Untergrundes, Rückschlüsse auf den Grundwasserhaushalt gewinnen. Dieser Methode bediente sich auch J. ZÖTL (1968) bei seiner Untersuchung des Grundwassers im Leibnitzer Feld, nachdem alle anderen Methoden, wie z. B. die Abschätzung des frei abflußfähigen Grundwasservorrats mit Hilfe der Trockenwetterabflußlinie oder Versuche der Berechnung des Mengenanteiles des zur Versickerung gelangenden Anteiles des Niederschlages für diesen Grundwasserbereich zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt hatten.

Die Ermittlung der Grundwasserneubildung gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Grundwasserforschung. Das Maß der Grundwasserneubildung spielt bei der Abschätzung des Grundwasserdargebotes und der Bemessung der Schutz- und Schongebiete eine wesentliche Rolle. Für die Errichtung einer Wassergewinnungsanlage bedarf es allerdings auch noch anderer entscheidender Grundlagen. Außer den bisher genannten, aus langjähriger Beobachtung des Grundwasserganges gewonnenen Ergebnissen sowie der Häufigkeit und der Dauer bestimmter Grundwasserstände sind es vor allem die Richtung der Grundwasserströmung und die Fließgeschwindigkeit, die die Abgrenzung der Schutzgebiete bestimmen.

Die Konstruktion von Grundwasserhöhengleichen und Flurabstandsgleichen gehört zu den vorrangigsten Arbeiten der Hydrographie, sind doch die Fließrichtung des Grundwassers und die Überdeckung des Grundwasserspiegels nicht nur für die Wassergewinnung, sondern auch für den Schutz des Grundwassers und als Unterlage für alle Maßnahmen, die den Grundwasserkörper betreffen, von größter Wichtigkeit. Grundwassergleichen ergeben für einen bestimmten Zeitpunkt einen Überblick über die Richtung der Grundwasserströmung und das Grundwasserspiegelgefälle. Für die Konstruktion von Grundwassergleichen eines Grundwasserfeldes bedarf es außer eines möglichst dichten und einnivellierten Meßstellennetzes jedenfalls auch einer hydrogeologischen Aufnahme des betreffenden Gebietes. Diese Aufnahme muß aber außer den geomorphologischen und hydrologischen Gegebenheiten auch sämtliche natürlichen und künstlichen Beeinflussungen des Grundwasserspiegels enthalten, da diese den Verlauf der Schichtenlinien beeinflussen können. Wesentlich ist auch die Kenntnis der gleichzeitig gemessenen Wasserstände in den Vorflutern, um eine Korrespondenz zwischen Grund- und Flußwasser feststellen zu können. Da das Meßstellennetz aber meist gerade zum Vorfluter hin weniger dicht ist, ist es kaum einmal möglich, die Schichtenlinien bis zum Vorfluter auszuzeichnen. Eine Aussage über die Wechselbeziehung zwischen Grundwasser und Vorfluter aufgrund von Grundwasserisohypsen kann sich daher nur auf wenige Beispiele beziehen, bei denen aber ein dem jeweiligen Druckgefälle entsprechender Austausch von Grund- und Flußwasser eindeutig nachgewiesen werden konnte. Bestätigt wird dies auch durch eine Untersuchung der Steiermärkischen Elektrizitäts-AG über die Grundwasserverhältnisse im Bereich von Weinzödl bei Graz, in der der Nachweis für eine Alimentation aus dem Fluß bzw. ein Abströmen von Grundwasser in den Fluß erbracht wurde.

