Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 63 (1970)
Heft: 2

Artikel: Die hydrogeologische Karte des Kantons Bern
Autor: Blau, René V. / Della Valle, Gianni
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163852

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 63/2	Seiten 447-457	Mit 1 Tafel	Basel, Juli 1970

Die hydrogeologische Karte des Kantons Bern[1]

Von René V. Blau und Gianni della Valle[2])

ZUSAMMENFASSUNG

1967 hat das Kantonale Wasserwirtschaftsamt in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Laboratorium begonnen, hydrogeologische Karten zu beschaffen als Grundlage für die Siedlungswasserwirtschaft und ihre Planung. Ende 1968 lagen die ersten Bearbeitungen von Testgebieten vor, so dass 1969 drei grössere Untersuchungsprogramme in Angriff genommen werden konnten. Am Beispiel eines Ausschnittes 1:10000 von Blatt Münsingen (Aaretal Bern–Thun) werden die für Lockergesteins-Grundwassergebiete gewählten Darstellungen gezeigt, die verschiedenen Kartentypen, Grundlagen-, Grund-, Isohypsen-, Hydrochemiekarte und Profile beschrieben.

RÉSUMÉ

En 1967 l'office cantonal de l'économie hydraulique commença avec la collaboration du laboratoire cantonal à établir des cartes hydrogéologiques comme base pour la planification en matière d'alimentation en eau et d'assainissement. Vers la fin de l'année 1968 on disposait de travaux sur des régions d'essais, de sorte qu'en 1969 trois programmes de recherches plus importants purent être attaqués. Un extrait de la feuille au 1:10000ème Münsingen (vallée de l'Aare entre Berne et Thoune) servira à démontrer les modes de présentation choisis pour les terrains meubles et à décrire les différents types de cartes: carte de base, carte fondamentale, carte d'isopièzes, d'hydrochimie et coupes.

1. Einleitung

1966 ist das Kantonale Wasserwirtschaftsamt beauftragt worden, eine hydrogeologische Karte[3]) der für die Wasserversorgung wichtigen Grundwasservorkommen zu erstellen. Nach einigen Vorarbeiten, gemeinsam mit dem Kantonalen Labor ausgeführt, ist der Regierung 1967 ein Arbeitsprogramm unterbreitet und von ihr gutgeheissen worden. Das Ziel und der einzuschlagende Weg sind darin sinngemäss wie folgt umschrieben:

---

[1]) Diese Arbeit konnte dank der finanziellen Unterstützung der Kantonalen Direktion für Verkehr, Energie- und Wasserwirtschaft und dem Kantonalen Laboratorium veröffentlicht werden. Wir danken den Herren Regierungsrat H. Huber, Dr. E. Baumgartner, Kantonschemiker, und Oberingenieur Merki bestens für ihre Hilfe.

[2]) Adresse der Autoren: Dr. R. V. Blau, Geologe, Kantonales Wasser- und Energiewirtschaftsamt (WEA), Rathausplatz 1, 3011 Bern; Dr. G. della Valle, Geologe, Kantonales Laboratorium, Muesmattstrasse 19, 3012 Bern.

[3]) Korrekterweise sollte der Begriff «geohydrologische Karten» verwendet werden, entsprechend der von Meinzer 1939 gegebenen Definition der Geohydrologie. Da im deutschen Sprachbereich heute mehr von «hydrogeologischen Karten» gesprochen wird, haben wir diese Bezeichnung übernommen (vgl. zu dieser Frage Wechmann 1964, 239ff.).

Die Karte soll als Grundlage dienen für die Siedlungswasserwirtschaft und ihre Planung, wie sie BALDINGER 1969 gefordert hat. Vom sozialtechnischen Standpunkt aus ist es nicht zu verantworten, dass wir unsere genutzten und nutzbaren wertvollsten Trinkwasservorräte weiterhin aufs Spiel setzen, weil wir sie wegen mangelnder Kenntnisse weder güte- und mengenmässig ausreichend schützen noch sinnvoll bewirtschaften können.

Hygienische und wirtschaftliche Gründe verpflichten uns, unsere Grundwasservorkommen ausreichend zu schützen und optimal zu nutzen, bevor wir Oberflächenwasser aufbereiten (vgl. NÄNNY 1966):

- Die Wahrscheinlichkeit, dass Viren, Phytoplanktontoxine, kanzerogene und andere Stoffe sowie möglicherweise radioaktiver Fallout in unserem Trinkwasser auftreten und unsere Gesundheit unmittelbar oder doch mittelbar gefährden, wird immer grösser sein, wenn wir Oberflächenwasser aufbereiten. Gerade die mittelbare Gefahr muss uns zu denken geben: Wir wissen heute noch sehr wenig über die Konzentration an Toxinen, die der Mensch während seines ganzen Lebens ohne Schaden ertragen kann (vgl. die Berichte über den 8. internationalen Wasserversorgungskongress: BOETTCHER 1969: 1279; EIGENBRODT 1969: 931; GRIM 1969: 1909; ferner u.a. die Arbeiten von BORNEFF 1967, 1969; PRIMAVESI 1966 und VOGLER 1967, die über Mikroverunreinigungen und ihre Auswirkungen berichten).
- Der Grad der Gefährdung ist bei unseren Lockergesteins-Grundwässern relativ klein verglichen mit den Oberflächengewässern: Denken wir zum Beispiel an Unfälle, Katastrophen oder kriegerische Ereignisse, bei denen radioaktiver Fallout, chemische und bakteriologische Verunreinigungen sowie die oben erwähnten sogenannten Mikroverunreinigungen (vgl. BOETTCHER 1969) unsere Trinkwasservorkommen beeinträchtigen können. Soweit heute bekannt, wird ein grosser Teil der erwähnten Stoffe bei einer ausreichenden Bodenpassage eliminiert (vgl. GRIM 1969: 1112; KANZ 1960). Für Karst- und Spaltengrundwässer gilt dies allerdings nicht; ihnen fehlt die Filterwirkung der kiesigen Grundwasserleiter, die auf biologische und physiko-chemische Prozesse zurückzuführen ist.
- Kostenüberschläge haben gezeigt, dass das Gewinnen von Grundwasser für unsere Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung bedeutend wirtschaftlicher ist als jede Oberflächenwasseraufbereitung. Dies gilt auch, wenn, der heutigen Praxis entsprechend, ausreichende Landflächen für die Engere Schutzzone (vgl. ORL-Richtlinie 516021) angekauft oder mit entsprechenden, zu entschädigenden Dienstbarkeiten belegt werden müssen.

