# Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologie Kiesental



Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA)

Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern



Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern (VEWD)

Bericht:

Hydrogeologie Kiesental

Ausgabe: 1992

**Herausgeber:** Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern (VEWD)

**Leitung:** Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA) Dr. R. A. Gees, Dr. G.della Valle

Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern

Druck, Einband: Aerni-Leuch AG, Liebefeld/Bern

Dieser Bericht stellt einen Beitrag zur Entscheidungsfindung dar und nimmt keine Beschlüsse der zuständigen politischen Organe vorweg.

Die Reproduktion und Weiterverwendung von Textabschnitten, Graphiken, Kartenausschnitten usw, ist erlaubt, wenn auf allen Wiedergaben klar auf dem Bericht, das Erscheinungsjahr, den Herausgeber, die Leitung und Autoren hingewiesen wird.

# $\hbox{\tt I} \hbox{\tt N} \hbox{\tt H} \hbox{\tt A} \hbox{\tt L} \hbox{\tt T} \hbox{\tt S} \hbox{\tt V} \hbox{\tt E} \hbox{\tt R} \hbox{\tt Z} \hbox{\tt E} \hbox{\tt I} \hbox{\tt C} \hbox{\tt H} \hbox{\tt N} \hbox{\tt I} \hbox{\tt S}$

		Seit
ZUS	SAMMENFASSUNG	7
RES	SUME	9
1.	EINLEITUNG  1.1 Aufgabe und Zielsetzung 1.2 Kredite und Untersuchungsphasen 1.3 Bearbeiter 1.4 Untersuchungsgebiet 1.5 Unterlagen	11 11 11 12 13 13
2.	GEOLOGISCHE SITUATION  2.1 Allgemeiner Ueberblick  2.2 Tertiär	14 14 17 17 17 19 19 20 20 21 21 22 22 22 23
	HYDROLOGISCHE BASISDATEN  3.1 Allgemeines 3.2 Niederschlag 3.3 Abfluss 3.3.1 Allgemeines 3.3.2 Chise 3.3.3 Seitenbäche der Kiese 3.3.4 Biglebach  3.4 Verdunstung	24 24 28 28 28 33 34 35
	EIGENSCHAFTEN DER GRUNDWASSERLEITER  4.1 Allgemeines  4.2 Kiesental	36 36 39 40 42 42 43

		Seite
5.	GRUNDWASSERSTROEMUNG	45
	<ul><li>5.1 Allgemeine Abflussverhältnisse</li><li>5.2 Hydraulische Wechselwirkung zwischen Chise und Grundwasser</li></ul>	45 46
	5.3 Grundwasserspiegelschwankungen	47
6.	WASSERQUALITAET	50
	6.1 Allgemeines 6.2 Physikalische Eigenschaften 6.2.1 Oberflächengewässer 6.2.2 Grundwasser 6.3.1 Oberflächengewässer 6.3.2 Grundwasser 6.3.2 Grundwasser 6.3.2.1 Einzelne Komponenten a) Karbonathärte b) Chloride c) Nitrate d) Sauerstoffsättigung, Eisen, Mangan, Nitrit, Ammonium e) Oxidierbarkeit f) Sulfate	50 50 52 53 53 55 56 59 59 60 61 62
7.	GRUNDWASSERBILANZ	63
	7.1 Kiesental 7.2 Uebrige Gebiete 7.2.1 Schlosswiler Becken 7.2.2 Wikartswiler Becken 7.2.3 Arni-Hämlismatt 7.2.4 Grosshöchstetten 7.3 Zusammenfassung	63 66 66 67 68 68
8.	SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE	69
	8.1 Grundwasserdargebot 8.1.1 Abschnitt Rünkhofen 8.1.2 Abschnitt Zäziwil-Gmeis 8.1.3 Becken von Konolfingen 8.1.4 Abschnitt Dessikofen-Oberdiessbach 8.1.5 Abschnitt Oberdiessbach-Herbligen 8.1.6 Schlosswiler Becken 8.1.7 Wickartswiler Becken 8.1.8 Arni-Hämlismatt 8.1.9 Grosshöchstetten  8.2 Grundwassernutzung 8.2.1 Bestehende Nutzung 8.2.2 Grundwasserbewirtschaftung  8.3 Grundwasserschutz	69 70 70 70 70 71 71 72 72 72 73 78

# VERZEICHNIS DER FIGUREN

		Seit
2.1	Geologische Uebersicht	15
2.2	Geologisches Blockbild (schematisch)	16
3.1	Ausgewählte Ganglinien (Wochenmittel)	25
3.2	Bildliche Darstellung der mittelalterlichen Teilung des Biglebachs im Aenggisteinmoos (Wandbild am Gebäude der Ersparniskasse Konolfingen in Worb)	29
3.3	P/Q-Beziehung der Chise-Abfluss-Messstelle bei Freimettigen	30
3.4	Abflussregime der Chise bei Freimettigen	31
3.5	Zuflüsse der Chise bei mittlerem Wasserstand (1. und 2. November 1982)	32
4.1	Situation der elektromagnetischen Profile	37
4.2	Flurabstand bei mittlerem Wasserstand	38
4.3	Konfiguration des Absenkungstrichters bei einem Dauerpumpversuch im Versuchsbrunnen T 12 mit 1'430 l/min (21.3.1985)	40
5.1	Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels	48
5.2	Verhalten des Grundwasserspiegels bei Starkniederschlag (Juni/Juli 1988)	49
6.1	Chemismus der Oberflächengewässer	54
6.2	Beziehung zwischen Nitrat-(NO <sub>2</sub> ) und Sulfatgehalt (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) im Grundwasser des Untersuchungsgebietes	61
7.1	Bilanz des Grundwasserstroms im Kiesental bei mittlerem Grundwasserstand	64
7.2	Grundwasserfassung der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden zwischen Gmeis und Zäziwil: Lage der Sickerleitung bezüglich dem Bodenprofil und dem Grundwasserspiegel, Beziehung zwischen Abfluss und Grundwasserstand	65
8.1	Fassung und Bewirtschaftung des kleinen Grundwasserbeckens in der Hämlismatt (Gemeindeverband Wasserversorgung Arni-Landiswil)	71

#### VERZEICHNIS DER TABELLEN

		Seite
Tabelle 3.1	Niederschläge Kiesental 1984-1988	27
Tabelle 6.1	Grundwasserchemismus in Fassungsanlagen	57
Tabelle 6.2	Grundwasserchemismus in den WEA-Sondierbohrungen	58
Tabelle 8.1	Konzessionierte Grundwasserentnahme (Stand Dezember 1989)	74
Tabelle 8.2	Basisdaten für die Grundwasserbewirtschaftung	77

#### **ANHANG**

81

Profile der Bohrungen T1, T2, T3, T5, T7, T9, T11, T12, T16, T17 und T18 (mit WEA-Ordnungsnummern)

### VERZEICHNIS DER BEILAGEN

Beilage 1 bis 4 Hydrogeologische Karte Kiesental:

- Beilage 1 Grundkarte 1:25000
- Beilage 2 Geologische Profile 1:25000 / 1:2500
- Beilage 3 Isohypsen des Grundwasserspiegels, hoher Mittelwasserstand, Oberfläche des Grundwasserstauers 1:25000
- Beilage 4 Hydrochemie, 4 Teilkarten 1:50000
  - Beilage 5 Grundwasser-Nutzungs- und Schutz-Karte Kiesental 1:25000

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Kiesental stellt ein für die Wasserversorgung wichtiges Grundwassergebiet des Kantons dar, das systematisch untersucht wurde. Damit sind nun die Grundlagen für eine möglichst optimale Bewirtschaftung und den Schutz der Grundwasservorkommen bereitgestellt worden.

Den Ausschlag für die ausgeführten hydrogeologischen Untersuchungen im Kiesental gab die Wasserknappheit in den verschiedenen Gemeinden. Traditionsgemäss wird in dieser Region die Wasserversorgung so weit als möglich aus Quellwasser sichergestellt. Obwohl das Wasser im Vergleich zum Worblental weniger mit Nitrat belastet ist, ergeben sich nebst dem Wassermangel bei Trockenzeiten immer wieder gütemässige Probleme. Die vorliegende Arbeit zeigt, wie diesen Schwierigkeiten begegnet werden kann.

Die Ergebnisse der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Ergiebigkeit aller Grundwasservorkommen im untersuchten Perimeter beläuft sich auf 17'200 l/min, davon sind 14'200 l/min nutzbar, allerdings nur ca. 5'700 l/min vorbehaltlos als Trinkwasser. Diese ohne Einschränkungen zur Verfügung stehende Trinkwassermenge braucht nicht aufbereitet zu werden und ist nicht durch Verunreinigungsherde gefährdet.
- Abgesehen vom Grundwasserbecken bei Bowil, das östlich des Untersuchungsgebietes liegt, bestehen nur zwei grössere und ein kleineres Grundwasservorkommen, die ohne Einschränkungen für die Trinkwassergewinnung nutzbar sind:

Neumatt/Brunnmatt bei Gmeis	2'300	1/min
Schloss Hünigen/Schwimmbad Konolfingen	2'500	1/min
Hämlismatt bei Arnisäge	700	1/min

Davon wurden in den letzten Jahrén durchschnittlich 40 % genutzt, so dass noch ca. 3'300 l/min dauernd verfügbar wären. Zur Abdeckung von Bedarfsspitzen kann jedoch dank den grossen, unterirdischen Speichervolumen während Tagen oder Wochen bis zu 100 % zusätzlich gefördert werden. In diesen Gebieten ist die Trinkwassergewinnung dank vorhandenen Schutzzonen bzw. Schutzarealen auch zukünftig gewährleistet.

- Mit Vorbehalt, namentlich g\u00fctem\u00e4ssiger Art, ist vor allem auf den Talabschnitten Dessikofen - Oberdiessbach und Oberdiessbach - Herbligen eine weitere Trinkwassergewinnung m\u00f6glich. Dagegen fallen die Becken von Schlosswil und Wikartswil v\u00f6llig ausser Betracht.
- Chemisch weist das Grundwasser in der Regel Trinkwasserqualität auf. Der mittlere Nitratgehalt liegt im Untersuchungsgebiet bei 25 mg/l. Ueber oder nahe dem Toleranzwert von 40 mg/l liegende Gehalte wurden im Becken von Schlosswil bei Grosshöchstetten und Niederhünigen festgestellt. Ziemlich stark verschmutzt ist das Grundwasser beim Metzgerhüsi (hohe Oxidierbarkeit, stark reduzierende Verhältnisse).

- Brauchwasser in grösseren Mengen (> 500 l/min) sind vor allem bei Oberhofen, Niederhünigen, Konolfingen Stalden Freimettigen und zwischen Dessikofen und Herbligen (ausser Oberdiessbach) verfügbar sowie ausgangs Schlosswiler Becken bei Riedhullen.
- Zwischen der Chise und dem Grundwasser besteht nur stellen- bzw. zeitweise eine hydraulische Beziehung, trotzdem wird bei einer allfälligen Gerinnesanierung der Chise (Hochwasserschutz) auf die Grundwasserverhältnisse Rücksicht genommen werden müssen, vor allem im Becken von Konolfingen.

#### RESUME

La Vallée de la Kiesen, qui comporte d'importantes ressources en eau souterraine, a fait l'objet d'études systématiques étant donné l'intérêt qu'elle présente pour l'alimentation en eau. L'objectif visé est de réunir les bases nécessaires à une gestion optimale de ces ressources en eau et à leur protection.

Les études hydrogéologiques en cours dans la Vallée de la Kiesen ont été motivées par une pénurie d'eau dans les différentes communes concernées. Dans cette région, l'alimentation en eau était traditionnellement assurée en majeure partie par de l'eau de source. Bien que l'eau y soit moins chargée en nitrates que dans la Vallée de la Worblen, sa qualité laisse à désirer en période de sécheresse, aggravant ainsi le problème du déficit hydrique. L'étude réalisée devrait permettre de définir les mesures à prendre pour remédier à ces difficultés.

Les conclusions de cette étude peuvent être résumées comme suit:

- les ressources en eau souterraine du périmètre étudié présentent un débit global de 17'200 l/min, dont 14'200 l sont exploitables, mais seule une fraction de 5'700 l/min environ répond entièrement aux normes de potabilité. Cette quantité d'eau potable, qui n'a pas besoin d'être conditionnée, présente en outre l'avantage d'être éloignée de toute source de pollution;
- outre le bassin d'eau souterraine situé à proximité de Bowil, c'est-à-dire à l'est du périmètre étudié, il n'existe que deux grands et un petit gisements d'eau souterraine pouvant être exploités sans restriction pour l'alimentation en eau potable:

Neumatt/Brunnmatt près de Gmeis 2'300 1/min Château de Hünigen/piscine de Konolfingen 2'500 1/min Hämlismatt près d'Arnisäge 700 1/min

Au cours des dernières années, ces ressources étaient exploitées à 40 pour cent en moyenne, de sorte que quelque 3'300 l/min seraient encore disponibles en permanence. Pour écrêter les pointes de consommation, une grande capacité de stockage souterrain permet d'augmenter considérablement les quantités prélevées, voire de les doubler, et ce pendant quelques jours ou quelques semaines. Dans ces régions, l'alimentation en eau potable continuera à être assurée à l'avenir grâce aux zones et aux périmètres de protection des eaux souterraines qui ont été établis;

 nonobstant quelques réserves liées à la qualité de l'eau, il serait encore possible de capter de l'eau potable entre Dessikofen et Oberdiessbach et entre Oberdiessbach et Herbligen. En revanche, les bassins de Schlosswil et de Wikartswil doivent être écartés d'office;

- du point de vue chimique, les eaux souterraines satisfont en général aux normes de potabilité. Dans le périmètre étudié, leur teneur moyenne en nitrates est de 25 mg/l environ. Des teneurs dépassant ou approchant la valeur admissible de 40 mg/l ont été constatées dans le bassin de Schlosswil près de Grosshöchstetten et de Niederhünigen. Il semble aussi que l'eau souterraine soit assez fortement polluée près de Metzgerhüsi (forte oxydabilité, forte réduction);
- de grandes quantités d'eau d'usage (> 500 l/min) se trouvent surtout près d'Oberhofen, de Niederhünigen, de Konolfingen - Stalden - Freimettigen et entre Dessikofen et Herbligen (mais pas à Oberdiessbach), ainsi qu'à la sortie du bassin de Schlosswil près de Riedhullen;
- il n'y a que des interactions hydrauliques sporadiques et géographiquement limitées entre la Kiesen et les eaux souterraines. Cependant, en cas de remise en état du chenal d'écoulement de la Kiesen, il faudra tenir compte du régime des eaux souterraines, en particulier dans le bassin de Konolfingen.

#### 1. EINLEITUNG

## 1.1 Aufgabe und Zielsetzung

Im Kanton Bern besitzt der Staat das Hoheitsrecht über die öffentlichen Gewässer, er ist daher von Gesetzes wegen verpflichtet, das Wasser güte- und mengenmässig zu schützen. Diese Aufgabe kann jedoch nur erfüllt werden, wenn die Wasservorkommen ausreichend erforscht sind. Erst die genauen Kenntnisse der hydrologischen und hydraulischen Zusammenhänge erlauben eine zweckmässige Bewirtschaftung der Wasserressourcen. Dies ist besonders beim Grundwasser der Fall, von dem unsere Trinkwasserversorgung weitgehend abhängig ist.

In einigen Gemeinden des Kiesentals herrscht während Trockenperioden Wasserknappheit. In den vergangenen 20 Jahren haben die betroffenen Gemeinden mit grossen Kosten und Arbeitsaufwand versucht, neue Trinkwasservorkommen zu erschliessen. Der Erfolg war leider äusserst bescheiden; so lieferte z.B. eine im Hünigenmoos gebaute neue Grundwasserfassung nur einen geringen Teil der erhofften Wassermenge. Zur selben Zeit mussten andererseits in demselben Gebiet einige Baustellen für eine Kanalisationsleitung vorübergehend wegen zu grossem Wasserandrang in den Gräben eingestellt werden. Aehnlich negativ verlief eine Grundwasserprospektion im Raum Dessigkofen – Hasli, trotzdem in diesem Gebiet bedeutende Grundwasseraufstösse bekannt sind.

Aus diesen Feststellungen folgt, dass die Wasserknappheit im Kiesental nur ein scheinbares Problem darstellt, indem wohl genügend Grundwasserreserven vorhanden sind, die aber bisher nicht nutzbar erschlossen werden konnten. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind jedoch derart komplex, dass die Erschliessung und damit auch der Schutz der vorhandenen Grundwasserressourcen nur aufgrund fundierter regionaler Abklärungen – deren Durchführung einzelnen Wasserversorgungen nicht zugemutet werden kann – erfolgreich durchgeführt werden kann.

Ein Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den bedrängten Gemeinden die Grundlagen für die Nutzung von alternativen Grundwasservorkommen zu liefern. Andererseits ging es aber vor allem um eine zuverlässige qualitative und quantitative Erfassung der Grundwasservorkommen, um diese möglichst optimal zu nutzen und vor Beeinträchtigungen zu schützen.

## 1.2 Kredite und Untersuchungsphasen

Aehnlich wie die Region Kiesental stand auch das Worblental vor ernsthaften Wasserversorgungsproblemen, die jedoch vor allem qualitativer Natur waren. Es erschien deshalb sinnvoll, diese beiden hydrologisch verzahnten Gebiete gemeinsam zu untersuchen.

Als Grundlage für die Arbeiten diente das Untersuchungsprogramm vom 17. Dezember 1980. Dieses sah einen zweiteiligen Arbeitsablauf vor. Grobabklärungen in einer 1. Arbeitsphase und siedlungswasserwirtschaftliche Ermittlungen mit abschliessendem Bericht in einer 2. Arbeitsphase. Nachdem das Bundesamt für Umweltschutz am 3. April 1981 eine Subventionierung der 1. Phase zugesichert

hatte, bewilligte am 3. November 1981 der Grosse Rat des Kantons Bern den für die 1. Untersuchungsphase notwendigen Kredit von Fr. 1'013'000.--.

Die 1. Phase konnte Ende 1985 abgeschlossen werden. Die 2. Arbeitsphase erfolgte in der Region Kiesental weitgehend wie vorgesehen. Der Grosse Rat bewilligte dafür am 10. Februar 1986 einen vom Bund subventionierten Kredit von Fr. 792'170.--.

Dem Parlament, dem Regierungsrat, besonders den Vorstehern der Direktion für Verkehr, Energie und Wasser, den Herren Regierungsräten H. SOMMER (†), R. BAERTSCHI (†) und Frau Regierungsrätin D. Schaer-Born sowie den Herren dipl. Ing. R. MERKI und J. FREI, Amtsvorsteher des Wasser- und Energiewirtschaftsamts, sei für ihre Unterstützung und ihr Vertrauen bestens gedankt. Den Mitarbeitern des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, insbesondere seinem ehemaligen Direktor Dr. R. PEDROLI sowie Herrn Dr. C.R. NIGGLI gebührt Dank für ihr Interesse und ihre Mithilfe.

#### 1.3 Bearbeiter

Die Arbeiten standen unter der Leitung des Kantonalen Wasser- und Energiewirtschaftsamtes. Zuständig für die Betreuung war bis zu seiner Pensionierung Ende 1986 Herr Dr. R.A. GEES, anschliessend übernahm Herr Dr. G. DELLA VALLE diese Aufgabe. Die Untersuchungen wurden vom betrauten Geologiebüro durch Herrn Dr. Ch. Haefeli mit den Herren Dres. J. Wanner, U. Gruner, P. Bossart, A. Isler und H.J. Ziegler sowie mit Frau V. Messerli und den Herren M. Maurer, D. Baccala und H. Wanner durchgeführt.

Ein Teil der hydrometrischen Studien wurde direkt durch das WEA betreut (Herren M. Riha und A. Rolli). Die zahlreichen chemischen Analysen besorgte das Labor des Kantonschemikers.

Für die geophysikalischen Untersuchungen wurden Dr. I. Müller, Neuenburg und für die Bohr- und Rammarbeiten sowie Pumpversuche mehrere spezialisierte Unternehmungen beigezogen (Grund + Tiefbau AG, Bern, Stump Bohr AG, Zollikofen, A. Raemy, Belp).

## 1.4 Untersuchungsgebiet

Das gesamte Untersuchungsgebiet ist 91 km² gross und aus den Kartenbeilagen 1 bis 5 ersichtlich. Mit seinem südwestlichsten Ausläufer grenzt es bei Oppligen an den Untersuchungsperimeter des Aaretals (WEA-Bericht 1981) und im Westen an den Worblentalperimeter (WEA-Bericht 1990). Im N zieht die Grenze von Aetzrüti über Ruepisberg – Hammegg – Geissrüggen zur Blasenfluh. Von dort verläuft die Ostgrenze entlang dem Hügelzug bis Oberhofen (Strassengrenze) und weiter SSW bis zum Ausläufer des Churzenbergs (Müliseilen), dem sie bis nach Linden folgt. Im S führt die Abgrenzung über die Falkenfluh. Gegenüber dem Worblentalperimeter ist das Gebiet durch den Lüseberg – Worbberg – Aenggist – Hürnberg und weiter südlich durch das Ballenbühl – den Locheberg – den Hullenwald (Pkt 865) und Herbligen abgegrenzt.

Im Untersuchungsgebiet liegen folgende Gemeinden des Amtsbezirks Konolfingen:

Aeschlen Arni Biglen Bleiken Bowil Brenzikofen Freimettigen Grosshöchstetten Häutligen Herbligen Konolfingen Linden Mirchel Niederhünigen Oberdiessbach Oberhünigen Oberthal Schlosswil Walkringen Zäziwil

## 1.5 Unterlagen

Der vorliegende Schlussbericht ist eine Zusammenfassung aller Untersuchungsresultate; diese einzeln zu veröffentlichen würde den üblichen Rahmen sprengen.

Alle im Untersuchungsgebiet bisher durchgeführten Sondierungen, geologische und geotechnische Gutachten, hydrometrische Messungen etc. wurden so weit als möglich gesammelt. Nach erfolgter Auswertung wurden sie gemäss den Auflagen des WEA in der Grundlagendatei (GLD) erfasst. Detailresultate und greifbare geologische Dokumente, mit Ausnahme eines kleinen Teils, der durch Eigentümer oder Inhaberrechte für die öffentliche Einsichtnahme gesperrt ist, können sämtliche Unterlagen beim Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern, Abteilung Geologie "Hydrogeologische Dokumentation (HDOK)" eingesehen werden.

Das Auffinden und Sammeln einer derart grossen Anzahl geologischer Dokumente von Einzel- und Regionaluntersuchungen war nur möglich dank dem weitgehenden Entgegenkommen und der Mitarbeit zahlreicher Privatpersonen, Baubehörden, Ingenieurbüros und Bohrfirmen. Allen denen, welche in uneigennütziger Art Informationen und geologische Dokumente zur Verfügung stellten, sei herzlich gedankt.

# 2. GEOLOGISCHE SITUATION (Fig. 2.1)

## 2.1 Allgemeiner Ueberblick

Die markanteste grundwasserführende Talung im Untersuchungsgebiet ist das mehr oder weniger Nord-Süd verlaufende, teilweise eine ausgeprägte Talfurche bildende Kiesental. Durch Gletschererosion wurden dabei zum Teil tiefe Tröge in die darunterliegende Molasse ausgehobelt und in der Folge mit Schutt wieder aufgefüllt.

In der vorletzten Eiszeit, der Risseiszeit, stiess der Aaregletscher bis in die Gegend von Bern vor, wo er vom nach E vorstossenden Arm des Rhonegletschers kräftig zurückgestaut und von ihm durch die seitlichen Täler weiter nach E in Richtung Emmental abgedrängt wurde. Ein Arm des Aaregletschers ist vermutlich von Münsingen über Tägertschi ins obere Kiesental eingedrungen (vgl. auch Beck & Rutsch, 1958). Ein zweiter Arm in der Gegend von Kiesen ist wahrscheinlich nicht weiter nördlich als bis in die Gegend von Oberdiessbach gekommen.

Für diese Hypothese fehlen zwar eindeutige Altersnachweise in den entsprechenden Ablagerungen, doch sprechen das Auftreten von feinkörnigen, geröllführenden Sedimenten im Liegenden von Würmmoräne und älteren würmeiszeitlichen Vorstoss-Schottern sowie analoge Verhältnisse im Aare- und Worblental (WEA Aaretal, 1981 und Worblental, 1990) für diese Interpretation.

Beim Vorstoss des würmzeitlichen Aaregletschers drang ein Seitenarm von Herbligen durch das heutige Kiesental, vermutlich einer risszeitlich angelegten Entwässerungslinie folgend, nach Konolfingen und von dort bis in die Gegend von Oberhofen (Bowil) vor. Die mit diesem Vorstoss verbundenen, zum Teil schräggeschichteten Schotter werden in der Folge als Kiesental-Schotter bezeichnet.

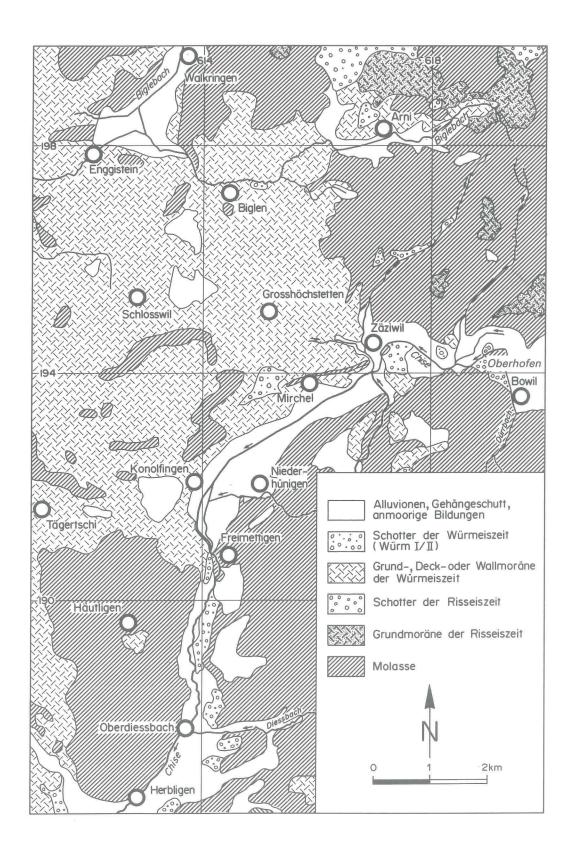
Der Rückzug des Aaregletschers erfolgte in mehreren Etappen und führte zur Bildung einer grossen Anzahl von markanten Seiten- und Endmoränen. Die Ablagerung der parallel verlaufenden Moränenwälle bei Ursellen und Stalden hatte schliesslich zur Folge, dass der Ausgang des Kiesentals in Richtung Münsingen abgesperrt wurde und die Chise ihren Lauf nach Süden, im heutigen Kiesental, nahm.

Während der einzelnen Rückzugsphasen wurden die verschiedenen Becken mit feinkörnigen Rückzugs- und Stillwasserablagerungen aufgefüllt und einzelne kleinere Gebiete auch aufgeschottert.

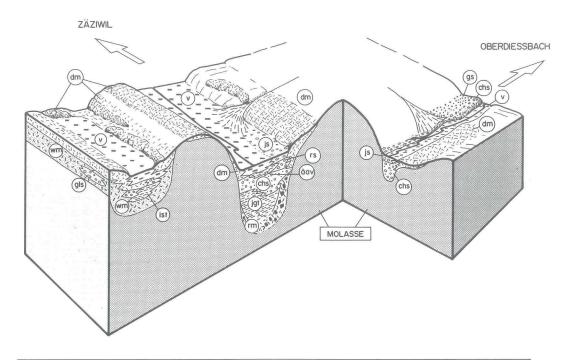
Ebenfalls zum Untersuchungsgebiet gehören die mehr oder weniger isolierten Grundwasserbecken von Schlosswil, Wikartswil sowie von Arni und Hämlismatt.

Diese Becken wurden alle während der letzten Eiszeit durch seitliche Arme des Aaregletschers ausgehobelt und zum Teil durch randglaziale Entwässerungen stark übertieft. Die Auffüllungen bestehen aus Moränen, fluvioglazialem Schutt und aus nacheiszeitlichen Verlandungssedimenten (Torf, Silt, Ton).

Figur 2.1 Geologische Uebersicht



Figur 2.2 Geologisches Blockbild (schematisch)



	zeichnung ckergestein	Geologische Einheit	Lithologie	Hydrogeologische Funktion
	v	Verlandungsbildungen	Sand, Silt-Ton, Lehm, Torf, Seekreide	Deckschichten
en	gs	Gehängeschutt	weit gefächert, Lehm bis blockreicher Schotter, z.T. verrutscht	vorwiegend Deckschichten
Holocaen	js	junge Schotterablagerungen der Flüsse	sauberer Kies, teils siltig-sandig	Grundwasserleiter
I	äav	ältere alluviale Verlandungsbildungen und Seetone	tonig – sandiger Silt, Lehm	Stauer
	rs	Rückzugsschotter	sandige Kiese mit Siltlinsen, Sande	lokaler Grundwasserleiter
	dm	Deckmoräne, inkl. Wallmoråne	tonig-siltig-sandiger Kies mit Blöcken	Deckschichten, z.T. Stauer
	gls	glaziale (Rinnen-, Stau-) Schotter	sandiger Kies, z.T. siltig	lokaler Grundwasserleiter
aen	ist	Sectone (interstadial ?)	Lehm, Warventone	lokaler Stauer
Pleistocaen	wm	Moräne	tonig-siltig-sandiger Kies, lokal Bachschutt	Stauer
_	chs	Chisetal - Schotter	siltig – sandiger Kies	Grundwasserleiter
	igt	Sectone (interglazial?)	tonig – sandige Silte	Stauer
	rm	Moräne, alt (Riss?)	tonige Silte mit Blöcken	Stauer

## 2.2 Tertiär (Fig. 2.2)

#### 2.2.1 Molassestufen

Im Untersuchungsgebiet sind Ablagerungen aus drei Stufen der mittelländischen Molasse zu finden (vgl. BECK und RUTSCH, 1949 sowie KELLERHALS & HAEFELI, im Druck). Es sind diese vom Liegenden zum Hangenden:

Das <u>Burdigalien</u> (unterer Teil der Oberen Meeresmolasse) ist nur im südlichsten Teil des Untersuchungsgebietes ausgangs des linksseitigen Kiesentals bei Helisbühl zu finden. Infolge der markanten Noflenstörung kommt dort der steilstehende und zum Teil überkippte Nordschenkel der Falkenfluh-Antiklinale mit polygener Nagelfluh zum Vorschein.

Die nächstjüngere Stufe ist das "Helvétien" (oberer Teil der Oberen Meeresmolasse). Dieses bildet im ganzen Untersuchungsgebiet den Felsuntergrund und steht in der Regel auch in den unteren, steilen Talflanken an. Die Schichten bestehen aus einer Wechsellagerung von Sandsteinen und Nagelfluhbänken mit Zwischenlagerungen von vereinzelten Mergelhorizonten.

Das über dem "Helvétien" liegende "Tortonien" (Obere Süsswassermolasse) ist vor allem an den höher liegenden Talflanken im NE des Untersuchungsgebietes und in der Gegend von Arni zu finden. Es handelt sich dabei um eine Wechsellagerung von Nagelfluh mit Sandsteinen, in welche Mergelschichten eingeschaltet sind.

#### 2.2.2 Molasseoberfläche

In den verschiedenen Teilbecken des Kiesentals ist die ursprüngliche Erosionsform der Molasse in der Regel durch eine grössere Anzahl von Bohrungen, durch Detailkartierungen und durch geophysikalische Untersuchungen recht gut bekannt.

Der oberste Teil des Kiesentals, das Becken von Rünkhofen, wird beidseitig durch steile Felsflanken eingeengt. Zwischen dem Quellgebiet der Chise in Oberhofen und der Siedlung Rünkhofen beträgt die Trogbreite ca. 400 m. Für dieses Gebiet wird eine vermutlich risszeitlich angelegte, ausgeprägte Rinnenstruktur mit einer relativ starken Uebertiefung angenommen. Gemäss älteren geophysikalischen Untersuchungen dürfte die Molasseoberfläche sowohl bei Rünkhofen als auch bei Oberhofen etwa auf Kote 640 liegen. Zwischen Rünkhofen und Bowil besteht zudem eine schmale Schmelzwasserrinne, deren genaue Uebertiefung nicht bekannt ist.

