

Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern

Hydrogeologie Oberaargau

**Teilgebiete: Langenthal, Roggwiler-
Terrasse, Mittleres Langetental,
Oenzthal, Bipperamt**

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebefeld

Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld



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

Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern

Hydrogeologie Oberaargau

Teilgebiete: Langenthal, Roggwiler-
Terrasse, Mittleres Langetental,
Oenzthal, Bipperamt

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebefeld

Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld



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

Herausgeber:
Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA)
Leitung: Dr. R. V. Blau (WEA)
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebefeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld
Planungsmitarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift Fig. 1, 2, 3, 14, 15, 16:
Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck, Einband: Aerni-Leuch AG, Bern
Dezember 1981

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINFUEHRUNG (Dr. R.V. Blau)	1
1.1. Aufgabe	1
1.2. Kredite	1
1.3. Gebietsaufteilung	1
1.4. Zielsetzung	2
1.5. Bearbeiter	4
2. TEILGEBIET LANGENTHAL (CSD AG /Dr. CH. Häfeli)	6
2.1. Einleitung	6
2.2. Geologische Uebersicht	8
2.2.1. Der Felsuntergrund	8
2.2.2. Ablagerungen vor der Würmeiszeit	9
2.2.3. Erosion und Ablagerungen der Würmeiszeit	9
2.2.4. Nacheiszeitliche Ablagerungen	10
2.3. Sondierungen	10
2.3.1. Geoelektrische Tiefensondierungen	10
2.3.2. Sondierbohrungen	11
2.4. Hydrogeologische Verhältnisse	13
2.4.1. Uebersicht	13
2.4.2. Grundwasserstauer	14
2.4.3. Grundwasserleiter	15
2.4.4. Abflussverhältnisse	18
2.4.5. Einfluss der Wiesenwässerung	21
2.4.6. Deckschichten	23
2.5. Grundwasserqualität	24
2.6. Grundwasserbilanzierung	29
2.6.1. Allgemeines	29
2.6.2. Grundwasserabflussmengen	29
2.6.3. Grundwasserneubildung	33
2.7. Siedlungswasserwirtschaftliche Aspekte	37
2.7.1. Grundwasserdargebot	37
2.7.2. Grundwasserbewirtschaftung	40

3. TEILGEBIET ROGGWILER-TERRASSE	(CSD AG/Dr. CH. Häfeli)	45
3.1. Einleitung		45
3.2. Sondierungen		47
3.2.1. Geoelektrische Tiefensondierungen		47
3.2.2. Sondierbohrungen		47
3.3. Hydrogeologische Verhältnisse		48
3.3.1. Grundwasserstauer		48
3.3.2. Grundwasserleiter		48
3.3.3. Abflussverhältnisse		49
3.3.4. Deckschichten		50
3.4. Grundwasserqualität		51
3.5. Grundwasserbilanzierung		52
3.5.1. Anmerkungen		52
3.5.2. Grundwasseraustritte		53
3.5.3. Abfluss im Grundwasserleiter-Querschnitt		54
3.5.4. Grundwasserneubildung		56
3.5.5. Bilanz bei ausbleibender Grundwasserneubildung		56
3.6. Siedlungswasserwirtschaftliche Aspekte		58
3.6.1. Grundwasserdargebot		58
3.6.2. Grundwasserbewirtschaftung		59
4. TEILGEBIET MITTLERES LANGETENTAL	(CSD AG/Dr. CH. Häfeli)	61
4.1. Einleitung		61
4.2. Geologische Uebersicht		62
4.2.1. Plateauschotter		62
4.2.2. Riss-Grundmoräne		63
4.2.3. Huttwiler Schotter		63
4.2.4. Langeten Schotter		64
4.2.5. Alluvionen		64
4.3. Geologie der einzelnen Talabschnitte		64
4.3.1. Terrasse von Huttwil		64
4.3.2. Huttwil - Rohrbach		65
4.3.3. Rohrbach - Kleindietwil		65
4.3.4. Kleindietwil - Gutenberg		65
4.3.5. Gutenberg - Langenthal		65
4.4. Hydrogeologische Verhältnisse		66
4.4.1. Uebersicht		66
4.4.2. Huttwil		66
4.4.3. Madiswil		67
4.4.4. Gutenberg - Langenthal		68
4.5. Grundwasserqualität		72