Folgende Arbeitsphasen müssen in jedem zu untersuchenden Gebiet auseinandergehalten werden:

- Zusammentragen und Verarbeiten aller verfügbaren hydrogeologischen Erkenntnisse. Sie müssen in Zukunft systematisch gesammelt werden, damit die Karten periodisch, ohne allzu grossen Aufwand nachgeführt werden können, d.h. eine hydrogeologische Dokumentation muss aufgebaut werden, die drei Gruppen von Dokumenten enthält: die allen Interessierten zugänglichen, die nur für unseren Tätigkeitsbereich verwendbaren und die, welche aus rechtlichen Gründen temporär nicht weiter verwendet werden dürfen.

- Aufnahme aller hydrogeologisch wichtigen Daten im Gelände; Erstellen eines Katasters der Grundwasserfassungen und der Quellen, soweit sie wegen ihrer Schüttung oder ihrer Lage für die Wasserversorgung von Bedeutung sind.
- Die wichtigsten Daten jedes natürlichen oder künstlichen Aufschlusses wie Quellen, Grundwasserfassungen, Schlitze, Bohrungen usw., die Anhaltspunkte über hydrogeologische Verhältnisse liefern, werden mit dem zugehörigen Verzeichnis der Akten und ihres Standortes in ein Registerblatt eingetragen, die zusammen das jedem Interessierten zugängliche hydrogeologische Register des Kantons bilden.
- Erforschen von Lage im Raum, Geometrie und lithologischen Eigenschaften der wassererfüllten und durchlüfteten Teile der Grundwasserleiter[4]) und der sie bedeckenden und unterlagernden Schichten mit Bohrungen und geophysikalischen Untersuchungen.
- Bestimmung der hydraulischen Parameter mit Klein- und Grosspumpversuchen sowie Markierungen.
- Chemische und physikalische Untersuchung des Grundwassers.
- Erste Abklärungen über die Wechselbeziehungen zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser.
- Bestimmung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der wichtigsten Oberflächengewässer.
- Beschaffung der hydrologischen Grunddaten, d.h. Ausbau des bestehenden eidgenössischen Netzes von Niederschlags- und Abflussmeßstationen, Aufbau eines Netzes von Grundwasserbeobachtungsstellen.
- Verarbeitung der Daten zu einem Kartenwerk, das neben hydrogeologischen, analytischen Karten später auch synthetische Darstellungen für den Planer (vgl. WITT 1969: 3) enthalten soll. Maßstab der hydrogeologischen Karten im Mittelland und Jura 1:10000; Alpen: noch nicht entschieden.

Ende 1968 lagen hydrogeologische Aufnahmen der ersten Untersuchungsprojekte Bödeli-Interlaken (KELLERHALS 1968; vgl. KELLERHALS & STÄGER 1970), Münsingen (NIGGLI 1968), Sensetal bei Thörishaus (RUTSCH 1967b), St.-Ursanne (MORNOD 1968) und Ajoie (SCHWEIZER, im Druck[5]) vor. Die hydrometrischen Messungen laufen in den Gebieten St.-Ursanne, Clos du Doubs und Ajoie weiter[6]). 1969 ist im beschriebenen Rahmen mit den Arbeiten, die bis 1974 andauern werden, in den Gebieten Aaretal Bern–Thun, Emmental und Oberaargau begonnen worden[7]). Damit ist ungefähr ein Viertel des Gebietes des Kantons, in dem grössere Grundwasservorkommen in exponierten Stockwerken erwartet werden können, mit Untersuchungen belegt. Die

[4]) Wir verwenden hier die schweizerische Definition des Begriffs, wie sie von der Eidgenössischen Expertengruppe für Grundwasserkarten am 24. September 1969 festgelegt worden ist. Vgl. auch die demnächst erscheinenden Provisorischen Richtlinien des Orts-, Regional- und Landesplanungsinstitutes der ETH: Kartographische Darstellung der Grundwasserverhältnisse in Lockergesteinen.

[5]) Herr Dr. H. U. Schweizer hat die Arbeit an seiner Dissertation in verdankenswerter Weise in den von uns vorgesehenen Rahmen der Untersuchungen eingefügt.

[6]) Dank gebührt Herrn Prof. F. Gygax, Direktor des Geographischen Institutes der Universität, seinen Assistenten und Doktoranden, die im Rahmen der vorgesehenen Untersuchungen hydrometrische Daten sammeln und auswerten.

[7]) Dem Eidg. Gewässerschutzamt gilt es zu danken: Es subventioniert diese Untersuchungen und steht uns iederzeit beratend zur Seite.

notwendige enge Zusammenarbeit mit den Regionalplanungsverbänden erfordert, dass bereits 1970 in weiteren Gebieten Untersuchungen in Angriff genommen werden, zum Teil im Faltenjura, wo der Gang der Erforschung und die Art der Darstellung erneut überdacht werden müssen.

2. Die hydrogeologische Karte eines Grundwasservorkommens in Lockergesteinen

An die Unterlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung werden höchste Ansprüche gestellt (vgl. PETERSEN 1969: 133). Wir müssen mit den in die Karte verarbeiteten Resultaten unserer Untersuchungen klar zeigen können, wie wir unser Ziel, mengen- und gütemässiger Schutz sowie sinnvolle Bewirtschaftung unserer Grundwasservorkommen, erreichen wollen. Wenn uns das nicht gelingt, werden unsere Forderungen in den entscheidenden Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Interessenzweigen nicht berücksichtigt werden.

