Zeitschrift: Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 50 (1970-1972)

Artikel: Grundwasservorkommen und Wasserversorgung in der "Region" Bern
Autor: Blau, René V.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-324163

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: 12.07.2025

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

GRUNDWASSERVORKOMMEN UND WASSERVERSORGUNG IN DER "REGION"[1] BERN

René V. Blau[2]

Einleitung

Über die Zukunft weiss keiner etwas Sicheres,
hier gibt es keine Monopole des Wissens
hier gibt es nur Lernen und Engagement

STEINBUCH (1970:36)

Dankbar müssen wir den Wasserversorgungen unserer Gemeinden und Verbände sein; in teilweise vorbildlicher Art und Weise haben sie es verstanden, unsere Trink- und Brauchwasserversorgung sicherzustellen und damit eine gesunde Entwicklung der Region ermöglicht. Die durch die zunehmende Verknappung unseres Lebensraumes sich immer mehr zuspitzenden Konflikte zwischen verschiedenen Nutzungsinteressen zeigen aber heute deutlich: Wenn wir den bisherigen Weg weiterverfolgen, wird eine vom wasserwirtschaftlichen und oekonomischen Standpunkt aus gesehen optimale Versorgung in verschiedenen Teilen der Region nicht mehr gewährleistet sein. Eine siedlungswasserwirtschaftliche[3] Planung im Rahmen der gesamten Planung muss dringend aufgenommen werden (vgl. BAUMGARTNER 1968, 61ff.). Im Folgenden sollen kurz unsere Kenntnisse über das Grundwasserdargebot, das aus wirtschaftlichen und hygienischen Gründen an erster Stelle zu berücksichtigen ist, und den Wasserbedarf, d.h. die Wasserversorgungslage in den Jahren 1970 und 2000 gestreift werden. Anschliessend sollen einige Gedanken über die notwendigen, die Entwicklung steuernden Massnahmen skizziert werden. Im Rahmen dieser Arbeit ist es weder möglich, verbindliche Unterlagen für die Planung zu liefern, noch Lösungen von Problemen zu zeigen. Die Ausführungen können einzig im Sinne des oben erwähnten Zitates von STEINBUCH zum Lernen anregen.

1. Grundwasser-Dargebot

An Hand einiger Beispiele von genutzten und noch nutzbaren Grundwasservorkommen soll auf den Stand unserer Kenntnisse und die zu ergreifenden Massnahmen hingewiesen werden. Als Planungsgrundlagen für Dargebotsstudien dringend notwendig wären Karten, die Form und Durchlässigkeit[4] der verschiedenen Grundwasserleiter[5], die Eigenschaften

1 Die Figuren zeigen das betrachtete Gebiet

2 Dr. René V. BLAU, Geologe, Brunnmattstrasse 34, 3007 Bern

3 Zielbewusste Ordnung aller mit der Wasserversorgung, der Abwasserbeseitigung und dem Gewässerschutz zusammenhängenden menschlichen Einwirkungen auf das ober- und unterirdische Wasser; BALDINGER (1969)

4 Sie wird ausgedrückt durch den Permeabilitätskoeffizienten k, dessen Standard wie folgt definiert wird: Wassermenge in m^3/s, die bei einer Temperatur von 15,5° C durch einen $1\ m^2$ grossen Querschnitt des Grundwasserleiters fliesst, bei einem hydraulischen Gradienten von 100 % (TODD 1959: 50). Hier verwendete Grenzen: gross: $> 20 \cdot 10^{-4}$ m/s; mittel: $2-20 \cdot 10^{-4}$ m/s; klein: $< 2 \cdot 10^{-4}$ m/s.

5 Der Teil der Erdrinde, der Grundwasser enthält und geeignet ist es weiterzuleiten; DIN 4049 (1954)

der sie bedeckenden Schichten sowie Chemismus, Spiegelschwankungen, Fliess- und Nährverhältnisse des Grundwassers[6] zeigen (BLAU & DELLA VALLE 1970). Solche Karten werden wir dank kantonalen Untersuchungen im Rahmen einer hydrogeologischen Kartierung in drei Jahren zeichnen können für die wichtigsten Grundwasserleiter im Aare-, Sense- und Emmental. All die kleineren Grundwasserleiter können aber in absehbarer Zeit vom Kanton nicht eingehend erforscht werden.

Um trotzdem eine Übersicht zu vermitteln, ist auf Tafel I[7] eine geologische Kartenskizze der Terrainoberfläche hydrogeologisch interpretiert worden. Dabei müssen wir uns bewusst sein, dass auch moderne geologische Aufnahmen der Landeskartenblätter Murten, Bern, Worb und Lyss heute fehlen. Wohl liegen in geologischen Gutachten eine Reihe neuer Resultate vor, die aber eine umfassende Bearbeitung der Gebiete nicht ersetzen.

1.1. Grundwasservorkommen in holocaenen[8] Schottern[9]

Wenden wir uns vorerst einigen Grundwasserleitern zu, die wir in den nacheiszeitlichen Schottern unserer Talböden finden. Es sind nicht allein die mehr oder weniger grossen Grundwassermächtigkeiten und die im allgemeinen grossen bis mittleren Durchlässigkeiten, die diese Leiter oft wertvoll machen. Vielmehr ist es die häufig anzutreffende zeitweilige oder dauernde natürliche oder künstlich erzeugte Infiltration von Oberflächenwasser, die das Grundwasser speist und grosse Entnahmen ermöglicht.

Saanetal[10]: Bohrungen, geophysikalische Untersuchungen und die wenigen heute bestehenden, nicht sehr ergiebigen Grundwasserfassungen zeigen in den Querprofilen unmittelbar nördlich Laupen, in der Gümmenenau[11] und etwas südlich Marfeldingen, dass die Molasseoberfläche nirgends tiefer als 1 bis maximal ca. 8 m unter der Terrainoberfläche liegt. Über dem Fels finden wir zum Teil siltige Kiese mit Sand, seitlich stellenweise übergehend in Sand und Silt. Der Grundwasserspiegel liegt im Mittel 1 bis 3 m unter der Terrainoberfläche (vgl. RUTSCH 1950).

6 Alles Wasser, das Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und nur der Schwere unterliegt; DIN 4049 (1954).

7 Die wichtigsten verwendeten Unterlagen: BECK & RUTSCH (1949; 1958); CADISCH (1949a, b); COLOMBI et al. (1972a); EMCH & BERGER (1968); FISCH (1962); GEOTEST AG (1968); GERBER (1926, 1950); HANTKE (1959); KELLERHALS (1969 a, b; 1970 a, b, c, d; 1971 a, b, c; 1972 a, b); NIGGLI & WERNER (1972); NUSSBAUM (1936); RUTSCH (1949; 1950; 1951 a, b; 1952 a; 1962; 1967; 1969; 1969/72; 1970 b; 1971); RUTSCH & FRASSON (1953); SCHWEIZ. GEOL. KOMMISSION (1942). Eine grosse Zahl weiterer Resultate, die zum Teil verarbeitet werden konnten, findet sich in der Dokumentation des kantonalen Wasser- und Energiewirtschaftsamtes.

8 Die chronostratigraphische Stellung verschiedener dieser Schotter ist nicht bekannt oder umstritten. Im Rahmen dieser kurzen Betrachtung können aber weder stratigraphische noch genetische Fragen behandelt werden.

9 Schotter: Ein in fliessendem Wasser transportiertes und abgelagertes Lockergestein (Komponenten: Ton, Silt, Sand, Kies, Steine, Blöcke). Die Fraktionen Kies (2–60 mm) und Steine (60–200 mm) sind vorherrschend. Schotter können verkittet sein; RUTSCH 1967: 42.

10 Diese Ablagerungen werden von ZIMMERMANN (1963, Karte II) in das Obere Jung-Pleistocaen gestellt.

11 Alle Flurnamen im Text sind den Landeskarten 1 : 25 000 entnommen worden.

Grössere Grundwasservorkommen sind in diesem Talabschnitt nicht zu erwarten. Der von BÜCHI (1927: 136) vermutete, ältere, tiefer in die Molasse eingeschnittene Saanelauf fehlt. Da genügend mächtige und schlecht durchlässige Deckschichten fehlen, ist das Grundwasser gegen qualitative Beeinträchtigungen nicht geschützt. Stellenweise zeigt es eine unzureichende Sauerstoffsättigung.

Sensetal: Bis ungefähr 1 km unterhalb der Schwarzwassermündung finden wir über der Molasse keinen Grundwasserleiter (RUTSCH 1950). Sobald die Talsohle sich zu verbreitern beginnt, bedecken, wie geophysikalische Untersuchungen und Bohrungen gezeigt haben, grundwasserführende sandige Kiese den Fels (RUTSCH 1967:47). In der Sensematt-Au liegt unmittelbar nordöstlich neben der heute auf dem Sandstein fliessenden Sense eine ältere, ca. 120 m breite, schottergefüllte Flussrinne, deren Sohle bis 26 m unter die heutige Terrainoberfläche reicht (RUTSCH 1969, 1970a). Die Gemeinde Köniz baut in ihr momentan eine leistungsfähige Grundwasserfassung.

Südwestlich Thörishaus konnte in verschiedenen Bohrungen ebenfalls ein ergiebiger, heute teilweise genutzter Grundwasserleiter nachgewiesen werden. Die oben erwähnte Flussrinne liess sich mit geoelektrischen Untersuchungen auch hier erkennen (FISCH 1962): Sie ist ca. 200 m breit und der tiefste Punkt ihrer Sohle scheint einige wenige Meter höher zu liegen als in der Sensematt-Au. Wie Untersuchungen im freiburgischen Raum gezeigt haben, quert sie etwas westlich das heutige Sensebett.

