

Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologie Saanetal Gebiet Wileroltigen

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Dres. P. Kellerhals, Ch. Haefeli
Geologen SIA/ASIC, Bern



**Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
(WEA)**

Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologie Saanetal Gebiet Wileroltigen

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Dres. P. Kellerhals, Ch. Haefeli
Geologen SIA/ASIC, Bern



**Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
(WEA)**

Herausgeber:
Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA)
Leitung: Dr. R. V. Blau (WEA)
Bearbeitung: Dres. P. Kellerhals, Ch. Haefeli
Mitarbeit: Dr. J. Wanner
Geologen SIA/ASIC, Bern
Gestaltung: P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Reprographie: Diaset AG, Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Druck, Einband: Aerni-Leuch AG, Bern
Ausgabe 1984
Kaufpreis Fr. 15.–

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

EINLEITUNG	2
1. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	2
2. AUSGEFUEHRTE ARBEITEN	3
2.1. Feldbegehungen und geophysikalische Messungen	3
2.2. Mechanische Sondierungen	3
2.2.1. Baggerschlitze und Rammsondierungen	3
2.2.2. Sondierbohrungen	4
2.3. Eigenschaften des Grundwasserleiters	4
2.3.1. Grundwasserabflussverhältnisse	4
2.3.2. Pumpversuche	6
2.4. Grundwasserqualität	7
3. SCHUTZZONEN	9
4. ZUSAMMENFASSUNG	11

VERZEICHNIS DER FIGUREN

1	Situation und Isohypsen des Grundwasserspiegels vom 28.12.83, 1:5'000
2	Repräsentative Widerstandswerte für den Grundwasserleiter (Genauigkeit relativ) 1:5'000
3a - 3c	Bohrprofile, 1:50
4	Hydrochemie, 1:10'000
5	Schutzzonenplan, 1:10'000

E I N L E I T U N G

Die Wasserversorgungen Gurbrü - Ferenbalm und Wileroltigen nutzen Grundwasser, das den Anforderungen an Trinkwasser nicht genügt. Insbesondere liegt der Nitratgehalt teilweise weit über der tolerierbaren Grenze.

Es bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten besseres Trinkwasser zu beschaffen (Schreiben WEA vom 1.6.1982):

1. Wasserbezug aus einer Nachbarversorgung. In Frage käme nur die Gemeinde Kerzers; sie ist aber nicht in der Lage, die erforderliche Wassermenge zu liefern.
2. Denitrifizierung durch biologischen Abbau, Ionenaustausch oder mit Umkehrosmose.
3. Verlegen der Grundwasserfassungen.

Da die Nitratentfernung verhältnismässig aufwendig ist (Pilotstudie Zollikofen 1982), sollte zunächst die Lösung 3 geprüft werden.

Im Rahmen seiner hydrogeologischen Untersuchungen kleiner Einzugsgebiete erteilte das Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kt. Bern 1983 dem Büro Dres. Kellerhals und Haefeli, Bern, den Auftrag, die notwendigen hydrogeologischen Untersuchungen im Talboden der Saane der Gemeinden Ferenbalm und Wileroltigen durchzuführen, um einen neuen Fassungsstandort zu ermitteln. Im Programm vom 16. Juni 1982 wurde der Untersuchungsablauf festgehalten.

1. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Die steilen Talflanken und der Untergrund des Saanetals im Gebiet Ferenbalm - Wileroltigen bestehen ausschliesslich aus dem oberen Teil der Unteren Süsswassermolasse, dem "Aquitaniien", d.h. aus meist siltigen Sandsteinen. Ueber diesen, als Stauer wirkenden tertiären Ablagerungen, liegen im Tal die wenige Meter mächtigen Saaneschotter. Der Grundwasserstauer scheint eine wenig ausgeprägte Erosionsoberfläche zu besitzen, grössere Schotterrinnen als bevorzugte Fassungsgebiete waren kaum zu erwarten.

Beim Bau des Saaneviaduktes der Autobahn wurde u.a. festgestellt, dass zwischen der Saane und dem Grundwasser, je nach Wasserstand und Lage, eine rege hydraulische Beziehung besteht. Die Wasserführung der Saane ist infolge der Regulierung beim Schifflensee täglich starken Schwankungen unterworfen, so dass die Differenz zwischen dem höchsten und tiefsten Pegelstand innerhalb 24 Stunden einen Meter übersteigen kann. Die dadurch erzeugten Druckwellen pflanzen sich rasch über den gesamten Grundwasserleiter fort.

Das Grundwasser wird grösstenteils durch die Infiltration von Saanewasser neu gebildet. Zusammen mit dem versickernden Anteil der Niederschläge können lokal auch Hangwasserzuflüsse das Grundwasser zusätzlich speisen.

2. AUSGEFUEHRTE ARBEITEN

2.1. Feldbegehung und geophysikalische Messungen

Feldbegehungen erhärteten das vorangehend beschriebene, allgemeine hydrogeologische Bild. Für die Lage neuer Fassungsstandorte sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- a) Den im allgemeinen chemisch stark belasteten Hangwasserzuflüssen muss ausgewichen werden.
- b) Das infiltrierende Saanewasser muss aus qualitativen Gründen (Beseitigung von Verunreinigungen, Temperatenausgleich) eine minimale Filterstrecke durchfliessen und eine gewisse Zeit im Boden verweilen.
- c) Der Fassungsstandort muss vor Hochwasser geschützt sein.

Das Fassungsgebiet muss deshalb etwa 80 bis 200m von der Saane entfernt liegen.

Um jedoch ein Gesamtbild über den Grundwasserleiterquerschnitt und die Abflussverhältnisse zu erhalten, wurde der ganze Talboden mittels elektromagnetischen Messungen (VLF-Messungen, Dr. I. Müller, Neuenburg) untersucht (teilweise ergänzt durch seismische und geoelektrische Abklärungen). Insgesamt wurden 293 Messungen ausgeführt. Die Resultate sind in Fig. 2 zusammengestellt.