Nach der Durchsicht verschiedener amerikanischer, deutscher, französischer, israelischer und schweizerischer Kartenwerke, einer Studienreise Ende 1967 an einige der in Deutschland hydrogeologische Karten herstellenden Institute[8]) und den zum Teil im Auftrage des Kantonalen Wasserwirtschaftsamtes ausgeführten Studien über die Legende[9]) ist die heutige Form der Karte und der Darstellung in Lockergesteinsgebieten gewählt worden, die unseren Bedürfnissen entspricht. Sie sollen hier zur Diskussion gestellt, auf ungelöste Fragen wird hingewiesen werden.

Als Beispiel dienen die hydrogeologischen Aufnahmen eines Teils des Übersichtsplanes Münsingen. Die Untersuchungen sind in diesem Raum noch nicht abgeschlossen. Die verwendeten Daten stammen aus den Archiven von Gemeinden und kantonalen Amtsstellen sowie von privaten Unternehmungen[10]). Die Feldaufnahmen und die Verarbeitung eines Teils der Daten besorgte NIGGLI 1968 im Auftrage des Kantonalen Wasserwirtschaftsamtes.

Folgende Kartenblätter sind für dieses Gebiet gezeichnet worden[11]):

---

[8]) Die besuchten Anstalten und die Gesprächsleiter: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover (Prof. W. Richter); Westfälische Berggewerkschaftskasse Bochum (Prof. W. Semmler, Dres R. Schmidt und F. Birk); Geolog. Landesanstalt Nordrhein-Westfalen Krefeld (Dres K. Fricke und H. Bolsenkötter); Techn. Hochschule Aachen (Prof. Breddin); Bayrische Landesstelle für Gewässerkunde München (PD Dr. W. D. Grimm, Dipl.-Ing. J. Hofbauer).

[9]) Legendenentwürfe: RUTSCH (1967a) und JÄCKLI (1967); Stellungnahmen zu diesen beiden Entwürfen: FURRER (1967), HAUBER (1967), MORNOD (1967) und SCHMASSMANN (1967). Im weitern haben beratend mitgewirkt: die in Bern tätigen Geologen COLOMBI, KELLERHALS, LIENERT, NIGGLI, REHSE, SCHMID, SCHNEIDER und STÄGER. Die wichtigsten Veröffentlichungen, aus denen Form und Darstellung mitbestimmende Eigenheiten entnommen worden sind: BREDDIN (1963), GRIMM & HOFBAUER (1967), HYDROLOGICAL SERVICE ISRAEL (1966), KARRENBERG et al. (1958 und 1959), LANGGUTH (1963), RICHTER & RAMBOW (1961), SEMMLER et al. (1966).

[10]) Wir danken den Leitern der Wasserversorgungen Bern, Köniz und Muri, Herrn K. Wüthrich, Rubigen, und der Fa. Geotest AG, Zollikofen, für die Erlaubnis, Untersuchungsresultate zu verwenden.

[11]) Es steht heute noch nicht fest, ob diese analytischen Karten als Planungsgrundlagen gedruckt werden sollen oder ob wir uns auf die Herausgabe von teilsynthetischen Karten beschränken.

A. Grundlagenkarte (vgl. Tafel I, Fig. 1)

Als Grundlagenkarte (vgl. Begriffsbestimmungen zur Hydrogeologischen Karte des Kantons Bern 1967) bezeichnen wir einen Grundbuch-Übersichtsplan 1:10000 (einschliesslich der ihn unter Umständen ergänzenden Pläne grösseren Maßstabes), in dem alle uns bekannten Untersuchungen und Anlagen eingetragen sind,

- die der Erkundung und Gewinnung von Grund-, Oberflächen- und Meteorwasser,
- dem Schutz des Grundwassers,
- der Entwässerung,
- der Einleitung in Oberflächengewässer oder der Versickerung von Abwässern dienen,

sowie

- natürliche Grundwasseraustritte,
- Versickerungs-, Versinkungs- und Wiederaustrittsstellen oberirdischer bzw. unterirdischer Wasserläufe,
- Zusammenhänge zwischen Grund- und Oberflächengewässern,
- Deponien,
- Ölversickerungsstellen.

Die Signaturen werden, soweit möglich, durch die folgenden Angaben ergänzt:

a) Ordnungsnummer; sie setzt sich zusammen aus den ersten drei Ziffern von Ordinate und Abszisse des Landeskoordinatensystems und einer fortlaufenden Ordnungsnummer innerhalb jedes Quadratkilometers. Dies ermöglicht im allgemeinen eine rasche Übersicht und kleine Zahlen auf allen Kartenblättern, auf denen das Koordinatensystem mit angegeben wird.
b) Vertikale Tiefe von Bohrungen, Schlitzen, Fassungsanlagen usw. in m.
c) Verwendung des Wassers (als Trinkwasser, zu rein technischen Zwecken einschliesslich Lösch- und Kühlzwecke, zu vorwiegend technischen Zwecken, zur Bewässerung).
d) Bakteriologischer und chemischer, evtl. physikalischer Befund, wobei nur angegeben wird, ob das Wasser den geltenden Anforderungen an Trinkwasser entspricht[12]).
e) Aufbereitung des Wassers (ohne genaue Angabe über die Art der Aufbereitung).

Die konzessionierte Entnahmemenge bzw. die Schüttung von Brunnen und Quellen wird in neun Stufen durch im Uhrzeigersinn fortschreitendes Ausfüllen der Oktanten des betreffenden Zeichens mit Vollfarbe, Schwankungsbereiche durch Ausfüllen der Oktanten zwischen Minima- und Maximawerten der Schüttungen mit aufgehelltem Farbton dargestellt. Dies hat folgende Vorteile: Die Zeichen sind optisch wirksam und gut voneinander unterscheidbar, eine Kombination mit andern Zeichen, z. B. denen von hydrometrischen Meßstellen, ist ohne weiteres möglich, das Kartenbild wird nicht unnötig durch viele Zahlenangaben belastet. Die effektive Entnahme von Grundwasserfassungen darzustellen, ist heute nicht möglich, da keine alle Verbraucher erfassende Statistik geführt wird.