In der Neuenegg-Au liegen die bedeutenden Fassungen der Gemeinde und der Firma Wander. Sie beziehen ihr Wasser aus einem im allgemeinen sauberen und gut durchlässigen (k-Werte: $1{,}3 \cdot 10^{-2}$ bis $7{,}1 \cdot 10^{-3}$ m/s), sandigen Schotter. Dieser ist 6 bis 9 m mächtig, wovon 5 bis 6 m mit Wasser erfüllt sind. Zusammenhängende, schlecht durchlässige, den Grundwasserleiter schützende Deckschichten fehlen (vgl. RUTSCH 1962; 1967: 47). Westlich von Neuenegg zeigen ältere und neueste Bohrresultate, dass sich dieser ergiebige Grundwasserleiter nicht fortsetzt. Der Felsuntergrund liegt stellenweise nahe der Terrainoberfläche. Die noch angetroffenen, wenig mächtigen Kiese weisen neben viel Sand auch Silt auf.

Überschlagsmässige Berechnungen der Durchflussmenge zeigen, dass in diesem Gebiet noch grössere Reserven vorhanden sind. Auch eine künstliche Grundwasseranreicherung, wegen der bereits bestehenden intensiven Überbauung allerdings nur in beschränktem Ausmass, ist sicher möglich. Jede weitere Nutzung verlangt aber, dass sofort die nötigen Schutzareale (s. unten) ausgeschieden werden können.

Gürbetal: Wie das Aaretal ist auch das Gürbetal sehr stark übertieft; nordöstlich von Belp haben geoelektrische Sondierungen gezeigt, dass die Felssohle erst in 120–130 m zu erwarten ist (BECK & RUTSCH 1958: 29). Wir finden mit Ausnahme des Beckens von Belp hier aber nicht wie im Aaretal nahe der Terrainoberfläche liegende, reichlich grundwasserführende Schotter vor. Über diese Tatsache und die Genese des Tales ist viel geschrieben worden (vgl. vor allem BECK 1926: 39/40; 1933: 365 und 385). Da wir weder wissen, wie die das Tal erfüllenden pleistocaenen und holocaenen Ablagerungen sich zusammensetzen, noch chronostratigraphische Bezugspunkte besitzen, lässt sich seine Entstehung heute nicht überzeugend darstellen.

Schotter unbekannten Alters sind bei Belp und Toffen erbohrt worden. Sie liegen unter 10 bis 15 m mächtigen Ablagerungen (Torf, Seekreide, tonige, teilweise sandige Silte) und enthalten artesisch gespanntes Wasser, das für Versorgungen genutzt wird. Über Aus-

dehnung und Genese der Schotter wissen wir nichts; bei Belp, wo sie am Rande des Tales liegen, hat sich gezeigt, dass sie in der Talmitte, Distanz ungefähr 350 m, nicht mehr vorhanden sind.

Als Grundwasserstauer wirken, soweit wir dies heute überblicken, die sogenannten Seetone (vgl. Aaretal). Eine Bohrung hat gezeigt, dass unter diesen oder in sie eingelagert in grösserer Tiefe noch einmal wasserführende Schotter auftreten, über die wir nichts Genaueres wissen (vgl. RUTSCH 1949).

Aaretal SE Bern: Vom Thunersee her lassen sich die jungen Aaretalschotter lückenlos bis in die Gegend von Bern verfolgen (vgl. Taf. I). Sie bilden einen der wichtigsten Grundwasserleiter des Kantons. Allerdings verringert sich seine Mächtigkeit, die im Bereich Thun–Kiesen stellenweise 20–30 m beträgt, talabwärts. Im Bereich der Hunzikenbrücke finden wir: Über den als Grundwasserstauer wirkenden riss/würminterglazialen Seetonen (HANTKE 1959: 30) liegen maximal 6 bis 8 m mächtige, mittel bis gut durchlässige sandige Kiese, die im allgemeinen nur von einer wenig mächtigen Humusschicht bedeckt werden. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt ungefähr 2,5 m unter der Terrainoberfläche. Das Grundwasser wird in verschiedenen kleineren Fassungen genutzt und tritt teilweise auch in Giessen natürlich aus. Es genügt in der näheren Umgebung nicht mehr überall den Anforderungen an ein Trinkwasser[12]: Versickernde Abwässer und wahrscheinlich auch infiltrierende organisch stark belastete Oberflächengewässer sind dafür verantwortlich. Talabwärts im Selhofen-Zopfen und am gegenüberliegenden Aareufer in der Wehrliau (Horizontalfilterbrunnen der Gemeinden Köniz, resp. Muri) finden wir über dem, siltig-tonige Gerölle enthaltenden Grundwasserstauer (? Grundmoräne) 5 bis 10 m mächtige, teilweise stark, teilweise schwach sandige Kiese als Grundwasserleiter. Dieser ist im allgemeinen gut durchlässig. Er ist stellenweise von bis zu 3 m mächtigen siltig-sandigen Schichten bedeckt. Der Grundwasserspiegel liegt im Mittel 1 m unter der Terrainoberfläche. Hydraulische und chemische Untersuchungen haben gezeigt, dass stellenweise die Aare infiltriert; diese Grundwasser-Anreicherung konnte durch sorgfältiges Auswählen der Brunnenstandorte erhöht werden (vgl. RUTSCH 1966 b).

Talabwärts wird der Grundwasserleiter sehr schmal; obschon er stellenweise 10 m mächtig ist, sind grössere Grundwassermengen nicht mehr zu erwarten. Talaufwärts im Gebiet zwischen Selhofen–Kehrsatz und Hunziken, das wir allerdings relativ schlecht kennen, und südlich davon können Grundwasserreserven erschlossen werden. Es ist auch möglich Grundwasser anzureichern, sei es durch ein Verstärken der Aareinfiltration wie oben beschrieben, sei es durch Versickern von Aarewasser z.B. in Teichen. Die geringe Mächtigkeit des durchlüfteten Teils über dem wassergesättigten des Grundwasserleiters beschränkt allerdings den Wirkungsgrad von Sickeranlagen. Das Nutzen dieser Reserven setzt voraus, dass in allernächster Zeit ein siedlungswasserwirtschaftliches Konzept erarbeitet wird, das darlegt, welche Gebiete für diese erweiterte Erschliessung freizuhalten sind. Wie erste geophysikalische Untersuchungen im Rahmen der hydrogeologischen Kartierung des Kantons und Bohrungen bei der Hunzikenbrücke, östlich Wabern und im Marzili gezeigt haben, treten unter den erwähnten Grundwasserstauern oder in sie

12 Im Sinne des Schweiz. Lebensmittelbuches von 1937 und den neuesten Empfehlungen der Kantonschemiker.

eingelagert auch tiefere pleistocaene Grundwasserleiter auf, deren Eigenschaften wir aber noch nicht kennen.

Worblental[13]*:* In der Talung von Worb–Trimstein–Schluchbüel lässt sich ein schottriger Grundwasserleiter nachweisen, der, seitlich noch gespiesen aus dem Tälchen, das sich nach Richigen hinaufzieht, nordwestlich von Worb heute intensiv genutzt wird. Möglicherweise sind diese Schotter[14] verbunden mit den pleistocaenen von Münsingen (vgl. unten). Eine Rinne, GERBER (1925) denkt an ein altes Kiesental, könnte sich vom Grabental bei Münsingen über das Eichimoos gegen das heutige Worblental hinziehen (vgl. CADISCH 1949b; RUTSCH 1952b).

Wie die Karte von GERBER (1926) zeigt und RUTSCH (1966a) nachweist, muss damit gerechnet werden, dass ein Abschnitt des Grundwasserleiters unterhalb Worb bei Nesselbank endet. Er ist nicht bedeckt und wird aufgebaut aus sandigen, teilweise silthaltigen Kiesen, die maximal 32 m mächtig sind. Sie liegen in der Talmitte vermutlich auf Grundmoräne (ein Lehm mit Komponenten der Kies- und Steinfraktion ist erbohrt worden). Der Grundwasserleiter ist bei einem mittleren Spiegelstand bis ca. 10 m unter Terrain mit Wasser erfüllt und weist eine mittlere Durchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-3}$ m/s auf. Filterbrunnen im Worbboden nutzen ihn für die Versorgung der Gemeinde Worb. Die beabsichtigte maximale Entnahme von 7000 bis 10 000 l/min bewirkt, dass sich der Zuströmbereich zum Brunnen sehr rasch bis an die Talränder ausdehnt und als Folge davon sich eine Spiegelumkehr bis weit talabwärts erstreckt. Dies führt dazu, dass ein grosses Areal mit Schutzvorschriften belegt werden muss, um den Brunnen vor Verunreinigungen zu bewahren, wie sie von der bestehenden und geplanten Nutzung des umliegenden Terrains ausgehen könnten. RUTSCH (1970a: 483ff.) weist auf die sich ergebenden Schwierigkeiten hin.

Chemische und hydraulische Untersuchungen haben gezeigt, dass nordwestlich Nesselbank Grundwasser aus dem Lindental dem Worblental zuströmt (RUTSCH 1961). Im Bereich der Papierfabrik Deisswil und östlich davon wird der Grundwasserleiter genutzt: Er ist ähnlich aufgebaut (seine Durchlässigkeitsverhältnisse sind allerdings nie näher untersucht worden) wie im Worbboden, ist aber nur noch maximal 16 m mächtig, wobei der wassererfüllte Teil bei einem mittleren Spiegelstand ungefähr 14 m misst. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt 5 m unter der Terrainoberfläche und ist geschützt durch schlecht durchlässige Deckschichten.

Unterhalb Deisswil wird der holocaene Grundwasserleiter immer mehr eingeengt (vgl. Taf. I; GERBER 1926). Randlich treten pleistocaene Schotter auf, die sich vor allem aus dem Lötschenbachtal her bis zur Worblen ausbreiten. Grundwasser aus diesen älteren Schottern wird bei Ostermundigen und nordöstlich davon ebenfalls genutzt. Ob die verschiedenaltrigen Schotter hydraulisch miteinander verbunden sind, wissen wir nicht.