Es zeigte sich, dass die Messwerte im allgemeinen nicht sehr stark variieren. Die tiefsten Werte liegen bei 24 - 30 Ω m, die höchsten bei 150 - 160 Ω m. Kontrollmessungen bei der anstehenden Molasse ergaben einen Widerstand von 38 Ω m, was einen charakteristischen Wert für mergeligen Sandstein darstellt. Eine zusammenhängende, ca. 30 - 60 Meter breite Zone mit Werten von 90 - 160 Ω m durchzieht das Untersuchungsgebiet. Diese flache Schotterrinne ist am wahrscheinlichsten als alter Saanelauf zu interpretieren; in diesem dürften die hydrogeologischen Voraussetzungen für eine zukünftige Grundwasserfassung am günstigsten sein.

2.2. Mechanische Sondierungen

2.2.1 Baggerschlitze und Rammsondierungen

Zur Abklärung des Aufbaus des Bodens und insbesondere der Deckschichten wurden fünf Baggerschlitze ausgehoben (Lage, vgl. Fig. 1). Die vier Rammsondierungen dienten der genauen Bestimmung der Sondierbohrpunkte.

Die Baggerschlitze zeigten ein ziemlich übereinstimmendes Profil:

1.2 - 2.1m Deckschicht, d.h. sandiger Silt bis siltiger Sand mit einzelnen Komponenten der Kiesfraktion, stellenweise geschichtet

darunter ziemlich sauberer, siltig-sandiger Kies mit einzelnen, stellenweise zahlreichen Steinen, vereinzelt organische Beimengungen

Der Grundwasserspiegel befand sich 1.8 - 2.6m unter Terrain.

Zur Entnahme von Wasserproben und als Grundwasserspiegel-Beobachtungspunkte wurde in vier der fünf Baggerschlitze 4 1/2" PVC-Filterrohre versetzt. Die technischen Angaben dieser Piezometer sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Rammsondierungen erreichten nur eine Tiefe zwischen 3.6 - 3.9m. Ob in dieser Tiefe bereits der Molassesandstein anstand oder ob die Widerstände der Saaneschotter zu gross wurden, konnte nicht festgestellt werden. Genauere Angaben lieferten die ausgeführten Sondierbohrungen.

2.2.2. Sondierbohrungen

Die Bohrstandorte wurden aufgrund der vorangehenden VLF-Messungen und Sondierungen festgelegt. Die drei Sondierbohrungen (K 1, K 2, K 3), gesamthaft 19.5 Bohrmeter, wurden bis in den Stauer abgeteuft. Ihre Lage ist auf Fig. 1, die Bohrprofile sind aus den Fig. 3a - 3c ersichtlich. Bei allen wurde die gleiche Schichtabfolge angetroffen, nur deren Mächtigkeit variierte:

1.4 - 2.1m Ueberflutungssediment (= Deckschicht)
2.3 - 4.8m Saaneschotter
0.0 - 0.5+xm Molassesandstein, oberflächlich verwittert

Die unverwitterte Molasseoberfläche wurde in 4.6 - 6.3m Tiefe angefahren. In alle drei Bohrlöcher wurde ein 6" PVC-Filter für die anschliessenden Pumpversuche eingebaut. Die Grundwasserspiegel lagen zur Bohrzeit (Dezember 1983) bei höherem Niederwasserstand in folgenden Tiefen (ab OK Terrain):

K 1: - 2.40m K 2: - 2.10m K 3: - 1.50m

2.3. Eigenschaften des Grundwasserleiters

2.3.1. Grundwasserabflussverhältnisse

Zur Ermittlung der Grundwasserabflussverhältnisse und für die Beobachtung des Grundwasserspiegels während den Kleinpumpversuchen wurden zusätzlich 16 Piezometer (Ø 1 1/4") versetzt (Lage, vgl. Fig. 1).

Die technischen Daten aller im Herbst/Winter 1983/84 installierter Beobachtungspunkte sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 1

Piezo	Filterstrecke ab OK Rohr in m	OK Rohr m ü. M.	Ueberstand in m	Endtiefe ab OK Rohr in m	Durchmesser
G 1	3.0 - 4.0	469.79	1.13	4.0	4 1/2"
G 2	2.0 - 3.0	465.41	0.83	3.0	4 1/2"
G 4	2.0 - 3.0	464.06	1.05	3.0	4 1/2"
G 5	2.0 - 3.0	464.47	1.00	3.0	4 1/2"
K 1	3.0 - 5.0	470.03	1.11	6.0	6"
K 2	3.0 - 7.0	465.28	0.59	8.0	6"
K 3	2.0 - 6.0	463.56	0.27	7.0	6"
F 1	2.0 - 5.0	470.24	0.83	5.0	1 1/4"
F 2	2.0 - 5.0	470.06	1.39	5.0	1 1/4"
F 3	2.0 - 5.0	469.05	1.01	5.0	1 1/4"
F 4	4.0 - 7.0	466.28	1.51	7.0	1 1/4"
F 5	3.0 - 6.0	465.79	1.19	6.0	1 1/4"
F 6	2.0 - 5.0	465.36	0.57	5.0	1 1/4"
F 7	3.0 - 6.0	463.86	1.17	6.0	1 1/4"
F 8	4.0 - 7.0	464.32	1.34	7.0	1 1/4"
F 9	4.0 - 7.0	464.23	0.86	7.0	1 1/4"
F 10	2.0 - 5.0	469.99	1.13	5.0	1 1/4"
F 11	2.0 - 5.0	468.37	1.36	5.0	1 1/4"
F 12	2.0 - 5.0	468.25	0.34	5.0	1 1/4"
F 13	3.0 - 6.0	466.50	1.03	6.0	1 1/4"
F 14	4.0 - 7.0	466.82	0.57	7.0	1 1/4"
F 15	4.0 - 7.0	466.30	0.91	7.0	1 1/4"
F 16	3.0 - 6.0	465.80	1.01	6.0	1 1/4"

Dazu standen noch das PW Wileroltigen und drei bestehende Sodbrunnen zur Verfügung, was die Gesamtzahl der Grundwassermessstellen auf 27 erhöhte.