Das Führen von Grundlagenkarten mit dem zugehörigen hydrogeologischen Register (vgl. oben) hat sich in der Praxis des Wasserwirtschaftsamtes sehr bewährt,

---

[12]) Bis zum Erscheinen des neuen schweiz. Lebensmittelbuches werden die vom bernischen Kantonschemiker festgelegten Grenzwerte berücksichtigt.

da sie eine rasche Übersicht über die vorhandenen Grundlagen vermitteln. Der Wert dieser Werke sinkt natürlich, wenn es nicht gelingt, sie kontinuierlich nachzuführen.

B. Grundkarte (vgl. Tafel I, Fig. 2)

Grundsatz für Grund-, Isohypsen- und Hydrochemie-Karten:

- Gezeichnet bzw. gedruckt werden sie auf einer hellgrauen topographischen Unterlage, die wohl zurücktritt, das Erkennen der Höhenlinien aber doch noch ohne weiteres erlaubt.
- Für jedes Grundwasser-Stockwerk, sofern es von wasserwirtschaftlicher Bedeutung und genügend erforscht ist, werden gesonderte Karten gezeichnet.

In der Grundkarte werden dargestellt:

a) Der stratigraphische Rahmen

Er konnte im besprochenen Beispiel aus dem Geologischen Atlasblatt Münsingen (BECK & RUTSCH 1949 und 1958) übernommen werden. Es versteht sich, dass in den leider noch zahlreichen Gebieten, wo wir über keine moderne geologische Karte verfügen, vorerst eine grobstratigraphische Übersicht gewonnen werden muss. Die chronostratigraphische Stellung der kartierbaren Einheiten wird mit den im Geologischen Atlas verwendeten Buchstaben bezeichnet; wo neuere umfassendere Aufnahmen fehlen, muss ein vereinfachter lokalstratigraphischer Rahmen mit entsprechender Benennung gewählt werden.

b) Der lithologische Rahmen

Um die hydrogeologischen Gegebenheiten besser beurteilen zu können, werden die lithologischen Verhältnisse dargestellt, wobei die Dichte der schwarz gehaltenen Zeichen ausdrückt, ob die Angaben vermutet (locker) oder in Aufschlüssen und Bohrungen nachgewiesen (dicht) sind.

Die Lockergesteine werden gemäss dem Unified Soil Classification System unterschieden, die Zeichen gemischt, entsprechend der Feldklassifikation.

Um das Erfassen der dreidimensionalen Verhältnisse dem Betrachter zu erleichtern, ist einerseits eine Serie von Profilen (vgl. unten) dargestellt, andrerseits das von GRIMM (1967) vorgeschlagene System gewählt worden:

Zeichnen von

- Zylindern, die über der Kartenebene liegen; sie zeigen die Lithologie der durchlässigen und schlecht durchlässigen Deckschichten über dem in der Kartenebene dargestellten wassererfüllten Teil des Hauptgrundwasserleiters,
- Prismen, die die lithologischen Verhältnisse des Stauers unter dem dargestellten Grundwasserleiter angeben.

Die Anordnung dieser Körper richtet sich nach dem Bedürfnis, zusätzliche Angaben zu liefern.

c) Von den Grössen, die den hydrologischen Rahmen bestimmen,
werden hier angegeben:

- Die Mächtigkeit des hydraulisch wirksamen wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters wird punktförmig oder, wenn möglich, mit Isopachen angegeben. Diese bei freien Grundwasserspiegeln variable Grösse wird nach den gleichen Regeln aufgeführt wie die Lage des Grundwasserspiegels (siehe unten: Isohypsenkarten).

- Durchlässigkeitsverhältnisse (k-Werte) im wassererfüllten Teil des Grundwasserleiters, in den Deckschichten und dem Grundwasserstauer[13]): Sie werden flächenhaft dargestellt, entsprechend ihrer Bedeutung mit Farben, als dem graphisch wichtigsten Element. Im Bereich der Bestimmungsstellen wird die entsprechende Farbe der k-Wert-Stufe voll angegeben, wo nur vermutliche Werte vorliegen, aufgehellt.

  Drei k-Wert-Stufen werden unterschieden:

  $< 2 \cdot 10^{-4}$ m/s; $2\text{–}20 \cdot 10^{-4}$ m/s; $> 20 \cdot 10^{-4}$ m/s.

  Unter Umständen wird es nötig sein, in einzelnen Gebieten abweichende Grenzen zu ziehen.

  k-Wert-Bestimmung:

  Vorwiegend werden mit Gross- und Kleinpumpversuchen in vollkommenen oder unvollkommenen Brunnen bestimmte Werte verwendet. Punktförmig bestimmte Werte werden nur benutzt, wenn eine genügend grosse Zahl von Versuchen in verschiedenen Lagen eine vernünftige Mittelwertbildung erlaubt. Werte, bestimmt in Sink- und Steigversuchen, werden nur weiterverwendet, wenn Vergleichsmessungen mit anderen Methoden zeigen, dass sie vernünftig sind, solche von Korngrössenanalysen nur dann, wenn sicher ist, dass die für eine Bestimmung nötigen Voraussetzungen eingehalten worden sind und Vergleichsmessungen vorliegen.

  Grundsätzlich muss folgendes dazu bemerkt werden:

  Bedingungen für den Erfolg dieser und der anschliessend zu besprechenden Darstellung auf Isohypsenkarten sind:

  Durchlässigkeitsbeiwerte müssen einheitlich bestimmt, Pumpversuche geregelt durchgeführt und vollständig ausgewertet werden (vgl. die von DÜRBAUM 1968: 427 geäusserten Gedanken). Die stationären Auswertungen nach DUPUIT/THIEM, die instationären nach THEIS/JACOB (vgl. FERRIS et al. 1962 mit Literaturverzeichnis) beruhen auf der Voraussetzung, der Grundwasserleiter sei homogen und isotrop. Eine Verbesserung der Resultate bei Durchlässigkeitsbestimmungen kann, wie LOHR (1969) zeigt, offenbar nur erreicht werden, wenn wir uns trotz des rechnerischen Mehraufwandes entschliessen, den Grundwasserleiter als zweidimensional-anisotrope Grösse einzuführen. Dass in der Auswertung und Bewertung der anfallenden Resultate eine der Hauptschwierigkeiten liegt, ist uns klar; wir sind aber überzeugt, dass nur die vermehrte Auswertung von quantitativen Daten uns weiterbringen wird. Richtlinien für die Bestimmung der hydraulischen Kennwerte müssen ausgearbeitet oder ergänzt, Ingenieure und Geologen angehalten werden, die bekannten Auswertungsmethoden auch anzuwenden; wir verweisen auf die