Gesamthaft gesehen sind wir im Worblental heute bereits an der oberen Grenze der Nutzungsmöglichkeiten angelangt. Zu prüfen wird sein, ob noch genügend Land für Schutzzonen zur Verfügung steht, damit künstliche Grundwasser-Anreicherungen vorgenommen werden könnten.

13 Hinweise auf die Genese des Tales finden sich in KUHN (1947: 30ff.); GERBER (1955: 11ff.).

14 Diese werden heute auf Grund ihrer Lage zum Holocaen gestellt (GERBER 1926), beweisen lässt sich dies aber nicht.

1.2. Grundwasservorkommen in pleistocaenen Schottern[15]

Auch in eiszeitlichen Schottern und untergeordnet Sanden finden wir teilweise recht ergiebige Grundwasservorkommen. Einzelnen wollen wir uns im Folgenden zuwenden. Die oben erwähnten spärlichen Erkenntnisse lassen es leider meistens nicht zu, Genaues über Lithologie, Durchlässigkeitsverhältnisse, Ergiebigkeit, Nährgebiet usw. dieser Grundwasserleiter auszusagen.

Gurbrü: Nördlich von Gurbrü liegen die Grund- und Quellwasserfassungen[16] der Wasserversorgung Gurbrü–Ferenbalm. Aus geophysikalischen Untersuchungen zu schliessen werden die östlichen Bezugsorte, mit einer minimalen Schüttung von 60 l/min, gespiesen aus 5 bis 6 m mächtigen Schottern, die an Moränen stossen oder unter Umständen mit ihnen verzahnt sind. Jene ruhn direkt auf der Molasse, deren Oberkante ca. 485 m ü.M. liegt, und werden von wenig mächtigen siltigen Schichten (? Grundmoräne) überdeckt. Der westliche, 500 l/min liefernde Brunnen hingegen nutzt Schotter, leicht siltige Kiese mit wenig Sand und einzelnen Blöcken, die in einer Molasserinne abgelagert worden sind, deren Basis bei ca. 470 m ü.M. liegt. Über diesen ca. 9 m mächtigen Schottern finden sich 10 m mächtige Deckschichten, aufgebaut aus von unten nach oben Lehm mit Steinen (? Grundmoräne), Sand mit Kies, leicht siltiger Kies (? Schotter), Lehm mit Steinen (? Grundmoräne) und Humus.

Wie Pumpversuche gezeigt haben, sind die beiden Schottervorkommen nicht verbunden. Weiter nördlich gelegene Bohrungen weisen darauf hin, dass die erwähnte Rinne wahrscheinlich zu dem von AEBERHARDT 1908 (vgl. auch ZIMMERMANN 1963: 38) angenommenen glazialen Saanelauf gehört.

Bern–Mattenhof: Im Mattenhof finden wir unter geringmächtigen holocaenen Ablagerungen gut durchlässige (k-Wert im Mittel 10^{-2} m/s) Schotter. Ihre Mächtigkeit schwankt stark (1 bis ung. 15 m): Sie liegen auf einem von Erosionsrinnen durchschnittenen schlecht durchlässigen Grundwasserstauer, aufgebaut hauptsächlich aus Sanden und Silten. In diesen Schottern finden wir ein heute vollständig genutztes Grundwasservorkommen (Fassungen vor allem für Gewerbe und Klimaanlagen), dessen Spiegel im Mittel 5 m unter der Terrainoberfläche liegt. Da keine abschirmenden Schichten vorhanden sind, ist in diesem überbauten Gebiet das Grundwasser qualitativ und, durch die zunehmende Zahl von Tiefbauten, die den Durchflussquerschnitt verengen, auch quantitativ stark gefährdet.

Genährt wird dieses Vorkommen vor allem von drei höher gelegenen Schotter-Grundwässern (vgl. COLOMBI et al. 1972b):

- Wangental–Bümpliz: Aus der als Schmelzwasserrinne des würmeiszeitlichen Rhonegletschers aufzufassenden Talung (altes "Sense"tal; vgl. z.B. RUTSCH 1967: 59) fliesst Grundwasser in das Schottervorkommen von Bümpliz. Hier teilt sich der unterirdische Strom: ein Arm fliesst nach Norden und tritt im Bremgartenwald in den Jordenquellen aus während der östliche, soweit er nicht genutzt wird (vor allem Industriefassungen), sich in die Mattenhof-Schotter ergiesst.

15 vgl. Fussnote 8); ich verzichte daher darauf, verschiedenaltrige pleistocaene Schotter zu unterscheiden; vgl. HANTKE (1959); ZIMMERMANN (1963).

16 Quelle: örtlich begrenzter natürlicher Grundwasseraustritt auch nach künstlicher Fassung; DIN 4049 (1954).

- Liebefeld–Köniz: Dieser Tallauf ist ähnlich entstanden wie das Wangental; es haben aber auch Schmelzwässer des Aaregletschers ihn mitgebildet. Sein nicht im Liebefeld genutztes Grundwasser (Gemeinde- und Industriebrunnen) fliesst, soweit heute bekannt, über Holligen und den Weissenstein dem Mattenhof zu.
- Muesmatt: Grundwasserhaltungen bei Bauten haben in den letzten Jahren gezeigt, dass aus dem Gebiet des Bremgartenwaldes und der Länggasse abfliessendes Grundwasser ebenfalls das Mattenhof-Vorkommen speist.

Die aus den einzelnen Grundwasserleitern zuströmenden Mengen können heute nicht genügend sicher geschätzt werden. Im Mattenhof fliesst das Grundwasser in östlicher Richtung und tritt teilweise am Abhang gegen die Aare zu in Quellen aus. Ob der Rest die unterirdischen Wasservorkommen längs der Aare im Marzili speist, wissen wir nicht.

Verschiedene Bohrungen haben in den letzten Jahren gezeigt, dass im erwähnten Grundwasserstauer, wahrscheinlich in Rinnen eingelagert, mittelmässig durchlässige grundwasserführende Schotter auftreten. Dieses tiefere bis 10 m mächtige Grundwasser-Stockwerk, dessen Druckspiegel über dem freien Spiegel des oben beschriebenen Vorkommens liegt, soll ebenfalls genutzt werden. Sein Nährgebiet und seinen Ausfluss kennen wir nicht; es gibt einzig Hinweise, dass ein Teil des erwähnten Zuflusses von der Muesmatt her es mitspeist.

Das Beispiel der Mattenhof-Grundwässer zeigt klar die heutige wasserwirtschaftliche Situation:

- Wir kennen die Eigenschaften der Grundwasservorkommen nur ungenügend; sie gezielt zu schützen, ist daher gar nicht möglich.
- Trotzdem der Staat als Träger des Hoheitsrechtes eine Reihe von Konzessionen zur Grundwassernutzung erteilt hat und mehrere Privatrechte an Quellen bestehen, konnten weder die Entnahmen systematisch erfasst noch die Grundwasserspiegelschwankungen kontinuierlich verfolgt werden. Eine wegen den bestehenden Investitionen wirtschaftlich nicht verantwortbare Übernutzung kann deshalb nicht rechtzeitig erkannt werden.

Münsingenschotter: Wie Taf. I. zeigt, finden wir bei Münsingen am Rande der heutigen Talrinne höher gelegene Schotter. Diese vermutlich frühwürmeiszeitlichen Ablagerungen (vgl. HANTKE 1959: 21ff. und GRAUL 1962: 351) werden von BECK & RUTSCH (1958: 25ff.; Karte 1949) kurz beschrieben. Wir wissen einigermassen, wie sie sich talaufwärts ausbreiten, können aber nicht sagen, wo sie in nordwestlicher und nordöstlicher Richtung unter der Moränendecke anzutreffen und ob sie mit den Schottern der Räume Bern–Gümligen und Worblental zu verbinden sind. (vgl. BECK 1938: 193; RUTSCH 1952b).

Zahlreiche Quellen (z.T. Schichtquellen, austretend an der Grenze Kies/Grundwasserstauer, z.T. Überlaufquellen), Sodbrunnen und einzelne Grundwasserfassungen vor allem im Raum Münsingen–Rubigen, zeugen seit langem davon, dass die Schotter nutzbares Grundwasser enthalten. In den letzten Jahren sind nun für den Autobahnbau und beim Suchen von neuen Wasserfassungsmöglichkeiten eine Reihe von Bohrungen abgeteuft worden, die erlauben, diesen Grundwasserleiter besser zu beschreiben. Die Schotter liegen teilweise direkt auf der Molasse, teilweise auf Seetonen, wie sie auch unter den holocaenen Schottern des Aaretalbodens angetroffen worden sind (vgl. oben; stratigraphische Hin-

weise: vgl. HANTKE 1959: 30ff.). Ihre grösste Mächtigkeit liegt bei 30 m (nordwestlich Schwand: Ihre tiefen Teile liegen rinnenförmig in den Seetonen), mittlere Werte betragen 20 m. Nordwestlich Kleinhöchstetten keilen sie an einer Molasseschwelle im Untergrund aus, von der wir nicht wissen, wie weit sie sich in nordöstlicher Richtung erstreckt; das heisst: Wir müssen eine allfällige Fortsetzung der Schotter nicht am heutigen Talrand suchen, sondern nordöstlich Allmendingen und Grossem Huenliwald. Die mittlere Durchlässigkeit des wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters liegt, wie Grosspumpversuche gezeigt haben, zwischen ca. 1 bis $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, seine Mächtigkeit zwischen 6 und 12 m. Das Grundwasser fliesst im Ruhezustand im Gebiet von Kleinhöchstetten-Schwarzbach in südöstlicher bis südwestlicher, südöstlich davon bei Schwand in südwestlicher Richtung, d.h. gegen das heutige Aaretal zu.

Qualitativ ist das Wasser einwandfrei. Die totale verfügbare Wassermenge kennen wir heute nicht; sie liegt aber sicher über 7 000 l/min, die in absehbarer Zeit genutzt werden sollen.