Die Lage des Saanespiegels wurde mit fünf Abstichpunkten festgehalten (Lage, vgl. Fig. 1). Auf Fig. 1 sind die Isohypsen (Linien gleicher Höhe) des Grundwasserspiegels vom 28.12.1983 dargestellt, ein mittlerer bis tiefer Grundwasserstand. Die wesentlichen Merkmale der Grundwasserabflussverhältnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes wirkt die Saane vorwiegend als Vorfluter. Nur bei markantem Anstieg des Saanespiegels, wegen erhöhtem Schiftenensee-Abfluss, dürfte während kurzer Zeit Saanewasser ins Grundwasser infiltrieren. Der Gradient des Grundwasserspiegels beträgt hier normalerweise 2.5 - 3‰.
- Beim Saaneviadukt tritt wegen der linksufrigen Querschnittsverengung des Grundwasserleiters noch mehr Grundwasser in die Saane aus.

- Unterhalb des Saaneviaduktes, dort wo die linke Talflanke vom Ufer zurücktritt, infiltriert auch bei geringen Saane-Abflussmengen Flusswasser ins Grundwasser. Der Gradient des Grundwasserspiegels variiert in diesem Gebiet zwischen 2 - 5‰.
- Auf der Höhe Rewag übernimmt die Saane wieder die Vorfluterfunktion. Der Grund liegt in der markanten Querschnittsverengung des Grundwasserleiters. Die Breite des Talbodens nimmt von 600m (Höhe Rewag) auf 150m (Höhe Rewagau) ab.

2.3.2. Pumpversuche

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes, k , wurde in sämtlichen Bohrungen ein Kleinpumpversuch durchgeführt. Aus den während den Pumpversuchen erhaltenen Beharrungszuständen wurden folgende ungefähre Profil- k -Werte ermittelt:

$$\begin{aligned} K\ 1: & \quad k = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \\ K\ 2: & \quad k = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \\ K\ 3: & \quad k = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Diese Werte entsprechen mittleren bis guten Durchlässigkeiten wie sie für Mittellandschotter charakteristisch sind.

Eine Zusammenstellung der Transmissibilität (Durchlässigkeitsbeiwert $\times$ Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters) ergibt folgende Grössen (approx. Mittelwasserstand):

$$\begin{aligned} K\ 1: & \quad T = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \\ K\ 2: & \quad T = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ K\ 3: & \quad T = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Das beste Resultat zeigt die Bohrung K 2. Dieser Standort weist gegenüber K 1 und K 3 gesamthaft gesehen auch sonst die meisten Vorteile auf:

- Liegt im Infiltrationsabschnitt der Saane
- Entfernung zur Saane ca. 150m
- Grösste Mächtigkeit der Deckschichten
- Distanz zum bestehenden Pumpwerk gering (kurzer Neuleitungsbau)

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde für die nachfolgende Brunnendimensionierung nur der Standort K 2 in Erwägung gezogen.

Die förderbare sandfreie Wassermenge, die aus einem Vertikalfilterbrunnen mit einem Durchmesser von 0.7m beim Sondierstandort K 2 entnommen werden könnte, beträgt nach SICHARDT:

$$Q \sim 800 - 1'000 \text{ l/min}$$

Da aus dem installierten 6"-Filterrohr nur ca. 160 l/min entnommen werden konnten (Entsandungsversuche scheiterten), ergaben sich keine genügenden Hinweise zur Feldergiebigkeit. Aufgrund der durch den Grundwasserleiter-

querschnitt zu erwartenden Abflussmenge (Durchflussquerschnitt ca. 1'100 m², Durchlässigkeitsbeiwert, k, ca. $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, Grundwasserspiegelgefälle ca. 3‰), beträgt die Feldergiebigkeit ohne induzierte Infiltration (gesteigerter Zufluss von Flussinfiltration infolge Grundwasserspiegelabsenkung durch Pumpbetrieb):

$$Q \sim 500 - 600 \text{ l/min}$$

Dieser Wert entspricht der möglichen Dauerentnahmemenge. Für den Spitzenverbrauch kann während 8 - 12 Std. ca. 800 - 1'000 l/min entnommen werden.

Die genaueren Entnahmemengen, die eher etwas höher liegen dürften, als die genannten ungefähren Werte, können nur in einem Langzeit-Pumpversuch im grosskalibrigen Brunnen ermittelt werden.

2.4. Grundwasserqualität

Es wurden total 27 Wasserproben erhoben (vgl. Tabelle 2).

Der Chemismus des Grundwassers ist eindeutig von der Lage zur Saane abhängig. Die Saane selbst besitzt eine Karbonathärte von 15 frz.°, einen Gehalt an Chlorid von 5 mg/l, Sulfat 40mg/l und Nitrat 2 mg/l (Analyse vom 4.11.1983).

Auf Fig. 4 sind die Karbonathärte und die Nitratgehalte der im November und Dezember im unteren Teil des Untersuchungsgebietes erhobenen Proben flächhaft dargestellt. Beide Figuren zeigen deutlich den Einfluss der Saaneinfiltration. Mit zunehmender Flussentfernung steigen Karbonathärten und Nitratkonzentrationen bedeutend an. In Klammern sind die Resultate der Kampagne vom März 1984 angegeben. Diese Analysen weichen deutlich von den im Herbst 83 erhaltenen Werten ab. Insbesondere die Nitratkonzentration zeigt einen drastischen Anstieg an. So weist die Grundwasserfassung der WV Wileroltigen einen Nitratgehalt von 73 mg/l auf! Der Grund liegt darin, dass kurz vor der Probeerhebung viel Hofdünger (Gülle und Mist) im Untersuchungsgebiet ausgeführt wurde, die Vegetationszeit aber infolge der kalten Witterung noch nicht begonnen hatte; ein Teil der Gülle versickerte ungenutzt im Boden. Diese Resultate verdeutlichen den grossen Einfluss der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf die Grundwasserqualität bei geringem Flurabstand.