---

[13]) In zwei versuchsweise gezeichneten Karten im Mittelland sind 1968 analog der nun dargestellten k-Werte Transmissibilitätswerte verwendet worden, wie dies TRUEB (1966: 13) und NÄNNY (im Druck) vorschlagen und über deren Anwendung in Karten GLANDER (1969) berichtet. Obwohl die Darstellung befriedigte, sind wir aus folgenden Gründen wieder davon abgewichen:

Es ist in vielen Fällen wichtig, die Grössen der beiden Faktoren Durchlässigkeitsbeiwert und Mächtigkeit des hydraulisch wirksamen wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters zu kennen. Um dieses Ziel zu erreichen, wäre es ohne weiteres möglich, neben der Transmissibilität die erwähnte Mächtigkeit mit Isopachen anzugeben. Die Transmissibilitätsdarstellung eignet sich nun aber nicht für Profile. Es schien uns deshalb günstiger zu sein, sowohl auf den Profilen wie auf den Grundkarten die gleichen Farben mit derselben Bedeutung verwenden zu können.

entsprechenden Bemerkungen von TRÜEB (1966: 13) und NÄNNY (im Druck). Die Erfolge in der Bewirtschaftung und Überwachung von Grundwasserleitern, die mit mathematischen und elektronischen Analogmodellen im Ausland erzielt worden ist, zeigen, dass der vorgeschlagene Weg zum Ziele führen kann.

C. Isohypsenkarte (vgl. Tafel I, Fig. 3)

Die übrigen, heute erfassbaren Grössen, die den hydrologischen Rahmen bestimmen, werden in der Isohypsenkarte aufgeführt:

- Die Obergrenze des wassererfüllten Teils eines Grundwasserleiters wird dargestellt durch die Isohypsen der Grundwasseroberfläche bzw. die Isohypsen der Grundwasserdeckfläche gemäss DIN 4049 bei gespannten Grundwasservorkommen. Die Lage der Grundwasseroberfläche bzw. der ähnlich dargestellten Druckfläche (gemäss DIN 4049) bezieht sich,
  - wenn kontinuierliche Beobachtungsreihen vorliegen, auf ein mittleres Niedrigwasser von mindestens 5 Jahren, entsprechend dem in der Oberflächenwasser-Hydrometrie gebräuchlichen MNW, wobei die Schwankungsbreite um diesen Wert mit Zahlen angegeben wird.
  - wenn man nur über simultane Einzelmessungen verfügt, auf das einfache arithmetische Mittel oder einen Momentanwert.

  In allen Fällen wird die Beobachtungsperiode bzw. das Datum am Blattrande vermerkt.
- Obwohl wir auf der Grundkarte die Isopachen des wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters eintragen, wird hier die Oberfläche des Grundwasserstauers mit Isohypsen angegeben, damit die verschiedenen Karten leichter lesbar sind.

Es versteht sich, dass alle diese Kurvendarstellungen ersetzt werden durch punktförmige Angaben, wenn zu wenig Werte vorliegen.

An numerischen Angaben werden zu den Objekten, bei denen sie bestimmt worden sind, eingesetzt:

a) der Permeabilitätskoeffizient k in 10^{-3} m/sec mit Angabe der Bestimmungsmethode (vgl. oben).

b) der Transmissibilitätskoeffizient T in 10^{-2} m^3/m sec, d.h. die zu einem Brunnen zufliessende Wassermenge in m^3 pro Zeiteinheit bei einem hydraulischen Gradienten 1, gemäss der Definition von THEIS (1935).

c) der Speicherkoeffizient S (vgl. THEIS 1935).

T muss nach den Methoden von THEIS oder stationär nach DUPUIT-THIEM bei Berücksichtigung der Absenkung in mindestens zwei gut versetzten Beobachtungsrohren berechnet werden (vgl. FERRIS et al. 1962). Die direkte Berechnung des Transmissibilitätskoeffizienten gestattet auf diese Weise eine Überprüfung der aus Bohrprofilen oder geophysikalischen Messungen entnommenen Mächtigkeit des hydraulisch wirksamen wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters.

Im weitern ist es möglich, folgende Daten zu gewinnen:

- Da die Isohypsen auf eine sehr blass gehaltene topographische Unterlage aufgedruckt werden, kann der Flurabstand gemäss DIN 4049 ohne weiteres herausgelesen werden.

- Wenn nötig, können zusätzlich noch die Isohypsen einer allfälligen Grundwasser-Schirmfläche gemäss DIN 4049 eingetragen werden, ohne dass die Karte unlesbar wird.

D. Profile (vgl. Tafel I, Fig. 4)

Das Zeichnen von Profilen, das zu Beginn etwas aufwendig schien, hat sich sehr gut bewährt. Es erleichtert uns, ein dreidimensionales Bild zu gewinnen, ermöglicht es aber vor allem, einem Laien die Verhältnisse besser zu erklären und ihm zu zeigen, wie sich die Interpretation zu den nachgewiesenen Fakten verhält; es erlaubt zudem, auf die spezielle Darstellung tieferer Stockwerke, die ungenügend bekannt sind, vorläufig zu verzichten. Der stratigraphische, lithologische und hydrologische Rahmen wird entsprechend dargestellt wie in der Grundkarte.