Westlich von Rünkhofen weitet sich das Becken auf eine Breite von über 700 m aus. Die Molasseoberfläche wurde hier in der Bohrung 617/194.9 auf Kote 641 angetroffen. Zu Beginn der Würmeiszeit wurde das Becken von Rünkhofen durch mächtige, schwerdurchlässige Ablagerungen beim Bärwilhubel weitgehend abgeriegelt, was zu einer schmalen und tief in die Molasse einerodierten Entwässerungsrinne unmittelbar NE von Zäziwil führte.

Das Becken von Gmeis - Konolfingen weist eine Trogbreite von 300 m (E von Mirchel) bis über 1 km (bei Konolfingen) auf. Die südliche, steile Talflanke besteht aus Molassesandstein und -nagelfluh. Die nördliche Begrenzung wird vorwiegend durch die Moräne der letzten Eiszeit gebildet, welche über dem zum Teil nur untief anstehenden Molassefels abgelagert worden ist.

Im oberen Abschnitt dieses Beckens wurde die Molasseoberfläche in den zahlreichen Bohrungen nicht erreicht. Die Quartärüberdeckung beträgt jedoch mindestens 25 m. Auch im unteren, breiten Abschnitt sind nur grobe Angaben über
die genaue Trogform und allfällige Rinnenstrukturen möglich. Vermutlich liegt
die tiefste Stelle des Troges auf dessen Nordseite. Eine 60 m tiefe Spülbohrung unmittelbar SE des Bahnhofes Konolfingen (614/192.10) erreichte nämlich
die Molasse auf Kote ca. 596 nicht. Im SE dieses Teilbeckens liegt die
Molasseoberfläche bedeutend höher: Zwischen Widimatt und Niederhünigen steigt
sie, wie geophysikalische Messungen gezeigt haben, von Kote ca. 620 - 630
kontinuierlich an (Profil III, Beilage 2). In einer WEA-Bohrung bei Stalden
(614/191.19) wurde sie auf Kote 637.2 angetroffen (Profil IV, Beilage 2).

Die markante, übertiefte Trogform im Nordteil des Beckens von Konolfingen erhärtet die in Kapitel 2.1 geäusserte Vermutung, dass zur Risszeit eine tiefe und ausgeprägte Talung von Tägertschi unter dem Ursellenmoos bis über Konolfingen hinaus angelegt worden sein muss.

Im südlichen Ausgang dieses Beckens bildete sich, vermutlich ebenfalls zur Risszeit, eine schmale Entwässerungsrinne, welche von Stalden über Dessikofen nach S in das heutige Kiesental zieht.

Das Kiesental zwischen Freimettigen und Oberdiessbach bildet eine meist nur 200 - 300 m schmale Talung. Begrenzt wird diese beidseits durch steile Molasseflanken, welchen im E zum Teil eine markante Schotterterrasse angelagert ist. Genauere Angaben bezüglich der Uebertiefung dieser durch Kiesental-Schotter wieder aufgefüllten Rinne sind nur aus dem mittleren Abschnitt möglich. Im Schlupf, ca. 2 km S von Freimettigen, liegt die tiefste erbohrte Felsoberfläche auf Kote 595.2 (Bohrung 613/188.4). Die Quartärauffüllung dürfte im ganzen Abschnitt entlang der Rinnenachse, wie auch verschiedene Seismikprofile zeigen, 15 - 25 m nicht übersteigen.

Im Becken zwischen Oberdiessbach und Herbligen ist die Westbegrenzung durch die Molasse klar gegeben, wogegen für die Ostabgrenzung fliessende Uebergänge zu Bachschutt und Gehängelehm bestehen. Die Breite des Troges variiert zwischen 500 - 800 m. Gemäss den Ergebnissen einiger Spülbohrungen der Société de Pétrole d'Aquitaine (SPA) beträgt die Quartärüberdeckung im mittleren Abschnitt mindestens 40 m, d.h. die Molasseoberfläche liegt tiefer als Kote ca. 555. Ausgangs des Kiesentals in das Aaretal wurde linksseitig N von Helisbüel eine markante Rinne festgestellt, die infolge einer tektonischen Schwächezone im Molassefels (Noflenstörung) vermutlich risszeitlich angelegt worden ist (Profil VI, Beilage 2).

Das Schlosswiler Becken lässt sich in die beiden Glazialtröge von Talimoos und Gwattmoos unterteilen, die hauptsächlich während der Würmeiszeit angelegt wurden. Am nördlichen Ausgang des kleinen Grundwasserbeckens von Gwattmoos bei Riedhulle wurde der Felsuntergrund bei Kote ca. 690 nicht erreicht (Quartärmächtigkeit über 45 m [WEA-Bohrung 614/190.8]). Eine kleine Molasseschwelle bei Gwatt, wo die Felsoberfläche teilweise weniger als 10 m unter der Terrainoberfläche liegen dürfte, trennt das Gwattmoos vom etwas grösseren Becken von Talimoos. Eine Erkundungsbohrung im zentralen Bereich (613/195.13) erreichte hier die Molasse in einer Tiefe von 40 m (Kote 699) ebenfalls nicht. Verschiedene in diesem Trog abgeteufte SPA-Bohrungen weisen jedoch auf eine strukturierte Molasseoberfläche hin und lassen das Auftreten von einzelnen glazialen (evtl. risszeitlich angelegten) Entwässerungsrinnen als wahrscheinlich erscheinen.

Das Wikartswilbecken (Walkringen – Enggistein) wurde durch den würmzeitlichen Seitenarm des Aaregletschers zu einem relativ breiten Trog ausgehobelt, wobei das Schmelzwasser von Walkringen nach N durch das Bigenthal abfloss. An den einzelnen Talflanken, die das Becken begrenzen, steht die Molasse in der Regel an oder liegt unter geringer Moränenüberdeckung. Ueber die Trogform und allfällige Rinnenstrukturen können keine genaueren Angaben gemacht werden, da nur beschränkt Bohrungen aus dieser Region existieren. Im SE des Troges, beim Metzgerhüsi, wurde die Felsoberfläche auf Kote 660.4 festgestellt (WEA-Bohrung 613/198.1). Talabwärts in der Gegend von Walkringen liegt die Molasseoberfläche jedoch auf Kote ca. 670. Es wird aus diesem Grund eine kleine Felsschwelle in der Gegend von Walkringen angenommen, welche zur Folge hatte, dass vor der Auffüllung des Beckens die Wasserscheide zwischen dem Biglebach und der Worble noch bedeutend weiter im N lag.

Die kleinen Becken von Arni und Hämlismatt sind glazial geprägt und zum Teil stark übertieft. So wurde z.B. in SPA-Bohrungen bei Arnisäge an einzelnen Stellen die Felsoberfläche in einer Tiefe von 24 m nicht erreicht.

#### 2.3 Quartär

#### 2.3.1 Gliederung der quartären Ablagerungen

Bei der Gliederung der quartären Ablagerungen wurden die Arbeiten von BECK & RUTSCH (1949, 1958), des WEA DES KANTONS BERN (1981, 1990) und von KELLERHALS & HAEFELI (im Druck) berücksichtigt. Vor allem bei älteren Ablagerungen sind jedoch nicht immer eindeutige Alterszuweisungen möglich, da im Untersuchungsgebiet keine entsprechenden Datierungen bestehen.

Wie in den Kapiteln 2.1 und 2.2 bereits ausgeführt, wurde das ganze Untersuchungsgebiet würmzeitlich stark geprägt, doch wurden zumindest einzelne Teile des Kiesentals bereits während der Risseiszeit angelegt. Feinkörnige Ablagerungen mit einzelnen Blöcken, welche sich direkt auf der Molasse und im Liegenden der Kiental-Schotter befinden, werden als Rissmoränen (rm) interpretiert. Im Gebiete von Herbligen – Helisbüel, ausgangs des Kiesentals ins Aaretal, sind diese Ablagerungen (inkl. die darunterliegenden alten Seetone (at)) mit denjenigen des Aaretals zu korrelieren (WEA 1981). Im oberen

Kiesental, zwischen Konolfingen und Oberhofen (Bowil), sprechen talgeschichtliche Gründe sowie zum Teil analoge Verhältnisse im Worblental (WEA 1990) für diese Interpretation.

Als <u>interglaziale Seetone</u> (igt) werden sandige bis siltige Tone bezeichnet, welche im Becken von Konolfingen unter den Kiesental-Schottern bis in grosse Tiefen angetroffen wurden (Mächtigkeit bis 40 m).

Als <u>Kiesental-Schotter</u> (chs) werden würmzeitliche Vorstoss-Schotter des Aaregletschers verstanden, welche zwischen der Würmmoräne und interglazialen bzw. risszeitlichen Sedimenten abgelagert wurden. Die Schotter sind meist verkittet und weisen teilweise eine Deltaschichtung auf. Während sie im Kiesental zwischen Herbligen und Freimettigen zum Teil markante Terrassen über der Talsohle bilden, finden sich diese Ablagerungen im oberen Kiesental vor allem als Talfüllungen und bilden dort den Grundwasserleiter.

Die <u>Deckmoräne</u> des Würmgletschers (dm und wm) tritt im ganzen Untersuchungsgebiet an den Talflanken auf und bildet dort zum Teil markante Wälle. Während im Kiesental die Moränenablagerungen in der Regel erodiert und durch jüngere Ablagerungen ersetzt wurden, finden sich diese im Schlosswil- und Wikartswil-Becken in grösserer Mächtigkeit und werden dort – ausgelöst durch lokale Gletscherschwankungen – teilweise ergänzt mit lokalen <u>Rinnen- oder Stauschottern</u> (gls) oder unterbrochen von <u>interstadialen Seeablagerungen</u> (ist).

Der Rückzug der einzelnen Gletscherzungen führte in verschiedenen Gebieten zu lokalen Schotter- oder Sanderfeldern (Rückzugsschotter (rs)).

Aus der jüngsten erdgeschichtlichen Zeit, dem Holocaen, sind folgende Bildungen bekannt: Die <u>älteren alluvialen Verlandungsbildungen</u> (äav), die <u>jungen</u>, alluvialen <u>Schotter</u> (js), welche zum Teil direkt den Kiesental-Schottern überlagert und daher schwierig voneinander zu trennen sind, <u>Gehänge</u> und <u>Bachschutt</u> (gs) und schliesslich <u>junge Verlandungsbildungen</u> (v), wie sie heute z.B. in einzelnen abflusslosen Mulden als ausgeprägte Torfbildungen zu finden sind.

2.3.2 Aufbau der einzelnen Gebiete

(Vgl. Profilserien in Beilage 2)

**Kiesental** 

2.3.2.1 Das Becken von Rünkhofen (Profil I)

Der Bärwilhubel SE von Zäziwil besteht aus verkitteten Kiesental-Schottern und bildete nach dem Rückzug des Gletschers einen Talriegel. Dies führte im Abschnitt Bärwilhubel - Rünkhofen zur Ablagerung von über 30 m mächtigen anmoorigen Bildungen und feinkörnigen Seeablagerungen. Die zahlreichen, vor allem von N her einmündenden, zum Teil grobkörnigen Schuttkegel weisen eine bedeutend bessere Durchlässigkeit auf als die feinkörnige Trogfüllung.

Zwischen Wide und Oberhofen besteht die Talfüllung hauptsächlich aus gut gerundeten Sanden und Kiesen, welche als Sander oder Schotterfluren eines nur wenig oszillierenden Gletschers zu deuten sind, der nach N Richtung Signau entwässerte.

Die im Hubelmoos W von Rünkhofen in der Bohrung 617/194.9 in einer Tiefe zwischen 32.6 und 42.1 m festgestellte, über dem Molassefels liegende Moräne wird als Rissmoräne gedeutet und ist gemäss der Interpretation von geophysikalischen Untersuchungen auch bei Wide (Profil I) zu finden.

Die schmale, übertiefte Schmelzwasserrinne zwischen Rünkhofen und Bowil ist mit Kiesental-Schottern und vermutlich spätglazialen Rückzugsschottern aufgefüllt und wird heute zumindest teilweise mit Grundwasser aus dem Schuttfächer des Dürrbaches bei Bowil gespiesen.

## 2.3.2.2 Das Becken von Gmeis - Konolfingen (Profile II - IV)

Die Trogfüllung besteht, wie einige Bohrungen zeigten, in ihrem tieferen Teil aus einer alten Moräne, die vermutlich zur Risszeit abgelagert worden ist. Das durch den Rückzug des Rissgletschers entstandene Becken zwischen Stalden und Zäziwil wurde in der Folge mit Seeablagerungen aufgefüllt.

Im zentralen Bereich des Beckens wird z.B. die alte Moräne von einer bis zu 40 m mächtigen Abfolge von interglazialen Seeablagerungen überlagert. Da in den Querprofilen oberhalb Mirchel und bei Stalden diese Seeablagerungen – soweit dies durch Bohrungen bekannt ist – in derselben Höhenlage weitgehend fehlen, ist anzunehmen, dass sie durch den Vorstoss des Würmgletschers wieder erodiert worden sind. Die mit diesem Vorstoss verbundenen Kiesental-Schotter sind im ganzen Becken in unterschiedlicher Mächtigkeit und Durchlässigkeit zu finden. Auch in der westlichen Fortsetzung des Beckens, im Ursellenmoos, sind, wie aufgrund der talgeschichtlichen Entwicklung und von geophysikalischen Untersuchungen (tiefere Bohrungen existieren nicht) zu vermuten ist, ältere, grundwasserführende Kiesental-Schotter in tieferen Bereichen abgelagert und teilweise wieder erodiert worden. Gegen oben gehen diese Schotter in einzelnen Gebieten zum Teil fliessend in jüngere Rückzugsschotter des Würmgletschers oder in junge Fluss-Schotter über.

Die beiden beim Rückzug des Gletschers abgelagerten, N-S verlaufenden Moränenwälle bei Ursellen und Stalden führten zu einer Absperrung von grossflächigen Verlandungsbildungen (Tone, Torf etc.) zuerst im Ursellenmoos und dann im ganzen Becken von Konolfingen. Anschliessend gelang es der Chise, den Talriegel bei Freimettigen zu durchbrechen und nach S zu entwässern.

#### 2.3.2.3 Die Rinne Stalden - Oberdiessbach (Profil V)

Im engen Tal der Chise sind vorwiegend die älteren Kiental-Schotter und darüber nacheiszeitliche, junge Talschotter abgelagert worden. Verschiedene seitlich einmündende Schuttkegel (vorwiegend von Westen) schnüren den allgemein geringmächtigen Grundwasserleiter noch zusätzlich ein. Auf der Ostseite des Tales besteht eine markante Terrasse aus Kiesental-Schottern. Ueber die Mächtigkeit dieser würmzeitlichen Ablagerungen und die Existenz von allenfalls tiefliegenden, älteren Rinnen bestehen keine genaueren Kenntnisse. Die genaue östliche Begrenzung des Grundwasserstromes bleibt somit unbekannt.

## 2.3.2.4 Das Becken von Oberdiessbach - Herbligen (Profil VI)

Dieses Becken ist vorwiegend mit jungen, eher schlecht durchlässigen Schotterablagerungen der Chise und des bei Oberdiessbach in das Kiesental einmündenden Diessbaches aufgefüllt. Ueberdeckt werden diese Ablagerungen durch feinkörnige Verlandungsbildungen und durch einen gebietsweise mehrere Meter mächtigen Gehängelehm, der früher an einigen Orten für die Ziegeleiherstellung abgebaut wurde. Ob allfällige ältere Ablagerungen (Kiesental-Schotter, Rissmoräne) ausgeräumt oder stellenweise in tieferen Lagen noch anzutreffen sind, ist infolge des schlecht auswertbaren Bohrgutes der verschiedenen tiefreichenden SPA-Spülbohrungen unklar. Lediglich ausgangs des Kiesentals sind auf der Ostseite ältere feinkörnige Ablagerungen erbohrt worden, die aus Analogiegründen mit dem Aaretal (WEA 1981) risszeitlichen Alters sind. Die darüberliegenden Kiesental-Schotter bilden an dieser Stelle einen relativ gut durchlässigen Grundwasserkörper.

## 2.3.2.5 Das Becken von Schlosswil (Profil VII)

Die beiden würmzeitlich angelegten Tröge von Talimoos und Gwattmoos werden durch eine Felsschwelle bei Gwatt voneinander getrennt, treten jedoch zusammen als einheitliches Grundwasserbecken in Erscheinung. Die Auffüllung der beiden Becken besteht infolge der alternierenden Gletscherstände aus Wechsellagerungen von mächtigen Moränenablagerungen und von interstadialen Seesedimenten, ergänzt durch lokale fluvioglaziale Stau- oder Rinnenschotter. Palynologische Untersuchungen in der Bohrung 613/195.13 im Becken von Talimoos (WELTEN 1982) lassen ein Spätwürm-, evtl. auch ein Mittelwürmalter der Ablagerungen vermuten. Infolge des nach dem letzten Rückzug des Gletschers verbliebenen markanten Endmoränenwalls von Schlosswil - Ried unmittelbar W des Talimoos bzw. des Gwattmoos entstanden in den beiden Trögen weitgehend abflusslose Mulden, was zur Bildung von Moos- und Sumpfgebieten führte. Die Quartärmächtigkeit beträgt im zentralen Bereich der beiden Tröge jeweils mehr als 40 m, im Gebiet der Molasseschwelle bei Gwatt jedoch lediglich ca. 10 m.

## 2.3.2.6 Das Becken von Wikartswil (Profile VIII und IX)

Ueber die Geologie der Quartärauffüllung in diesem Becken sind infolge der geringen Bohrdichte nur wenig Angaben möglich.

Die WEA-Bohrung beim Metzgerhüsi (613/198.1) durchfuhr eine ältere Würmmoräne und darüberliegende Schotter des zurückschmelzenden Gletschers und Bachschuttablagerungen des Biglenbaches. Der Endmoränenwall bei Enggistein und das enge Tal bei Walkringen mit hochliegender Felsoberfläche führten zur nacheiszeitlichen Auffüllung des Beckens mit feinkörnigen Seeablagerungen, vermischt mit randlichen Bachschuttfächern und überdeckt von Verlandungsbildungen.

# 2.3.2.7 Das Gebiet von Arni - Hämlismatt

Die Quartärauffüllung der beiden zum Teil stark übertieften, kleinen würmzeitlichen Becken von Hämlismatt und Arni besteht vorwiegend aus feinkörnigen Seeablagerungen und Torfbildungen. Auf der Ostseite des Beckens von Hämlismatt haben fluvio- und postglaziale Ablagerungen die Fassung von Grundwasser für die regionale Wasserversorgung ermöglicht.

#### HYDROGEOLOGISCHE BASISDATEN

## 3.1 Allgemeines

Aehnlich wie das Worblental (WEA-Bericht 1991) besteht das vorliegende Untersuchungsgebiet aus mehreren Einzugsgebieten, die sich in verschiedene Richtungen entwässern. Eine hydrologische Gesamtbilanz hätte deshalb das Ziel dieser Studie und die zur Verfügung stehenden Mittel bei weitem überstiegen. Im Vordergrund stand vielmehr die Ermittlung der Feldergiebigkeit der verschiedenen Grundwasservorkommen, d.h. die Grundwasserbilanzierung, wozu die hydrologischen Daten Grenz- und Richtwerte abgaben.

Die Beobachtungsperiode betrug im allgemeinen 5 Jahre (1984 – 1988), wobei zu Vergleichszwecken einzelne Messungen ausserhalb dieser Periode berücksichtigt wurden. Die Grundwasser-Limnigraphen wurden bis Ende April 1990 unterhalten. Die wichtigsten 3 Stationen wurden sodann in das permanente hydrometrische Netz des Kantons einbezogen.

Das Grundwasser-Messstellennetz umfasste 4 Limnigraphen, 5 Filterbrunnen und Grundwasserschächte, 12 Bohrungen mit Piezometern sowie bis zu 70 gerammte Piezometerrohre (Zahl variabel, da einige nur kurzfristig). Dazu kamen 2 Limnigraphen an der Chise und 35 Pegelmarken an Oberflächengewässern. Davon wurde allerdings eine Limnigraphenstation durch ein Hochwasser weggerissen und zerstört. Zudem kamen zur Abklärung von speziellen Problemen (meist im Zusammenhang mit Untersuchungen für Gemeinden) vorübergehende Installationen.

Einen allgemeinen Ueberblick zum Verhalten des Grundwasserspiegels während der gesamten Beobachtungsdauer bezüglich der Niederschläge und der Wasserführung der Chise vermittelt Fig. 3.1.

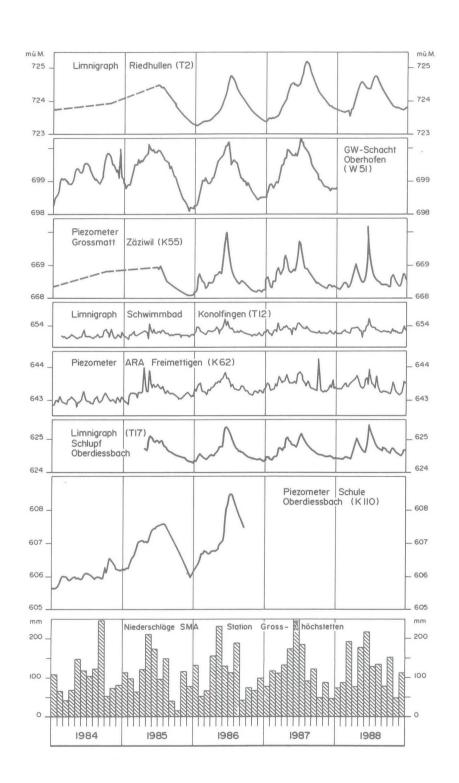
#### 3.2 Niederschlag

Beinahe zentral im Untersuchungsgebiet liegt die SMA-Station Grosshöchstetten. Für den westlichen und südlichen Teil des Perimeters liegt indessen die WEA-Station Münsingen ebenso nahe, so dass eine Gewichtung von 70 % (Station Grosshöchstetten) und 30 % (Station Münsingen) resultierte. In Anbetracht dessen, dass keine klassische hydrologische Bilanz vorgesehen war, wurde auf eine genauere Mittelbildung (wie z.B. Thiessen- oder Isohyetenmethode) verzichtet.

Die gemessenen monatlichen Niederschläge für die Jahre 1984-1988 sind in der Tabelle 3.1 aufgeführt. Beim Betrachten dieser Werte fällt vor allem folgendes auf:

- Der grosse Unterschied der Niederschlagsmengen (ca. 30 %) zwischen den beiden Stationen, die nur etwa 7 km voneinander entfernt sind und 200 m Höhendifferenz aufweisen. Im Jahr 1987 bekam Grosshöchstetten sogar 403.6 mm oder knapp 40 % mehr Niederschlag als Münsingen.

Figur 3.1 Ausgewählte Ganglinien (Wochenmittel)



- Gegenüber dem Normalwert (Grosshöchstetten 1901 1960) lag die Niederschlagssumme aller Jahre 1984 - 1988 höher. Dabei lagen vor allem die Winter- und Frühlingsmonate über dem Sollwert (Dezember - Juni).
- Die weit auseinander liegenden monatlichen Extremwerte (Juni 1987: 258.3 mm, Oktober 1985: 15.0 mm, Grosshöchstetten).
- Trotz der saisonalen atypischen Niederschlagsverteilung fiel die grösste Menge während dem Sommerhalbjahr (April September: ca. 60 %).

# <u>Tabelle 3.1</u> Niederschläge Kiesental 1984 - 1988

# Verwendete Stationen:

Grosshöchstetten (SMA 5490): 755 m.ü.M. \*) gewichtet zu 70 % Münsingen (WEA): 542 m.ü.M. gewichtet zu 30 %

Station	Jahr	J												
		J	F	М	A	М	J	J	A	S	. 0	N	D	Total
Grosshöchstetten Münsingen	1984	108.3	65.0 51.0			182.6 103.0				245.1	50.6	70.4 59.0	81.7 58.0	1'259.6 971.0
Grosshöchstetten Münsingen	1985	110.8	95.8 64.0			210.6 188.0			149.0 104.0			117.3 107.0		1'269.5 996.0
Grosshöchstetten Münsingen	1986	132.6 114.5	52.0 39.5			232.9	(mm): (0)=1		187.5 147.0	40.6	74.3 75.0			1'350.7 1'025.5
Grosshöchstetten Münsingen	1987	77.6 66.5	mm0 7 2	110.6 91.5	50-50-70 1-10	173.8 127.5			91.8 67.0	122.9	(2.02.02.)	88.0 69.5	47.0 47.5	1'451.6 1'048.0
Grosshöchstetten Münsingen	1988	74.0 70.0		193.8 157.5		176.3 102.0					150.1 127.5	48.7	112.8 90.5	1'476.6 1'093.0

#### Mittelwerte 1984 - 1988:

Station	Jahr	J	F	М	A	М	J	J	A	S	0	N	D	Total
Grosshöchstetten		100.7	83.3	95.0	110.7	195.2	179.4	125.1	110.4	105.1	67.6	69.4	83.1	1'361.6
Münsingen		87.3	61.8	83.1	75.5	133.5	118.6	96.7	103.5	81.4	57.6	61.6	66.2	1°026.7
						-								

## Gewichtetes Mittel (Grosshöchstetten 70 %, Münsingen 30 %):

J	F	М	A	М	J	J	A	s	0	N	D	Total
96.7	76.9	91.4	100.1	176.7	161.2	116.6	108.3	98.0	64.6	67.1	78.0	1'261.1

#### Normalwert 1901 - 1960:

Station	J	F	М	A	М	J	J	A	s	0	N	D	Total
Grosshöchstetten	65.0	61.2	72.7	88.1	115.9	148.7	144.7	144.2	106.8	79.0	71.1	69.2	1'166.6

#### Verhältnis (MW 1984 - 1988) / Normalwert [%]:

Station	J	F	М	A	М	J	J	A	s	0	N	D	Total
Grosshöchstetten	155.0	136.0	131.0	126.0	168.0	121.0	86.0	77.0	98.0	86.0	98.0	120.0	117.0

#### 3.3 Abfluss

## 3.3.1 Allgemeines

Aufgrund der Landeskarte 1:25'000, Blatt 1167, und dem Uebersichtsplan 1:10'000, Blatt 1167.4, entspringt die Chise bei Oberhofen. Etwa 1 km stromabwärts nimmt sie den Dürrbach und den Schwändigrabenbach auf, die beide in der Regel mehr Wasser führen als die Chise. Fälschlicherweise wird zeitweise der Dürrbach, der am Churzenberg entspringt, mit Chise bezeichnet. (z.B. MUELLER und LUGINBUEHL, 1975).

Bei der Station Bowil befindet sich die recht gut definierte Talwasserscheide zwischen dem Einzugsgebiet der Emme und der Chise. Die Grundwasseraufstösse bei Oberhofen, die Chisequellen, werden teilweise durch den von Bowil kommenden Grundwasserstrom gespiesen.

Eine weitere Talwasserscheide befindet sich mitten im Untersuchungsgebiet bei Neuhus nordwestlich von Grosshöchstetten. Nördlich davon fliesst das Wasser dem Biglebach und teilweise der Emme zu, südlich davon dem Mühlibach und der Chise.

Im Wikartswilmoos bzw. Aenggisteinmoos wird ein Teil des Biglenbaches mittels Schleusen Richtung Enggistein ins Worblental abgeleitet. Diese Teilung geht auf mittelalterliche Wasserrechte zurück, wobei ein damit verbundener Streit zwischen den Freiherren von Kyburg und den Freiherren von Kien im Jahre 1436 urkundlich belegt ist. Ein Wandbild am Gebäude der Ersparniskasse von Konolfingen in Worb erinnert an die Bachteilung (Fig. 3.2).

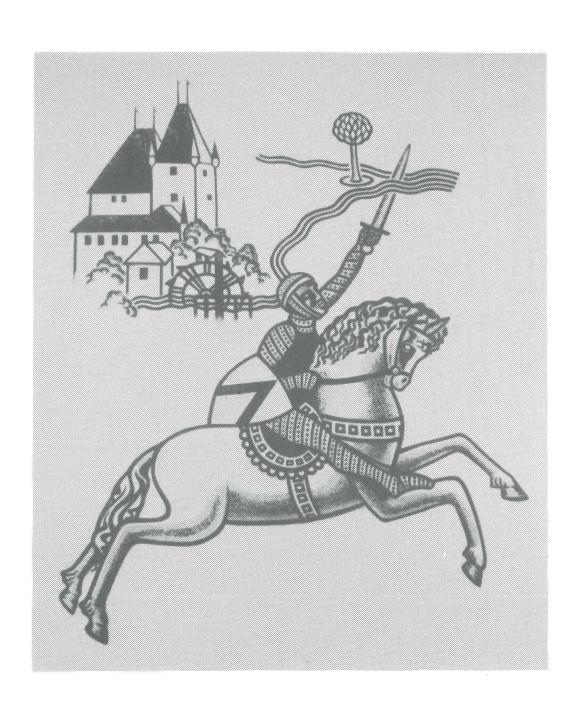
Eine weitere, sekundäre Talwasserscheide befindet sich bei Ursellen. Da jedoch im Ursällemoos keine Oberflächenentwässerung sichtbar ist, manifestiert sich diese nur im Grundwasser, das die Wasseraustritte bei Aemligen speist, sonst aber Richtung Konolfingen fliesst.

#### 3.3.2 Chise

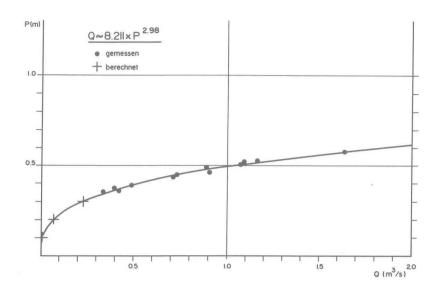
Das Einzugsgebiet der Chise umfasst bis zum untersten Punkt des Untersuchungsgebietes bei Herbligen (Messstelle A 1) 65 km². Mit Ausnahme des Einzugsgebietes des Biglenbachs erreicht der gesamte Oberflächenabfluss des Untersuchungsgebietes die Chise.

Bei Dessikofen - Freimettigen oberhalb der ARA konnte eine ausserordentlich günstige Abflussmessstelle mit einer stabilen Sohle gefunden werden (Molasse und Betonmauer). An diesem Ort wurde ein permanenter Limnigraph mit einer Messbrücke installiert. Die sehr konstante P/Q-Beziehung ist aus der Fig. 3.3 ersichtlich. Eine weitere Abflussmessstelle mit Limnigraph wurde am Dürrbach bei Oberhofen installiert. Diese fiel jedoch dem Hochwasser vom 24. Mai 1983 zum Opfer und wurde infolge Geschiebedruck bei heftigen Gewittern zerstört. Sie wurde nicht mehr ersetzt.

