



G 2960

Wasserkorporation Rüte
Kanton Appenzell I.Rh.

Grundwasserfassung Pfannenstiel
Brülisau

HYDROGEOLOGISCHER BERICHT

über die Ergebnisse der
Grundwasserprospektion
Grundwasserschliessung
Schutzzonenabklärung

mit 4 Planbeilagen und einem Textvorschlag für das Schutzzonenreglement

St. Gallen, den 22.02.1993

GEOTECHNIK

Geologische Gutachten
Grundwasseruntersuchungen
Baugrubensicherungen
Fundationsberatungen
Rutsch- und Felssturzsicherungen
Baubegleitungen
Gerichtsexpertisen

MESSTECHNIK

Korrosionsanalysen an Ankern,
Vorspannkabeln und Armierungen
Zerstörungsfreie Betonprüfungen an
Pfählen, Brücken, Tunnelverkleidungen
Dynamische Pfahltragfähigkeitstests
Inklinometermessungen
Rammsondierungen

UMWELTECHNIK

Umweltverträglichkeitsprüfungen
Eignungsprüfungen für Erdsonden,
Grundwasserwärmepumpen
und Energiepfähle
Sanierung von Altlasten
und Deponien
Alternative Energiesysteme

I. INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	5
2. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN	6
3. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	7
4. BOHRPROFIL UND KONSTRUKTION DES BRUNNENS	8
5. PUMPVERSUCH	10
5.1 Zweck und Durchführung	10
5.2 Meteorologische Bedingungen	11
5.3 Auswirkungen der Grundwasserentnahme	12
5.4 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters	14
5.5 Brunnenleistung	15
5.6 Qualität und Temperatur des Grundwassers	16
6. KOMBINIERTER MARKIERVERSUCH	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Versuchsanordnung	19
6.3 Befund	22
6.3.1 Einspeisung KB 2	22
6.3.2 Einspeisung KB 3	23
6.3.3 Einspeisung Brüelbach	24
6.3.4 Einspeisung Rickenbach	25
7. ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	25
8. GEFÄHRDUNGSPOTENTIAL UND SCHUTZMASSNAHMEN	26
9. GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	28
9.1 Vorbemerkungen	28
9.2 Zone S I (Fassungsbereich)	29
9.3 Zone S II (Engere Schutzzone)	29
9.4 Zone S III (Weitere Schutzzone)	30
10. WEITERES VORGEHEN	31

II. ANHANG

- 1 Geologische Bohrprofile 1 : 50
- 2 Protokoll der Kleinpumpversuche KB 1 - 3
- 3 Gross-Vertikalfilterbrunnen
Ausführungsplan 1 : 10 / 50
- 4 Protokoll des Entsandungspumpversuches
- 5 Sammeltable der Wasserspiegelmessungen und Protokoll des Stufenpump-
versuches vom 24. August bis 6. Oktober 1992
- 6 Tägliche Niederschlagswerte der SMA-Station Brülisau Nr. 2270 vom August,
September und Oktober 1992
- 7 Isohypsen des Grundwasserspiegels vom 6.10.1992 (Betriebszustand Q ~
900 - 1'000 l/min) und vom 10.10.1992 (Ruhezustand)
- 8 Hydrogeologische und hydraulische Profile
- 9 Leistungsdiagramm des Gross-Vertikalfilterbrunnens (Dauerergiebigkeit)
- 10 Fototafel zu den kombinierten Grundwassermarkierversuchen vom 31. April
1992
- 11 Laborbericht der Naturaqua Bern vom 13. November 1992
- 12 Konzentrations-/Zeit-Diagramme der Tracerdurchgänge im Gross-Vertikalfil-
terbrunnen
- 13 Analysen-Berichte des Kantonalen Laboratoriums vom 02.12.1991, 2.4., 9.9.,
11.11. und 07.12.1992

III. BEILAGEN

- 1 Situation 1 : 1'000
mit Eintragung des Gross-Vertikalfilterbrunnens, der Sondierbohrungen und
Piezometerrohre sowie der Bachpegel und Profilsuren
- 2 Stufenpumpversuch vom 24. August bis 6. Oktober 1992
Spiegel-/Zeit-Diagramm
Pumpmengen
Niederschlagsmengen
- 3 Grundwasserströmungsverhältnisse
(Ergebnis der Markierversuche)
Situation 1 : 1'000
- 4 Umgrenzungsplan der Grundwasserschutzzonen 1 : 1'000
(Vorschlag)
- 5 Schutzzonenreglement (Vorschlag)

1. EINLEITUNG

Auf Veranlassung der Wasserkorporation Rüte ist 1972 im Gebiet Brülisau-Pfannenstiel eine Sondierkampagne zur Erkundung nutzbarer Grundwasservorkommen durchgeführt worden. In der Liegenschaft "Melches" stiess eine Bohrung auf relativ günstige hydrogeologische Voraussetzungen und wurde daher zu Versuchszwecken mit einem Filterrohr $\varnothing$ 4" aus PVC bestückt. Trotz der guten Pumpresultate hat die Wasserkorporation auf die Erstellung einer ordentlichen Fassung verzichtet und stattdessen das vorhandene Kleinfilterrohr mit einer Ansaugpumpe ausgestattet. Seither steht dieses Provisorium im Dienste der öffentlichen Wasserversorgung. Bei hohem Grundwasserstand beträgt die damit verfügbare Wassermenge immerhin $Q \sim 400$ l/min.

Nachdem unser Büro am 8. November 1989 vom Landesbauamt Appenzell I.Rh. mit der Ausscheidung der gesetzlichen Grundwasserschutzzonen u.a. auch für die Trinkwasserfassung Pfannenstiel beauftragt worden ist, haben wir empfohlen, das Provisorium vorgängig durch eine definitive und nach Möglichkeit auch leistungsfähigere Fassung zu ersetzen, welche den gestiegenen Schutzanforderungen besser Rechnung trägt. Die Betriebskommission Rüte hat diesen Vorschlag positiv aufgenommen und den Unterzeichneten deshalb am 25. Juli 1991 ersucht, einen approximativen Kostenvoranschlag für die hierbei anfallenden Bauarbeiten und Untersuchungen inkl. Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen aufzustellen. Mit Schreiben vom 05.08.1991 haben wir unsere Richtofferte eingereicht, worauf uns der damalige Korporationspräsident, Herr Hans Sutter, am 10. September 1991 den Auftrag für die Organisation und hydrologische Leitung dieser Arbeiten erteilt hat. Für das unserem Büro hiermit erwiesene Vertrauen sei an dieser Stelle noch einmal herzlich gedankt.

Über die Bauausführung, die Untersuchungsergebnisse und die hieraus resultierenden Folgerungen und Empfehlungen erstatten wir nachfolgend Bericht.

2. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN

Ende September 1991 wurden auf unseren Vorschlag hin in der näheren und weiteren Umgebung des geplanten Brunnens durch die Emil Lutz Tiefbohrungen AG, Müllheim-Wigoltingen, zunächst 3 neue Grundwasserbeobachtungsrohre eingebohrt und auf ihre Ergiebigkeit untersucht. Die geologischen Bohrprofile und die Pumpprotokolle befinden sich im Anhang 1 und 2. Diese Voruntersuchungen haben bestätigt, dass im Talabschnitt Pfannenstiel-Melches ein beträchtliches wirtschaftlich nutzbares Grundwasserfeld vorliegt.

Durch die gleiche Unternehmung ist daraufhin im November 1991 nach unseren Anweisungen unmittelbar neben dem alten Kleinfilterrohr RB 1/72 ein sogenannter Gross-Vertikalfilterbrunnen erstellt worden. Auf die besondere Bauart und die Vorzüge dieses Brunnentyps kommen wir später zurück. Der neue Fassungsstandort und die Anordnung der alten und neuen Grundwasserbeobachtungsrohre sind aus dem Situationsplan Beilage 1 ersichtlich. Mit der Brunnenentsandung und einem kurzen Leistungspumpversuch wurde die Untersuchungsphase 1 gemäss unserem Programmvorschlag vom 05.08.1991 Ende November 1991 erfolgreich beendet.

Anschliessend wurden die Prospektionsarbeiten im Hinblick auf einen mehrmonatigen Auslandsaufenthalt des Unterzeichneten vorübergehend eingestellt. Der ordentliche Pumpbetrieb ist jedoch zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit (und aufgrund der einwandfreien Qualität des Grundwassers!) im neuen Brunnen weitergeführt worden. Zu diesem Zweck hat die Emil Lutz AG der Wasserkorporation leihweise eine Pumpausrüstung überlassen.

Im Sommer 1992 wurden dann zur Testung des neuen Brunnens und der Feldergiebigkeit sowie zur Erkundung der Strömungsverhältnisse eine zweite Unterwasserpumpe installiert und kombinierte Pump- und Markierversuche durchgeführt (Untersuchungsphase 2). Während des Dauerpumpversuches wurde das Grundwasser einer mehrmaligen chemisch-bakteriologischen Analyse unterzogen. Aufgrund der teilweise unerwartet langen Durchgangszeit der Markiersubstanzen musste der ursprünglich auf 1 Monat limitierte Pumpversuch auf insgesamt 6 Wochen ausgedehnt werden.

Die periodische Kontrolle der Grund- und Bachwasserstände, die mit den Markierungsversuchen verbundene Probenbeschaffung und den Versand der Wasserproben an das Speziallabor (Naturaqua, Bern) übernahm entsprechend der seinerzeit vereinbarten Arbeitsteilung der Brunnenmeister der Wasserkorporation Rüte, Herr B. Fuchs; auch ihm sei an dieser Stelle für den grossen, persönlichen Einsatz und die stets sehr angenehme Zusammenarbeit bestens gedankt. Die Wasserproben für die chemisch-bakteriologischen Untersuchungen sind aufgrund der dafür notwendigen Kenntnisse und Spezialausrüstung durch Fachpersonal des Kantonalen Laboratoriums St. Gallen entnommen werden.

Noch vor Beginn der Pump- und Markierungsversuche wurden sämtliche Grundwasserbeobachtungsrohre und zusätzlich 5 Pegelmessstellen am Brüelbach durch das Ingenieur- und Geometerbüro Hersche AG, Appenzell, nach Lage und Höhe aufgenommen und planlich festgehalten.

Die hydrogeologische Leitung der Sondier- und Bauarbeiten, die Auswertung und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse sowie die Erarbeitung des Massnahmenplanes zum Schutze des Grundwassers und der Fassung (Phase 3) lag - wie bereits erwähnt - in den Händen unseres Büros.

3. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Im Gebiet Pfannenstiel - Melches weist die Talung des Brüelbaches eine karähnliche Hohlform, d.h. einen flachen Talboden und steile Rück- und Seitenwände auf. In dieser glazial übertieften Gebirgsmulde bildete sich nach dem Gletscherrückzug vorübergehend ein kleiner **Schmelzwassersee**, auf dessen Grund zunächst tonige und tonig-sandige Silte (Seebodenlehm) abgelagert wurden. Mit der Zeit ist dieser See dann von Süden her durch **Geschiebe des Brüelbaches** vollständig eingedeckt worden. Aber auch aus den Talflanken fand unter dem Einfluss der Atmosphärien ein beträchtlicher Materialnachschub statt, durch den die Verlandungstendenzen im See noch verstärkt wurden. Dieses Wechselspiel führte zu einer starken seitlichen Verzahnung der Bachschotter mit dem **Hang- und Rüfeschutt**. Es ist deshalb kaum möglich, diese beiden Schichtkomplexe zuverlässig gegeneinander abzugrenzen. Im Unterschied zum porösen Bachschotter enthält der Hang- und Rüfeschutt zum Teil reichlich Feinmaterial und ist daher weniger gut durchlässig. Dasselbe gilt auch für die **lehmige Deckschicht**, die in geologisch jüngster Zeit über dem Bachschotter abgelagert worden ist.

Die sandig-kiesigen Bachablagerungen stellen aufgrund ihrer guten Durchlässigkeit einen ausgezeichneten **Grundwasserleiter** dar, wogegen der praktisch undurchlässige Seebodenlehm als **Grundwasserstauer** wirkt. Rund ~ 90 % des Aquifers sind mit Grundwasser gefüllt. Im Zentrum des alten Seebeckens beträgt die nutzbare **Grundwassermächtigkeit** je nach Lage des Wasserspiegels ~ 9 - 10 m. Der **Flurabstand** des Grundwassers nimmt von knapp ~ 8 m im S und E auf ≤ 2 m im N und W des Fassungsgebietes ab. Diese grossen Unterschiede sind im wesentlichen topographisch bedingt, da der natürliche **hydraulische Gradient** - zumindest in Längsrichtung des Tales - durchschnittlich höchstens ~ 1‰ beträgt.

Im Isohypsenplan Anhang 7.1 und in den hydrogeologischen Profilen Anhang 8 sind die oben geschilderten Verhältnisse schematisch dargestellt. Aus diesen Unterlagen geht zudem hervor, dass zwischen dem Brüelbach und dem Grundwasserfeld eine enge Wechselwirkung besteht. Im Abschnitt oberhalb (südlich) der alten Bohrstelle RB 4/72 liegt die Bachsohle z.T. mehrere m über dem piezometrischen Grundwasserspiegel. Die Möglichkeit einer **Uferinfiltration** ist damit zweifellos gegeben. Nachgewiesen wurde sie jedoch nur im Bachabschnitt zwischen den Messpunkten B3 und B4. In diesem Bereich besitzt der Bach eine gut durchlässige Sohle, und das Bachwasser versickert daher hier - bei niedrigem Wasserstand deutlich sichtbar - im Untergrund. Oberhalb Messpunkt B3 liegt die Bachsohle aber offenbar in der schlecht durchlässigen, lehmigen Deckschicht über dem Grundwasserleiter. Ob und in welchem Ausmass der Bach auch hier ins Grundwasser infiltriert, ist unsicher. Die Infiltrationsrate dürfte hier aufgrund der geologischen Gegebenheiten jedenfalls wesentlich geringer ausfallen als im vorerwähnten Bachabschnitt. Im Bereich nördlich der alten Sondierung RB 4/72 liegt die Bachsohle tiefer als der Grundwasserspiegel. Der Bach bildet somit hier die **Vorflut** für das Grundwasser, welches letzteres denn auch - bei trockener Witterung mit entsprechend tiefem Pegelstand sichtbar - in den Bach exfiltriert.

4. BOHRPROFIL UND KONSTRUKTION DES BRUNNENS

Die neue Grundwasserfassung wurde unmittelbar neben der Sondierbohrung KB 1 abgeteuft; ihr Abstand vom alten KleinfILTERrohr RB 1/72 (Versuchsbrunnen) beträgt ~ 12 m.

Bezüglich des geologischen Bohrprofils und der Konstruktion des Brunnens wird auf Anhang 5 verwiesen. Die in der Brunnenbohrung angetroffene **Schichtfolge** deckt sich im wesentlichen mit derjenigen in der Sondierung KB 1 (Anhang 1.4); sie kann in hydrogeologischer Hinsicht wie folgt beurteilt werden:

0.00 - 1.70 m	praktisch undurchlässig	}	Deckschicht
1.70 - 5.20 m	schlecht durchlässig		
5.20 - 13.00 m	gut durchlässig	}	Grundwasserleiter
13.00 - 15.20 m	mittelmässige Durchlässigkeit		
15.20 - 16.30 m	schlecht bis undurchlässig	}	Grundwasserstauer

Beim vorliegenden Fassungsstyp handelt es sich - wie bereits erwähnt - um einen **Gross-Vertikalfilterbrunnen (GVFB)**. Das Prädikat "Gross" bezieht sich auf den Filter, d.h. es handelt sich im Prinzip um einen Vertikalfilterbrunnen, der jedoch im Unterschied zur herkömmlichen Bauart einen extrem starken Kiesfilter aufweist. Dass die Anströmvorgänge in einem solcherart konzipierten Brunnen wesentlich günstiger verlaufen, leuchtet ein. Im üblichen Bohrbrunnen entstehen infolge der geringen Querschnittfläche besonders bei grösseren Spiegelabsenkungen oder wenn nur geringmächtige wasserführende Schichten erfasst werden, grosse vertikale Fliessgeschwindigkeiten mit Turbulenzen und sehr unterschiedlichen Filteranströmungen mit hohen Spitzen. Damit ist eine erhebliche Gefahr der Versandung oder Verkrustung gegeben. Beim Gross-Vertikalfilterbrunnen sind diese Risiken wesentlich geringer. Ausserdem ist dieser Brunnentyp erweiterungsfähig und gestattet verschiedene Abwandlungen auch noch während der Bauausführung (z.B. Sternfilterbrunnen, Schlitzfassung etc.).

Im vorliegenden Fall wurde folgende **Ausführungsvariante** gewählt: Zunächst sind 3 Brunnenbohrungen $\varnothing$ 450 mm in kranzförmiger Anordnung mit einem Achsabstand von $\sim$ 0.6 m bis auf die Grundwassersohle niedergebracht und mit Filterkies $\varnothing$ 8 - 16 mm verfüllt worden. Dann erfolgte im Zentrum dieses Kranzes mit Überschneidung aller anderen eine weitere Bohrung auf $\sim$ 16 m Tiefe, in welcher die Filterrohrkolonne $\varnothing$ 400 mm und der "Schlammsack" eingebaut, der Ringraum mit Kies verfiltert und anschliessend die Bohrloch-Stützverrohrung gezogen wurde. Das Rohrmaterial

besteht vollständig aus **rostfreiem Chrom-Nickel-Stahl**. Von 0 - 8 m sind Vollwandrohre, von 8 - 13 m **Wickeldraht-Filterrohre** (System Surescreen) und von 13 - 16 m, im Grundwasserstauer, wiederum Vollwandrohre versetzt worden. Bei der auf den ersten Blick vielleicht etwas seltsam anmutenden Einsetzung der Filterrohre erst unterhalb 8 m Tiefe war die Überlegung massgebend, dass der Grundwasserspiegel in trockenen Jahreszeiten bei intensivem Pumpbetrieb im Brunnen auf jeden Fall mindestens ~ 2 m unter die bisher beobachtete tiefste Lage von ~ 6 m absinkt.

5. PUMPVERSUCH

5.1 Zweck und Durchführung

Neben den hydrologischen Kennwerten, der Brunnenleistung und der Feldergiebigkeit interessieren im vorliegenden Fall vor allem auch die Auswirkungen der Uferinfiltration auf die Grundwasserqualität bei grossen Entnahmemengen und anhaltendem Pumpbetrieb. Zur Abklärung dieser Fragen wurde - wie bereits erwähnt - vom 24. August bis 6. Oktober 1992 aus dem neuen Gross-Vertikalfilterbrunnen ein Stufen- und Langzeitpumpversuch durchgeführt. Der Versuchsablauf lässt sich in vereinfachter Form wie folgt beschreiben:

Phase 1

Anfahrung des Brunnens mit kurzfristigen Leistungstests. Hierbei ist die Pumpmenge stufenweise von 0 bis zu dem unter den gegebenen Umständen vertretbaren Maximum von $Q \sim 1'250 \text{ l/min}$ gesteigert worden. Um einen ersten Aufschluss über die Regenerationsgeschwindigkeit des Grundwasserspiegels zu erlangen, wurde zwischen den Pumpstufen $Q \sim 700$ und $\sim 1'000 \text{ l/min}$ eine 24-stündige Pumppause eingelegt.

Phase 2

Nachentsandung des Brunnens durch "Schocken" unter Ausschöpfung der installierten, maximalen Pumpleistung ($Q \sim 1'400 \text{ l/min}$). Diese Massnahme wurde notwendig, da beim Einschalten der Pumpe oder bei Steigerung der Entnahmemenge auf $Q \geq 1'000 \text{ l/min}$ im geförderten Wasser jeweils für kurze Zeit eine leichte Trübung auftrat.

Phase 3

Dauerpumpbetrieb mit mehr oder weniger konstanter Fördermenge $Q \sim 1'000 \text{ l/min}$. Aufgrund der anhaltend trockenen Witterung und des hieraus resultierenden, extrem tiefen Grundwasserstandes sackte die Pumpleistung gegen Ende des Versuches allmählich auf $Q \sim 940 \text{ l/min}$ ab.

In dieser Versuchsphase ging es u.a. auch um die Ermittlung der Zuströmgeschwindigkeit des Grundwassers zum Brunnen bzw. um die Abklärung der Frage nach der Vorwarnzeit bei einer allfälligen Gewässerverschmutzung im Brüelbach anhand von kombinierten Markierversuchen (Kapitel 6).

Mit diesem Langzeitpumpversuch war die periodische Kontrolle der Pegelstände im Grundwasserfeld und bei 5 ausgewählten Messstellen im Bach verbunden. Nach dem Abstellen der Pumpen wurden diese Kontrollen noch bis zur vollständigen Erholung des Grundwasserspiegels, d.h. bis zum 10. Oktober 1992 weitergeführt.

Die während des rund 6-wöchigen Pumpversuches geförderte Wassermenge betrug knapp $56'000 \text{ m}^3$, was einer **durchschnittlichen Entnahme** von $\sim 1'300 \text{ m}^3/\text{Tag}$ oder $\sim 900 \text{ l/min}$ entspricht.

5.2 Meteorologische Bedingungen

Sowohl die kurzen Leistungstests (Phase 1) als auch der Dauerpumpversuch (Phase 3) fielen glücklicherweise in eine relativ "trockene" Zeit mit entsprechend tiefen Bach- und Grundwasserständen (vergl. Niederschlagstabellen Anhang 6). Der östliche Zufluss des Brüelbaches führte teils wochenlang überhaupt kein Wasser. Die Gewitterregen vom 31. August ($N_{\text{tot}} \sim 48.5 \text{ mm}$) und vom 3./4. September 1992 ($N_{\text{tot}} \sim 45.1 \text{ mm}$) bewirkte zwar ein deutliches Ansteigen der Grundwasserspiegel. Dies führte jedoch dank der darauf folgenden niederschlagsfreien Perioden nicht zur Störung der für den Dauerpumpversuch grundsätzlich geforderten Auflage "Niederwasserstand". Die meteorologischen und hydrologischen Rahmenbedingungen während des Pumpversuches waren daher nahezu ideal.

5.3 Auswirkungen der Grundwasserentnahme

Über die im Laufe des Pumpversuches eingetretene **Feldabsenkung** gibt das detaillierte Pumpprotokoll Anhang 5 (Sammeltabelle der Wasserspiegelmessungen) Aufschluss. Die Korrelation zwischen gepumpter Wassermenge und Verlauf der Absenkkurven bei den einzelnen Beobachtungsstellen ist aus dem Spiegel-/Zeit-Diagramm Beilage 2 ersichtlich; darin sind als Bezugsgrößen auch die täglichen Niederschlagsmengen und die Ganglinien des Brüelbachpegels an 3 ausgewählten Beobachtungsstellen eingetragen.

Aus diesen Unterlagen geht hervor, dass mit der Aufnahme des Pumpbetriebes in allen Beobachtungsrohren mehr oder weniger gleichzeitig eine deutliche Absenkung des Grundwasserspiegels eintritt. Beim entferntesten Pegel (KB 2, a ~ 72 m) beträgt die Reaktionszeit weniger als 15 Minuten. Dementsprechend zeigen auch die zugehörigen Ganglinien einen ausgeprägt simultanen Verlauf.

Bei allen Pumpstufen $Q \leq 1'000$ l/min wurde nach einer gewissen Zeit ein Strömungszustand mit annähernd stabilen Wasserständen erreicht. Nach der Steigerung auf $Q \sim 1'250$ l/min sackten die Pegelstände dann aber generell sehr stark ab. Zwar zeigte sich auch in dieser Phase des Pumpversuches eine immer langsamer verlaufende Zunahme der Wasserspiegelabsenkung, die Tendenz war aber auch nach ~ 20 Stunden Pumpdauer immer noch stark fallend, und im Brunnen traten - wie bereits erwähnt - Erosionserscheinungen auf.

Durch die künstliche Feldabsenkung und die damit verbundene Erhöhung des hydraulischen Gradienten wird die **Uferinfiltration** im Bachabschnitt zwischen den Messpunkten B 3 und B 4 stark angeregt. Dies zeigt sich u.a. im Verlauf der Grundwasserganglinie KB 3, die vermutlich mitten in der Hauptinfiltrationszone des Baches liegt. Am 26. August wurde die **Pfannenstiel-Karstquelle** ins Versorgungsnetz eingespeist, worauf sowohl der Bachpegel als auch der Grundwasserspiegel sofort um mehrere cm fielen. Dies wiederum führte zur vollständigen Austrocknung des Bachbettes im Abschnitt unterhalb der Messstelle B 4. Als die Quelle einen Tag später, am 27.08.1992, aus dem Netz genommen bzw. wieder in den Bach abgeleitet wurde, erholten sich die Pegelstände, insbesondere derjenige im Grundwasserbeobachtungsrohr KB 3, sozusagen schlagartig, und auch die Grundwasserexfiltration beim Bachpegel B 5 (Betonbrücke) nahm wieder beträchtlich zu. Diese Beobachtungen dürfen dahin interpretiert werden, dass indirekt auch die Pfannenstielquelle zur Speisung des Grundwasservorkommens beiträgt.

In den Pumpdiagrammen kommen schliesslich auch die **Witterungseinflüsse** deutlich zum Ausdruck. Bei anhaltender Trockenheit bildet sich der Grundwasserspiegel in allen Beobachtungsrohren zwar langsam aber kontinuierlich zurück und erholt sich erst wieder bei nasser Witterung und steigendem Bachpegel. Besonders nachhaltige Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung hinterliessen - wie bereits erwähnt - die Gewitterregen vom 31. August und 3./4. September 1992, die jeweils sehr rasch zu einem markanten Anstieg des Grundwasserspiegels um ~ 0.3 bzw. ~ 0.5 m geführt haben.

Die am Ende des Dauerpumpversuches bei einer Entnahmemenge von $Q \sim 900 - 1'000$ l/min eingetretene Feldabsenkung und die hieraus resultierenden **Strömungsverhältnisse** sind im Isohypsenplan vom 6. Oktober 1992 (Anhang 7.1) dargestellt. Zur möglichst guten Veranschaulichung dieser Verhältnisse haben wir die Spiegel-lagen für die beiden Betriebszustände $Q \sim 700$ l/min und $Q \sim 900 - 1'000$ l/min auch in die hydrogeologischen Profile Anhang 8 eingetragen.