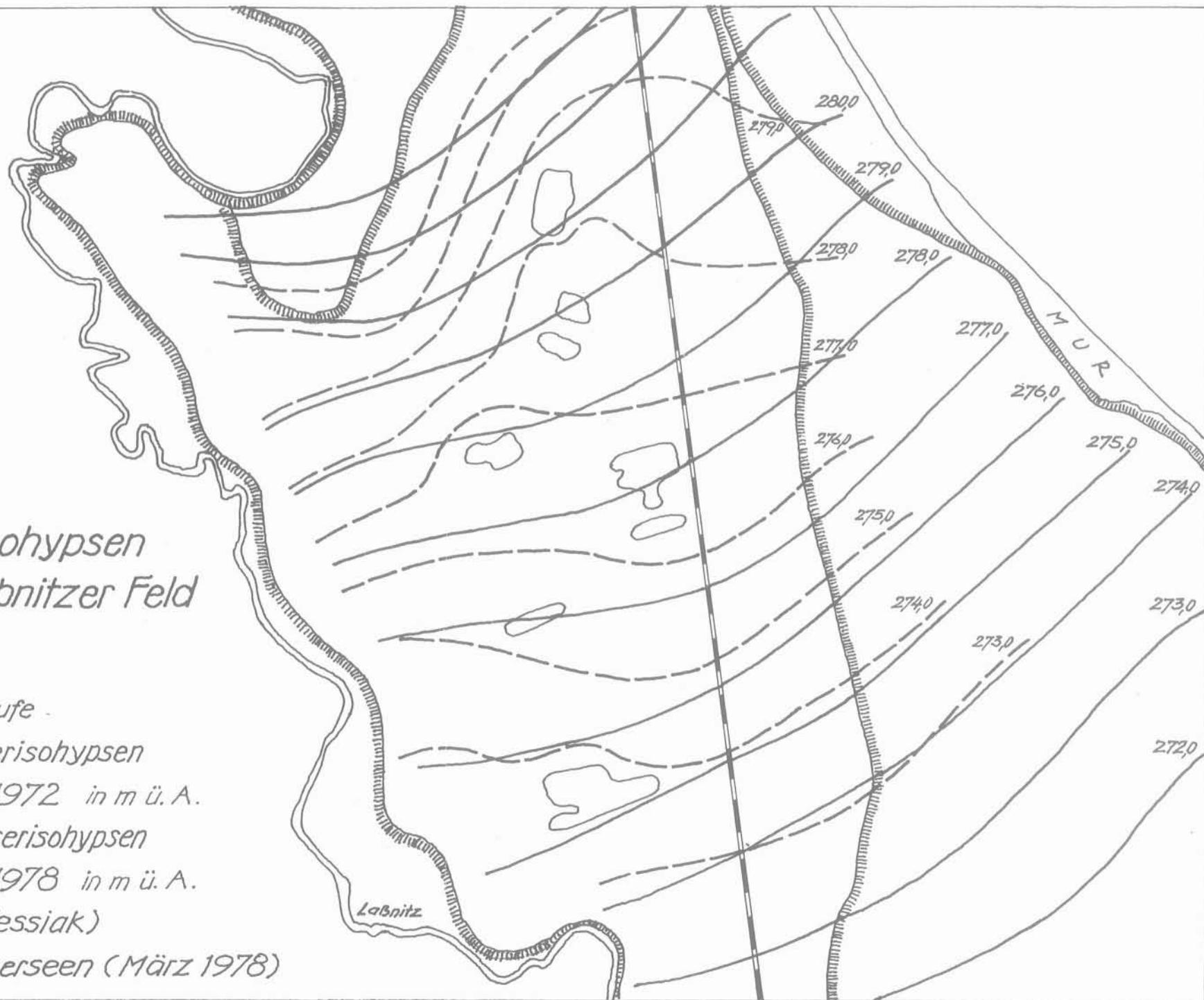
Der Grundwasserstrom ist als ein den Vorfluter begleitender und zu diesem parallel fließender, unterirdischer Strom zu sehen, der durch seitliche Zuflüsse, sei es durch Oberflächenzuflüsse, durch unterirdische Zuflüsse oder auch durch Karsteinflüsse, aus seiner Richtung zum Vorfluter hin abgelenkt wird. Aus dem Verlauf der Grundwassergleichen erhält man, unter Berücksichtigung der künstlichen Beeinflussungen, eine erste Aussage über das flächenhafte Zu- und Abströmen des Grundwassers bzw. die Richtung des Grundwasserstromes in einem Grundwasserfeld. Diese Aussage ist, wie schon erwähnt, eine der wichtigsten Grundlagen



Maßstab 1: 25.000

Grundwasserisohypsen Westliches Leibnitzer Feld (Ausschnitt)

-  Terrassenstufe
-  Grundwasserisohypsen
vom 17. 2. 1972 in m ü. A.
-  Grundwasserisohypsen
vom März 1978 in m ü. A.
(nach W. Wessiak)
-  Grundwasserseen (März 1978)



für die Planung und Errichtung von Wasserversorgungsanlagen und den Schutz des Grundwassers, aber auch für die Erstellung von hydrologischen Gutachten bei Bewilligungs- und Beweissicherungsverfahren, wie z. B. bei Sand- und Kiesentnahmen, Errichtung von Grundwasserseen, Müllagerungen, Kraftwerks- und Wasserversorgungsanlagen, Flußregulierungen usw.

