

Hydrogeologische Gesamtsysteme in quartären Lockergesteinsablagerungen

Von
W. BALDERER (Bern)

Inhalt

	Seite
Einleitung	115
1. Grundwasservorkommen in quartären Lockergesteinsablagerungen außerhalb der Talsohlen	116
2. Grundwasservorkommen in quartären Lockergesteinsablagerungen in den Talsohlen	119
2.1. Einfluß der Topographie der Felssohle	120
2.2. Einfluß der Topographie des undurchlässigen Untergrundes, verbunden mit speziellen Ablagerungsverhältnissen innerhalb der quartären Füllung	122
3. Schlußfolgerungen	123
Zusammenfassung	124
Literatur	124
Karten	125
Summary	125
Résumé	125

Einleitung

Im Artikel von 1979 (W. BALDERER, 1979) wurde die Obere Süßwassermolasse des Hörnlichschuttjägers als ein hydrogeologisches Gesamtsystem dargestellt. Dieses wurde dabei als „die Gesamtheit aller hydrogeologischen Einheiten und ihrer Aussagen“ definiert.

Im Folgenden sollen nun die in quartären Lockergesteinsablagerungen (vorwiegend glazialer, fluvioglazialer und alluvialer Herkunft) möglichen hydrogeologischen und hydrodynamischen Zusammenhänge und Vorgänge anhand von Beispielen aus dem Murggebiet (Kt. Thurgau) dargestellt werden. Daraus hervorgehend wird versucht, die Gesetzmäßigkeiten, welche die hydrodynamischen Fließsysteme und den Verlauf des

freien Grundwasserspiegels (bzw. der Druckhöhe bei gespanntem Grundwasser) bedingen oder beeinflussen und welche für quartäre Grundwasservorkommen typisch sind, qualitativ beschreibend darzustellen.

1. Grundwasservorkommen in quartären Lockergesteinsablagerungen außerhalb der Talsohlen

Diese Grundwasservorkommen sind seitlich auch durch freie Wasserspiegel begrenzt und weisen oft eine horizontale oder leicht geneigte, alternierende Schichtung von durchlässigen und undurchlässigen Horizonten auf. Sie sind deshalb direkt mit den Quellgrundwasservorkommen der Oberen Süßwassermolasse und den darin gefundenen hydrogeologischen Verhältnissen vergleichbar. Einen grundlegenden Unterschied bildet einzig die oft schief verlaufende Auflagefläche, welche meistens durch den Molassefels gebildet wird. Da die Schichten der Oberen Süßwassermolasse fast immer schlechter durchlässig sind als die quartären Ablagerungen, stellt diese die undurchlässige Unterlage dar. Diese Grenz-(bzw. Auflage-)Fläche stellt also eine Diskontinuitätsfläche dar und kann in ihrer Wirkung etwa mit der Rolle von Klüften verglichen werden.

Das Quellgrundwasser aus der Molasse tritt an dieser Grenzfläche, entlang den aus undurchlässigen Schichten bestehenden Stauhorizonten aus, fließt entlang dieser Grenzfläche (Felsoberfläche) ab und wird vom Gesteinskörper der quartären Ablagerungen aufgenommen. Falls in diesen quartären Lockergesteinsablagerungen undurchlässige Horizonte vorhanden sind, so können sich über diesen auch lokale Grundwasservorkommen ausbilden. Fehlen solche undurchlässigen Horizonte in den quartären Ablagerungen vollständig, so fließt alles austretende Wasser der Quellen der Oberen Süßwassermolasse entlang dieser Auflagefläche ab, durchquert damit die Lockergesteinsablagerung und tritt am Fuße derselben zutage. Die Abflußmenge aus der quartären Ablagerung stellt in diesem Fall die Summe der Zuflüsse aus der Molasse entlang der Grenzfläche (innerhalb der Ablagerung), der Zuflüsse durch Infiltration der Niederschläge auf diese Lockergesteinsablagerung und der Zuflüsse durch Infiltration des auf der Oberfläche der Molasse oberhalb der betreffenden Ablagerung abfließenden Wassers dar.

Sind nun in der betreffenden Lockergesteinsablagerung aber neben durchlässigen auch undurchlässige (resp. schlechter durchlässige) Schichten vorhanden, so können sich ein oder mehrere lokale Grundwasservorkommen ausbilden. Je nach der geologischen Situation tritt dann der Grundwasserabfluß, ebenfalls durch Quellen in verschiedenen Niveaus, zutage. Die Gesamtsumme aller dieser Abflüsse muß aber theoretisch mit dem Gesamtabfluß am Fuße einer homogen durchlässigen Lockergesteinsablagerung übereinstimmen.

Die hydrogeologischen Verhältnisse und die Randbedingungen solcher seitlicher, oberhalb der Talsohle gelegener quartärer Ablagerungen sind in Fig. 1 und 2 dargestellt und werden im Folgenden beschrieben.

a) Verlauf der Grundwasserspiegel:

Der Verlauf des Grundwasserspiegels kann entweder durch Beobachtungen mittels Bohrungen oder über die Bestimmung der hydrodynamischen Fließsysteme mit Hilfe von Modellsimulationen (qualitativ) bestimmt werden.