Der Grundwasserchemismus bei K 2, dem zukünftigen Fassungsstandort, entspricht, wie Tabelle 3 zeigt, nicht in allen Teilen den Trinkwasseranforderungen. Da es sich um eine Wasserprobe, entnommen während eines Kleinpumpversuches, handelt, dürfen die beanstandeten Nitrit-, Eisen- und Sauerstoffwerte nicht unbedingt als repräsentativ angesehen werden. Mit einer einfachen Belüftung wäre eine allfällige Sauerstoffuntersättigung und ein durch diese erhöhter Eisengehalt zu beseitigen. Der effektive Nitritgehalt kann erst nach einem längeren Pumpversuch definitiv beurteilt werden. Bemerkenswert ist der tiefe Nitratgehalt von 9 und 19 mg/l, verglichen mit demjenigen der Fassung Wileroltigen von 49 und 73 mg/l.

Tabelle 2

Messpunkt	Datum der Probe- erhebung	Gesamthärte frz. °	Chloride mg/l	Sulfate mg/l	Nitrate mg/l	Nitrite mg/l	Ammonium mg/l	Eisen mg/l	Sauerstoffsättigung %
Saane	04.11.83	20	5	40	2	---	---	---	---
Kanal	"	33	10	40	15	---	---	---	---
G 1	11.11.83	40	6	21	13	0.249	0.2	1.29	---
G 2	"	30	10	42	22	0.55	0.3	6.95	---
G 4	"	36	5	27	18	0.196	0.2	0.37	---
PW Wiler- oltigen	18.11.83	41	23	26	49	<0.005	<0.05	<0.01	52.4
G 6	"	39	11	38	6	<0.005	<0.05	<0.01	27.7
G 7	"	44	30	36	72	<0.005	<0.05	0.033	45.7
G 8	"	41	31	31	39	<0.005	<0.05	<0.01	34.7
F 4	"	42	21	27	16	---	---	---	---
F 5	"	26	7	38	7	---	---	---	---
F 6	"	26	7	36	6	---	---	---	---
F 7	21.11.83	34	12	31	10	---	---	---	---
F 8	"	33	8	35	1	---	---	---	---
F 9	"	29	6	33	<1	---	---	---	---
K 1	19.12.83	38	5	21	8	0.077	<0.05	0.24	84.2
K 2	"	27	8	41	9	0.112	<0.05	0.16	37.8
K 3	"	31	6	36	3	0.03	<0.05	1.82	19.4
F 4	13.3.84	34	13	38	11	---	---	---	---
F 13	"	26	23	27	33	---	---	---	---
F 14	"	23	11	37	11	---	---	---	---
F 15	"	22	10	36	8	---	---	---	---
F 16	"	27	19	48	39	---	---	---	---
K 2	"	25	14	39	19	---	---	---	---
G 6	"	36	21	37	26	---	---	---	---
PW Wiler- oltigen	"	34	26	30	73	---	---	---	---
Saane	"	19	9	38	6	---	---	---	---

Tabelle 3 Grundwasserproben aus der Sondierbohrung K 2

	<u>19.12.1983</u>	<u>13.3.1984</u>
Trübung, mg SiO ₂ /l	18.1	
Gesamthärte frz.°	27.5	
Calciumhärte frz.°	23.7	
Karbonathärte frz.°	21.5	22.6
Chloride, mg Cl ⁻ /l	8	14
Sulfate, mg SO ₄ ²⁻ /l	41	39
Nitrate, mg NO ₃ ⁻ /l	9	19
Oxidierbarkeit, mg KMnO ₄ /l	2.4	
Nitrite, mg NO ₂ ⁻ /l	<u>0.112</u>	
Ammonium, mg NH ₄ ⁺ /l	<0.05	
Eisen, mg Fe/l (gesamt)	<u>0.16</u>	
Mangan, mg Mn/l	<0.05	
Sauerstoff, mg O ₂ /l	<u>4.0</u>	
Sauerstoffsättigung in %	<u>37.8</u>	
Leitfähigkeit, µS/cm bei 20°C	480	525
pH-Wert bestimmt °C/pH	20/7.35	
Gleichgewichts-pH berechnet °C/pH	10.2/7.33	
— Werte, die die Anforderungen an Trinkwasser nicht erfüllen		

3. SCHUTZZONEN

Figur 5 zeigt die ungefähre Ausdehnung der einzelnen Schutzzonenabschnitte, die beim Bau eines Brunnens bei der Bohrung K 2 ausgeschieden werden müssten. Die Berechnungen basieren auf folgenden Annahmen:

Entnahmemenge	500 l/min
Brunnenbohrung, Durchmesser	0.7m
Durchlässigkeitsbeiwert, k	3·10 ⁻³ m/s
Mächtigkeit des GW-Leiters	4m
Mittlerer Gradient	3‰
Porosität	12%

Die endgültige Begrenzung der Schutzzone kann erst festgelegt werden, wenn der Langzeit-Pumpversuch durchgeführt worden ist.

Bei der Ausscheidung der Schutzzone wurde wie üblich zwischen einer Zone I (Fassungsbereich), einer Zone II (engere Schutzzone) sowie einer Zone III (weitere Schutzzone) unterschieden.

Die Zone I umfasst die unmittelbare Umgebung der Fassung. Die mit der entsprechenden Einzonung verbundenen Nutzungsvorschriften sollen gewährleisten, dass keine schädlichen Fremdstoffe direkt in die Fassung gelangen.

Die Zone II soll durch ihre Filterwirkung die stetige, einwandfreie bakteriologische Qualität des der Fassung entnommenen Trinkwassers garantieren, d.h. unter anderem auf natürlichem Wege die Hauptmenge an Keimen von der Fassung fernhalten. Zudem soll sie Raum und Zeit geben, dass bei Verunreinigungen mit nicht abbaubaren chemischen Stoffen ausserhalb der engeren Schutzzone innert kurzer Zeit Sanierungsmassnahmen ausgeführt werden können.

Die Zone III schliesslich dient als Pufferzone zwischen Zone II und dem Gewässerschutzbereich A.