Schotter im ehemaligen Tal der "Aare" nördlich Bern: BALTZER (1896: 152) und SCHARDT (1907: 188 und 193) haben bereits darauf hingewiesen, dass während des Pleistocaens die "Aare" sich von Bern nach Norden wandte in Richtung Zollikofen und Moossee. Verschiedene Autoren haben später einzelne Indizien aufgeführt, die diese Hypothese stützen; erwähnt seien GERBER (1914: 191, 201) und NUSSBAUM (1926: 126, 134, 144). Neuere geophysikalische Sondierungen und Bohrungen haben die Verhältnisse weiter geklärt und gezeigt, dass auch in diesen zugeschütteten Talabschnitten Grundwasser erwartet werden darf.

Auf zwei quer zum Urtenental abgeteuften Reihen von Spülbohrungen (Abstand der einzelnen Punkte 350 bis 600 m), eine zwischen Holzmühle und Kernenried, die andere zwischen Urtenen und Mattstetten verlaufend, zeigte sich deutlich eine relativ flache Eintiefung (Breite 2,5 bis 4 km; die tiefsten Punkte liegen bei 470 m ü.M.) in der Molasseoberfläche: ein altes Tal, wobei natürlich wegen des grossen Abstandes der Bohrungen nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch tiefere Cañons vorhanden sind. Da die Bohrungen nur zum Ziel hatten, den ungefähren Verlauf der Molasseoberfläche zu ergründen, kennen wir die Durchlässigkeit der darüber liegenden sandigen, kiesigen und teilweise auch silthaltigen Sedimente nicht. Erste geoelektrische Sondierungen im Raume Zauggenried–Kernenried, durchgeführt im Rahmen der kantonalen Forschungsprogramme, lassen vermuten, dass sie für eine ergiebige Wassergewinnung im Rinnenbereich eher zu klein sind (NIGGLI & WERNER 1972: 17).

Bohrungen für das Wasserwerk Bärenried (Wasserversorgung Saurenhorn / Gemeinde Münchenbuchsee) haben gezeigt (vgl. RUTSCH 1969/72), dass im südwestlichen Teil von Moosseedorf zwischen den beiden Bahnlinien bis in eine Tiefe von ca. 500 m ü.M. ein mittelmässig durchlässiger (k-Werte bestimmt in Kleinpumpversuchen: 1 bis $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ m/s), nicht abgedeckter, ca. 30 m mächtiger (davon sind 28–30 m mit Wasser erfüllt) Schotter auftritt. Das angetroffene Grundwasser erwies sich als chemisch einwandfrei[12]. Pumpversuche sollen demnächst durchgeführt werden, um die Gebietsergiebigkeit zu ermitteln. Der Grundwasserleiter liegt auf Sand und Silt; es ist unwahrscheinlich, dass es sich dabei bereits um die verwitterte Molasseoberfläche handelt.

Bohrungen südwestlich Schönbühl und in den Seematten südlich des Moossees zeigen, dass die Genese des ehemaligen Tales nicht einfach zu deuten sein wird: Bis in 65 m (d.h.

bis ca. 460 m ü.M.) resp. 75 und 86 m Tiefe (d.h. bis ca. 450 und ca. 435 m ü.M.; vgl. RUTSCH 1969/72, GERBER 1914: 192) sind vorwiegend schlecht bis fraglich mittelmässig durchlässige Sedimente wie Tone, Silte und Sande angetroffen worden. Bei den letzterwähnten beiden Sondierungen ist darunter noch die Molasse angebohrt worden. Es scheint heute, wie eine mit Kies erfüllte Rinne sich aus der Gegend von Zollikofen Urtenentalabwärts erstrecken würde, die im Bereich von Moosseedorf–Schönbühl in ein älteres mit feinkörnigen Sedimenten erfülltes Tal eingelassen ist. Die von SCHARDT (1907: 193) geäusserte Ansicht, dass sich der ältere, der von ihm angenommenen beiden Talläufe gegen das Emmental, der jüngere gegen Lyss zu erstreckte, ist wahrscheinlich nicht richtig.

Wasserwirtschaftlich gesehen, sind hier Erkenntnisse gewonnen worden, die hoffen lassen, die dringend nötigen neuen Wasserbezugsorte im Versorgungsgebiet selber errichten zu können. Mit einem kantonalen Forschungsprogramm sollen die wichtigsten hängigen Fragen in den nächsten Jahren geklärt werden.

1.3. Grundwasservorkommen in Moränen und in der Molasse

Grosse Gebiete der Region werden von Moränen der Würm- und der Risseiszeit bedeckt (vgl.[7] sowie BECK (1938); LÜTHY et al. (1963); ZIMMERMANN (1963)). Die Durchlässigkeit dieser Ablagerungen kann sehr klein, mittel und ausnahmsweise auch gross sein. Aus ihnen werden eine Reihe von grösseren und eine grosse Zahl kleinerer Quellen gespiesen.

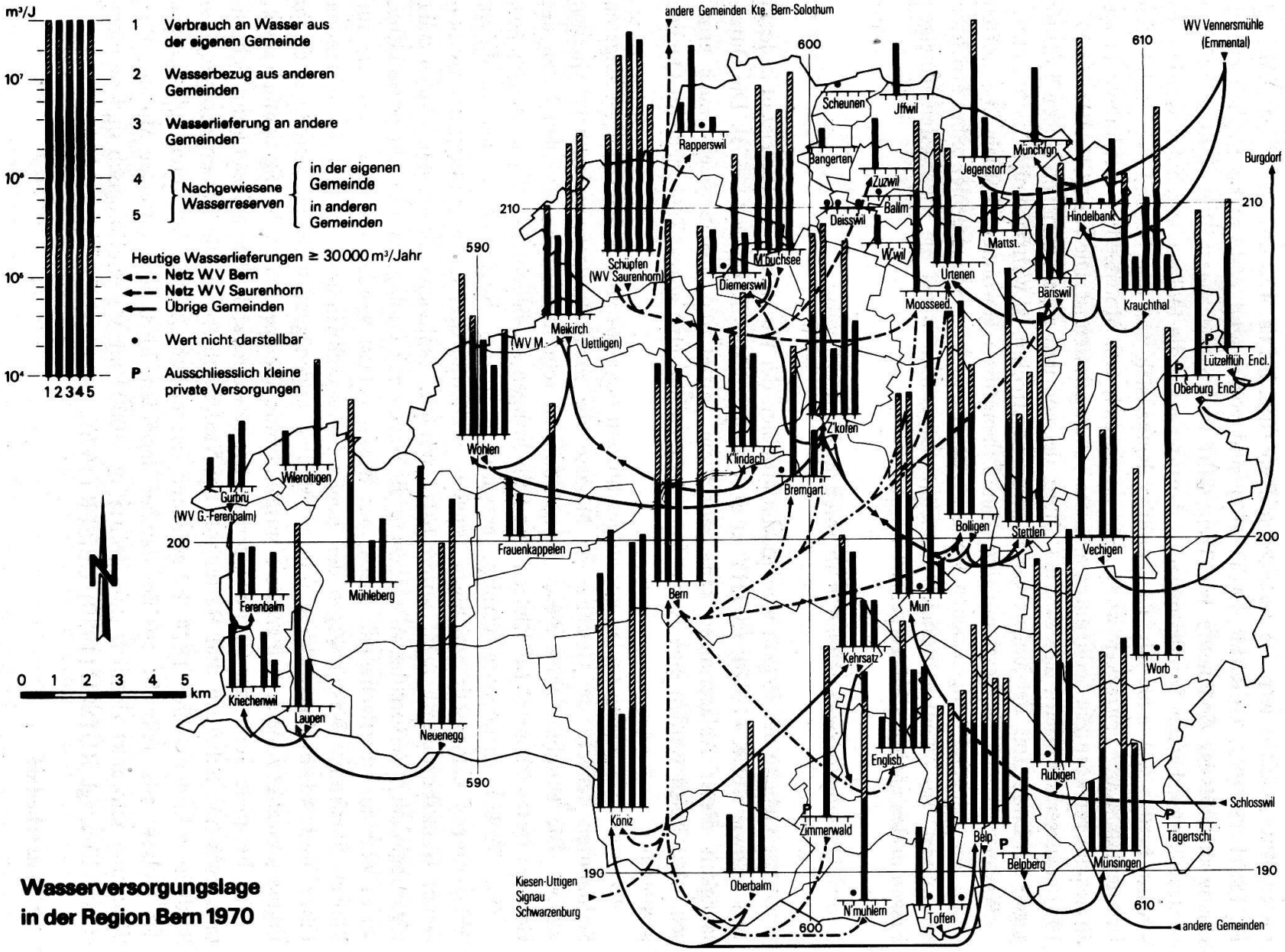
Auf weiten Strecken finden wir aufgeschlossen oder nur von geringmächtigen jüngeren Sedimenten bedeckt die Gesteine der Molasse, die ebenfalls als Sammler vieler Quellen wirken. Die Durchlässigkeit dieser Festgesteine ist sehr inhomogen: Aus den Poren des Gesteins treten kleinste, auf Klüften und Schichtfugen oft bedeutende Wassermengen aus.

Wie Tafel I anzudeuten vermag, entspringen in der Region Bern aus all diesen Ablagerungen keine sehr ergiebigen Quellen. Immerhin darf die Bedeutung der vorhandenen Wasserbezugsorte nicht unterschätzt werden: zahlreiche dienen der lokalen oder sogar regionalen Versorgung. Allerdings ist ihr Wasser bakteriologisch oft nicht einwandfrei, sei es weil nur oberflächennah fliessendes Wasser gefasst worden ist, sei es weil die auf Klüften fliessenden Wässer wegen den hohen Fliessgeschwindigkeiten und der fehlenden Filter- und Adsorptionswirkung poröser Medien ungenügend gereinigt worden sind. Ihr Erguss schwankt zudem, weil grössere, ausgleichende Speicher fehlen, häufig ziemlich stark.