Grundwasserschichtenlinienpläne, Überdeckungskarten und alle übrigen schon vorher genannten Auswertungsergebnisse aus der systematischen Grundwasserbeobachtung bilden gleichzeitig aber auch die Basis für alle weiteren Arbeiten und Studien im Grundwasser. Derzeit befaßt sich die Hydrographie mit einer im Zusammenhang mit einer Studie über die „Sanierung des Schottergewinnungsgebietes nördliches Leibnitzer Feld“ durchzuführenden Untersuchung über die Grundwasserverhältnisse dieses Raumes. W. WESSIAK wurde 1977 damit beauftragt, unter Zugrundelegung der bisherigen Auswertungsergebnisse der Hydrographischen Landesabteilung, die Auswirkungen einer offenen Grundwasserfläche hier gegebenen Ausmaßes auf die Strömungsverhältnisse des Grundwassers zu untersuchen. Die Ergebnisse der hauptsächlich durch Modellversuche durchgeführten Untersuchungen basieren auf dem Datenmaterial eines zu diesem Zweck verdichteten Grundwasserbeobachtungsnetzes der Hydrographischen Landesabteilung, dem auch Grundwasserseepiegel angehören. Der auf Abb. 3 dargestellte Grundwasserschichtenlinienplan vom 17. Februar 1972 vermittelt ein aufgrund der Meßstellen des Hydrographischen Dauerbeobachtungsnetzes konstruiertes, großräumiges Bild der Grundwasserströmung von einem Zeitpunkt, wo das Ausmaß der Seeflächen die Grundwasserverhältnisse noch nicht so wesentlich beeinflusste und im Vergleich dazu die Grundwasserschichtenlinien vom März 1978 nach W. WESSIAK. Der Unterschied im Verlauf der Schichtenlinien liegt nicht so sehr im verschiedenen Zeitpunkt der Darstellung, als vielmehr darin, daß einerseits die Grundwasserseen seit 1972 in Anzahl und Ausmaß zugenommen haben und andererseits das Meßstellennetz für die genannte Untersuchung entsprechend verdichtet worden ist. Aufgrund der jetzigen Netzdichte ist es möglich, die durch die offenen Grundwasserflächen bedingte Veränderung der Grundwasserspiegelfläche bzw. der Grundwasserströmung zur Darstellung zu bringen. Für eine so spezielle Fragestellung, wie sie hier gegeben ist, ist es unbedingt notwendig, das vorhandene Dauerbeobachtungsnetz entsprechend zu verdichten, wobei aber, wie auch in diesem Fall, die bereits vorhandenen Daten und Auswertungsergebnisse der Hydrographischen Landesabteilung für die weiteren Untersuchungen eine wesentliche und richtungsweisende Grundlage bilden.

5 Zusammenfassung

Das Grundwasser systematisch zu beobachten, ist eine der wesentlichsten Voraussetzungen für eine sinnvolle Grundwasserforschung, denn nur aufgrund langjähriger und systematischer Grundwassermessungen ist es möglich, zu einer echten und stichhaltigen Aussage über Grundwasser zu kommen. Systematische Grundwasserbeobachtung gehört zum Aufgabenbereich der Hydrographie, die damit die wichtigsten Grundlagen für die gesamte Wasserwirtschaft erarbeitet. Zur systematischen Grundwasserbeobachtung benötigt die Hydrographische Landesabteilung ein nach den hydrogeologischen Gegebenheiten und technischen Möglichkeiten ausgerichtetes Netz, das mit derzeit 490 Meßstellen sämtliche größeren und für die Wasserwirtschaft wichtigen Grundwasservorkommen der Steiermark erfaßt. Es sind dies vor allem die Talbereiche der Mur und Mürz, die in ihren quartären Schotterfüllungen bedeutende Grundwasservorräte speichern und damit wesentlich zur Wasserversorgung von Bevölkerung und Industrie beitragen.

Das aus der Grundwasserbeobachtung resultierende Datenmaterial wird von der Hydrographischen Landesabteilung über die Elektronische Datenverarbeitung statistisch aufbereitet und einer Auswertung zugeführt, die einerseits der Erstellung von hydrologischen Gutachten und Stellungnahmen

bei Bewilligungs- und Beweissicherungsverfahren im Grundwasser dient und andererseits eine Grundlage für weitere Arbeiten im Grundwasser, in der Grundwasserforschung und der wasserwirtschaftlichen Planung bildet. Grundwassergang, Grundwasserschwankung, Häufigkeit und Dauer bestimmter Grundwasserstände, Schichtenlinienpläne und Überdeckungskarten verschaffen, gestützt auf hydrogeologische Aufnahmen, einen ersten Überblick über die Grundwasserhältnisse eines Gebietes. Für speziellere Untersuchungen, wie sie z. B. bei der Planung einer Wassergewinnungsanlage notwendig sind, bedarf es einer Erweiterung des Meß- und Untersuchungsprogramms, was aber nicht mehr zum Aufgabenbereich der Hydrographischen Landesabteilung sondern in den Bereich der wasserwirtschaftlichen Planung gehört.