Die Nutzungsvorschriften werden, sobald die endgültige Ausdehnung der Schutzzone feststeht, im Schutzzonen-Reglement, nach kantonalem Muster aufgebaut, festgehalten. Die wichtigsten Vorschriften seien hier aufgeführt.

Fassungsbereich (Zone I)

Der Fassungsbereich umfasst eine ca. 20 x 20m grosse Parzelle.

Innerhalb dieser ist nur noch Grasbau erlaubt. Verboten ist insbesondere das Ausbringen von Gülle, Ackerbau und jegliche Bewässerung.

Engere Schutzzone (Zone II)

Die engere Schutzzone umfasst ein Gebiet von ca. 200 x 250m. Innerhalb dieser Zone gilt ein allgemeines Bauverbot. Dagegen kann unter gewissen Vor-sichtsmassnahmen u.a. weiter erlaubt werden:

- Das Ausbringen von Gülle und Mist (nicht ausserhalb der Vegetationszeit und nicht auf stark durchnässtem Boden)
- Oberflächenbewässerung
- Anwendung von Handelsdünger
- Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (einzelne Mittel sind verboten).

Ohne Einschränkungen sind Grasbau, Weidgang und Ackerbau gestattet.

Weitere Schutzzone (Zone III)

Diese Zone umfasst das engere Einzugsgebiet der geplanten Wasserfassung.

Verboten sind hier vor allem Anlagen der Grossindustrie. Die landwirtschaftliche Nutzung wird nicht eingeschränkt.

4. ZUSAMMENFASSUNG

- Die im Talboden der Saane gelegenen Gebiete der Gemeinden Ferenbalm und Wileroltigen wurden eingehend hydrogeologisch untersucht um zu prüfen, ob hier Grundwasser für eine einwandfreie Trinkwasserversorgung gewonnen werden kann.
- Aufgrund der ausgeführten Arbeiten (elektromagnetische Messungen, Rammsondierungen, Versetzen von Piezometern, Bohrungen, Pumpversuche, Wasseranalysen, etc.) konnte ein einziger günstiger Brunnenstandort bei der Bohrung K 2, in einer alten Saanerinne etwa 350m östlich der bestehenden Grundwasserfassung Wileroltigen ermittelt werden.
- Der etwa 100m vom Hochwasserdamm entfernte, neue Fassungsstandort gestattet mit einem zweckmässig konzipierten Vertikalfilterbrunnen eine Dauerentnahme von ca. 500 - 600 l/min und eine Spitzenentnahme von gegen 1'000 l/min.
- Die Grundwasserqualität ist einerseits stark von den Infiltrationsverhältnissen entlang der Saane abhängig, andererseits von den im allgemeinen stark belasteten Hangwasserzuflüssen und dem zeitweilig ebenfalls belasteten versickernden Anteil der Niederschläge. Der Nitratgehalt kann im Verhältnis von ung. 1:2 schwanken, abhängig von der Vegetationsdecke, der Jahreszeit und dem Düngeraustrag. (Nitratgehalt Fassung Wileroltigen am 13.3.84: 73 mg/l!).
- In qualitativer Hinsicht dürfte das Wasser beim neuen Fassungsstandort den Anforderungen an Trinkwasser des Schweizerischen Lebensmittelbuches weitgehend entsprechen. Allenfalls wird eine einfache Belüftung notwendig sein. Die ermittelten Nitratgehalte betrugen <20 mg/l.
- Der neuen Brunnenstandort liegt im übrigen Gemeindegebiet. Die Ausscheidung einer Schutzzone sollte deshalb nicht mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein.

Situation und Isohypsen
des Grundwasserspiegels vom 28.12.83

Künstliche Aufschlüsse und Grundwasser-
beobachtungsstellen

- PW Vertikalfilterbrunnen der W.V. Wileroltigen
- G7 Schacht- oder Sodbrunnen mit Nr.
- K3 Bohrung mit Nr.
- G4 Baggerschlitz mit Nr.
- F7 Peilrohr mit Nr.