Um aber diese hydrodynamischen Fließsysteme mit Hilfe von Modellsimulationen

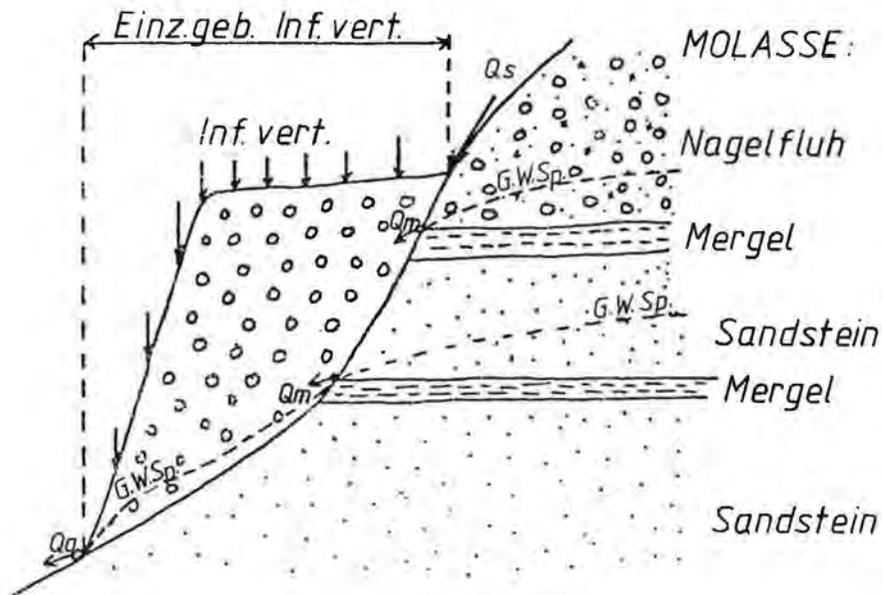


Fig. 1: Seitliche, annähernd homogen aufgebaute, durchlässige Lockergesteinsablagerung (Typus Schotterterrasse).

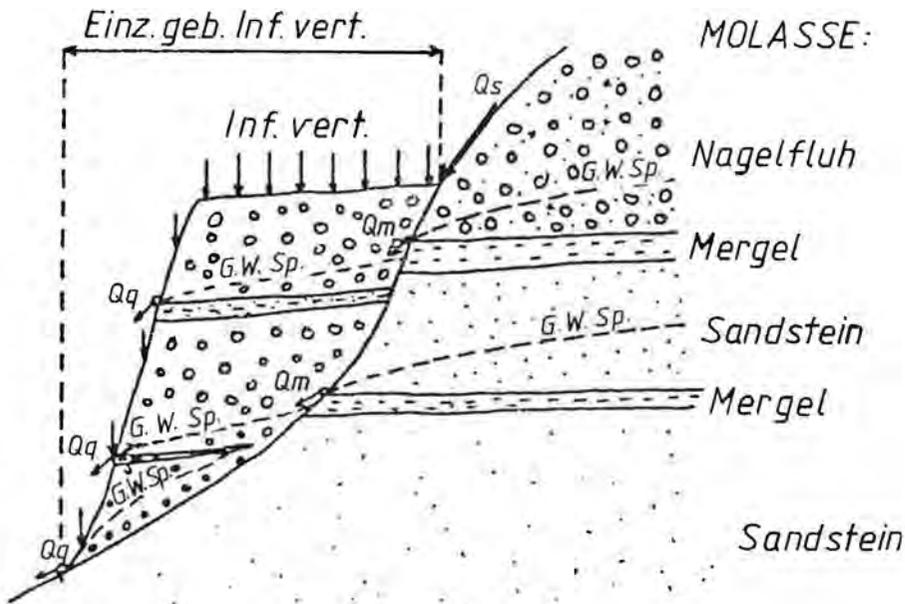


Fig. 2: Seitlich geschichtete Lockergesteinsablagerung mit durchlässigen und undurchlässigen Horizonten.

bestimmen zu können, ist neben der Kenntnis der hydrogeologischen Struktur, der Verteilung der Durchlässigkeiten und der Porositäten die Bestimmung der Randbedingungen notwendig.

In qualitativer Hinsicht können folgende Aussagen über den Verlauf des Grundwasserspiegels innerhalb dieser seitlichen Ablagerung gemacht werden:

- Auch diese Quellgrundwasservorkommen in Lockergesteinsablagerungen oberhalb der Talsohle werden seitlich durch freie Grundwasserspiegel, welche sich auf das Austrittsniveau der Quellen (Q_q) einstellen, begrenzt.
- Der Verlauf der freien Grundwasserspiegelfläche ist umso flacher, je größer die Durchlässigkeit des betreffenden Gesteins, und umso steiler, je größer die Durchflußmenge (abhängig von der Zuflußmenge und der Abflußmenge der Quellen) ist.
- Die Porosität des Gesteins ist maßgebend für das notwendige Speichervolumen; so kann in einem Gesteinskörper mit größerer Porosität das gleiche Wasservolumen auf kleinerem Raum in einem kleineren Gesamtvolumen gespeichert werden.