4.6. Siedlungswasserwirtschaftliche Aspekte	73
4.6.1. Grundwassernutzung	73
4.6.2. Grundwasserangebot	74
4.6.3. Grundwasserschutz	74
 5. TEILGEBIET OENZTAL (CSD AG/Dr. CH. Häfeli)	 76
5.1. Einleitung	76
5.2. Geologische Uebersicht	77
5.2.1. Mindel-Riss-Interglazial	77
5.2.2. Riss	78
5.2.3. Riss-Würm-Interglazial	78
5.2.4. Würm	78
5.3. Sondierungen	80
5.3.1. Geoelektrik	80
5.3.2. Sondierbohrungen	83
5.4. Hydrogeologische Verhältnisse	83
5.4.1. Hydrogeologische Uebersicht	83
5.4.2. Oberes Oenztal	84
5.4.3. Bleienbachtal	85
5.4.4. Mittleres Oenztal	87
5.4.5. Unteres Oenztal	89
5.5. Grundwasserqualität	90
5.6. Schutzareale	92
 6. TEILGEBIET BIPPERAMT (CSD AG/Dr. R.V. Blau)	 94
6.1. Einleitung	94
6.2. Geologischer Ueberblick	94
6.3. Sondierungen	98
6.3.1. Geoelektrik	98
6.3.2. Sondierbohrungen	98
6.4. Hydrogeologische Uebersicht	99
 7. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN (Dr. R.V. Blau)	 102
7.1. Grundwasser- ein oekonomisch und oekologisch wichtiger Faktor	102
7.2. Teilgebiet Langenthal	102
7.3. Teilgebiet Roggwiler Terrasse	107
7.4. Teilgebiet Mittleres Langetental	109

7.5. Teilgebiet Oenzthal	111
7.6. Teilgebiet Bipperamt	113

F I G U R E N V E R Z E I C H N I S

Anmerkungen: - Die zu den einzelnen Teilgebieten gehörenden Figuren sind nach dem zugehörigen Textteil eingebunden
 - * Figuren sind auf eine topographische Unterlage 1:50'000 gedruckt

TEILGEBIET LANGENTHAL

- Fig. 1 Geologische Profile 1:50'000/5'000*
- Fig. 2 Isohypsen eines höheren, mittleren GW-Spiegels; Isohypsen des Grundwasserstauers*
- Fig. 3 Mächtigkeit des Grundwasserleiters*
- Fig. 4a/b Abflüsse, Niederschläge und einige signifikante Grundwasserganglinien
- Fig. 5 Lage der Grundwasserspiegel bei verschiedenen Wasserständen
- Fig. 6 Beziehung zwischen Grundwasserstand und Abfluss der Brunnmattenbächen für die Periode 1971-76
- Fig. 7 Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch die Wiesenwässerung
- Fig. 8 Beziehung der Grundwasserstände der Piezometer 626.232/2 (G 263) und 627.231/2 (G 210) im Jahr 1975 (Monatsmittel)

TEILGEBIET ROGGWILER- TERRASSE

- Fig. 1-3 vgl. Teilgebiet Langenthal*
- Fig. 9 Situationsskizze der Quellaustritte am N-Rand der Roggwiler-Terrasse
- Fig. 10 Beziehung zwischen Abfluss und möglichen Ex- und Infiltrationen (Abfluss - Differenzmessungen) zwischen den Abfluss-Messstationen Schlattbrücke, Gruenholz und Mange während wässerungs- und hochwasserfreien Perioden 1972/73

- Fig. 11 Beziehung zwischen Grundwasserstand und möglicher Infiltration (Abfluss - Differenzmessungen) zwischen den Abfluss-Messstationen Schlattbrücke und Gruenholz während wässerungs- und hochwasserfreien Perioden 1972/73
- Fig. 12 Monatliche Minimalwasserstände im Piezometer 627.232/4 (G 201) in Beziehung zu den gleichzeitigen Abflussmengen in den Quellfassungen Mange (WV Roggwil) 1971/72
- Fig. 13 Abfluss der Mange-Quellen in Beziehung zum Grundwasserspiegel (Piezometer 627.232/4, G 201) und zum Niederschlag Herbst 1971 Station Herzogenbuchsee

TEILGEBIET MITTLERES LANGETENTHAL

- Fig. 14 Geologische Profile, 1:50'000/5'000*
- Fig. 15 Isohypsen eines mittleren GW-Spiegels; Isohypsen des Grundwasserstauers *

TEILGEBIET OENZTAL

- Fig. 16 Geologische Profile 1:50'000/5'000*
- Fig. 17 Ausgewählte Grundwasserganglinien im Oenztal
- Fig. 18 Geoelektrische Sondierungen*
- Fig. 19 Schematische geoelektrische Profile im Oenztal ~ 1:2'000/200
- Fig. 20 Schematische geoelektrische Profile im Oenztal 1:12'500/1'250
- Fig. 21 Grundwasserganglinien 1968 - 1974 in den Pumpwerken der WV Herzogenbuchsee; Niederschlagshöhen