E. Hydrochemische Karte

Nachdem die Darstellungsmethode von LANGGUTH (1966) sowie eine vom Kantonalen Laboratorium vorgeschlagene, geprüft worden sind, haben wir uns zu folgendem Vorgehen entschlossen:

Dargestellt werden nur die zur Beurteilung des Wassers besonders wichtigen Werte: Gesamthärte, Karbonathärte, Chlorid, Sulfat, Nitrat, O_2-Sättigung, Turbidität, Oxydierbarkeit, Eisen, Mangan mit der von PREUL (KARRENBERG et al. 1958) vorgeschlagenen Säulendarstellung, die leicht abgeändert worden ist. Liegen verschiedene Analysen vor, werden die minimalen und maximalen Grössen der einzelnen Komponenten angegeben (Farbe der Säule unterhalb des minimalen Werts voll, zwischen minimalem und maximalem Wert aufgehellt). Die Daten der Probeentnahmen werden am Blattrand aufgeführt.

Um die Grösse einer Komponente zu ermitteln, wird die Säulenhöhe mit der kürzeren Kathetenlänge des entsprechenden Konzentrationsdreiecks in der Legende verglichen.

Eine horizontale Linie im oberen Drittel der Säulendarstellung gibt die im Kanton Bern für Trinkwasser höchst zulässige Konzentration an für die Komponenten Chlorid (30 mg/l), Sulfat (60 mg/l), Nitrat (45 mg/l), O_2-Sättigung (60 %), Turbidität (25 mg SiO_2/l), Oxydierbarkeit (6 mg $KMnO_4$ Verbrauch/Liter), Eisen (0,1 mg/l), Mangan (0,05 mgl).

LITERATUR

BALDINGER, F. (1969): *Siedlungswasserwirtschaft als Synthese von Trinkwasserversorgung, Abwasserbeseitigung sowie Gewässerschutz.* Gas-Wasser-Abwasser *49*/1, 22.

BECK, P., und RUTSCH, R. F. (1949): *Geol. Atlas der Schweiz 1:25000, Blatt Münsingen–Heimberg.* Bern (Kümmerly & Frey).

– (1958): *Erläuterungen zum Blatt Münsingen–Heimberg des Geol. Atlas der Schweiz 1:25000.* Bern (Kümmerly & Frey).

BOETTCHER, F. (1969): *Der 8. Internationale Wasserversorgungskongress 1969.* Gas- und Wasserfach *110/46*, 1279.

BORNEFF, J. (1967): *Vorkommen und die Bewertung von kanzerogenen Stoffen im Wasser.* Gas- und Wasserfach *108*/38, 1072.

– (1969): *Die Entfernung kanzerogener polyzyklischer Aromaten bei der Wasseraufbereitung.* Gas- und Wasserfach *110*/2, 29.

BREDDIN, H. (1963): *Die Grundrisskarten des Hydrogeologischen Kartenwerks der Wasserwirtschaftsverwaltung von Nordrhein-Westfalen.* Geol. Mitt. *2*/4, 393.

DÜRBAUM, H. (1968): *Zur Auswertung hydrologischer Pumpversuche.* Bohrtechnik, Brunnenbau *19*/12, 427.

EIGENBRODT, A. (1969): *Die Generalberichte des 8. Internationalen Wasserversorgungskongresses 1969 in Wien.* Gas- und Wasserfach *110*/34, 931.

Fachnormenausschuss Wasserwesen im Deutschen Normenausschuss (1954): *DIN 4049; Gewässerkunde, Fachausdrücke und Begriffsbestimmungen: Teil I: qualitativ.* Berlin.

FERRIS, J. G. et al. (1962): *Theory of Aquifer Tests.* Geol. Survey water supply paper *1536-E.*

FURRER, H. (1967): *Stellungnahme zu den Legendenentwürfen von Prof. R. F. Rutsch vom 31. 1. 67 und PD Dr. H. Jäckli vom 28. 2. 67.* Ausgearbeitet im Auftrage des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

Geotest AG (1965): *Geophysikalische Untersuchungen im Belpmoos, Bericht Nr. 64-59.* Ausgearbeitet im Auftrag der Wasserversorgungen der Gemeinden Muri und Köniz; nicht veröffentlicht.

GRIM, J. (1969): *Mikroverunreinigung und Wasseraufbereitung unter spezieller Berücksichtigung der Geruchs- und Geschmacksbekämpfung im Trinkwasser.* Gas- und Wasserfach *110*/4, 1109.

GRIMM, W. D. (1967): *Räumliche Darstellung lithologischer und hydrogeologischer Verhältnisse.* Persönliche Mitteilung.

GRIMM, W. D., und HOFBAUER, J. (1967): *Die Grundwasserkarte von Bayern 1:25000.* Deutsche Gewässerkundl. Mitt., Sonderheft *1967*, 113.

HAUBER, L. (1967): *Stellungnahme zu den Legendenentwürfen von Prof. R. F. Rutsch vom 31. 1. 67 und PD Dr. H. Jäckli vom 28. 2. 67.* Ausgearbeitet im Auftrag des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

Hydrological Service Israel (1966): *Groundwater Map Autumn 1965 Coastal Plain and Foothill Region.* In: Hydrological year-book of Israel 1963/64, Jerusalem.

JÄCKLI, H. (1967): *Legende für Grundwasser- und Quellenkarten grossen Maßstabes vom 17. 2. 67 mit Ergänzungen vom 28. 2. 67.* Dem WEA Bern zur Verfügung gestellt; nicht veröffentlicht.

KANZ, E. (1960): *Über das Verschwinden von Keimen im Grundwasser des diluvialen Schotterbodens.* Arch. Hygiene Bakteriol. *144*, 375.

KARRENBERG, H., NIEHOFF, W., PREUL, F., and RICHTER, W. (1959): *Groundwater Maps Developed in the Geological Surveys Niedersachsen and Nordrhein-Westfalen.* Ass. Intern. Hydrol. Scientif. CR et Rapp. II; Ass. Gén. Toronto; Eaux souterraines *54.*

KARRENBERG, H., BOLSENKÖTTER, H., und VOGLER, H. (1959): *Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5004 Jülich, mit Nebenkarten.* Krefeld (Geol. Landesamt).