Als Beispiele derartiger Grundwasseraustritte seien erwähnt: Die beidseitig des Scherlitales zwischen Scherliau und Rattenholz bei Niedermuhlern für die Wasserversorgung der Stadt Bern in den Jahren 1874–82 gefassten zahlreichen Quellen. Sie treten teilweise aus der Molasse aus, teilweise aus der darüber liegenden, lokal verschotterten Moräne. Ihre Schüttung schwankt ziemlich stark (Mittel ca. 3000 l/min); bakteriologisch sind sie nicht einwandfrei; vgl. RUTSCH (1950), GEISER (1970).

2. Wasserbedarf

Dem Wasserdargebot, insbesondere dem ausreichend geschützten Grundwasserdargebot in Raum und Zeit, ist der Wasserbedarf gegenüberzustellen. Betrachten wir deshalb zwei Wasserversorgungslagen.



Wasserversorgungslage in der Region Bern 1970

2.1. Wasserversorgungslage im Jahre 1970

Fig. 1[17] vermittelt einen Überblick. Erläuternd ist zu bemerken:

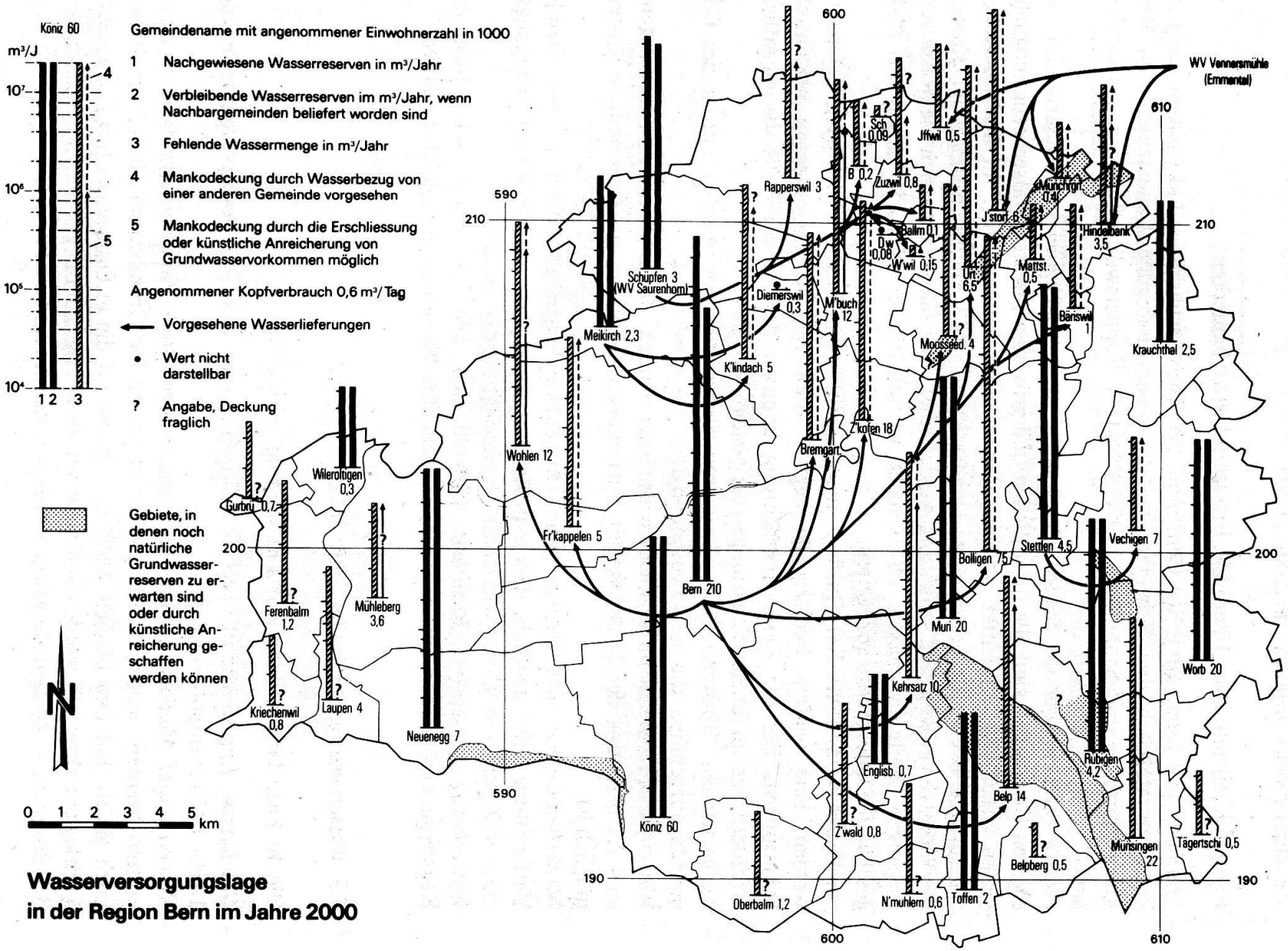
- *"Einheit" der Darstellung:* die Gemeinde; ein etwas verfälschtes Bild entsteht dadurch einzig in Meikirch und Schüpfen, wo die Wasserversorgungs-Genossenschaften Meikirch–Uettligen und Saurenhorn (Geschäftssitz in Rapperswil) mit einbezogen worden sind.
- *Private Quellen:* Für die Säulen "Verbrauch" und "Nachgewiesene Reserven in der eigenen Gemeinde" sind alle öffentlichen und grösseren privaten Wasserbezugsmöglichkeiten zusammen betrachtet worden. Dabei verfälschen natürlich für die Reservebetrachtung teilweise die bestehenden Quellrechte das Bild. Die rasch steigenden Kosten für Wassergewinnung und -zuleitung werden aber dazu führen, dass sich die Wasserversorgungen überlegen müssen, ob es nicht wirtschaftlicher wäre, die durch das ZGB geschützten Quellrechte abzugelten.
- *Quellwasserverbrauch:* Bei Quellen musste häufig der heutige Verbrauch geschätzt werden; eine weitere Fehlerquelle liegt in den vielfach nur ungenau bekannten Schüttungen. Für die Reservebetrachtung konnten deshalb oft nicht die eigentlich erforderlichen minimalen Schüttungen verwendet werden.
- *Nachgewiesene Wasserreserven in anderen Gemeinden:* Sie werden nur in der Gemeinde aufgeführt, die sie erworben hat.
- *Wasserqualität:* Sie ist nicht mit berücksichtigt worden, da im allgemeinen (vgl. unten) eine Aufbereitung der in der Region vorkommenden Wässer ohne prohibitive Kosten möglich ist.
- *Wasserlieferungen und -bezüge:* Die nur entwicklungsgeschichtlich zu verstehende Verflechtung zeigt deutlich, dass man sich überlegen muss, wie die Wasserversorgungsnetze in Zukunft möglichst wirtschaftlich angelegt werden können.
- *Wasserbezug aus andern Regionen:* Obwohl nicht alle Grundwasservorkommen der Region genutzt werden, sind 40 % der verbrauchten Wassermenge eingeführt worden.

2.2. Wasserversorgungslage im Jahre 2000

Die die Lage darstellende Figur 2 ist wie folgt entstanden:

- *Geschätzte Einwohnerzahl (vgl.[17]):* Einzelne sind aus der Bevölkerungsbewegung 1850–1970 extrapoliert worden.
- *Reserven und Mankos:* Es mussten verschiedene ältere Pumpversuchsresultate interpretiert werden, wobei natürlich offen steht, ob die Grundwasser-Zuflussverhältnisse noch gleich sind und bleiben werden. – Es ist auf die in Pumpversuchen festgestellte Ergiebigkeit abgestellt worden und nicht auf die häufig tiefer liegende Leistungsfähigkeit der Brunnen. – Zu Grunde gelegt worden ist durchwegs eine Pumpdauer von 16 h/Tag.

17 Die verwendeten Zahlen sind teilweise von Gemeinden und Wasserversorgungen genannt worden, teilweise durfte ich sie der Arbeit von Frl. MEYER (1972) entnehmen. Ich danke allen für die gewährte Hilfe.



Wasserversorgungslage in der Region Bern im Jahre 2000

Viele Brunnen werden heute aus wirtschaftlichen Gründen (Stromkosten) nur 8–12 h/Tag gefahren. – Grosse private Quellen sind ebenfalls mit berücksichtigt worden (vgl. oben). – Der heute bestehende Gefährdungsgrad der einzelnen Wasserbezugsorte ist nicht mit betrachtet worden. Wenn wir heute über Fassungen und Grundwasserreserven in überbauten Gebieten verfügen, müssen wir uns aber bewusst sein, dass diese von einem Tag auf den anderen ausfallen können z.B. wegen Mineralölunfällen; eine Aufbereitung des Wassers ist in diesen Fällen meistens langfristig gesehen wirtschaftlich nicht tragbar. Als Beispiele dienen u.a. die Gebiete des Mattenhofs in Bern oder des Liebefelds in Köniz; an beiden Orten sind heute nicht sanierbare Verölungen des Untergrundes festgestellt worden, die in einem Falle dazu geführt haben, dass eine Fassung aufgegeben werden musste. – Leitungsverluste, die in einzelnen Fällen mit 30 bis 40 % angegeben werden, sind nicht berücksichtigt worden. – Allfällig bestehende Wasserlieferungsverträge zwischen Wasserversorgungsverbänden und Gemeinden konnten nicht mit einbezogen werden.