Figur 3.2 Bildliche Darstellung der mittelalterlichen Teilung des Biglebachs im Aenggisteinmoos (Wandbild am Gebäude der Ersparniskasse Konolfingen in Worb)



Figur 3.3 P/Q-Beziehung der Chise-Abfluss-Messstelle bei Freimettigen



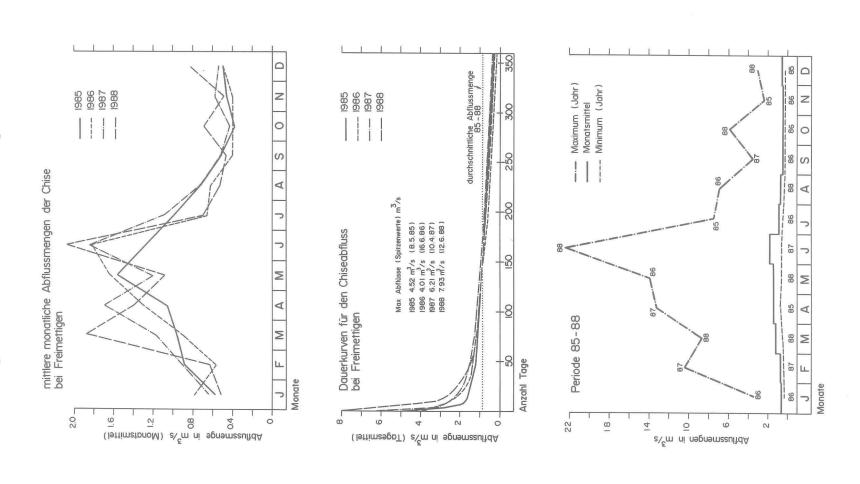
Abgesehen von einigen Schleusen, die die Chise im Gebiet von Konolfingen - Freimettigen lokal beeinflussen und u.a. zwei Flussläufe aufteilen, wird der Abfluss nicht reguliert. Das Abflussregime der Chise ist aus Figur 3.4 ersichtlich. Für die Periode 1985 - 1988 ergaben sich folgende charakteristische Werte (Station Freimettigen):

Q min	=	$0.22  \text{m}^3/\text{s}$
Q max	=	$22.4 \text{ m}^3/\text{s}$
Q 90	= "	$0.40  \text{m}^3/\text{s}$
Q 50	=	$0.85  \text{m}^3/\text{s}$
Q 10	=	$1.55  \text{m}^3/\text{s}$
Spitze	′ =	$22.4 \text{ m}^3/\text{s}$
MQ	=	$0.89  \text{m}^3/\text{s}$
Spende	=	$13.7  1/s/km^2$

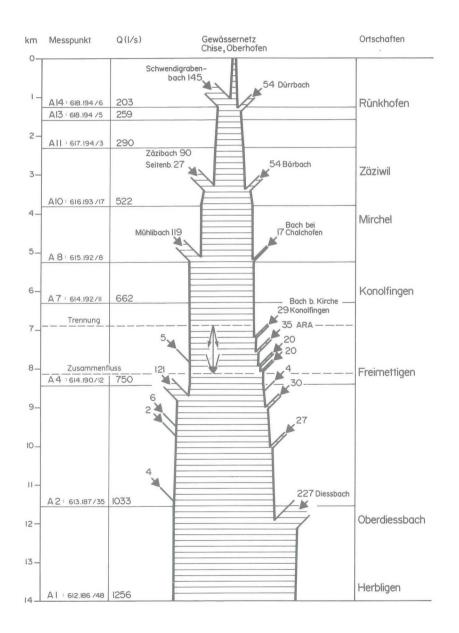
Die sehr flach verlaufende Dauerkurve Q 10, nur etwa viermal grösser als Q 90, deutet auf ein Einzugsgebiet mit einem erheblichen Speichervermögen hin. Auch stärkere Niederschläge werden ziemlich stark gedämpft. Das ausgeglichene Abflussverhalten der Chise wird durch die Retentionseigenschaften des Untergrundes (grössere Waldgebiete) und den breiten Talboden (Becken von Konolfingen) erzielt. Wird die Niederschlagsmenge der Station Grosshöchstetten zugrunde gelegt, so gelangten während der Periode 1985 – 1988 nur 32 % der Niederschläge zum Abfluss, was verglichen mit der benachbarten Zulg und Rotache gering ist.

Das durchschnittliche Gefälle der Chise beträgt zwischen Oberhofen und Freimettigen etwa 7 %o, was in der Grössenordnung der meisten kleineren Mittellandflüsse (Unterlauf) liegt. Dadurch ist bei Hochwasser eine genügende Schleppkraft gewährleistet, so dass das Flussbett – eine genügende Wasserqualität vorausgesetzt – nicht kolmatiert. Damit wird auch eine hydraulische Wechselwirkung mit dem Grundwasser gewährleistet.

Abflussregime der Chise bei Freimettigen 3.4 Figur



Figur 3.5 Zuflüsse der Chise bei mittlerem Wasserstand (1. und 2. November 1982)



Der Abfluss der Chise von ihrem Ursprung bis nach Herbligen samt ihrer Zuflüsse ist in Fig. 3.5 dargestellt. Die Abflussmessungen wurden bei leicht erhöhtem Mittelwasserstand am 1. und 2. November 1982 nach einer niederschlagsfreien Periode von 7 Tagen vorgenommen. Aus der Darstellung ist die vorübergehende Trennung des Kiesenlaufes bei Konolfingen ersichtlich, sowie die stetig zunehmende Abflussmenge, die nicht allein auf die Seitenbäche zurückgeführt werden kann (Kap. 5).

#### 3.3.3 Seitenbäche der Chise

Der Einfluss des Waldes auf das Retentionsvermögen der Niederschläge kommt deutlich beim Vergleich des Dürr- und Diessbaches zum Ausdruck. Nachstehend ein Vergleich ihrer Einzugsgebiete:

Einzugsgebiet	Dürrbach	Diessbach
Grösse, km²	9.2 km²	10.7 km²
Untergrund	Sandstein und Nagelfluh	Sandstein und Nagelfluh
Form	birnenförmig	birnenförmig
Höhe, mittl.	705 - 1'200	605 - 1'200
Bewaldung, %	35 - 40	65 - 70

Bei sehr ähnlichen Einzugsgebietseigenschaften ist ein stark unterschiedlicher Abfluss zu verzeichnen:

2. November 1982	Dürrbach	Diessbach	
Abfluss, 1/s Abflussspende, 1/s/km²	54 5.9	227 21.2	

Hauptursache dazu ist vor allem die unterschiedliche Bewaldung. Dagegen hat das nördliche bis nordwestliche Einfallen der Molasseschichten (Quellhorizonte) kaum einen unterschiedlichen Einfluss auf die beiden Einzugsgebiete. Das etwas steilere Relief des Diessbach-Einzugsgebietes und eine gewisse Infiltration des Dürrbaches im Gebiet von Bowil spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Die ungefähren mittleren Abflussmengen der übrigen Seitenbäche können aus der Fig. 3.5 entnommen werden.

## 3.3.4 Biglebach

Am 13.7.1982 bei Niederwasser und am 1.11.1982 bei Mittelwasser wurden im Biglenbach bzw. in seinen Seitenbächen folgende Abflüsse gemessen (1/s):

	13.7.82	1.11.82
- A 34, Biglen (613.825/197.390) Bach vom Schlosswiler Becken	46	-
- A 31, Metzgerhüsi (613.000/198.200) Biglenbach vor Wasserteilung	_	333
- A 29, Wikartswilmoos (612.920/198.240) Abfluss Richtung Enggistein	216	337
- A 30, Wikartswilmoos (612.990/198.240) Abfluss Richtung Walkringen	1	18
- A 27, Enggistein (611.870/197.720) Richigenbad	225	389
- A 28, Rüttihubelbad (612.300/198.505) Bach Richtung Walkringen	26	37
- A 35, Walkringen (613.635/199.770) Biglenbach	43	-

Infolge der unregelmässigen Bachbettprofile und der häufig wechselnden oder schiessenden Strömung sind die obigen Abflusswerte z.T. mit einem Messfehler von bis zu 10~% behaftet.

Heute ist die Bachteilung im Wikartswilmoos so gelöst, dass mit Ausnahme von Hochwasser praktisch die gesamte Fracht des Biglenbaches Richtung Enggistein abgeleitet wird (Kap. 3.3.1). Dies, obwohl der über Walkringen und Schafhausen in die Emme fliessende Wasserlauf Biglenbach genannt wird und das Tal dementsprechend Biglental heisst. Durch diese Massnahme wird die Definition der Grundwasserscheide im Wikartswilmoos nicht erleichtert. Der meist beinahe trockengelegte Walkringerast wirkt auf das Moos drainierend, während der Enggisteinast zumindest teilweise inflitriert.

Die Grösse der Teileinzugsgebiete des Biglenbaches beträgt bis ausgangs Biglen bzw. Walkringen:

- Biglenbach (Arnisäge - Blasenfluh)	12.3 km²
- Schlosswilbecken inkl. Häsli	6.4 km²
- Wikartswilmoos-Becken	6.5 km²

Infolge Regulierungen und unterirdischer Abflüsse kann nur das eigentliche Einzugsgebiet des Biglenbaches mit anderen Gebieten verglichen werden. Bei einer mittleren Wasserführung am 1. November 1982 betrug die Abflussspende 25.0 l/s/km², was leicht über derjenigen des Diessbachs liegt. Damit kommt der ungewöhnlich geringe Abfluss des Dürrbachs noch stärker zum Ausdruck.

#### 3.4 Verdunstung

Da der Verdunstungserfassung zu viele Unsicherheiten anhaften, als dass mittels einer hydrologischen Bilanzierung verlässlich auf die Grundwasserneubildung geschlossen werden könnte, wurde auf eine entsprechende Ermittlung verzichtet. Der damit verbundene Fehler hätte annähernd die Grössenordnung der Grundwasserneubildung erreichen können. In Anbetracht der überaus geringen Abflussspende (Kap. 3.3.2) muss angenommen werden, dass die Verdunstungsrate im Vergleich zu ähnlichen Gebieten relativ hoch ist und 45 – 50 % der Niederschlagsmenge erreicht.

## EIGENSCHAFTEN DER GRUNDWASSERLEITER

## 4.1 Allgemeines

Nebst dem der Chise folgenden Grundwasserstrom umfasst das Untersuchungsgebiet noch die isolierten Grundwasserbecken von Schlosswil und Wikartswil, sowie die sehr lokalen Vorkommen der Hämlismatt bei Arnisäge und der Stegmatt bei Grosshöchstetten.

Nachstehend wird der Grundwasserleiter aus praktischen Gründen gemäss folgender Definition behandelt: "Ein Grundwasserleiter ist ein geologischer Körper, der Grundwasser in nutzbaren Mengen enthält und weiterleiten kann." Damit entfallen Zonen, denen infolge ihrer Ausdehnung oder Durchlässigkeit wirtschaftlich kein Grundwasser entzogen werden kann. Auch in den kleineren Grundwasservorkommen des vorliegenden Untersuchungsgebietes besteht die Möglichkeit, Grundwasser aus Zonen mit einer Durchlässigkeit von  $> 2.10^{-4}$  m/s zu fördern. Das heisst, die in den Beilagen 1 und 2 gelb und rot ausgeschiedenen Gebiete (k  $< 2 \cdot 10^{-4}$  m/s) sind hier für die Grundwassernutzung kaum von Bedeutung und werden im allgemeinen auch nicht genutzt.

Die Begrenzung der Grundwasserleiter ist aus den Beilagen 1 und 3 ersichtlich. Als Ausgangslage für die horizontale Ausdehnung wurde ein mittlerer Grundwasserstand angenommen, wobei die Schnittlinie zwischen Grundwasserspiegel und randlichem Stauer die Begrenzung ergab. Als Stauer wurden die Molassesedimente und die unverschwemmten Moränenablagerungen bzw. Stillwassersedimente angenommen. Der Flurabstand bei mittlerem Grundwasserstand kann der Fig. 4.2 entnommen werden.

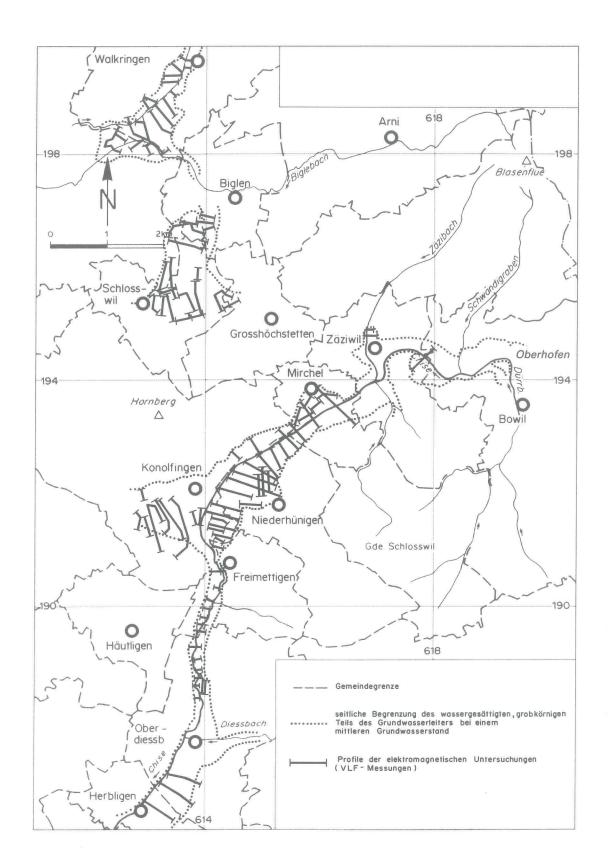
Obwohl in gewissen Gebieten nur wenige mechanische Sondierungen vorliegen, konnte dank einem z.T. recht dichten geophysikalischen Messstellennetz (Fig. 4.1) die Mächtigkeit und der Aufbau der Grundwasserleiter ziemlich gut belegt werden. Dank den guten Erfahrungen in ähnlichen Gebieten, wie z.B. im Worblental, wurden vor allem elektromagnetische Messungen durchgeführt (insgesamt über 2'500 Messpunkte). Da der Kontrast zwischen der Talfüllung und der Molasse für diese Messmethode stellenweise zu wünschen übrig liess, fanden ergänzende seismische Untersuchungen statt. In einigen, siedlungswasserwirtschaftlich unbedeutenden Randgebieten blieb die Abgrenzung unklar, da eine exakte Verifizierung nur mittels Sondierbohrungen möglich gewesen wäre.

## 4.2 Kiesental

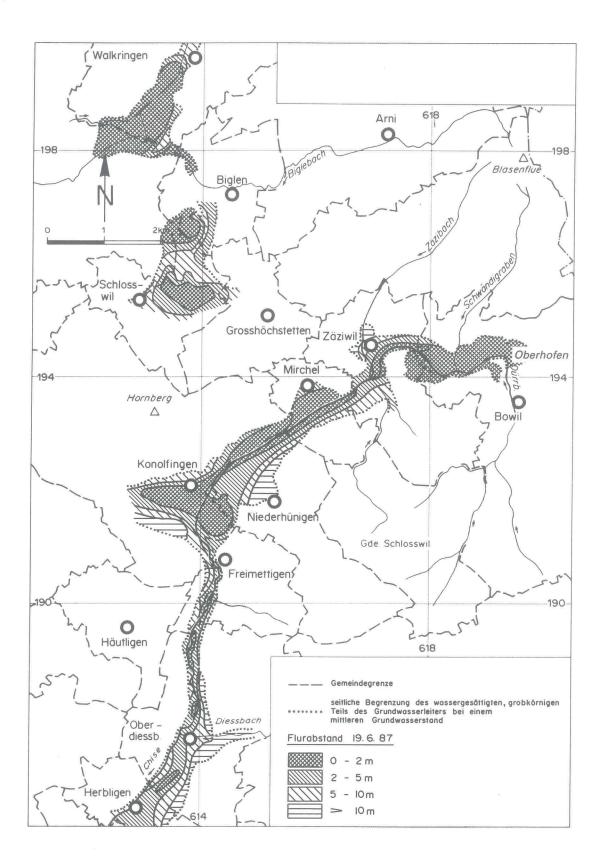
Der Grundwasserleiter des Kiesentals im engeren Sinn beginnt bei der Bahnstation Bowil und endet bei der Einmündung ins Aaretal unterhalb Herbligen. Es handelt sich ausdehnungs- und aufbaumässig um einen sehr heterogenen Aquifer, der aufgrund seiner Gestalt in folgende vier Abschnitte unterteilt werden kann:

- Becken von Rünkhofen
- Becken von Gmeis Konolfingen
- Rinne von Stalden Oberdiessbach
- Becken von Oberdiessbach Herbligen

Figur 4.1 Situation der elektromagnetischen Profile



Figur 4.2 Flurabstand bei mittlerem Wasserstand



Das Kiesental wurde durch die Einwirkung der Gletscher und Flüsse stark übertieft. Die tiefste, in die Molasse eingeschnittene Rinnenachse wurde durch Bohrungen nirgends erreicht (Kap. 2). Es muss angenommen werden, dass diese alte Talsohle stellenweise > 50 m unter der heutigen Talebene liegt. So erreichten Spülbohrungen für Erdsonden in Konolfingen (614/192.10) bis in 60 m Tiefe die Molasseoberfläche nicht. Aufgrund der Auffüllvorgänge der übertieften Rinnen (Kap. 2) ist der untere Teil häufig mit schwerdurchlässigen Sedimenten angefüllt (Beilage 2).

#### 4.2.1 Becken von Rünkhofen

Die Abgrenzung dieses Grundwasserbeckens ist nicht immer eindeutig. Dank der Talwasserscheide, die für das Grundwasser bei der Station Bowil liegt, ergibt sich Richtung E eine klar definierte Grenze, obwohl das Becken weiter gegen Signau verläuft. Der von Bowil-Dorf herkommende Schuttfächer des Dürrbachs wurde nicht mehr in die Untersuchungen einbezogen. Hier musste eine etwas willkürliche Grenze gezogen werden, die der Bahnlinie entlang läuft. Die zahlreichen Bachschuttfächer, die von Norden und Süden in das Becken münden, ergaben einige Abgrenzungsprobleme, da sie nicht einzeln untersucht werden konnten.

Mittel- bis gutdurchlässige Ablagerungen sind in diesem Becken eher selten anzutreffen. Der bis über 40 m mächtige Grundwasserleiter besteht zum überwiegenden Teil aus schwerdurchlässigem Moränenmaterial und Stillwasserablagerungen, d.h. vorwiegend siltige Sande bis tonige Silte (Bohrung T 3, 617/194.9). Lokal zwischen Wide und Oberhofen, bei Rünkhofen sowie in der beim Widenhubel einmündenden Rinne sind Schotterablagerungen anzutreffen, die jedoch selten eine Mächtigkeit von 10 m überschreiten. Dagegen wurde unmittelbar südlich der Perimetergrenze bei Oberhofen mit einem Versuchsbrunnen (619/194.14) ein gegen 30 m mächtiges Schottervorkommen angefahren.

Die Durchlässigkeit der Schottereinschaltungen beträgt in der Regel  $1-3\cdot 10^{-3}$  m/s. Die Ausläufer der Bachschuttkegel sind erfahrungsgemäss sehr heterogen aufgebaut und weisen häufig einen k-Wert von  $1-5\cdot 10^{-4}$  m/s auf. Dagegen betrug die Durchlässigkeit in der Bohrung T 3 (617/194.9), d.h. in den grobkörnigen Schichten der Seeablagerungen (vorwiegend Sande) nur  $5\cdot 10^{-5}-1\cdot 10^{-4}$  m/s.

Die Deckschichten bestehen zum überwiegenden Teil aus Torf ( bis > 4 m mächtig), Silten und Tonen. Randlich treten teilweise die heterogenen Ablagerungen des Gehänge- und Bachschutts auf.

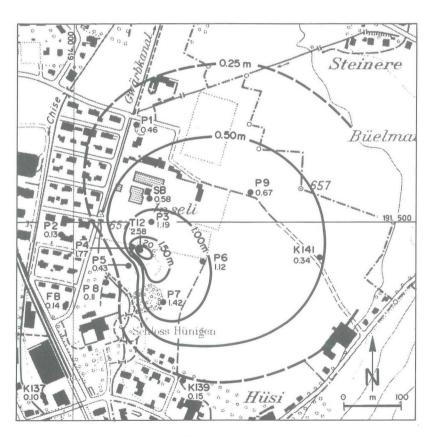
Der Flurabstand ist gering und beträgt meist nur 0.8 - 2.5 m. Infolge der weitgehend schwerdurchlässigen Deckschichten ist der Grundwasserspiegel teil-weise leicht gespannt.

# 4.2.2 Becken von Gmeis - Konolfingen

Der mit Abstand wichtigste Grundwasserleiter des Untersuchungsgebietes befindet sich zwischen Gmeis und Konolfingen bzw. Stalden. Abgesehen vom Seitenarm Ursellen besitzt dieser Abschnitt eine Länge von über 4 km bei einer Breite von ca. 0.3 bis 1.0 km. Die seitliche Begrenzung ist nicht immer eindeutig, namentlich bei der nördlichen, vorwiegend aus Moräne bestehenden Talflanke besteht ein gewisser Interpretationsspielraum.

Wie aus dem Abschnitt 2.2.2 entnommen werden kann, sinkt die Molasseoberfläche von etwa 20 m Tiefe bei Gmeis bis in Tiefen von > 60 m im Gebiet von Konolfingen ab. Da indessen die Trogfüllung in ihrem tieferen Teil meist aus sehr schwach durchlässigen, älteren Moränen und Seetonen besteht, ist die Oberfläche von diesen Ablagerungen für die Mächtigkeit des nutzbaren Grundwasserleiters massgebend. Wie z.B. aus den Profilen II und III der Beilage 2 ersichtlich ist, verbleibt dadurch meist nur noch eine 5 - 15 m mächtige Schichtabfolge, die sich für die Entnahme von Grundwasser eignet.

Figur 4.3 Konfiguration des Absenkungstrichters bei einem Dauerpumpversuch im Versuchsbrunnen T12 mit 1'430 1/min (21.3.1985)



— Linie gleicher Absenkung in m

Messpunkt

Im einzelnen ist die Beckenfüllung sehr kompliziert aufgebaut, was namentlich auf die verschiedenen Gletschervorstösse und -rückzüge zurückzuführen ist. Dies kam u.a. bei Grundwasserprospektionen östlich Gmeis, im Chonolfingermoos und zwischen Stalden und dem Bad Konolfingen zum Ausdruck (Kap. 5). Der gutdurchlässige Grundwasserleiter besitzt selten einen über mehrere hundert Meter ähnlich bleibenden Abflussquerschnitt. Vielmehr wird dieser immer wieder durch schwerdurchlässige Ablagerungen eingeengt, so dass das Becken von Gmeis - Konolfingen in Wirklichkeit aus verschiedenen, mehr oder weniger gut miteinander verbundenen, flachen Grundwassertrögen besteht, was den Grundwasserabfluss und die lokale Feldergiebigkeit stark beeinflusst (Kap. 5). Ein Beispiel dazu ist aus Fig. 4.3 ersichtlich. Infolge des komplizierten geologischen Aufbaus des Grundwasserleiters resultiert ein beim Dauerpumpversuch im Versuchsbrunnen T 12 (614/191.19) (Filterdurchmesser 8") ein extrem asymmetrischer Absenkungstrichter. Offensichtlich trennt eine schwerdurchlässige Rippe den Versuchsbrunnen weitgehend vom Brunnen F 13 (613/191.2) der WV Konolfingen.

Da die Schotter im allgemeinen immer etwas siltig sind, besitzen sie selten eine Durchlässigkeit, die 2  $\cdot$   $10^{-3}$  m/s übersteigt. Die besten in Grosspumpversuchen erzielten Werte betrugen:

Fassung Stalden (WV Konolfingen) 2.2  $\cdot$  10<sup>-3</sup> m/s Kleinfilterbrunnen T 12 (614/191.15) 2.1  $\cdot$  10<sup>-3</sup> m/s.

Daneben wurden gelegentlich bei Kleinpumpversuchen höhere Werte festgestellt, so im Chonolfingermoos mit bis zu  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s (614/192.4).

Da die in der Beilage 1 dargestellte flächenhafte Durchlässigkeitsverteilung namentlich das Vorkommen der durchlässigeren Schichten angibt, sollte nicht übersehen werden, dass die hauptsächliche Talfüllung eine Durchlässigkeit von  $< 1 \cdot 10^{-4}$  m/s besitzt (Beilage 2). Dies trifft vor allem auf den Ursellenast zu, wo nicht nur die Talwasserscheide, sondern auch der schwerdurchlässige Grundwasserleiter einen grösseren Grundwasserabfluss, trotz markanter Gefällstufe, Richtung Aemligen verhindert (Kap. 5).

Die Deckschichten sind überwiegend torfig-tonig ausgebildet und gewähren dadurch einen recht guten Grundwasserschutz. Randlich werden sie zum Teil durch Bachschuttkegel abgelöst, so vor allem durch die ausgedehnten Schuttfächer des Chollerenbaches. Die Schutzwirkung der Deckschichten wird allerdings durch den meist kleinen Flurabstand in der Talsohle geschmälert, beträgt dieser doch häufig < 2.0 m (Fig. 4.2). In den Bachschuttkegeln nimmt der Flurabstand naturgemäss rasch zu und übersteigt nicht selten 10 m. So lag der Grundwasserspiegel bei der Bohrung T 11 (613/192.13) 17 m unter Terrain.

Durch die schwerdurchlässige Abdichtung an der Oberfläche ist der Grundwasserspiegel teilweise leicht gespannt. Sofern grobkörnige Einschaltungen in grösserer Tiefe vorkommen und durch hoch gelegene Gebiete angespiesen werden, kann sich sogar ein artesischer Druck aufbauen, wie in Spülbohrungen in Konolfingen (614/192.6) beobachtet werden konnte.

## 4.2.3 Rinne von Stalden - Oberdiessbach

Bei Stalden verengt sich das breite Becken von Gmeis – Konolfingen sehr rasch und beträgt auf der Höhe von Freimettigen, wo der Grundwasserleiter weitgehend durch die Talflanken der Molasse eingeschnürt wird, noch 100 m. Bis kurz vor Oberdiessbach, d.h. auf einem Abschnitt von etwa 2.5 km, besteht der Aquifer aus einer 200 – 300 m breiten Rinne. Ihre westliche Begrenzung ist ziemlich klar, während der Ostrand nur vermutet werden kann, da er unter einer hochliegenden Schotterterrasse verläuft (Profil V, Beilage 2). Infolge des grossen Flurabstandes von > 40 m kamen aus Kostengründen keine Sondierbohrungen auf der Terrasse in Frage und seismische Messungen ergaben wegen des starken Oberflächenreliefs nur ungenaue Angaben. Es ist deshalb möglich, dass der effektive E-Rand des Grundwasserleiters im Extremfall bis zu 100 m von der vermuteten Linie abweicht.

Die aufgrund von geophysikalischen Abklärungen angesetzten WEA-Bohrungen erreichten die Molasse in der Talsohle schon nach etwa 15 m. Die Rinne ist somit wenig übertieft. Ob sich allenfalls unter der östlichen Schotterterrasse noch eine tiefere Erosionsform befindet (Profil V, Beilage 2), muss unbeantwortet bleiben.

Trotz des geringen Rinnenquerschnittes, der eher grobkörnige, saubere Ablagerungen vermuten liesse, besteht der Grundwasserleiter vorwiegend aus ziemlich stark siltig-sandigem Kies, der stellenweise Einschaltungen von Sand und Silt enthält. Dementsprechend ist auch die Durchlässigkeit ziemlich gering, d.h. selten  $> 1 \cdot 10^{-3}$  m/s. Der durchschnittliche k-Wert erreicht für diesen Aquifer nicht mehr als  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Abgesehen von der östlichen Schotterterrasse sind die Deckschichten überwiegend siltig-tonig ausgebildet. Stellenweise herrschen auch torfige und sandige Ablagerungen vor. Gegen Oberdiessbach gelangt kiesiges Material bis an die Terrainoberfläche. Der Flurabstand beträgt in der Talsohle meist 2 - 6 m. Das Grundwasser ist somit sehr unterschiedlich vor Verunreinigungen geschützt.

## 4.2.4 Becken von Oberdiessbach - Herbligen

Oberhalb Oberdiessbach geht die oben beschriebene Rinne in das 400 - 600 m breite Becken von Oberdiessbach - Herbligen über, das anschliessend ins Aaretal mündet. Aehnlich wie im oberen Talabschnitt ist die Westgrenze durch den Molasserand gut definiert, während der Verlauf der östlichen Abgrenzung infolge von mächtigen Gehängelehmablagerungen, Schotterterrassen und Bachschuttkegeln unklar ist (Profil VI, Beilage 2).

Die Lage des Molasseuntergrundes ist dank einiger Bohrungen, namentlich gegen die Beckenränder hin, bekannt (Beilage 3). Nicht nachgewiesen ist dagegen die maximale Beckentiefe und die Lockergesteinsabfolge in Tiefen > 20 m.

Der nutzbare Grundwasserleiter besteht ausschliesslich aus Kiesental-Schotter und den Schuttfächerablagerungen des Diessbaches. Beide weisen in der Regel eine eher mittelmässige bis schlechte Durchlässigkeit auf, da der Silt- und Feinsandgehalt meist ziemlich hoch ist. Sofern Grundwasserfassungen in diesem Gebiet nicht überdurchschnittlich gut entsandet werden, ist mit Betriebsstörungen zu rechnen. Der k-Wert erreicht nur ausnahmsweise  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s. Häufig liegt er im Bereich von  $1 - 3 \cdot 10^{-4}$  m/s. Er kann indessen auch bis auf  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s absinken, wenn siltiger Feinsand dominiert, was im heterogen aufgebauten Bachschuttkegel stellenweise der Fall ist (Bohrung T 9, 614/187.10).

Die Deckschichten bestehen meist aus schwerdurchlässigen Verwitterungs- und Ueberschwemmungssedimenten und stellen dadurch einen guten Schutz für das Grundwasser dar, namentlich bei grossem Flurabstand. Dieser beträgt in der Talsohle 2 – 7 m und kann gegen den östlichen Beckenrand bis auf > 20 m zunehmen.

### 4.3 Schlosswiler Becken

Die Abgrenzung des Beckens ergibt sich grob aus der Geländemorphologie, namentlich durch den Moränenkamm Schlosswil – Ried und die Hügel Anggist, Gwattberg und Hürnberg. Geophysikalische Messungen und einige Bohraufschlüsse erlaubten die Grenzziehung zu verfeinern. Trotzdem bleibt meist eine gewisse Unsicherheit bestehen, da sich ein zusammenhängender Grundwasserspiegel in schlechtdurchlässigen Sedimenten häufig schwer nachweisen lässt (Grenze Hangwasser/Grundwasser).

Aufgrund von elektromagnetischen Messungen muss der kleine Trog zwischen Neuhus - Talacher - Hasli als Grundwassergebiet ausgeklammert werden, da er praktisch ausschliesslich durch tonig-siltige Sedimente angefüllt ist. Damit drängt sich auch eine Revision der Gewässerschutzkarte auf, indem dieses Gebiet bis gegen Biglen von der Zone A in die Zone B überführt werden sollte.

Wie unter Kapitel 2 schon erläutert wurde, lässt sich das Becken von Schlosswil infolge einer Molasseschwelle bei Gwatt, die sich etwa in 10 m Tiefe befindet, in zwei Tröge aufteilen. Aufgrund der Bohraufschlüsse befindet sich die Molasseoberfläche in beiden Trögen in über 40 m Tiefe. Während der südliche Talimoos-Trog praktisch ausschliesslich mit Moränenablagerungen (± verschwemmt) und Sedimenten aufgefüllt ist, treten im nördlichen Gwattmoos-Trog auch Schotter auf (Profil VII, Beilage 2).

Bezeichnenderweise kann aus dem Schachtbrunnen Schattacher bei Tali, der nur ca. 3 m unter den Grundwasserspiegel reicht, <50 l/min entnommen werden, was auf eine lokale Durchlässigkeit in der Grössenordnung von  $10^{-5}$  m/s hinweist. Die übrigen bestehenden Sondierungen und die geophysikalischen Abklärungen brachten auch im übrigen Talimoos-Trog keine weiteren nutzungswürdigen Grundwasservorkommen zu Tage. Im Gegensatz dazu konnten im östlichen Gwatt-moos-Trog Schottereinschaltungen gefunden und erbohrt werden (T 5, 614/196.8, Profil VII, Beilage 2). Der Profil-k-Wert der Bohrung T 5 erreichte beachtliche 7.5  $\cdot$   $10^{-4}$  m/s. Abgesehen von dieser S-N verlaufenden, 150 – 200 m breiten Schotterrinne ist jedoch auch dieser Trog vorwiegend mit schwerdurchlässigen Sedimenten aufgefüllt.

Die Deckschichten sind durchwegs schwerdurchlässig und bestehen aus Moräne, Torf, anmoorigen Bildungen und Lehmen. Bei einem Flurabstand von 5 - 10 m gewähren diese einen ausgezeichneten Grundwasserschutz. Infolge der stark bindigen Deckschichten kommt es zu hangenden Wasservorkommen im Boden, die jedoch mit dem tieferen zusammenhängenden Grundwasser nicht in hydraulischer Verbindung stehen. Dieses hangende Bodenwasser kann schon in  $1-2\,\mathrm{m}$  Tiefe angetroffen werden.

## 4.4 Wikartswiler Becken

Das durch die zwei Talausgänge bei Enggistein und Walkringen charakterisierte Becken bei Wikartswil besitzt wahrscheinlich eine ähnliche Auffüllung wie das Becken von Schlosswil, d.h. vorwiegend schwerdurchlässige Moränen- und Seeablagerungen. Jedenfalls haben die geophysikalischen Messungen keine andere Interpretation der Beckenfüllung zugelassen, mit Ausnahme des Gebietes beim Metzgerhüsi. Der Schutt des Biglenbaches wurde dort mit der Bohrung T 1 (613/198.1) in einer Tiefe zwischen 6 und 19 m angefahren. Diese sehr heterogenen sandig-kiesigen Ablagerungen mit stark wechselndem Siltgehalt wiesen einen durchschnittlichen k-Wert von 1  $\cdot$  10<sup>-4</sup> m/s auf.