Aufgrund dieser qualitativen Überlegungen wurden in den Skizzen die Grundwasserspiegel dargestellt (Fig. 1 und 2), eine genaue Bestimmung kann aber nur mit Hilfe von Modellsimulationen erreicht werden.

b) Randbedingungen:

Bei den dargestellten Beispielen sind folgende Arten von Randbedingungen zu identifizieren:

Speisung (Alimentation, Zuflüsse):

Als Speisung wird jegliche Art von Zufluß (Infiltration) zum seitlichen Lockergesteins-(Quell-)Grundwassergebiet bezeichnet. Dabei können folgende Arten von Zuflüssen unterschieden werden:

- *Primäre, vertikale (Erst- oder Direkt-)Infiltration:*

Damit ist die direkte Infiltration von Niederschlägen gemeint. Diese primäre, vertikale Infiltration (Inf. vert.) erfolgt auf der gesamten Oberfläche der Lockergesteinsablagerung, falls sich diese allein aus durchlässigem Material zusammensetzt, beziehungsweise überall dort, wo die durchlässigen Schichten sich direkt an der Oberfläche befinden (sofern undurchlässige Schichten vorhanden sind).

- *Sekundäre Infiltration:*

Diese sekundäre Infiltration besteht aus dem (infiltrierten) Teil des oberflächlichen und untiefen Bodenabflusses (Q_o) der oberhalb der Ablagerung anstehenden Molasse sowie dem Zufluß durch die Quellen der Molasse (Q_M) innerhalb der Lockergesteinsablagerung. (Eventuell muß auch die Möglichkeit einer Re-Infiltration eines Teils des Abflusses der Quellen der Lockergesteinsablagerung Q_q beim Vorhandensein von undurchlässigen, als Stauhorizonte wirkenden Schichten in die tiefer liegenden, durchlässigen Horizonte in Betracht gezogen werden. Ebenso muß beim Vorhandensein von undurchlässigen Schichten eventuell mit einer geringen vertikalen Zirkulation durch diese Schichten hindurch [Drainance] gerechnet werden. Jedoch wird dadurch die Gesamtabflußsumme und damit die Gesamtergiebigkeit dieser seitlichen Ablagerungen nicht verändert.)

Potentiale:

Da der Austritt des Quell-(Grund-)wassers an der betreffenden Quelle unter dem dort herrschenden Druck erfolgt, ist das Potential der Quelle (des Austrittspunktes) mit diesem identisch. Dies bedeutet folgendes: Tritt die Quelle an der Oberfläche frei an die Luft (d. h. außerhalb eines Grundwasservorkommens) aus, so ist das Potential

der Quelle mit der Kote des Austrittspunktes identisch, tritt die Quelle hingegen innerhalb des gesättigten Bereiches des vorgelagerten Grundwasservorkommens aus (nur für Quellen der Molasse Q_M möglich), so ist das Potential am Austrittspunkt der Quelle gleich dem in dem betreffenden Grundwasservorkommen an der betreffenden Stelle herrschenden Potential (welches der Höhe des Grundwasserspiegels entspricht).

Aus den dargestellten möglichen Randbedingungen läßt sich nun folgendes Verhalten dieser Grundwasservorkommen ableiten: Der Gesamtzufluß besteht 1. aus der Infiltration der Niederschläge, 2. aus dem oberflächlichen Hangabfluß der darüber liegenden Molassegebiete und 3. aus dem Quellzufluß aus der Molasse innerhalb des Bereiches der Ablagerung. Daraus geht hervor, daß der Abfluß dieser seitlichen Lockergesteins-Grundwasservorkommen größer sein muß als der Abfluß der Molassequellen und deshalb solche seitlichen Lockergesteinsablagerungen trotz ihrer beschränkten Ausdehnung relativ viel Wasser führen können.

Da jedoch der Hauptzufluß (direkt oder indirekt) aus dem Niederschlagswasser stammt und die Durchlässigkeit recht groß ist, sind auch die Schwankungen in der Wasserführung dieser Quellen entsprechend groß, besonders da bei Trockenperioden noch einzig die Zuflüsse der Molassequellen vorhanden sind. Entsprechend den großen Schwankungen in der Ergiebigkeit sind bei diesen Grundwasservorkommen auch große Schwankungen in der Lage des Grundwasserspiegels zu erwarten.

2. Grundwasservorkommen in quartären Lockergesteinsablagerungen in den Talsohlen

Die quartären Ablagerungen stellen in diesen Fällen immer Füllungen innerhalb einer erodierten Felssohle dar, welche, falls aus Molasse bestehend, schlechter durchlässig ist und somit die undurchlässige Begrenzung bildet.