Die Erholungsmessungen während der Pumppause vom 27.08.1992 und am Ende des Dauerpumpversuches zeigen, dass der Regenerierungs-Auffüllvorgang in 2 Phasen erfolgt: Die durch den Pumpbetrieb erzeugten Druckunterschiede (Senkungstrichter) gleichen sich stets sehr rasch, d.h. in weniger als ~ 1 Stunde weitgehend aus, während die **Regeneration des Grundwasserfeldes** (hauptsächlich durch Uferfiltrat aus dem Brüelbach) relativ langsam vor sich geht und je nach Witterung $\sim 1 - 3$ Tage in Anspruch nimmt. Daraus lässt sich ableiten, dass die **Feldergiebigkeit** weitgehend der Infiltrationsrate des Brüelbaches entspricht, und dass der "Grundwassersee" im Entwässerungssystem eine gewisse **Speicherfunktion** ausübt.

Aus dem Ganglinienverlauf während den Erholungsphasen geht ausserdem hervor, dass der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels im Beobachtungsrohr KB 2, im oberen (südlichen) Teil des Grundwasserfeldes, jeweils deutlich hinter demjenigen im Brunnen und in den Bohrungen RB 1/72 und KB 3 nachhinkt. Damit wird offensichtlich, dass die Auffüllung des Senkungstrichters im wesentlichen durch Uferfiltrat aus dem unteren (nördlichen) Bachabschnitt erfolgt. Bei diesem Strömungszustand fliesst das Infiltrationsgrundwasser "rückwärts", d.h. in Richtung Pfannenstiel-Brüel-tobel (!).

5.4 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters

Die Auswertung der Pumpversuchsdaten kann aufgrund der Darlegungen unter Pt. 5.3 anhand der klassischen Brunnenformel von Dupuit-Thiem für stationäre Strömungsverhältnisse erfolgen. Der für die gesättigte Zone des Grundwasserleiters (Schichtbereich von -5.70 bis -15.20 m u.T.) repräsentative **mittlere Durchlässigkeitsbeiwert** nach Darcy errechnet sich aufgrund der Kombination von Förderleistung und Spiegelabsenkung nach der Theorie des vollkommenen Brunnens im vorliegenden Fall zu

$$k_m \sim 0.7 \cdot 10^{-3} \text{ m/sek.}$$

Dieser Wert entspricht erfahrungsgemäss nur einer mittelmässigen Durchlässigkeit. Es ist allerdings zu beachten, dass sich dieser Mittelwert - wie bereits erwähnt - auf das ganze mit Grundwasser gefüllte Schichtprofil inklusive der hydrologisch weitgehend unproduktiven Silt- und Sandlagen bezieht. In den relativ "sauberen" Kies-Sanden ist der Durchlässigkeitskoeffizient mindestens $\sim 2 - 3$ mal höher einzustufen.

In den neuen Sondierbohrungen KB 1 - 3 wurden anhand von Kleinpumpversuchen zur Klarspülung der Grundwasserbeobachtungsrohre (siehe Anhang 2) folgende Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt:

$$\text{KB 1: } k \sim 0.7 \cdot 10^{-3} \text{ m/sek}$$

$$\text{KB 2: } k \sim 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ m/sek}$$

$$\text{KB 3: } k \sim 0.6 \cdot 10^{-3} \text{ m/sek}$$

Die Auswertung der Pumpdaten erfolgte nach der Näherungsformel von Prof. E. Trüeb ETHZ ($k \sim Q/H \cdot \Delta H$, wobei Q die Pumpmenge, H die Grundwassermächtigkeit und ΔH die Absenkung des Wasserspiegels bedeuten).

5.5 Brunnenleistung

Die aus einem Filterbrunnen maximal förderbare Wassermenge hängt einerseits vom Wasserandrang bzw. von der Zuströmung zum Brunnen und andererseits vom Fassungsvermögen dieses Brunnens ab. Gemäss Leistungsdiagramm Anhang 9 beträgt die grösstmögliche Entnahme im vorliegenden Fall **theoretisch** $Q_{\text{theor.}} \sim 1'460 \text{ l/min}$. Der Pumpversuch hat jedoch gezeigt, dass dem Brunnen eine solche Wassermenge höchstens kurzfristig entnommen werden kann, dass aber die **maximal mögliche Dauerentnahme** bei anhaltend trockener Witterung "nur" bei $Q_{\text{eff}} \sim 900 - 1'000 \text{ l/min}$ liegt. Die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis resultiert aus dem Umstand, dass die natürlichen Gegebenheiten selten oder nie exakt mit den im Rechenmodell getroffenen Annahmen übereinstimmen. Ausserdem ist zu beachten, dass es sich bei der Sichardt'schen Formel für das Fassungsvermögen des Brunnens um keine mathematisch exakte Beziehung, sondern um eine empirische, nicht dimensionstreue Formel handelt.

Charakteristisch für den Brunnen Pfannenstiel ist als Folge der nur mässig guten Durchlässigkeit des Aquifers die starke Absenkung des Grundwasserspiegels bei grösseren Entnahmemengen. Gemäss Leistungsdiagramm beträgt diese oberhalb $Q \geq 1'000 \text{ l/min}$ bereits mehr als $H/3$, d.h. $\geq 3.0 \text{ m}$ (H = Grundwassermächtigkeit). Bei zu starker Absenkung wird die Eintrittsgeschwindigkeit des Grundwassers in den Brunnen jedoch sehr gross, und die laminare Strömung reisst ab. Turbulente Strömungen sind indessen unerwünscht, da sie einerseits die **Kalkausscheidung** und damit die Verkrustung des Filters begünstigen und andererseits zur **Versandung** des Brunnens führen können. Im Interesse eines möglichst störungsfreien Pumpbetriebes soll der Grundwasserspiegel daher nicht unter **Kote 920.40** abgesenkt werden. Gemäss Leistungsdiagramm beträgt die dieser maximal zulässigen Spiegelabsenkung zugeordnete Entnahmemenge $Q_{\text{zul}} \sim 1'000 \text{ l/min}$. Um auch bei anhaltend trockener Witterung mit extrem tiefen Wasserständen kein Risiko einzugehen, empfehlen wir jedoch, die Wasserentnahme während einer ca. 2 - 3 jährigen Versuchsphase mit automatischer Aufzeichnung des Grundwasserspiegels auf vor-der-hand $Q \sim 800 \text{ l/min}$ bzw. $\sim 1'150 \text{ m}^3/\text{Tag}$ zu beschränken. Für den Grundwasserhaushalt ist es indessen völlig belanglos, ob diese Wassermenge

- a) bei Dauerbetrieb mit Pumpleistung $Q \sim 800 \text{ l/min}$ oder
- b) bei intermittierendem Pumpbetrieb bis maximal ~ 16 Stunden pro Tag mit Pumpleistung $Q \sim 1'200 \text{ l/min}$

entnommen wird. Im Fall b) ist allerdings dafür zu sorgen, dass der Wasserspiegel nicht unter die oben erwähnte, maximal zulässige Absenkkote fällt (Niveausicherung einbauen!).

5.6 Qualität und Temperatur des Grundwassers

Aufgrund der hydraulischen Zusammenhänge zwischen Brüelbach und Grundwasser stellt sich die Frage nach den Auswirkungen der bei grossen Fördermengen stark zunehmenden Uferinfiltration auf die Wasserqualität im Brunnen. Um ausserdem auch über die qualitative Beschaffenheit des vorliegenden Grundwasserfeldes ganz allgemein Aufschluss zu erhalten, sind - wie bereits erwähnt - durch das Kantonale Laboratorium St. Gallen in allen wichtigen Untersuchungsphasen umfassende chemisch-bakteriologische Analysen durchgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind im Anhang 13 zusammengestellt und bedürfen zunächst folgender **Erläuterungen:**

Der mikrobiologisch unbefriedigende Befund vom 20. November 1991 (Bericht Nr. 7833.0-1) ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass der neu erstellte Brunnen zum Zeitpunkt der Probennahme den Oberflächeneinflüssen noch völlig schutzlos ausgesetzt war (Lehmabdichtung, Brunnen-schacht und Erdhügel wurden erst später angebracht). Insbesondere dürfte sich hierbei die nasse Witterung und die damit verbundene Morastbildung im Bereich der Fassungsstelle nachteilig auf die Wasserqualität im Brunnen ausgewirkt haben.

In der Wasserprobe vom 6. Oktober 1992 (Bericht Nr. 10913.0-1) sind wasserlösliche Kohlenwasserstoffe in einer Konzentration von 2.0 µg/l, d.h. knapp über der für Trinkwasser festgelegten Toleranzgrenze nachgewiesen worden. Nach Auskunft des Abteilungschefs Wasseranalytik am Kantonalen Laboratorium St. Gallen handelt es sich hierbei allerdings um keinen gravierenden Befund. Bei der Nachkontrolle vom 19.11.1992 (Bericht Nr. 11397.0-1,2) hatte sich wieder ein günstigeres Ergebnis eingestellt. Nachdem auch im Bachwasser Kohlenwasserstoffe in ähnlicher (unbedenklicher) Konzentration nachgewiesen worden sind, dürfte(n) die Verunreinigungsquelle(n) im hydrologischen Einzugsgebiet des Brüelbaches oberhalb Pfannenstiel zu suchen sein (Alpwirtschaft?). Einen Zusammenhang mit dem Touristenparkplatz in der Liegenschaft Melches erachten wir aufgrund des Befundes im Bach als unwahrscheinlich. Sicherheitshalber sollen aber bei den Routinekontrollen inskünftig auch die KW-Gehalte sowohl im Grundwasser als auch im Brüelbach bis auf weiteres mindestens 2 mal jährlich erhoben werden.

Zur Frage nach den **qualitativen Auswirkungen der Uferinfiltration** ist festzuhalten, dass der Vergleich innerhalb der Untersuchungsreihe vom November 1991 bis Oktober 1992 - von einer sehr schwachen aber stetigen Abnahme der Karbonathärte einmal abgesehen - keine signifikante Veränderung des Chemismus zeigt. Insbesondere sind keine Anzeichen für sauerstoffzehrende Einflüsse vorhanden. Im Gegenteil: Der Sauerstoffgehalt des Grundwassers hat im Laufe des Pumpversuches eher noch leicht zugenommen, was im Hinblick auf eine zukünftig vermehrte Nutzung des Grundwasservorkommens mit Genugtuung registriert wird.

Auch in mikrobiologischer Hinsicht hat der intensivere Pumpbetrieb keine negativen Folgen. Die Distanz zwischen Infiltrationsbereich und Fassung ist offensichtlich gross genug, um Bakterien und Viren auf dem Fliessweg im Untergrund aufzuhalten oder abzubauen.

Was die eigentliche **Qualität des Infiltrationsgrundwassers** anbelangt, so liegen hierzu vorläufig 3 erweiterte chemische und insgesamt 5 bakteriologische Analysen vor (im Anhang 13 sind nur die Laborbefunde der durch uns veranlassten Kontrollen dokumentiert). Aufgrund dieser Ergebnisse ist das Grundwasser wie folgt zu beurteilen:

- Die Härte des Wassers ist als niedrig zu bezeichnen (Karbonathärte ~ 16 - 18° fH); sie ist bedingt durch die Herkunft des Wassers. Die Speisung des Grundwasserfeldes erfolgt vorwiegend durch weiches Uferfiltrat aus dem Brüelbach, welches seinerseits aus Klüften und Lösungs-Hohlräumen im Kalkgebirge stammt (sogenanntes Karst-Grundwasser).
- Die üblicherweise für die Feststellung von Verunreinigungen eines Grundwassers durch Abwässer und Düngstoffe dienenden chemischen Indikatoren (Chlorid, Nitrit, Nitrat, Ammonium und Oxydierbarkeit) weisen sehr niedrige Konzentrationen auf und geben keinen Anlass zu irgend einer Beanstandung.
- Die Sauerstoff-, Eisen- und Mangan-Verhältnisse sind als sehr günstig zu beurteilen. Während die Sauerstoffsättigung im Grundwasser zwischen ~ 60 und 70 % schwankt, liegen die Eisen- und Mangangehalte generell unter der Nachweisgrenze.
- Der bakteriologische Befund ist durchwegs in Ordnung. Die Gründe für das schlechte Ergebnis vom 10.11.1991 wurden weiter oben dargelegt.

- Einen "Schönheitsfehler" stellen die im Bach und Grundwasser nachgewiesenen KW-Gehalte dar; sie können allerdings zur Zeit (noch) als unbedenklich eingestuft werden.
- Die Befunde von bisher zwei Herbizidanalysen sind erfreulicherweise durchwegs negativ ausgefallen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das aus dem neuen Gross-Vertikal-filterbrunnen Pfannenstiel geförderte Grundwasser eine einwandfreie Qualität aufweist und daher für die Zwecke der Wasserversorgung bestens geeignet ist.

Der Einfluss des Brüelbaches manifestiert sich auch in der **Temperatur des Grundwassers**, welche letztere dementsprechend relativ starken Schwankungen unterliegt. In der Untersuchungsperiode vom November 1991 bis Oktober 1992 lagen der niedrigste und höchste Temperaturmesswert immerhin $\sim 2.3^\circ \text{C}$ auseinander, wobei sich ein **Mittelwert von $\sim 8.2^\circ \text{C}$** herauskristallisiert.

6. KOMBINIERTE MARKIERVERSUCHE

6.1 Allgemeines

Mithilfe von Markierversuchen lassen sich Strömungsgeschwindigkeiten und Fliesswege des Grundwassers zuverlässig erfassen. Die Markierstoffe werden hierbei unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Gegebenheiten und möglicher Gefahrenherde über eingebaute Kleinfiterrohre oder Sondierschlitze nach Möglichkeit direkt ins Grundwasser eingespeist. Tracerhydrologische Methoden kommen - wie im vorliegenden Fall - auch dann zur Anwendung, wenn es darum geht, eine allfällige Uferinfiltration nachweisen zu können oder Aufschluss über die Infiltrationsgeschwindigkeit bzw. die Vorwarnzeit bei einer allfälligen Gewässerverschmutzung zu erhalten.

Für die Planung der relativ arbeitsintensiven Überwachung solcher Markierversuche ist die Annahme von Hypothesen über das mutmassliche Versuchsergebnis nötig. Je besser diese Hypothesen der Realität entsprechen, umso bessere Versuchsergebnisse können erzielt werden. Stellen, bei denen Hauptdurchgänge zu erwarten sind, müssen intensiv beprobt werden. Andere Stellen werden nur gelegentlich beprobt oder mittels Aktivkohle-Sonden überwacht. Ein Speziallabor untersucht die Proben

quantitativ auf Farbstoffrückstände, und es wird protokollarisch festgehalten, wann und in welcher Konzentration die eingespeisten Farbstoffe auftreten.

Grundlage für die Bestimmung der Fliess- bzw. Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers bildet das sogenannte **Konzentrations-/Zeit-Diagramm**, auch Durchgangskurve genannt. Darin sind oft mehrere Konzentrationsspitzen erkennbar. Dieses Phänomen resultiert im allgemeinen aus Witterungseinflüssen (Verdünnung). Bei Markierversuchen mit Förderbrunnen kommt hierfür allenfalls auch diskontinuierlicher Pumpbetrieb in Betracht. Die zeitliche Streuung der Farbkonzentration rührt von den verschiedenen langen Fliesswegen her, welche die gefärbten Wasserteilchen im Porenlabyrinth des sandig-kiesigen Grundwasserleiters zurücklegen (Dispersion).

Der Quotient aus dem horizontalen Abstand zwischen der Eingabe- und Austrittsstelle des Markiermittels und der dieser Strecke entsprechenden Aufenthaltszeit entspricht der sogenannten **Abstandsgeschwindigkeit** des Grundwassers. Die für den Grenzabstand der Schutzzonen massgebliche mittlere Fliessgeschwindigkeit $v_{a(\text{med})}$ wird in der Regel aus dem Zeitpunkt errechnet, in dem ~ 50 % der gesamten Farbstoff-Durchgangsmenge die Beobachtungsstelle erreicht haben (Medianwert). Für die Beurteilung mancher Probleme, wie beispielsweise die Ausbreitung von Erdölderivaten und anderen Schadstoffen, ist jedoch die maximale Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers $v_{a(\text{max})}$ relevant; sie errechnet sich aus dem Zeitpunkt des ersten Farbnachweises.

6.2 Versuchsanordnung

Die Eingabestellen haben wir so gewählt, dass sowohl hinsichtlich der Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers im Hauptzuströmbereich als auch inbezug auf die Ausdehnung des Entnahmebereiches der Fassung und die möglichen Risiken bei einer allfälligen Verschmutzung der benachbarten Bäche konkrete Aussagen gemacht werden können. In Beilage 3 ist die Versuchsanordnung planlich dargestellt. Die Einspeisung der Markierstoffe wurde 2 Tage nach Anfahrung des Dauerpumpversuches mit $Q \sim 1'000 \text{ l/min}$, d.h. am 31. August 1992 bei annähernd stabilen Strömungsverhältnissen vorgenommen. Dies entspricht der Auflage des BUWAL, wonach die Grundwasserschutzzonen für Betriebszustände mit maximal zugelassener Fördermenge auszulegen sind. An insgesamt 4 Impfstellen wurden die folgenden Fluoreszenzfarbstoffe ausgebracht (siehe Fototafel Anhang 10):

Eingabestelle Koordinaten	Datum Zeit	Distanz vom Pumpwerk	Tracer Menge
KB 2 753'035/239'371	31.08.92 15:00	~ 72 m	Naphtionat 3.0 kg
KB 3 752'961/239'450	31.08.92 15:30	~ 37 m	Sulforhodamin B 250 g
Brüelbach 753'135/239'250	31.08.92 16:00 - 16:30	~ 42 m	Uranin 75 g
Rickenbach 753'400/239'615	31.08.92 16:30 - 17 : 00	~ 115 m	Eosin 500 g

Tab. 1: Eingabestellen und Markierstoffe

Obwohl die Wahrscheinlichkeit, dass die Sichtbarkeitskonzentration der Markierungsmittel im Brunnen erreicht oder überschritten wird, als gering eingestuft wurde, und trotz der hygienischen Unbedenklichkeit der Farbstoffe in der hier resultierenden Verdünnung, ist die Fassung sicherheitshalber vom Versorgungsnetz genommen worden. Statt dessen wurde das Grundwasser während der ganzen Dauer der Markierungsversuche in den Brüelbach abgeleitet. Zur Vermeidung von Störeffekten wurde die Einleitungsstelle selbstverständlich so gewählt, dass kein hydraulischer Kurzschluss entstehen konnte.

Die Auswirkungen der Markierversuche wurden ausser im Gross-Vertikalfilterbrunnen, dem eigentlichen Testobjekt, noch an insgesamt 4 weiteren Stellen beobachtet (siehe Beilage 3):

BEZEICHNUNG	KOORDINATEN
Nr. 1: Vertikalfilterbrunnen	752'989/239'426
Nr. 2: Quelfassung Fritsche Q1	752'885/239'698
Nr. 3: Quelfassung Fritsche Q2	752'854/239'744
Nr. 4: Brüelbach (unterhalb der Grundwasserexfiltrationszone)	752'900/239'548
Nr. 5: Quelfassung Inauen	753'360/239'640 *)

Tab. 2: Überwachungsdispositiv

*) Die Brunnenstube befindet sich im Gerinne des Rickenbaches; sie ist verschüttet und daher zur Zeit nicht einsehbar. Die Wasserproben wurden deshalb ab laufendem Brunnen beim Oekonomiegelände entnommen (Assekuranz Nr. 549).

Bei allen Beobachtungsstellen wurden Direktproben von Hand beschafft. Die Entnahme der Wasserproben erfolgte weitgehend programmgemäss in folgenden Zeitabständen:

28. und 31.08.92 Blindproben

Vertikalfilterbrunnen

01.09. - 04.09.1992	2 x täglich
05.09. - 10.09.1992	1 x täglich
11.09. - 28.09.1992	jeden 2. Tag
29.09. - 23.10.1992	1 x wöchentlich

Die relativ lange Beobachtungsdauer von fast 2 Monaten erklärt sich damit, dass bei der vorliegenden Problemstellung der gesamte Tracerdurchgang im Testobjekt möglichst vollständig erfasst werden musste.

Bei den **übrigen Kontrollstellen** ging es demgegenüber lediglich um die Klärung der Frage nach den Fliesswegen des Grundwassers und um den Nachweis, dass die Quelfassungen nicht aus dem Grundwasserfeld, sondern aus einem anderen hydrologischen Einzugsgebiet gespeist werden. Die Quellen und der Brüelbach wurden deshalb weniger oft und auch unterschiedlich lang beprobt.

Die laborielle Versuchsauswertung erfolgte durch die Naturaqua Bern mithilfe eines Spektralfluorometers der Marke Perkin Elmer.

6.3 Befund

Die vollständigen Analysenergebnisse sind im Anhang 11 für jede Beobachtungsstelle separat und chronologisch aufgelistet (Laborbericht der Naturaqua Bern vom 13. November 1992). In der Beilage 3 haben wir die mit den Markierversuchen nachgewiesenen **hydraulischen Zusammenhänge** planlich dargestellt. Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

6.3.1 Einspeisung KB 2 (Naphtionat)

Dieser Markierversuch diente der Ermittlung der Anströmgeschwindigkeit des Grundwassers aus dem südöstlichen Einzugsgebiet der Fassung (Parzelle Pfannenstiel).

Der Markierstoff aus KB 2 trat im Brunnen (Nr. 1) bereits ~ 52 Stunden nach der Einspeisung auf. Dies ergibt eine maximale Abstandsgeschwindigkeit von ~ 33.7 m/Tag. Am Morgen des 4. September 1992, d.h. nach knapp ~ 4 Tagen, war das Konzentrationsmaximum erreicht. Danach nahm der Tracergehalt im Pumpwasser zunächst rasch ab und stabilisierte sich dann während ca. 3 Wochen auf relativ hohem Niveau. Die in dieser Zeit registrierten Konzentrationsschwankungen stehen mit Niederschlagsereignissen in Verbindung. Stets ~ 3 - 4 Tage nach dem Niederschlag stieg die Konzentration wieder leicht an. Am Ende des Dauerpumpversuches lag der Naphtionatgehalt des Wassers nur noch wenig oberhalb der Nachweisgrenze, nahm dann aber nach einem 4 tägigen Pumpunterbruch (zur Regeneration des Grundwasserfeldes) erwartungsgemäss wieder leicht zu.

Der vollständige Tracerdurchgang beim Brunnen ist im Anhang 12.1 als Konzentrations-/Zeit-Diagramm aufgezeichnet. Aus dem Medianwert des Farbdurchganges und der Markierdistanz errechnet sich die **mittlere Abstandsgeschwindigkeit** des Grundwassers zu **~ 5.4 m/Tag**. Die mit rund ~ 20 % recht niedrige Ausbring- oder Rückgewinnungsrate im Brunnen deutet auf ein relativ hohes Adsorptionvermögen des Aquifers.

Bei allen anderen Beobachtungsstellen fiel der Naphtionatbefund erwartungsgemäss **negativ** aus, da sich die Einspeisungsstelle KB 2 im Entnahmetrichter der Fassung befindet.

6.3.2 Einspeisung KB 3 (Sulforhodamin B)

Bei diesem Markierversuch ging es im wesentlichen um die lagemässige Erkundung des Scheitelpunktes (untere Kulmination), von dem an talabwärts keine Zuströmung mehr zum Brunnen erfolgt. Der Befund hat unsere Hypothese, wonach die Einspeisungsstelle auf dem neutralen Wasserweg oder eventuell sogar ausserhalb des Entnahmebereiches der Fassung liegen könnte, allerdings nicht bestätigt.

Sulforhodamin wurde ebenfalls nur im Vertikalbrunnen, und zwar überraschenderweise bereits ~ 16 Stunden nach dem Eintrag des Markierstoffes festgestellt. Die maximale Abstandsgeschwindigkeit beträgt hier somit knapp ~ 56 m/Tag (!). Der Farbdurchgang ist im Anhang 12.2 graphisch ausgewertet. Im Unterschied zum vorerwähnten Markierversuch zeigt die Durchgangskurve einen nahezu "idealen" Verlauf, d.h. einen steil aufsteigenden und einen relativ flach absteigenden Ast ohne weitere Maxima. Witterungseinflüsse sind im Kurvengang nicht zu erkennen. Dieser Befund und die sehr hohe Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers erklären sich mit der Lage des Impfrohrs KB 3 in der **Hauptinfiltrationszone** des Brüelbaches (vergleiche Kapitel 5.3).

Die **mittlere Abstandsgeschwindigkeit** des Grundwassers errechnet sich aus den Versuchsdaten zu **~ 3.2 m/Tag**. In diesem Fall ist allerdings eine Fehlerquote bis ~ 100 % durchaus möglich; sie resultiert aus dem Umstand, dass es sich beim Sulforhodamin B um eine Substanz handelt, die einer vergleichsweise hohen Retention durch den Grundwasserleiter unterliegt (reversible Sorption). Die Ausbringrate ist mit rund ~ 80 % (!) für diesen Markierstoff allerdings ungewöhnlich hoch ausgefallen.

6.3.3 Einspeisung Brüelbach (Uranin)

Dieser Markierversuch hatte in erster Linie die Abklärung der Infiltrationsgeschwindigkeit und der Vorwarnzeit bei einer allfälligen Gewässerverschmutzung zum Ziel. Aufgrund der hohen Infiltrationsrate war anzunehmen, dass der im Brüelbach ausgebrachte Tracer sehr rasch ins Grundwasserfeld gelangen würde. In der Fassung ist Uranin denn auch bereits ~ **16 Stunden (!)** nach der Einspeisung festgestellt worden. Die **maximale Anströmgeschwindigkeit** des Infiltrationsgrundwassers beträgt somit ~ **2.6 m/Std. bzw. ~ 63 m/Tag**.

Charakteristisch für diesen Farbdurchgang (siehe Anhang 12.3) ist die während fast 1 Woche auf hohem Niveau verharrende Farbstoffkonzentration. Möglicherweise handelt es sich bei diesem Phänomen um einen Hinweis dafür, dass der Brüelbach nicht nur im unteren Abschnitt, sondern an mehreren Stellen, allenfalls sogar auf der ganzen Länge des Grundwasserfeldes einsickert.