- *Wasserbezug von anderen Gemeinden:* Es ist angenommen worden, dass die bestehenden Wasserlieferungsverträge weitergeführt werden. Im weiteren sind nur solche künftige Bezüge eingezeichnet, die bereits verabredet worden sind. Die gelieferte Menge ist angenommen worden, wobei die Kapazität der liefernden Wasserversorgung berücksichtigt worden ist.
- *Kopfverbrauch:* Der maximale Kopfverbrauch in grösseren Schweizerstädten beträgt heute 600 bis 1250 l/Tag (Bern 1969: 7161; Steigerung 1930–1969: 39 %), der mittlere 400 bis 740 l/Tag (Bern 1969: 413 l; Steigerung 1930–1969: 14 %) vgl. GEISER 1970, SVGW 1971. Für eine eingehende Reservestudie müssten wir natürlich die Häufigkeit des Auftretens von Spitzenverbrauchswerten im Laufe der Jahre, das verfügbare Reservoirvolumen, die ohne weiteres drosselbaren Brauchmengen (z.B. Klimaanlagen, laufende Brunnen usw.) u.a. mit einbeziehen. Für diese lediglich eine Übersicht vermittelnde Betrachtung scheint mir der Wert von 600 l/Kopf und Tag gerechtfertigt, wenn er auch eher an der unteren Grenze liegt. Werte von 400 l für städtische und 350 l für ländliche Verhältnisse, wie sie MEYER 1972 annimmt, sind unrealistisch: eine Reihe von Gemeinden in der Region weisen einen höheren mittleren Kopfverbrauch auf als die Stadt Bern, sogar einen bedeutend höheren, wenn wasserintensive Industrien angesiedelt sind.
- *Erschliessung von Grundwasserreserven:* Wie aus der hydrogeologischen Übersicht hervorgeht, ist es heute nicht möglich, die Grösse der noch vorhandenen natürlichen oder durch künstliche Anreicherungen zu schaffenden Grundwasserreserven zu nennen. Immerhin darf mit einem grossen Grad von Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass in den eingezeichneten Gebieten grössere Wassermengen erschlossen werden können. Die in Kolonne 5 eingezeichneten erschliessbaren Wassermengen sind geschätzt worden; sie sagen nichts aus über die effektive totale Grundwassermenge, die gewonnen werden könnte.
- *Randbedingungen:* Um die Aussage der Figur 2 werten zu können, müssen wir auch im Rahmen dieser kurzen Betrachtung uns einigen grundsätzlichen Fragen zuwenden. Die aus der Figur herauszulesende Wassermenge von 25 Mio m^3/J (nachgewiesene Wasserreserven), die im Jahr 2000 noch nicht verwendet wird, darf uns nicht dazu verleiten, die Versorgungslage als günstig zu beurteilen. Wir müssen bedenken, innerhalb welcher

Fehlergrenzen die einzelnen dieser Betrachtung zu Grunde gelegten Faktoren schwanken können. Im Weitern verdienen es aber drei Punkte besonders, kurz beleuchtet zu werden:

– Durch die rasch zunehmende Überbauung werden immer mehr mehr oder weniger verunreinigte Strassen-, Platz- und teilweise auch Dachabwässer in die Kanalisation abgeleitet. Häufig werden bei Bauten permanente Drainagen angelegt, deren Wasser dem Vorfluter zugeführt wird. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung führt ebenfalls dazu, dass viele Gebiete neu drainiert werden. Dadurch wird natürlich auch die Grundwasserneubildung geschmälert: Die Ergiebigkeit von Quellen und Grundwasservorkommen wird, wie die Erfahrung klar zeigt, weiter zurückgehen.

– Wie oben bereits erwähnt worden ist, sind eine Reihe von heute bestehenden Brunnen und Quellen qualitativ stark gefährdet. Wir müssen damit rechnen, dass einige Fassungen ausfallen werden. Obwohl die eidgenössischen und kantonalen Gesetze sowie entsprechende Richtlinien des Orts-, Regional- und Landesplanungsinstitutes der ETHZ klar vorschreiben, Schutzzonen zu schaffen, müssen wir befürchten, dass weitere Wasserbezugsorte überbaut und damit gefährdet werden. Es schrecken heute viele Wasserversorgungen davor zurück, Schutzzonen zu bilden aus zwei Gründen:

a) Wir überblicken heute nicht, mit welchen finanziellen Folgen gerechnet werden muss, wenn die zum Schutze einer Fassung angeordneten Nutzungsbeschränkungen des Bodens einer materiellen Enteignung gleichkommen. Die gehegten Befürchtungen, die entstehende finanzielle Belastung sei nicht tragbar, sind aber oft nicht berechtigt. Auch wenn Boden zu Baulandpreisen gekauft werden müsste, würden bei vernünftigen Zinsansätzen und Amortisationsdauern meistens die m^3-Preise des Wassers nur in bescheidenem Rahmen erhöht. Dies hat eine Reihe von Berechnungen klar gezeigt.

b) Eine allzu häufig nur der Steigerung des Sozialproduktes verpflichtete Politik übersieht, dass das z.B. der Industrie verkaufte, zur Schutzzone gehörende Land wohl kurzfristig auch der Gemeinschaft Nutzen abwirft, langfristig gesehen die entstehenden Sozialkosten aber bedeutend höher sind als ihr Gewinn.

– Eine Steigerung des erwähnten Kopfverbrauchs um 100 l/Tag würde die genannte Reserve fast ganz erschöpfen. Das Ansiedeln neuer oder Erweitern bestehender wasserintensiver Betriebe könnte dabei entscheidend mitwirken: in der Region liegen heute Betriebe, von denen jeder 3 bis 4 Mio. m^3 qualitativ einwandfreien Wassers im Jahr benötigt.

Das heisst nichts anderes als: Weitere Wasservorkommen müssen möglichst rasch sichergestellt werden. Betrachten wir kurz die uns zur Verfügung stehenden

Möglichkeiten:

1.) *Erschliessen von nur teilweise bekannten Grundwasservorkommen in der Region;* In Fig. 2 sind die grundwasserhöffigsten Reservegebiete eingezeichnet worden; einzig der Abschnitt im Worblental eignet sich vermutlich nicht mehr, um neue natürliche Vorkommen zu erschliessen. Sie werden durch die erwähnten laufenden oder demnächst aufzunehmenden kantonalen Forschungsprogramme näher untersucht: Die eingangs erwähnten Parameter des Grundwassers, seines Leiters und der Deckschichten werden erfasst und, soweit in der Zeit veränderlich, mit einem permanenten Beobachtungsnetz verfolgt. Leider ist es im Rahmen dieser Arbeiten nicht möglich, Fassungsstellen zu erkunden und festzulegen. Dadurch wird es auch schwierig werden, in den unter einem

relativ grossen Siedlungsdruck stehenden Gebieten, Schutzareale im Sinne des neuen eidg. Gewässerschutzgesetzes von 1971, d.h. Schutzzonen für künftige Fassungsanlagen, auszuscheiden. Ein Projektträger (s. unten) muss gefunden werden, der die ergänzenden Untersuchungen und Schritte ausführt. Eine Reihe weiterer weniger bedeutender Vorkommen sind für die lokale Versorgung wahrscheinlich ebenfalls untersuchenswert. Auch hier muss aber ein Projektträger gefunden werden.
Die sich in den benachbarten Regionen abzeichnenden Schwierigkeiten der Grundwasserbeschaffung (s. unten) sowie wirtschaftliche Aspekte (Kosten der Zuleitung, Aufbereitung und Anreicherung) fordern dringend, dass die heute ungenutzten Möglichkeiten geprüft und nutzbare Reserven ausreichend geschützt werden.
2.) *Künstliche Grundwasser-Anreicherung;* In den auf Fig. 2 verzeichneten Gebieten sollte es, soweit dies heute beurteilt werden kann, auch möglich sein, Grundwasser künstlich neu zu bilden, in dem Oberflächenwasser in Versickerungsbecken, Sickerkanälen oder Schluckbrunnen dem Grundwasserleiter zugeführt wird. Derartige Anlagen werden seit Jahren z.B. in Basel und vielerorts in Deutschland mit grossem Erfolg betrieben. Auch hier ist es aber notwendig, die nötigen speziellen Untersuchungen rasch durchzuführen und die entsprechenden Schutzareale freizuhalten.
3.) *Grundwasserbezug aus anderen Regionen;* Fig. 1 erwähnt die heute bestehenden ausserregionalen Bezugsorte; neben diesen käme, soweit dies heute wirtschaftlich überblickt werden kann, noch das Seeland in Frage. Westlich des Hagneck-Kanales (KELLERHALS 1972 a: 7) konnten nicht bekannte grössere Grundwasservorkommen gefunden werden. Es wird abgeklärt werden müssen, welche Mengen entnommen und wie die qualitativ teilweise schlechten Wässer aufbereitet werden können.
Im Gebiet von Schwarzenburg sind keine Grundwasserreserven mehr vorhanden, die nicht lokal gebraucht werden. Man denkt heute sogar daran, mit der Wasserversorgung Bern zu verhandeln, ob nicht einzelne Quellgruppen abgetreten oder wenigstens genutzt werden könnten. Im Aaretal zwischen Münsingen–Thun haben die bisherigen Untersuchungen gezeigt, dass wenn die Wasserversorgung der Stadt Bern das projektierte Aaretalwerk II in Uttigen voll auslastet, wahrscheinlich im bisher genutzten Leiter keine natürlichen Reserven mehr vorhanden sein werden. Es muss allerdings abgewartet werden, wie sich die durch den Betrieb der Fassungen erzeugte, erhöhte Infiltrationsleistung der Aare quantitativ und qualitativ auswirkt. Geophysikalische Sondierungen haben gezeigt, dass vermutlich ein tieferes Grundwasser-Stockwerk vorhanden ist, dessen Nutzungsmöglichkeiten wir noch nicht kennen. Die Verhältnisse im Emmental überblicken wir heute nicht ganz. Beobachtungen der Besitzer von Fassungen lassen aber vermuten, dass die natürliche Grundwassermenge nicht ausreicht, um neben den bestehenden und geplanten noch weitere Brunnen für die überregionale Versorgung zu betreiben.
Sowohl im erwähnten Abschnitt des Aaretales, wie im Emmental und Seeland ist es aber durchaus möglich, Grundwasser künstlich anzureichern. Im Auftrage der Wasserversorgung Bern ist eine entsprechende Studie für den Raum Kiesen–Uttigen bereits ausgearbeitet worden. Die aufzunehmende siedlungswasserwirtschaftliche Planung wird darlegen müssen, ob es möglich sein wird, in diesen Räumen künstlich angereicherte und eventuell auch natürliche Vorkommen der Region Bern zur Verfügung zu stellen.
4.) *Oberflächenwasser-Aufbereitung;* Zahlreiche Werke im In- und Ausland zeigen klar,

dass Oberflächenwässer mit dem Gütegrad unserer Flüsse und Seen ohne besondere Schwierigkeiten zu Trinkwasser[12] aufbereitet werden können. Hygienische und wirtschaftliche Gründe erfordern aber, dass diese Möglichkeit als letzte ausgeschöpft wird.