KELLERHALS, P. (1968): *Neuaufnahme hydrogeologische Karte Blattzusammensetzung Interlaken.* Ausgearbeitet im Auftrage des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

KELLERHALS, P., und STÄGER, D. (1970): *Hydrogeologische Karte des Bödeli als Beispiel der siedlungswasserwirtschaftlichen Planung des Kantons Bern.* Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee 1969; Interlaken (Uferschutzverband).

LANGGUTH, H. R. (1963): *Das Blatt Kaldenkirchen des Hydrogeologischen Kartenwerks 1:25000 der Wasserwirtschaftsverwaltung von Nordrhein-Westfalen.* Geol. Mitt. *2*/4, 417.

– (1966): *Die Grundwasserverhältnisse im Bereich des Velberter Sattels.* Düsseldorf (Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen).

LOHR, A. (1969): *Beitrag zur Ermittlung des k_H-Wertes durch hydraulische Feldversuche.* Gas- und Wasserfach *110*/14, 369.

MEINZER, O. E. (1939): *Definitions of the Different Kinds of Subterranean Water.* Am. Geophys. Union Trans. *4*, 674.

MORNOD, L. (1967): *Stellungnahme zu den Legendenentwürfen von Prof. R. F. Rutsch vom 31. 1. 67 und PD Dr. H. Jäckli vom 28. 2. 67.* Ausgearbeitet im Auftrage des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

– (1968): *St-Ursanne; étude hydrogéologique préliminaire.* Bericht, ausgearbeitet im Auftrage des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

NÄNNY, P. (1966): *Die Bedeutung der Grundwasservorkommen für die Versorgung unseres Landes mit Trink- und Brauchwasser.* Wasser-Boden-Luft, Jahresheft.

– (im Druck): *Die Grundwasserverhältnisse im Fürstentum Liechtenstein.*

NIGGLI, C. R. (1968): *Hydrogeologische Karte des Kantons Bern 1:10000, Blatt Münsingen 1187.1.* Ausgearbeitet im Auftrage des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

Orts-, Regional- und Landesplanungsinstitut der ETH (1968): *Richtlinien zur Ausscheidung von Grundwasserschutzgebieten und Grundwasserschutzzonen, Blatt 516021.* (ORL–ETH).

PETERSEN, M. (1969): *Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung aus der Sicht der thematischen Kartographie (1. Teil).* Veröffentlichungen Akad. Raumforschung, Landesplanung Hannover, Forschungs- und Sitzungsberichte *51.*

PRIMAVESI, C. A. (1966): *Neuere Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Viruskrankheiten und Wasserhygiene.* Gesundheitsingenieur 1966 *87*/5, 139.

RICHTER, W., und RAMBOW, B. (1961): *Hydrogeologische Verhältnisse im mittleren und südlichen Emsland.* Geol. Jb. *78*/1.

RUTSCH, R. F. (1967a): *Grundwasserkarte des Kantons Bern, Legende.* Entwurf, ausgearbeitet im Auftrag des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

– (1967b): *Grundwasserkarte des Sensetales zwischen Schwarzwasser und Saane.* Ausgearbeitet im Auftrag des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

SCHMASSMANN, H. J. (1967): *Stellungnahme zu den Legendenentwürfen von Prof. R. F. Rutsch vom 31. 1. 67 und PD Dr. H. Jäckli vom 28. 2. 67.* Ausgearbeitet im Auftrag des WEA Bern; nicht veröffentlicht.

SCHWEIZER, H. U. (im Druck): *Beiträge zur Hydrologie der Ajoie (Berner Jura).* Inauguraldissertation der phil. nat. Fakultät der Universität Bern.

SEMMLER, W., und KÖTTER, K. (1966): *Hydrogeologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlebezirks, Blatt Bottrop 1:10000 mit Nebenkarten.* Bochum (Westf. Berggewerkschaftskasse).

THEIS, C. V. (1935): *Relation Between the Lowering of the Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of a Well Using Groundwater Storage.* Am. Geophys. Union Trans. *2*, 519.

TRÜEB, E. (1966): *Die Vorrangstellung des Trinkwassers in der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung.* Monatsbull. SVGW 1966 *12*, 3.

VOGLER, G. (1967): *Intoxikationen von Mensch und Tier durch Phytoplanktontoxine aus Oberflächengewässern.* Arch. Hygiene Bakteriologie *151*, 1.

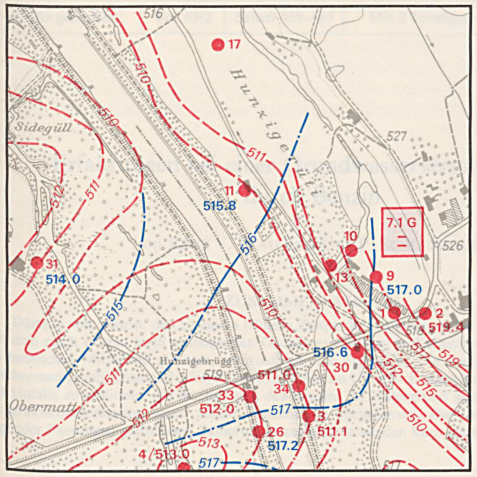
Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (1967): *Begriffsbestimmungen zur Hydrogeologischen Karte des Kantons*; nicht veröffentlicht.

WECHMANN, A. (1964): *Hydrologie.* Wien (Oldenbourg).

WITT, W. (1969): *Stellung und Aufgaben der thematischen Kartographie im Rahmen der Raumforschung.* Veröffentlichungen Akad. Raumforschung, Landesplanung Hannover, Forschungs- und Sitzungsberichte *51*, 1.

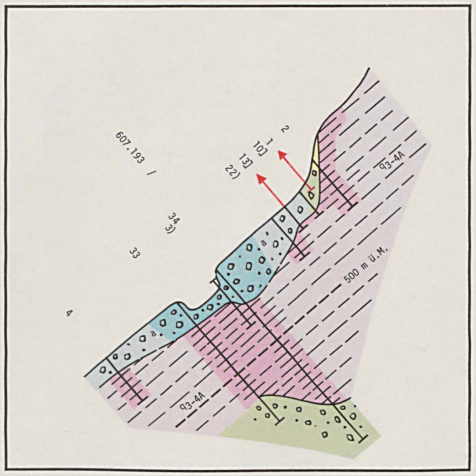
Manuskript eingegangen am 16. Februar 1970.