Aus dem Medianwert des Farbdurchganges und dem Abstand der Fassung vom Bach errechnet sich die **mittlere Abstandsgeschwindigkeit** des Infiltrationsgrundwassers zu knapp ~ **4 m/Tag**, d.h. die Fliessstrecke zwischen dem Bach und der Fassung entspricht einer **mittleren Aufenthaltsdauer** eines Wasserteilchens im Boden von rund ~ 10 Tagen. Aus Erfahrung ist bekannt, dass unter solchen Voraussetzungen nicht allzu massive Verschmutzungen mit humanpathogenen Bakterien bereits in der Initialphase eliminiert werden (vergl. Kapitel 5.6). Die oben erwähnte Aufenthaltsdauer darf allerdings nicht gleichgesetzt werden mit der **Vorwarnzeit**, die beispielsweise bei einem Ölunfall im Bereich des Baches für die Anordnung und Durchführung von Schutzmassnahmen zur Verfügung steht. Diese Vorwarnzeit beträgt für den angenommenen Fall, dass der Bach bereits verunreinigt worden ist, lediglich ~ 16 Stunden (siehe weiter oben).

Obwohl während des Farbdurchganges im Brunnen Pfannenstiel auch das **Quellwasser Fritsche** (Melchenheimat) periodisch kontrolliert worden ist, konnte der Markierstoff Uranin in diesen beiden Fassungen nicht festgestellt werden. Damit ist der Nachweis erbracht, dass die fraglichen Quellen aus einem anderen hydrologischen Einzugsgebiet gespeist werden. Eine Beeinträchtigung dieser Quellen durch die Grundwasserentnahme ist deshalb ausgeschlossen.

6.3.4 Einspeisung Rickenbach (Eosin)

Es war nicht a priori auszuschliessen, dass auch der östliche Zufluss des Brüelbaches das Grundwasservorkommen Pfannenstiel alimentiert. Um hierüber Klarheit zu erlangen, ist deshalb auch der Rickenbach mit einem Markierstoff versetzt worden. Im Grundwasser aus dem Vertikalfilterbrunnen und im Quellwasser Fritsche war der Befund jedoch negativ. Hingegen konnte das Eosin erwartungsgemäss im laufenden Brunnen beim Ökonomiegebäude Inauen (Melches) nachgewiesen werden, welcher aus einem Fassungsschacht im Bachbett (!) nördlich von Strubenbüel gespeist wird.

7. ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die Resultate der im Fassungsgebiet Pfannenstiel in Brülisau durchgeführten Pump- und Markierversuche ergeben ein sehr detailliertes Bild der Grundwasserströmungsverhältnisse, der Wechselwirkung zwischen Brüelbach und Grundwasser sowie der Möglichkeiten für den weiteren Ausbau der Wasserversorgung. Die wichtigsten Erkenntnisse lassen sich demnach wie folgt zusammenfassen:

- Das Grundwasservorkommen im Talkessel von Pfannenstiel ist für die Nutzung zum Zwecke der Wasserversorgung sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht sehr gut geeignet.
- Der neue Gross-Vertikalfilterbrunnen erlaubt auch bei anhaltend trockener Witterung eine kontinuierliche Entnahme von $Q_{\min} \sim 800 \text{ l/min}$ bzw. $\sim 1'150 \text{ m}^3/\text{Tag}$. Bei intermittierendem Pumpbetrieb während maximal 16 Stunden pro Tag kann die Fördermenge bis auf $Q_{\text{zul}} \sim 1'200 \text{ l/min}$ gesteigert werden. Diese Betriebszustände entsprechen einer Jahresproduktion von rund $\sim 420'000 \text{ m}^3$.
- Die Speisung des Grundwasservorkommens erfolgt hauptsächlich durch Uferfiltrat aus dem Brüelbach. Dies hat zur Folge, dass Schadstoffe, die unmittelbar in den Bach gelangen, auch das Grundwasserfeld und die Fassung selbst gefährden können. Dem Schutz und der Reinhaltung des Baches ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu widmen.
- Bei grossen Pumpmengen dehnt sich der Senkungstrichter mit hoher Wahrscheinlichkeit über den Brüelbach bis zum westlichen Talrand aus (Rossweid-Fässleren). In diesem Fall liegt auch der linksufrige Teil des Grundwasserfeldes im Entnahmebereich der Fassung.

- Mit der Grundwasserentnahme steigt auch die Infiltrationsrate des Baches. Bei extrem trockener Witterung kann dies streckenweise zur Austrocknung des Bachbettes führen. Der Verzicht auf die Nutzung der in qualitativer Hinsicht ohnehin problematischen Pfannenstielquelle begünstigt deshalb speziell in diesem Fall das Grundwasserdargebot im neuen Vertikalfilterbrunnen.
- Das Grundwasserfeld und die Quelfassungen Fritsche (Melchenheimat) werden aus unterschiedlichen Einzugsgebieten gespeist. Die Grundwasserentnahme bei Pfannenstiel-Melches hat deshalb auf die Schüttung der fraglichen Quellen keinen Einfluss.
- Aufgrund der ermittelten Fliessgeschwindigkeiten und des Strömungsbildes lassen sich die für die Auslegung der gesetzlichen Grundwasserschutzzonen massgeblichen Randbedingungen zuverlässig formulieren.

8. GEFÄHRDUNGSPOTENTIALE UND SCHUTZMASSNAHMEN

Aufgrund unserer obigen Darlegungen steht ausser Zweifel, dass es sich beim vorliegenden Grundwasserfeld um ein in qualitativer Hinsicht sehr empfindliches, d.h. durch Umwelteinflüsse leicht verletzbares Grundwasservorkommen handelt. Schädliche Einflüsse können bei den gegebenen hydrogeologischen Voraussetzungen resultieren aus

- land- und forstwirtschaftlicher Nutzung
- Immissionen von Verkehrswegen
- chemisch-bakteriologischer Belastung des Brüelbaches
- unzweckmässigen Bauvorhaben
- Abwasserversickerungen
- "wilden" Ablagerungen etc.

Das unmittelbare Einzugsgebiet der Fassung liegt in der Landwirtschaftszone. Gefahr von dieser Seite droht vor allem bei übermässiger **Düngung** und Weidegang. Weiter sind in diesem Zusammenhang die **Landwirtschaftsbetriebe** Melches, Pfannenstiel und Fässleren zu nennen, die - sofern sie den Anforderungen des ordentlichen Gewässerschutzes nicht genügen - ein erhöhtes Risiko darstellen.

Obwohl es sich bei den **Verkehrswegen** im wesentlichen nur um untergeordnete Strassen und Wege handelt, werden sie teilweise stark frequentiert (Alpwirtschaft, Tourismus etc.). Die damit verbundenen Emissionen sind im Normalfall zwar unbedeutend, können jedoch in ausserordentlichen Situationen zum Problem werden. Ein besonderes Augenmerk verdient die schwierig befahrbare und steile Strasse zum Plattenbödeli und die anschliessenden Alpgebiete. Bei Unfällen, vor allem mit **wassergefährdenden Transportgütern**, kann der Brüelbach und das Grundwasser unmittelbar in Mitleidenschaft gezogen werden. Angesichts der kurzen Vorwarnzeit ist deshalb unbedingt eine **Alarmorganisation** aufzuziehen. Damit ist sicherzustellen, dass die für den Gewässerschutz und die Wasserversorgung zuständigen Behörden umgehend über allfällige Schadenereignisse beim Transport oder Umschlag informiert werden und die notwendigen Abwehrmassnahmen veranlassen können.

Auf die Gefahren für das Grundwasser bei einer allfälligen chemisch-bakteriologischen **Belastung des Brüelbaches** wurde bereits mehrfach hingewiesen. Dem Schutz und der Reinhaltung dieses Gewässers ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Zur Qualitätssicherung sind Gewässerschutzmassnahmen im hydrologischen Einzugsgebiet des Brüelbaches unumgänglich (Abwassersanierung, Anwendungsverbot für Herbizide, strikter Vollzug der Vorschriften für den Transport und die Lagerung von Treibstoffen und Heizöl etc.).

Bauvorhaben, die das Grundwasservorkommen beeinträchtigen könnten, sind ausser der geplanten Abwassersammelleitung für das Gebiet Pfannenstiel-Plattenbödeli - keine bekannt. Aus gefällstechnischen Gründen kann diese Kanalisation kaum um das Grundwasserfeld herum geführt werden. Besondere Massnahmen zum Schutze des Grundwassers und der Fassung sind deshalb unumgänglich.

Eine potentielle Belastung des Grundwassers kann schliesslich durch **Abwasserversickerungen** und "**wilde**" **Ablagerungen** entstehen. Vor allem an Bachrändern und in schlecht einsehbaren Tobeln werden erfahrungsgemäss leider auch heute noch Abfälle und z.T. auch Sperrgut aller Art widerrechtlich entsorgt. Im Fassungsgebiet Pfannenstiel-Melches sind glücklicherweise keine derartigen "Umweltsünden" bekannt. Ob dieser positive Sachverhalt für das ganze hydrologische Einzugsgebiet des Brüelbaches zutrifft, wäre noch zu prüfen.

Für die derzeitige Abwasserentsorgung beim Berggasthaus Plattenbödeli muss eine bessere Lösung gefunden werden; sie bedeutet sowohl für den Sämtisersee als auch für den Brüelbach eine Belastung.

Bei allen Abwasserversickerungen im Alpgebiet oberhalb Pfannenstiel muss mit einem direkten Abfluss ins Karstwassersystem und/oder in den Brüelbach gerechnet werden. Die Sanierung dieser punktuellen Belastungsquellen muss deshalb weiter vorangetrieben werden. Hierbei handelt es sich nicht nur um ein Anliegen des Grundwasserschutzes, sondern ganz allgemein um den Vollzug von Vorschriften des ordentlichen Gewässerschutzes.

9. GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

9.1 Vorbemerkungen

Grundwasserschutzzonen haben die Aufgabe, wassergefährdende Stoffe von Trinkwasserfassungen fernzuhalten. Sie sollen gewährleisten, dass die Entnahme von Grundwasser zum Zwecke der Trink- und Brauchwasserversorgung heute und in Zukunft sichergestellt ist.

Um gestaffelte Massnahmen zum Schutze einer Fassung anordnen zu können, wird die Grundwasserschutzzone in 3 Teilzonen unterteilt, nämlich in die Zone S I (Fassungsbereich), die Zone S II (engere Schutzzone) und die Zone S III (weitere Schutzzone). Unser Schutzzonenvorschlag für die neue Grundwasserfassung Pfannenstiel geht im einzelnen aus dem **Umgrenzungsplan 1 : 1'000** Beilage 4 hervor.

Bei der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen sind wir gemäss einschlägiger Wegleitung des BUWAL vom Oktober 1977, teilrevidierte Auflage 1982, wie folgt vorgegangen:

In einem ersten Schritt haben wir die erforderlichen Grenzabstände unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Besonderheiten des Fassungsgebietes anhand der aus Pumpbetrieb und Markierversuchen ermittelten hydraulischen Daten bemessen. In einem zweiten Schritt wurden dann die nach rein hydrogeologischen Aspekten festgelegten Zonen soweit möglich und sinnvoll an die im Gelände sichtbaren oder sonstwie relevanten Grenzen wie z.B. Strassen, Wege, Zäune, Parzellengrenzen oder Verbindungslinien zwischen wichtigen Vermessungspunkten angepasst. Die nach praktischen Gesichtspunkten festgelegten Umgrenzungen sollen die hydrogeologischen Grenzen nach Möglichkeit umschliessen. Für Nutzungsbeschränkungen mit schwerwiegenden Konsequenzen sind jedoch immer die hydrogeologischen Grenzen massgebend (z.B. Bauverbot).

Im folgenden wird zur Bedeutung und Dimensionierung der einzelnen Zonen kurz Stellung genommen. Von den in diesen Zonen geltenden Nutzungsbeschränkungen und zu treffenden Massnahmen werden hier nur die wichtigsten erwähnt. Ein detaillierter "Katalog" ist im **Schutzzonenreglement** Beilage 5 enthalten.

9.2 Zone S I (Fassungsbereich)

Die Zone S I deckt den Bereich mit der grössten Gefährdung ab; sie soll gewährleisten, dass keinerlei Fremdstoffe direkt in die Fassung gelangen, ohne dass Eliminations- oder Reinigungsvorgänge wirksam werden können. In der Regel umfasst die Zone S I die unmittelbare Umgebung der Fassung.

Als Fassungsbereich ist im vorliegenden Fall ein Quadrat mit der Seitenlänge $s \sim 25$ m auszuscheiden, das einem um den Brunnen gelegten Kreis mit $R \sim 10$ m umschrieben werden kann und im N und W, d.h. gegen die Hauptzuflussrichtung des (Infiltrations-)Grundwassers, einen Grenzabstand von $a \sim 15$ m aufweist. Dadurch kommen auch die beiden KleinfILTERrohre RB 1/72 und KB 1 in die Zone S I zu liegen.

Das solcherart ausgeschiedene Fassungsgrundstück soll umzäunt und mit einem absoluten Düngeverbot belegt werden; es ist nach Möglichkeit ins Eigentum oder Baurecht der Wasserkorporation zu bringen.

9.3 Zone S II (engere Schutzzone)

Der Hauptzweck der Zone S II besteht im Schutze des Grundwassers gegen bakteriologische Verunreinigung, wie sie von vielen menschlichen Tätigkeiten ausgeht. Sie soll aber auch gewährleisten, dass Stoffe, die schwer oder nicht abbaubar sind und auf dem Sickerweg nicht zurückgehalten werden, im näheren Zuflussbereich der Fassung nicht ins Grundwasser gelangen können, und dass bei akuten Gefahren (z.B. als Folge eines Ölunfalles) ausreichend Zeit und Raum für Sanierungsmassnahmen zur Verfügung stehen.

Gemäss Wegleitung des BUWAL soll die Zone S II so bemessen sein, dass ein Wasserteilchen vom tiefstliegenden Gefahrenherd am äusseren Rand der Zone S II bis zum Rand der Zone S I durchschnittlich mindestens 10 Tage im Boden verweilt. Die Länge der Zone S II soll innerhalb des Zuflussbereiches aber mindestens 100 m betragen. Die heutigen Erkenntnisse über die Ausbreitung von Erdölderivaten im Grundwasser erlauben es im Normalfall nicht, Gefahrenherde näher dem Brunnen zuzulassen. Im vorliegenden Fall liegen die mittleren Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers mit $v_{a(\text{med})} \sim 4 - 6 \text{ m/Tag}$ markant unter dem vom BUWAL festgelegten Minimalwert von $\geq 10 \text{ m/Tag}$ (vergl. Kapitel 6.3). Bei der Dimensionierung der Zone S II wird deshalb der geforderte minimale Sicherheitsabstand von 100 m massgebend. Aufgrund dieser Feststellung und unter Berücksichtigung der Grössen des Strömungsbildes (vergl. Anhang 7) ergeben sich somit für die engere Schutzzone folgende Grenzabstände:

unterstrom:	80 - 90 m	(Abstand des "Neutralen Wasserweges" vom Brunnen = untere Kulmination)
nach W:	70 - 80 m	(natürliche Grenze des Grundwasserfeldes, Talrand)
nach S und E:	100 m	(minimale Sicherheitslänge gemäss BUWAL)

Aufgrund ihrer meist geringen Stärke werden die Deckschichten bei der Festlegung der Grenzabstände nicht berücksichtigt (keine Reduktion).

Als wesentlichste **Nutzungsbeschränkung** gilt in der Zone S II ein generelles Bauverbot. Die landwirtschaftliche Nutzung ist jedoch ohne wesentliche Einschränkungen möglich und auch erwünscht. Unzulässig sind beispielsweise die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und anderen chemischen Hilfsstoffen sowie die Düngung mit nicht hygienisiertem Klärschlamm.

9.4 Zone S III (weitere Schutzzone)

Die weitere Schutzzone S III hat die Funktion eines "Puffers" zwischen der engeren Schutzzone und dem umgebenden Gewässerschutzbereich A; ihre Aufgabe besteht darin, besonders gefährliche Substanzen in einem weiteren Umkreis von der Fassung fernzuhalten. Die Bemessung dieser Pufferzone soll sich nach der Sicker-

distanz richten, die notwendig ist für die Herabsetzung der Konzentration unerwünschter Stoffe durch Elimination oder Verdünnung auf ein hygienisch unbedenkliches Mass. Der Flurabstand des Grundwasserspiegels und das Filtervermögen der Deckschichten sind hierbei von massgebender Bedeutung.

Der Grenzabstand der Zone S III wird in der Regel rund doppelt so gross gewählt wie derjenige der Zone S II. Allerdings soll auch die weitere Schutzzone nur Gebiete abdecken, die im Zufluss- bzw. Entnahmebereich der Fassung liegen. Dementsprechend werden die Dimensionen S III im vorliegenden Fall wie folgt festgelegt:

unterstrom:	~ 90 m	(Schwankungsbereich des Scheitelpunktes infolge Änderung des Grundwasserstandes)
nach W:	~ 150 m	(durchlässige Randgebiete mit Entwässerung ins Grundwasserfeld)
nach S und E:	~ 200 m	

Bei der heutigen Nutzung des Fassungsgebietes (Landwirtschaftszone) bleibt die Ausscheidung der Zone S III ohne praktische Konsequenzen.

10. WEITERES VORGEHEN

Die Wasserkorporation Rüte hat bekanntlich mit Datum vom 12. März 1991 ein erstes Konzessionsgesuch für die Grundwasserfassung Pfannenstiel eingereicht. Die Standeskommission ist jedoch gemäss Protokoll Nr. 340 vom 18. März 1991 auf dieses Gesuch vorläufig nicht eingetreten mit der Begründung, dass die Wasserkorporation

- vorgängig der Gesuchseinreichung sämtliche dinglichen Rechte inbezug auf die Ausscheidung der Grundwasserschutzzone zu erwerben und der Standeskommission vorzulegen, sowie
- zur Gesuchsbeurteilung die notwendigen Detailunterlagen wie Pläne, Baubeschriebe und Unterlagen inbezug auf die Schutzzone einzureichen hat.

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten ist integrierender Bestandteil dieser Gesuchsunterlagen. Die Dokumentation der technischen Verhältnisse (Pumpen-einbau, Steuerung und Betrieb der Fassungsanlage, vorgesehene Fördermengen, Gebäudepläne etc.) steht demgegenüber noch aus und wäre daher als nächster Schritt fällig. Für die Planung der Anlagen und die Erarbeitung des Technischen Berichtes empfehlen wir den Beizug eines Fachingenieurs.

Ausserdem sind von der Wasserkorporation die notwendigen Rechte für den Betrieb der Grundwasserfassung und die Ausscheidung der gesetzlichen Schutzzonen zu erwerben. Im Interesse einer möglichst raschen Einigung schlagen wir vor, die betroffenen Grundeigentümer zu einer Orientierungsversammlung einzuladen. Der Unterzeichnete hält sich gerne für einen passenden Termin bereit.

GRUNDBAUBERATUNG AG



M. Spoerri, dipl.sc.nat., Geologe

Verteiler: Wasserkorporation Rüte
Grundbauberatung AG

3 Expl.

1 Expl.

St. Gallen, den 22. Februar 1993 Sp/sr

Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Geologische Bohrprofile 1 : 50

UNTERSUCHUNG DER GRUNDWASSERVORKOMMEN
DER W.K. RÜTE, IM GEBIET BRÜLISAU

ROTARY - BOHRUNG NR. 1 / 72
MELCHES

G 2960
ANHANG 1.1

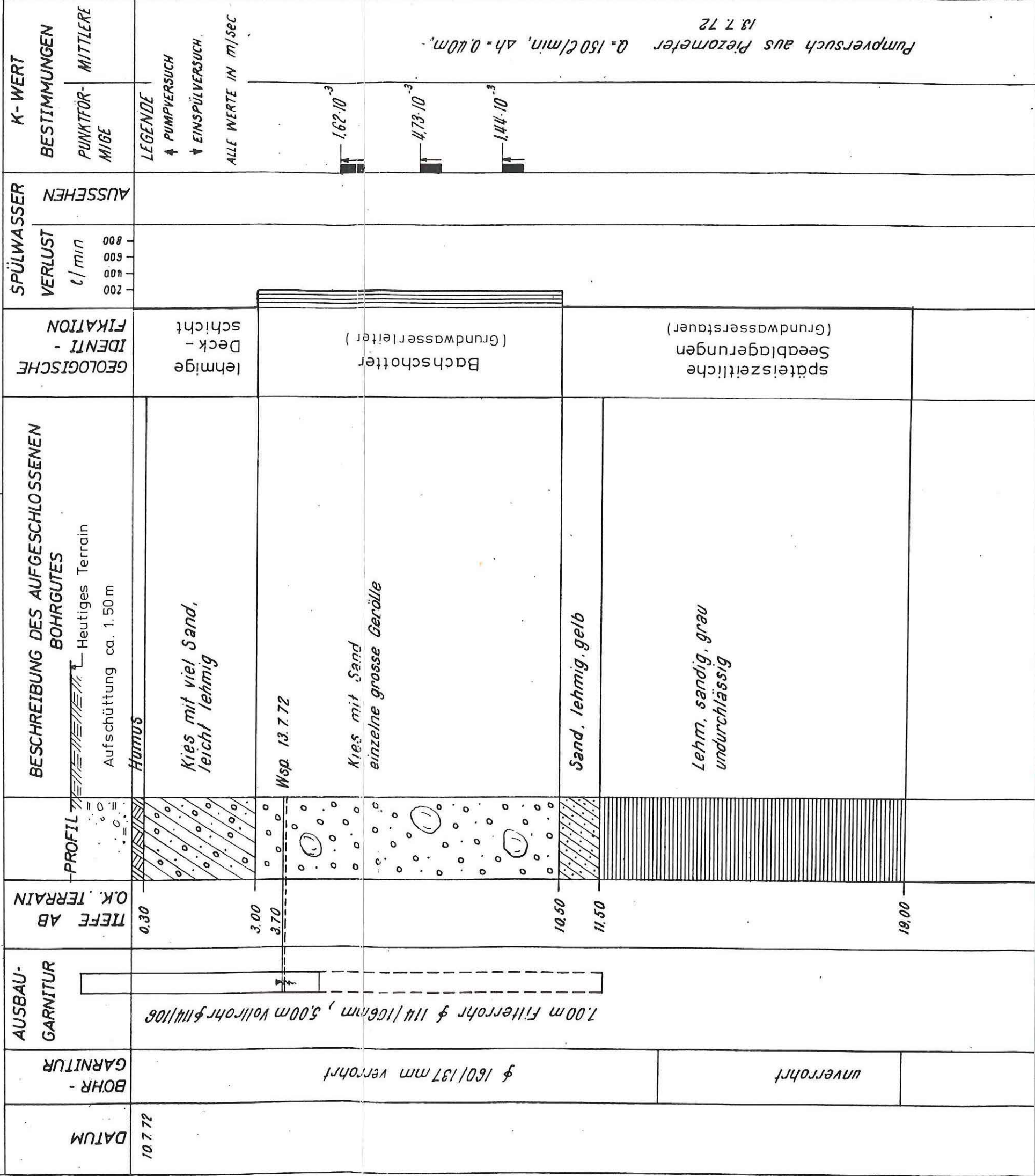
EMIL LUTZ
TIEFBOHRUNGEN
8554 GRÜNECK

BAUHERR: W.K. RÜTE AI

ING. BÜRO W.A. HOFER
PROJ. NR. 3145 X - 4

BOHRPROFIL MASSTAB 1:100

KOORDINATEN: 752'977 / 239'426
OK. ROHR: 928.65 m.ü.M.
OK. TERRAIN: 928.82 m.ü.M.



UNTERSUCHUNG DER GRUNDWASSERVORKOMMEN
DER W.K. RÜTE AI , IM GEBIET BRÜLISAU

ROTARY - BOHRUNG NR.3/72
BASCHENHEIMET

G 2960
ANHANG 1.2

EMIL LUTZ
TIEFBOHRUNGEN
8554 GRÜNECK

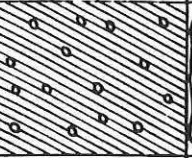
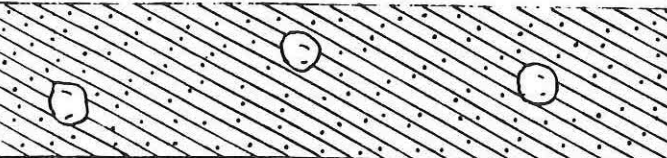
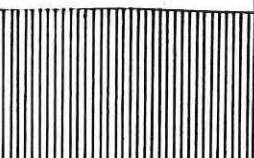
BAUHERR : W.K. RÜTE AI

ING.BÜRO W.A.HOFER
PROJ. NR. 3145 X - 6

KOORDINATEN : 752'912 / 239'560

BOHRPROFIL MASSTAB 1:100

OK. ROHR :
OK. TERRAIN :

DATUM	BOHR - GARNITUR	AUSBAU- GARNITUR	TIEFE AB OK. TERRAIN	PROFIL	BESCHREIBUNG DES AUFGESCHLOSSENEN BOHRGUTES	GEOLOGISCHE IDENTI - FIKATION	SPÜLWASSER VERLUST l / min	K - WERT BESTIMMUNGEN PUNKTFÖR- MITTLERE MIGE
17.7.72	φ 160/137mm verrohrt		0.30		Humus	lehmmige Deckschicht	200 400 600 800	LEGENDE ↑ PUMPVERSUCH ↓ EINSÜLVERSUCH ALLE WERTE IN m/sec
			1.40		Lehm mit grossen Steinen			
			2.40		Sand, lehmig			
			5.00		Kies, stark lehmig undurchlässig			
			5.50		Block			
		kein Einbau	14.80		Sand, lehmig und einzelne grosse Steine undurchlässig	späteiszeitliche Seeablagerungen		
			15.40		Block			
			19.00		Lehm, hart gelagert undurchlässig			

UNTERSUCHUNG DER GRUNDWASSERVORKOMMEN
DER W.K. RÜTE AI IM GEBIET BRÜLISAU

ROTARY - BOHRUNG NR. 4/72
MELCHES

G 2960
ANHANG 1.3

EMIL LUTZ
TIEFBOHRUNGEN
8554 GRÜNECK

BAUHERR : W.K. RÜTE AI

ING. BÜRO W.A. HOFER
PROJ. NR. 3145 X - 7

KOORDINATEN : 752'944 / 239'496

BOHRPROFIL MASSTAB 1:100

OK. ROHR :

O.K. TERRAIN : ~ 925.70 m ü. M.