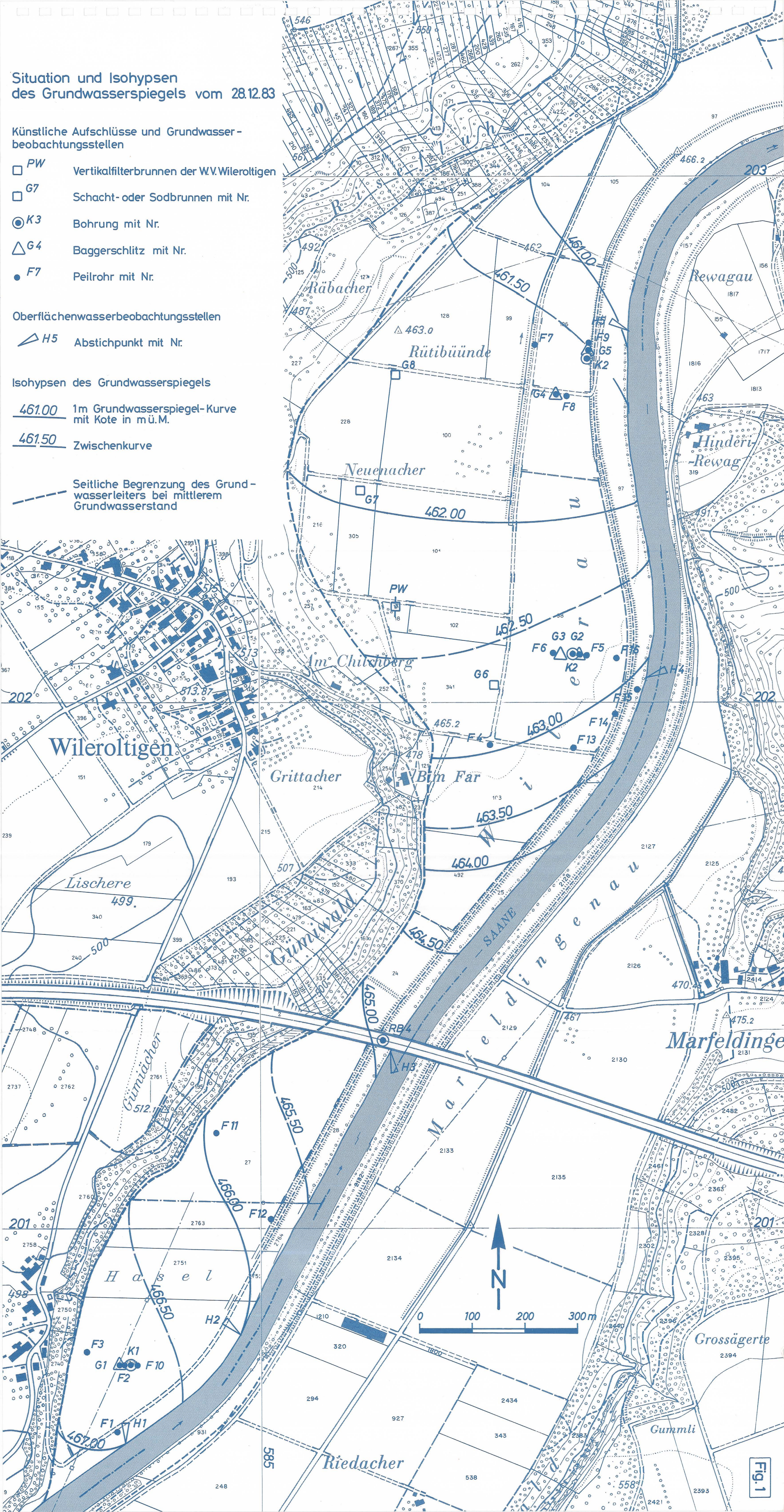
Oberflächenwasserbeobachtungsstellen

- H5 Abstichpunkt mit Nr.

Isohypsen des Grundwasserspiegels

- 461.00 1m Grundwasserspiegel-Kurve mit Kote in mü.M.
- 461.50 Zwischenkurve

Seitliche Begrenzung des Grundwasserleiters bei mittlerem Grundwasserstand

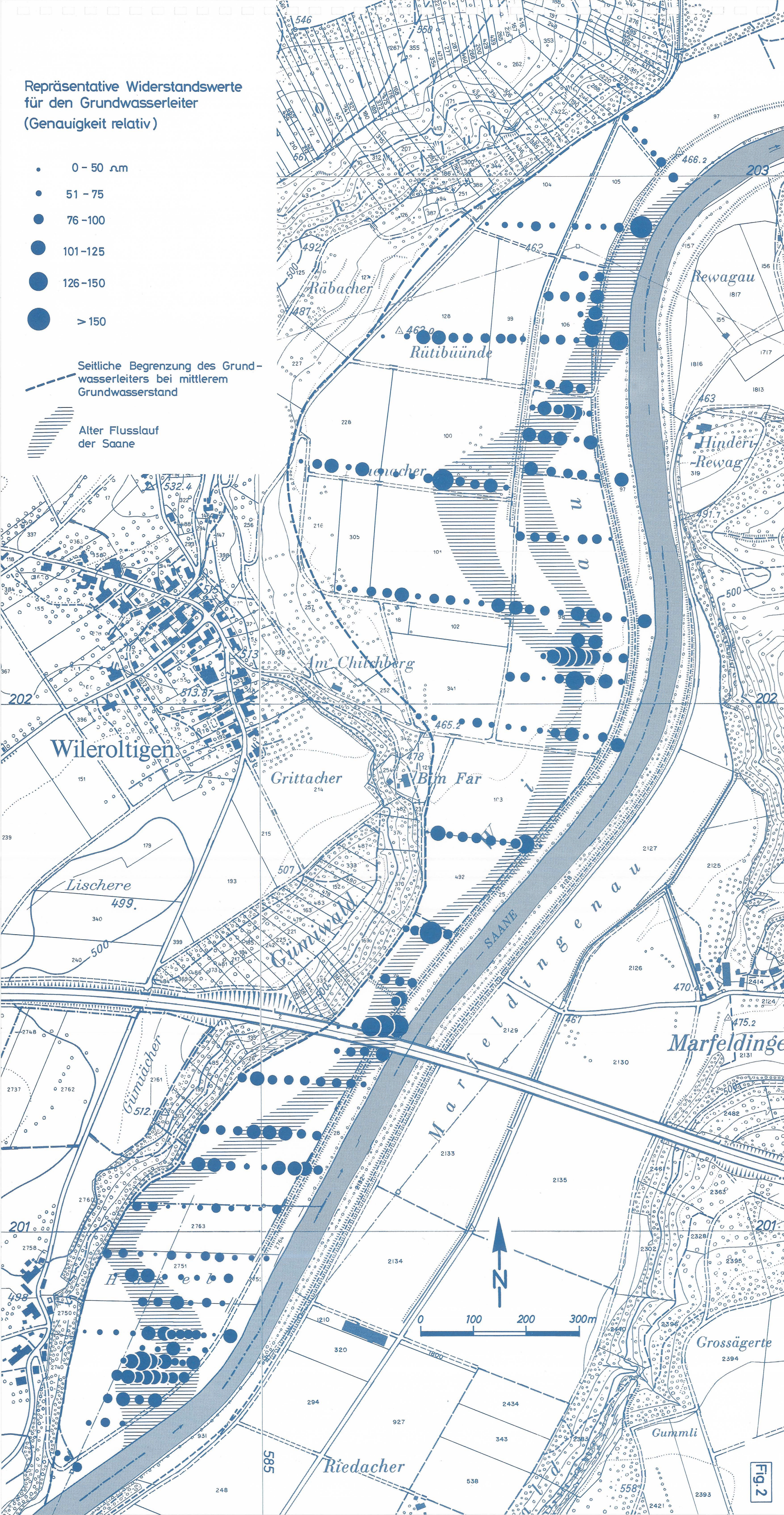


Repräsentative Widerstandswerte
für den Grundwasserleiter
(Genauigkeit relativ)