LITERATURVERZEICHNIS

- AEERHARD, F. (1927): Das neue Pumpwerk im "Dennli" in Langenthal. - SVGW, Bull. 7.
- BAUER, F. et al. (1981): Tracerhydrologische Untersuchungen im Langetental (Schweiz). - Steir. Beitr. Hydrogeologie 33 : 5 - 123.
- BEYER, W. (1964): Die Erfassung von Grundwasserfliessvorgängen mittels Farbstoffen in Verbindung mit Pumpversuchen. - Z. angewandte Geologie 10, 6: 295 - 301.
- BINGGELI, V. (1974): Hydrologische Studien im zentralen schweizerischen Alpenverband, insbesondere im Gebiet der Langete. - Beitr. Geol. Schweiz-Hydrologie 22
- BINGGELI, V., CH.LEIBUNDGUT (1974 a): Halbnatürliche Grundwasseranreicherung durch das Bewässerungssystem der Langetenmatten. - Langenthaler Heimatblätter 1974 : 88 - 131.
- BINGGELI, V., CH.LEIBUNDGUT (1974 b): Zur Lösung der wasserwirtschaftlichen Probleme in der Region Langenthal/Langetetal. - Schweizerische Bauzeitung 92.
- BINGGELI, V., CH.LEIBUNDGUT, J.JENNY (1974): Die Grundwasserquellen der Brunnmatten bei Roggwil und die Brunnenkressekulturen von Mathias Motzet, Wynau. - JB Oberaargau 1974: 89 - 112.
- ERNI, A. et al. (1943): Fundstellen pleistocaener Fossilien in der "Hochterrasse" von Zell (Kt. Luzern) und in der Moräne der grössten Eiszeit von Auswil bei Rohrbach (Kt. Bern). - Eclogae geol. Helv. 36,1: 85 - 124.
- FROEHLICHER, H. (1966): Gemeinde Oensingen - Pumpversuche im Moos 1965 (Grundwassererschliessung). - Bericht ausgearbeitet im Kant.Amt für Wasserwirtschaft Solothurn; nicht veröffentlicht.
- GERBER, E. (1918): Die diluvialen Schieferkohlen von Gondiswil-Zell.- Mitt. Natf.Ges. Bern: 96 - 107
- GERBER, E. (1923): Die diluvialen Schieferkohlen von Gondiswil-Zell. - Beitr. Geol.Schweiz, Geot.Serie 8: 32 - 101.
- GERBER, E. (1950): Geol. Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 22, Fraubrunnen-Burgdorf; mit Erläuterungen. - Bern (Kümmerly & Frey).
- GERBER, M. (1978): Geologische Untersuchung des Gebietes südlich von Herzogenbuchsee.- Lizentiatsarbeit Phil.Nat. Fakultät, Universität Bern; nicht veröffentlicht.
- HANTKE, R. (1959): Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter. - Vierteljahrsschr. natf. Ges. Zürich 104,1

- HANTKE, R. (1968): Erdgeschichtliche Gliederung des mittleren und jüngeren Eiszeitalters im zentralen Mittelland. In: Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz, I: 7 - 26. - Basel (Schweiz. Ges. Ur- u. Frühgesch.).
- HANTKE, R. (1978): Eiszeitalter, Bd 1: Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. - Thun (Ott).
- HEIM, ALB. (1919): Geologie der Schweiz I, Molasseland und Juragebirge. - Leipzig (Tauchnitz).
- HUG, J. (1918): Die Grundwasservorkommen der Schweiz. - Ann.schweiz. Landeshydrographie III, Bern.
- LEDERMANN, H. (1977/78): Geol.Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1127, Solothurn; mit Erläuterungen. - Basel (Schweiz. Geol. Kommission).
- LEIBUNDGUT, CH. (1975): Färbversuche im Grundwasser des Oberaargaus. - JB Oberaargau 1975: 143 - 171.
- LEIBUNDGUT, CH. (1976): Zum Wasserhaushalt des Oberaargaus und zur hydrologischen Bedeutung des landwirtschaftlichen Wiesenbewässerungssystems im Langetental. - Beitr.Geol.Schweiz - Hydrologie 23.
- LUEDI, W. (1953): Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. - Veröff.Geobot.Inst.Rübel 27, Zürich.
- MUEHLBERG, F. und NIGGLI, P. (1913): Geologische Spezialkarte der Schweiz 1:25'000, Nr. 13, Roggen - Born - Boowald mit Erläuterungen. - Basel (Schweiz. Geol.Kommission).
- NUSSBAUM, F. (1910): Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. A. - Mitt.natf.Ges.Bern: 141 - 168.
- RYTZ, W. (1923): Die Pflanzenwelt der Schieferkohlen von Gondiswil - Zell. - Beitr. Geol.Schweiz,Geot.Serie 8: 79 - 101.
- STUDER, T. (1923): Die Tierreste aus den Kohleflözen von Gondiswil. - Beitr.Geol.Schweiz,Geot.Serie 8: 67 - 78.
- WIEDENMAYER, C. (1923): Geologie der Juraketten zwischen Balsthal und Wangen a.A. - Beitr.Geol.Karte Schweiz NF 48, III.
- ZIMMERMANN, H.W. (1961): Die Eiszeit im westlichen zentralen Mittelland. - Mitt.natf.Ges.Solothurn 21(1963): 1 - 143.
- ZIMMERMANN, H.W. (1969): Zur Landschaftsgeschichte des Oberaargaus. - JB Oberaargau 1968: 25 - 55.