Diese Art Grundwasservorkommen wird, wie in der ursprünglichen Definition der hydrogeologischen Einheit (UHG-5) nach L. KIRALY (1978) vorausgesetzt, seitlich durch undurchlässige Grenzen und nur nach oben durch einen freien Grundwasserspiegel (oder durch eine undurchlässige Deckschicht mit entsprechendem Druckniveau) begrenzt.

Die Form der undurchlässigen (bzw. schlechter durchlässigen) Felssohle wie auch die Anordnung der Ablagerungen kann nun zu speziellen hydrogeologisch-hydrodynamischen Verhältnissen führen. So können zum Beispiel verschiedene Grundwasservorkommen nebeneinander oder übereinander bestehen, welche durch hydrodynamische Grenzen oder durch undurchlässige Schichten voneinander getrennt sind, jedoch trotzdem zueinander in Beziehung stehen. Auch in diesen Fällen stellt sich die Frage, ob die einzelnen Grundwasservorkommen (resp. Grundwasserströmungsbereiche), welche miteinander in Beziehung stehen, nicht besser in einem hydrogeologischen Gesamtsystem zusammengefaßt werden.

Die nun folgende Charakterisierung ist keineswegs vollständig, soll aber einen Versuch darstellen, einige spezielle, doch häufig in ähnlicher Form wieder anzutreffende hydrogeologische Situationen darzustellen, um dadurch zu einem allgemeinen Überblick des Mechanismus der auslösenden Faktoren der hydrodynamischen Fließsysteme und der Ausbildung des freien Wasserspiegels zu gelangen.

2.1. Einfluß der Topographie der Felssohle

In Publikationen von verschiedenen Autoren (L. KIRALY, 1978; J. TOTH, 1962, 1963; A. R. FREEZE & P. A. WITHERSPOON, 1966, 1967, 1968) wurde der Einfluß der Topographie (der Oberfläche bzw. der Grundwasserspiegelfläche), der Schichtung, Klüftung und sonstiger Inhomogenitäten innerhalb des Strömungsbereiches von Grundwasservorkommen auf die Ausbildung der hydrodynamischen Fließsysteme und damit auch auf die Lage des freien Wasserspiegels mittels Modellsimulationen dargestellt.

Bei quartären Ablagerungen in der Talsohle konnte nun ein weiterer Einflußfaktor beobachtet werden: der Verlauf, die Topographie der undurchlässigen Felssohle.

Dazu soll hier als Beispiel der Einfluß einer sich in der Mitte eines heutigen Tales, in Längsrichtung im Untergrund verlaufenden Aufwölbung der undurchlässigen Unterlage (meistens der Felssohle, in bestimmten Fällen auch der Grundmoräne, als sog. „Mittelmoränenrücken“) dargestellt werden (Fig. 3).

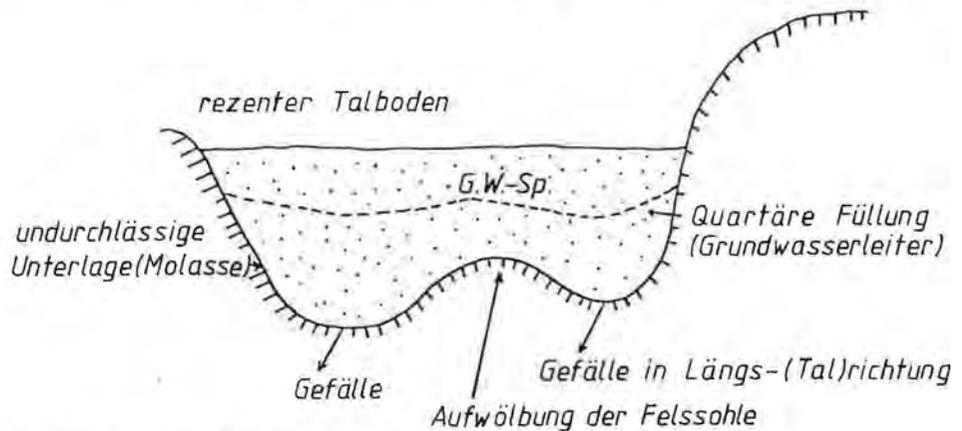


Fig. 3: Querprofil durch ein Grundwasservorkommen in der Talsohle.

In diesem schematischen Querprofil wird als Beispiel die Aufwölbung der Felssohle (Molasse), bewirkt durch zwei verschiedene Systeme von ehemaligen, randglazialen Abflußrinnen, dargestellt. Diese Aufwölbung der Molasse-Felssohle in der Talmitte beziehungsweise die Existenz von zwei getrennt verlaufenden, ehemaligen Rinnensystemen, welche beide ein abfallendes Gefälle in der Tallängsrichtung besitzen, hat nun einen Einfluß auf die hydrodynamischen Fließrichtungen (Strömungsrichtungen) und damit auch auf die Ausbildung (der Lage) des Grundwasserspiegels.