DATUM	BOHR - GARNITUR	AUSBAU - GARNITUR	TIEFE AB O.K. TERRAIN	PROFIL	BESCHREIBUNG DES AUFGESCHLOSSENEN BOHRGUTES	GEOLOGISCHE IDENTI - FIKATION	SPÜLWASSER VERLUST l / min	AUSSEHEN	K - WERT BESTIMMUNGEN PUNKTFÖR - MITTLERE MIGE LEGENDE ↑ PUMPIERSUCH ↓ EINSPIÜLVERSUCH ALLE WERTE IN m/sec
19.7.72					Humus	lehmgige Deck - schicht	200		
19.7.72			0.45		Lehm, Steine		400		
			0.90		Block		600		
			1.20				800		
			7.30		Kies - Sand, einzelne grosse Gerölle	Bach - schotter (GW - Leiter)			
			4.10		Sand				
			5.00						
			7.40		Lehm, sandig, undurchlässig				
					Lehm, sandig, einzelne Steine, hart gelagert, undurchlässig	späteiszeitliche Seeablagerungen (Grundwasserstauer)			
			19.00						

PROJEKT : GRUNDWASSERFASSUNG : PFANNENSTIEL, BRÜLISAU				Bohrung Nr. 1	
Bauherrschaft: Wasserkorporation Rüte Al Bohrfirma : E. Lutz AG, Grüneck, 8554 Müllheim - Wigoltingen Bohrmeister : Hr. Brunner Ausführung : 20. / 23. 9.1991 Koordinaten : 752'995 / 239'433 Höhenlage : 930.04 m ü.M.				Grundbauberatung AG Helvetiastrasse 41 9000 St. Gallen Tel. 071 / 24 88 44 Profilaufnahme: M. Spoerri	
				G 2960	Anhang 1.4
				Mst. 1:50	Datum 30.9.1991/st
Bohrart	Tiefen ab OK Terrain	Schicht- stärken	Profil	Beschreibung des aufgeschlossenen Bohrgutes	Geologische Identifi- kation
					lehmige Deckschicht
	- 0.30	0.30		siltiger Humus, weich, dunkelbraun	PIEZOMETERROHR Ø 4 1/2" ----- OK Rohr = -0.15 m Vollrohr = 6.00 m Filterrohr = 9.00 m Vollrohr = 2.00 m (Schlamm sack)
	- 1.10	0.80		tonig-sandiger Silt mit wenig Kies, weich, braun-beige	
	- 1.70	0.60		stark siltiger Ton, weich-plastisch, grau-beige	
		2.00		stark siltiger Sand mit reichlich Kies, mässig fest, beige	
	- 3.70				

Rotationskernbohrung Ø 178 mm		Bachschotter (Grundwasserleiter)		späteiszeitliche Seablagerungen (Grundwasserstauer)	
0.90	leicht toniger, sandiger Silt mit wenig Kies, mässig fest, beige				
2.00	stark siltiger Kiessand, mässig fest, grau-beige				
1.70	siltiger Kies, mässig fest, grau-beige; ab ca. 7.00 m wasserführend				
2.30	sauberer Kiessand und Kies, locker bis mässig fest, grau; stark wasserführend				
0.60	siltiger Fein- bis Mittelsand, locker bis mässig fest, beige				
0.80	leicht siltiger Mittel- bis Grobsand mit reichlich Kies, locker bis mässig fest, grau; wasserführend				
0.40	siltiger Kies, mässig fest, grau-beige; wasserführend				
0.50	Fein- bis Mittelsand, mässig fest, beige				
1.00	leicht siltiger Kies, mässig fest, grau-beige; wasserführend				
0.70	stark siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies, mässig fest bis fest, grau-beige; leicht wasserführend				
1.20	siltiger Feinsand, mässig fest, grau-beige				
0.20	stark siltiger Sand mit reichlich Kies, mässig fest, grau				
0.70	Fein- bis Mittelsand, mässig fest, grau				
0.80	feinsandiger Silt, warvig feingeschichtet, mässig fest, grau				
0.50	stark siltiger Feinsand mit wenig Kies, locker bis mässig fest, grau				
0.30	siltiger Feinsand, mässig fest, grau				
1.70	leicht toniger, z.T. feinsandiger Silt, warvig feingeschichtet, weich bis mässig steif, grau				

GWSP. - 6.20 m (18.11.91)

GWSP. - 6.95 m (24.9.91)

GWSP. - 7.50 m (11.11.91)

FORMAT 30/55

PROJEKT : GRUNDWASSERFASSUNG : PFANNENSTIEL, BRÜLSAU					Bohrung Nr. 2		
Bauherrschaft: Wasserkorporation Rüte Al Bohrfirma : E. Lutz AG, Grüneck, 8554 Müllheim - Wigoltingen Bohrmeister : Hr. Brunner Ausführung : 23. / 24. 9.1991 Koordinaten : 753'035 / 239'371 Höhenlage : 929.19 m ü. M.					Grundbauberatung AG Helvetiastrasse 41 9000 St. Gallen Tel. 071 / 24 88 44 Profilaufnahme: M. Spoerri		
					G 2960	Anhang 1.5	
					Mst. 1:50	Datum 30.9.1991/st	
Bohrart	Tiefen ab OK Terrain	Schichtstärken	Profil	Beschreibung des aufgeschlossenen Bohrgutes	Geologische Identifikation	Bemerkungen	
	- 0.20	0.20		Humus, weich, dunkelbraun		PIEZOMETERROHR Ø 4 1/2" ----- OK Rohr = -0.14 m Vollrohr = 5.00 m Filterrohr = 6.00 m Vollrohr = 2.00 m (Schlamm sack)	
	- 0.80	0.60		siltig-sandiger, kantiger Kies, locker, grau-beige			
	- 1.80	1.00		leicht tonig-sandiger Silt mit reichlich Kies, mässig fest, beige			
	- 1.80	0.80		sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies, fest, grau-beige			
	- 2.60	1.70		stark siltiger Sand mit reichlich Kies und einzelnen Steinen (Ø 12 cm), fest, grau-beige	lehmnige Deckschicht		
	- 4.30					GWSP. - 5.29 m (18.11.91) GWSP. - 6.19 m (24.9.91)	
Rotationskernbohrung Ø 178 mm				siltiger Kiessand, mässig fest, grau-beige; ab ~6.20 m wasserführend	Bachschofter (Grundwasserleiter)		
	- 7.80			sauberer Kies, mässig fest, beige; stark wasserführend			
	- 8.60	0.80					
	- 9.00	0.40		Mittel- bis Grobsand, locker bis mässig fest, beige; nass			
		0.80		leicht siltiger Feinkies, mässig fest, grau-beige; wasserführend			
	- 9.80			siltiger Feinsand, mässig fest, beige			
	- 10.45	0.65					
		1.35		stark siltiger Kiessand mit Steinen (Ø 12 cm), mässig fest, beige; leicht wasserführend	Späteiszeitliche Seablagerungen (Grundwasserstauer)		
	- 11.80	0.20		Mittel- bis Grobsand, locker bis mässig fest, beige; nass			
	- 12.00	0.50		stark siltiger Kiessand, mässig fest, grau-beige; leicht wasserführend			
	- 12.50			Mittel- bis Grobsand, locker bis mässig fest, beige; nass			
	- 12.90	0.40					
		1.10		siltiger Feinsand mit einzelnen Geröllen, warvig feingeschichtet, mässig fest, grau			
	- 14.00						

PROJEKT : GRUNDWASSERFASSUNG : PFANNENSTIEL, BRÜLISAU					Bohrung Nr. 3				
Bauherrschaft: Wasserkorporation Rüte Al Bohrfirma : E. Lutz AG, Grüneck, 8554 Müllheim - Wigoltingen Bohrmeister : Hr. Brunner Ausführung : 24. / 25. 9.1991 Koordinaten : 752 961 / 239 450 Höhenlage : 928.37 m ü. M.					Grundbauberatung AG Helvetiastrasse 41 9000 St. Gallen Tel. 071 / 24 88 44 Profilaufnahme: M. Spoerri				
					G 2960	Anhang 1.6			
					Mst. 1:50	Datum 30.9.1991/st			
Bohrart	Tiefen ab Terrain	Schichtstärken	Profil	Beschreibung des aufgeschlossenen Bohrgutes	Geologische Identifikation	Bemerkungen			
	- 0.10	0.10		silziger Humus, locker, dunkelbraun	Aufschüttung	PIEZOMETERROHR Ø 4½" OK Rohr = -0.09 m Vollrohr = 5.00 m Filterrohr = 5.00 m Vollrohr = 2.00 m (Schlamm sack) GWSP. -4.59 m (18.11.91) GWSP. -5.26 m (25.9.91)			
	- 1.20	1.10		tonig-sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies, z.T. humos, weich, braun-beige					
	- 2.50	1.30		stark silziger Kiessand mit Steinen (Ø 10 cm), locker bis mässig fest, gelb-beige					
	- 3.70	1.20		tonig-sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies, mässig steif, grau-beige	lehmnige Deckschicht				
	- 4.60	0.90		stark silziger Kiessand, mässig fest, grau-beige					
Rotationskernbohrung Ø 178 mm	- 7.85			sauberer bis leicht silziger Kies, mässig fest, grau; ab ~5.30 m stark wasserführend	(Grundwasserleiter)				
	- 8.10	0.25						Mittel- bis Grobsand, locker, grau-beige; nass	
	- 8.55	0.45						stark silziger Kiessand, mässig fest, grau; nass	
	- 9.15	0.60						Fein- bis Mittelsand, locker bis mässig fest, grau-beige	
	- 11.00							leicht silziger Feinkies, mässig fest, grau; stark wasserführend	Spätszeitliche Seablagerungen (Grundwasserstauer)
	- 11.40	0.40		Fein- bis Mittelsand, locker bis mässig fest, beige					
	- 12.00	0.60		silziger Feinsand, mässig fest, beige					
	- 12.50	0.50		leicht toniger, feinsandiger Silt, z.T. warvig feingeschichtet, mässig steif, grau					

Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Protokoll der Kleinpumpversuche KB 1 - 3



PUMPPROTOKOLL

Blatt Nr.:

Bauherr: Wasser-Korporation Kite, AI

Bauleitung: 17. Spem.

Baustelle: Hammerstiel, Brüllsauer

Versuchsleiter: Ch. Brunner

Unterwasserpumpe Typ: SP 8-15

Einbautiefe ca.: 15 mm

Ablaufleitung Länge:

Pumpbetrieb: ☒ elektrisch ab

Saugpumpe Typ:

Ansaugtiefe:

Ablaufleitung Länge:

☐ Verbrennungsmotor

Witterung: ☐ schön ☒ bedeckt ☐ Regen

☒ bedeckt

egen

egen

[illegible]



PUMPPROTOKOLL

Blatt Nr.

Unterwasserpumpe Typ: SP 8-15 Saugpumpe Typ: _____

Einbautiefe ca.: 11 cm Ansaugtiefe: _____

Ablaufleitung Länge: 30 m Ablaufleitung Länge: _____

Pumpenbetrieb: ☒ elektrisch ab Netz ☐ elektrisch ab Notstromgruppe ☐ Verbrennungsmotor

Pumpbetrieb: ☒ elektrisch ab Netz ☐ elektrisch ab Notstromgruppe ☐ Verbrennungsmotor

Witterung: ☒ schön ☐ bedeckt ☐ Regen

[illegible]

Blatt Nr.

Unterwasserpumpe Typ: SP 8-15 Saugpumpe Typ: _____
Einbautiefe ca.: 10cm Ansaugtiefe: _____
Ablaufleitung Länge: 30m Ablaufleitung Länge: _____
Pumpbetrieb: ☒ elektrisch ab Netz ☐ elektrisch ab Notstromgruppe ☐ Verbrennungsmotor

Pumpbetrieb: ☒ elektrisch ab Netz ☐ elektrisch ab Notstromgruppe ☐ Verbrennungsmotor

Witterung: ☒ schön ☐ bedeckt ☐ Regen

[illegible]

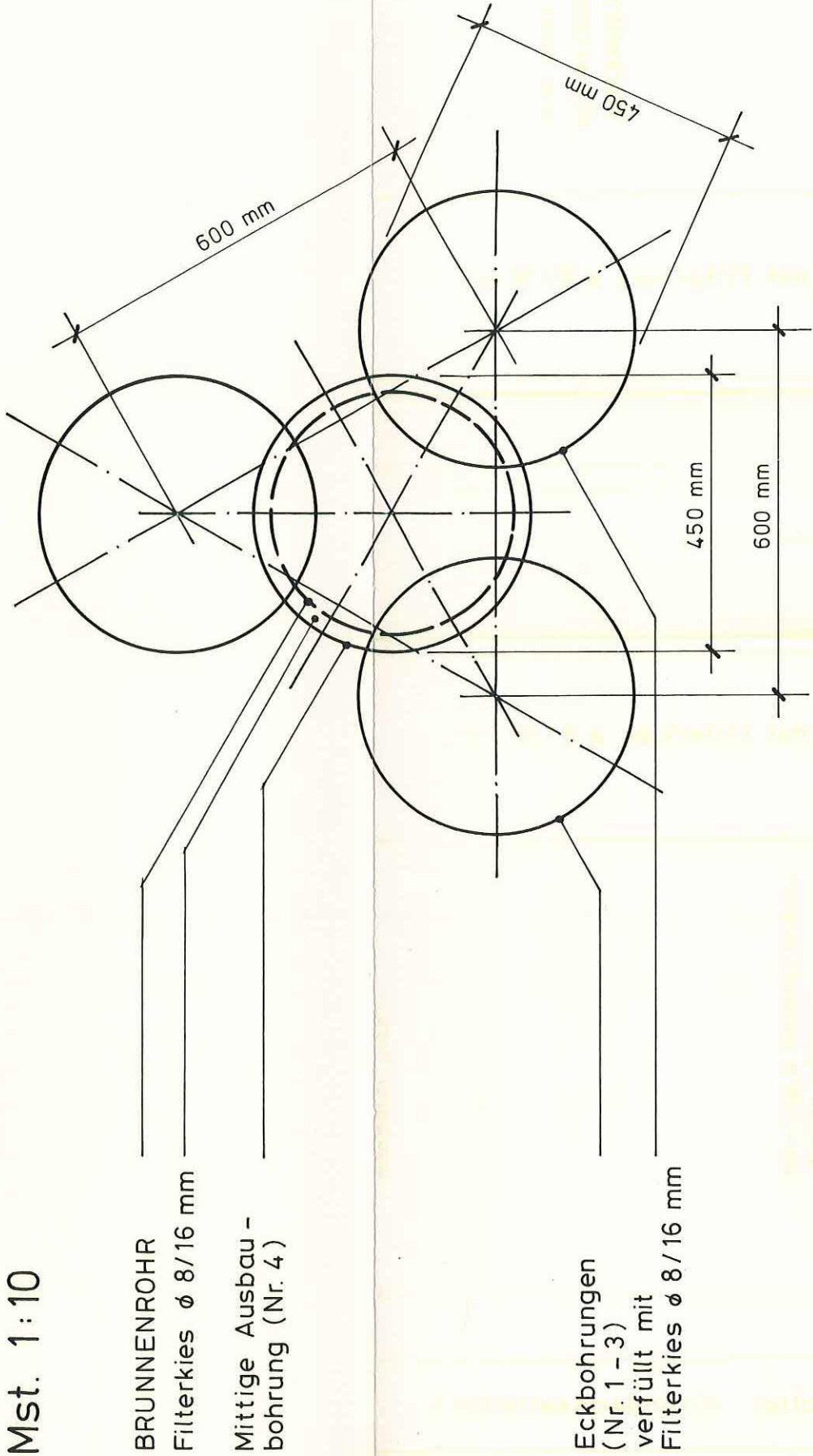
Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Gross-Vertikalfilterbrunnen
Ausführungsplan 1 : 10 / 50

PROJEKT : GRUNDWASSERFASSUNG : PFANNENSTIEL, BRÜLISAU		Gross - Vertikalfilterbrunnen	
Bauherrschaft: Wasserkorporation Rüte AI Bohrfirma : E. Lutz AG, Grüneck, 8554 Müllheim - Wigoltingen Bohrmeister : Hr. Lutz Ausführung : 5. - 15. 11. 1991 Koordinaten : 752 989 / 239 426 Höhenlage : Terrain : 929.65 m ü. M. : Rohrflansch : 929.54 m ü. M.		Grundbauberatung AG Helvetiastrasse 41 9000 St. Gallen Tel. 071 / 24 88 44 Bauleitung : M. Spoerri G 2960 Anhang 3 Mst. 1:10/50 Datum 22.2.93 / st	

Horizontalchnitt

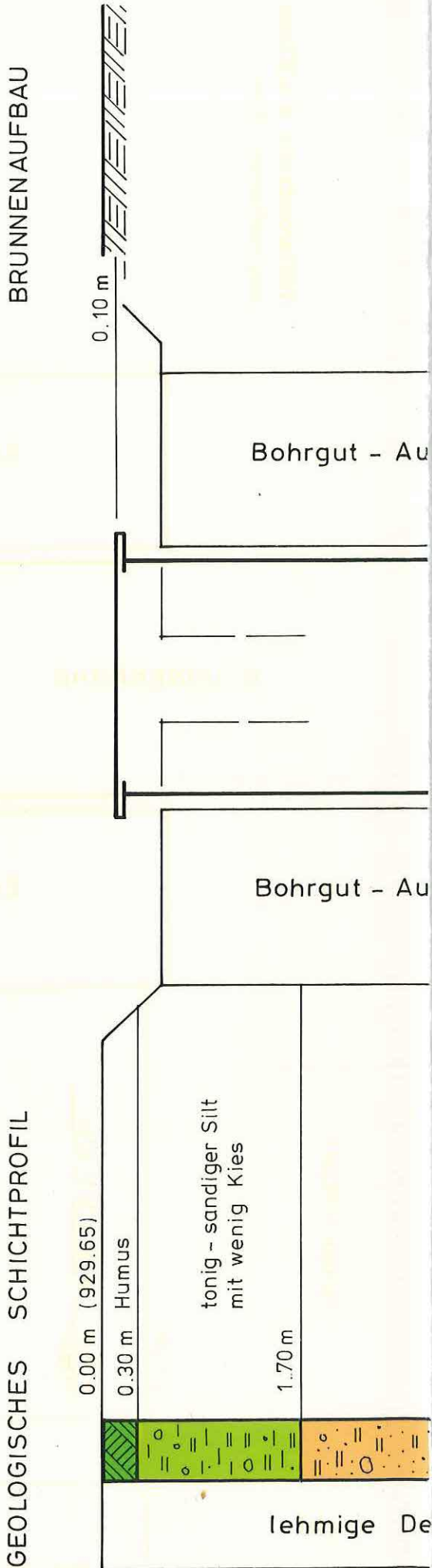
Mst. 1:10



Vertikalschnitt

Mst. 1:10 / 50

GEOLOGISCHES SCHICHTPROFIL



Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Protokoll des Entsandungspumpversuches

PUMPPROTOKOLL

Blatt Nr. 7

Bauherr: Wasserwerk Rute A1

Bauleitung: M. Jörn

Baustelle: Baisau, Flemenstel

Versuchsleiter: F. Lutz

Unterwasserpumpe Typ: SP45-3 und SP45-2

Einbautiefe ca.: 12m

Ablaufleitung Länge: 50m und

Pumpbetrieb: elektrisch ab Netz elektrisch ab Notstromgruppe Verbrennungsmotor

Witterung: schön bedeckt Regen

Saugpumpe Typ:

Ansaugtiefe:

Ablaufleitung Länge:

Datum	Zeit	Bemerkungen	Entnahmemenge l/min.	Aussehen				Wsp. Messung Entnahmerohr Nr. B 131 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 131 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 132 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 133 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 132 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 132 OKT m OKT	Wsp. Messung Piezorohr Nr. 132 OKT m OKT
				stark trüb	leicht trüb	klar	sandig							
18.11.91	10.45	Ruhespiegel						5.72	6.05	5.15	4.50	5.01		
	11.47	Pumpbeginn	0 - 870	x										
	11.52		870	x				6.66						
	11.54		"	x					6.38					
	11.55		"	x								5.35		
	11.57		"	x				6.72						
	11.58		"	x							4.65			
	12.00		"	x						5.25				
	12.04		"	x				6.78						
	12.05		"	x					6.48					
	12.10		870	x				6.82	6.51	5.31	4.72	5.47		
	13.32		858					7.00	6.84	5.51	4.84	5.68		
ab	13.47	Q =	1516	x										
	13.53		"	x				8.15						
	13.59		1500	x				8.28						
	14.10		"	x				8.30	7.09	5.85	5.03	6.25		
	14.28		1500	x				8.35						
	14.30	Pumpende												
	14.35	Pumpbeginn	1520	x				ab 6.28						
	14.48	Pumpende						bei 8.28						

PUMPPROTOKOLL

Bauherr: Klosterkorporation Tink Al
Bauleitung: H. Speer
Baustelle: Baulöcher, Flammenstiel
Versuchsleiter: F. Loh

Blatt Nr. 2

Unterswasserpumpe Typ: DP45-3 und DP45-2
Einbautiefe ca.: 10m
Ablaufleitung Länge: 50m ^{und}
Pumpbetrieb: ☒ elektrisch ab Netz ☒ elektrisch ab Netz
Witterung: ☐ schön ☒ bedeckt ☒ Regen

Saugpumpe Typ: _____
 Ansaugtiefe: _____
 Ablaufleitung Länge: _____
 Abwassergruppe ☐ Verbrennungsmotor

Witterung: ☐ schön ☒ bedeckt ☒ Regen

[illegible]

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Stufenpumpversuch

vom 24. August bis 6. Oktober 1992

SAMMELTABELLE DER WASSERSPIEGELMESSUNGEN UND
PUMPPROTOKOLL (BLATT 1)

ABKÜRZUNGEN :

OKRF	Oberkante Rohrflansch
OKPR	Oberkante Piezometerrohr
SB	Steinblock (Abstichpunkt rot markiert)
RS	Rohrscheitel (rot markiert) Als Bachverbauung eingelegtes Betonrohr
OKEP	Oberkante Eisenpfahl (rot markiert)
UKET	Unterkante Eisenträger (Steg)
OKBB	Oberkante Betonbrücke (rot markiert)

Datum	Zeit	Pump- menge l/min	GVFB 929.54		RB 1/72 928.65		KB 1 929.89	
			Abstich OKRF	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.
18.11.91	10:45	0	5.72	923.82	4.84	923.81	6.05	923.84
14.12.91	13:30	720	6.49	923.05	5.58	923.07	6.83	923.06
15.01.92	14:20	0	5.88	923.66	5.02	923.63	6.23	923.66
12.02.92	08:00	720	7.56	921.98				
10.03.92	13:00	720	7.12	922.42			6.93	922.96
15.04.92	08:00	0	5.75	923.73	4.86	923.79	6.11	923.78
16.05.92	15:00	720	7.08	922.46	5.61	923.04	6.88	923.01
17.06.92	08:00	0	6.52	923.02			6.88	923.01
16.07.92	16:00	720	7.06	922.48	5.61	923.04	6.85	923.04
14.08.92	10:45	720	6.51	923.03	5.60	923.05	6.86	923.03
22.08.92	13:00	720	7.82	921.72	6.29	922.36	7.57	922.32
	13:30	0						
	17:45	0	6.79	922.75	5.88	922.77	7.14	922.75
24.08.92	07:40	0	6.43	923.11	5.52	923.13	6.78	923.11
	09:30	0	6.43	923.11			6.78	923.11
	10:00	240						
	10:45	240	6.68	922.86			6.88	923.01
	11:45	240	6.69	922.85	5.65	923.00	6.91	922.98
	11:50	490						
	12:00	490	6.99	922.55	5.74	922.91	7.00	922.89
	13:30	490	7.08	922.46	5.82	922.83	7.09	922.80
	14:15	490	7.10	922.44	5.85	922.80	7.12	922.77
	15:20	490	7.13	922.41	5.87	922.78	7.14	922.75
	16:30	490	7.16	922.38	5.90	922.75	7.16	922.73
	18:25	490	7.19	922.35	5.92	922.73	7.19	922.70
25.08.92	07:45	490	7.31	922.23	6.03	922.62	7.30	922.59
	08:25	490	7.31	922.23	6.03	922.62	7.31	922.58
	08:30	710						
	09:45	710	7.65	921.89	6.15	922.50	7.43	922.46
	11:40	710	7.69	921.85	6.19	922.46	7.47	922.42
	13:40	710	7.73	921.81	6.23	922.42	7.50	922.39
	16:50	710	7.77	921.77	6.26	922.39	7.54	922.35
26.08.92	07:45	710	7.89	921.65	6.38	922.27	7.67	922.22
	08:10	710						
	08:15	710						
	08:20	710	7.88	921.66	6.38	922.27	7.67	922.22
	09:40	710	7.89	921.65	6.38	922.27	7.68	922.21
	11:35	710	7.90	921.64	6.41	922.24	7.70	922.19
	14:05	700	7.95	921.59	6.45	922.20	7.74	922.15
	16:40	700	7.98	921.56	6.48	922.17	7.77	922.12
27.08.92	07:50	680	8.16	921.38	6.67	921.98	7.95	921.94
	08:50	680	8.17	921.37				
	09:00	680						
	09:30	680	8.18	921.36				