1. EINFUEHRUNG

Dr. R.V. Blau, Kant. Wasser- und Energiewirtschaftsamt

1.1 AUFGABE

Die grösseren Grundwasser-Vorkommen zu nutzen, stellt ein Hoheitsrecht des Staates dar (bernisches Gesetz über die Nutzung des Wassers von 1950/64/71). Er hat dafür zu sorgen, dass das nur beschränkt vermehrbare Gut

- mengen- und gütemässig ausreichend geschützt wird. Die andern Interessen an der Nutzung des Landes dürfen dabei nicht unnötig beschränkt werden;
- optimal genutzt wird, damit eine preisgünstige, sich in erster Linie auf das Grundwasser abstützende Trink- und Brauchwasserversorgung auch künftig gewährleistet werden kann.

Mitte der sechziger Jahre ist erkannt worden, dass bessere Grundlagen nötig sind, um diese Aufgaben zu erfüllen. Im Rahmen einer systematischen Erforschung der für die heutige und künftige Trink- und Brauchwasserversorgung wichtigen oder besonders gefährdeten Grundwasservorkommen des Kantons ist 1968 beschlossen worden, auch die der Region Ob- und Nid Aargau zu untersuchen.

1.2 KREDITE

Insgesamt sind Fr. 1'240'109.- für diese Untersuchungen verwendet worden (GRB 2447 vom 5.5.69: Fr. 896'000.- für hydrogeologische Untersuchungen und Fr. 45'000.- für Wasserbedarfsstudien; Fr. 28'109.-, mit diesem GRB für Untersuchungen im Aaretal bewilligt, sind zusätzlich für diese Abklärungen eingesetzt worden; GRB 2810 vom 8.8.73 Fr. 271'000.-). Dem Parlament, der Finanzdirektion, unserer Direktion für Verkehr, Energie- und Wasserwirtschaft (Direktoren: Herren Regierungsräte H. Huber + und H. Sommer) und unserem Amt (Oberingenieur: Herr dipl.ing. R. Merki) gebührt Dank für ihr Verständnis und ihre Unterstützung.

Der Bund subventionierte diese Arbeiten mit 30% bis Ende 1972 (Forschungssumme Fr. 620'724.-, Subvention Fr. 186'217.-), dann mit 35% (Forschungssumme Fr. 619'385.-, Subvention Fr. 216'785.-). Den Mitarbeitern des Bundesamtes für Umweltschutz, insbesondere den Herren Direktoren F. Baldinger und Dr. R. Pedrolì sowie den Dres. H.U. Schweizer und C.R. Niggli danken wir bestens für ihre Unterstützung.

1.3 GEBIETSAUFTEILUNG

Drei Haupt-Grundwasserleiter-Systeme in pleistocänen und holocänen Schottern lassen sich in der Planungsregion Ob- und Nid Aargau unterscheiden:

Langetental - Oenzental - Bipperamt.

1969 ist in enger Zusammenarbeit mit dem Planungsverband Oberaargau beschlossen worden, alle drei zu untersuchen. Das Langetental ist unterteilt worden in die Teilgebiete Mittleres Langetental (Huttwil-Langenthal), Langenthal und Roggwilerterrasse.

1.4 ZIELSETZUNG

Als die Untersuchungen aufgenommen worden sind, planten wir, Lage im Raum und Eigenschaften der verschiedenen Grundwasserleiter und der sie bedeckenden Schichten zu ermitteln, die Grundwasserspiegelbewegungen und die Speisungsverhältnisse zu erfassen, damit ein

- Konzept für den mengen- und gütemässigen Schutz aufgestellt und
- stationäre Grundwasserbilanzen errechnet werden können.