Die Lage des Molasseuntergrundes und ein Querschnitt durch die Beckenfüllung kann aus der Beilage 2 (Profile VIII und IX) entnommen werden.

Abgesehen von kiesigen Ablagerungen entlang der heutigen Bachläufe bestehen die Deckschichten ausschliesslich aus siltig-tonigen, sowie Richtung Walkringen auch aus torfigen Bildungen. Der Flurabstand beträgt meist nur  $1-3\,$  m, wobei der Grundwasserspiegel stellenweise leicht gespannt ist.

# 4.5 Randgebiete

Im Untersuchungsperimeter kommen noch verschiedene kleinere Grundwasservorkommen mit einer Ausdehnung von  $< 0.5~\rm km^2$  vor. Mangels Sondierungen sind jedoch die Eigenschaften und Abgrenzungen der Grundwasserleiter meist schlecht bekannt. Auf eine kartographische Darstellung derselben (z.B. in Beilage 1) musste daher verzichtet werden.

Aus siedlungswasserwirtschaftlicher Sicht sind die Vorkommen von Hämlismatt, Arni und Stegmatt bei Grosshöchstetten von Interesse (vgl. nachfolgende Kap.). Diese bestehen aus mehr oder weniger stark verschwemmter Moräne, wobei im Extremfall die Auswaschung und Sortierung bis zu schotterartigen Ablagerungen und entsprechend guter Durchlässigkeit führen kann. Dies ist z.B. beim Vorkommen Hämlismatt der Fall, wo ein 3  $^{-}$   $10^{-3}$  m/s grosser Profil-k-Wert registriert werden konnte. Derart gutdurchlässige Zonen sind jedoch eher selten und haben in der Regel nur eine geringe Ausdehnung. In der Fassung Stegmatt wurde ein k-Wert von < 1  $^{-}$   $10^{-4}$  m/s ermittelt. Für das Gebiet von Arni können infolge fehlender Aufschlüsse keine entsprechenden Angaben gemacht werden.

Die Mächtigkeit der wassergesättigten, nutzbaren Grundwasserleiter übersteigt  $12\,$ m kaum. An den Fassungsstandorten in der Hämlismatt (616/198.12) und Stegmatt (615/194.1) betrug sie  $8-10\,$ m.

# 5. GRUNDWASSERSTRÖMUNG

# 5.1 Allgemeine Abflussverhältnisse

Die Abflussverhältnisse werden primär durch die Geometrie, den Aufbau und die Eigenschaften des Grundwasserleiters bestimmt. Daneben haben jedoch auch die Anspeisung des Grundwassers und der Wasseraustausch mit den Oberflächengewässern einen Einfluss.

Der Grundwasserabfluss im Untersuchungsgebiet ist gekennzeichnet durch drei Talwasserscheiden sowie durch zahlreiche Engpässe und Becken. Dadurch ergibt sich ein sehr unterschiedliches Strömungsbild. In der Regel entspricht die Hauptströmungsrichtung der Tal- oder Beckenachse. Stellenweise, d.h. namentlich bei der Einmündung von Seitentälern, können starke Querströmungen auftreten, wie das z.B. bei Niederhünigen und Oberdiessbach der Fall ist (Beilage 3).

Entsprechend den sehr unterschiedlichen hydrogeologischen Bedingungen wechselt das Gefälle des Grundwasserspiegels ständig, wobei die Extremwerte mit 2 % o im Chonolfingermoos und 50 % o bei Rünkhofen erreicht wurden. In der Regelliegt jedoch der hydraulische Gradient zwischen 5 und 20 % o.

Die Strömungsgeschwindigkeit v, des Grundwassers verhält sich proportional zum hydraulischen Gefälle i, und zur Durchlässigkeit, bzw. zum k-Wert des Grundwasserleiters. Zudem ist sie vom effektiven Durchflussquerschnitt im Boden, d.h. von der Porosität, p, abhängig (v = k · i/p). Während der Gradient der Beilage 3 entnommen werden kann und der k-Wert stellenweise aus Beilage 1 ersichtlich ist, gelten für die nutzbare Porosität Erfahrungswerte, die mit dem k-Wert gekoppelt sind. Generell wurden folgende Beziehungen zugrunde gelegt: p ~ 12 - 20 % für einen Durchlässigkeitsbereich > 2 ·  $10^{-3}$  m/s und p ~ 8 - 12 % für einen Durchlässigkeitsbereich 2 ·  $10^{-4}$  - 2 ·  $10^{-3}$  m/s. Aus diesen Grunddaten lassen sich die approximativen Strömungsgeschwindigkeiten des Grundwassers berechnen. Diese betragen z.B. in nachfolgenden Gebieten:

_	Zwischen Bärwilhubel	und	Gmeis	3	-	15	m/Tag
_	Chonolfingermoos			5	-	20	m/Tag
-	Schlupf - Dessikofen			15	_	50	m/Tag

Es handelt sich dabei um durchschnittliche Geschwindigkeiten. Die extremen Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb einzelner Schichten können stark davon abweichen und < 0.1 m bis > 50 m/Tag betragen.

# 5.2 Hydraulische Wechselwirkung zwischen Chise und Grundwasser

Von den Grundwasseraufstössen bei Oberhofen, die die Quellen der Chise darstellen, bis Zäziwil fungiert der Fluss als deutlicher Vorfluter fürs Grundwasser. Im Groggenmoos und Hubelmoos, wo die Chise grösstenteils kanalisiert ist, nimmt sie auch Drainagewasser der schwerdurchlässigen Talböden auf. Dies gilt im wesentlichen auch für den Abschnitt Zäziwil – Chalchofen, wo die extrem kanalisierte Chise meist die Tendenz hat, Grund- und Drainagewasser aufzunehmen, allerdings in geringerem Ausmass als stromaufwärts. Ohne die Fassung der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden zwischen Brunnmatt und Gmeis (Kap. 8.2), die ständig mindestens 1'800 l/min Grundwasser abführt, hätte die Chise eine bedeutende Vorfluterfunktion.

Zwischen Chalchofen und Chonolfingermoos findet eine Tendenzumkehr statt, indem die Chise bis Konolfingen meist Wasser abgibt. Etwa ab Schwimmbad Konolfingen findet jedoch eine kräftige Exfiltration statt. Bis zum 800 m stromabwärts liegenden Talengnis von Freimettigen – Dessikofen strömen ca. 3'500 – 4'000 l/min. Grundwasser in die Chise (Mittelwasserverhältnisse). Von dort bis zum Gebietsausgang bei Herbligen konnten keine eindeutigen In- oder Exfiltrationsverhältnisse mehr beobachtet werden. Einzig bei Oberdiessbach ist der Fluss höchst wahrscheinlich Vorfluter.

Dieser offenbar bescheidene Wasseraustausch zwischen Fluss und Grundwasser könnte jedoch oberhalb Oberdiessbach z.T. nur scheinbar sein. Der Bodenaufbau in diesem engen Talabschnitt von ca. 100 – 200 m Breite lässt grösstenteils eine hydraulische Verbindung zwischen Fluss und Grundwasser zu. Trotz der Einleitung des geklärten Wassers aus der ARA Freimettigen, das zur Bildung eines kolmatierten Flussbettes beitragen könnte (Nährstoffe für biologischen "Flussbettrasen"), kommt dank der Erosionskraft der Hochwasser eine Abdichtung der Flusssohle kaum in Frage. Vermutlich passt sich der Grundwasserstand dauernd dem Flussspiegel an, was in diesem engen Tal innert Stunden erfolgen kann. Der mäandrierende Flusslauf unterstützt dabei das hydraulische Wechselspiel. Der Wasserchemismus unterstützt diese Annahme (Tab. 7.2, Fig. 6.1).

Da der Grundwasserabfluss im Kiesental über mehr als 80 % der Tallänge < 10 % des Abflusses der Chise beträgt, war es schwierig, mittels Abflussmessungen im Fluss (Messfehler ca. 5 %) In- und Exfiltrationen festzustellen oder sogar zu quantifizieren. Die obigen Ausführungen fussen deshalb vor allem auf Wasserspiegelmessungen bei mittleren Wasserständen. Bei Hochwasser, wenn der Flusswasserspiegel ungleich rascher und stärker ansteigt als das Grundwasser, ändern sich natürlich die hydraulischen Beziehungen drastisch. Vorübergehend wird dabei die Chise auf dem gesamten Talabschnitt zum potentiellen Infiltrant. Beim Abklingen der Hochwasserwelle infiltriert dagegen das träger reagierende Grundwasser über grössere Strecken. Dieser Prozess wird jedoch durch den schwerdurchlässigen Bodenaufbau auf den Aufschnitten Rünkhofen – Zäziwil, Mirchel – Konolfingen und Oberdiessbach – Herbligen stark eingeschränkt.

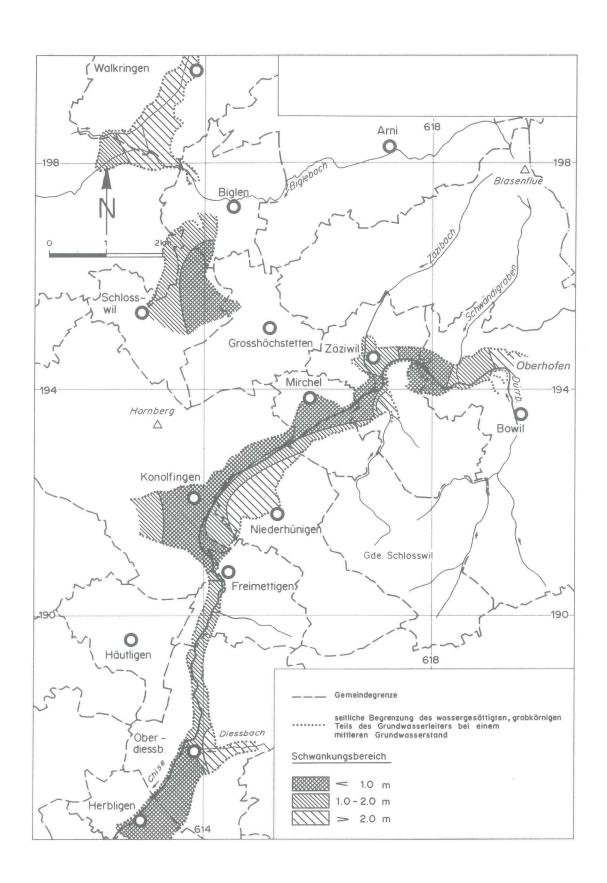
## 5.3 Grundwasserspiegelschwankungen

Der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels der Jahre 1984 – 1988 kann aus der Fig. 5.1 entnommen werden, vgl. auch Beilage 3, Isohypsen des Grundwasserspiegels, hoher Mittelwasserstand. Er liegt in der Grössenordnung ähnlicher Grundwassergebiete des Mittellandes, wie z.B. des Worblentals. Auffallend ist der grosse Anteil der Zonen mit einer Niederschlagsschwankung > 1 m. Diese befinden sich durchwegs in Gebieten mit schwerdurchlässigen Deckschichten und/oder grossem Flurabstand, die die Infiltration der Niederschläge stark dämpfen. Daneben sind die Schwankungen vor allem von der Porosität des Bodens und der Grundwasseranspeisung abhängig. Zudem besitzen noch weitere Faktoren einen Einfluss, wie z.B. die hydraulische Verbindung zu Oberflächengewässern, künstliche Entwässerungen und Grundwasserentnahmen.

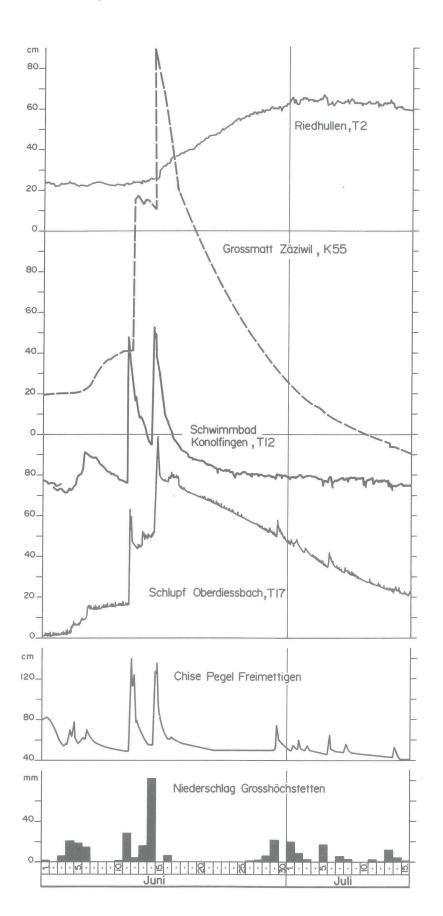
Je nach den vorliegenden hydraulischen Bedingungen und Untergrundverhältnissen kann somit eine sehr unterschiedliche Reaktion des Grundwasserspiegels auf Niederschlagsereignisse erwartet werden. Einige Beispiele dazu sind aus Fig. 5.2 ersichtlich. Dazu wurden die ausserordentlichen Niederschläge in der ersten Hälfte Juni 1988 ausgewählt, wobei die 80 mm (!) am 14. Juni herausragen. Die Chise reagierte auf die Niederschlagsereignisse vom 11. und 14. Juni etwa gleich stark. Offenbar fiel am 11. Juni im höher gelegenen Einzugsgebiet bedeutend mehr Regen als bei der Station Grosshöchstetten (Gewitter). Der Limnigraph T 2 bei Riedhutten, S Biglen, reagierte bei einem Flurabstand von 8 m und der vorherrschenden siltigen Deckschicht äusserst träge mit etwa 2 Wochen Verzögerung und ohne Akzente auf die Niederschläge. Völlig anders war die Reaktion der drei anderen Limnigraphen. Trotz dem grossen Flurabstand von ca. 10 m beim K 55 in der Grossmatt bei Zäziwil stieg der Grundwasserspiegel dank dem gutdurchlässigen Bachschuttkegel und der Nähe des Bärbaches beinahe verzögerungslos an. Der Anstieg erfolgte ziemlich proportional zu den zwei Niederschlagsereignissen und erreichte eine Spitze von ca. 1.50 m. Aehnlich, aber weniger stark reagierten T 12 und T 17, wobei interessanterweise das etwa 200 m von der Chise entfernte T 12 offensichtlich direkt vom Hochwasser der Chise beeinflusst wurde (Ausschläge am 11. und 14. Juni etwa gleich stark). Dagegen reagierte das nur 50 m vom Fluss entfernte T 17 eher der Niederschlagshöhe als dem Chiseabfluss entsprechend. Die hydraulische Beziehung Grundwasser/Chise muss somit im Gebiet des Schwimmbades Konolfingen bedeutend besser sein als beim Schlupf, N Oberdiessbach.

Unter Berücksichtigung der Deckschichten- und Grundwasserleiter-Ausbildungen kann zusammenfassend festgehalten werden, dass im vorliegenden Perimeter die Gebiete mit Grundwasserspiegelschwankungen von  $< 1\,\mathrm{m}$  in der Regel eine geringe Grundwasserneubildungsrate besitzen. Dagegen weisen periphere Gebiete mit grossen Amplituden auf eine eher geringe Feldergiebigkeit oder nutzbare Grundwassermenge hin.

Figur 5.1 Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels



Figur 5.2 Verhalten des Grundwasserspiegels bei Starkniederschlag (Juni/Juli 1988)



# 6. WASSERQUALITÄT

# 6.1 Allgemeines

Gesamthaft wurden fünf grössere Probeerhebungskampagnen bei verschiedenen Wasserständen und zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt:

6.	_	8. 4.1983	18	Proben
16.	_	20. 7.1984	20	Proben
16.	-	17.11.1984	23	Proben
18.	-	23. 1.1985	34	Proben
26.6.	-	3.7.1989	22	Proben

Davon entfielen 60 Proben auf das Grundwasser und 57 auf Oberflächengewässer.

Für verschiedene Detailuntersuchungen wurden daneben etliche kleinere Kampagnen durchgeführt. Zudem erfolgte bei jeder Sondierbohrung, die im Rahmen der vorliegenden Studie ausgeführt wurde, mindestens eine zusätzliche Probeentnahme während der Pumpversuche.

Aus früheren ausgeführten Sondierbohrungen, privaten und öffentlichen Fassungen standen weitere Analysen zur Verfügung, die in der Auswertung berücksichtigt wurden.

Wie immer erfolgten die Analysen durch das Kantonale Labor (Kantonschemiker).

### 6.2 Physikalische Eigenschaften

#### 6.2.1 Oberflächengewässer

#### Temperatur:

Im Untersuchungsgebiet waren keine temperaturregistrierenden Instrumente installiert. Temperaturmessungen wurden nur anlässlich von Wasserprobeentnahmen vorgenommen. Die bei der Chise festgestellten Temperaturen lagen zwischen 2° und 16°C. Es ist jedoch möglich, dass die Extremwerte noch etwas weiter auseinander liegen, ähnlich wie dies bei der Worble der Fall ist (WEA-Bericht 1990). Da das mittlere Einzugsgebiet der Chise jedoch etwas höher liegt und stärker bewaldet ist als dasjenige der Worble, sind keine höheren Temperaturen als 18°C zu erwarten (Worble 21°C).

Spezifische Leitfähigkeiten:

Die Gesamtmineralisation des Wassers wird in der Regel mit der spezifischen Leitfähigkeit erfasst (Mikrosiemens pro Zentimeter,  $\mu$  S/cm).

Die spezifische Leitfähigkeit der Oberflächengewässer hängt in erster Linie von den Anspeisungsverhältnissen ab. Je nach Anteil von Quell-, Hang- und Grundwasser sowie von Niederschlägen und Abwassereinleitungen (ARA) kommt eine Mineralisation zustande, die witterungsabhängig ist. Im allgemeinen nimmt mit zunehmender Abflussmenge die spezifische Leitfähigkeit ab, dies, obwohl starke Niederschläge eine Abschwemmung von Mineralien an der Erdoberfläche bewirken. Infolge zivilisatorischen Einflüssen ist dagegen stromabwärts eine zunehmende Mineralisation zu erwarten.

Folgende Werte wurden in der Chise gemessen:

Rünkhofen	385 -	440	μ	S/cm
Neuhaus bei Mirchel	375 -	480	μ	S/cm
Widimatt bei Konolfingen	410 -	544	μ	S/cm
Freimettigen	440 -	550	μ	S/cm
Schlupf	560 -	574	μ	S/cm
Oberdiessbach	515 -	560	μ	S/cm
Herbligen	445 -	550	μ	S/cm

Die Seitenbäche zeigten folgende Mineralisation (z.T. nur eine Analyse):

Dürrbach bei Oberhofen	265	_	404	μ	S/cm
Zäzibach bei Zäziwil	460			μ	S/cm
Bärbach bei Zäziwil	435			μ	S/cm
Mülibach bei Mirchel	875	_	895	μ	S/cm
Diessbach bei Oberdiessbach	430	-	450	μ	S/cm

Der Biglebach wies folgende Werte auf:

beim Metzgerhüsi	435	-	502	μ	S/cm
bei Enggistein	445	_	500	μ	S/cm
bei Walkringen	470	_	536	μ	S/cm

Im allgemeinen liegt die durchschnittliche spezifische Leitfähigkeit eher unter den obigen Werten, da die Wasserproben bei niederem bis mittlerem Abfluss entnommen wurden. Auffallend ist die erwähnte, stromabwärts gerichtete Mineralisationszunahme der Chise. Dabei wird u.a. die Konzentrationszunahme infolge Einleitung des Mülibachs unterhalb Neuhus und der ARA unterhalb Freimettigen sichtbar, sowie der "Verdünnungseffekt" des Diessbachs. Die Seitenbäche zeigen z.T. recht unterschiedliche Werte. Negativ fällt der von Mirchel herkommende Mülibach auf. Offensichtlich wird dort sehr konzentriertes Abwasser in den Bach geleitet. Die erstaunlich hohen Chlorid- und Nitratgehalte (Kap. 6.3.1) deuten jedenfalls darauf hin. Im Gegensatz dazu ist der Dürrbach bei Oberhofen wenig belastet.

#### 6.2.2 Grundwasser

### Temperatur:

Bekanntlich ist die Temperatur des Grundwassers vor allem abhängig von der direkten Wärmeeinstrahlung aus der Atmosphäre. Im allgemeinen machen sich die atmosphärischen Temperaturschwankungen in einer Tiefe von etwa 10 m kaum mehr bemerkbar. Die dort vorherrschende Temperatur beträgt im Talboden des Untersuchungsgebietes etwa 8°C, d.h. etwa 2°C über dem Jahresmittel an der Oberfläche.

Wie bei den Oberflächengewässern waren auch im Grundwasser keine Instrumente installiert, die die Temperaturen registrierten. Diesbezügliche Angaben vermittelten die Probeerhebungskampagnen. Die gemessenen Grundwassertemperaturen lagen alle zwischen 7 und  $13^{\circ}$ C. Die saisonal bedingten Temperaturschwankungen betrugen meist nicht mehr als  $2-3^{\circ}$ C. Je grösser der Flurabstand oder je tiefer das Grundwasservorkommen, um so geringer der Schwankungsbetrag. So betrug dieser bei der Bohrung T 11 bei Niederhünigen noch  $0.8^{\circ}$ C im Jahr. Da sich Temperaturveränderungen im Untergrund sehr träge fortpflanzen, werden z.B. die niedrigsten Werte häufig erst im Frühjahr registriert.

## Spezifische Leitfähigkeit:

Im Gegensatz zum Worblental (WEA-Bericht 1990), wo die spezifische Leitfähigkeit des Grundwassers mit wenigen Ausnahmen über 600  $\mu$  S/m liegt, sind die Verhältnisse im vorliegenden Untersuchungsgebiet recht unterschiedlich. Aufgrund der Gesamtmineralisation kann folgende Gebietsunterteilung vorgenommen werden:

Stromaufwärts Zäziwil	300 -	500 μ S.	/cm
Zäziwil - Freimettigen	600 -	700 µ S.	/cm
Stromabwärts Freimettigen	500 -	600 µ S	/cm
Nördliche Randgebiete	550 -	750 µ S.	/cm

Infolge der Exfiltration oberhalb dem Talengnis Dessikofen – Freimettigen ist stromabwärts wieder eine Mineralisationsabnahme festzustellen, die allerdings infolge der Infiltration von ARA-belastetem Chisewasser und der landwirtschaftlichen Düngung nur vorübergehend ist.

Die extremsten Werte wurden bei folgenden Stellen gemessen:

Metzgerhüsi	T 1	(613/198.1)	720 $\mu$ S/cm
Niederhünigen	T 11	(614/192.13)	$700 \mu S/cm$
Moos, Zäziwil		(617/194.9)	$375 \mu S/cm$
Rünkhofen	K 143	(618/194.2)	$276 \mu S/cm$
Oberhofen	W 51	(619/194.6)	440 μ S/cm

Die tiefste Mineralisation kann erwartungsgemäss im obersten Abschnitt des Untersuchungsgebietes festgestellt werden, während die höchsten Werte verschiedene Ursachen haben können und keine Tendenz erkennen lassen.

# 6.3 Chemische Eigenschaften

### 6.3.1 Oberflächengewässer (Fig. 6.1)

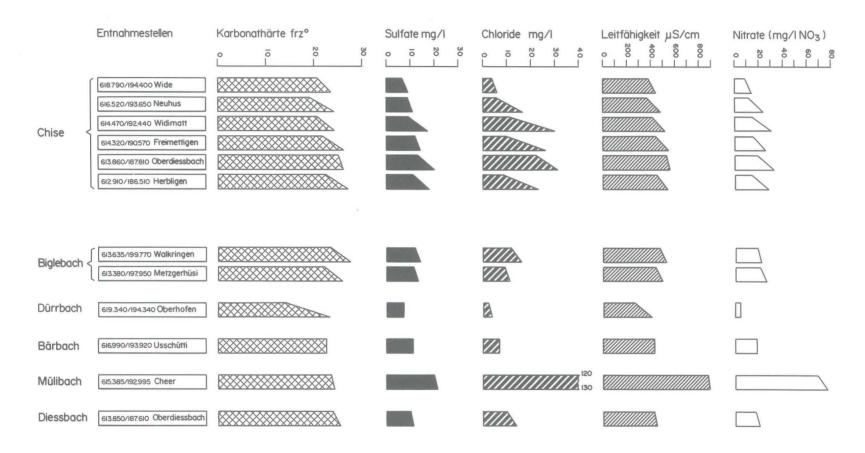
Wie schon unter Kapitel 6.2.1 erwähnt, ist die Mineralisation der Oberflächengewässer generell von der Wasserführung abhängig. Daneben kommt es jedoch in erster Linie darauf an, wie die Gewässer angespiesen werden. Im allgemeinen bilden sie die Vorflut für Quellen, Hangwasser, abgeleitetes Meteorwasser, Grundwasser und mehr oder weniger gereinigte Abwässer. Die kaum mineralisierten Niederschläge stellen demgegenüber nur einen geringen Anteil dar. Die Qualität der Oberflächengewässer ist deshalb noch in vermehrtem Mass als bei Grundwasser direkt den menschlichen Einflüssen unterworfen.

Schon beim Vergleich des Wassers aus dem Dürrbach und Bärbach sind grosse Unterschiede festzustellen. Obwohl beide Einzugsgebiete nur land- und forstwirtschaftlich genutzt werden, kommt die geringere Siedlungsdichte und der grössere Waldanteil beim Dürrbach im Wasserchemismus deutlich zum Ausdruck. So beträgt die Chlorid- und Nitratkonzentration nur 2 bzw. 5 mg/l gegenüber 7 und 19 mg/l beim Bärbach. Wie schon erwähnt (Kap. 6.2.1), nimmt der Mülibach, der den Siedlungsraum Grosshöchstetten und Mirchel entwässert, eine unrühmliche Stellung ein. Mit Chlorid- und Nitratkonzentrationen von bis zu 130 bzw. 77 mg/l muss von einer massiven Verschmutzung gesprochen werden.

Die stromabwärts zunehmende chemische Fracht manifestiert sich deutlich bei der Chise. Wiederum geben die Chlorid- und Nitratkonzentrationen am meisten Aufschluss über die anthropogene Belastung. Deutlich bemerkbar machen sich die Einmündung des Mülibachs zwischen Neuhus und Widimatt und die Einleitung des ARA-Wassers zwischen Freimettigen und Oberdiessbach. Einen deutlichen "Verdünnungseffekt" verursacht der relativ grosse und wenig belastete Diessbach.

Gegenüber den anderen Komponenten schwankt die weitgehend naturbedingte Karbonathärte nur schwach. Eine Ausnahme dazu bildet der Dürrbach, was vermutlich auf die grossen Waldbestände in seinem Einzugsgebiet zurückzuführen ist.

Figur 6.1 Chemismus der Oberflächengewässer



In Anbetracht dessen, dass im Untersuchungsgebiet kaum gipshaltige Gesteine auftreten, ist die Sulfatführung vorwiegend auf menschliche Einflüsse zurückzuführen. Im allgemeinen geht die Sulfatkonzentration in abgeschwächter Form mit dem Nitrat- und häufig auch mit dem Chloridgehalt einher. Dementsprechend sind die niedrigsten Mengen im Dürrbach und der Chise bei Widen zu finden, während das Maximum wiederum im Mülibach vorkommt.

### 6.3.2 Grundwasser

#### 6.3.2.1 Uebersicht

Die chemische Zusammensetzung des Grundwassers wird weitgehend durch die Art der Grundwasserneubildung sowie die Untergrundpassage des Wassers im ungesättigten und gesättigten Bereich bestimmt. Dabei ist die Ausgangsqualität des in den Untergrund infiltrierenden Wassers für die anschliessende Mineralisierung sehr bedeutend. Aus der Art und Weise, wie die Grundwasseranspeisung erfolgt (Niederschläge, Oberflächengewässer, Hangwasser), resultiert meist ein unterschiedlicher Grundwasserchemismus, wobei die Passage durch die Humusschichten ebenfalls die anschliessende Mineralisation beeinflusst.

Meist sind die Oberflächengewässer bedeutend weniger stark mineralisiert als das Grundwasser, so dass die Ausbreitung von infiltriertem Bachwasser im Aquifer erkennbar ist. Da jedoch die Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet selten infiltrieren (Kap. 5), haben sie eher einen geringen Einfluss auf den Grundwasserchemismus. Bezeichnenderweise macht sich z.B. der stark kontaminierte Mülibach im Grundwasser nicht bemerkbar.

Das sauerstoffreiche, weiche Niederschlagswasser nimmt im Vegetationsbereich des Bodens Kohlendioxyd auf. Damit sind die Voraussetzungen für eine rasche Mineralisation in dem vorwiegend kalkigen Untergrund gegeben. Je nach den Vegetationsverhältnissen werden bei der Versickerung auch Pflanzennährstoffe eingetragen (Stickstoff!). Chemisch lässt sich das Niederschlagsinfiltrat kaum charakterisieren, zu sehr ist die Mineralisation von der Passage im Humusbereich und der ungesättigten Zone abhängig. Je nachdem, wie die Deckschichten, die Geländemorphologie und die Vegetation ausgebildet sind, variert die Versickerungsrate.

Unter Hangwasser versteht man im allgemeinen in Hügelgebieten versickertes Niederschlagswasser, das auf schwerdurchlässiger Unterlage, wie z.B. Molasse, Moräne und Gehängelehm, häufig oberflächennah in der Grundluftzone (Gehängeund Bachschutt) zum Abfluss kommt. Dabei hat es Gelegenheit, sich wiederholt mit Gasen zu sättigen und sich daher rasch zu mineralisieren. Infolge des meist geringen Abstandes zur Terrainoberfläche kann zudem der Eintrag gelöster Substanzen mit Leichtigkeit erfolgen. In nichtbewaldeten Gebieten ist Hangwasser deshalb meist stark mineralisiert (Düngung). Im vorliegenden Untersuchungsgebiet dürften sich Hangwasserzuflüsse praktisch überall an der Peripherie des Grundwasserleiters geltend machen, sofern die entsprechenden Deckschichten eine Infiltration in den Aquifer zulassen.

Eindeutige, jahreszeitlich bedingte Mineralisationsschwankungen konnten nicht festgestellt werden. In vereinzelten Gebieten kamen einige saisonale Schwankungen zum Vorschein, z.B. erhöhte Chloridkonzentrationen im Winter/Frühjahr entlang von Strassen und überbauten Gebieten infolge Salzungen, oder erhöhte Nitratgehalte im Frühjahr.

Meist weist das Grundwasser im Untersuchungsgebiet Trinkwasserqualität gemäss schweizerischem Lebensmittelbuch 1972 auf, was namentlich bei allen Fassungen von öffentlichen und lebensmittelverarbeitenden Betrieben der Fall ist (Tab. 6.1). Ausgenommen davon sind einige Randgebiete, so das Becken von Wikartswil, sowie teilweise das Schlosswiler Becken und das Vorkommen bei Grosshöchstetten. Diese weisen häufig einen im Bereich des Richtwertes von 40 mg/l liegenden Nitratgehalt auf. Im Wikartswiler Becken machen sich die schwerdurchlässigen Deckschichten und der relativ hohe Grundwasserspiegel negativ bemerkbar. Infolge der fehlenden Grundluftzone und Torfeinlagerungen tritt ein Sauerstoffdefizit ein, was eine Reduktion der Stickstoff-, Eisen- und Manganverbindungen zur Folge hat, was in der Bohrung T 1, 613/198.1 (Tab. 6.2) deutlich erkennbar ist. Die bei den übrigen Grundwasserbohrungen teilweise festgestellten erhöhten Eisen-, Mangan- oder Nitritwerte (Tab. 6.2) sind dagegen mit den Bohr- und Installationsarbeiten in Zusammenhang zu bringen.

Die in der Beilage 4 dargestellten, flächenhaften Konzentrationsverteilungen widerspiegeln die durchschnittlichen Werte aller eingangs erwähnten Probeerhebungskampagnen (Kap. 6.1). Da in einigen Randgebieten die weit auseinanderliegenden Probeentnahmestellen keine flächenhafte Darstellung erlaubten, wurden dort nur die einzelnen Werte angegeben.