3. Forderung einer regional ausgerichteten Entwicklung der Wasserversorgung

Aus den oben geäusserten Gedanken lässt sich ableiten:

1. Regional gesehen liegt die Schwierigkeit nicht so sehr darin, hygienisch einwandfreies Wasser in *ausreichender Menge* zu gewinnen, sondern diesen für das Leben und die Weiterentwicklung unentbehrlichen Rohstoff möglichst *"preisgünstig"* zu erhalten. Dabei darf dieser "Preis" nicht ausgerichtet sein auf die momentane Steigerung des Sozialproduktes, sondern muss die *optimale Nutzung unseres Lebensraumes* berücksichtigen.

2. Wir können langfristig gesehen nur richtig entscheiden, wenn wir folgende Fragen beantworten können:

– Wie steigt der *Bedarf in Zukunft* an und welche qualitativen Anforderungen werden an ihn gestellt?

– Welche *Werte und Möglichkeiten* liegen in *bestehenden Anlagen* und wie können diese geschützt werden?

– Welches sind die ausschöpfbaren *regionalen und ausserregionalen* natürlichen und künstlich anzureichernden *Reserven?* Was erfordern sie für Schutzmassnahmen?

– Wie sieht eine *Nutzen-Kosten-Analyse* im oben erwähnten Sinne aus?

Wie einleitend bereits erwähnt worden ist, sind wir heute nicht in der Lage, diesen Fragenkomplex zu überblicken. Neben der erwähnten, 1968 aufgenommenen Erforschung der wichtigsten Grundwasserleiter muss dringend

– *der Kanton die siedlungswasserwirtschaftliche Planung aufnehmen* und in den Rahmen der Regionalplanung stellen; zusammen mit den Gemeinden und Fachleuten (Wasserversorgungsspezialisten, Hydrogeologen, Wirtschaftswissenschaftlern, Planern, Agronomen, Förstern, Biologen, Chemikern und Ökologen) sind die notwendigen Daten zusammenzutragen und zu einem Nutzungsplan zu verarbeiten.

– *die Region ihrerseits die Frage der Wasserversorgung aufgreifen.* Da es die Möglichkeiten der einzelnen Gemeinden und Verbände meist übersteigt, diese Probleme zu behandeln, sind die Wasserversorgungen regional in Gruppen zusammenzufassen. Diese müssen die oben erwähnten ergänzenden Untersuchungen über Fassungs- und Anreicherungsstandorte mit der vom Kanton gewährten finanziellen Unterstützung durchführen und als Träger von Projekten handeln.

Werden die aufgestellten Forderungen missachtet, treiben wir *Raubbau,* leben auf Kosten der Zukunft (BINSWANGER 1972: 34). *Engagement* von uns allen ist nötig, um mit STEINBUCH abzuschliessen, wenn wir diese wichtigen Bereiche meistern wollen.

Literaturverzeichnis

1. Publikationen und unveröffentlichte planerische Arbeiten; Abkürzung: EGH Eclogae geologicae Helvetiae

AEBERHARDT, B. (1908): Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale.– EGH 10: 15–28

BALDINGER, F. (1969): Siedlungswasserwirtschaft als Synthese von Trinkwasserversorgung, Abwasserbeseitigung sowie Gewässerschutz. – Gas- Wasser- Abwasser 49/1: 22–27

BALTZER, A. (1896): Der diluviale Aaregletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern. – Beitr. Geol. Karte Schweiz 30

BAUMGARTNER, K. (1968): Siedlungswasserwirtschaft und Energiewirtschaft im Kanton Bern; ausgearbeitet am ORL Institut ETHZ, PG Gruppe Bern. – nicht veröffentlicht

BECK, P. (1926): Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen. – 1. Mitt. natw. Ges. Thun 1926: 1–53

BECK, P. (1933): Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän. – EGH 26,2: 335–437

BECK, P. (1938): Bericht über die ausserordentliche Frühjahrsversammlung der Schweiz. geol. Gesellschaft in Thun. – EGH 31/1: 173–198

BECK, P. & RUTSCH, R. F. (1949): Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25 000, Bl. 21: Münsingen–Heimberg. – Bern (Kümmerly & Frey)

BECK, P. & RUTSCH, R. F. (1958): Erläuterungen zum Geol. Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Bl. 21: Münsingen–Heimberg. – Bern (Kümmerly & Frey)

BINSWANGER, H. C. (1972): Die Umweltprobleme als Herausforderung an Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik. – Wirtschaft u. Recht 1972, 1: 32–43

BLAU, R. V. & DELLA VALLE, G. (1970): Die hydrogeologische Karte des Kantons Bern. – EGH 63: 447–457

BUECHI, O. (1927): Das Flussnetz der Saane und ihrer Nebenflüsse während den Interglacialzeiten (ausgenommen die Sense). – Bull. Soc. fribourg. Sc. nat. XXVIII: 128–148

DIN (1954): Nr. 4049, Blatt 1; Gewässerkunde Fachausdrücke und Begriffsbestimmungen, Teil I: quantitativ. – Berlin (Deutscher Normenausschuss)

GEISER, H. (1970): 100 Jahre Wasserversorgung der Stadt Bern und ihre historische Entwicklung. – Bern (WVB)

GERBER, ED. (1914): Über ältere Aaretal-Schotter zwischen Spiez und Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern 1914: 168–206

GERBER, ED. (1925): Über die Entstehung der Torfmoore südöstlich von Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern 1925, 3

GERBER, ED. (1926): Geologische Karte von Bern und Umgebung 1 : 25 000. – Bern (Kümmerly & Frey)

GERBER, ED. (1950): Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000; Blatt 22: Fraubrunnen–Burgdorf mit Erläuterungen. – Bern (Kümmerly & Frey)

GERBER, ED. (1955): Ergebnisse glazialgeologischer Studien nordöstlich von Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern NF 12: 3–21

GRAUL, H. (1962): Aare- und Rhonegletscher zur Zeit ihres letzteiszeitlichen Maximums und des Beginns ihres Rückschmelzens. – In: Hermann von Wissmann-Festschrift: 343–356; Tübingen

HANTKE, R. (1959): Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter. Die riss/würminterglazialen Bildungen im Linth/Rhein-System und ihre Äquivalente im Rhone/Aare System. – Vierteljahrschr. natf. Ges. Zürich 104/1

KUHN, W. (1947): Das Worblental. – Worb (Aeschbacher)

LÜTHY, H., MATTER, A. & NABHOLZ, W. K. (1963): Sedimentologische Untersuchung eines temporären Quartäraufschlusses bei der Neubrügg nördlich Bern. – EGH 56,1: 119–145

MEYER, E.B. (1972): Die Wasserversorgung in der Region Bern; bisherige Entwicklung sowie Prognose bis zum Jahr 2000; ausgearbeitet im Auftrage der Stadt- und Regionalforschungsstelle Bern. – nicht veröffentlicht

NUSSBAUM, F. (1926): Das Moossetal, ein diluviales Fluss- u. Gletschertal. – Mitt. natf. Ges. Bern 1926: 122–169

NUSSBAUM, F. (1936): Exkursionskarte der Umgebung von Bern 1 : 75 000; 2. Auflage. – Bern (Kümmerly & Frey)

RUTSCH, R. F. (1967): Erläuterungen zum Geol. Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Bl. 26: Neuenegg–Oberbalm. – Bern (Kümmerly & Frey)

RUTSCH, R. F. (1970a): Probleme der Grundwassererschliessung und des Grundwasserschutzes im Mittelland. – EGH 63: 483–499
RUTSCH, R. F. (1971): Die geologische Geschichte der Umgebung von Krauchtal in: Heimatbuch Krauchtal/Thorberg. – Burgdorf
RUTSCH, R. F. & FRASSON, B. A. (1953): Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Bl. 26: Neuenegg–Oberbalm. – Bern (Kümmerly & Frey)
SCHARDT, H. (1907): Note complémentaire sur l'origine de lac de Neuchâtel et des lacs subjurassiens. – Bull. Soc. Neuch. Sc. nat. XXXIII: 186–199
SCHWEIZ. GEOL. KOMMISSION (1942): Geologische Generalkarte der Schweiz 1 : 200 000, Blatt Basel–Bern. – Bern (Franke)
SCHWEIZ. VEREIN VON GAS- UND WASSERFACHMÄNNERN (SVGW) (1971): Wasserversorgungen in der Schweiz; Statistische Erhebungen für das Betriebsjahr 1970. – Zürich (SVGW)
STEINBUCH, K. (1970): Programm 2000. – Stuttgart (Deutsche Verlagsanstalt)
TODD, D. K. (1959): Ground water hydrology. – New York (Wiley)
ZIMMERMANN, H. W. (1963): Die Eiszeit im westlichen zentralen Mittelland. – Mitt. natf. Ges. Solothurn 21: 1–143

2. Geologische Berichte über die Grundwasservorkommen in den verschiedenen Flussgebieten; ausgearbeitet im Auftrag des bernischen Wasserrechtsamtes. – nicht veröffentlicht.