Im Laufe der Untersuchungen zeigte sich: Die sich in den einzelnen Teilgebieten stellenden Fragen, z.B. möglicher Ausnützungsgrad?, künftige Nutzungsgebiete?, Gefährdung durch andere Interessen an der Nutzung des Bodens? usw. sowie die bereits verfügbaren Erkenntnisse sind sehr verschieden; die Ziele sind differenzierter zu setzen, Prioritäten müssen anerkannt werden, wenn in nützlicher Frist in einzelnen der Teilgebiete der Praxis dienende Resultate erarbeitet werden sollen. Es werden deshalb im folgenden die sich im Laufe der Arbeit aufdrängenden Zielsetzungen für die einzelnen Teilgebiete aufgeführt.

MITTLERES LANGETENTAL (Huttwil bis Langenthal)

Ueber die seitliche Ausdehnung, die Eigenschaften und die Wasserführung der risseiszeitlichen Schotter, die in der sich von Dürrenroth über Huttwil nach Zell und Gettnau ziehenden eiszeitlichen Schmelzwasserrinne liegen, und die in sie rinnenförmig eingelagerten jüngern Schotter wissen wir wenig. Trotzdem konnte es in diesem Gebiet nur darum gehen, die bestehenden Erkenntnisse zusammenzustellen ohne weitere Untersuchungen durchzuführen aus folgenden Gründen: - Die Gemeinde Huttwil verfügt über eine gute, leistungsfähige, wenn auch nicht vollständig schützbare Grundwasserfassung. - Weitere Wasserbezugsorte zu schaffen für in der Nähe der Rinne gelegene Gemeinden ist in absehbarer Zeit nicht nötig. - Das Grundwasservorkommen ist mit dem von Madiswil-Langenthal nicht verbunden.

Erst unterhalb Kleindietwil sind im Langetental Mächtigkeiten des pleisto- und holocaenen Schotter-Grundwasserleiters zu erwarten, die eine Nutzung des Grundwasservorkommens ermöglichen. Die verschiedenen bekannten Bohrungen und Brunnenbauten (vor allem aus den Fassungsgebieten Madiswil und Lotzwil) zeigen, dass bis hinunter zum Südrand des Beckens von Langenthal, der, wie wir heute wissen, als Fortsetzung des würmeiszeitlich angelegten Bleienbach-Talrandes gedeutet werden kann, die Mächtigkeit des Grundwasserleiters gering ist. Sie beträgt im Mittel 4 bis 8 m, wobei in schmalen, etwas tiefer in den Molasseuntergrund einerodierten Rinnen oder Kolken durchaus lokal etwas grössere Werte möglich sind. Die mittlere Mächtigkeit des wassererfüllten Teils des Grundwasserleiters liegt zwischen 2 und 6 m. Grössere Grundwassermengen,

ausreichend für eine regionale Versorgung, sind nicht zu erwarten. Wir beschränkten uns deshalb darauf, die verfügbaren Erkenntnisse zusammenzustellen und zu versuchen, daraus ein stationäres Grundwasser-Dargebot abzuschätzen.

LANGENTHAL UND ROGGWILERTERRASSE

Das Verhalten des Grundwasser-Vorkommens der Roggwilerterrasse ist weitgehend abhängig von den Grundwasser-Abflussverhältnissen im Langenthalerbecken.

Das Hauptgewicht der Untersuchungen musste auf die zur Hauptsache aus würmeiszeitlichen Schottern aufgebauten Grundwasserleiter dieser Teilgebiete gelegt werden aus folgenden Gründen:

- Der Grundwasserspiegel ist in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken und damit die Ergiebigkeit der Vorkommen zurückgegangen. Während Niederwasserperioden bereitete es einzelnen Wasserversorgungen bereits mehrere Male Mühe, genügend Grundwasser zu fördern. Die verfügbaren Reserven müssen daher möglichst zuverlässig abgeschätzt werden. Zudem ist die Frage zu prüfen, ob ein Bewirtschaftungskonzept aufgestellt werden muss, das alle bestehenden und künftig möglichen Entnahmestellen umfasst.
- Die in den vergangenen Jahren eingetretenen Hochwasserschäden der Langeten zwingen, in absehbarer Zeit eine Hochwasserentlastung zu erstellen. Das Fehlen des versickernden Hochwasseranteils und die unter Umständen zurückgehende Infiltrationsleistung der Langeten, bedingt durch die abnehmende Erosionskraft des Wassers im ursprünglichen oder zusätzlich ausgebauten Gerinne, werden zu einem weiteren Rückgang der Grundwasser-Neubildung führen. Die Zusammenhänge sind darzulegen.
- Das Zurückgehen der Grundwasser-Neubildung ist grösstenteils auf die verminderte Wiesenwässerung zurückzuführen, wie BINGGELI & LEIBUNDGUT 1974 a+b, LEIBUNDGUT 1976 gezeigt haben. Nach dem Erstellen einer Hochwasserentlastung muss befürchtet werden, dass weitere Wässermatten aufgelassen werden. Die Eigenschaften der Grundwasserleiter und der sie bedeckenden Schichten sind daher möglichst gut zu erfassen, um den Einfluss der einzelnen Wassergebiete zuverlässiger beurteilen zu können.