KB 2 929.05		KB 3 928.28		Bach 1 931.71		Bach 2 929.25		Bach 3 926.33		Bach 4 924.54		Bach 5 923.96		Bemerkungen
Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich RS	M. ü. M.	Abstich UKET	M. ü. M.	Abstich OKEP	M. ü. M.	Abstich SB	M. ü. M.	Abstich OKBB	M. ü. M.	
5.15	923.90	4.50	923.78					1.04	925.29					Ruhe-Grundwasserspiegel vor Brunnenentsandung, Hochwasserstand
5.98	923.07	5.22	923.06					1.18	925.15					kalt und trocken, Pumpdauer ca. 5 Std./Tag
5.35	923.70	4.62	923.66					1.12	925.21					kalt und trocken
														Pumpdauer 24 Std./Tag
5.88	923.17	4.97	923.31					1.06	925.27					Schneeschnelze
5.25	923.80	4.50	923.78	0.34	931.37	1.04	928.21	1.00	925.33	0.53	924.01			Schneeschnelze, Hochwasserstand
5.80	923.25	5.02	923.26			1.02	928.23	1.03	925.30	0.56	923.98			trocken, Pumpdauer ca. 10 Std./Tag
								1.15	925.18					trocken, Pumpdauer ca. 10 Std./Tag
5.75	923.30	5.08	923.20	0.38	931.33	1.10	928.15	1.15	925.18			1.30	922.66	schön, Pumpdauer ca. 10 Std./Tag
6.04	923.01	5.18	923.10	0.38	931.33	1.12	928.13	1.11	925.22	0.64	923.90	1.30	922.66	trocken, Pumpdauer ca. 10 Std./Tag
6.55	922.50	5.67	922.61	0.43	931.28	1.16	928.09	1.14	925.19	0.68	923.86	1.36	922.60	schön, Pumpdauer 24 Std./Tag
6.35	922.70	5.44	922.84	0.45	931.26	1.20	928.05	1.19	925.14	0.72	923.82	1.40	922.56	Pegelstand gesunken, da Pfannenstielquelle ins Netz geleitet
5.93	923.12	5.14	923.14	0.43	931.28	1.16	928.09	1.14	925.19	0.68	923.86	1.36	922.60	Ruhe-GWSP, Niederwasserstand, Pfannenstielquelle im Bach!!
														schön, Stand Wasseruhr: 45'132 m³
														Beginn Stufenpumpversuch, Pumpdauer 24 Std./Tag
		5.19	923.09											
5.97	923.08	5.23	923.05											
6.07	922.98	5.32	922.96											
6.09	922.96	5.34	922.94											
6.12	922.93	5.36	922.92											
6.14	922.91	5.38	922.90											
6.18	922.87	5.40	922.88											
6.32	922.73	5.49	922.79	0.44	931.27	1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.36	922.60	schön
		5.49	922.79											
6.38	922.67	5.55	922.73											
6.41	922.64	5.59	922.69											
6.45	922.60	5.62	922.66											
6.50	922.55	5.65	922.63											
6.63	922.42	5.75	922.53	0.44	931.27	1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.38	922.58	schön
														Pfannenstielquelle Q ca. 700 l/min, Bergquelle Q ca. 90 l/min,
														Sickerrohr Q ca. 40 l/min
														Pfannenstielquelle ins Netz geleitet
6.63	922.42	5.75	922.53	0.44	931.27	1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.38	922.58	
6.64	922.41	5.76	922.52	0.46	931.25	1.21	928.04	1.17	925.16	0.71	923.83	1.41	922.55	GWSP noch fast stabil, Bachbett oberhalb Brücke teilw. ausgetrocknet
6.66	922.39	5.79	922.49	0.46	931.25	1.21	928.04	1.17	925.16	0.72	923.82	1.42	922.54	Grundwasserspiegel sinkt stärker (reagiert nach rund ca. 2-3 Std.)
6.68	922.37	5.85	922.43	0.46	931.25	1.22	928.03	1.18	925.15	0.72	923.82	1.43	922.53	Stand Wasseruhr: 46'975 m³
6.71	922.34	5.89	922.39	0.46	931.25	1.22	928.03	1.18	925.15	0.72	923.82	1.44	922.52	trocken
6.88	922.17	6.07	922.21	0.46	931.25	1.22	928.03	1.19	925.14	0.72	923.82	1.59	922.37	schön, Bachbett bei der Brücke ausgetrocknet!
6.89	922.16	6.08	922.20					1.19	925.14					
														Pfannenstielquelle im Bach!
6.89	922.16					1.19	928.06	1.19	925.14					

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Stufenpumpversuch

vom 24. August bis 6. Oktober 1992

SAMMELTABELLE DER WASSERSPIEGELMESSUNGEN UND
PUMPPROTOKOLL (BLATT 2)

ABKÜRZUNGEN :

OKRF	Oberkante Rohrflansch
OKPR	Oberkante Piezometerrohr
SB	Steinblock (Abstichpunkt rot markiert)
RS	Rohrscheitel (rot markiert) Als Bachverbauung eingelegtes Betonrohr
OKEP	Oberkante Eisenpfahl (rot markiert)
UKET	Unterkante Eisenträger (Steg)
OKBB	Oberkante Betonbrücke (rot markiert)

Datum	Zeit	Pump- menge l/min	GVFB 929.54		RB 1/72 928.65		KB 1 929.89	
			Abstich OKRF	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.
27.08.92	10:30	680	8.19	921.35	6.70	921.95	7.98	921.91
	13:20	680	8.19	921.35	6.68	921.97	7.97	921.92
	15:20	690	8.18	921.36	6.66	921.99	7.96	921.93
	15:30	0						
	15:35	0	7.40	922.14	6.46	922.19	7.76	922.13
	15:40	0	7.38	922.16	6.44	922.21	7.74	922.15
	15:50	0	7.34	922.20	6.41	922.24	7.70	922.19
	16:10	0	7.29	922.25	6.37	922.28	7.66	922.23
	18:00	0	7.14	922.40	6.22	922.43	7.51	922.38
	20:30	0	7.02	922.52	6.10	922.55	7.39	922.50
28.08.92	07:35	0	6.71	922.83	5.80	922.85	7.08	922.81
	08:50	0	6.69	922.85				
	09:25	0	6.68	922.86				
	09:30	1000						
	09:45	1000	7.89	921.65	6.16	922.49	7.43	922.46
	10:00	1000	8.02	921.52	6.22	922.43	7.50	922.39
	10:30	1000	8.09	921.45	6.28	922.37	7.56	922.33
	11:00	1000	8.16	921.38	6.33	922.32	7.61	922.28
	11:30	1000	8.23	921.31	6.38	922.27	7.67	922.22
	13:15	1000	8.32	921.22	6.49	922.16	7.78	922.11
	14:00	1000	8.37	921.17				
	15:00	1000	8.41	921.13	6.55	922.10	7.85	922.04
	15:30	1000	8.42	921.12	6.57	922.08	7.87	922.02
	16:00	1000	8.44	921.10	6.59	922.06	7.89	922.00
	16:05	1250						
	16:15	1250	8.73	920.81	6.66	921.99	7.96	921.93
	16:25	1250	8.84	920.70	6.68	921.97	8.00	921.89
	17:00	1250	8.92	920.62	6.73	921.92	8.04	921.85
	17:30	1250	8.97	920.57	6.76	921.89	8.08	921.81
	18:15	1250	9.01	920.53	6.80	921.85	8.12	921.77
	20:15	1250	9.08	920.46	6.87	921.78	8.19	921.70
29.08.92	07:30	1250	9.40	920.14	7.10	921.55	8.46	921.43
	11:00	1250	9.48	920.06	7.15	921.50	8.51	921.38
	11:15	0						
	11:20	0	7.74	921.80	6.76	921.89	8.11	921.78
	11:25	0	7.70	921.84	6.73	921.92	8.07	921.82
	11:35	0	7.65	921.89	6.69	921.96	8.02	921.87
	13:30	0	7.39	922.15	6.45	922.20	7.76	922.13
	14:45	0	7.30	922.24	6.37	922.28	7.68	922.21
	15:00	1400/0						
	17:30	1400/0						
	17:35	0						
	18:30	1100						

KB 2 929.05		KB 3 928.28		Bach 1 931.71		Bach 2 929.25		Bach 3 926.33		Bach 4 924.54		Bach 5 923.96		Bemerkungen
Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich RS	M. ü. M.	Abstich UKET	M. ü. M.	Abstich OKEP	M. ü. M.	Abstich SB	M. ü. M.	Abstich OKBB	M. ü. M.	
6.90	922.15	6.09	922.19	0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.68	923.86	1.60	922.36	Grundwasserspiegel wird stabil oder steigt (reagiert nach rund ca. 2 - 3 Std.), Im Bachbett oberhalb der Brücke wieder Wasser! Pegel KB 3 steigt am stärksten (Uferinfiltration!!)
6.91	922.14	6.04	922.24	0.43	931.28	1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.41	922.55	
6.91	922.14	6.01	922.27											
		5.96	922.32											
		5.95	922.33											
6.88	922.17	5.93	922.35			1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.39	922.57	
6.86	922.19	5.90	922.38											
6.74	922.31	5.76	922.52											
6.62	922.43	5.65	922.63											
6.26	922.79	5.39	922.89			1.17	928.08	1.15	925.18	0.68	923.86	1.37	922.59	Föhnsturm
														Stand Wasseruhren: 48'019 m³/0 m³
6.31	922.74	5.53	922.75											
6.35	922.70	5.57	922.71											
6.40	922.65	5.62	922.66											
6.44	922.61	5.66	922.62											
6.48	922.57	5.69	922.59	0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.68	923.86	1.39	922.57	
6.58	922.47	5.78	922.50	0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.69	923.85	1.39	922.57	
6.65	922.40	5.83	922.45											
6.67	922.38	5.85	922.43	0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.68	923.86	1.39	922.57	Stand Wasseruhren 48'256 m³/111 m³
		5.86	922.42											
6.70	922.35	5.88	922.40											
6.72	922.33	5.90	922.38											
6.75	922.30	5.93	922.35											
6.78	922.27	5.95	922.33											
				0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.68	923.86	1.40	922.56	
6.89	922.16	6.04	922.24											
7.14	921.91	6.23	922.05	0.43	931.28	1.18	928.07	1.16	925.17	0.68	923.86	1.40	922.56	schön
7.20	921.85	6.26	922.02											
		6.19	922.09											
7.18	921.87	6.16	922.12											
7.03	922.02	5.96	922.32					1.16	925.17	0.68	923.86	1.40	922.56	
														Nachentsandung: alle 10 Min. wechselweise
														Q ca. 1'400/0 l/min
														Stand Wasseruhren: 49'120 m³/750 m³

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Stufenpumpversuch

vom 24. August bis 6. Oktober 1992

SAMMELTABELLE DER WASSERSPIEGELMESSUNGEN UND
PUMPPROTOKOLL (BLATT 3)

ABKÜRZUNGEN :

OKRF	Oberkante Rohrflansch
OKPR	Oberkante Piezometerrohr
SB	Steinblock (Abstichpunkt rot markiert)
RS	Rohrscheitel (rot markiert) Als Bachverbauung eingelegtes Betonrohr
OKEP	Oberkante Eisenpfahl (rot markiert)
UKET	Unterkante Eisenträger (Steg)
OKBB	Oberkante Betonbrücke (rot markiert)

Datum	Zeit	Pump- menge l/min	GVFB 929.54		RB 1/72 928.65		KB 1 929.89	
			Abstich OKRF	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.	Abstich OKPR	M. ü. M.
30.08.92	14:00	1100	8.82	920.72				
31.08.92	07:45	1100	8.90	920.64	6.99	921.66	8.35	921.54
	13:30	1100	8.91	920.63	7.01	921.64	8.37	921.52
	14:15	1000						
	14:20		8.84	920.70				
	16:45		8.83	920.71				
01.09.92	07:45		8.43	921.11				
	17:00		8.26	921.28				
02.09.92	07:30		8.30	921.24				
	19:00		8.33	921.21				
03.09.92	07:30		8.37	921.17				
	17:00		8.38	921.16				
04.09.92	08:00		8.43	921.11				
05.09.92	10:00		8.06	921.48				
06.09.92	15:00		8.12	921.42				
07.09.92	07:30		8.18	921.36				
08.09.92	11:40		8.33	921.21				
10.09.92	11:00		8.39	921.15				
12.09.92	11:00		8.48	921.06				
14.09.92	11:00		8.58	920.96				
16.09.92	11:00		8.49	921.05				
21.09.92	08:30		8.69	920.85				
24.09.92	08:00		8.80	920.74				
26.09.92	10:00		8.89	920.65				
28.09.92	08:00		9.01	920.53				
30.09.92	16:30		9.08	920.46				
02.10.92	08:30		9.17	920.37				
05.10.92	08:00		9.12	920.42	7.26	921.39	8.62	921.27
	16:15		9.14	920.40	7.27	921.38	8.64	921.25
06.10.92	08:00		9.23	920.31	7.32	921.33	8.68	921.21
	10:55	940	9.24	920.30	7.33	921.32	8.69	921.20
	11:00	0						
	11:01	0	8.55	920.99				
	11:05	0	8.13	921.42	7.08	921.57	8.44	921.45
	11:20	0	7.97	921.57	7.00	921.65	8.34	921.55
	11:45	0	7.87	921.67	6.92	921.73	8.25	921.64
	13:30	0	7.72	921.82	6.78	921.87	8.10	921.79
	17:00	0	7.55	921.99	6.61	922.04	7.92	921.97
07.10.92	07:00	0	7.09	922.45	6.17	922.48	7.47	922.42
	18:00	0	6.84	922.70	5.93	922.72	7.20	922.69
08.10.92	07:00	0	6.67	922.87	5.77	922.88	7.03	922.86
	16:00	0	6.60	922.94	5.70	922.95	6.96	922.93
09.10.92	07:00	0	6.52	923.02	5.62	923.03	6.88	923.01
	18:30	0	6.48	923.06	5.58	923.07	6.84	923.05
10.10.92	08:15	0	6.45	923.09	5.55	923.10	6.81	923.08
	12:15	0	6.44	923.10	5.54	923.11	6.80	923.09

[illegible]

Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Tägliche Niederschlagswerte der SMA-Station
Brülisau Nr. 2270 vom
August, September und Oktober 1992

Tägliche Niederschlagswerte

Hauteurs des précipitations journalières

Erläuterungen zu den Ergebnissen der täglichen Niederschlagsmessungen

Die linke Seite enthält die vollständige Ortsbezeichnung mit ihrer Ordnungsnummer und ihrer Höhenlage über Meer, nach den Haupt-Flussgebieten geordnet. Anschliessend sind die Werte der ersten 15 Tage des Monats aufgeführt. Die rechte Seite enthält die Messungen der zweiten Monatshälfte, sowie die Monatssumme mit ergänzenden Angaben (gleiche Paginierung der zwei Seiten nach der Ordnungszahl des Monats). Die Tagesmengen in Millimetern beziehen sich auf die Zeit von 07.30 Uhr bis 07.30 Uhr des Folgetages.

Der höchsten Tagesmenge des Monats wird das Symbol X (Maximum) angehängt. Ein + bedeutet, dass die Angabe aus der Verteilung einer mehrtägigen Sammelmeldung entstanden ist. Die mit * bezeichneten Werte fehlen in der Originalmeldung und sind aufgrund benachbarter Stationen interpoliert. Ein Punkt bedeutet sowohl "kein Niederschlag" als auch "Spuren" (unter 0.05mm).

Die Kolonne MONAT enthält die Monatssumme, gefolgt von PZ mit der Angabe, wievielen Prozenten des 60-jährigen Mittelwertes 1901-1960 die gemessene Monatssumme entspricht; 100% entsprechen der Norm. In der anschliessenden Spalte ≥ 1 steht die Anzahl der Tage des Monats mit mindestens 1,0mm Niederschlag. Unter ABW ist die Abweichung der links stehenden Zahl der Tage vom 60-jährigen Mittelwert enthalten (das Minuszeichen steht für unternormale Werte). Unter MAX wird der Kalendertag des betreffenden Monats angegeben, an welchem die grösste 24-stündige Niederschlagsmenge, von 07.30 Uhr bis 07.30 Uhr des Folgetages, auftrat. Abschliessend wird die auf der linken Seite vollständig aufgeführte Stationsbezeichnung in abgekürzter Form wiederholt.

A u g u s t 1992

T a e g l i c h e r

Nr	Station	Hoehe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2230	Schwaegalp	1295	13.7	.	26.8	.3	.	.	1.8	.	.	24.2	26.4	.	.	16.7	2.3
2240	Urnaesch	850	3.6	.	6.3	6.9	.	.	2.0	.	.	20.0	26.3	.	.	5.3	.
2250	Kronberg AI	1652	11.4	.	10.4	4.6	.	.	2.8	.	.	22.1	19.6	.	.	7.6	.
2260	Befang bei Hundwil	860	13.7	.	5.7	1.9	.	.	2.5	.	.	17.4	14.0	.	.	6.9	.
2270	Bruelisau	935	8.4	.	1.1	15.7	.	.	.	.	.	16.3	27.5	.	.	5.8	.
2280	Appenzell	791	46.1	.	9.9	1.8	.	.	2.4	.	.	13.2	22.4	.	.	6.6	.
2300	Stein AR	780	15.6	.	3.1	1.3	.	.	.2	.	.	12.3	5.5	.	.	6.4	.
2340	Teufen	848	13.3	.	1.7	4.0	.	.	.	.	.	17.6	10.5	.	.	9.7	.
2360	Bischofszell	467	1.8	.	14.4	2.2	.	.	.	.	.	16.4	.3	.	.	2.1	.
2380	Sulgen	476	2.1	.	7.4	2.6	.	.	.	.	.	12.1	12.6	.	.	3.0	.
2400	Weinfelden	429	.	.	5.0	2.0	.	.	.	.	.	15.8	.1	.	.	3.4	.
2420	Illhart	540	.	.	4.1	.8	.	.	.	.	.	9.4	.	.	.	3.3	.
2430	Bonau	413	.1	.	5.2	1.2	.	.	.	.	.	10.7	.	.	.	3.9	.
2450	Au bei Fischingen	690	6.7	.	18.1	1.8	.	.	.4	.	.	13.2	5.1	.	.	5.8	.
2510	Taenikon	536	.3	.	5.2	1.4	.	.	.	.	.	11.5	.	.	.	4.4	.
2540	Aadorf	532	.4	.	5.3	1.3	.	.	.	.	.	11.9	.	.	.	4.8	.
2550	Braunau	630	1.5	.	5.5	.	.	.	.	.	.	16.8	5.6	.	.	4.9	.
2560	Affeltrangen	485	.1	.	6.2	.	.	.	.	.	.	10.9	6.0	.	.	3.4	.
2581	Thundorf	572	.	.	9.4	.	.	.	.	.	.	12.5	.	.	.	3.6	.
2600	Frauenfeld	402	.	.	5.5	1.4	.	.	.	.	.	12.8	.	.	.	3.8	.
2620	Kalchrain	580	.	.	4.8	.3	.	.	.	.	.	15.0	.	.	.	3.5	.
2650	Niederneunforn	450	.	.	5.7	.1	.	.	.	.	.1	14.5	.	.	.	3.3	.
6.	Limmat																
3020	Weisstannen	998	12.5	7.5	5.2	1.0	.	5.6	.7	.	.	25.1	7.6	.	.	7.7	.5
3260	Weesen	424	28.3	.	.	3.7	.	.	8.2	.	.	19.9	17.1	.	.	12.3	.
3280	Schaenis	415	8.7	.	7.1	13.9	.	.	5.7	.	.	32.7	24.1	.	.	17.0	.
3300	Doggen Benken SG	408	2.4	.	2.2	7.8	.	.	7.2	.	.1	21.5	20.7	.	.	16.1	.
3500	Rapperswil SG	409	3.3	.	23.0	2.5	.	.	4.0	.	2.0	20.0	2.0	.	.	10.5	.
3540	Waedenswil	463	12.0	.	12.8	3.1	.	.	1.6	.	.5	26.7	2.5	.	.	8.2	.
7.	Reuss																
4140	Altdorf	449	12.3	9.4	21.7	3.3	.	.	1.3	.	.8	20.3	2.0	.	.	2.4	.
4270	Schwyz(Ibach)	448	18.8	.	14.3	4.8	.	.	1.2	.	1.8	16.9	3.7	.	.	5.8	.
4590	Luzern	456	26.6	.7	9.9	4.2	.	.	.3	.	4.0	15.5	.	.	.	9.9	.

(205)

08/2

N i e d e r s c h l a g (mm)

A u g u s t

1992

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Monat	PZ >1	Abw	MX	Stat
.	.	.	.	9.9	10.0+	7.3+	6.7	.	.	.	.	.	38.1	.	64.3x	248.5	- 13	-	31	Schw
.	.	.	.	29.0	6.5	3.4	9.0	.	.	.	.	.	32.0	.	40.8x	191.1	98 13	-1	31	Urna
.	.	.	.	6.4	4.8	3.2	3.6	.	.	.	.	.	30.5	.	39.0x	166.0	- 13	-	31	Kron
.	.	.	.	14.9	5.0	.2	13.7	.	.	.	.	.	27.8	.2	38.8x	162.7	86 12	-2	31	Befa
.	.	.	.	4.0	4.2	.5	3.6	.	.	.	.6	.	23.8*	.	48.5x	159.4	- 11	-	31	Brue
.	.	.	.	6.5	3.8	2.4	4.2	.	.	.	.	.	28.4	.	49.9x	198.2	110 13	-1	31	Appe
.	.	.	.	16.4	3.4	.1	8.2	.	.	.	.	.	26.3	.	27.3x	126.1	79 11	-3	31	Steil
.	.	.	.	21.8	2.5	.2	10.1	.	.	.	.	.	29.5	.	36.0x	156.9	90 11	-3	31	Teuf
.	.	.	.	2.6	2.5	.	3.7	.	.	.2	.	.	27.8x	.1	20.8	94.9	74 10	-3	29	Bisc
.	.	.	.	1.8	3.1	.	1.8	.	.	.3	.1	.	23.5x	.2	17.4	88.0	77 11	-1	29	Sulg
.	.	.	.	.8	2.6	.	1.4	.	.	.3	.3	.	22.8x	.	18.3	72.5	65 8	-4	29	Wein
.	.	.	.	.2	1.6	.	8.0	.	.	.4	.3	.	19.8x	.	14.3	62.2	59 7	-4	29	Ilh
.	.	.	.	.3	2.0	.3	1.6	.	.	.3	.4	.	18.8x	.2	18.7	63.7	- 8	-	29	Bona
.	.	.	.	2.2	4.8	.3	9.5	.	.	.	.	.	28.0	.2	28.2x	124.3	- 11	-	31	Au b
.	.	.	.	1.1	3.4	.2	1.1	.	.	.1	.4	.	17.8	.	19.5x	66.3	51 9	-3	31	Taen
.	.	.	.	1.4	4.0	.3	1.3	.	.	.1	.	.	16.8	.1	18.0x	65.7	54 9	-3	31	Aado
.	.	.	.	2.0	3.9	.	1.9	.	.	.	.	.	25.5x	.	19.9	87.5	- 10	-	29	Brau
.	.	.	.	1.3	5.0	.	2.0	.	.	.	.	.	21.4x	.	15.7	72.0	61 9	-3	29	Affe
.	.	.	.	1.3	1.9	.	2.0	.	.	.	.	.	18.8+	.	20.3*	69.8	63 8	-3	31	Thun
.	.	.	.	3	3.8	1.0	7.7	.	.	.2	.	.	18.2	.	26.2x	80.9	79 9	-3	31	Frau
.	.	.	.	.5	3.7	.3	1.5	.	.	.6	.	.	20.5x	.	15.4	66.1	65 7	-4	29	Kalc
.	.	.	.	.3	3.9	.4	.	.	.	.9	.	.	19.8x	.1	16.4	65.5	68 6	-5	29	Nied
.	.	.	.	14.1	22.4	9.5	2.0	.	.	6.9	.	.9	26.6	1.5	48.2x	191.4	115 15	0	31	Weis
.	.	.	.	20.0+	19.9	4.8	4.9	.	.	.8	.5	.	28.8	.3	39.8x	203.4	103 12	-2	31	Wees
.	.	.	.	10.9	37.2+	4.5	1.9	.	.	.	.5	.	34.6	.	34.3	242.2	132 13	-1	21	Scha
.	.	.	.	4.0	20.8	5.6	43.0x	.	.	.	.	.	35.7	.	27.6	221.6	127 13	-1	23	Dogg
.	.	.	.	.	13.5	2.0	16.3	.	.	.	.	.	31.6x	.	27.5	162.2	99 14	1	29	Rapp
.	.	.	.	2.8	7.3	.5	8.1	.	.	.	.2	.	32.3x	.	27.7	146.3	94 12	-1	29	Maed
.	.	.	.	4.5	22.4	7.4	.4	.	.	5.9	.1	.	17.2	.4	34.7x	166.5	116 14	0	31	Altd
.	.	.	.	13.2	32.8	3.2	1.1	.	.	.9	.	.	27.7	.	34.0x	180.2	- 14	-	31	Schw
.	.	.	.3	13.0	28.1x	3.0	2.5	.	.	.	.	.	25.7	.	22.6	166.3	112 12	-2	21	Luze

S e p t e m b e r 1992

T a e g l i c h e r

Nr	Station	Hoehe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2230	Schwaegalp	1295	5.4	1.5	15.7	57.8x	1.0	.	.	4.8	2.4	.4	.	.	12.3	20.7	.
2240	Urnaesch	850	4.2	.2	14.4	38.8x	.	.	.	4.2	.7	.4	.8	.	.	22.5	.
2250	Kronberg AI	1652	1.1	.2	14.8	28.4x	.	.	.	5.5	.7	.3	.	.	.	18.3	.
2260	Befang bei Hundwil	860	.8	.	15.0	17.3	.6	.	.	5.8	.8	3.0	.2	.	.	20.8x	.
2270	Bruelisau	935	.	.	13.7	31.4x	.	.	.	3.4	2.1	.	.	.	.	21.2	.
2280	Appenzell	791	1.9	.	21.9	36.1x	.1	.	.	5.6	.5	.1	.6	.	.	22.5	.
2300	Stein AR	780	.2	.	10.1	24.6x	.1	.	.	3.9	.1	1.0	.2	.	.1	14.3	.
2340	Taufen	848	.4	.	11.1	27.9x	1.1	.	.	4.8	.6	1.5	.1	.	.1	18.4	.
2360	Bischofszell	467	.1	.1	2.9	11.1x	.	.	.	3.5	.	1.3	.5	.	.3	9.6	.
2380	Sulgen	476	.2	.3	2.5	7.4	.	.	.	1.1	.1	2.9	.6	.1	.3	14.3x	.
2400	Weinfelden	429	1.0	.2	1.8	5.6	.	.	.	.4	.	1.0	4.3	.4	1.0	7.4x	.
2420	Illhart	540	.8	1.2	2.1	7.1x	.	.	.5	.5	.	.2	2.0	1.8	5.8	5.1	.
2430	Bonau	413	.8	.4	2.8	5.4	.2	.4	.3	.5	.	.2	3.9	1.9	3.5	4.0	.
2450	Au bei Fischingen	690	3.1	.3	7.9	26.0x	.1	.	.	2.2	.1	1.5	.5	1.2	.8	13.2	.
2510	Taenikon	536	3.2	.2	3.6	17.4x	.1	.	.	1.4	.2	.8	.5	.2	1.7	13.7	.1
2540	Aadorf	532	5.6	.	3.6	11.0	.	.	.	1.4	.2	1.0	1.5	.4	2.3	17.3x	.
2550	Braunau	630	1.0	.1	3.5	9.3	.	.	.	1.0	.1	1.0	1.4	1.8	1.0	18.4x	.
2560	Affeltrangen	485	1.1	.	3.4	7.0	.	.	.	.5	.1	.5	3.2	.1	.4	4.4	.
2581	Thundorf	572	1.9	.	3.9	6.8	.	.	.8	.5	.5	.5	3.8	.	6.8	5.2	.
2600	Frauenfeld	402	2.4	.6	3.4	9.4x	.3	.	.	.5	.2	.5	4.4	.3	4.4	4.6	.
2620	Kalchrain	580	1.7	1.1	2.6	5.6	.	.	.6	.4	.	.	2.6	2.7	5.6	9.3x	.
2650	Niederneunforn	450	1.4	.6	1.0	7.9x	.	.	.4	.3	.	.	3.3	3.7	7.5	3.2	.
6. Limmat																	
3020	Weisstannen	998	1.6	.	7.2	27.0x	1.4	.	.	5.4	.6	1.3	.	.	.2	7.3	.
3260	Weesen	424	2.3	.2	8.4	47.7x	2.8	.	.	4.3	.6	.4	.	.	.	23.2	.
3280	Schaenis	415	.7	.4	15.1	39.8x	1.6	.	.	4.0	1.2	11.6	.	.	.	38.6	.
3300	Doggen Benken SG	408	2.9	3.9	13.7	39.9x	1.0	.	.	3.9	2.2	6.4	.	.	.	30.5	.
3500	Rapperswil SG	409	1.0	.5	10.8	19.2	.	.	.	5.0	1.0	4.0	.	.	5.7	23.0x	.
3540	Maedenswil	463	.9	.6	11.2	24.3x	.	.	.	3.8	.9	5.9	.	.	.4	21.5	.
7. Reuss																	
4140	Altdorf	449	.9	.7	10.0	18.3x	.	.	.	6.7	.4	7.9	.	.	1.5	8.6	.
4270	Schwyz (Ibach)	448	.	.1	13.9	24.7x	.	.	.1	3.7	.4	10.2	.	.	.	11.3	.
4590	Luzern	456	.1	.1	10.2	11.2	.	.	.	3.9	.4	7.4	.	.	.1	27.2x	.