Dieser Effekt läßt sich nun noch anschaulicher in einer Horizontalansicht des Grundwassergebietes darstellen (Fig. 4).

Die Tatsache, daß zwei verschiedene unterirdische Felsrinnen mit einem Talgefälle, durch einen Felsrücken voneinander getrennt, vorhanden sind, führt also selbst bei vollständig homogener Ausbildung des Grundwasserleiters zur Ausbildung von zwei verschiedenen (in diesem Fall vor allem in der Horizontalansicht unterscheidbaren) Strömungssystemen, welche durch ihre Existenz die Lage und Ausbildung des Grundwasserspiegels beeinflussen und seine Aufwölbung in der Talmitte bedingen.

Dieser Effekt konnte an einem Beispiel direkt beobachtet werden, es wäre jedoch

sinnvoll, diese geschilderten Verhältnisse auch noch theoretisch mit Hilfe von Modellsimulationsstudien genauer zu untersuchen.

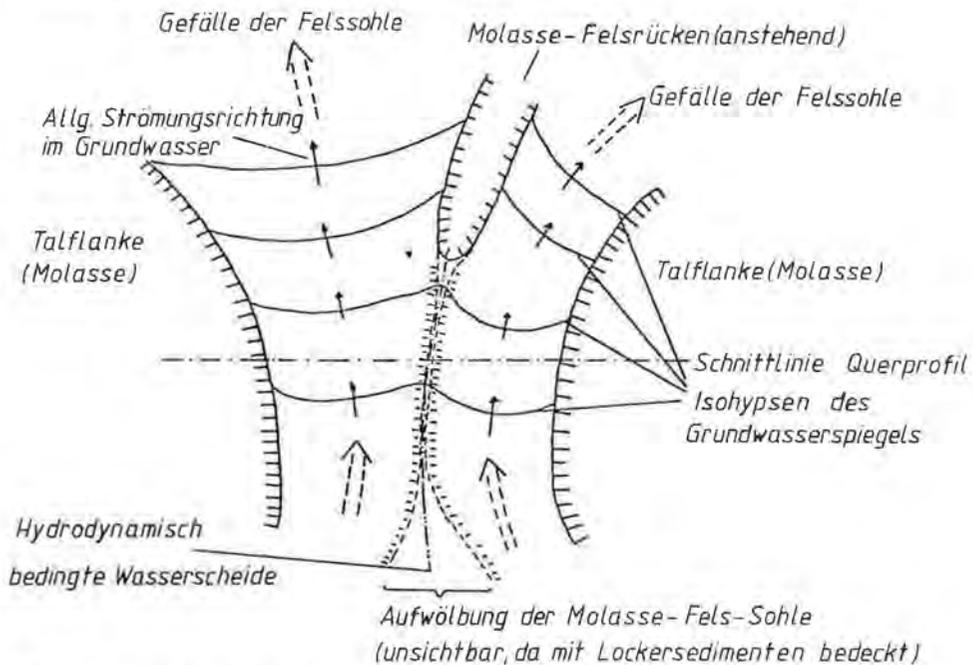


Fig. 4: Horizontalansicht eines Grundwassergebietes (bei Aufwölbung der Felssohle in Talmitte).

Die bei Modellsimulationen notwendigen Randbedingungen können wie folgt identifiziert werden:

- Zuflüsse durch Infiltration der Niederschläge (vertikale Infiltration) innerhalb des Grundwassergebietes.
- Zuflüsse durch Infiltration aus Oberflächengewässern (eventuell auch Exfiltration).
- Randliche (seitliche) Zuflüsse entlang der Molasseflanken an den Grenzen des Grundwassergebietes.
- Eventuelle unterirdische Zuflüsse durch Quellen der Molassefelssohle (meistens vernachlässigbar klein).
- Gefälle der Felssohle der beiden Felsrinnen in der Tallängsrichtung.

Die aus der beschriebenen Situation sich ergebenden praktischen Konsequenzen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Innerhalb eines einheitlich aufgebauten Grundwasserleiters kann infolge der Topographie der undurchlässigen (Fels-)Unterlage (z. B. bei dem Vorhandensein von Längsrinnen) eine unterirdische hydrodynamische Wasserscheide entstehen, welche dieses scheinbar einheitliche Grundwassergebiet gemäß dem Gefälle des Grundwasserspiegels und den horizontalen Fließrichtungen in zwei Grundwasservorkommen bzw. Strömungsbereiche (mit getrennt verlaufenden Fließrichtungen) aufteilt. Diese, im Gelände nicht sichtbare, hydrodynamische Wasserscheide kann nun Auswirkungen auf den Chemismus (und auch auf die Verweilzeiten) des Grundwassers der beiden Teilgrundwasservorkommen haben, da ja die Fließrichtungen getrennt verlaufen und Austausch über die hydrodynamische Wasserscheide hinweg nur gering sind.