OENZTAL

Die die Oenz und die Altache begleitenden, vorwiegend aus Niederterrassenschottern aufgebauten Grundwasserleiter sollten eingehend untersucht werden, um ein Bewirtschaftungs- und Schutzkonzept aufstellen zu können. Die ersten Abklärungen zeigten zusammen mit Ergebnissen, gewonnen im Rahmen der verschiedenen Schutzzonenabklärungen für die WV der Gemeinden an der Unteren Oenz, folgendes Bild: a) Die Speisungsverhältnisse des Grundwasserleiters sind schwierig überblickbar. b) Möglicherweise bestehen alte, morphologisch heute nicht in Erscheinung tretende, Grundwasser führende Rinnensysteme, die erlauben würden, neue Fassungskonzepte zu erarbeiten. c) Einzelne Fassungen für die Trink- und Brauchwasserversorgung sind heute stark gefährdet, da sie in Bau- oder Industriezonen liegen. Ihr zeitweiliges oder dauerndes Ausfallen würde die Versorgung der Region vor schwerwiegende Probleme stellen.

Diese Tatsachen haben dazu geführt, dass wir uns im Rahmen dieser Arbeit im wesentlichen darauf beschränkt haben, die bestehenden Erkenntnisse zusammenzustellen und auszuwerten mit der Absicht, so bald als möglich ein sich auf den Raum Herzogenbuchsee beschränkendes eingehenderes Untersuchungsprogramm aufzunehmen. Die sich stellenden Probleme dieser Teilregion sind so schwerwiegend, dass nur eine vertiefte Studie Unterlagen liefert, die genügen, um wasserwirtschaftlich optimale Entscheide zu treffen. 1979 hat der Grosse Rat die entsprechenden Kredite bewilligt, um mit diesen Abklärungen zu beginnen.

BIPPERAMT

Auch hier zeigte es sich bald, dass die Schwierigkeiten, dieses in einem mächtigen würmeiszeitlichen Schotterkomplex liegenden Grundwasservorkommens zu erfassen, unterschätzt worden sind. Die eigenen wenigen Sondierbohrungen erlaubt zusammen mit den Untersuchungen der Bernischen Kraftwerke für die Trink- und Brauchwasserfassung des geplanten Kernkraftwerkes Graben folgende Schlüsse: a) Der bernische Anteil des Grundwasservorkommens ist grösser und ergiebiger als dies bisher angenommen worden ist. b) Die Speisungsverhältnisse sind schwierig zu überblicken. c) Ein Bewirtschaftungskonzept verlangt genaue Kenntnisse der Abflussverhältnisse, damit nicht in das Hoheitsrecht des Kantons Solothurn eingegriffen wird.

Aehnlich wie im Oenzthal haben wir uns entschlossen, im Rahmen dieser Arbeit relativ wenig zu investieren und anschliessend mit einer umfassenderen Studie das Vorkommen zu erforschen und der Bedeutung dieses Grundwasservorkommens für die regionale und überregionale Versorgung gerecht werdende Bewirtschaftungs- und Schutzkonzepte aufzustellen. Entsprechende Kredite sind vom Grossen Rat 1975 und 1977 bewilligt worden. Die Studien, die 1982 abgeschlossen werden, sind zusammen mit dem Kanton Solothurn durchgeführt worden.

1.5 BEARBEITER

Mit der Bearbeitung des Gebietes ist 1969 das Geotechnische Institut AG in Bern beauftragt worden. Als eine Reihe von Mitarbeitern dieses Institutes die Fa. Colombi Schmutz Dorthe AG in Liebefeld/Bern gründeten, ging der Auftrag im Verlaufe des Jahres 1970 an diese Firma über. Die Arbeiten waren 1975 abgeschlossen, Berichtsentwürfe lagen vor.