# Einzelne Komponenten (Beilage 4)

### a) Karbonathärte

Im Boden zirkulierendes Wasser vermag nur in Anwesenheit von Kohlensäure Karbonate aufzulösen:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3 -$$

Für eine Aufhärtung des Wassers sind somit zwei Voraussetzungen notwendig, eine Passage durch die Vegetationsschicht, die die Aufnahme von Kohlensäure gewährleistet, und ein karbonathaltiger Untergrund. Da der Boden im Kiesental überall kalkführend ist, hängt die Härte des Grundwassers vor allem vom Eintrag der Kohlensäure ab. Im Talboden, wo das Grundwasser in hydraulischer Wechselwirkung mit den Oberflächengewässern steht, ist die Härte im allgemeinen geringer als beim Grundwasser in peripherer Lage, das vor allem durch Hangwasser angespiesen wird. Zudem scheint eine grosse Grundluftzone, d.h. ein grosser Flurabstand, wie z.B. bei Niederhünigen, eine Aufhärtung zu begünstigen. Bezeichnenderweise ist das Grundwasser im Gebiet von Rünkhofen, wo der Grundwasserspiegel sehr hoch liegt (Beilage 4), relativ wenig hart.

Tabelle 6.1: Grundwasserchemismus in Fassungsanlagen

Nummer Datum		1 27.6.83	2 26.6.89	3 26.6.89	4 22.11.88	5 25.10.89	6 27.6.89
Karbonathärte	frz°	18.8	32.5	17.8	30.9	34.0	25.0
Chlorid	mg C1 <sup>-</sup> /1	4	20 .	13	8	11	27
Nitrat	$mg NO_3^-/1$	20	35	40	24	26	29
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> -/1	7	21	10	15	18	17
KMnO₄-Verbrauch	mg/l	1.4	1.6	1.6	0.9	1.6	3.0
Nitrit	$mg NO_2^-/1$	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Ammonium	mg NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> /1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Eisen	mg Fe/1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	-	< 0.01
Mangan	mg Mn/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	_	-	< 0.05
Sauerstoffsättigung	%	102	89	90	_	-	110
Leitfähigkeit	μS/cm (20°C)	350	688	638	588	627	572
pH-Wert		7.49	7.25	7.20	7.15	7.30	8.00

1 : Hämlismatt

(Gemeindeverband Wasserversorgung Arni-Landiswil)
(GEGRO, Grosshöchstetten)
(Wasserversorgung Schlosswil)
(Berneralpen Milchgesellschaft, Stalden)
(Wasserversorgung Konolfingen)
(Neuenschwander AG)

2 : Stegmatt

3 : Schattacher

4 : Gmeis

5 : Stalden

6 : Oberdiessbach

Tabelle 6.2: Grundwasserchemismus in den WEA-Sondierbohrungen

	T								
		T1	T2	Т3	K55	T11	T12	T17	Т9
Datum		9.10.85	9.10.85	9.10.85	9.10.85	8.10.85	8.10.85	8.10.85	18.7.84
Karbonathärte	frz°	35	28.9	20.95	31.35	35.3	35.3	26.55	28.7
Chlorid	mg C1 <sup>-</sup> /1	38	13	4	11	13	13	15	17
Nitrat	mg NO <sub>3</sub> -/1	1	42	11	27	39	25	30	31
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> -/1	13	14	9	14	22	20	17	20
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	mg/l	11.4	1.6	1.7	2.5	2.5	4.1	2.2	2.2
Nitrit	$mg NO_2^-/1$	0.006	0.022	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Ammonium	mg NH₄ <sup>−</sup> /1	0.08	< 0.05	< 0.05	0.07	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Eisen	mg Fe/1	3.45	0.03	0.04	0.02	< 0.01	0.05	0.09	< 0.01
Mangan	mg Mn/l	0.31	< 0.05	0.05	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Sauerstoffsättig	gung %	27	75	89	54	66	38	28	85.3
Leitfähigkeit	μS/cm (20°C)	695	605	375	590	690	650	530	580
pH-Wert		7	7.15	7.5	7.2	6.95	6.95	7.05	7.3

T1	=	Limnigraph Metzgerhüsi	613/198.1	T11	=	Niederhünigen	614/192.13
		Limnigraph Riedhullen	613/196.7	T12	=	Schwimmbad Konolfingen	614/191.19
T3	=	Moos Zäziwil	617/194.9	T17	=	Schlupf, Oberdiessbach	613/189.5
K55	=	Limnigraph Gmeis	617/193.6	Т9	=	Schulhaus Oberdiessbach	613/187.36

Gemäss den Qualitätsnormen ist das Grundwasser im gesamten Perimeter als ziemlich hart bis hart zu bezeichnen. Folgende Extremwerte wurden analysiert:

## b) Chloride

Die Chloridbelastung des Grundwassers ist im vorliegenden Untersuchungsgebiet, von Ausnahmen abgesehen, etwa gleich hoch wie in den Oberflächengewässern. Noch deutlicher als bei der Chise kommt hier die stromabwärts zunehmende anthropogene Belastung zum Ausdruck. Gegenüber dem Worblental (WEA, 1990) ist jedoch der Chloridgehalt im Grundwasser wesentlich tiefer, da vor allem die ausgedehnten Strassensalzungen auf Autobahnen und in dicht besiedelten Gebieten entfallen. Eine Ausnahme bildet die Bohrung T 1 beim Metzgerhüsi, was vermutlich auf den benachbarten Strassenknotenpunkt zurückzuführen ist. Dort wurden maximal 38 mg/l Chlorid festgestellt, während die tiefsten Werte in der Bohrung T 3 mit 3 mg/l analysiert wurden (zum Vergleich tiefste Werte Worblental 12 mg/l).

## c) Nitrate

Wie überall im schweizerischen Mittelland muss die Herkunft des Nitrats im Grundwasser zum überwiegenden Teil auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückgeführt werden. Der mittlere Nitratgehalt des Grundwassers liegt im Kiesental bei 25 mg/l. Nitratgehalte, die über dem Toleranzwert von 40 mg/l für Trinkwasser liegen, konnten nur im Schlosswiler Becken festgestellt werden (Maximum 47 mg/l in der Bohrung T 2, 613/196.7 am 25.1.85).

Spezielle Verhältnisse liegen im Becken von Wikartswil und teilweise bei Oberhofen - Rünkhofen vor. Wie schon erwähnt, wird in diesen Gebieten das Nitrat infolge stark reduzierender Bedingungen im Untergrund abgebaut, was im Extremfall zu einem totalen Nitratschwund führt (< 1 mg/l). Hoher Grundwasserstand, abdichtende Deckschichten und Torfeinlagerungen (Oxidation organischer Substanzen) führen hier zu einer extremen Sauerstoffzehrung, die eine Denitrifikation und Nitratreduktion zur Folge hat (STUMM, W. und MORGAN, J., 1981):

$$1/4 \text{ CH}_2\text{O} + 1/5 \text{ NO}_3^- + 1/5 \text{ H}^+ = 1/4 \text{ CO}_2 + 1/10 \text{ N}_2 + 1/2 \text{ H}_2\text{O}$$
 und

 $1/4 \text{ CH}_2\text{O} + 1/8 \text{ NO}_3^- + 1/4 \text{ H}^+ = 1/4 \text{ CO}_2 + 1/8 \text{ NH}_4^+ + 1/2 \text{ H}_2\text{O}$ 

Abgesehen von den Randgebieten sind im Kiesental Nitratwerte von > 30 mg/l nur lokal bei Niederhünigen und oberhalb Oberdiessbach feststellbar. Während bei Niederhünigen stark belastetes Hangwasser die Ursache sein dürfte, ist im Talabschnitt nördlich von Oberdiessbach die Infiltration von Chisewasser (ARA-Einlauf Freimettigen) der Grund einer vorübergehenden Nitratzunahme. Wenig mineralisiertes Wasser aus dem Diessbachtal führt weiter stromabwärts wieder zu einer "Verdünnung".

Die Nitratbelastung des Grundwassers im gesamten Untersuchungsgebiet entspricht etwa dem Durchschnitt des schweizerischen Mittellandes.

# d) Sauerstoffsättigung, Eisen, Mangan, Nitrit, Ammonium

Obwohl die Sauerstoffsättigung des Wassers für die Gesundheit ohne Bedeutung ist, ist sie aus technischen Gründen für die Wasserversorgung ein äusserst wichtiger Parameter. Beträgt die Sauerstoffsättigung < 40 %, so besteht die Gefahr, dass das Wasser eiserne Rohre angreift, vor allem wenn das Wasser nicht sehr hart ist. Bei Luftkontakt kann das gelöste 2-wertige Eisen zu unlöslichem 3-wertigem oxidiert werden, was rostige Flecken und das Ausfällen unlöslichen Eisenhydroxids verursacht. Die sogenannte Rostschutzschicht in Leitungsrohren, eine Schutzschicht aus Kalk (CaCO $_3$ ) mit Einlagerungen von Magnesium- und Eisenverbindungen kann sich zudem nur bei einer ausreichenden Sauerstoffsättigung (> 60 %) bilden.

In der Regel treten bei einer Sauerstoffsättigung von > 40 % keine technischen Probleme auf. Ideal ist jedoch eine Sättigung von > 60 %, was dem schweizerischen Richtwert entspricht. Beim Endverbraucher ist aus korrosionstechnischen Gründen eine minimale Sauerstoffsättigung von 30 % erwünscht.

Im Untersuchungsgebiet gibt die Sauerstoffsättigung in der Regel zu keinen Bedenken Anlass, einzig bei Oberhofen, im Wikartswiler Becken und beim Schlupf oberhalb Oberdiessbach befinden sich Gebiete mit einem ausgeprägten Sauerstoffdefizit. Die Ursache dazu wurde im vorangehenden Abschnitt besprochen.

Es ist offensichtlich, dass der Eisen- und Mangangehalt im Grundwasser direkt von der Sauerstoffsättigung abhängig ist. Der Richtwert für diese Parameter beträgt 0.05 mg/l Fe und 0.02 mg/l Mn. Betrachtet man die Tabelle 6.2, so kann festgestellt werden, dass nur in T 1 (613/198.1) und T 17 (613/189.5) diese Werte überschritten werden. Bezeichnenderweise beträgt die Sauerstoffsättigung an diesen Stellen nur 27 und 28 %.

Sofern der Nitrit- und Ammoniumgehalt nicht mit einer Wasserverschmutzung gekoppelt ist, kann dieser, wie in der chemischen Gleichung im obigen Abschnitt angetönt, ebenfalls mit der Sauerstoffsättigung zusammenhängen. Damit Nitrat zu Nitrit oder Ammonium reduziert wird, muss die Sauerstoffsättigung im allgemeinen < 30 % betragen. Bei T 1, wo das Nitrat praktisch vollständig reduziert wurde, wurde noch ein NH $_3$ -Gehalt von 0.08 mg/l festgestellt! Offensichtlich wurde das meiste Nitrat direkt zu gasförmigem Stickstoff reduziert, der in die Atmosphäre entwich.

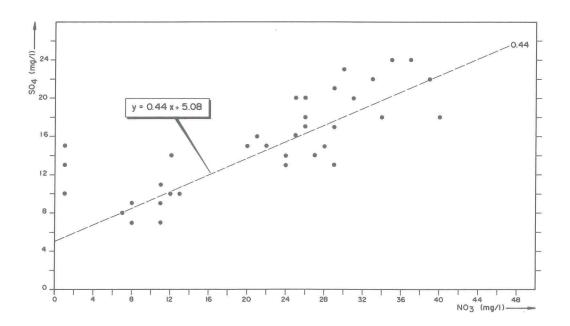
Geringe Gehalte von Ammonium und Nitrit, die durch die Nitratreduktion entstanden sind oder als Abbauprodukt in organischen Böden, sind hygienisch unbedenklich. In den meisten Fällen sind sie jedoch Indikatoren einer fäkalen Verunreinigung. Die dafür geltenden Richtwerte betragen: 0.01 mg/l Nitrit und 0.05 mg/l Ammonium.

## e) Oxidierbarkeit

Die Oxidierbarkeit entspricht dem Verbrauch von Kaliumpermanganat (KMnO $_4$ ) in mg/l und stellt ein Mass für die organische Belastung des Grundwassers dar. Der nicht zu übersteigende Richtwert beträgt gemäss schweizerischem Lebensmittelbuch 6 mg/l. Mit Ausnahme der Bohrung T 1 (613/198.1) beim Metzgerhüsi, die Werte zwischen 8.9 und 17.8 mg/l (!) aufwies, wurden nirgends Konzentrationen festgestellt, die den Richtwert überstiegen. Damit werden die erhöhten Nitrit-, Eisen- und Mangangehalte sowie die zu geringe Sauerstoffsättigung an dieser Stelle bestätigt.

Teilweise erhöhte, aber noch unter dem Toleranzwert liegende Konzentrationen konnten im Sodbrunnen W 51 (619/194.6) bei Oberhofen (Gebiet mit geringer Sauerstoffsättigung) und in der Bohrung T 12, 614/191.19 (Tab. 7.2) festgestellt werden.

Figur 6.2 Beziehung zwischen Nitrat-  $(NO_3)$  und Sulfatgehalt  $(SO_4^{2-})$  im Grundwasser des Untersuchungsgebietes



## f) Sulfate

Die Sulfatführung des Grundwassers kann geologisch, d.h. durch sulfathaltige Gesteine, oder aber durch menschliche Einflüsse bedingt sein. Im Kiesental liegt eindeutig die zweite Möglichkeit im Vordergrund. Der Sulfatgehalt steht ähnlich wie der Nitratgehalt weitgehend mit der landwirtschaftlichen Düngung im Zusammenhang. Die enge Beziehung zwischen der Sulfat- und Nitratkonzentration kommt klar in der Fig. 6.2 zum Ausdruck. Nebst der landwirtschaftlich bedingten Belastung sind verschiedene sekundäre Faktoren für die Sulfatzufuhr verantwortlich, wie z.B. Kanalisationen, Deponien, Lagerumschlagplätze und Industrie.

### 7. GRUNDWASSERBILANZ

# 7.1 Kiesental (Fig. 7.1)

Die Berechnung der Grundwasserabflussmenge erfolgt mit Hilfe der geologischen Querprofile (Beilage 2), den Grundwasserisohypsen (Beilage 3) und den k-Wert-Bestimmungen (Beilage 1). Die zuverlässigsten k-Werte werden durch Pumpversuche in Fassungen und Sondierbohrungen ermittelt (Kap. 4). Zwischen diesen Punkten erfolgen Abschätzungen mittels geophysikalischen Messungen, geologischen und morphologischen Interpretationen und vereinzelt auch mittels Abflussmessungen in Oberflächengewässern. Zwischen den einzelnen Querprofilen wird die Grundwasserabflussmenge unter Zuhilfenahme aller verfügbaren hydrogeologischen Felddaten interpoliert.

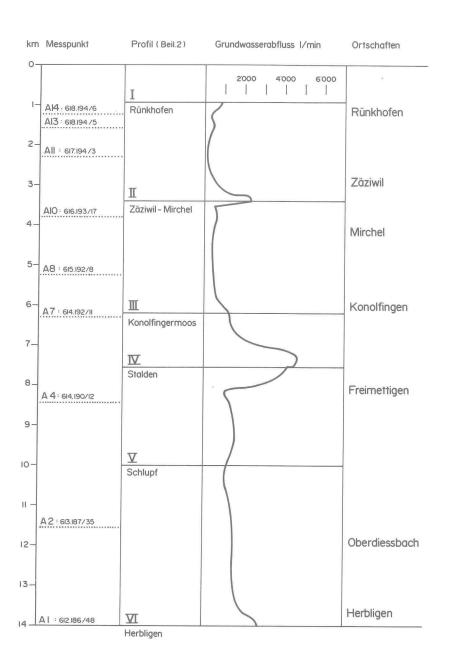
Der Grundwasserabfluss im Kiesental zwischen Rünkhofen und Herbligen ist zusammenfassend in Figur 7.1 dargestellt. Es handelt sich um die Bilanz bei mittlerem Wasserstand. Je nach den verfügbaren Grundlagen variiert die Genauigkeit etwa zwischen  $\pm$  15 und  $\pm$  40 %. Relativ schlecht bekannt sind die Abflüsse zwischen den Messpunkten A 13 – A 11, A 10 – A 8 und A 2 – A 1. Auffallend sind die sehr unterschiedlichen Abflussmengen, die zwischen einigen 100 l/min und 5'000 l/min liegen.

Etwa 75 % des Grundwasserabflusses im Profil I, d.h. 600 - 700 l/min, stammt von der südöstlichen, engen Seitenrinne, wogegen das Haupttal, im Profilquerschnitt schon mit sehr schlecht durchlässigen Sedimenten aufgefüllt, nur noch etwa 200 - 300 l/min führt. Dies ist auch der Grund für die zahlreichen Grundwasseraufstösse (Chisequellen) stromaufwärts von Rünkhofen. Infolge dieser ungünstigen Bodenverhältnisse nimmt der gesamte Abfluss bis zum Bärwilhubel (E Zäziwil) etwa auf 200 l/min ab (Exfiltration in die Chise).

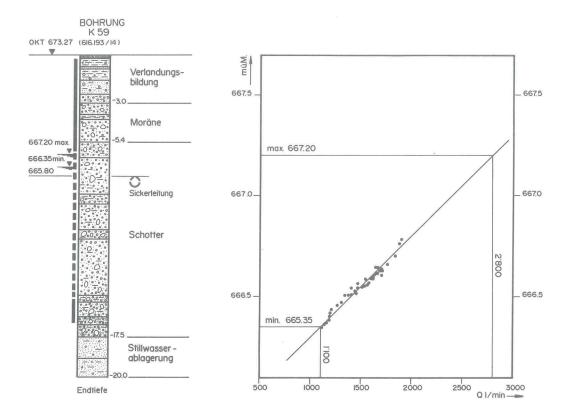
Die seitlichen Zuflüsse in den Bachschuttkegeln des Zäzibaches und vor allem des Bärbaches sowie Schotterablagerungen zwischen Zäziwil und Gmeis bewirken ein rasches Anschwellen des Grundwasserstroms auf etwa 2'400 l/min. Der horizontale Fassungsstrang der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden in der Brunnmatt, der gravitativ ständig 1'100 - 2'800 l/min abführt (Fig. 7.2), bewirtschaftet dieses kleine Grundwasserbecken (Profil II). Gegen Gmeis und Mirchel zu nehmen schlecht durchlässige, siltige Ablagerungen wieder überhand, so dass das Grundwasser ohne obige Fassung grösstenteils in die Chise exfiltrieren würde (Kap. 5.2).

Trotz des grossen Talquerschnittes (Profil III) ist die Grundwasserabflussmenge im Gebiet des Chonolfingermooses bescheiden. Interglaziale Seetone und ältere alluviale Verlandungsbildungen engen den Durchfluss drastisch ein. Gutdurchlässige Schotter kommen in der Talebene nur sporadisch vor (vermutlich Relikte eines mäandrierenden, alten Flussbettes). Dank den grossen Schuttflächen bei Niederhünigen steigt der Abfluss auf der Höhe des Profils III auf ca. 1'500 1/min an.

Figur 7.1 Bilanz des Grundwasserstroms im Kiesental bei mittlerem Grundwasserstand



Figur 7.2 Grundwassrfassung der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden zwischen Gmeis und Zäziwil: Lage der Sickerleitung bezüglich dem Bodenprofil und dem Grundwasserspiegel, Beziehung zwischen Abfluss und Grundwasserstand



Im äusserst kompliziert aufgebauten Konolfinger Becken – über der Erosionsoberfläche der interglazialen Seetone kommen nebst den Vorstoss- und Rückzugsschottern auch schwerdurchlässige Moränenrelikte vor – wird der Grundwasserleiter allseitig angespiesen, so dass die Durchflussmenge bis zum Schwimmbad Konolfingen auf etwa 4'800 l/min ansteigt. Mindestens 30 % davon sind Chiseinfiltrat. Durch die stromabwärts einsetzende, rasche Verengung des Durchflussquerschnittes findet eine ausgeprägte Exfiltration statt. Beim Bilanzierungsprofil IV macht sich zudem die durchschnittliche Entnahme von 300 l/min durch das Pumpwerk Stalden der WV Konolfingen leicht bemerkbar. Bis zum Talengnis von Freimettigen nimmt der Grundwasserstrom auf einer Strecke von 800 m von 4'800 l/min auf 1'000 l/min ab.

Eine gewisse Unsicherheit besteht bezüglich des Grundwasserabflusses zwischen Freimettigen und Oberdiessbach, ist doch der östliche Rand des Grundwasserleiters unter einer ca. 40 m mächtigen Ueberdeckung verborgen und daher nicht genau bekannt. Die Abflussmenge schwankt in diesem relativ engen Talquerschnitt zwischen 1'000 und 1'600 l/min, wobei stellenweise ein vager Wasseraustausch mit der Chise stattfindet. Beim Profil V (Schlupf) wurde der Abfluss auf 1'200 l/min ermittelt.

Wie schon erwähnt, lässt sich der Grundwasserabfluss mangels Pumpversuchen stromabwärts von Oberdiessbach nur schwer quantifizieren. Entsprechend den erbohrten Schottervorkommen und dem stark zunehmenden Talquerschnitt wurden beim Gebietsausgang, d.h. für das Bilanzierungsprofil VI bei Herbligen, 2'800  $1/\min$   $\pm$  35 % veranschlagt.

# 7.2 Uebrige Gebiete

## 7.2.1 Schlosswiler Becken

Bis Riedhullen, dem Ausgang des Schlosswiler Beckens, beträgt das Einzugsgebiet etwa 4.8 km². Da das schüsselförmige Becken allseitig morphologisch ziemlich gut begrenzt ist, bietet es sich für eine hydrologische Bilanz an. Aufgrund des Bodenaufbaus besteht scheinbar nur die unterirdische Entwässerungsmöglichkeit bei Riedhullen. Die ergiebigen, gefassten Quellen unmittelbar westlich der ausgeprägten Geländerippe bei Schlosswil zeigen jedoch, dass grössere Grundwassermengen durch den Moränenwall sickern. Bezeichnenderweise ist dieses Quellwasser im allgemeinen stark mit Nitrat belastet (meist 35 – 45 mg/l), was auf einen längeren ins Schlosswiler Becken reichenden Fliessweg schliessen lässt. Das Quellwasser wird hangparallel mittels ca. 450 m langen Sickerleitungen in einer Tiefe von 4 – 7 m gefasst und der Wasserversorgung Muri zugeführt. Gemessen an den grossen Schüttungsschwankungen von etwa 250 – 1'500 l/min sind sie stark den Grundwasserspiegelschwankungen im Talimoos unterworfen. Im Durchschnitt beträgt ihre Ergiebigkeit etwa 650 l/min.

Im südlichen Teil des Beckens befinden sich die gefassten Cheermatt- und Guetquellen der Wasserversorgung Schlosswil mit einer mittleren Schüttung von ca. 210 l/min bzw. 150 l/min. Zudem existiert bei Tali die kleine Grundwasserfassung Schattacher mit einer installierten Leistung von 60 l/min.

Unmittelbar westlich und nördlich Riedhullen tritt infolge einer drastischen Abflussquerschnittverengung des Grundwasserleiters der überwiegende Teil des Grundwassers an die Oberfläche. Der Richtung Biglen fliessende Bach wird in seinem Oberlauf fast ausschliesslich durch Grundwasser alimentiert. Hinzu kommt je nach Witterung noch etwas Drainagewasser. Bei Niederwasser- bzw. tiefen Mittelwasserverhältnissen am 13.7.1982 bzw. 3.10.1985 betrug der Abfluss des Baches je 46 l/s, was annähernd dem Grundwasserabfluss am Ausgang des Schlosswiler Beckens entsprechen dürfte (+ diffuser Abfluss, - Drainagewasser). Der durchschnittliche Grundwasserabfluss wird somit in der Grössenordnung von 3'000 l/min liegen, was etwa den ungenaueren Grundwasser-Abflussberechnungen von 3'400 l/min für das Bilanzierungsprofil VII entspricht.

Werden für die Sickerverluste in westlicher Richtung (Schlosswiler Quellen) und für die Wasserfassungen im südlichen Teil des Beckens zusammen 1'000 l/min in Rechnung gestellt, so ergibt sich eine gesamthafte Feldergiebigkeit (Quell- und Grundwasser) von etwa 4'000 l/min für das Schlosswiler Becken. Ausgehend von einem mittleren Niederschlag von 1'166 mm/Jahr (Station Grosshöchstetten) beträgt somit die Grund- und Quellwasser-Neubildungsrate ca. 38 %. Die übrigen 62 % müssen als Evapotranspiration verbucht werden.

#### 7.2.2 Wikartswiler Becken

Wie unter Kapitel 3.3.1 erläutert wird, stellt das Wikartswilmoos für die Oberflächengewässer ein Wasserschloss dar, wo der Abfluss Richtung Worblenund Biglental künstlich reguliert wird. Davon betroffen wird auch der Grundwasserhaushalt. Gemäss Abflussmessungen an den verschiedenen Bächen (Kap. 3.3.4) exfiltriert der nach Walkringen fliessende Bach, während der Richtung Enggistein gerichtete Bach in seinem Oberlauf Infiltrationstendenz aufweist, um sodann ebenfalls kräftig zu exfiltrieren. Wie aus Beilage 3 ersichtlich ist, verläuft die Grundwasserscheide mitten durchs Wikartswilmoos. Da indessen der Grundwasserleiter bei Enggistein beinahe vollständig auskeilt, gelangt vermutlich eine Grundwassermenge von < 100 l/min ins Worblental.

Eingangs des Wikartswiler Beckens wurde der Grundwasserzufluss im Profil VIII (Beilage 2) mit etwa 500 l/min berechnet. Infolge der siltigen Ausbildung der Sedimente und dem grossen Anteil an Stillwasserablagerungen beträgt der Grundwasserabfluss beim Gebietsausgang bei Walkringen (Profil IX, Beil. 2) < 200 l/min, wobei sich die Wasserführung vor allem lokal auf fossile Bachrinnen beschränkt.

#### 7.2.3 Arni - Hämlismatt

Die zwei kleinen, bei Arnisäge sich vereinigenden Becken von Arnimoos und Hämlismatt führen lokal verschwemmte Moränen- und Bachschuttablagerungen (Kap. 2.3.2). Bei der Hinteren Hämlismatt haben diese den Bau einer Grundwasserfassung ermöglicht (Fig. 8.1). Die Feldergiebigkeit beträgt an dieser Stelle 400 - 500 l/min. Es sind noch an anderen Orten Entnahmen von bescheidenen Grundwassermengen möglich (< 200 l/min), jedenfalls deuten Wasseraustritte im Biglenbach darauf hin. Insgesamt sind jedoch kaum mehr als 700 l/min nutzbar.

### 7.2.4 Grosshöchstetten

Im Raum Grosshöchstetten bestehen verschiedene verschwemmte Moränenrelikte mit wassergesättigten sandig-kiesigen Linsen. Ihre Ausdehnung und Anspeisung ist sehr beschränkt. Von einem eigentlichen zusammenhängenden Grundwasserleiter kann deshalb nicht gesprochen werden. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind gering und betragen  $< 1 \cdot 10^{-4}$  m/s (Beilage 1). Die in diesem Gebiet errichteten Wasserfassungen können teils als Grundwasser-, teils als Quellfassungen angesprochen werden (Firma GEGRO). Gesamthaft übersteigt die bei Trockenzeiten zur Verfügung stehende Grundwassermenge 300 l/min nicht.

# 7.3 Zusammenfassung

Die Feldergiebigkeit bei einem ungefähren mittleren Wasserstand erreicht für die einzelnen Abschnitte unter Berücksichtigung des Zustroms aus den oberliegenden Gebieten und den Infiltrationsmöglichkeiten der Chise folgende Mengen:

Abschnitt Rünkhofen Abschnitt Zäziwil - Gmeis Becken von Konolfingen Abschnitt Dessikofen - Oberdiessbach Abschnitt Oberdiessbach - Herbligen Schlosswiler Becken Wikartswiler Becken Gebiet Arni - Hämlismatt Gebiet Grosshöchstetten	700	1/min 1/min 1/min 1/min
Total Feldergiebigkeit	17'200	

Wie jedoch aus nachstehendem Kapitel hervorgeht, sind davon in den einzelnen Gebieten sehr unterschiedliche Anteile verfügbar.

# 8. SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

# 8.1 Grundwasserdargebot

Das gesamte Grundwasserdargebot entspricht im allgemeinen der totalen mittleren Grundwassermenge oder der Feldergiebigkeit. Indessen kann meist aus verschiedenen Gründen nicht dauernd diese Menge gefördert werden, ohne dass sich negative Einflüsse geltend machen. Das nutzbare Grundwasserdargebot erreicht deshalb in der Regel nicht den bilanzierten Grundwasserabfluss.

Steht jedoch ein Grundwasserleiter in direkter hydraulischer Beziehung zu einem Oberflächengewässer, so vermag eine Grundwasserspiegelabsenkung eine zusätzliche Infiltration zu bewirken, die das lokale Grundwasserdargebot bedeutend steigern kann. Dies ist vor allem auf den Abschnitten Gmeis – Stalden und Dessikofen – Oberdiessbach möglich. Durch eine genügend grosse Grundwasserabsenkung kann jedoch auch entlang Exfiltrationsabschnitten eine Gefällsumkehr und damit eine Infiltration herbeigeführt werden, so z.B. auf dem Abschnitt Stalden – Freimettigen.

#### 8.1.1 Abschnitt Rünkhofen:

Um Missverständnisse auszuschliessen, sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass das ausgedehnte Becken von Bowil - Oberhofen ausserhalb des Untersuchungsgebietes liegt und hier nicht berücksichtigt ist.

Denkbar sind in diesem Gebiet drei Fassungsstandorte mit folgenden Entnahmemengen:

- Zwischen Oberhofen und Widen, d.h. oberstrom Bilanzierungsprofil I (Beilage 2) im Haupttal ca. 600 l/min. Infolge der stromabwärts überhand nehmenden siltig-tonigen Ablagerungen kommt es in diesem Gebiet zu Grundwasseraufstössen (Chisenquellen).
- In der vom Aebnit Steinbüel herkommenden Seitenrinne (SE Widen) ca. 500 l/min.
- Im Schuttkegel des Schwändigrabens bei Rünkhofen ca. 100 l/min.

Für den Fall, dass in diesem Gebiet eine grössere Grundwasserfassung von regionalem Charakter in Frage kommen könnte, sei auf das benachbarte Grundwasserbecken von Bowil – Oberhofen hingewiesen. Die 1968 in einem Versuchsbrunnen (619/194.19) durchgeführten Grosspumpversuche ergaben ein nutzbares Grundwasserdargebot in der Grössenordnung von mindestens 3'000 l/min.

#### 8.1.2 Abschnitt Zäziwil - Gmeis:

Abgesehen von den Schuttkegeln des Zäzibaches und der nördlichen Talflanke, wo bestenfalls Fassungsmöglichkeiten in der Grössenordnung von 100 l/min bestehen, kommt in diesem Abschnitt nur das kleine, gutdurchlässige Becken im Gebiet Grossmatt – Brunnmatt für eine grössere Grundwasserentnahme in Betracht. Aufgrund von langjährigen und zuverlässigen Erhebungen beträgt die dauernde Grundwasser-Nutzungsmöglichkeit 2'300 l/min  $\pm$  10 %.

## 8.1.3 Becken von Konolfingen:

Die generellen Grundwasser-Fassungsmöglichkeiten sind in groben Zügen aus der Beilage 1 ersichtlich. Das recht kompliziert aufgebaute Becken lässt an verschiedenen Stellen Entnahmen zu. Wie Pumpversuche zeigen, ist trotz guter Bodendurchlässigkeit der Nachschub jedoch nicht immer gewährleistet (Chonolfingermoos). Andererseits kann durch eine günstige Anordnung der Fassungsanlage eine zusätzliche Infiltration der Chise bewirkt werden. Entsprechend der Grundwasserbilanz (vorangehendes Kapitel) sind im Konolfinger Becken mit Sicherheit 4'500 1/min verfügbar. Durch induzierte Infiltration lässt sich diese Menge etwa um 50 % steigern.