(205) 09/2

Niederschlag (mm)

September 1992

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Monat	PZ >1	Abw	MX	Stat	
.	.	.	.	.	.	.4	5.8	.	.	.	.	14.7	11.5	.	154.0	-12	-	4	Schw	
.	.	.	.	.	.	.	2.0	.	.	.	.	7.0	5.9	.	101.5	69	-4	4	Urna	
.	.	.	.	.	.	.	5.9	.	.	.	.	13.3	4.6	.	92.4	8	-	4	Kron	
.	.	.	.	.	.	.	4.1	.	.	.	.	6.3	4.2	.	78.9	53	-4	14	Befa	
.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.	.	3.4	10.1	.	88.1	-8	-	4	Brue	
.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	5.3	7.1	.1	105.1	78	-4	4	Appe	
.	.	.	.	.	.	.3	3.8	.2	.	.	.	4.3	3.7	.	66.4	52	-3	4	Steil	
.	.	.	.	.	.	1.4	4.0	.	.	.	.	8.8	7.1	.	86.4	63	-3	4	Teuf	
.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	9.0	5.0	.	45.9	47	-2	4	Bisc	
.	.	.	.1	.	.	1.3	2.0	.	.	.	.	7.7	6.5	.	47.3	54	-1	14	Sulg	
.	.	.	.4	.	.	.4	1.0	.	.	.	.	5.0	4.9	.2	34.7	42	0	14	Wein	
.	.	.	.7	.	.	.7	2.0	.	.	.	.	6.5	4.8	.5	41.4	48	0	4	Illh	
.	.	.	.4	.	.	.1	1.6	.	.	.	.	7.8*	3.8	.4	39.0	-9	-	28	Bona	
.	.	.	.	.	.	.	.8	.	.	.	.	13.5	4.2	.7	76.2	-9	-	4	Au b	
.	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	6.8	4.9	.	55.8	55	-1	4	Taen	
.	.	.5	.5	.	.	1.0	1.4	.	.1	.	.	8.0	3.9	.	57.7	62	11	14	Aado	
.	.	.	.	.	.	.2	2.6	.	.	.	.	8.6	4.6	.	56.3	-13	-	14	Brau	
.	.	.	.	.	.	.8	1.2	.	.	.	.	9.5*	2.7	.	34.6	39	8	-28	Affe	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10.0*	3.2	.	44.7	50	8	-1	28	Thun
.	.	.	.	.	.	.	2.0	.	.1	.	.	7.5	3.8	1.0	46.0	54	10	0	4	Frau
.	.	.	.	.	.	.	1.9	.	.	.	.	4.0	6.0	.1	43.9	54	11	1	14	Kalc
.	.	.	.	.	.	.	2.7	.	.	.	.	6.5	4.4	.1	43.0	54	10	1	4	Nied
.	.	.	.	.9	.	.6	10.2	.	.	.	.	9.7	8.4	.5	82.3	67	10	-2	4	Weis
.	.	.	.	.	.	.	1.4	.	.	.	.	8.4	6.2	.2	106.1	73	9	-2	4	Wees
.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	12.4	8.1	.4	135.0	99	10	-1	4	Scha
.	.	.	.	.	.	.	.7	.	.	.	.	14.2	6.5	1.3	127.1	99	12	1	4	Dogg
.	.	.	.	.	.	.	.5	.	.	.	.	7.5	1.0	.5	79.7	66	10	-1	14	Rapp
.	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	3.8	4.4	.2	78.9	65	8	-3	4	Maed
.	.	5.1	.	.	.	10.1	3.2	.	.	.	.	16.1	4.2	.	87.9	81	10	-1	4	Altd
.	.	.	.	.	.	1.3	1.8	.	.	.	.	19.2	3.3	.	95.3	-10	-	4	4	Schw
.	.	.	.	.	.	.4	1.0	.	.	.	.	11.8	2.9	.	76.7	70	8	-3	14	Luze

O k t o b e r 1992

T a e g l i c h e r

Nr	Station	Hoehe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2230	Schwaegalp	1295	1.2	16.2	.1	.3	.	6.9	2.4	.	3.5	3.3	.3	.5	.	.	.
2240	Urnaesch	850	.4	5.2	.	.	.	6.2	1.2	.	.8	4.1	1.9	.1	.1	.	.
2250	Kronberg AI	1652	1.1	13.5	1.2	.	.	9.6	1.1	.	.8	2.7	2.5	.6	.	.	.2
2260	Befang bei Hundwil	860	.3	6.6	.2	.	.	6.0	1.6	.	.5	7.8	4.7	.3	.2	.	.
2270	Bruelisau	935	.6	13.7	.	.	.	11.1	1.3	.	1.8	3.8	3.9	.9	.3	.	.
2280	Appenzell	791	1.1	3.0*	.	.	.	9.5	1.3	.	.7	6.1	6.9	.3	.	.	.
2300	Stein AR	780	.1	3.7	.	.	.	4.2	.6	.	.1	4.4	2.0	.	.	.	.1
2340	Teufen	848	1.6	5.5	.	.	.2	6.8	1.1	.	.8	4.4	1.7	.	.5	.	.
2360	Bischhofszell	467	.	6.4	.	.	.	3.0	.1	.	1.1	2.1	.	.	.	.	.8
2380	Sulgen	476	.1	2.0	.	.	.2	4.5	.8	.	2.9	3.0	.	.	.	.	1.1
2400	Weinfelden	429	.4	3.0	.	.	.	3.7	.8	.	2.6	3.2	.	.	.	.	.3
2420	Illhart	540	.	1.2	.6	.1	.1	5.3	.3	.	4.2	4.5	.	.	.	.	1.5
2430	Bonau	413	.	1.3	.3	.	.	5.7	.5	.	3.5	3.4	.	.	.	.	.8
2450	Au bei Fischingen	690	.2	3.3	.	.	.	7.4	1.2	.	2.2	7.3	1.0	.	.	.	1.4
2510	Taenikon	536	.	1.2	.1	.	.	5.0	.2	.	2.3	10.6	.1	.	.	.	.2
2540	Aadorf	532	.2	1.3	.1	.	.	5.7	.3	.	3.7	8.5	.4	.	.	.	.5
2550	Braunau	630	.1	3.0	.	.	.	3.0	1.0	.	3.0	7.0	.1	.	.	.	1.0
2560	Affeltrangen	485	.8	1.2	.	.	.	5.3	.	.	3.1	5.5	.1	.	.	.	.
2581	Thundorf	572	.	1.4	.	.	.	4.9	.	.	3.0	6.0	.	.	.	.	.
2600	Frauenfeld	402	.6	1.4	.3	.	.	5.3	.6	.	4.6	7.4	.	.	.	.	.5
2620	Kalchrain	580	.1	1.8	.1	.1	.	2.6	.7	.	5.2	8.3	.	.	.	.	.6
2650	Niederneunforn	450	.1	3.0	.	.1	.	2.4	.7	.	5.9	7.2	.	.	.	.	.5
6. Limmat																	
3020	Weisstannen	998	.	5.4	.5	.2	.2	4.7	.1	.	.	1.9	.5	.	.	.	1.5
3260	Weesen	424	.2	5.9	.	.	.	5.2	.3	.	.	2.4	.3	.	.	.	.
3280	Schaenis	415	.3	7.9	.	.	.	11.2	.	.	1.2	2.6	.	.	.	.	.
3300	Doggen Benken SG	408	.3	7.3	.	.	.	13.6	.	.	.7	3.7	.	.	.	.	.
3500	Rapperswil SG	409	1.0	7.3	.	.	.	3.2	.	.	1.1	4.8	.	.	.	.	.2
3540	Waedenswil	463	.1	6.0	.	.	.	2.2	.	.	.2	5.8	.1	.	.	.	.3
7. Reuss																	
4140	Altdorf	449	.1	9.2	.8	.	.4	.5	.1	.	.	3.5	2.9	.	.	.	.
4270	Schwyz(Ibach)	448	.1	10.5	1.7	.	.	.5	.1	.	1.0	4.5	2.9	.	.	.	.
4590	Luzern	456	.3	5.0	.	.	.	29.8	.4	.	1.3	8.2	2.8	.3	.	.	.1

(205) 10/2
O k t o b e r 1992

N i e d e r s c h l a g (mm)

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Monat	PZ >1	Abw	MX	Stat
.9	19.4	2.4	.4	4.7	39.3x	.	25.3	22.2	25.3	10.9	3.0	36.6	.	1.9	.7	222.6	-	16	-	21 Schw
.9	13.1	.3	.4	4.7	31.0	.	25.7	16.0	24.9	4.3	2.6	50.7x	.	.9	.3	195.8	166	14	3	28 Urna
.8	13.0+	.3	.4	4.8	18.0+	1.3+	25.0*	15.0	25.0*	15.7	2.1	23.6	.	.9	.5	179.7	-	17	-	23 Kron
1.2	18.6	.	.8	5.7	19.8	.3	15.8	7.7	30.3x	2.7	4.2	28.9	.	1.9	.4	166.5	146	16	5	25 Befa
.7	18.3	.7	.2	3.4	21.7	.	11.5	5.8	25.6x	3.8	2.8	20.2	.	1.9	.3	150.0	-	15	-	25 Brue
1.1	15.7	.7	.6	4.1	24.4	.	15.9	5.8	26.1	3.0	3.1	39.5x	.	1.0	.2	169.0	174	17	6	28 Appe
1.3	9.1	8.8	.5	4.1	14.8	.2	9.1	5.6	5.3	1.2	1.5	37.0x	.	1.7	.	114.5	124	15	4	28 Stei
1.5	21.0	1.0	.5	5.5	18.2	.	10.6	7.1	24.1	2.2	2.8	41.7x	.	2.1	.	160.9	163	18	7	28 Teuf
3.2	18.8	.3	.4	3.0	4.9	.	11.9	7.7	13.4	1.2	2.0	39.5x	.	2.5	.	122.3	165	15	5	28 Bisc
5.6	17.7	.	.5	2.6	2.9	.	12.2	6.1	12.3	2.1	5.7	39.8x	.	2.7	.2	124.2	188	16	6	28 Sulg
6.4	15.4	.	.	1.8	2.9	.	13.8	6.0	15.5	1.8	2.5	40.7x	.	3.4	.3	124.5	189	15	5	28 Wein
6.2	15.0	.5	.	.9	3.0	.	13.0	5.1	17.1	1.2	2.1	37.2x	.	7.0	.1	125.2	187	14	5	28 Illh
6.2	15.5	.5	.	1.0	4.1	.1	8.3	11.3	13.2	1.0	2.1	38.7x	.	4.1	.2	121.8	-	15	-	28 Bona
5.7	15.6	.	.	3.6	19.8	.	32.0	20.1	33.3	8.0	4.0	56.8x	.	3.8	.3	227.0	-	18	-	28 Au b
7.3	16.5	.5	.4	1.3	7.7	.1	21.2	15.2	28.6	3.8	2.6	47.2x	.	5.1	.6	177.3	216	15	5	28 Taen
8.6	15.1	.3	.4	1.3	7.0	.1	19.9	14.3	26.0	2.8	3.4	47.0x	.	5.7	6.2	178.8	235	16	6	28 Aado
7.0	18.6	1.0	.1	3.0	4.3	.	13.3	6.0	16.0	1.5	3.4	43.3x	.	3.3	.5	139.5	-	18	-	28 Brau
9.8	12.0	.2	.4	1.3	3.2	.	10.0	6.4	11.3	2.5	2.8	40.3x	.	4.5	.	120.7	172	15	5	28 Affe
6.5	10.4	.	.	1.0	3.0	.	15.0	8.1	10.4	2.0	2.0	30.0x	.	2.0	.	105.7	147	15	6	28 Thun
8.1	19.0	.2	.2	1.0	3.3	.	16.5	8.3	19.5	1.8	2.4	39.9x	.2	8.6	.3	150.0	234	15	5	28 Frau
6.6	17.8	.7	.	.2	1.9	.	8.8	2.2	13.5	.5	1.7	29.8x	.	9.1	.2	111.8	172	13	3	28 Kalc
8.4	15.7	1.2	.	.5	2.2	.	9.2	5.1	15.2	.5	2.2	29.6x	.	7.3	.	117.0	192	14	4	28 Nied
3.5	12.9	.2	.	4.7	20.8	.	10.6	20.4	26.8x	2.4	3.2	9.8	.	.	.2	130.5	127	14	3	25 Weis
1.2	12.4	.3	.	3.5	22.5	.	12.5	22.7	23.2	1.8	2.7	39.2x	.	.6	.7	156.6	132	12	1	28 Wees
1.0	20.9	.1	.	5.9	16.4	.	11.3	9.7	19.0	.	1.3	34.5x	.	1.8	.3	145.4	131	14	3	28 Scha
1.0	18.7	.	1.1	5.4	16.6	.	11.4	8.0	14.5	.2	1.5	41.0x	.	1.2	.3	146.5	147	14	4	28 Dogg
1.5	16.5	.	1.3	4.1	18.8	.	12.9	11.2	15.7	.5	4.0	49.0x	.	.5	.	153.6	165	15	5	28 Rapp
4.1	12.2	.1	.4	5.5	20.4	.	12.4	10.2	15.8	.3	2.1	60.0x	.	2.4	.2	160.8	168	13	3	28 Waed
.2	3.9	.	1.4	4.1	11.9	.	5.1	7.0	16.5	.3	.7	18.2x	.6	.3	1.0	83.5	90	10	0	28 Altd
.4	10.8	.	2.6	6.8	23.1	.	8.7	23.4	13.2	3.3	.5	35.4x	.	1.9	.3	150.5	-	15	-	28 Schw
6.2	12.2	.	.	6.9	4.5	.	5.0	11.4	11.5	.2	.4	44.4x	.	4.3	.1	157.9	202	15	4	28 Luze

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Isohypsen des Betriebs - Grundwasserspiegels
vom 6. Oktober 1992 (approximativ)

Pumpmenge : $Q \sim 900 - 1'000 \text{ l/min}$

Situation Mst. 1:1'000

LEGENDE :



Gross - Vertikalfilterbrunnen



Grundwasserbeobachtungsrohr



Pegel Brüelbach



Begrenzung des Grundwasserfeldes (hypothetisch)