CADISCH, J. (1949a): Nr. 33, Aare
CADISCH, J. (1949b): Nr. 34, Worblental
RUTSCH, R. F. (1949): Nr. 32, Gürbe–Wattenwil–Aare
RUTSCH, R. F. (1950): Nr. 38, Sense und Saane (Schwarzwasser bis Saane)
RUTSCH, R. F. (1951a): Nr. 14 östlicher Abschnitt, Alte Aare
RUTSCH, R. F. (1951b): Nr. 43, Emme, Kirchberg bis Kantonsgrenze
RUTSCH, R. F. (1952a): Nr. 42, Emme, Lützelflüh bis Burgdorf
RUTSCH, R. F. (1952b): Nr. 27, Aare, sog. Münsingenschotter zwischen Kiesen und Allmendingen

3. Siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern: Hydrogeologie; Zwischenberichte, mit Grundlagenkarten, Register und Dokumentation (Stand Frühjahr 1972); ausgearbeitet im Auftrage des kantonalen Wasser- und Energiewirtschaftsamtes. – nicht veröffentlicht.

COLOMBI, SCHMUTZ & DORTHE AG. (1972a): Aaretal Bern–Thun
KELLERHALS, P. (1972a): Seeland
NIGGLI, C. R. & WERNER, A. (1972): Emmental

4. Wichtige nicht veröffentlichte geologische Berichte:

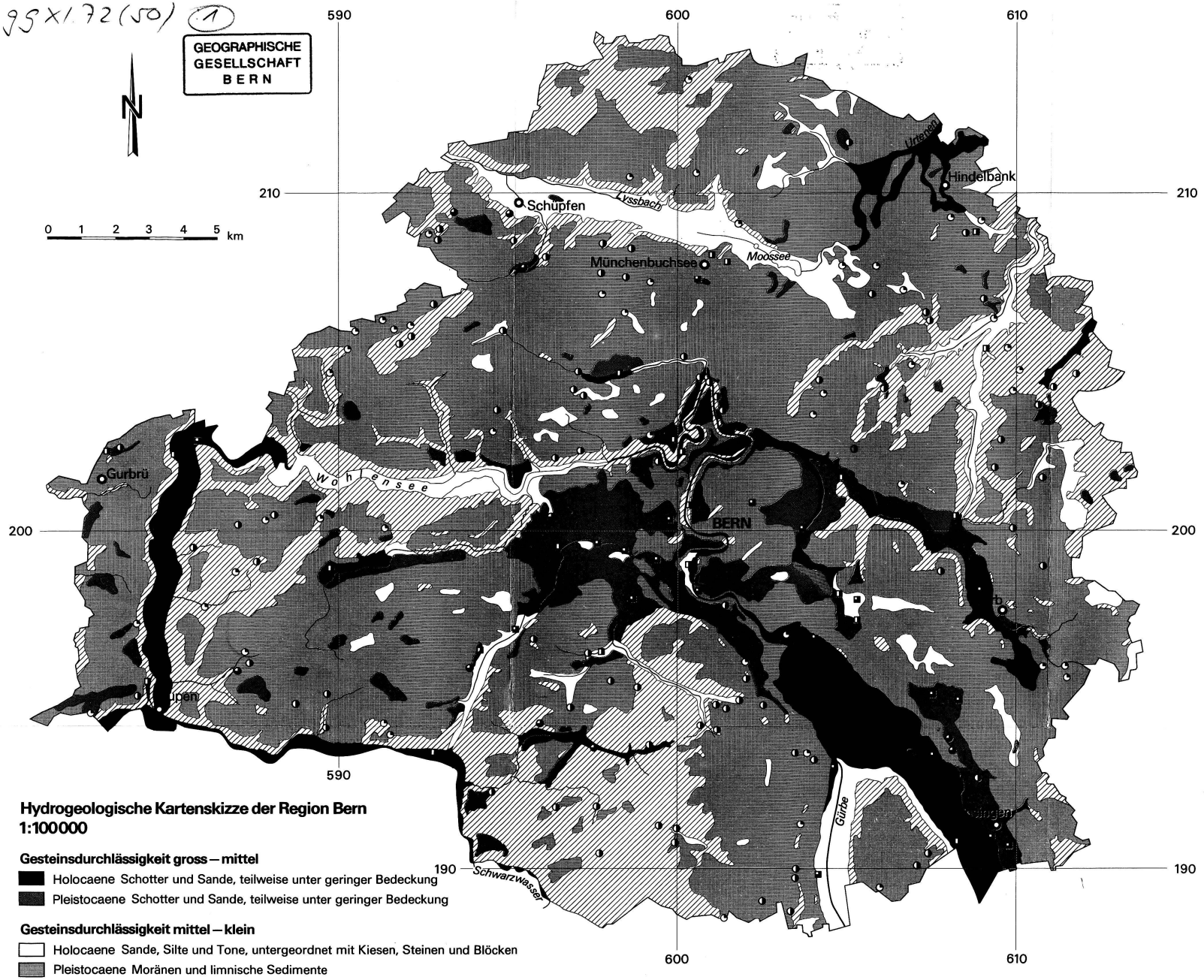
COLOMBI, SCHMUTZ & DORTHE AG. (1972b): Grundwasser Mattenhof (Stadt Bern); ausgearbeitet im Auftrag der Firmen Aare–Birs AG, Radio Schweiz AG, F. Meinen und Ing. Büro Widmer
EMCH & BERGER, Ingenieurbüro (1968): N 1/N 6 Autobahndreieck Wankdorf und Teilstrecke Wylerholz, Baugrunduntersuchungen; ausgeführt im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –
FISCH, W. (1962): N 12, Autobahn Bern–Freiburg; Bericht über die geoelektrischen Sondierungen; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Tiefbauamtes. –
GEOTEST AG. (1968): N 1; Generelles Projekt Stadttangente Bern Nord, Autobahnbrücke Felsenau; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1969a): Vorläufiger geologischer Bericht und Kartierung über die N 1 zwischen Brünnen und Gurbrü; ausgearbeitet im Auftrage des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1969b): Geologische Beurteilung und Kartierung 1 : 5000 der N 12 zwischen Fischermätteli und Sense; ausgearbeitet im Auftrage des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1970a): Vorläufiger Bericht über die beim Bau der N 1 im Einschnitt Frauenkappelen zu erwartenden geologischen Verhältnisse und Vorschläge für notwendige bauliche Massnahmen vorübergehender und dauernder Art; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1970b): Vorläufiger geologischer Bericht und Kartierung über die N 1 zwischen Brünnen und Gurbrü; ausgearbeitet im Auftrage des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1970c): SN 1 Stadttangente Bern-Nord, Brünnen–Äussere Enge, Möglichkeiten der Kiesgewinnung; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1971a): Wasserversorgung Meikirch–Uettligen und Umgebung; vorläufiger Bericht

über die Grundwasserbeschaffung vom 21.10.71; ausgearbeitet im Auftrage der Wasserversorgung Meikirch–Uettligen. –
KELLERHALS, P. (1971b): N 12; Bericht über die Kiesprospektion; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –
KELLERHALS, P. (1972b): Fischzuchtanstalt Münsingen; hydrogeologischer Bericht des Grosspumpversuches bei Schwand; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Fischereiinspektorates. –
RUTSCH, R. F. (1961): Geologisches Gutachten über die Grundwasserverhältnisse im Worblental zwischen Worbboden und Stettlen; ausgeführt im Auftrag der Wasserversorgung der Viertelsgemeinde Ostermundigen. –
RUTSCH, R. F. (1962): Hydrogeologisches Gutachten über das Grundwasserfeld Aumatt–Neuenegg; ausgearbeitet im Auftrag der Fa. Wander AG und Dr. K. Witz, Fürsprecher, Bern. –
RUTSCH, R. F. (1966a): Wasserversorgung Worb; Grundwassererschliessung; hydrogeologisches Gutachten ausgearbeitet im Auftrag der Einwohnergemeinde Worb. –
RUTSCH, R. F. (1966b): Wasserversorgung Köniz; Grundwassererschliessung, Belpmoos; hydrogeologischer Bericht ausgearbeitet im Auftrage der Wasserversorgung der Gemeinde Köniz. –
RUTSCH, R. F. (1969): Ergebnisse der Pumpversuche in der Sensematt-Au vom 13. November bis 14. Dezember 1968 und vom 6. bis 18. Januar 1969; ausgearbeitet im Auftrag der Gemeindeverwaltung Köniz. –
RUTSCH, R. F. (1969/72): Grundwassererschliessung in Moosseedorf; verschiedene Berichte ausgearbeitet im Auftrag des Wasserwerkes Bärenried, Münchenbuchsee. –
RUTSCH, R. F. (1970b): N 12 Autobahn Freiburg–Bern; Ergebnisse der Sondierbohrungen und Pumpversuche in Thörishaus; ausgearbeitet im Auftrag des kantonalen Autobahnamtes. –

Beilage zum Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft Bern
Band 50/1970–72 René V. BLAU Plan 1

95 X 1.72 (50) (1)

GEOGRAPHISCHE GESELLSCHAFT BERN



Hydrogeologische Kartenskizze der Region Bern
1:100000

Gesteinsdurchlässigkeit gross – mittel

- Holocaene Schotter und Sande, teilweise unter geringer Bedeckung
- Pleistocaene Schotter und Sande, teilweise unter geringer Bedeckung

Gesteinsdurchlässigkeit mittel – klein

- Holocaene Sande, Silte und Tone, untergeordnet mit Kiesen, Steinen und Blöcken
- Pleistocaene Moränen und limnische Sedimente
- Konglomerate, Sandsteine und Mergel der Molasse (Helvétien-Aquitanien)

Wichtige Wasserbezugsorte, ungefähre Lage

- ○ Quelle, Quellgruppe
- □ Grundwasserfassung

} Mittlere Schüttung in l/min

- ◔ 5 – 100 l/min
- ◨ 100 – 1000 l/min
- ◕ 1000 – 10000 l/min
- ■ > 10000 l/min

Druck: Kümmerly+Frey, Bern

Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 10. 4. 73