### 8.1.4 Abschnitt Dessikofen - Oberdiessbach:

Das Grundwasserdargebot variiert auf dem gesamten, ca. 3 km langen Talabschnitt nicht stark (Fig. 7.1) und pendelt etwa zwischen 1'000 und 1'500 l/min. Obschon eine hydraulische Verbindung zwischen Chise und Grundwasser grösstenteils besteht, ist infolge der eher mittelmässigen Durchlässigkeit der siltig-sandigen Schotter – k häufig um 5  $\cdot$  10<sup>-4</sup> m/s – der Wasseraustausch ziemlich limitiert. Durch eine provozierte Grundwasserspiegelabsenkung in Flussnähe überschreitet deshalb die mögliche Entnahmemenge 1'500 l/min kaum.

## 8.1.5 Abschnitt Oberdiessbach - Herbligen:

Aufgrund der in diesem Gebiet spärlich verfügbaren Daten wird das Dargebot vorsichtigerweise mit ca. 2'000 l/min bedeutend tiefer angenommen als aus dem Bilanzierungsprofil VI (Kap. 7.1) hervorgeht.

### 8.1.6 Schlosswiler Becken:

Den hydrogeologischen Verhältnissen entsprechend lässt sich das aus dem Becken diffus nach Westen abfliessende Grundwasser mit einer herkömmlichen Fassung nicht nutzen. Dies gilt auch teilweise für den nach Norden gerichteten Grundwasserabfluss bei Riedhulle, wo die einzige Fassungsmöglichkeit besteht. Das nutzbare Dargebot wird dadurch sehr stark geschmälert und auf maximal 1'500 l/min veranschlagt.

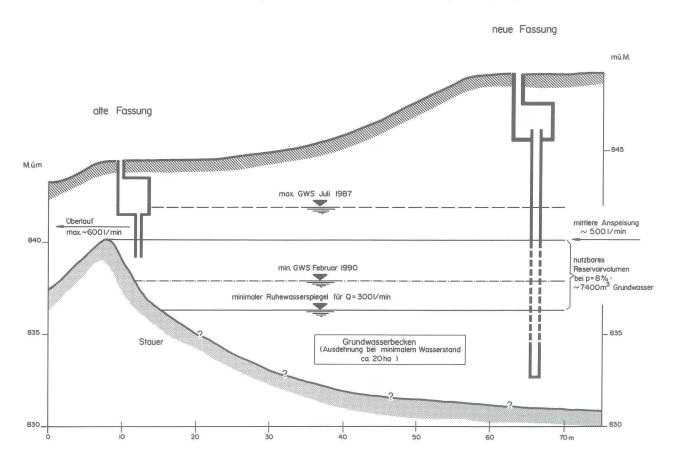
#### 8.1.7 Wikartswiler Becken:

Das nutzbare Grundwasserdargebot beschränkt sich infolge der schwerdurchlässigen Beckenfüllung auf eine kleine Zone beim Metzgerhüsi und beträgt entsprechend Kapitel 7.2.2 etwa 500 l/min.

#### 8.1.8 Arni - Hämlismatt:

Durch die Fassung in der Hämlismatt ist ein Dargebot von gegen 500 1/min belegt (Fig. 8.1). Daneben sind im Raum Arni – Arnisäge noch etwa 200 1/min nutzbar.

Figur 8.1 Fassung und Bewirtschaftung des kleinen Grundwasserbeckens in der Hämlismatt (Gemeindeverband Wasserversorgung Arni-Landiswil)



Die sogenannten Ringgis-Fassungen der Gemeinde Biglen SW Arnisäge werden aus hydraulischen Gründen nicht zu den Grundwasserfassungen gezählt. Es handelt sich hier eher um gefasste Wasseraustritte im Einschnitt des Biglenbaches.

### 8.1.9 Grosshöchstetten:

Entsprechend den Ausführungen unter Kapitel 7.2.4 wird eine nutzbare Grundwassermenge von gesamthaft 300 l/min angenommen.

Zusammenfassend beträgt somit das nutzbare Grundwasserdargebot im Untersuchungsgebiet, unabhängig von der Wasserqualität, folgende Mengen:

Abschnitt Rünkhofen Abschnitt Zäziwil - Gmeis Becken von Konolfingen Abschnitt Dennikofen - Oberdiessbach Abschnitt Oberdiessbach - Herbligen Schlosswiler Becken Wikartswiler Becken Arni - Hämlismatt Grosshöchstetten	1'200 l/min 2'300 l/min 4'500 l/min 1) 1'200 l/min 2) 2'000 l/min 1'500 l/min 500 l/min 700 l/min 300 l/min
	14'200 1/min

- 1) Durch induzierte Infiltration ca. 50 % mehr
- 2) Durch induzierte Infiltration ca. 25 % mehr

# 8.2 Grundwassernutzung

#### 8.2.1 Bestehende Nutzung

Wie der Tabelle 8.1 entnommen werden kann, bestehen im Untersuchungsgebiet nur wenig konzessionierte Grundwasserentnahmen, da zahlreiche, häufig alte Quellfassungen bestehen, die eine gewisse Versorgungssicherheit gewährleisten. In Wirklichkeit haben jedoch verschiedene Gemeinden arge Versorgungsengpässe, da in Trockenzeiten die Schüttung der Quellen meist stark zurückgeht. Zudem liefern viele Quellen nicht immer qualitativ einwandfreies Wasser, so dass dieses vor der Netzeinspeisung behandelt werden muss. Andererseits existieren nebst den in der Tabelle 8.1 aufgeführten Grundwasserfassungen noch weitere, die jedoch keine Konzession besitzen. Unter Berücksichtigung derselben liegt die effektive Grundwasser-Entnahmemenge beträchtlich höher, wobei die Fassung bei Gmeis allein ständig 1'100 - 2'800 l/min abführt (Kap. 7.1).

### 8.2.2 Grundwasserbewirtschaftung

Die erteilte Konzession für die Grundwasserentnahme entspricht im allgemeinen dem möglichen Spitzenverbrauch oder der installierten Pumpenleistung. Die konzedierte Entnahmemenge kann deshalb um ein mehrfaches über der durchschnittlichen Entnahmemenge liegen, wie dies bei der Grundwasserfassung der Gemeinde Konolfingen der Fall ist. Dank dem meist grossen Speichervolumen des Grundwasserleiters ist auch eine vorübergehende Entnahme möglich, die bedeutend über dem nutzbaren Dargebot liegt.

Die Bewirtschaftung eines Grundwasservorkommens hängt primär von hydrogeologischen Verhältnissen, d.h. vom nutzbaren Grundwasserdargebot, dem Speichervolumen des Grundwasserleiters und der Grundwasserqualität ab. In zweiter Linie sind sodann die siedlungswasserwirtschaftlichen Aspekte zu berücksichtigen.

Die siedlungswasserwirtschaftliche Karte (Beilage 5) zeigt, welche Grundwassergebiete für die verschiedenen Nutzungszwecke geeignet sind. Die Ausscheidung der Nutzungsbereiche erfolgte nach folgenden hauptsächlichen Kriterien:

- Hydrogeologische Verhältnisse (Durchlässigkeiten und Mächtigkeit des Grundwasserleiters)
- Hydrochemische Verhältnisse
- Besiedlungsdichte (Bauzonen) und Verkehrsadern
- Ausbildung der Deckschichten
- Bestehende und projektierte Grundwasserfassungen

Ausgehend von diesen Kriterien wurden folgende Gebiete ausgeschieden (Beilage 5), wobei der Trinkwassergewinnung eindeutig Priorität eingeräumt wurde.

### Nutzungsbereiche

Grundwasser-Schutzzone, -Schutzareal; rechtsgültig (Zone S):
Gilt für alle bestehenden rechtsgültigen Schutzzonen und -areale (S I - III):

- a) Areal der projektierten Fassung der Wasserversorgung Konolfingen in Stalden
   Konolfingen
- b) Fassung der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden bei Gmeis
- c) Fassung Schattacher der Wasserversorgung Schlosswil im Talimoos
- d) Fassung der Gemeindeverband-Wasserversorgung Arni Landiswil in der Hämlismatt bei Arnisäge

Tabelle 8.1: Konzessionierte Grundwasserentnahme (Stand Dezember 1989)

Gemeinde, Verbraucher <sup>1)</sup>	Kat. <sup>2)</sup>	Koordinaten	Konzessionier 1/min	te Leistung MJ/h	Entnahmemenge Ø 1987-89 1/min.
Arni:					
Einwohnergemeinde Biglen <sup>3)</sup>	Α	615.640/197.780	380	-	265
WV Arni-Landiswil	Α	616.550/198.700	500	-	66
Biglen:					
E. Bürgi	D .	615.380/197.560		36	٧
Konolfingen:					
Einwohnergemeinde	А	613.960/191.340	4'000	-	720
Niederhünigen:	^				
E. Junker	D	614.900/191.800	_	42	٧
Oberdiessbach:					
Neuenschwander AG	В	613.890/187.870	60	_	9
Einwohnergemeinde	D	614.000/187.820	-	260	٧
Total			4'940	338	1'060

Gebiet Oberhofen - Bowil nicht berücksichtigt, da ausserhalb Perimeter
Kategorie, Verwendungszweck: A Trinkwasser, B Brauchwasser, D Wärmegewinnung
Fassungen Ringgis, keine eindeutigen Grundwasserfassungen
Versickerung (das geförderte Wasser wird wieder in den Untergrund versickert)

Bereich für Trinkwassergewinnung vorbehalten:

Im Untersuchungsgebiet kommen dazu nur zwei Gebiete vorbehaltlos in Frage:

- a) Ein schmaler, an die Schutzzone bei Gmeis angrenzender Gürtel, der einer zukünftigen gesteigerten Entnahmemenge dienen könnte
- b) Das am Rand des Untersuchungsperimeters liegende Grundwassergebiet zwischen Bowil und Oberhofen

Diese Gebiete erfüllen folgende Kriterien:

- Weitgehend unbesiedelt und ausserhalb der eingezonten Siedlungsflächen
- k-Wert Grundwasserleiter  $> 2.0 \cdot 10^{-4}$  m/s
- Grundwasserleitermächtigkeit > 8 m
- Die Wasserqualität entspricht den gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser, Nitratgehalt < 30 mg/l.

Bereich für Trinkwassergewinnung mit Vorbehalt geeignet:

Für diesen Bereich gelten grundsätzlich ähnliche Kriterien wie bei der vorangehenden. Infolge einer oder mehrerer nachstehender Randbedingungen ist jedoch eine Trinkwassernutzung nur mit Vorbehalt sinnvoll:

- Beschränkte Feldergiebigkeit
- Potentielle Verunreinigungsherde im Anströmbereich (Ueberbauungen, stark befahrene Strassen, ARA)
- Nitratgehalt > 30 mg/l

Sofern die Erstellung einer Trinkwasserfassung in dieser Zone erwogen wird, ist eine eingehende Ueberprüfung der Zielvorstellung und Machbarkeit unerlässlich. Sofern die Ueberprüfung negativ ausfällt, sollten diese Gebiete für die Brauchwassergewinnung freigegeben werden.

Bereich für Brauchwassergewinnung geeignet:

Dieser Bereich wurde ausgeschieden, wo die hydraulischen Entnahmebedingungen günstig sind, die jedoch aus qualitativen oder schutzzonentechnischen Gründen nicht einer Zone für die Trinkwassergewinnung zugeordnet werden können.

Bereich für Brauchwassergewinnung mit Vorbehalt geeignet:

Dem vorangehenden Bereich gegenüber sind die Nutzungsmöglichkeiten in diesen Gebieten namentlich aus quantitativen Gründen stark eingeschränkt (Entnahmemenge pro Fassung meist < 400 l/min).

Bereich für Grundwassernutzung wenig geeignet:

Diese Gebiete sind für die Entnahme von Grundwassermengen > 200  $1/\min$  unge-eignet.

### Trinkwassernutzungsmöglichkeiten (Beilage 5)

Die massgebenden Zahlen für die Grundwasserbewirtschaftung sind in Tabelle 8.2 zusammengestellt. Nicht berücksichtigt wurde die vorübergehende Grundwassernutzung, d.h. Wasser, das nach seiner Verwendung (z.B. Wärmeentzug) wieder versickert wird. Es wurde von der effektiven durchschnittlichen Nutzung der Jahre 1987 – 1989 und der konzedierten Entnahmemenge Ende 1989 ausgegangen.

### Kiesental:

Die mit Abstand günstigsten Gebiete für die Trinkwassernutzung befinden sich in der Brunnmatt/Neumatt zwischen Gmeis und Zäziwil und im Bereich des Schwimmbads Konolfingen und des Schlosses Hünigen. Das Grundwasservorkommen bei Gmeis wird nur extensiv durch eine Sickerleitung der Berneralpen Milchgesellschaft Stalden genutzt. Zusätzlich wären durchschnittlich noch ca. 900 l/min nutzbar, dabei müsste jedoch der Grundwasserspeicher mittels eines Vertikalfilterbrunnens bewirtschaftet werden. Bei einem maximalen Wasserstand von 667.20 m.ü.M. fliessen heute 2'800 l/min durch die Sickerleitung ab, während bei einem Minimalstand von 665.30 m.ü.M. noch 1'100 l/min zum Abfluss gelangen und vorübergehend den Bedarf der Milchgesellschaft kaum decken (Fig. 7.2). Mit einer konventionellen Fassung könnten indessen dauernd gegen 2'300 l/min genutzt werden.

Im erwähnten Bereich von Konolfingen können vorbehaltlos mindestens 2'500 l/min Trinkwasser gefördert werden, d.h. zusätzlich zur bestehenden Nutzung noch ca. 1'780 l/min, wobei Spitzenentnahmen von gegen 4'000 l/min möglich sind. Mit Vorbehalt (Feldergiebigkeit, Qualität, Schutzzone) sind möglicherweise zusätzlich noch 600 l/min im Becken von Konolfingen nutzbar (Beilage 5).

Stromabwärts von Freimettigen bestehen nur noch Grundwasservorkommen, die nicht vorbehaltlos für Trinkwasserzwecke genutzt werden können, wobei auf dem Abschnitt Dessikofen – Oberdiessbach wie auf dem Abschnitt Oberdiessbach – Herbligen vor allem qualitative Gründe einschränkend wirken.

Tabelle 8.2: Basisdaten für die Grundwasserbewirtschaftung

Grundwassergebiet	nutzbares Dargebot 1/min	konzedierte Entnahme 1/min <sup>1)</sup>	effektive Nutzung 1/min <sup>2)</sup>	mögliche gesamt 1/min	Zusatznut davon Trir mit Vorbeh 1/min	kwasser ohne
Kiesental:						
Abschnitt Rünkhofen <sup>3)</sup>	1'200	-	_	1'200	5004)	-
Abschnitt Zäziwil-Gmeis	2'300	-	ca. 1'400	900	-	900
Becken von Konolfingen	4'500	4'000	720	3'780	600	1'780
Abschnitt Dessikofen-Oberdiessbach	1'200	60	10	1'190	1'2005)	-
Abschnitt Oberdiessbach-Herbligen	2'000	-	_	2'000	2'0006)	-
Schlosswiler Becken	1'500	-	< 307)	1'500	-	-
Wickartswiler Becken	500	-	-	500	-	-
Gebiet Arni-Hämlismatt	700	500	66	630	-	630
Gebiet Grosshöchstetten	300	-	ca. 200	ca. 100	-	-
Total	14'200	4'560	ca. 2'400	ca. 11'800	4'300	3'310

Stand Dez. 1989, Grundwasser, das wieder versickert, nicht eingerechnet
 Basierend auf Durchschnitt 1987-89, ohne Wiederversickerung
 Gebiet Oberhofen-Bowil nicht berücksichtigt, da ausserhalb Perimeter
 Feldergiebigkeit nicht garantiert
 Möglicherweise qualitativ zeitweise beeinträchtigt (ARA)
 Möglicherweise z.T. qualitativ beeinträchtigt (Nitrat)
 Installierte Leistung Fassung Schattacher 60 l/min

### Uebrige Gebiete:

Zusätzlich zur bestehenden Grundwassernutzung, die sich auf die sehr kleine Fassung Schattacher im Schlosswiler Becken und auf ein kleineres Pumpwerk in der Hämlismatt beschränkt, bieten sich für die Trinkwassergewinnung keine Standorte mehr an.

Es sei jedoch nochmals auf das ausserhalb des Untersuchungsperimeters liegende, ergiebige Grundwasservorkommen von Bowil – Oberhofen hingewiesen, das sowohl qualitativ wie quantitativ eine Trinkwassernutzung von einigen 1'000 l/min erlaubt.

### 8.3 Grundwasserschutz

Folgende Rahmengesetze schützen die Grundwasservorkommen güte- und mengenmässig:

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigungen von 1971 (Stand 1.1.1983)
- Kantonales Wassernutzungsgesetz von 1950, 1964 und 1971 (Kantonale Gewässerschutzverordnung 1991)

Daneben bestehen verschiedene eidgenössische sowie kantonale Verordnungen und Unterlagen, die die Schutzmassnahmen verbindlich regeln und vorschreiben. So z.B. die Gewässerschutzkarten mit den reglementierten Zonen.

Die grundwasserführenden Gebiete des untersuchten Perimeters befinden sich von wenigen Ausnahmen abgesehen in der Zone A der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern 1:25'000 Blatt 1167 Worb und 1187 Münsingen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse war es notwendig, verschiedene Gebiete umzuzonen. Die gewässerschutzspezifischen Auflagen liessen sich dadurch in mehreren Randgebieten reduzieren (Umzonung zu B). Zu einem geringeren Anteil wurden andererseits Grundwassergebiete ihrer Bedeutung entsprechend besser geschützt (Umzonung zu A). Die vorliegende Studie erfüllte damit ein gestecktes Teilziel.

Die nachstehenden Grundwasserfassungen für die Oeffentlichkeit oder von lebensmittelverarbeitenden Betrieben verfügen über eine rechtsgültige Schutzzone (Zone S) oder sind zur Zeit daran, eine zu erhalten:

- Fassung Hämlismatt der Gemeindeverband-Wasserversorgung Arni Landiswil
- Fassung Schattacher der Wasserversorgung Schlosswil
- Fassung Gmeis der Alpenmilch Stalden AG

Für den Kleinfilterbrunnen bzw. Versuchsbrunnen T 12 (614/191.19) der WV Konolfingen wurde im Hinblick auf die Verlegung der bestehenden Fassung Stalden ein Schutzareal ausgeschieden. Diese Fassung liegt in einem vollständig

überbauten Gebiet in der Nähe von verschiedenen Verkehrsachsen. Sie muss als sehr gefährdet bezeichnet werden.

Einen totalen Grundwasserschutz geniessen auch die mit einer Schutzzone versehenen Fassungen nicht. Dazu müsste das gesamte Einzugsgebiet den menschlichen Einflüssen (Landwirtschaft, Verkehr, Bauten etc.) entzogen werden, was kaum realisierbar ist.

Auch ausserhalb der Schutzzonen muss in Grundwassergebieten (Zone A der Gewässerschutzkarte) der Erhaltung der Deckschichten besondere Beachtung geschenkt werden. Dabei gilt es, insbesondere bei Eingriffen ins Grundwasser keine präferenziellen Sickerwege zu schaffen. Besondere Vorsicht ist bei einer künstlichen Versickerung von Meteor- und Drainagewasser walten zu lassen. Potentielle Gefahrenherde bilden ebenfalls Sickerbrunnen und -schächte von Wärmepumpenanlagen.

Zur Erhaltung und Verbesserung der Grundwasserqualität (Nitrat !) sollten primär die eidgenössischen und kantonalen Gesetzgebungen gebührend respektiert werden (z.B. Kantonale Gewässerschutzverordnung von 1991). Trotz der teilweise starken Ueberbauung im Untersuchungsgebiet bleibt die landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung weitgehend ausschlaggebend für die Güte des Quell- und Grundwassers. Dies betrifft sowohl die Zone A wie B.

Obwohl zwischen der Chise und dem Grundwasser nur stellen- bzw. zeitweise eine hydraulische Beziehung besteht, sollte bei einer allfälligen Gerinnesanierung der Chise (Hochwasserschutz) auf die Grundwasserverhältnisse Rücksicht genommen werden, vor allem im Becken von Konolfingen.

Grundsätzlich sollten jeder Gewässerlauf-Melioration Grundwasserabklärungen vorausgehen, damit allfällige qualitative und quantitative Beeinflussungen erkannt und nach Möglichkeit vermieden werden können.

### LITERATURVERZEICHNIS

- BECK, P. & RUTSCH, R.F. (1940): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Atlasblatt 21 (Münsingen Konolfingen Gerzensee Heimberg). Schweiz. geol. Kommission.
- BECK, P. & RUTSCH, R.F. (1958): Erläuterungen zu Blatt 21 (Münsingen Konolfingen Gerzensee Heimberg) des "Geologischen Atlasses der Schweiz" 1:25'000. Schweiz. geol. Kommission.
- KELLERHALS, P. & HAEFELI, CH. (im Druck): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Atlasblatt 1167 Worb, inkl. Erläuterungen.
- MUELLER, K. und LUGINBUEHL, R. (1975): Beiträge zur Hydrologie des Aaretals zwischen Thun und Bern. Geographisches Institut, Universität Bern.
- STUMM, W. & MORGAN, J. (1981): Aquatic Chemistry. Wiley Interscience, New York.
- WASSER- UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN (WEA) (1981): Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern: Hydrogeologie Aaretal, zwischen Thun und Bern.
- WASSER- UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN (WEA) (1990): Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern: Hydrogeologie Worblental.
- WELTEN, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 156.

### ANHANG

Profile der Bohrungen T1, T2, T3, T5, T7, T9, T11, T12, T16, T17 und T18 (mit WEA-Ordnungsnummern)

4 61319011 Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern Beilage Nr 2 a Bohrfirma: Stump Bohr AG Situation Beilage 1 HCK Kiesen- und Worblental Bohrverfahren: Rotationskernbohrung Hr. Faccini Bohrgerat Mobil-Drill Bohrung T 1 ausgeführt vom 24.8.82 bis 2.9.82 Koordinaten 613 220/198 050 OK Terrain 694,79 mu M OK Rohr 696,03 Geol Aufnahme Dres. P. Kellerhals / J. Wanner Voll Filter Feld Bohrdurchmesser cm 11 Eigenschaften des Grundwesser-leiters Lithologie Beobachtungs rohr 6 " ă efe m ab Filter Humus, sandig, siltig, braungrau
toniger, stark feinsandiger Silt,
glimmerreich, im mm-Bereich geschichtet
grau, mit rostigen Lagen
sauberer Fein- bis Mittelsand
schwach sandiger, stark toniger Silt
mit wenig Torf, graubraun
dito, mit einzelnen runden Geröllen bis
0 4 cm (Granite)
tonig-sandiger Silt
stark toniger, schwach sandiger Silt
mit wenig Torf, graubraun
schwach sandiger Siltton mit seltenen
kleinen Geröllen (0 < 2 cm), grau,
einzelne Holzreste, undeutlich geschichtet
stark sandiger, toniger Silt mit vielen
Holzresten und einzelnen Steinen, grau
tonig sandiger, gegen unten zunehmend Humus, sandig, siltig, braungrau 0.55 1.3 Uberstand 0 1.6 1.89 GW-Spiegel vom 8.9.82 2.15 2.4 - 2,61 m GW-Spiegel vom 2.9.82 Verlandungs bildung - 3,5 m tonig sandiger, gegen unten zunehmend kiesiger Silt, wenig Holz, Kieskompo-nenten bis 0 4,5 cm, grau ص <u>.</u> 4.7 Siltton mit sehr wenig Holz, grau 4 siltiger Sand, grau unsauberer siltig-sandiger Kies mittel-mässig gerundet, nicht plattig, schlecht sortiert, grau schwach tonig, siltiger Feinkies z.T. eckig 5.55 ecking sehr unsauberer, schlecht sortierter, 2.T. wenig gerundeter, stark siltig-sandiger Kies relativ sauberer, schwach tonig-siltiger Kies. Kiesfraktion: wenig sortiert, nicht plattig, meist gut gerundet Bachschutt 24,5 fächer Kies stammt aus von Bach erodierter, wenig weit transportier ter Morane k =1,1·1σ' recht hart gelagerter, äusserst unsauberer, schwach toniger, siltig-sandiger Kies Ø bis 7 cm, grau, keine gekritzten Geschiebe, Kieskomponenten alle angerundet ⊤ etwas sauberer, Fein- bis Mittelkies, ∽ beige beige susserst unsauberer, schwach toniger, siltig-sandiger Kies, beige, Stein Ø 15 om bei 9.85 - 95 relativ sauberer Kiessand siltig-sandiger Grobkies siltiger Kiessand Blocklage, mit wenig Siltsand schwach siltiger Kiessand mit einzelnen grossen gerundeten Geröllen Ø 8 cm schwach siltiger - siltiger, stark sandiger Kies, Siltanteil gegen unten zu-nehmend, Kiesfraktion ca. 50 %, Gerölle wenig gerundet, mässige - kleine Durch-lässigkeit Deltaablagerung von Lokalbach -14.0 stark sandiger, relativ sauberer Feinbis Mittelkies -14.4 -14.6 Kiessand Sand mit Siltlagen, gut geschichtet -15.0 relativ sauberer Grobsand, oben mit einzelnen Kiesgeröllen -15.79 Siltsand, beige, glimmerreich, deut-liche Feinschichten -16.59 20,3 stark klesiger, mittelgrober Sand toniger Silt mit wenig Kies, geschichte schwach siltiger, schwach kiesiger Sand mit siltig-sandigem Kies wechselnd -18.49 00 schwach toniger, stark kiesiger Silt-sand. Kiesanteil bis 40 % -19.5 tonig-siltig-sandiger Kies, hart gela-gert, keine Schichtung erkenntlich. Deutliche Farbwechsel bei 19.5 won beigegrau (oben) zu stahlgrau. Kiesan-teil ~ 50 %, schwach gerundet - eckig (20 - 20.4: Feinanteil ausgewaschen) einzelne Gerölle (Geschiebe?) poliert Ø bis 8 cm. ähnlich wie oben, weniger tonig höchstens sehr wenig umgelagert siltig-sandiger Kies mit Steinen und Blöcken 26 – 27 m Feinanteil ausgewass da nass gebohrt Fein- bis Mittelkies, schwach gerundet bis eckig, Feinanteil ausgewaschen, da nass gebohrt 28.9 dito aber in tonig-siltig-sandiger Matrix sandiger Silt mit einzelnen Komponenten der Kiesfraktion bis 6  $\alpha n$ , grau, Komponenten schwach gerundet. siltiger Sand mit einzelnen Komponenten der Kiesfraktion bis 3 cm, grau .... sandig-toniger 5ilt mit einzelnen Kompo-nenten der Kiesfraktion bis 5 cm, kompak 14,5 -30.9 siltiger Sand mit sandigem Silt mit ver-einzelten tonigen Siltlagen, Schichtung erkennbar, vereinzelte Komponenten der Kiesfraktion bis 4 cm, greu -32.4 sandig-toniger Silt mit einzelnen Kompo-nenten der Kies- und Steinfraktion bis 8 cm, hart gelagert, mittelmässig bis schlecht gerundet, grau -0 -34.4 mittelkörniger Sandstein, glimmerreich, stellenweise hart, vereinzelte Siltstein-lagen mm-Bereich, grau 37.00

9	6	5/13	3 1	96 (s	7										
									Wasser- und Energiewirtsc		ies Kai	ntons Bern	Beilage Nr	2 a	<u> </u>
									Bohrfirma: Stump Bohr Bohrverfahren: Rotationsl		g		Situation	Beilage 1	$\frac{1}{2}$
	HGK	Kies	en∽ uz	nd Wort	olenta	<u>-</u>			Bohrmeister Hr. Faccir	ni		Bohrgerat: M	bbil-Drill		]
	8oh	rung	Τ2			6	216			ois 17.9.			M OV Baha a		$\dashv$
						00	270		Koordinaten 613,950/196,8  Geol.Aufnahme: Dres. I			730,80 mú H.J. Ziegle	M.OK Rohr 7	32,08 m.ü.M.	$\exists$
_			Voll								Feld	_			7
Bohrdurchmesser cm		%	8			Tiete m ab OK Terrain			Lithologie		ر ع	Genet Deutung	Eigenschaften des Grundwasser-	Bemerkungen	
durchm	gut	Kernausbeute %	Beobachtungs- rohr 6"		Σ	0 de m			Limologic		s	Doctoring	leiters	ound kungun	
Boh	Spulgut	Kerr	Beo	Filter	É	, E	W805844	,			SOSO	_			
			E			- 0.5		und ve	dunkelbraun, mit feinen v reinzelten Holzstücken er Ton mit etwas Feinkies yereinzelte Gesteinbsbrud			Deckschicht			ŀ
			0,5			- 0.8	0	und ko siltig unten	hlige Partien, braun, troc er Ton mit Kies (von oben abnehmender Gehalt), gelbt	cken nach braun		,	_		
			Uberstand			- 1.9	= 0	\zelten stark	r Sand mit wenig Kies und Steinen, gelbbraun, feuch toniger Silt mit etwas Sar gelbgrau, feucht	verein- nt nd und					
						- 2.2	A	schwac dito,	h toniger Sand, gelbgrau aber grösserer Tongehalt sandiger Ton mit wenig Sil	lt. gelb-					
						- 2.9		Sand m	is gelbgrau it wechselndem Tongehalt u gelb <i>g</i> rau, nass					_	1
						- 4.0									
						- 4.6	0 0	schend	der weniger sauberer Sand mittelkörnig) mit vereinz n, gelbgrau, nass						
						- 5.45	٥	("Knol		•		Morane, umgelagert,			
						- 5.7		_	r Sand mit Kies (vorwieger gegen unten zumehmende Kor au, nass er Kies mit etwas Ton, gel			wenig transpor- tiert		CW-Spiegel	
						- 6.3 - 6.6 - 6.8	2000	gelbli sandig	r Kies mit Sand und wenig ch bis leicht bräunlich er Kies (Komponenten vorwd				×	15.9.82 -6.85 14.9.82 -6.90	m
						- 7.3	- ° O	∖ <u>ec</u> kig) sandig verein	mit wenig Ton, graugelb er Silt mit Feinkies und 1 zelten gelblichgrauen Mers	Ton und				16.9.82 -6.98 13.9.82 -7.04	oi M
						- 8.E	000-00	gelbgr sandig (Max. sandst	au er Kies mit wenig Ton und Ø 15 cm, Kalksændsteine, F eine, Diorite)	Steinen Fly <del>s</del> ch-					
						- 8.4 - 8.6 - 8.75	P = 000	stark Silt, stark	toniger Kies mit Sand und graugelb toniger Silt mit viel Kies	wenig s. ocker					
	,					- 9.3	- 0 = .	tonige titgra tonige	r Kies mit Sand und Steine nite), gelbgrau r Silt mit wenig Sånd und Komponenten der Kiesfrakt	verein-					
						- 9.7 - 9.85	<u> </u>	\gelbbr  \stelle	äunlich nweise reichlich sandiger	Silt mit					
							97 - 79	wenig  tonige	d Kies, gelbbraun, hart ge er Silt mit reichlich Kies Ton, graublau r Silt bis siltiger Ton mi	it wenig		glazialer Tümpel			
		l l	2			-11.35		Sand, (Schic grünli	hartgelagert, zäh und gesc htung erzeugt durch feinst che Feinsandlagen ungefähr	ralle			1		l
_						-12.0	00-1	leicht maichti	1 cm), graublau bis stelle grUnlich. Bei 10.5 m etwa ge sandige Lage mit etwas	K1es				_	4
			ľ			1=16.7		verein	und Blöcke mit wenig Grot Granite, verwitterte Bioti zelte Kalke) er Kies mit wenig Ton (Tor	itgranite,					Ì
			٠ <u>٠</u> [			-13.0 -13.3	000000		unten zunebmend), Komponer , grau er Kies mit Ton, hart gela enten bis Ø 13 cm, graubla er Kies, hart gelagert,Kom			Moráne			1
						-13.7 -14.0		∭(vorw.	Sandsteine) bis Ø 15 cm, ¿	gelblich					
									stbraunen und rotbraumen ! er Kies mit Ton und STeine m), stellenweise hart gela r Kies mit Sand und Steine ml grau nass	lagen en (bis agert <sub>e</sub> grau					
			ے			-15.3	0.0.0.0	sandig	er Kies mit Ton und Steine	en, grau					
						-16.2	00000	neren tonige	reinzelten gelblichen, etv Lagen, nass r Silt mit Sand, stellenwe en mit wenig Kies (5 + 10	eise sandi	-				
			:			-16.4	0.00		elbgrau, stellenweise hart toniger Kies mit Steinen (	t gelag <b>er</b> t (bis Ø			k = 6 + 10 <sup>-6</sup>		
			2				000000	hart,	und Sand, gelbgrau bis gr toniger Silt mit wenig Fe grau r Kies mit Sand und vereir				K = 6 * 10		
	•					-17.8 -18.0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Steine \grau, \tonige	r Silt mit reichlich Kies						
			~·			18.55	000000	beigeg	gelbgrau, hart er Kies mit Ton, ziemlich rau, Komponenten bis Ø 6 c	CTN		Delta über			
			;				80000	hart, tonige	r Silt mit viel Kies und S gelbgrau r Kies mit Steinen (bis Ø rst fast keine Feinanteile	15 cm)		Seeablage- rung, von Bach			
						-19.7 -20.0		beige,		, ,		umgelagerte Moräne			
				H		-20.8		tonige gelbgr	r Silt mit viel Kies und S au er Sand mit wenig Kies (Ko						ĺ
						-21,05	•	bis 0 mend, tonige	5 cm) Tonanteil gegen unte gelbgrau r Sand mit wenig Kies und	en zuneh∉					
						-22.2	_ 0 0	ziemli Kiesko	gelbgrau ch sauberer Sand mit verei mponenten bis 0 3 cm, gelb .5 m etwas tonig)						
			<u>ت</u> .			-22.8		tonige Ø6 cm	,5 m etwas tonig) r Sand mit Kies (Komponent ), gelbgrau er Ton mit wenig Sand, gel					•	
						-23.2 -23.45		zäh stark 6 cm)	toniger Kies (Komponenten mit Silt und wenig Sand, g	bis Ø				_	7
						-24.1	0 0	\ <u>bis</u> br teilwe Kies g	aun, nass ise stark toniger Sand mit elbgrau, feucht	t viel	70				
			د			-25.1		Sand u	er Ton, stellenweise mit w nd vereinzelten Kieskompor 2 cm, zäh, gelb bis gelbgr dunkler werdend	nenten					
						-25.45		stark grau b	dunkler werdend siltiger Ton mit wenig Ser is blaugrau toniger Silt mit Feinsand,						
						25.55			g Caronin	,grun					
						-26.45									
					Ì		ρ=	verein	siltiger Ton mit wenig Fe zelten Steinen bis Ø 10 c	m, zäh,	,				
									n, teilweise geschichtet.						
						-29.7	, p								
							°	dito, lagert	aber mit wenig Kies und ha	art ge-					
					ı	-31.1		eiltia	er Ton, blaugrau, hohe Pla	astizität	. 1			•	
						-31.4 -31.7		siltie	er Ton mit Kies, nass, bla r Silt mit Kies, hart, bla	augrau	_	~			
						-32.0	= <u>9</u>	stark Kompon	siltiger Ton mit vereinze: enten der Kiesfraktion bis	1 ten		glaziale		_	∤.
						-32.9	0	tonige	ds leicht bläulich er Silt mit vereinzelten Ko er Kiesfraktion bis 0 2 cm.			Seeablage- rung			
						-33.25 -33.85		blau tonige	er Sand, graublau er Sitt, graublau	-					
						-34.0 -34.5	10	stark	toniger Sand mit Silt und Komponenten der Kiesfrakt						
						-34.8 -35.0 -35.2		siltig stark tonige	er Ton mit etwas Sænd, bla toniger Sand, græu ar Silt mit Kies (Komponen)	ten bis		,			
						-35.4		(Kies)	n) gelbbraum (nur halber Bu e andere Hälfte graublau u toniger Grobeand, graublau	und kein					
								Lacark	toniger Grobsand, graubla	_					

Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern Beilage Nr Situation: Bohrfirma: Stump Bohr AG Bohrverfahren: Rotationskernbohrung HGK Kiesen- und Worblental Hr. Faccini Bohrgerät: Mobil-Drill Bohrmeister: Bohrung T 3 ausgeführt vom 23.9.82 bis 5.10.82 WEA-Ord.-Nr. 614/194.9 Koordinaten: 617.820/194.060 OK Terrain 684.79 m ü. M. OK Rohr 685.99 m ü.M. Geol Aufnahme: Dres. P. Kellerhals / H.J. Ziegler 1: 50 Voll Labor Feld Terrain Eigenschaften Bohrdurchmesser Genet. des Kernausbeute % Beobachtungs rohr 6"/41/2" Grundwasser-Bemerkungen Lithologie Deutung Tiefe m ab OK leiters Spulgut **S** E + 0 Humus, braun GW-Spiegel vom 28.7.82 0.4 sandiger Silt mit wenig Ton, hellbraun 0.6 stark toniger Silt mit wenig Sand, hellbraun, klebrig 0.85 - 0,8 m toniger Sand mit Silt, grau Deckschichten 1.4 sandiger Kies, graubraun E siltiger Sand mit Kies, hellgrau, fest gelagert 1.85 O 2.05 toniger Silt mit Torf und vereinzelten Komponenten der Kiesfraktion bis 0 3 cm, grau mit braun **Überstand** 2.5 dito, aber mehr Kies 2.8 wie 2.05 - 2.50 3.15 Torf mit etwas Ton und Silt und vereinzelten Komponenten der Kiesfraktion (bis Ø 5 cm), schwarzbraun, gegen unten Wechsellagerung mit grauen, sandigen Siltlagen Verlandungsbildungen 6.95 ··· siltiger Ton mit Torf geschichtet, grünlichgrau 7.3 siltiger Sand mit Torf Torf, Faserstruktur erkennbar, mit wenig Ton und vereinzelten Komponenten der 8.0 Kiesfraktion sandiger Sitt mit Ton und vereinzelten Komponenten der Kiesfraktion bis Ø 3 cm, und mit vermoderten Blättern und Wurzelstücken, grünlichgrau sandiger Silt mit Torf und Ton, grau und dunicel braum, geschichtet dunkelbrauner Torf (Faserstruktur erkennbar) mit wenig Silt, trocken sandiger Silt mit stellenweise viel Ton -10.05 und Torf -10.3 siltiger Sand mit Torf -10.5 stark siltiger Ton, grünlichgrau -10.6 leicht toniger Silt mit Sand und etwas organischem Material (Seekreide?), hell--10.15 toniger Silt mit etwas Torf, dunkelgrau bis grünlichgrau brauner Torf, trocken, Faserstruktur -11.9 erkennbar toniger Silt mit Sandlagen und wenig Torf, grünlichgrau, geschichtet leicht siltiger Sand, Sand gegen unten -12.8 feiner werdend, grünlichgrau leicht sandiger Silt mit Ton, grünlich--13.2 grau mit dunkelgrauen Lagen und Schlieren toniger Silt, grünlichgrau toniger Silt mit Send, grünlichgrau, durch -13.9 dunkelgraue Lagen geschichtet stark siltiger Ton mit wenig Sand, stellenweise geschichtet, dunkelgrau bis graugrünlich -14.7 k=1.10-4 m/s siltiger Sand mit Ton (zwischen 15.30 und 15.60 m durch Sandlagen in 2 cm-Bereich geschichtet), grau bis grünlich -15.9 Seeablagerungen toniger Silt mit etwas Sand, grünlichgrau mit dunkelgrauen Partien, teilweise geschichtet -17.5 siltiger Ton, grau mit hoher Plastizität klebrig, grau sandiger Silt mit Ton, nass, grau mit dunklen Partien -18.4 leicht toniger Silt mit Sand, grüngrau, 9 zäh, geschichtet Piezo -19.5 sandiger Silt mit Ton, nass, grau -19.6<del>5</del>= toniger Silt mit grünlichgrauen und braunlichgrauen Lagen geschichtet 20.0 toniger Sand mit Silt und Kies, grünlich -20.3 grau, nass teilweise stark sandiger Silt mit Ton, grunlichgrau, geschichtet -21.5 toniger Silt mit sandigen Partien, grünlichgrau -22.0 leicht toniger Silt mit wenig Sand,

grünlichgrau

	22.8		did non Ton amount of his stallenumise			
			siltiger Ton, graublau bis stellenweise grünlichblau			
	23.2	- I		9		
			wie 22.00 - 22.80 m, aber mit einigen			
			sandigen Partien und stellenweise stark tonig, geschichtet			
	24.7		siltiger Sand mit wenig Ton, bläulich-			
			grau			
	25.1		toniger Silt mit sandigen Lagen, bläu-			
			lichgrau			
-	25.9		ziemlich sauberer, grobkörniger Sand,			
	26.25		bläulichgrau			
			leicht toniger Silt mit Sundlagen, grau			
-	-26.8					
			toniger Silt mit vereinzelten Sandlagen,			
			graublau mit dunkelgrauen Schlieren			
					-	
-	-29.2					
			siltiger Sand mit vereinzelten Komponen-	O.		
			ten der Kiesfraktion bis Ø 3 cm und wenig Ton, graubraum mit rostbraumen			
			Lagen durch 0.5 m mächtige Siltlagen			
		, 0	geschichtet	See- oder	-	
	-31.0		toniger Silt, gelbbraun	Deltaabla- gerung	$k = 7 \cdot 10^{5}$	
- 1	-31.1		stark sandiger Silt, graubraun		K = 1 . 10 3	
	-31.5 -31.7		siltiger Sand mit wenig Kies bis 0 3 cm,		,	
	5201		graubraun			
			stark siltiger Sand mit wenig Ton und Kies, gelblichgraubraun	0	5.	
	-32.6		toniger Silt mit Kies und Steinen bis			
	-32.9		0 12 cm. grau			
2	-33.1		Blocklage siltiger Sand mit viel Kies und wenig	Morane in		
	-33.6	<u> </u>	Ton, graubraun (Kieskomponenten nicht aus esadienter Nagelfluh stammend)	situ?	8	
		0	au maratarion nagerituri somment)	fluviatil einge-		
			ziemlich sauberer Sand mit Komponenten	schwemmt? pleistocaen		
			der Kiesfraktion bis Ø 4 cm, graubraun	holocaen?		
	<b>-35.</b> 0	0. 0	stant and on Silt with remise Vice			
	-35.2		stark sandiger Silt mit wenig Kies, graubraun, fest gelagert			
			wie 33.60 - 35.00 m	-		
- 1	-35.8		siltiger Sand mit reichlich Kies (max.			
	-36.0	ø	$\emptyset = 5$ cm), graubraun			
			wie 33.60 - 35.00 m			l
	-36.9	6	sandiger Silt mit wenig Kies, graubraun			
	-37.1		hart gelagert stark siltiger Sand mit vereinzelten			
		0-	Komponenten der Kiesfraktion bis Ø			
	-37.8	0	3 cm, graubraun			
			sandiger Silt mit Ton und vereinzelten Komponenten der Kiesfraktion bis Ø	vorwiegend		
		- 0	2 cm, stellenweise sandigere Lagen, gelbbraun	aufgearbei- tetes, flu-	1	
	-38.8	• •	leicht siltiger Sand mit reichlich Kies	viatil um-		
		0'	und Blöcken, grau	gelagertes Molasse-		
		0 0 0		und Moränen- material		
	-39.8	o.::::::::::::::::::::::::::::::::::::	leicht toniger Silt mit Sand und ver- einzelten Komponenten der Kiesfraktion	pleistocam?	1	
	-40.0	0 -	bis Ø 1 cm, beige	holocaen?		
		0 1	siltiger Sand mit vereinzelten Komponen- ten der Kiesfraktion bis Ø 4 cm. braun-			
	49 -	0	grau			
	41.1	45	stark toniger Silt mit etwas Send, graubraun bis braun			-
	-41.45		graubraun bis braun leicht siltiger Sand mit viel Kies			
	-42.1	0 - >	(max. $\emptyset = 10$ cm), graubraun		7.	
		万二	toniger Silt mit reichlich Kies.		1	
	-42.6	0 =	grünlichgrau	verwitterte		
			sindiger Silt mit reichlich Kies (max.Ø 12 cm), grünlichgrau	Molasse		
	-43.0		leicht sandiger Silt mit Ton und verein- zelten Komponenten der Kiesfraktion bis			
	-43.7		Ø 3 cm, grünlichgrau			
	- <b>43.</b> / - <b>\$</b> 4.0	~ ~	grünliche Mergel			
		~ ~ ~	grünlicher Sandstein mit Mergelzwischen-			
			lagen			
	-44.8	~ ~ ~	Mannel			
		A ~ ~	Mergel	2		
	-45.5		Nagelfloh	Molasse		
	-45.8	~ ~	grünlicher Mergel			
	-46.1	~ ~ ~	@ a.m. 2010 1 101 200			
		0.0.0	Nagelfluh		8 4	
	4-	9 · Ø · Ø · Ø				
	-47.1			1		1

Übergangsstück 6"-4.1/2"

Piezo 41/2"

												schaftsamt	des Ka	ntons Bern	Beilage Nr	2
	Worble	tn- 130)	d Kies	ental					Bohrfi		Stump Bo	hr AG skernbohru	ug		Situation	
	Bohrun	E T 5	in	RLedhu	llen				Bohrm ausgef		Lego 16,12,82	bis 13:1;83		Bohrgerat		
	11	נישו	96	/ 8							4.030/196.		rrain ca	.735,00 mu	u. M. OK Rohr G	a.734.50 m u.M.
	0/1	7.71	Voll	1 0							31.34.	411111111111111111111111111111111111111	Feld			
Bohrdurchmesser cm	4	Kernausbeute%	Beobachtungs rohr 4 "			Tiefe m ab OK Terrain			Ĺ	ithologie			u	Genet Deutung	Eigenschaften des Grundwasser- leiters	Bemerkungen
Bohrd	Spulgut	Kernar	Beoba = rohr	Filter	2 5	Tiefen	- W/SW N. 11-5						nscs			
					::	0,3		Komp	o. der K cht toni	iesfr. ger Sil		braun hlich Sand,				
			4 95m			1,0	9 39abW	leic	cht toni einzeln	ger Sil en Komp	. der Kies	hlich Sand		Deck- schicht		
			Uniterstand			2,5		stel	lenwe[s	e zahlr	t mit einz eichen Kom bis 17 cm	p. der		SCHION		
-						- 3,4					reichlich n bis 15 c					_
						- 4,8	7.7.0	der		und ein	zahlreiche nzelnen St	n Komp. einem bis		Mornine, z.T. ver- schwennt		
											eni Sand Geofr. un	eit mhi- d sinzel-				
						- 6,2		grau	1			Sand und			1	
						7,5					ola 12 cm,					
						,,,	261				t mit reic . der Kies	hlich Sand				
					ž.	- 8,9	0.	Stei	nfr. bii	s 13 cm,	, grau			Stillwas- scrablage-		OM-Spiegel 18.1.83
							2.000 D	einz bin	elnen K	omp. der	wit wenig • Kies- un •lae wesch	d Steinfr.		rung		- 9.38 m ab CKT
					İ	10,2				op Eta-	mit viel	Silt yes				
								dinz	elner 3	teinen b	min Viel iin 12 cm, gert, grau	stellen-				
						-12,7						()				
							0.0	silt der	Levr Sar Kles- H	nd mit z	zahlreiche dr. bis l	n Komp. 4 cm, grau				
						-14,6			ul.		158 #					
						-19,2	ě		, der III		s mit einz Steinfr.				K=7,5-157/75	.=
						16,2	رد- و — در و را در	der	Kies- ur	d Stein	tahlreiche fn. bis ' mig Sand	GT, grau				
					1	16,6 16,9	ri w	DELTE	en Komp. , geschi Ler Kie	der Ki ichtet, is mit v	es-undst braun ici Sand	einfr. blg		Morane, z.T. ver- schwerpt		
						-17,3		Steir	he und I	lücke l	10 cm, pp 15 22 cm, smit reid	្រាងម				
					4	-18,6		und :	zanlreic	hen Ste	dnes bis l	ly on, grau				
			1		-	19,7		silti	Lger Sar	d Hit is		i Komp. der				
			1			න්,ර නැද	7 7	elrizo	olmen St	einer b	ls 7 et, j					
			1		1	20,9 -21,4		zelne lager	m Stein rt, grau	en bis	iel mii i Y cm, komi a mit viel					
						22,2		silti vial	almen St Lger bis	einen b stark : d einze	is 7 cm, g siltiger k lnem Steir	gran Cles rit				
					1	22,3		silhi	iyer Kie en Stein	e mit v en bis	Lel Samili 12 cm, gra	(II)				
-						24,0		Komp.			d mit einz Steinfri					
						24,8			erer Kle piaβ cm		lel Sand o	nd Stei-				
								leich einze	nt silti elnen St	ger Kier einen b	e mit viel is 12 cm,	Sand und grall		Schotter		
			a		-	25,4 27,0		tonig	er Slit	mil et	yas Sund,	St.mr				
						-2º,0					j mil einz is 1 cm, g					
											till einte is 1 cm, g		4	Stillwas- serabla-		
			8								frit einz	elmen rau, nass	1	gerung		
						30,0		leich varel	t silti	or dis	mit viel	Sand now! blb / cm,				
						31,0 31,5		Elusin	erar Kie		iel Sand,			Schotter		
						32,0			wor Kie Iten St		Le) Sound w is 7 cm	ni ver-				
						13,0	# 3	komma. stani	siltin	i ≡r Ki=s.	, sentiat Sa	lion Sand, nd, whoi-				_
		þ		1		13,5 33,6		tonig swlme	er Silt n Komp.	mit wer der Sic	oinzelten ug Sand o					
					[	34,75 35,15		\[konpa	kt, grau ch silti	i Lyger Kie	s mit vie	1 Sand und bis 13 cm,				
						39,75		lnich tahlr (selt	eichen 7 en bis i	(omp. de (cm), k	er Kiesfr. Kompakt, 5					
					i	-36,2 36,85		silti stark kompal	ger Kies siltige kt, gral	s mit re er Kies I	Michileh S mit reich	and, grau Lich Sand,		iorime, 2.T. ver- schwermi		
						-37,4		(crau			cies mit w	enig Sand, ig Sand,				
					H	30,0	Д.,	schlos Sand,	Martin I		s mit rei mit Sand 1					
						-39,1	7. 74	tonig	n Steine er Sand	n bis N mit via	d Silt un estr. bib	zahl-				
						39,5	7	nilti.	kt, pau ger Ales	i mit vi	el Sant w	nd ein-				
		į,				40,5					nchlich S a 7 cπ, α					
						-H1,3										
1											mit viel : s l1 cm, l					
		K	اد													
						15-0										=
						-44,7 -45,4	0	stark der Ki	siltige lesîr, b	r Sand i is 5 cm	mit einzel , [jrau	hón Kamp.				

614 192/5/ 12 Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern Beilige Nr. 2 Bohrfirma: Dischit: AC Situation Worblen- und Liesental Bohrverfahren Hotat Lonskernbührung Logs Rohrmeister Katileruit I Bohrgerat Bohrung T7 in Konolfingen ausgeführt vom 28,1,83 bis mu M OK Rohr 656.04 Koordinaten 614 (18)/192 (2) OK Terrain 656.3. m u.M Geol Aufnahme Dr. J. Wittnier Voil Filter Labor Feld Bohrduffhmitissercm Terrain Eigenschaften Kernausbeute% Genet des Beobachtungs rohr 4." š Lithologie Deutung Grundwasser Bemerkungen leiters Tiefe mab Spulgut S GM-Spilerel Ancrul lura. -0.4 am 3.11.83 tonimer Silt, stellemæise leicht san-EtHliwss-599.64 m dig, geschichtet & horizontal), vermagabhiaeinzelt Holzresten bis 3 cm, crau gerun. 34 stark sittles Sand wit cirzolnen Komm. der Kies- und Steinfr. bis B cm, grau siltiper Kies mit reichlich Sand und sabireichem Steinen bis 15 cm, Corollo mittelmässis cornsdet, srad teicht siltiger Klas mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 7 cm, grau sauberer Kies hit viel Sand und einselnem Steinen bir 4 cm, graus stark siltimer Klos mit rolcolich Sand und Steinen bis 12 cm, kompakt, gran sittion Sand mit wereinzelten taniann Sittleren im me-Bereich, peschichtet Berghia-(i herizontal), grau undas -8,0

Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern Beilage Nr Situation: Bohrfirma: Dicht AG HGK Kiesen- und Worblental Logs: Bohrverfahren: Rotationskernbohrung Bohrung T 9 in Oberdiessbach Bohrgerät: Bohrmeister: Herr Gerber WEA-Ord.-Nr. 613/187.10 ausgeführt vom 12.8. 16. 8. 1983 m ü. M. OK Rohr 617.28 m ü.M. Koordinaten: 613.995/187.780 OK Terrain 616.93 1: 50 Geol. Aufnahme: Dr. J. Wanner Voll Labor Feld Bohrdurchmessercm Tiefe m ab OK Terrain Eigenschaften Genet. des Kernausbeute % Beobachtungs-rohr Grundwasser-Bemerkungen Deutung Lithologie leiters Spulgut <u>S</u> **USCS** Filter E + 0 0.20 Siltiger Kies mit reichlich Sand und zahlreichen Steinen bis 17 cm, Gerölle schlecht bis mittelmässig gerundet, braun. 0.90 Stark siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 8 cm, Gerölle schlecht gerundet, braun. 2.00 Siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 14 cm, stellenweise kompakt, Gerölle schlecht gerundet, grau! 2.70 Leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 11 cm, Gerölle schlecht bis mittelmässig gerundet, grau. 41/2 5.40 Leicht siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 8 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau. 6.60 Leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 10 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau. Siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand und einzelnen Steinen bis 9 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau. Stark siltiger Feinsand, Schichtung stellenweise erkennbar, einzelne Komp. GW-Spiegel der Kiesfraktion bis 3 cm, braun. am 10.10.83 Toniger Silt mit wenig Sand und ein-0.00 m - 16.00 m Bohr zelnen Komp. der Kiesfraktion bis 4 cm, Schichtung erkennbar ( horizontal), 606.61 m 11.80 Siltiger Sand mit einzelnen Komp. der Kiesfraktion bis 2 cm, geschichtet (+ horizontal), braun. 12.80 Toniger Silt mit wenig Sand and einzelnen, stellenweise zahlreichen Komp. der Kiesfraktion bis 5 cm, kompakt, grau! 13,40 Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Sand und einzelnen Komp. der Kies-fraktion bis 3 cm, geschichtet (- hori-- 1.. zontal), braun. 15.60 Siltiger Sand (stellenweise leicht tonig) mit einzelnen Komp. der Kiesfraktion bis 3 cm, braun. 17.80 Toniger Silt, stellenweise leicht sandig, geschichtet (- horizontal), grau. 18.90 - 24.30 m Toniger Silt bis siltiger Ton, stellenweise leicht sandig, geschichtet (Thorizontal), grau. 16.00 m 24.30

٤

Bohrdurchmesser

10:00 m 300 mm

Ē

25 00 m **\$** 270 mm

25.00 m - 29.10 m # 240mm

Spülgut

### Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern Beilage Nr. 4 Grund- und Tiefbau AG Situation Bohrverfahren: Rotationskernhohrung Logs Herr Lochet Bohrgerät: Bohrmeister ausgeführt vom 16,12. bis 22,12.83 Koordinaten: 614 990/192 140 OK Terrain 674.83 m ü. M. OK Rohr m ü. M 67458 Geol. Aufnahme: Dr. J. Wanner 1:200 Labor Feld Eigenschaften Genet. des Lithologie Deutung Grundwasser-Bemerkungen leiters Humus, braun leicht toniger, stark alltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Stelnen bis Deckschicht 9 cm. braun 200 sauberer bis leicht siltiger Kles mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 18 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau 5.10 siltiger Kies mit viel Sand und einzelnem Steinen bis 13 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau leicht siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen, stellenweise zahlreichen Stelnen bis 14 cm, Gerölle schlecht bis mittelmässik gerundet, grau Schotter / Bachschuttkeize1 siltiger Kies mit viel Sand und zahlreichen Steinen his 11 cm, Gerölle mittelmissig gerundet, grau stark siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 19 cm, Gerölle schlecht gerundet, grau siltiger Ries mit viel Sand und zahl-reichen Steinen bis 13 cm, Gerölle schlecht bis mittelmässig gerundet, grau leicht siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 19 cm, Gerölle mittelmässig gerundet, grau 17.20 siltiger Kles mit viel Sand und einzel-nen Steinen bis 11 cm, stellenweise kompakt, Gerölle schlecht bis mittel-GW Spiegel am 10.1.84 656.75 m 18.80 mässia gerundet, grau stark siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen, stellenweise zählreichen Steinen bis 13 cm, Gerölle schlecht gerundet, grau 21 20 siltiger Kies mit viel Sand und ein-zelnen Steinen bis 12 cm, Gerölle schlecht gerundet, grau k = 8 · 104mys 22.00 stark siltiger Kies mit reichlich bis vie) Sand (vorwiegend Orobsand) und einzelnen Steinen bis 14 cm, Gerölle Martine, z.T schlecht bis mittelmässig gerundet, grau verschwemit 26.40 leicht toniger, stark siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 27 70 16 cm, kompakt, Gerölle schlecht gerundet, krau

stark siltiger Kies (stellenweise

Nagelfluh

leicht tonig) mit reichlich Sand und einzelnen Steinen bis 15 cm, kompakt, Gerölle schlecht gerundet, grau

Molasse

28.70

			and the second s	NIOW PROPERTY COLOR	CLOVERSON MATERIAL STREET, STR	with the second			and was a state of a second school of the second sc			annada um mor d'a e a magay conserve y procent de colocomó de en mos megas, que ha por
								Wasser- und Energiewirtschaftsa	TERRITENSTONALISMANIAN SERVICE	ntons Bern	Beilage Nr.	6
								Bohrfirma: Grund- und Tiefba			Situation:	
H	IGK	Kiese	n – un		ing paggarang ang paggarang paggarang paggarang paggarang paggarang paggarang paggarang paggarang paggarang pa			Bohrverfahren: Potationskernbo			Logs:	
В	ohru	ng T	12		inton e   Logis		wea-geologie Drumentation 3.2.132/1/6	Bohrmeister: Herr Lochet		Bohrgerät:		
				Dok.	No. Y	118	77.2	ausgeführt vom 4. 1. bis 6.  Koordinaten: 614.116/191.450		Water to the state of the state		614.191/19
				Es.	<b>Hydrog</b> 644,49	. # 8 #	erte, Register		Clerrain 6	555,39 <b>mü</b> .	M. OK Rohr 654	,99 <b>m ü.M.</b>
Alian III		00000000000000000000000000000000000000	- ō					Geol. Aufnahme: Dr. J. Wanner			1: 100	
Bohrdurchmesser cm	Spülgut	Kernausbeute %	Beob- achtungs- Voll rohr Ø 8" Silter	Filter	m ü.M.	, Tiefe m ab OK Terrain		Lithologie	USCS Feld Labor	Genet. Deutung	Eigenschaften des Grundwasser- leiters	Bemerkungen
- 1850m \$\phi 240mm						10.20 1.20 2.00 2.70 4.00 5.10 6.20 11.10 12.90 14.20 14.80 16.20 18.50	Silting Kiesfin Steinen Konau Tark einzel Silting zahlre bis 9 Leicht und einzelner Leicht und einzel Sauber nen St. Silting nen St. Silting nen St. Silting nen St. Stark einzel Leicht der King silting viel Sc.	ger Sand mit einzelnen Komp. der bis 2 cm, braun.  ger Sand mit einzelnen Komp. der bis 2 cm, braun.  ger und Plöcke bis 21 cm, mit einzemp. der Kiesfr. und wenig Sand,  siltiger Kies mit viel Sand und lnen Steinen bis 8 cm, grau.  ger Sand mit einzelnen, stellenweichen Komp. der Kies- und Steiner cm, grau.  t siltiger Kies mit reichlich Sainzelnen Steinen bis 12 cm, grau.  t siltiger Kies mit reichlich Sainzelnen Steinen bis 9 cm, grau.  t siltiger Kies mit reichlich Sainzelnen Steinen bis 12 cm, grau.  per bis leicht siltiger Kies mit fand und einze teinen bis 9 cm, grau.  ger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 9 cm, grau.  ger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 13 cm, grau.  ger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  ger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einze teinen bis 12 cm, grau.  siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen bis 1 cmpakt, grau.  lbruchstücke, Nagelfluh.	eise fr.  nd  l  l-  d  l-  rau. mp.	Deckschicht  Schotter  Moräne	GW-Spiegel am 10.1.84 	

.•	.•													
									Wasser- und Energiewirtschaftsamt	des l	<b>K</b> an	tons Bern	Beilage Nr.	2
	HGK	Kies	en-	und 	Work	olenta	1		Bohrfirma: Grund- und Tiefbau 2	AG			Situation:	
	Boh	rung	T 16			chlupf <i>(3.188/</i>			Bohrverfahren: Rotationskernboh	rung -			Logs:	
					57	~ /			Bohrmeister: Fava			Bohrgerät:		
									ausgeführt vom 11.3. bis 19.3	. 198	5		_	
									Koordinaten: 613 940/188 795 <b>OK</b> To	errain	622	.16 mü	.M.OK Rohr 62	1 <b>,</b> 95 <b>m ü.M</b>
	1					Ī	1		Geol. Aufnahme: Dr. H. Steiner				<b>1</b> : 50	
۶	i I		llo V	Filter						Feld	Labor			
Bohrdurchmesser cm		%	<b>.</b>	2.2			OK Terrain					Genet.	Eigenschaften des	
rchme		sbeute	Beob-	hr %1			ರ್ಥ		Lithologie			Deutung	-Grundwasser- leiters	Bemerkungen
ohrdu	Spülgut	Kernausbeute %	ة ه	8 2	Filter	m ü.M.	Tiefema			USCS				
Ω.	S				u.	<u> </u>		Humu	us, dunkelbraun.		<u> </u>			
							0,30	Silt	tiger Kies mit viel Sand und zahl-					
							1.20	reice bis	chen Komponenten der Steinfraktion 14 cm, dunkelbraun.					
		:							tiger Sand mit reichlich Kies und einzelten Komponenten der Steinfrak-					
									n bis 15 cm, dunkelbraun.					
							2,60	00000						
								zahl	wach siltiger Kies mit viel Sand und lreichen Komp. der Steinfraktion bis cm, dunkelbraun.					
								0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	A CONTRACT CONTRACT OF THE PARTY OF THE PART					
							4,70	\$ 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	and the transfer of the state o				G.WSpiege am 19. 3.85	<b>)</b> .
							5,30	brau	wach toniger Silt mit viel Sand, un. tiger Ton mit vereinzelten Komp. der				- 5,0 m	
							5,70	• Kies	sfraktion. Sehr kompakt, grau. Higer Silt mit reichlich Ton, kompak					
							6,∝	200						
									tiger Sand mit wenig Kies und ein- nen Steinen bis 10 cm, braun.					
							7,50	<u>*</u>						
								Star	rk siltiger Mittelkies mit reichlich d (Kieskomp.~l cm).					
							8,20	500 Sil+	tiger Sand mit reichlich Kies, braun					
								6.5						
							9,80	8000000 800000000000000000000000000000						
				1				einz	tiger Kics mit reichlich Sand und zelnen Komp. der Steinfraktion bis					
								13	cm, braun.					
							12,00	Sanc	diger Silt mit vielen Steinen bis				k=6,5°10 <sup>-4</sup> m/s	
							12,60		cm, braun.					
								000000000000000000000000000000000000000	tiger Kieg mit wiel Cond and					
									tiger Kies mit viel Sand und verein- ten Komp. der Steinfraktion bis 19 c .m.					
			nsack					00000						
			Schlammsack											
			Sc											
	ŀ						15,50	Star	rk siltiger Sand mit wenig Kies, bra	un.				
							16,∝	\$20.000.000 \$20.000.000 \$20.000.000 \$20.000.000						1
								0.000000000000000000000000000000000000	rk siltiger Vice with middle cons					
								Star Star Star Star	rk siltiger Kies mit reichlich Sand, un.					
								0.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.0						
		1						0.00.00						
							19,10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						
							12,10	0.00						
				$\  \ $					tiger Sand mit wenig Kies und ein-					İ
							20,60	zeln	nen Steinen bis 12 cm, araubraum.					
								Sand Sand teil	diger Silt mit einzelnen Kieskomp., lweise kompakt, grau.					
							21,70							
							22,20	Silt	tiger Sand mit wenig Kies, braum.					
								0 C+av	rk siltiger Sand mit einzelnen Komp.					
									Kiesfraktion, braun.					
								0						
								0						
							24,80	0						
									diger Silt, teilweise kompakt, grau.					
							26,30	000 D1-	ck (Nagelfluh)					
							26,50	Silt	ck (Nagelfluh) Liger Sand mit einzelnen Komp. der Sfraktion.					
							27,20							
							28 ~	Nage	elfluh mit mergeligen Einlagerungen					
							20,00							
					ĺ									
	· 1		ıl	ı L			1	ı l			- 1			