Hydrogeologische Karte des Kantons Bern 1:10 000



Isohypsen Fig. 3

- 2 / 512.0 / 506.1 — Beobachtungsstelle mit Ordnungsnummer; Höhe ü.M. des Grundwasserspiegels am 20.8.69 (blau) und der Oberfläche des Grundwasserstauers (rot)
- 517 — Isohypse der Grundwasseroberfläche am 20.8.69 mit Kote m ü.M. beobachtet/extrapoliert
- 512 — Isohypse der Oberfläche des Grundwasserstauers mit Kote m ü.M. in Bohrungen festgestellt/geophysikalisch ermittelt/extrapoliert
- 7.1G — Koeffizienten des wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters
  - 7.1G — k in 10^{-3} m/s — mit Grosspumpversuch (G) bestimmt
  - = — T und S — nicht bestimmt

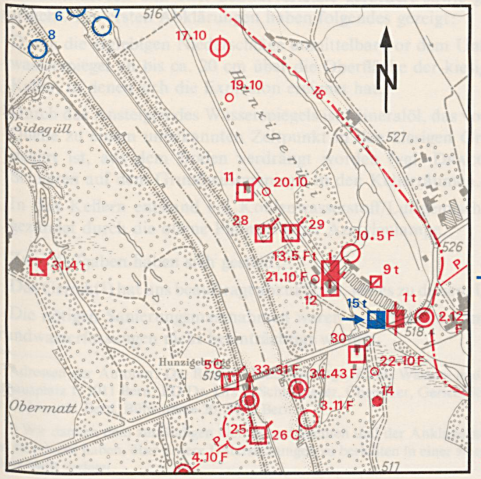


Ausschnitt Blatt 1187.1 Münsingen
Landeskoordinaten km 607.0 – 607.9
km 193.0 – 193.9

Profil Fig. 4

Höhen 1:1000; vgl.: Legende Fig. 2, Situation Fig. 1

- ⊥ — Bohrung
- ↑ — Vertikaler Brunnen
- 607.193/2 — Ordnungsnummer; Entfernung des Aufschlusses von der Profilebene, senkrecht zu ihr gemessen, 0-50 m
- 607.193/22) — id. 50-100 m
- 607.193/13] — id. 100-200 m



Grundlagenkarte Fig. 1

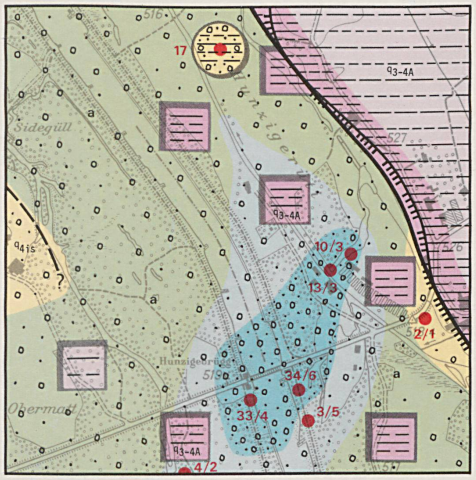
- P — Lage der Profilebene vgl. Fig. 4
- Bohrungen i. allg.; Grundwasserspiegel erreicht (wenn gespannt ↑)
- Hand- oder Rammsondierungen
- Peilrohr (soweit noch verwendbar oder wenn Beobachtungsreihen vorliegen)
- F — Sohle des Grundwasserleiters in Bohrungen usw. erreicht
- Umgrenzung eines seismisch untersuchten Gebietes
- Umgrenzung eines geoelektrisch untersuchten Gebietes
- Fassung in oberirdischem Wasserlauf
- Quelle ungefasst
- Quelle gefasst
- Vertikaler Brunnen, meist als Filterbrunnen ausgebildet
- Schachtbrunnen, nicht als Filterbrunnen ausgebildet

Schüttungen von Quellen resp. konzessionierte Entnahmemengen in Grundwasserfassungen; l/min

- unbekannt
- < 5
- 5 - 25
- 25-100

weitere Stufen: 250/1000/5000/10 000/50 000/>50 000

- 9 — Fortlaufende Ordnungsnummer innerhalb des km^2
- 12 — Vertikale Tiefe in m ab OK Terrain (Bohrungen: Endtiefe; Vertikalfilter: UK Filterrohr)
- C — Chem. Analyse vorhanden, entspricht den Anforderungen an Trinkwasser
- t — Verwendung des Trinkwassers zu vorwiegend technischen Zwecken
- 9.12 C t



Grundkarte Fig. 2

- 3/5 — Künstlicher Aufschluss; 3: Ordnungsnummer; 5: Mächtigkeit des wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters, nicht gleichzeitige Werte
- Terassen-, Erosions-, Abrissrand
- ? — Kartierung, Angaben oder Daten fraglich
- Kies-Sand — vermutet/nachgewiesen
- Silt-Ton — vermutet/nachgewiesen
- Beobachtete Grenzen zwischen Gesteinsfolgen, die sich hydraulisch verschieden verhalten
- Nutzbares Grundwasser — vermutlich/nachgewiesenermassen fehlend
- Durchlässigkeit — vermutlich $<2\cdot10^{-4}$ m/s
- Durchlässigkeit — vermutlich $2\text{-}20\cdot10^{-4}$ m/s
- Durchlässigkeit — vermutlich/nachgewiesenermassen $>20\cdot10^{-4}$ m/s
- Stratigraphische Grenzen — vermutet
- a — Alluvionen
- q_{4is} — Würm; interstadiale Münsingen-Schotter
- $q_{3\text{-}4A}$ — Riss-Würm; interglaziale Seeablagerungen
- Eigenschaften der Deckschichten über dem wassererfüllten Teil des Grundwasserleiters
- Eigenschaften des Grundwasserstauers

Kartographie
WEA Geologie