In den Jahren 1973 bis 1976 wurden im Auftrage des Planungsverbandes Region Oberaargau verschiedene Studien ausgeführt, die zeigen sollten, wie ein ausreichender Hochwasserschutz erreicht und gleichzeitig die Trinkwasserversorgung langfristig sichergestellt werden könnte. Ergebnisse einzelner dieser Untersuchungen zeigten, dass die vorliegenden hydrogeologischen Berichte der Teilgebiete Langental und Roggwiler Terrasse überarbeitet werden müssen, da sie teilweise überholt sind. Da im generellen Projekt "Hochwasserschutz und

Trinkwasserversorgung im Unteren Langetental"¹⁾ eine Reihe von Resultaten unserer Untersuchungen wiedergegeben worden sind, wurde mit der Ueberarbeitung zugewartet, bis abgeklärt war, welche zusätzlichen Resultate im Rahmen der Voruntersuchungen für das Hochwasserschutz-Projekt noch anfallen würden. Im Mai 1978 unterbreitete die Ingenieurunternehmung AG Bern (IUB) dem "Gründungsausschuss des Hochwasserschutzverbandes Unteres Langetental" den Vorschlag, einen Druckstollen zu bauen. Die im Rahmen der Voruntersuchungen ausgeführten Spül-/Kernbohrungen lieferten wiederum eine Reihe wichtiger neuer Erkenntnisse²⁾.

Als sich 1979 zeigte, dass der geplante Verbund "Wasserversorgung an der Unteren Langeten", der unter anderem die Interessen der Wasserversorgungen beim geplanten Hochwasserschutzprojekt wahren sollte, nicht so rasch wie erwartet gegründet werden kann, beschlossen wir, mit der Ueberarbeitung des Berichtes nicht mehr zuzuwarten. Er wird als Grundlage benötigt, weitere Studien zu projektieren (vgl. Kap. 7). Herr Dr. Ch. Haefeli, Bern (heute Teilhaber der Firma Dres. P. Kellerhals & Ch. Haefeli) wurde 1979 mit dieser Aufgabe betraut. Seine Abschätzungen des verfügbaren Grundwasser-Dargebotes im vor allem interessierenden Raum Langenthal - Roggwilerterrasse führten zu etwas andern Ergebnissen, als sie den bisherigen Betrachtungen zu Grunde gelegt worden waren. Damit war eines der Ziele erreicht, die mit der Wahl eines noch nicht "belasteten" Experten angestrebt wurden: Die Gegenüberstellung der Resultate soll eine möglichst objektive Beurteilung ermöglichen und auch zeigen, wo noch dringend Erkenntnislücken zu schliessen sind. Die Arbeiten waren im Herbst 1980 abgeschlossen.

Beratend zur Seite stand während all den Untersuchungsjahren Dr. Ch. Leibundgut, Roggwil, der sich mit der Hydrologie des Langetengebietes, insbesondere mit den Wässermatten, im Rahmen seiner Tätigkeit am Geographischen Institut der Universität eingehend auseinandergesetzt hat (vgl. BINGGELI & LEIBUNDGUT 1974 a+b, BINGGELI, LEIBUNDGUT & JENNY 1974, LEIBUNDGUT 1975, 1976).

Den Bearbeitern des Auftrages und allen, ich denke unter anderen an die Verantwortlichen der Wasserversorgungen und die Mitarbeiter der Bauämter, die mitgeholfen haben, diesen Bericht zu ermöglichen, danken wir bestens. Dank gebührt auch allen, die uns Ihre Untersuchungsergebnisse zur Verfügung gestellt haben, besonders zu erwähnen ist der Regionalplanungsverband Oberraar-gau und der Hochwasserschutzverband Langeten. Ohne die zahlreichen Erkenntnisse Dritter wäre ein Bericht in dieser Form nicht möglich.

1) vgl. ARBEITSAUSSCHUSS "WASSERBAU UND -WIRTSCHAFT" DES RPV OBERAARGAU (1976): Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung im Unteren Langetental, Generelles Projekt.- nicht veröffentlicht.

2) vgl. IUB (1978): Hochwassersanierung Langeten, Variante Druckstollen, Generelles Projekt, erarbeitet im Auftrage des Hochwasserschutzverbandes Unteres Langetental.- nicht veröffentlicht; sowie U 2.19 vgl. Abschnitt 2.1.2.

2. TEILGEBIET LANGENTHAL

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthé AG, Bern/Liebefeld (1968-1975)

Überarbeitung und Ergänzungen: Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld (1979/80)

2.1. EINLEITUNG

2.1.1. Gebietsabgrenzung

Das zur Teilregion Langenthal³⁾ gehörende Gebiet zeigt Figur 2. Die Abgrenzung erfolgte weitgehend nach hydrologischen und hydrogeologischen Gesichtspunkten. Da im Bleienbachtal sich je nach Wasserstand die Talwasserscheide verschiebt, wird die gewählte Abtrennung zum Oenztal etwa den hydrologischen Verhältnissen bei Mittelwasserstand gerecht. Die Grenze zwischen Meiswil und Thunstetten verläuft entlang der Oberflächen-Wasserscheide; sie berücksichtigt eventuell zusammenhängende Grundwassersysteme nicht.