- 0 - 50 Ωm
- 51 - 75
- 76 - 100
- 101 - 125
- 126 - 150
- > 150

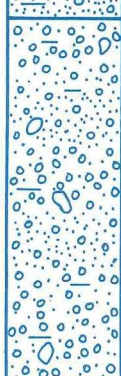
Seitliche Begrenzung des Grundwasserleiters bei mittlerem Grundwasserstand

Alter Flusslauf der Saane



Bohrung K1

Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern		Fig.3a	
Bohrfirma: Dicht AG		Situation:	
Bohrverfahren: Rotationskernbohrung		Logs:	
Bohrmeister: Brügger		Bohrgerät:	
ausgeführt vom 8.12. bis 9.12. 83			
Koordinaten: 584 780/200 740 OK Terrain 468.92 m ü.M. OK Rohr 470.03 m ü.M.			
Geol. Aufnahme: Dr. J. Wanner		1: 50	

Bohrdurchmesser cm	Spülgut	Kernausbeute %	Beob- achtungs- rohr ϕ 5"	Filter	m ü. M.	Tiefe m ab OK Terrain	Lithologie	Feld	Labor	USCS	Genet. Deutung	Eigenschaften des Grundwasser- leiters	Bemerkungen
22						± 0	 Humus, braun				Ueber- flutungs- sediment	GW-Spiegel am 19.12.83  566.51 m k=5 · 10 ⁻³ m/s	
					0,30	 leicht toniger Silt mit reichlich bis viel Sand, braun							
					1,00	 stark siltiger Sand mit einzelnen bis zahlreichen Komp. der Kies- und Steinfraktion bis 7 cm, braun-grau							
					1,20	 leicht siltiger Sand mit einzelnen Komp. der Kiesfraktion bis 5 cm, grau							
					1,70	 leicht siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand und einzelnen Steinen bis 17 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau			Schotter				
					4,10	 sauberer bis leicht siltiger Grobsand mit einzelnen Komp. der Kiesfraktion bis 5 cm, grau				verwitterte Molasse			
					4,60	 Grobsandstein, grau				Molasse			
					5,00								

Bohrung K 2

Bohrung K 2

Bohrung K 2

Bohrung K3

Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Fig.3c

Bohrfirma: Dicht AG

Situation:

Bohrverfahren: Rotationskernbohrung

Logs:

Bohrmeister: Brügger

Bohrgerät:

ausgeführt vom 15.12. bis 16.12.83

Koordinaten: 585 730/202 630 OK Terrain 463.29 m ü. M. OK Rohr 463.56 m ü. M.

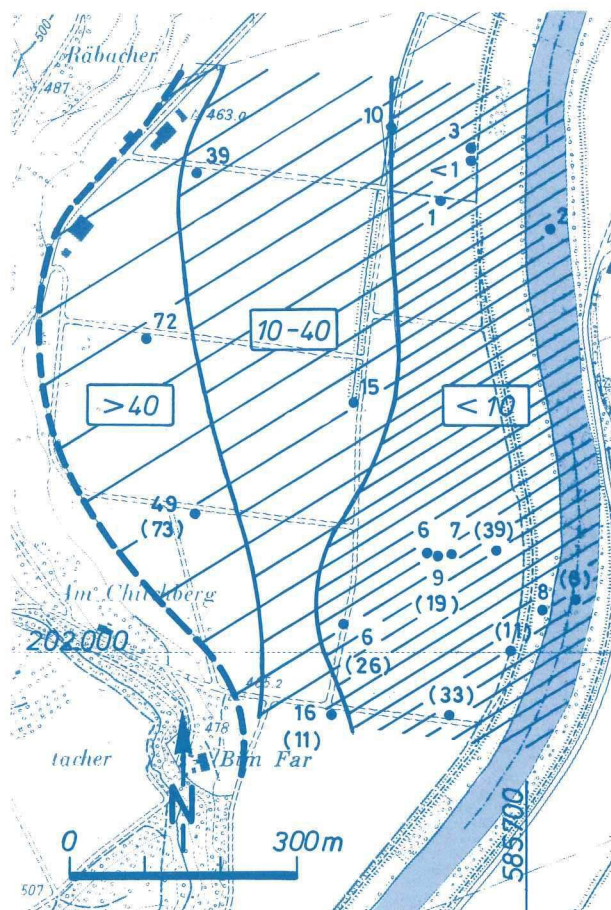
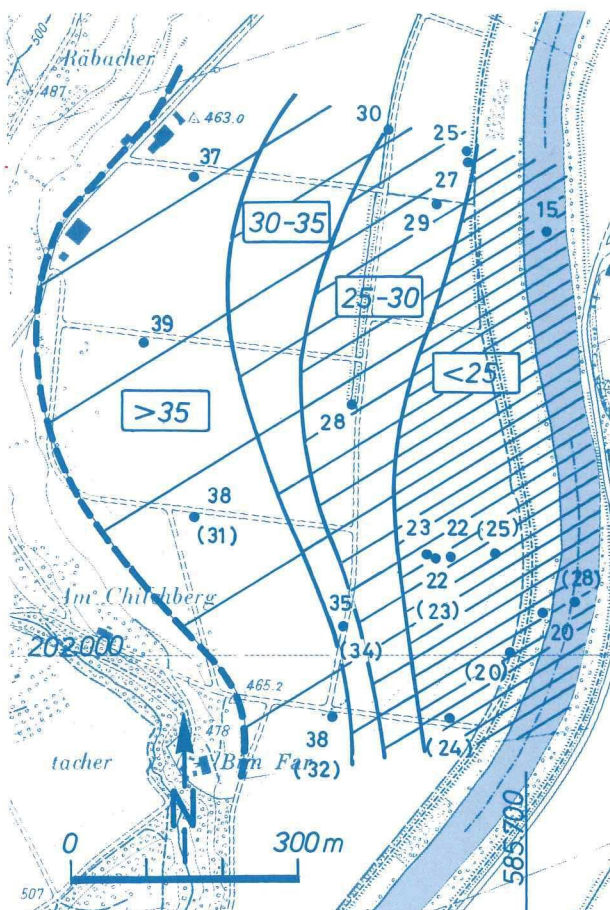
Geol.Aufnahme: Dr. J. Wanner