2.2. Einfluß der Topographie des undurchlässigen Untergrundes, verbunden mit speziellen Ablagerungsverhältnissen innerhalb der quartären Füllung

In bestimmten Fällen kann diese Aufwölbung quer zur Talrichtung, verbunden mit der Existenz von zwei in Tal(längs-)richtung abfallend verlaufenden Rinnen, auch durch eine Grundmoräne bewirkt werden.

Dieser Fall konnte in den Ablagerungen bei Gloten-Dreibrunnen-Trungen im Querprofil beobachtet werden (Fig. 5).

In diesem Beispiel ist die Grundmoräne sogar über einer Schotterschicht abgelagert worden, welche ihrerseits der Molasse-Felssohle aufliegt. Diese untere Schotterschicht ist nun aber trocken, also hydrogeologisch unwirksam, was die praktische Undurchlässigkeit der Grundmoränenablagerung unter Beweis stellt.

Diese wird deshalb für die weiteren hydrogeologischen-hydrodynamischen Betrachtungen als der eigentliche undurchlässige Untergrund betrachtet.

Der bereits im vorhergehenden Beispiel gezeigte Einfluß der Aufwölbung der undurchlässigen Sohle wird im Beispiel von Gloten-Dreibrunnen-Trungen noch durch die Anordnung der weiteren Lockergesteinsablagerungen der Tal(bzw. Becken-)füllung verstärkt, indem durchlässige und undurchlässige Ablagerungen alternieren, aber die undurchlässigen Schichten nicht ganz durchziehen. Deshalb verlaufen die durchlässigen Horizonte nicht vollständig getrennt voneinander, sondern kommen an den Rändern sowie in der Talmitte direkt über der Aufwölbung der Grundmoräne übereinander zu liegen, so daß hydrodynamische Beziehungen zwischen den beiden Horizonten ermöglicht werden.

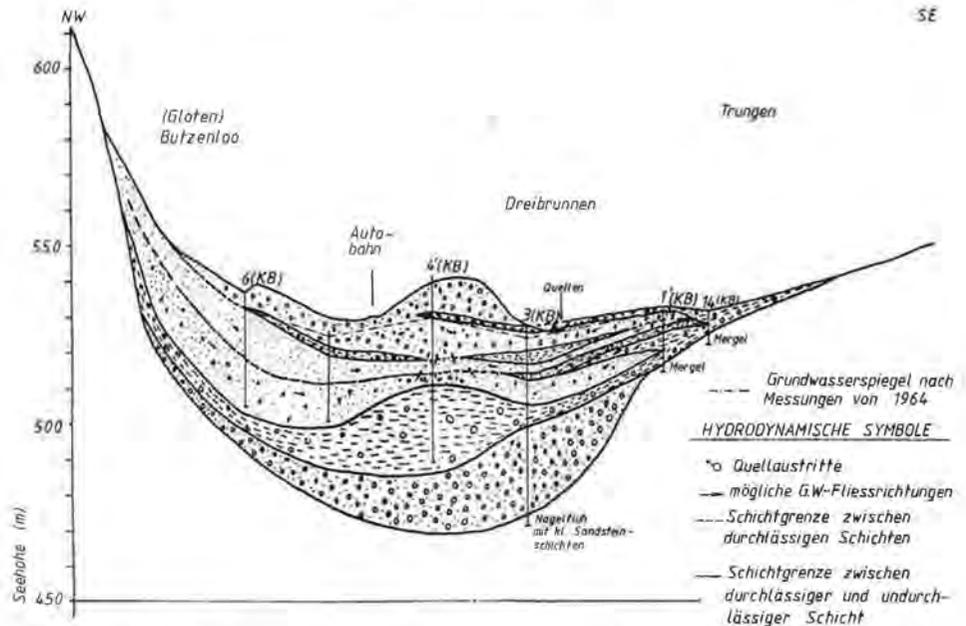


Fig. 5: Synthetisches Querprofil Gloten-Dreibrunnen-Trungen als Beispiel eines hydrogeologischen Gesamtsystems in quartären Ablagerungen mit qualitativer Darstellung der möglichen Grundwasserfließrichtungen (KB = Kernbohrung).

Diese spezielle Anordnung der durchlässigen und undurchlässigen Ablagerungen sowie der Verlauf der undurchlässigen Unterlage bewirkt die im Querprofil beobachtete, besondere Lage des Grundwasserspiegels, welche sich aufgrund der möglichen hydrodynamischen Wechselwirkungen erklären läßt (Fig. 5).