Grundwasserisohypse



Grundwasserströmungslinie



Hangwasserzuflüsse



Bachabschnitt mit vermuteter (geringer) Uferinfiltration

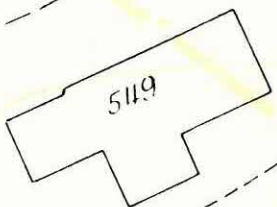


Bachabschnitt mit nachgewiesener (starker) Uferinfiltration



Bachabschnitt mit Grundwasserexfiltration

Melches



647

1113

Rickenbach

239 600

552

550

1173

Künstliche Grundwasserscheide

Infiltrations-
grundwasser

923.89

22.9

921.20

920.30

921.32

921.78

1174

925.21

512

922.00

922.50

922.70

922.80

922.62

922.80

21.5

1175

921.53

928.12

1176

931.29

922.30

922.00

921.70

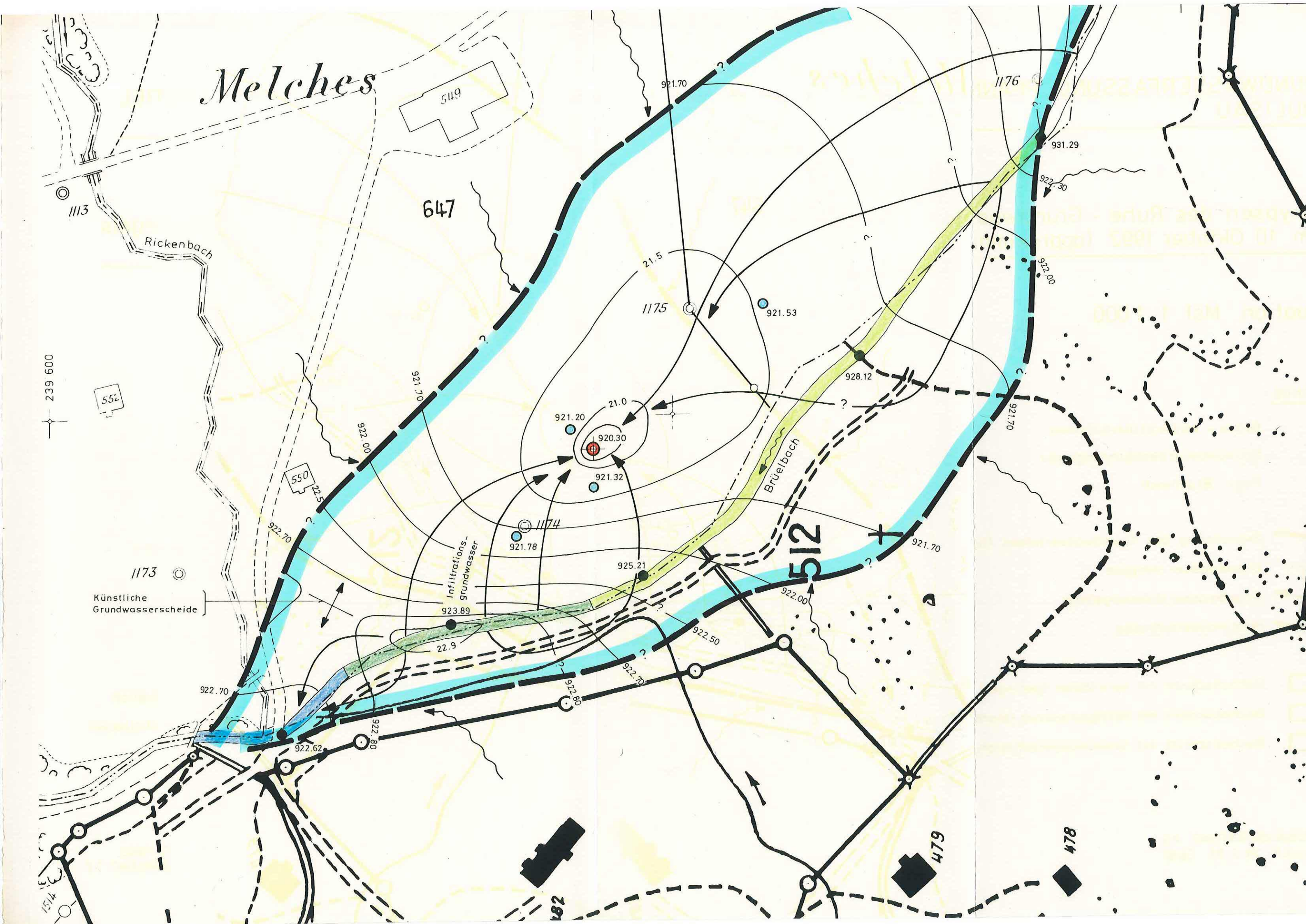
921.70

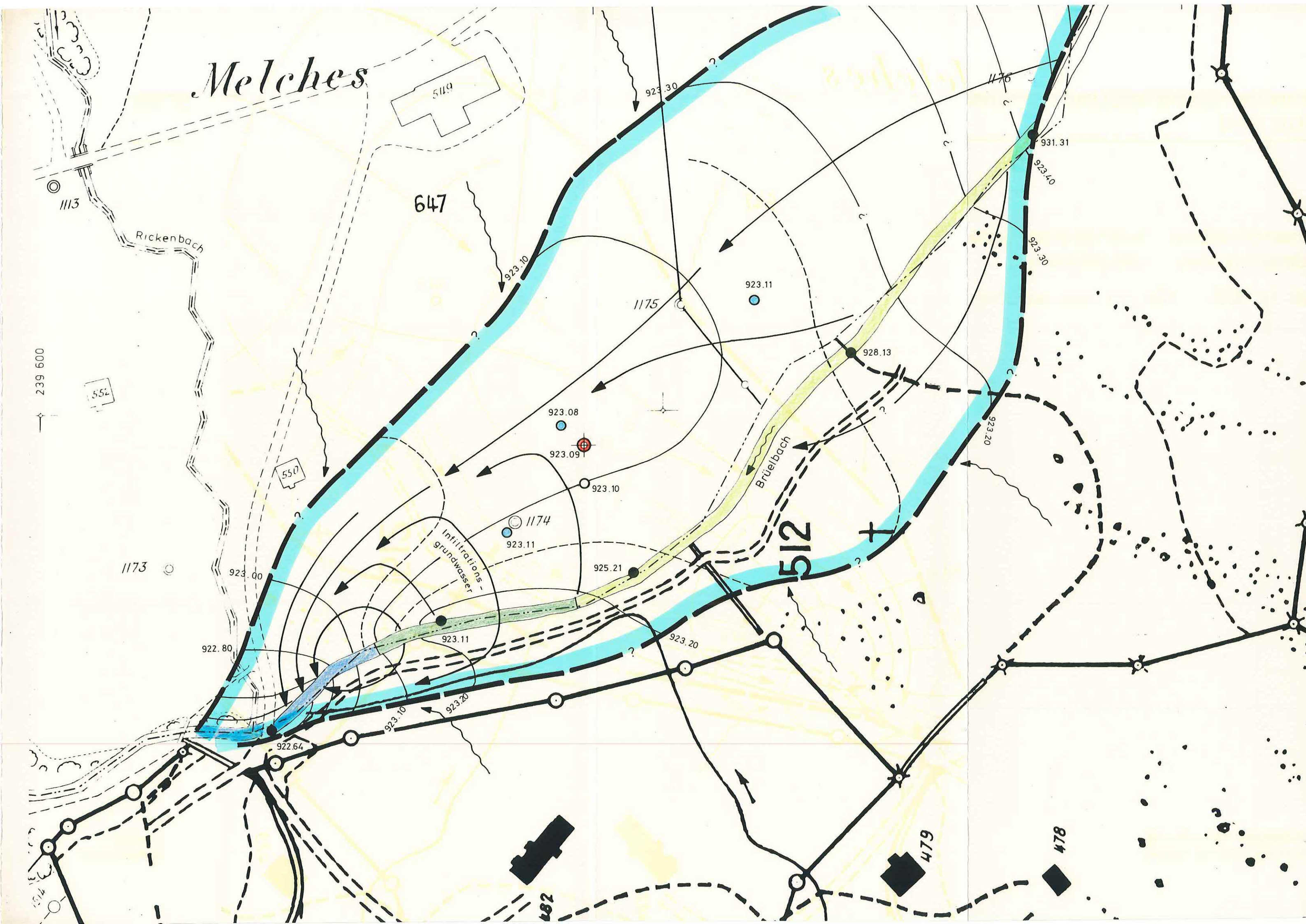
479

478

482

1514



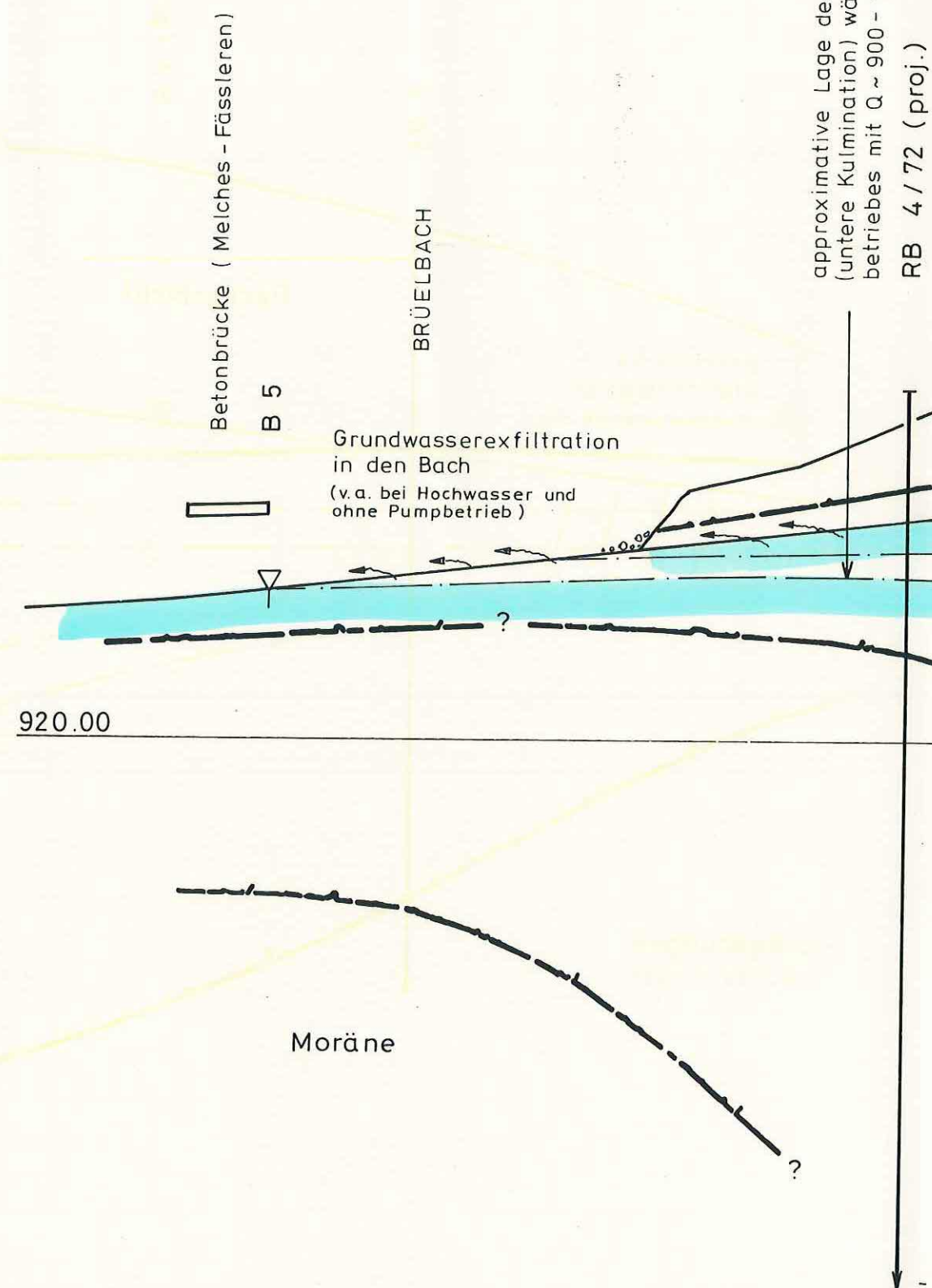


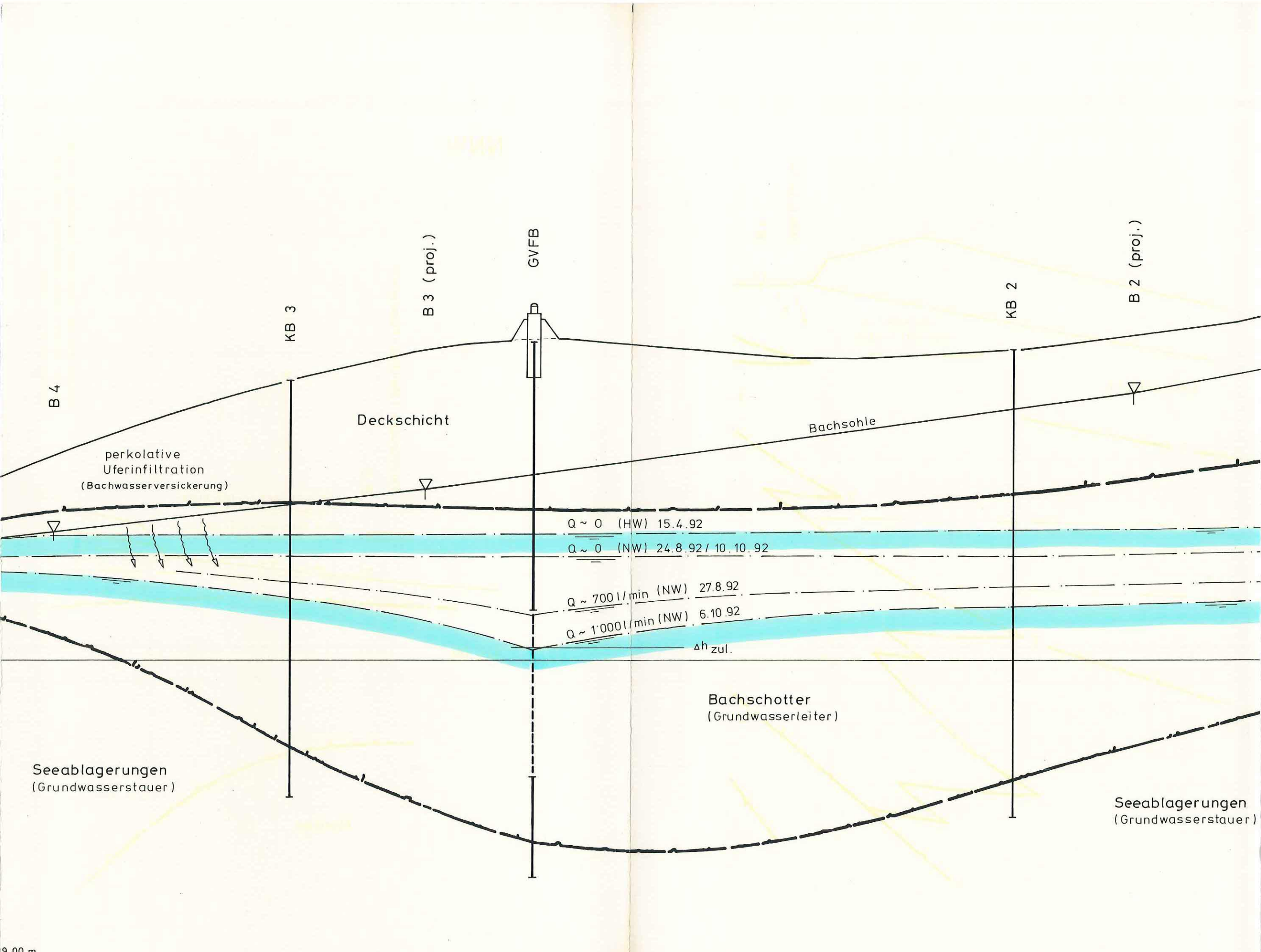
GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Schematisches hydrogeologisches und
hydraulisches Längsprofil

Mst. 1: 500 / 100 (5-FACH ÜBERHÖHT)

NNW





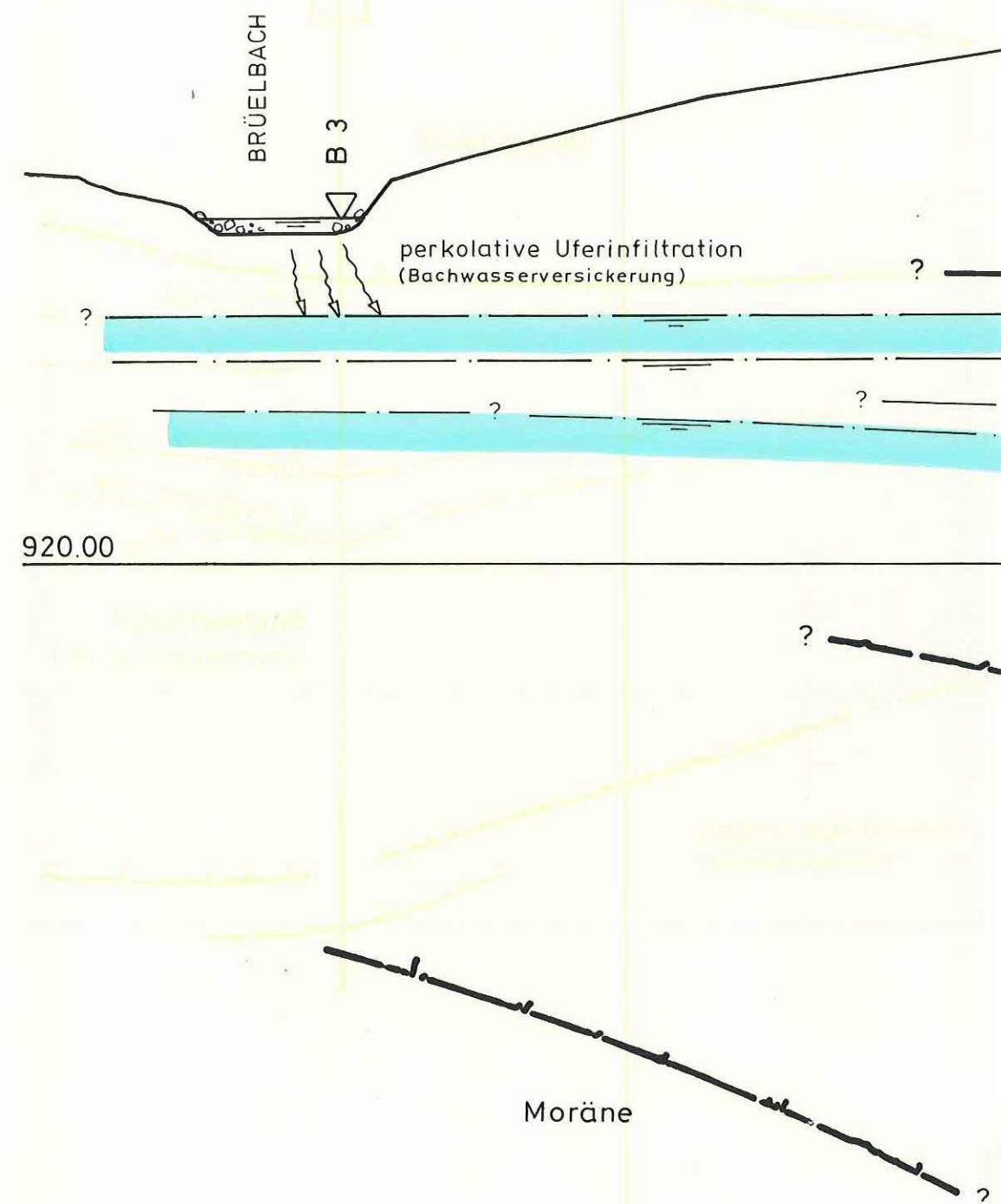


GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

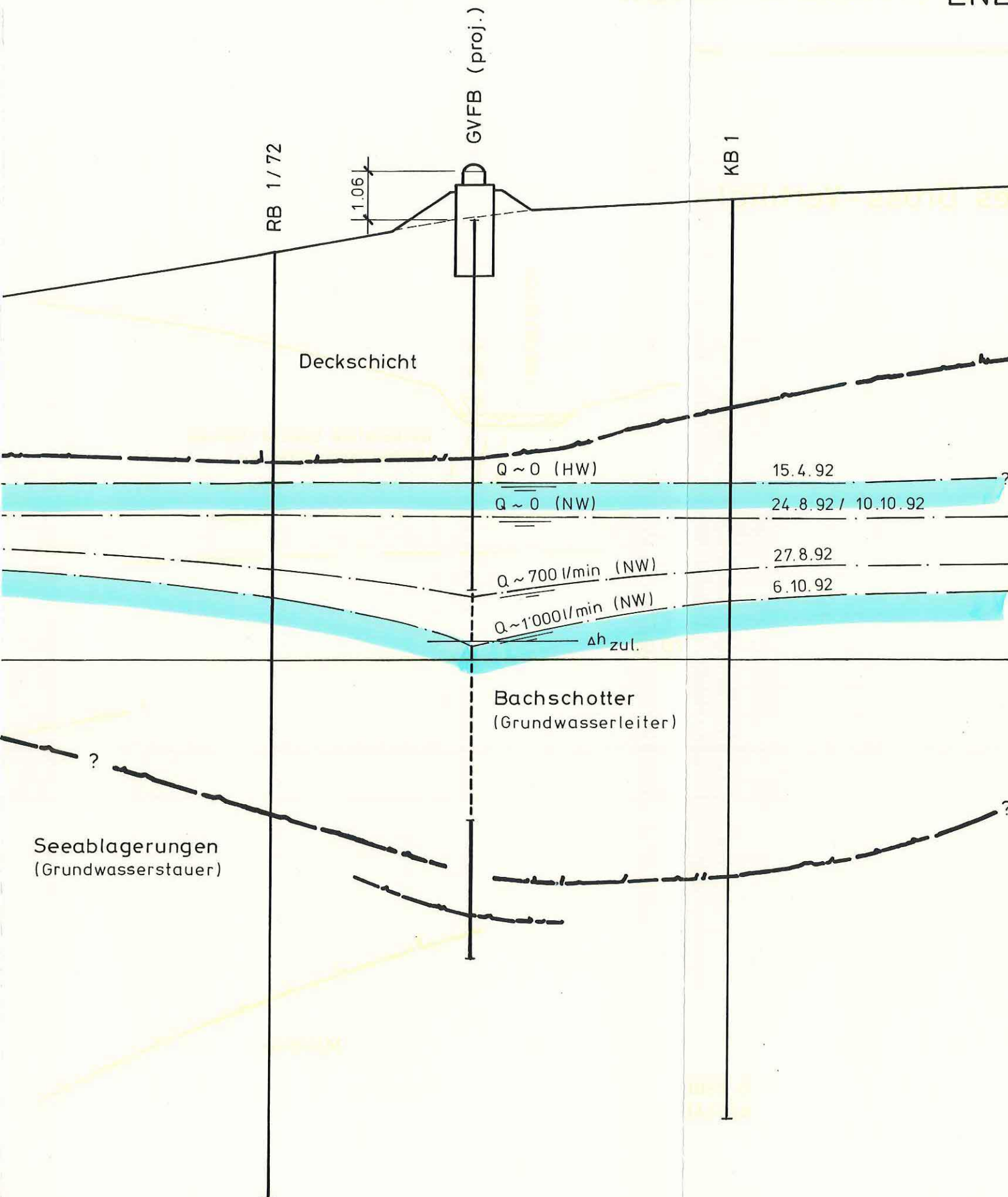
Schematisches hydrogeologisches und
hydraulisches Querprofil

Mst. 1: 200 / 100 (2-FACH ÜBERHÖHT)

WSW



ENE



GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Isohypsen des Ruhe - Grundwasserspiegels
vom 10. Oktober 1992 (approximativ)

Situation Mst. 1:1'000

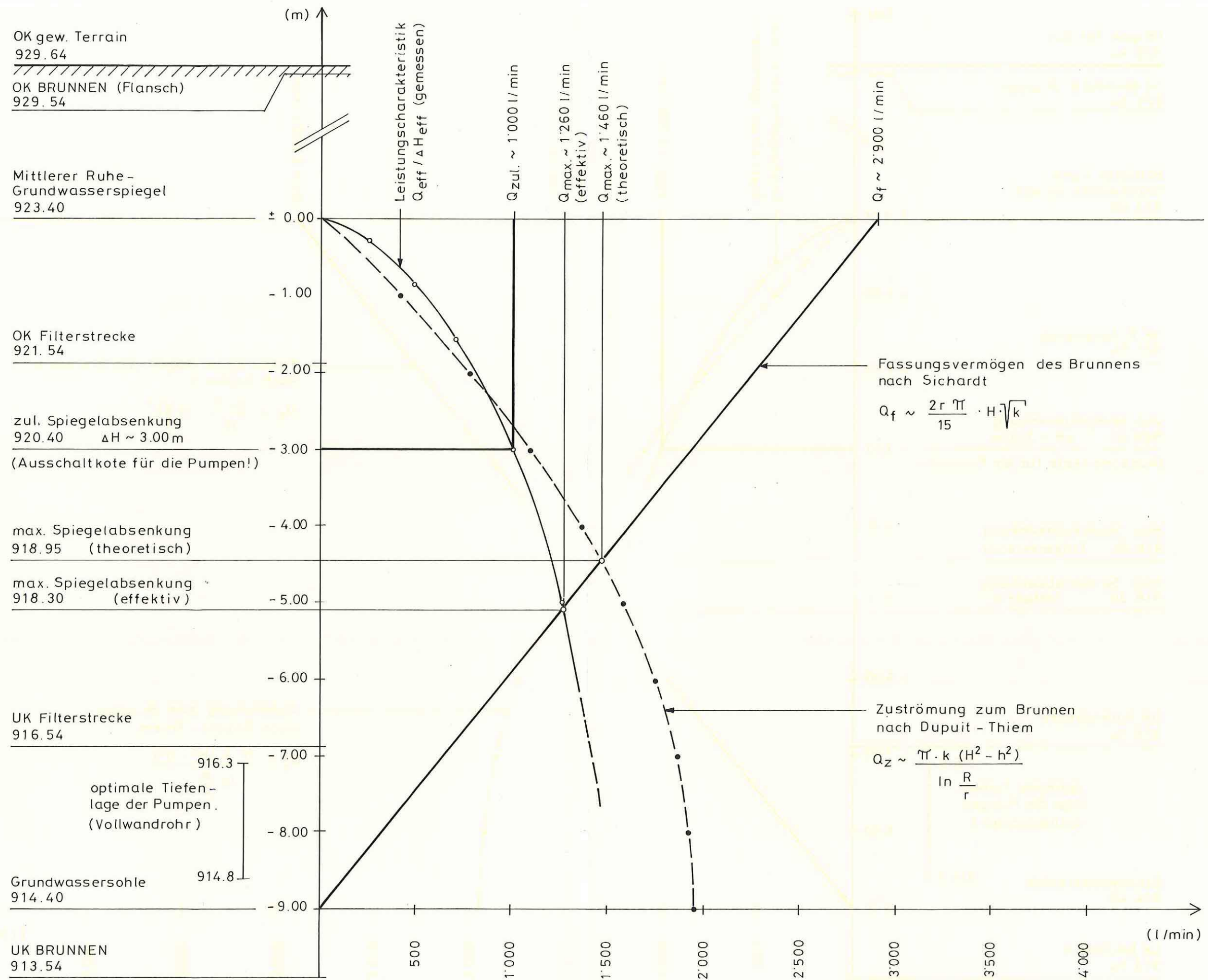
LEGENDE:

-  Gross - Vertikalfilterbrunnen
-  Grundwasserbeobachtungsrohr
-  Pegel Brüelbach
-  Begrenzung des Grundwasserfeldes (hypothetisch)
-  Grundwasserisohypse
-  Grundwasserströmungslinie
-  Hangwasserzuflüsse
-  Bachabschnitt mit vermuteter (geringer) Uferinfiltration
-  Bachabschnitt mit nachgewiesener (starker) Uferinfiltration
-  Bachabschnitt mit Grundwasserexfiltration

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

Leistungsdiagramm des Gross-Vertikal-
filterbrunnens
(Dauerergiebigkeit)





Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Fototafel zu den kombinierten Grundwassermarkierversuchen
vom 31. April 1992



Abb. 1

Über das KleinfILTERrohr KB 2 wurden am 31.08.1992 um 15.00 h 3.0 kg Naphtionat in konzentrierter Lösung in den gesättigten Bereich des Grundwasserleiters eingespeist. Dieser Markierversuch diente der Ermittlung der Anströmgeschwindigkeit des Grundwassers aus dem südlichen Einzugsgebiet der Fassung (Parzelle Pfannenstiel). Der Abstand zwischen Filterrohr und Brunnen beträgt ~72 m. Rund 52 Stunden nach der "Impfung" wurde der Markierstoff im Brunnen (links hinter dem Fahrzeug) erstmals nachgewiesen.



Abb. 2

Vor und nach der Einspeisung des Markierstoffes wurde das Filterrohr während jeweils ~10 - 15 Minuten mit Hydrantenwasser gespült. Dadurch wird vermieden, dass der Tracer im Filterrohr stagniert.

**Abb. 3 - 5**

Die Einspeisungsstelle KB 3 befindet sich knapp ~40 m nordwestlich (unterhalb) der Fassung. Hier wurde zur Markierung des Grundwassers Sulforhodamin B verwendet (2.5 l einer ~10%-igen Lösung). Dieser Markierungsversuch gibt u.a. auch Aufschluss über die Lage des Scheitelpunktes (untere Kulmination), von dem an talabwärts keine Zuströmung mehr zum Entnahmetrichter der Fassung erfolgt.

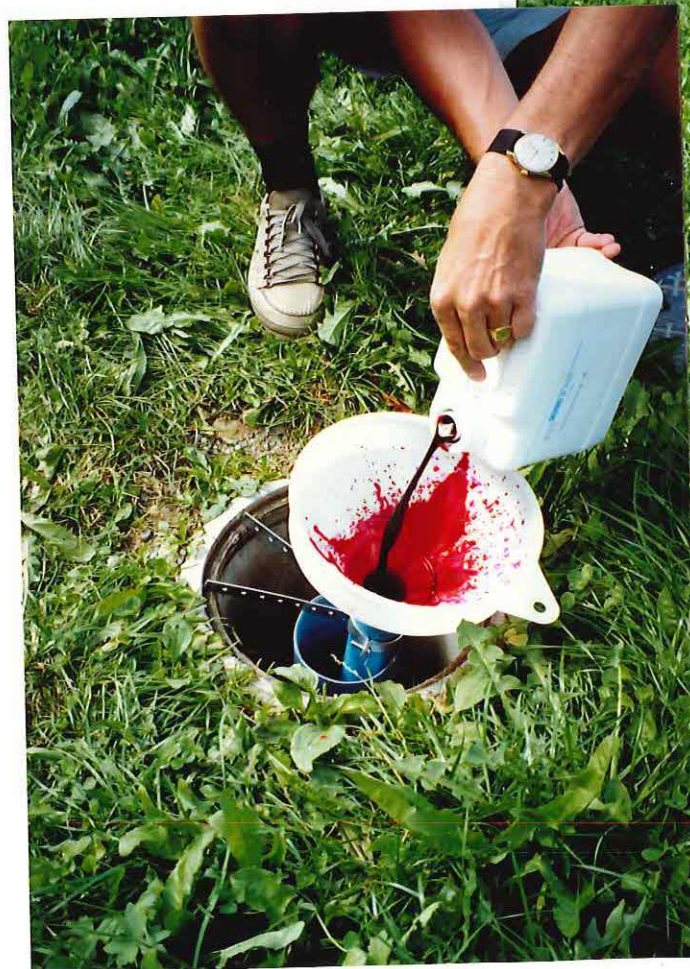




Abb. 6 - 8

Die Pumpversuche haben u.a. gezeigt, dass es sich beim vorliegenden Grundwasser im wesentlichen um Uferfiltrat aus dem Brüelbach handelt. Zur Abklärung der Infiltrationsgeschwindigkeit und der Frage nach der Vorwarnzeit bei einer allfälligen Gewässerverschmutzung wurde der Bach deshalb am unteren Ende des Brüeltobels mit 75 g Uranin versetzt. Die Einspeisung des Markierstoffes erfolgte dosiert während ~30 Minuten mithilfe eines perforierten Plastikkanisters.



Abb. 9 und 10

Rund ~15 Minuten nach Beginn der Einspeisung war der Brüelbach im Abschnitt Pfannenstiel-Melches vollständig eingefärbt. Auf Höhe der Grundwasserfassung dauerte der Farbdurchgang im Bach jedoch mehrere Stunden. Im Filterbrunnen wurde der Farbstoff bereits ~16 Stunden (!) nach der Einspeisung festgestellt. Die maximale Anströmgeschwindigkeit des Infiltrationsgrundwassers zum Brunnen beträgt somit ~2.6 m/Std. bzw. ~63 m/Tag!





Abb. 11 - 13

Es war nicht a priori auszuschliessen, dass auch der östliche Zufluss des Brüelbaches das Grundwasservorkommen von Pfannenstiel alimentiert. Um hierüber Klarheit zu erlangen, wurde das fragile Rinnsal nördlich der Liegenschaft Strubenbüel mit 5.0 l 10%-iger Eosinlösung "eingefärbt". Erwartungsgemäss trat der Markierstoff schon kurz nach der Einspeisung in der Quelfassung Inauen auf, die sich im Bachbett (!) ~50 m unterhalb der Impfstelle befindet. Im Grundwasser Pfannenstiel und in den Quelfassungen Fritsche (Melchenheimat) war der Befund jedoch negativ.



Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Laborbericht der Naturaqua Bern vom 13. November 1992

Grundbauberatung AG
z.H. Herrn Spörri
Helvetiastrasse 41

9000 St. Gallen

Bern, 13. November 1992 / dy

Markierversuch Pfannenstiel Brülisau

Proben- Nummer	Datum/Zeit	Uranin [ppb]	Eosin [ppb]	Sulpho- rhodamin B [ppb]	Naphthionat [ppb]	Bemerkungen
-	-	0.002	0.010	0.015	0.3 - 0.5	Nachweisgrenzen
1	28.08.92, 17.00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
1	31.08.92, 13.15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
1	31.08.92, 18.00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
1	31.08.92, 21.00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
1	01.09.92, 07.30	0.065	n.n.	0.14	n.n.	
1	01.09.92, 17.30	0.220	n.n.	1.16	n.n.	
1	02.09.92, 07.30	0.380	n.n.	3.40	n.n.	
1	02.09.92, 19.00	0.450	n.n.	4.90	1.5	
1	03.09.92, 07.30	0.490	n.n.	6.30	9.4	
1	03.09.92, 17.30	0.550	n.n.	6.70	15.3	
1	04.09.92, 07.30	0.620	n.n.	7.50	25.5	
1	04.09.92, 17.30	0.650	n.n.	7.60	21.8	
1	05.09.92, 10.00	0.630	n.n.	7.40	19.3	
1	06.09.92, 15.00	0.630	n.n.	7.50	19.5	
1	07.09.92, 07.30	0.640	n.n.	7.20	18.6	
1	08.09.92, 11.00	0.620	n.n.	6.80	17.3	
1	09.09.92, 11.00	0.620	n.n.	5.90	15.7	
1	10.09.92, 11.00	0.610	n.n.	5.80	12.0	

Proben- Nummer	Datum/Zeit	Uranin [ppb]	Eosin [ppb]	Sulpho- rhodamin B [ppb]	Naphthionat [ppb]	Bemerkungen
1	12.09.92	0.520	n.n.	5.30	9.9	
1	14.09.92	0.430	n.n.	4.40	7.7	
1	16.09.92	0.350	n.n.	3.90	6.5	
1	18.09.92	0.280	n.n.	3.70	8.2	
1	21.09.92	0.230	n.n.	3.10	6.7	
1	24.09.92	0.190	n.n.	2.60	6.1	
1	26.09.92	0.140	n.n.	1.80	9.4	
1	28.09.92	0.120	n.n.	1.80	6.4	
1	02.10.92	0.090	n.n.	1.50	6.8	
1	10.10.92	0.010	n.n.	0.40	0.9	
1	16.10.92	0.032	n.n.	0.95	5.6	
1	23.10.92	0.015	n.n.	0.78	4.9	
2	28.08.92, 17.00		n.n.	n.n.	n.n.	
2	31.08.92, 13.15		n.n.	n.n.	n.n.	
2	31.08.92, 18.00		n.n.	n.n.	n.n.	
2	31.08.92, 21.00		n.n.	n.n.	n.n.	
2	01.09.92, 07.30		n.n.	n.n.	n.n.	
2	01.09.92, 17.30		n.n.	n.n.	n.n.	
2	02.09.92, 07.30		n.n.	n.n.	n.n.	
2	02.09.92, 19.00		n.n.	n.n.	n.n.	
2	03.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	04.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	05.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	07.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	09.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	10.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	12.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	14.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	16.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	18.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	21.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	24.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	26.09.92		n.n.	n.n.	n.n.	