1: 50

Bohrdurchmesser cm	Spülgut	Kernaussbeute %	Beob- achtungs- rohr $\phi 6''$	Filter	m ü. M.	Tiefe m ab OK Terrain	Lithologie	USCS	Feld Labor	Genet. Deutung	Eigenschaften des Grundwasser- leiters	Bemerkungen
22						± 0						
						0,40	Humus, braun					
						0,90	stark sandiger Silt, braun					
						1,10	leicht siltiger Feinsand, grau					
						1,40	stark siltiger Sand mit einzelnen Komp. der Kiesfraktion bis 5 cm, grau					
						2,00	siltiger Kies mit viel Sand und ein- zelnen Steinen bis 11 cm, grau					
						2,60	leicht siltiger Kies mit wenig bis reichlich Sand und zahlreichen Steinen bis 16 cm, grau					
						3,80	siltiger bis stark siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 10 cm, grau					
						4,10	Holzbruchstücke, Faserstruktur noch gut erkennbar, braun					
						4,80	leicht siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 9 cm, grau					
						5,60	siltiger Kies mit viel Sand und ein- zelnen, stellenweise zahlreichen Stei- nen bis 17 cm, grau					
						6,30	stark siltiger Kies mit viel Sand und zahlreichen Steinen bis 18 cm, kompakt, grau					
						7,50	Mergel, bunt					

Karbonathärte franz.H°

Nitrate (NO₃) mg/l



--- Seitliche Begrenzung des Grundwasserleiters bei mittlerem Grundwasserstand

Kampagne November - Dezember 1983

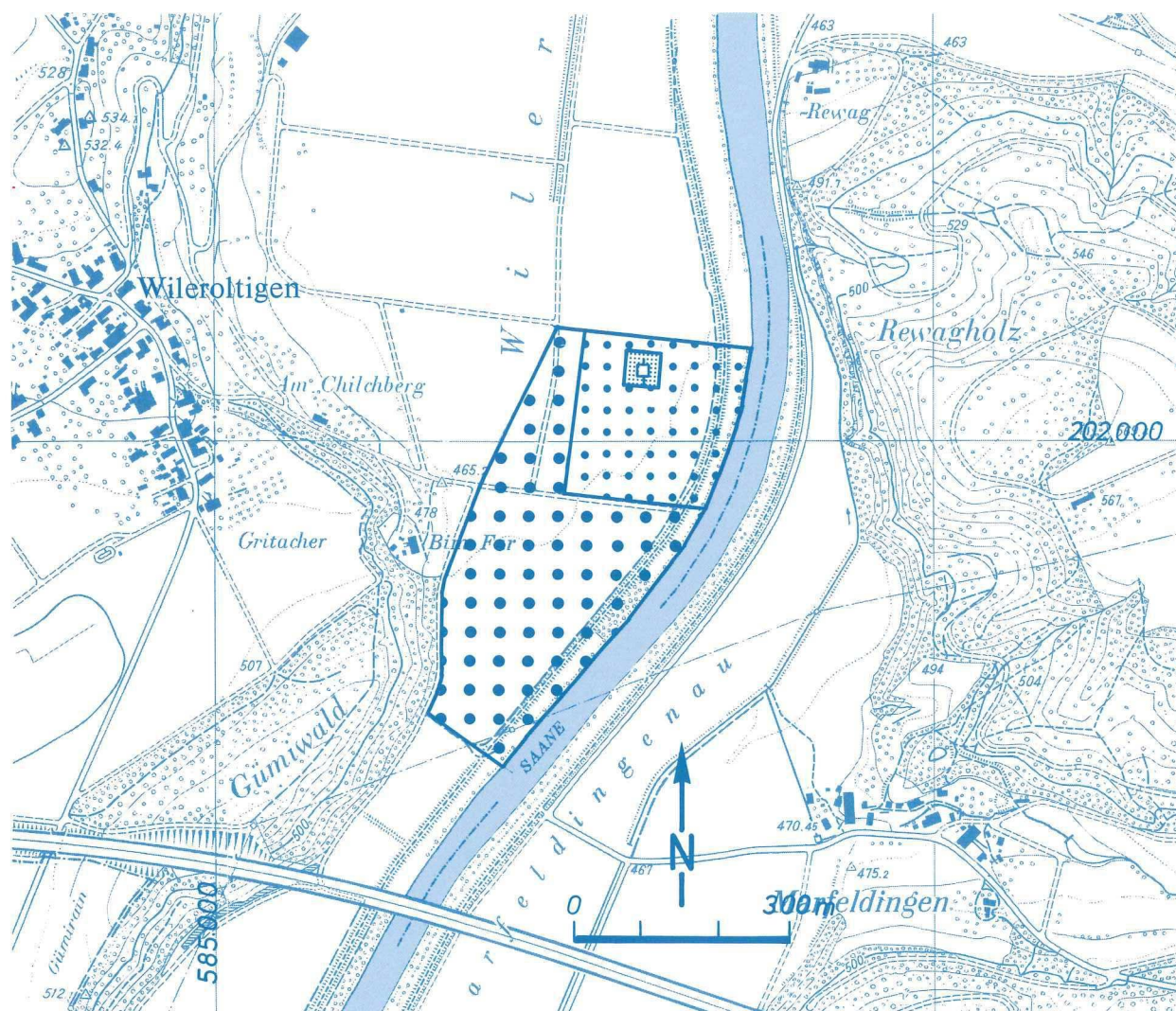
- 39 Entnahmestelle mit Angabe der Karbonathärte resp. des Nitratgehaltes
- Linie gleicher Karbonathärten resp. Nitratgehalte

Kampagne März 1984

- (24) Entnahmestelle mit Angabe der Karbonathärte resp. des Nitratgehaltes

Schutzzonenplan für die alternative Grundwasserfassung Wileroltigen (prov.)

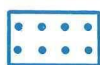
Fig.5



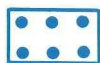
Vertikalfilterbrunnen



Zone I (Fassungsbereich)



Zone II (Engere Schutzzone)



Zone III (Weitere Schutzzone)