Während der freie, ungespannte Grundwasserspiegel an den Talrändern dem Druckniveau des oberen, über der mittleren, trennenden und undurchlässigen Schicht gelegenen Grundwasserleiters entspricht, ist in der Mitte des Tales infolge Fehlens dieser undurchlässigen Schicht der freie Grundwasserspiegel durch das Druckniveau des unteren grundwasserleitenden Horizontes geprägt. Dem zufolge zeigt der freie Wasserspiegel in der Talmitte eine Aufwölbung. Dieser Effekt ist umso ausgeprägter, da zugleich in der Talmitte infolge der Aufwölbung der undurchlässigen Unterlage (Grundmoräne) die Mächtigkeit der grundwasserleitenden Schichten des unteren Horizontes (Grundwasserstockwerkes) abnimmt. (Da im Fall des Grundwassergebietes von Gloten–Dreibrunnen–Trungen der Grundwasserspiegel des oberen Horizontes im südöstlichen Teil infolge der Anwesenheit einer weiteren, darüber abgelagerten, höher liegenden undurchlässigen Schicht (lehmiger Kies) teilweise auch gespannt verläuft, führte die Erosion dieser undurchlässigen Schicht zur Bildung von artesischen Quellen, wie sie in der Umgebung von Dreibrunnen beobachtet werden können.)

Die beobachtete Krümmung des Grundwasserspiegels (an den Talrändern sowie bei der Aufwölbung in der Talmitte) hängt nun vom hydraulischen Druckverlust infolge Strömung in porösem Milieu und damit von der Größe der Durchlässigkeit ab (Gesetz von Darcy): Je kleiner die Durchlässigkeit des betreffenden Grundwasserleiters, umso größer die Krümmung des freien Grundwasserspiegels. Im vorliegenden Beispiel liegt die Durchlässigkeit des oberen grundwasserleitenden Horizontes, in welchem der freie Grundwasserspiegel ausgebildet ist, bei ca. $5 \cdot 10^{-4}$ m/s (sandiger Kies), diejenige des unteren grundwasserleitenden Horizontes bei ca. $10^{-4} - 5 \cdot 10^{-5}$ m/s (Sand).

Um aber die dargestellte, beobachtete hydrogeologische Situation noch genauer abklären zu können, wäre eine Bestimmung der hydrodynamischen Fließsysteme mit Hilfe eines mathematischen Simulationsmodells notwendig. Dazu müssen aber die Anordnung der Ablagerungen (Geometrie), die räumliche Verteilung der Durchlässigkeiten und der Porositäten (resp. Speicherkoeffizienten) sowie auch die Anordnung der Randbedingungen (wenigstens in ihrer Größenordnung) bekannt sein.

Im vorliegenden Beispiel sind nun folgende Arten von Randbedingungen zu erwarten:

- Zuflüsse durch Infiltration der Niederschläge (vertikale Infiltration) innerhalb des Grundwassergebietes (sofern keine undurchlässige Deckschicht vorliegt).
- Randliche (seitliche) Zuflüsse entlang der Talflanken, entlang den Grenzen des Grundwassergebietes. (Zuflüsse durch die undurchlässige Unterlage hindurch sind nicht zu erwarten, da die unterhalb dieser Grundmoräne gelegene Schotterablagerung kein Grundwasser enthält. Diese untere Schotterablagerung könnte aber eventuell bei Bedarf zur zusätzlichen Wasserspeicherung verwendet werden.)

3. Schlußfolgerungen

Auch bei quartären Lockergesteinsablagerungen ist es sinnvoll, die Gesamtheit der Grundwasservorkommen, welche miteinander in Beziehung stehen, in einem hydrogeologischen Gesamtsystem zusammenzufassen.

Um ein solches System zu definieren, ist die Kenntnis des Verlaufes der Felssohle und der Anordnung der Ablagerungen (Geometrie) sowie der Verteilung der Durchlässigkeit und der Porosität notwendig. Deshalb sollten die quartären Lockergesteinsablagerungen, wenn immer möglich, als Ganzes in ihrer Gesamtheit (d. h. bis zur Molasse-Fels-Grenze) erkundet und erfaßt werden.

Um außerdem wichtige Rückschlüsse auf die hydrodynamischen Prozesse ziehen zu können, welche sich auf die Ausbildung des Grundwasserspiegels und die Anordnung der Strömungsbereiche auswirken, ist es unumgänglich, die hydrodynamischen Fließsysteme zu bestimmen, wenigstens qualitativ für typische Modellfälle.

Dadurch wird es möglich, die Grundwasserverhältnisse in den quartären Lockergesteinsablagerungen besser zu deuten und Vorgänge zu erkennen, welche sich einerseits auf den Verlauf des Grundwasserspiegels (Potential-Verteilung) sowie der hydrodynamisch bedingten Wasserscheiden, andererseits aber auch auf die Verteilung der hydrochemischen bzw. physikalischen Parameter innerhalb der Grundwasservorkommen auswirken können.

Zusammenfassung

Das Konzept der hydrodynamischen Fließsysteme (J. TOTH, 1962, 1963) wird verallgemeinert und auf den Fall der quartären Lockergesteinsablagerungen in Gebieten mit glazial geprägter Felsoberfläche (Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse, Tortonien) angewendet. Anhand von Beispielen aus dem Einzugsgebiet des Murgtales, welches im nordöstlichen Teil des schweizerischen Mittellandes liegt und zum Einzugsgebiet der Thur gehört, wird der Einfluß der Durchlässigkeitsunterschiede und der Geometrie der einzelnen Ablagerungen sowie der morphologischen Ausbildung der Talsohle auf die Konfiguration der Grundwasserspiegeloberfläche diskutiert.