	.e* xe	,						• •				·
		_						Wasser- und Energiewirtscha	aftsamt des K	antons Bern	Beilage Nr.	3
	HCK	Kiese	n– und	Worb	lental	-		Bohrfirma: Grund- und Tief	bau AG		Situation:	
	Bohi	rung I	7 17 im			_		Bohrverfahren: Potationsk	tembohrung	,	Logs:	
				673	1.189/5			Bohrmeister: Fava		Bohrgerät:		
								ausgeführt vom 20.3. bis	26. 3. 198.	5		
								<b>Koordinaten</b> : 613 800/189 110	OK Terrain	625 <b>,</b> 52 <b>m</b> i	i. M. OK Rohr 62!	5 <b>,</b> 27 <b>m ü.M.</b>
								Geol. Aufnahme: Dr. H. Steir	ner		<b>1</b> :50	
			Voll Filter						Feld	Labor		
Bohrdurchmesser cm		%				Terrain			<u></u>	Genet.	Eigenschaften des	·
сһте		beute	Beob- achtungs- rohr ¢6″			ab OK		Lithologie		Deutung	Grundwasser- leiters	Bemerkungen
hrdur	Spülgut	Kernausbeute %	Be acl	Filter	ü. M.	Tiefe m 8			USCS			
B	S	Ž		iĒ	. E		Humus	T	Ď			
						0,20	Tonic	us, braun. iger Silt mit Torfeinlagerunge un.	n,		G.WSpiege	l
						3,05		diger Silt mit wenig Kies, gra	ubraun.		am 26. 3.85	
						1,25		diger Silt mit einigen Kieskom Steinen bis 11 cm, braun.	ponenten		- 1,10 m	
						2,00	0.000000000000000000000000000000000000					
								rk siltiger Kies mit reichlich vielen Steinen bis 24 cm, bra				
-				li		3,30	0.0000000000000000000000000000000000000					_
			3			3,30	Silti	tiger Kies mit reichlich Sand einzelten Komp. der Steinfrakt				
		<u> </u>				4.30		cm, braun.				
						1,30		rk siltiger Kies mit Stoinen b	is 12			
		1				5,30	0000	braun.				
							Silti	tiger Kies mit wenig Sand und	ein-			
							zelne	nen Steinen bis 12 cm, braun.				
						6 <b>,</b> 70	6.0.0.0.0 6.0.0.0.0 6.0.0.0.0					
							00000000000000000000000000000000000000	diger Kies mit viel Silt und v	erein-			
								ten Steinen bis 15 cm, braun.			,	
							0.000000000000000000000000000000000000					
							0.0000000					
						9,30	0.0.0	tigor King mit weighlich Gent	hara		·	
						10.35	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	tiger Kies mit reichlich Sand,	nra(II).			
			1			10,10	Sandi	diger Kies mit viel Silt, teils	weise			
							6.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0	pakt, braun.				
							0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0					
_						12,00	0.000000000000000000000000000000000000				k=3,5 · 10 <sup>-4</sup>	: -
							90.00000 00.00000 00.000000 00.00000 00.0000	cht siltiger Kies mit viel Sand	d. braun		m/s	
							0.00000		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
								o o				
						14,00						
							Stark grau	ck siltiger Sand mit wenig Kies (verwitterte Molasse).	s, braur-			
						1.5.00	0					
				1		15,30	~~~~~ Sands	dstein grau, mit mergeligen Eir	nlage-			
			$\  \  \ $				runge					
-			$\  \  \ $			16,50	<del>~~~~~~</del>					
	, 1		. 11 1		ı		ı		I	1	1	

	.*							* *				٠
								Wasser- und Energiewirtscha	ıftsamt des Kaı	ntons Bern	Beilage Nr. 4	ì
	HGK	Kiesen	n- und	Worble	ental			Bohrfirma: Grund- und Tief	fbau AG		Situation:	
	Bohr	rung T		Hasli	1/=		ı	Bohrverfahren: Rotationsker	rnbohruna		Logs:	
			ŧ	613.189	1/6		1	Bohrmeister: Fava		Bohrgerät:		
							1	ausgeführt vom 27. 3. bis	1. 4. 1985			
							ı	Koordinaten: 613-885/189-360	OK Terrain 6.	28 <b>,</b> 58 <b>m</b> ü	i. M. OK Rohr 62	8,44 m ü. <b>M</b> .
								Geol. Aufnahme: Dr. H. Stein	ner		1: 50	
Bohrdurchmesser.cm	Spülgut	Kernausbeute %	Beobachtungs- ► Voll = rohrø6"	Filter	т ü.М.	† Tiefe m ab OK Terrain		Lithologie	USCS Feld Labor	- Genet. Deutung	Eigenschaften des Grundwasser- leiters	Bemerkungen
	$\top$					0,30	10:15:15:15:1	s, braun.				
							Siltic O einzel	ger Sand mit reichlich Kies u Elten Komponenten der Steinfra 3 cm, braun.				
						1,20	Siltic	ger Kies mit reichlich Sand w	ınd zahl-			
				1				nen Steinen bis 16 cm, braun.				
						2,30	Stark vereir	s siltiger Sand mit viel Kies Inzelten Steinen bis 15 cm, te Ittet, braun.			G.WSpiege: am 1. 4.85  - 3.0 m	_
						3,70 4,00	5 20 30 30 50 Sandic	aer Kies mit reichlich Silt,	braun.		- 3,0 m	
	•						Siltic Silving Siltic Silving Komp	ger Kies mit viel Sand und ei der Steinfraktion bis 18 cm, c, braun.				
						7,10		.ger Sand mit wenig Kies, brau	in.		k=6°10 <sup>-4</sup> m/s	
						9,20	Stark teilwe	s siltiger Sand mit reichlich i Weise verkittet und trocken, b				
				1		10,30	Silt m	mit wenig Sand, braun.	la			
						10,80		sandiger Silt mit wenig Kies	, praur.			
						11,20	Leicht	t siltiger Sand, braun.				
-							mit ei	et siltiger, bisweilen saubere einzelnen Komponenten der Kies braun.				_
						12,70	Stark Stark	siltiger Kies mit wenig Sand et, braun.	d, ver-			
						0.000	2.00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ger Kies mit viel Sand, grau.				
						<u> </u>		fluh mit Sandsteineinlagerung mergelig.	ren,			
						10,∞	0					

**Druck:** Aerni-Leuch AG, Liebefeld/Bern Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 1.5.1990

Ausgabe 1992

## Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologische Karte Kiesental 1:25000

Geologische Profile L ~ 1:25000 H ~ 1:2500 10fach überhöht



Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern



Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern

••••• Seitliche Begrenzung des wassergesättigten grobkörnigen Teils des Grundwasserleiters bei einem hohen Mittelwasserstand

Fortlaufende Ordnungsnummer eines künstlichen Aufschlusses innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Grundlagendatei (GLD) WEA/Geologie

Bohrung, Brunnen, Schlitz, auf oder bis 50 m neben der Profillinie liegend Bohrung, Brunnen, Schlitz, bis 200 m neben der Profillinie liegend Projektion gemäss Lagerungsverhältnissen

Grundwasserspiegel, hoher Mittelwasserstand vom 19.6.1987

? Angabe fraglich

### Geologie

Lockergesteine

Gehängeschutt, -lehm

Torf, anmoorige Bildungen inkl. Seekreide Silt, tonig-sandig; Lehm

Kies, sandig Moräne, tonig-sandiger Kies mit Blöcken bis toniger Silt mit Kies

Moräne der Risseiszeit

Festgesteine (Richtung der Signatur: Lagerung) Sandsteine und
Mergel der Molasse

Nagelfluh, Sandsteine und Konglomerate der Molasse

----- Lithologische Grenze

Sand, tonig-siltig

## Lithostratigraphische Einheiten (Die Reihenfolge entspricht der vermuteten Altersabfolge)

Holocaen	Junge Verlandungsbildungen Gehängeschutt, -lehm, Bachschutt Junge Schotterablagerungen der Flüsse Ältere, alluviale Verlandungsbildungen	v gs js äav
Pleistocaen	Rückzugsschotter Deckmoräne (Würm) Würmmoräne i.a. (undifferenziert) Interstadiale Seeablagerungen Glaziale (Rinnen-, Stein-) Schotter Chisetal-Schotter Interglaziale «Seetone» Rissmoräne Alte «Seetone»	rs dm wm ist gls chs igt rm at
Tertiär	Miocaene Molasse «Helvétien» Burdigalien	m3 m2

### Durchlässigkeitsbereiche

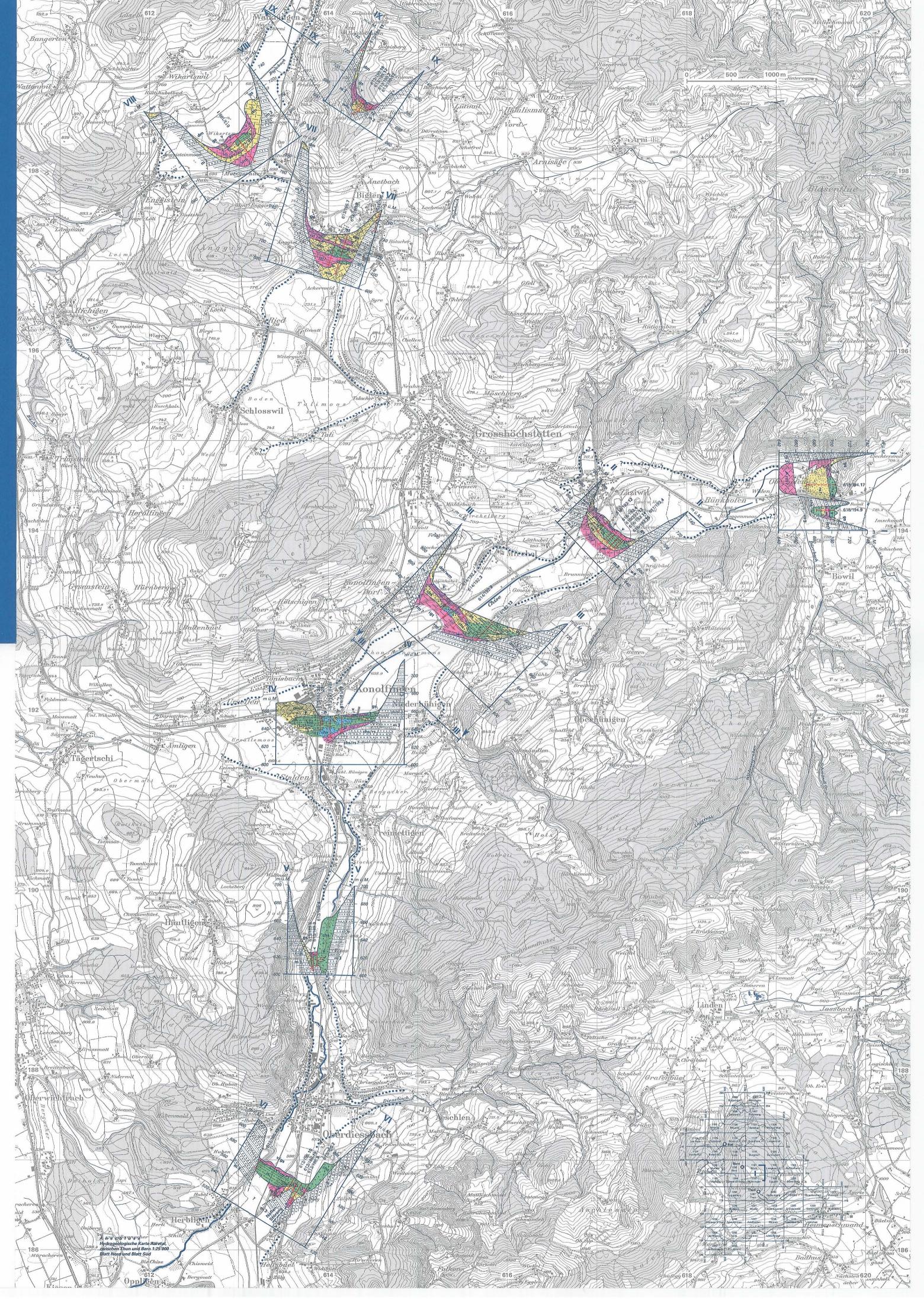
Durchlässigkeit: - gross, k > 2 • 10<sup>-3</sup> m/s

- mittel, k = 2 • 10 · ³ −2 • 10 · ⁴ m/s

- klein, k = 2 • 10 - 10 - 10 - 5 m/s – sehr klein, k < 1 • 10<sup>-5</sup> m/s

---- Grenze zwischen Durchlässigkeitsbereichen

Weitere Karten dieses Gebietes vgl. Text Kartographische Gestaltung und Technik: WEA/ P. Eichwald; Mitarbeit: D. Hofstetter, Rossens Satz und Belichtung: Diaset AG, Bern Reprographie: P. Gaffuri, Bern Druck: Aerni-Leuch AG, Liebefeld/Bern Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 1.5.1990 Ausgabe 1992



## Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

## Hydrogeologische Karte Kiesental 1: 25 000

Isohypsen des Grundwasserspiegels, hoher Mittelwasserstand Oberfläche des Grundwasserstauers



Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern



Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern (VEWD)

Seitliche Begrenzung des wassergesättigten grobkörnigen Teils des Grundwasserleiters bei einem hohen Mittelwasserstand

- Fortlaufende Ordnungsnummer einer Beobachtungsstelle innerhalb eines km²des Landeskoordinatensystems, vgl. Grundlagendatei (GLD) WEA/Geologie
- ? Angabe fraglich Grundwasser-Fliessrichtung
  - Speisung des Grundwassers durch Oberflächenwasser (Infiltration)

Speisung des Oberflächenwassers durch Grundwasser (Exfiltration)

### Isohypsen des Grundwasserspiegels vom 19.6.1987 1

—739— 1 m Grundwasserspiegel Kurve mit Kote in m ü. M.

—740— 10 m Grundwasserspiegel Kurve mit Kote in m ü. M.

### Grundwasser-Beobachtungsstellen<sup>2)</sup>

- ↓ Vertikalfilterbrunnen
- ☐ Horizontalfilterbrunnen Schachtbrunnen
- Peilrohr
- Grundwasserspiegelhöhe vom 19.6.1987 in m ü. M. ab nächst tieferer 1 m Kurve, z.B. 739.49
- (666.45) Grundwasserspiegelhöhe durch Entnahme beeinflusst
- (607.73) Grundwasserspiegelhöhe vom 7.10.1985 in m ü. M., interpoliert

[616.11] Grundwasserspiegelhöhe vom 17.10.1984 in m ü. M., interpoliert

### Oberflächenwasser-Beobachtungsstellen

Wasserstands-Schreibpegel resp. Abstichpunkt Zahl = Spiegelhöhe vom 19.6.1987

### Oberfläche des Grundwasserstauers

Bohrung Zahl = Kote der Grundwasserstauer-Oberfläche in m ü. M.

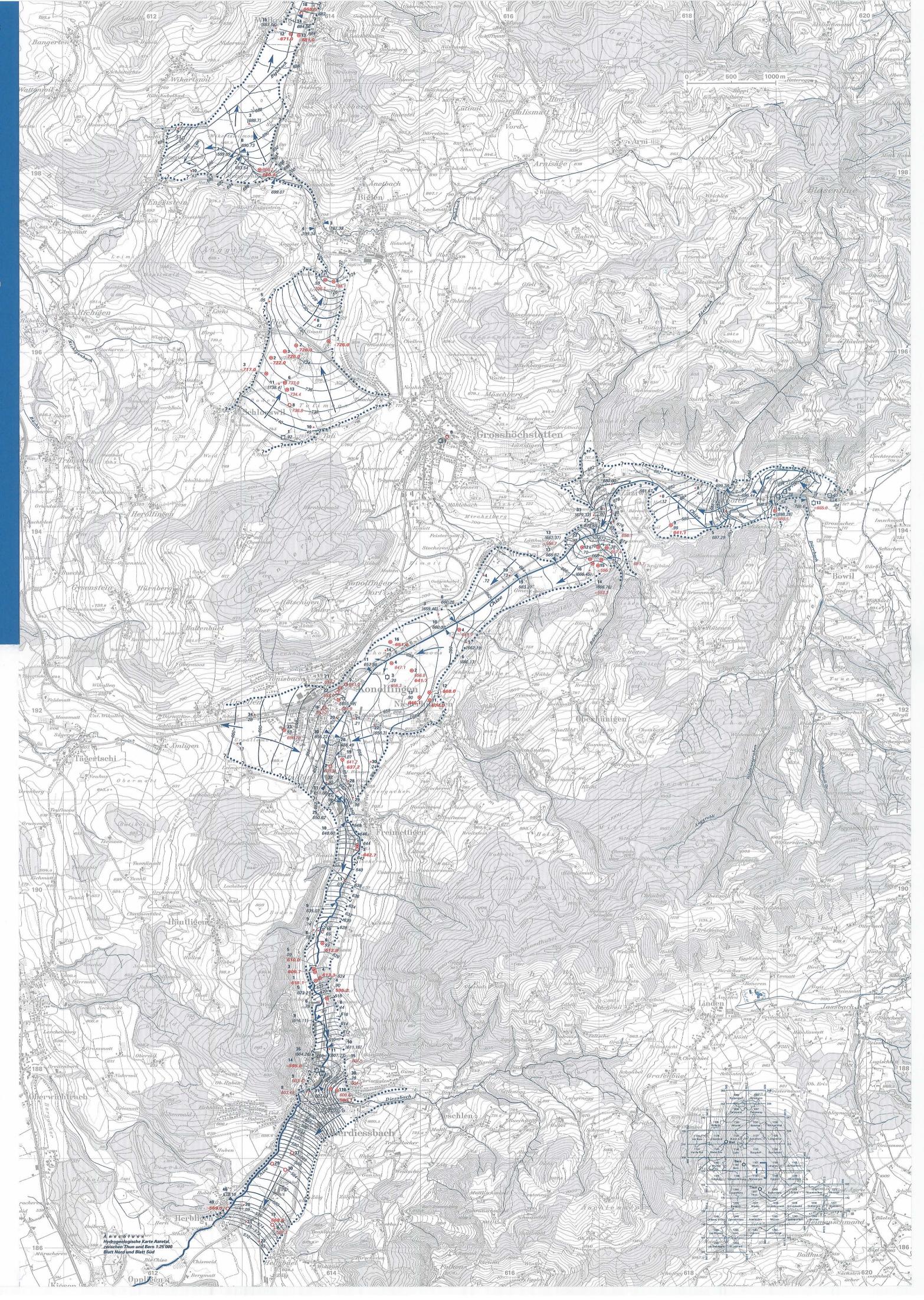
600.6 Feinkörnige Ablagerungen 3) 590.1 Molasse

Bei den Isohypsendarstellungen ist darauf verzichtet worden, einen nachgewiesenen und vermutlichen Verlauf zu unterscheiden. Die Anordnung der Beobachtungsstellen erlaubt dem Benützer, die Zuverlässigkeit der Karte selbst

<sup>2)</sup> Aus darstellerischen Gründen konnten nicht alle Beobachtungsstellen

<sup>3)</sup> Bei zwei Grundwasserstockwerken werden zwei Koten angegeben.

Weitere Karten dieses Gebietes vgl. Text Kartographische Gestaltung und Technik: WEA/ P. Eichwald; Mitarbeit: D. Hofstetter, Rossens Satz und Belichtung: Diaset AG, Bern Reprographie: P. Gaffuri, Bern Druck: Aerni-Leuch AG, Liebefeld/Bern Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 1.5.1990 Ausgabe 1992



# Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologische Karte Kiesental 1:50 000

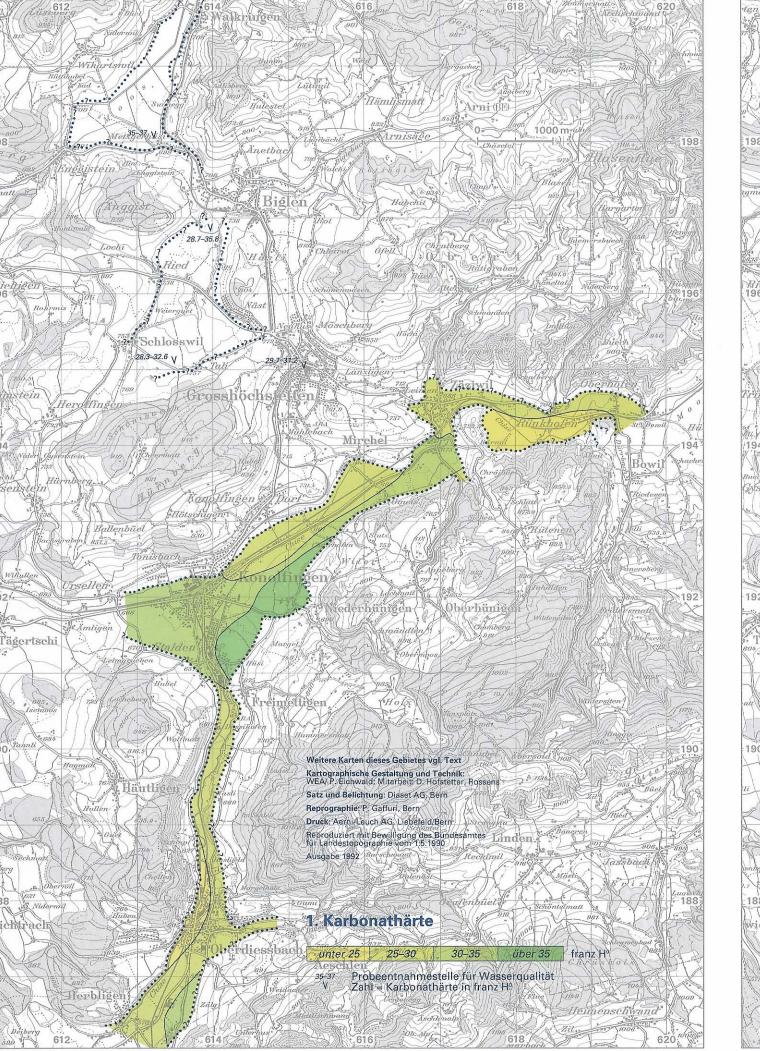
Hydrochemie, 4 Teilkarten

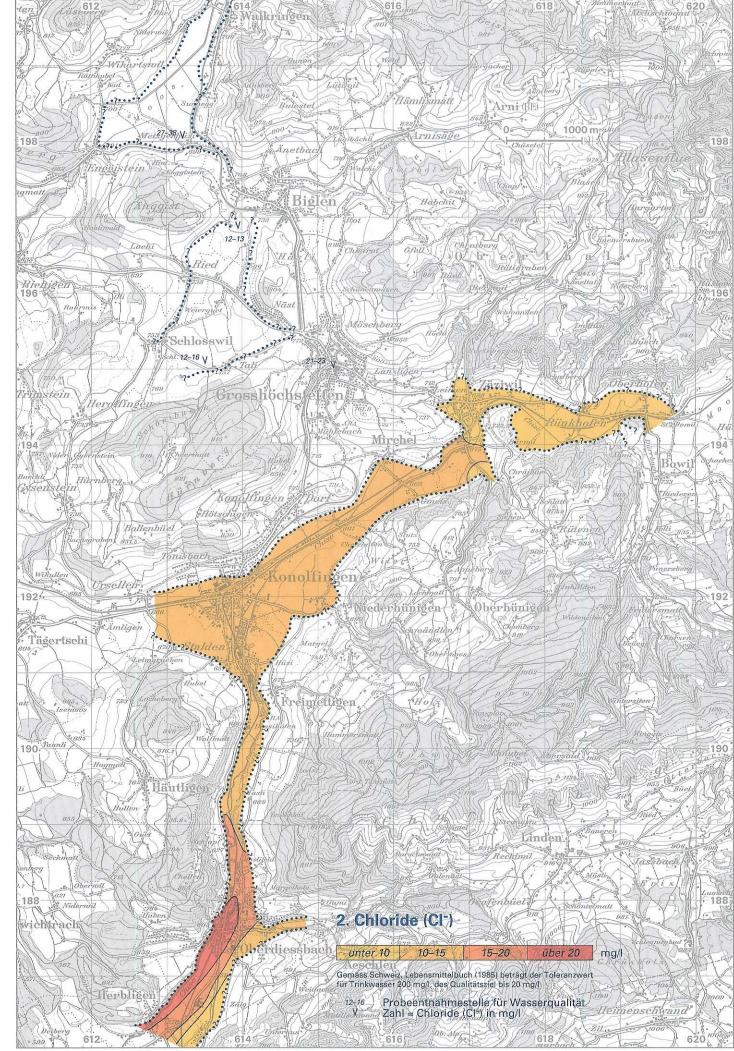
Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

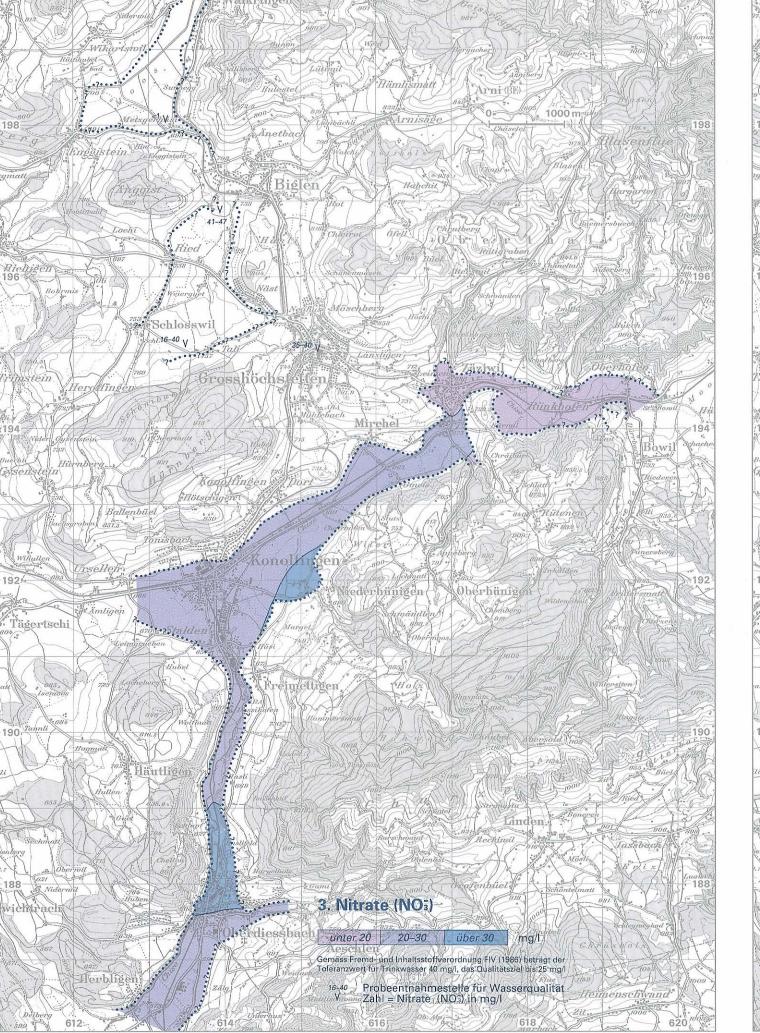
Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern

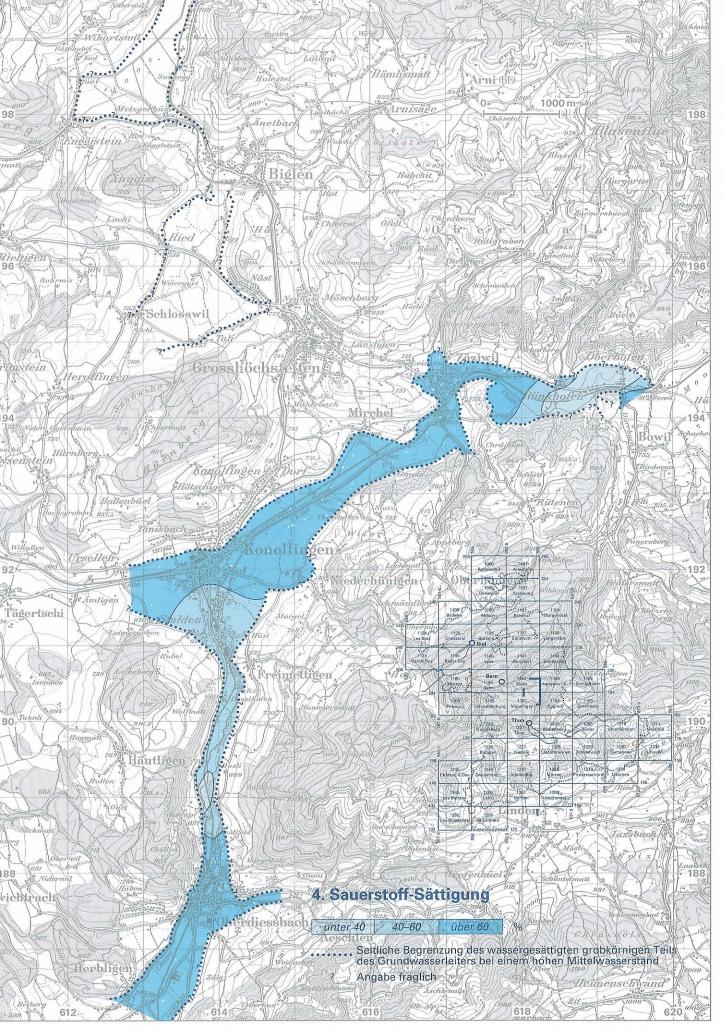


Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern (VEWD)











## Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern

Grundwasser-Nutzungs- und Schutz-Karte Kiesental 1: 25 000



Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG Geologen, Bern



Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern

••••• Begrenzung des untersuchten Lockergesteins-Grundwasserleiters

10 m Grundwasserspiegel-Isohypse vom 19.6.1987 (hoher Mittelwasserstand) mit Kote in m ü. M.

-585 5 m Zwischenkurve mit Kote in m ü. M

Grundwasser-Fliessrichtung ? Angabe fraglich

---- Gemeindegrenze

### Wichtige Fassungen der Trink- und Brauchwasserversorgung

O Quelle gefasst

2000 Sickerleitungs-Fassung über 50 m Zahl = Schüttung in I/min

□-C Oberflächenwasser-Fassung

Konzessionierte Entnahmemengen und Schüttungen in I/min **251**- 1 000 □ O unbekannt

**1001-** 5 000 5- 25 **■ ●** 5001–10 000 26-100 ■ ● 10 001-50 000 0 101-250 >50 000

### Bestehende konzessionierte Nutzungen des Grundwassers

Trinkwasser

Brauchwasser (Industrie und Gewerbe; Kühlwasser; Wärmegewinnung; Bewässerung; Schwimmbäder, Fischzuchtanstalten, Zierteiche und dergleichen)

### Mögliche, künftige Grundwasser-Nutzungen

Bereich für Trinkwassergewinnung vorbehalten

Bereich für Trinkwassergewinnung mit Vorbehalt geeignet 11 Bereich für Brauchwassergewinnung geeignet (Grundwasserqualität beeinträchtigt oder gefährdet) Bereich für Brauchwassergewinnung mit Vorbehalt geeignet

Bereich für Grundwassernutzung wenig geeignet (Ergiebigkeit einer Fassung kleiner als 200 I/min) Vorbehalte: Bestehende oder mögliche Verunreinigung durch chemische Schadstoffe (z.B. Nitrate), beschränkte Ergiebigkeit, geringe Durchlässigkeit des Vorkommens.

### Grundwasser-Schutz

Grundwasser-Schutzzone, -Schutzareal; rechtsgültig (Zone S)

Zuströmbereich zu einer wichtigen bestehenden oder künftigen Fassung
——— innerhalb des untersuchten Lockergesteins-Grundwasserleiters
(ungefähre Begrenzung), der eines besonderen Schutzes bedarf.

Weitere Karten dieses Gebietes vgl. Text Kartographische Gestaltung und Technik: WEA/ P. Eichwald EDV-gestützte Kartographie: Topo AG, Bern Satz und Belichtung: Diaset AG, Bern Reprographie: P. Gaffuri, Bern Druck: Aerni-Leuch AG, Liebefeld/Bern Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 1.5.1990 Ausgabe 1992