Literatur

- ANDERLE, N.: Hydrogeologie des Murtales. — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 12, Graz 1969.
- ARBEITER, I.: Grundwasserforschung in der Steiermark. — Bericht über die 13. Hydrographentagung in Graz vom 20. bis 22. Oktober 1970. Hrsg.: Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- ARBEITER, I.: Grundwasserbeobachtung in der Steiermark. — Steirischer Landespressediens, Amt der Steiermärkischen Landesregierung — Landesamtsdirektion, Graz 1973.
- ARBEITER, I.: Grundwasserbeobachtung im Murtal zwischen St. Stefan ob Leoben und Kraubath. — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 34, Graz 1976.
- BERNHART, L. et al.: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 29, Graz 1974.
- BERNHART, L.: Wozu dient die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung? — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 32, Graz 1975.
- FABIANI, E.: Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzer Feld. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 23, Graz 1973.
- FABIANI, E.: Die Grundwasservorkommen der Steiermark. In: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 29, Graz 1974.
- FESSLER, H.: Die Grundwasserverhältnisse des Sulmtales. — Unveröffentlichte Studie, Graz 1976.
- KREPS, H.: Die Geschichte der Hydrographie der Steiermark. — Graz 1970.
- LEDITZKY, H.: Geologische und geomorphologische Bearbeitung des unteren Murtales (Landscha — Radkersburg). — Unveröffentlichte Studie, Graz 1972.
- PLATZL, M.: Die Grundwasserverhältnisse im mittleren Ennstal. Festschrift 100 Jahre Ennsregulierung. — Wien 1960.
- SCHRIBERTSCHNIG, W.: Untersuchung des Einflusses der Jahresniederschlagshöhe auf die Grundwasserspiegelhöhe im südlichen Grazer Feld. — Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Grundwasserhydraulik, Schutz- und landwirtschaftlichen Wasserbau der Technischen Universität Graz, Band 4, Graz 1978.
- TRONKO, W.: Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Mürztal. — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, NF: Jahrgang 1962, Graz 1963.
- WESSIAK, W.: Nördliches Leibnitzer Feld, Sanierung des Schotterergewinnungsgebietes. Generelle Abschätzung der Beeinflussung der Grundwasserströmungsverhältnisse. — Unveröffentlichtes hydrologisches Gutachten, Graz 1978.
- WIEDERSTEIN, F.: Systematische Grundwasserbeobachtungen. — Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 29, Heft 11/12, Wien 1977.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Hydrogeologische Studien über Grundwässer in Steiermark, I. Teil. — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, NF: Jahrgang 1958, Heft 1/2, Graz 1958.
- WORSCH, E.: Geologie und Hydrologie des Aichfeldes. — Mitteilungen des Museums für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum, Heft 25, Graz 1963.
- WORSCH, E.: Geologie und Hydrologie des Murbodens. — Mitteilungen der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum, Heft 32, Graz 1972.
- ZETINIGG, H.: Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazer Feld. — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 22, Graz 1973.
- ZETINIGG, H.: Die artesischen Grundwässer. — In: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 29, Graz 1974.
- ZETINIGG, H.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Murtal bei St. Stefan ob Leoben und Kraubath. — Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 34, Graz 1976.
- ZOJER, H.: Hydrologische Übersicht der Oststeiermark. — Unveröffentlichte Studie, Graz 1974.

- ZOJER, H.: Hydrogeologische Untersuchung des seichtliegenden Grundwassers in der Oststeiermark.
— Unveröffentlichte Studie, Graz 1977.
- ZÖTL, J.: Das Grundwasser im Leibnitzer Feld (Steiermark). — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie,
Jahrgang 1968, Graz 1968.

Anschrift des Verfassers: ROBR. Dr. Ingeborg ARBEITER, Amt der Steiermärki-
schen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion, Fachabteilung
III a Flußbau und Hydrographie, A-8010 Graz, Wartingergasse 43, Österreich.