Proben- Nummer	Datum/Zeit	Uranin [ppb]	Eosin [ppb]	Sulpho- rhodamin B [ppb]	Naphthionat [ppb]	Bemerkungen
2	02.10.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	10.10.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	16.10.92		n.n.	n.n.	n.n.	
2	23.10.92		n.n.	n.n.	n.n.	
3	28.08.92		n.n.			
3	01.09.92		n.n.			
3	02.09.92		n.n.			
3	03.09.92		n.n.			
3	04.09.92		n.n.			
3	05.09.92		n.n.			
3	07.09.92		n.n.			
3	09.09.92		n.n.			
3	12.09.92		n.n.			
3	16.09.92		n.n.			
3	21.09.92		n.n.			
3	24.09.92		n.n.			
4	28.08.92			n.n.	n.n.	
4	31.08.92			n.n.	n.n.	
4	01.09.92			n.n.	n.n.	
4	02.09.92			n.n.	n.n.	
4	03.09.92			n.n.	n.n.	
4	04.09.92			n.n.	n.n.	
4	05.09.92			n.n.	n.n.	
4	07.09.92			n.n.	n.n.	
4	09.09.92			n.n.	n.n.	
4	12.09.92			n.n.	n.n.	
4	16.09.92			n.n.	n.n.	
4	21.09.92			n.n.	n.n.	
4	24.09.92			n.n.	n.n.	
4	26.09.92			n.n.	n.n.	

Proben- Nummer	Datum/Zeit	Uranin [ppb]	Eosin [ppb]	Sulpho- rhodamin B [ppb]	Naphthionat [ppb]	Bemerkungen
5	31.08.92, 18.00		3.1			
5	31.08.92, 21.00		81.0			
5	01.09.92, 07.30		2.4			
5	02.09.92, 07.30		7.3			
5	03.09.92, 07.30		6.5			
5	04.09.92, 07.30		5.4			
5	05.09.92, 10.00		1.8			
5	07.09.92, 07.30		2.9			
5	09.09.92, 11.00		2.7			

Mit freundlichen Grüßen

naturaqua

Hirsig, Petermann & PartnerInnen


T. Dervey

GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

MARKIERVERSUCHE

Einspeisung KB 2
(3.000 kg Naphtionat)

TRACERDURCHGANG IM GROSS - VERTIKALFILTERBRUNNEN

Konzentrations - / Zeitdiagramm

LEGENDE:

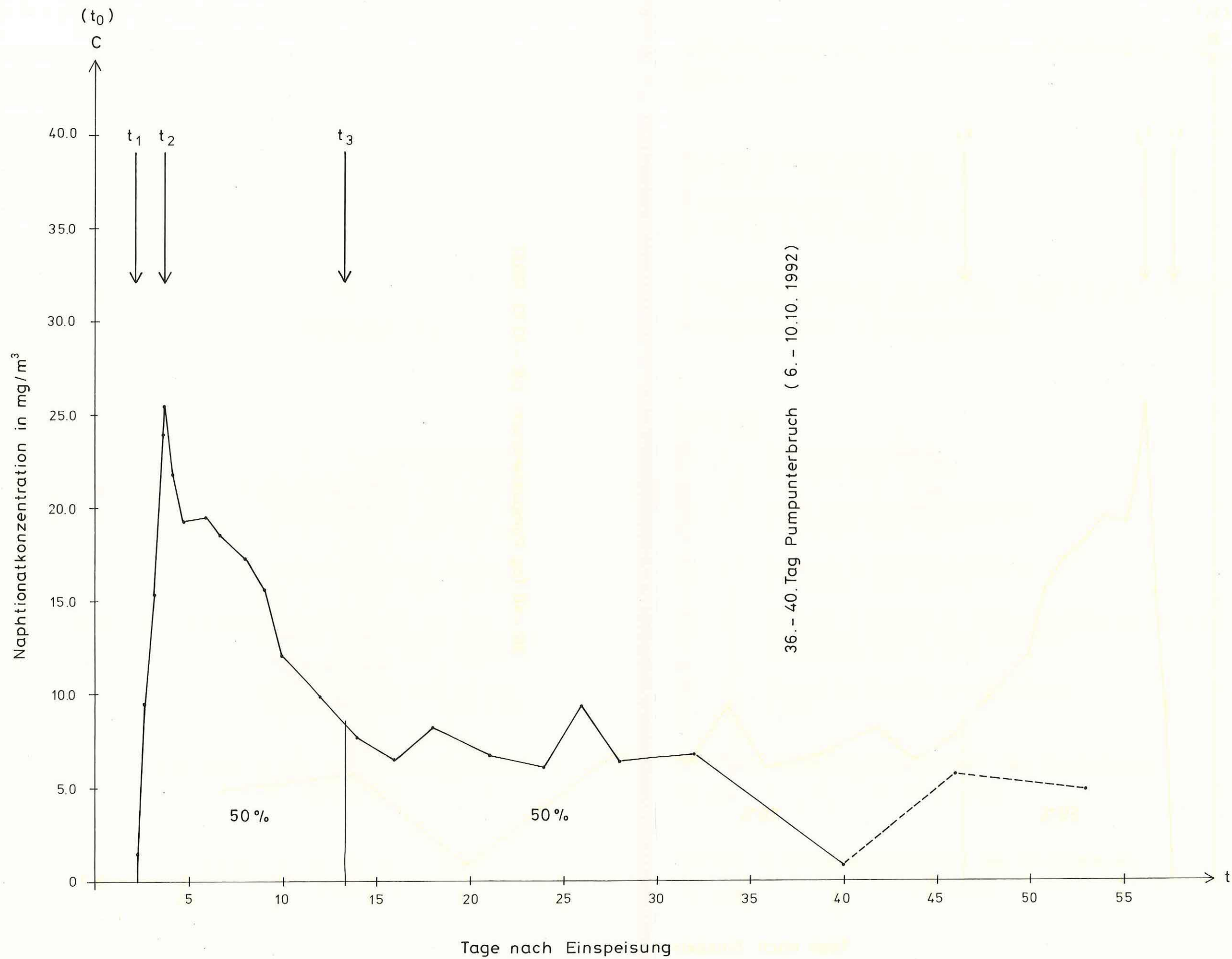
- t_0 = Einspeisungszeitpunkt
31. August 1992 ~ 15⁰⁰h
- t_1 = Erstes Auftreten des Markierstoffes
2. September 1992 ~ 19⁰⁰h
- t_2 = Durchgang der Maximalkonzentration
4. September 1992 ~ 07³⁰h
- t_3 = Zeitpunkt, in dem 50% der Durchgangsmenge des Markierstoffes
die Fassung passiert haben (berechnet)
14. September 1992 ~ 00³⁰h
- d = Abstand des Brunnens von der Einspeisungsstelle
~ 72 m

Maximale Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers

$$v_a (\text{max.}) = \frac{d}{t_1 - t_0} \sim 33.7 \text{ m/Tag}$$

Mittlere Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers

$$v_a (\text{med.}) = \frac{d}{t_3 - t_0} \sim 5.4 \text{ m/Tag}$$



GRUNDWASSERFASSUNG PFANNENSTIEL BRÜLISAU

MARKIERVERSUCHE

Einspeisung Brüelbach
(0.075 kg Uranin)

TRACERDURCHGANG IM GROSS - VERTIKALFILTERBRUNNEN

Konzentrations - / Zeitdiagramm

LEGENDE :

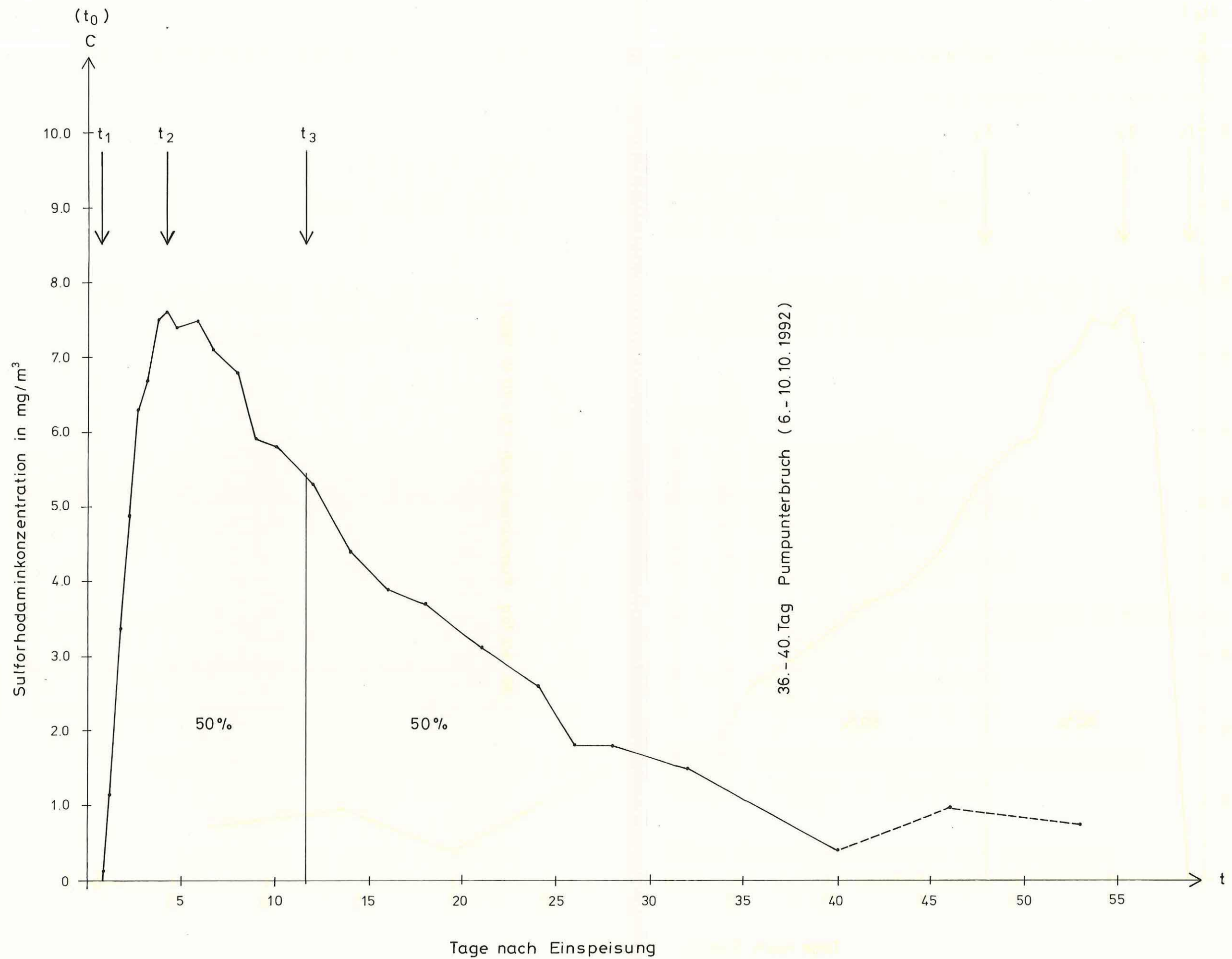
- t_0 = Einspeisungszeitpunkt
31. August 1992 ~ 16⁰⁰-16³⁰ h
- t_1 = Erstes Auftreten des Markierstoffes
1. September 1992 ~ 07³⁰ h
- t_2 = Durchgang der Maximalkonzentration
4. September 1992 ~ 17³⁰ h
- t_3 = Zeitpunkt, in dem 50 % der Durchgangsmenge des Markierstoffes
die Fassung passiert haben (berechnet)
11. September 1992 ~ 16⁰⁰ h
- d = Abstand des Brunnens vom Bach
~ 42 m

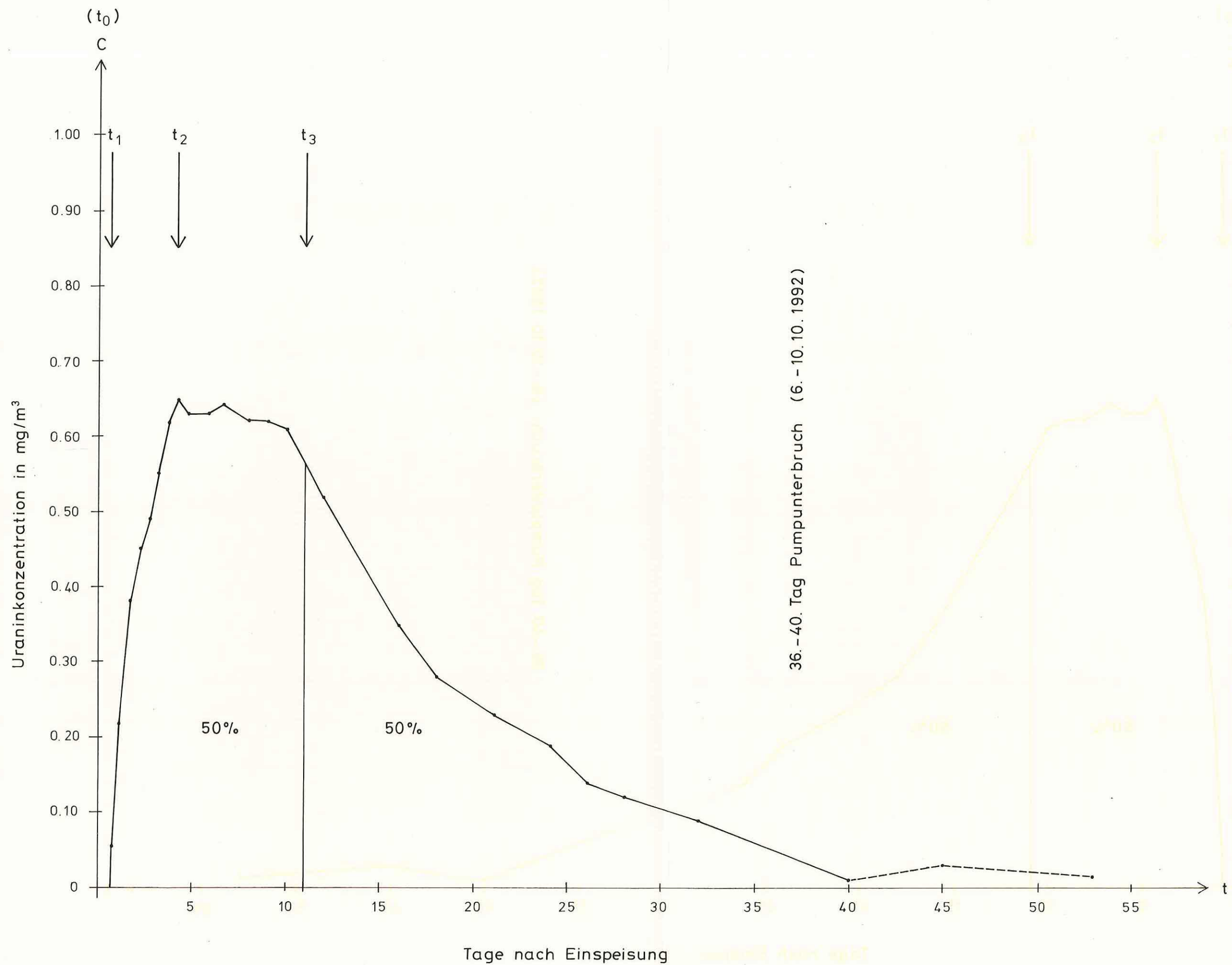
Maximale Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers

$$v_a (\text{max.}) = \frac{d}{t_1 - t_0} \sim 63 \text{ m / Tag}$$

Mittlere Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers

$$v_a (\text{med.}) = \frac{d}{t_3 - t_0} \sim 3.8 \text{ m / Tag}$$





Grundwasserfassung Pfannenstiel, Brülisau

Analysen-Berichte des Kantonalen Laboratoriums vom
02.12.1991, 2.4., 9.9., 11.11. und 07.12.1992



02.12.91

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 7833.0-1

Grundbauberatung AG

Helvetiastrasse 41

9000 St.Gallen

Herr M. Spörri

Untersuchungsobjekt:

Grundwasser, Pfannenstiel, Brunnen

Wetter: starker Regen in den letzten 24 Std.

Erh.Nr.: 295

Erhalten am: 20.11.91 von: Inspektor Zäch (amtl. Auftrag)

RESULTATE:

Wassertemperatur °C 9.1

Färbung, visuell -

Trübung TE/F 1.05

Sediment mässig

Aerobe mesophile Keime KBE/ml 145Escherichia coli KBE/100ml 3Enterokokken KBE/100ml 1

Gesamthärte °fH 19.2

Karbonathärte °fH 18.3

Calcium mg Ca²⁺/l 47Magnesium berechnet mg Mg²⁺/l 18Eisen gelöst mg Fe²⁺/l < 0.01Mangan gelöst mg Mn²⁺/l < 0.02Ammonium mg NH₄⁺/l 0.01

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 7833.0-1

Seite 2

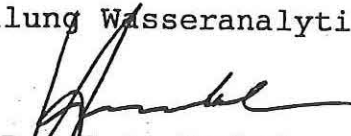
RESULTATE:

Nitrit	mg NO ₂ -/l	< 0.005
Nitrat	mg NO ₃ -/l	7.5
Chlorid	mg Cl-/l	1.3
Sulfat	mg SO ₄ ²⁻ /l	6
Phosphat (Ortho-)	mg P/l	< 0.005
Oxidierbarkeit	mg KMnO ₄ /l	2.8
Sauerstoff	mg O ₂ /l	6.0
Sauerstoffsättigung	%	60
Leitfähigkeit	µS/cm	357
pH bei der Probenahme		7.55
pH Gleichgew. berechnet		7.69
Ionenstärke, ber.	mmol/l	5.88
Sättigungsindex, ber.		-0.14
CO ₂ aggressiv, ber.	mg/l	3.4

Bei unterstrichenen Angaben sind die für Trinkwasser geltenden Interventions-, Toleranz- oder Grenzwerte überschritten.

Die Probe ist mikrobiologisch ungenügend und deshalb zu beanstanden.

Abteilung Wasseranalytik


Dr. F.A. Humbel

Beilage: Rechnung

Kopie an: Wasserkorporation Rüte, 9058 Brülisau



02.04.92

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 8925.0-7

Wasserkorporation Rüte
z.Hd. Herrn Guido Fuchs
Brunnenmeister

9058 Brülisau

Untersuchungsobjekt:

Probe 7: Grundwasser-Pfannenstil, ab PW, Grundwasser, Filterbrunnen
Wetter: letzter Regen oder Schneeschmelze vor 2 - 5 Tagen
Erh.Nr.: 3

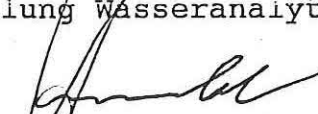
Erhalten am: 30.03.92 von: Wasserversorgung (Kt. AI)

RESULTATE:

Wassertemperatur	°C	7.0
Färbung, visuell		-
Trübung	TE/F	0.13
Sediment		Spur
Escherichia coli	KBE/100ml	<1
Enterokokken	KBE/100ml	<1

Keine Beanstandung.

Abteilung Wasseranalytik


Dr. F.A. Humbel

Beilage: Rechnung



09.09.92

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 10545.0-1

Grundbauberatung AG

Helvetiastrasse 41

9000 St.Gallen

Herr M. Spörri

Untersuchungsobjekt:

Probe 1: Grundwasser, Brunnen Pfannenstiel
Gemeinde Rüte, AI
Wetter: längere Trockenperiode
Erh.Nr.: 311

Erhalten am: 26.08.92 von: Inspektor Zäch (amtl. Auftrag)

RESULTATE:

Wassertemperatur	°C	9.3
Färbung, visuell		-
Trübung	TE/F	0.04
Leitfähigkeit	µS/cm	331
Aerobe mesophile Keime	KBE/ml	10
Escherichia coli	KBE/100ml	<1
Enterokokken	KBE/100ml	<1
Gesamthärte	°fH	18.7
Karbonathärte	°fH	17.2
Calcium	mg Ca ²⁺ /l	71
Magnesium	mg Mg ²⁺ /l	2
Eisen gelöst	mg Fe ²⁺ /l	<0.01
Mangan gelöst	mg Mn ²⁺ /l	<0.02
Ammonium	mg NH ₄ ⁺ /l	<0.01

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 10545.0-1

Seite 2

RESULTATE:

Nitrit	mg NO ₂ -/l	<0.005
Nitrat	mg NO ₃ -/l	7.5
Chlorid	mg Cl-/l	1.1
Sulfat	mg SO ₄ ²⁻ /l	7
Phosphat (Ortho-)	mg P/l	0.007
Oxidierbarkeit	mg KMnO ₄ /l	2.7
Sauerstoff	mg O ₂ /l	6.1
Sauerstoffsättigung	%	58
pH bei der Probenahme		8.0
pH Gleichgew. berechnet		7.54
Ionenstärke, ber.	mmol/l	5.8
Sättigungsindex, ber.		0.46
CO ₂ aggressiv, ber.	mg/l	0

Keine Beanstandung.

Beilage: Rechnung

Abteilung Wasseranalytik
Dr. F.A. Humbel





11.11.92

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 10913.0-1

Grundbauberatung AG

Helvetiastrasse 41

9000 St.Gallen

Herr M. Spörri

WK Rüte, Brülisau

Wetter: letzter Regen vor 2 - 5 Tagen

Untersuchungsobjekt:

Probe 1: Grundwasser, Brunnen Pfannenstiel Brülisau

Erh.Nr.: 313

Erhalten am: 06.10.92 von: Insp. Hanselmann (amtl.Auftr.)

RESULTATE:

Wassertemperatur	°C	9.1
Färbung, visuell		-
Trübung	TE/F	0.24
Leitfähigkeit	µS/cm	322
Aerobe mesophile Keime	KBE/ml	21
Escherichia coli	KBE/100ml	<1
Enterokokken	KBE/100ml	<1
Gesamthärte	°fH	17.8
Karbonathärte	°fH	16.9
Calcium	mg Ca ²⁺ /l	70
Magnesium	mg Mg ²⁺ /l	1
Eisen gelöst	mg Fe ²⁺ /l	< 0.01
Mangan gelöst	mg Mn ²⁺ /l	< 0.02
Ammonium	mg NH ₄ ⁺ /l	< 0.01

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 10913.0-1

Seite 2

RESULTATE:

Nitrit	mg NO ₂ -/l	< 0.005
Nitrat	mg NO ₃ -/l	7.0
Chlorid	mg Cl-/l	1.0
Sulfat	mg SO ₄ ²⁻ /l	7
Phosphat (Ortho-)	mg P/l	0.005
Oxidierbarkeit	mg KMnO ₄ /l	3.2
Sauerstoff	mg O ₂ /l	7.2
Sauerstoffsättigung	%	70
pH bei der Probenahme		7.4
pH Gleichgew. berechnet		7.55
Ionenstärke, ber.	mmol/l	5.5
Sättigungsindex, ber.		-0.15
CO ₂ aggressiv, ber.	mg/l	5
Atrazin	µg/l	<0.05
Simazin	µg/l	<0.05
Desethylatrazin	µg/l	<0.05
Prometryn	µg/l	<0.05
Wasserlösliche KW	µg/l	<u>2.0</u>
Schwerlösliche KW	µg/l	0.3

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 10913.0-1

Seite 3

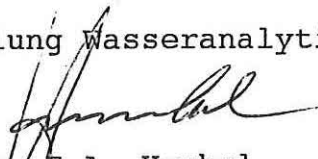
Bei unterstrichenen Angaben sind die für Trinkwasser geltenden Interventions-, Toleranz- oder Grenzwerte überschritten.

Flüchtige Kohlenwasserstoffe (FKW) in Trinkwasser:

Toleranzwerte : Wasserlösliche KW : 1 µg/l
Schwerlösliche KW : 20 µg/l

Die Probe ist zu beanstanden.

Abteilung Wasseranalytik



Dr. F.A. Humbel

Beilage: Rechnung



07.12.92

ANALYSEN-BERICHT

Nr. 11397.0-1,2

WV Brülisau

Wetter: starker Regen in den letzten 24 Std.

Untersuchungsobjekte:

Probe 1: Grundwasser, Pumpwerk Pfannenstil, Brülisau

Probe 2: Oberflächenwasser n. aufb., Brühlbach

Erhalten am: 19.11.92 von: Insp. Hanselmann (amtl. Auftr.)

RESULTATE:

		<u>Probe 1</u>	<u>Probe 2</u>
Atrazin	µg/l	<0.05	<0.05
Simazin	µg/l	<0.05	<0.05
Desethylatrazin	µg/l	<0.05	<0.05
Prometryn	µg/l	<0.05	<0.05
Wasserlösliche KW	µg/l	0.7	0.7
Schwerlösliche KW	µg/l	1.6	1.1

Keine Beanstandung.

Beilage: Rechnung

Abteilung Wasseranalytik
Dr. F.A. Humbel