Literatur

- BALDERER, W. (1979): Die Obere Süßwassermolasse als Hydrogeologisches Gesamtsystem. – Bull. Centre d'Hydrogéologie de Neuchâtel, 3, 27–39, Neuchâtel.
- BALDERER, W. (1979): Hydrogeologie des Murgtales (Kt. Thurgau). – Manuscript de thèse, Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel, Bd. 1 u. 2.
- BALDERER, W. (1981): Hydrogeologie des Murgtales (Kt. Thurgau). – Gas–Wasser–Abwasser, 1981/3, Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches, Zürich.
- FREEZE, A. R. & P. A. WITHERSPOON (1966): Theoretical analysis of regional groundwater flow: 1. Analytical and numerical solutions of the mathematical model. – Water Resources Res., 2/4, 641–656.
- FREEZE, A. R. & P. A. WITHERSPOON (1967): Theoretical analysis of regional groundwater flow: 2. Effect of watertable configuration and subsurface permeability variation. – Water Resources Res., 3/2, 623–634.
- FREEZE, A. R. & P. A. WITHERSPOON (1968): Theoretical analysis of regional groundwater flow: 3. Quantitative interpretations. – Water Resources Res., 4/3, 581–590.
- JÄCKLI, H. (1975, 1979): Gutachten (Büro Dr. JÄCKLI, Zürich): 1) – Die Grundwasserverhältnisse im Murgtal zwischen Sirmach-Kett und der Autobahn N 1, Gemeinde Sirmach (TG) (17. November 1975, Ergänzungsbericht). 2) – Grundwasserverhältnisse im Murgtal zwischen Sirmach und St. Margarethen (TG) (27. 7. 1979).
- KIRALY, L. (1978): La notion d'unité hydrogéologique; essai de définition. – Bull. Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel, 2, 83–216, Neuchâtel.
- LINERT, O. (1974): Hydrogeologische Untersuchungen – Murgtalabschnitt Dussnang/Oberwangen–Horben/Wiezikon. – Bericht an das Amt für Umweltschutz und Wasserwirtschaft des Kantons Thurgau (26. 11. 1974).

- NÄNNY, P. (1965): Grundwasseruntersuchungen im Raum Trungen–Dreibrunnen. – Gutachten EA–WAG z. H. Gemeinderat Wil (Feb. 1965).
- TOTH, J. (1962): A theory of groundwater motion in small drainage basins in Central Alberta, Canada. – J. Geophys. Res., **67**, 11, 4375–4387.
- TOTH, J. (1963): Theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. – J. Geophys. Res., **68**, 16, 4795–4812.

Karten

- Geol. Generalkarte der Schweiz (1950): Blatt 3, Zürich–Glarus.
- Geotechn. Karte der Schweiz (1963): Blatt 2, Luzern–Zürich–St. Gallen–Chur.
- HANTKE, R. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. – Zürich (Leemann).
- JÄCKLI, H. (1967): Hydrogeologische Karte der Schweiz. – *Eclogae geol. Helv.*, Vol. **60**, 2.
- JÄCKLI, H., Th. KEMPF et al. (1980): Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Bodensee. – Schweiz. Geotechn. Komm. Zürich.

Summary

The concept of the hydrodynamic flow systems (J. TOTH, 1962, 1963), is applied in generalized form on the situation of the non-consolidated glacial quaternary deposits lying on a bedrock of consolidated sediments (Upper Freshwater Molasse, Tortonien) which is fashioned by the erosion during the pleistocene glaciation events.

For some observed situations of the Murg river basin (tributary of the Thur river) which is situated in the north-eastern part of Switzerland, the influencing effects on the water table configuration (resp. the piezometric head distribution) are discussed; relative permeability differences in connection with the geometrical shape of the different non-consolidated rock deposits and also the morphology of the underlying bedrock.

Résumé

Le modèle conceptuel des écoulements hydrodynamiques selon J. TOTH (1962, 1963) est généralisé et appliqué pour le cas des dépôts des roches meubles du quaternaire d'origine glaciaire, fluvioglaciaire et alluviale. Ces roches meubles forment le remplissage des fonds des vallées comme aussi les dépôts latéraux sur un substratum de roche consolidé (d'origine de la molasse d'eau douce supérieure, Tortonien) qui porte les empreintes caractéristiques de l'érosion glaciaire. Par des exemples observés dans le bassin versant de la Murg, qui est situé dans la partie nord-est du plateau suisse et appartient au bassin versant de la Thur, les effets influençant la configuration du niveau piézométrique sont discutés: les différences relatives des perméabilités, la géométrie des différentes dépôts sédimentaires et la forme morphologique du substratum rocheux.

Anschrift des Verfassers: Dr. Werner BALDERER, Physikalisches Institut, Universität Bern, Sidlerstraße 5, CH-3012 Bern.