2.1.2. Verfügbare Untersuchungsergebnisse

2.1.2.1. Eigene Abklärungen

- a) Lage und Eigenschaften des Grundwasserleiters, -stauers und der Deckschichten:
- Feldaufnahmen, Grundlagenenerhebung, Nachführung und Verifikation der Grundlagenkarte.
 - April - Juni 1970: erste geophysikalische Sondierkampagne, 142 Tiefensondierungen (Geotest Bern).
 - Januar - Februar 1971: geophysikalische Ergänzungsuntersuchungen (Geotest Bern).
 - April/Mai 1971: 6 Rotationskernbohrungen mit Piezometerrohren Ø 4" im Ober- und Unterhard (NW Langenthal). Total 113,85 m Bohrung (Dicht AG).
 - Juli 1973: Durchführung von zwei Markierversuchen im Versuchsbrunnen Hard, N Langenthal durch das Geographische Institut der Universität Bern.
- b) Hydrologische und hydraulische Untersuchungen:
- Auswertung der Niederschlagsmessungen der Messstation Langenthaler Hard (Daten der Forschungsstiftung Langenthal, Dr. V. Binggeli).
 - Installation von drei Abflussmessstationen in den Brunnmatten, N Kaltenherberg (Berg-, Matten- und Brunnbach) durch das Technische Büro Rohner, Bern.
 - Abflussmessungen an den Grundwasseraustritten in den Brunnmatten in der Zeit Januar 1971 bis September 1973 durch das Geographische Institut der Universität Bern.
 - Grundwasserspiegelbeobachtungen an signifikanten Messstellen im Untersuchungsgebiet:

3) Alle verwendeten Orts- und Flurnamen finden sich in der Landeskarte 1:50'000 (vgl. Figur 2).

- Hydr.Jahr 69/70 : 29 Beobachtungsstellen
- Hydr.Jahr 70/71 : 33 Beobachtungsstellen
- Hydr.Jahr 71/72 : 44 Beobachtungsstellen
- Hydr.Jahr 72/73 : 44 Beobachtungsstellen

Der Messdienst erfolgte durch Gemeinden, das Geographische Institut der Universität Bern, Private und die Fa. CSD.

- Weiterführung der Grundwasserspiegelbeobachtungen 1973 - 1976 an einigen ausgewählten Beobachtungspunkten durch das Geographische Institut der Universität Bern und das WEA.

c) Qualitative Wasseruntersuchungen

- Probenerhebung, chemische und bakteriologische Untersuchungen durch den Kantonschemiker an Grundwasserproben aus dem Untersuchungsgebiet (21 Probenerhebungsstellen).
- Probenerhebung und chemische Analysen durch das Kantonale Gewässerschutzlabor an Oberflächenwasser (Langeten oberhalb Langenthal).

2.1.2.2. Wichtige Unterlagen Dritter

Für die Ausarbeitung des Berichtes standen u.a. folgende Unterlagen zur Verfügung:

- U 2.1.⁴⁾ Testbohrungen für die Wasserversorgung der Gemeinde Thunstetten; Plan Ingenieurbüro Ryser, Bern; 26.10.1964; im Auftrag der Gemeinde Thunstetten.
- U 2.2. Sondierungen im Zusammenhang mit dem Oel-Unfall Gugelmann auf SBB-Terrain Langenthal; WEA Dok. Nr. 626.229/2, geologische Aufnahmen durch WEA, Bern; 1966.
- U 2.3. Planung Wolfhusen, Baugrund- und Grundwasserverhältnisse; Bericht Gt. 1100 vom Geotechnischen Institut AG, Bern; 4.11.1969; im Auftrag der Bauverwaltung Langenthal und Grundeigentümer Wolfhusen.
- U 2.4. Unterlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung im Oberaargau, Detailuntersuchungen für die Gemeinde Thunstetten; Bericht Gt. 1050A vom Geotechnischen Institut AG, Bern; 12.11.1969; im Auftrag des Planungsverbandes Oberaargau und des WEA Bern.
- U 2.5. Hydrologische und geotechnische Untersuchung für die Betriebserweiterung der Firma Bucher & Co., Langenthal. Bericht Gt. 1026A vom Geotechnischen Institut AG, Bern; 19.8.1970; im Auftrag der Firma Bucher & Co., Chem.-Techn. Fabrik in Langenthal.
- U 2.6. Hydrologische Untersuchung und Baugrunduntersuchung Langenthal-Ost; Bericht BE 43 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 16.12.1970; im Auftrag der Gemeindeverwaltung Langenthal.
- U 2.7. Langetenversickerung Hardwald; geotechnischer und hydrologischer Bericht der Fa. A. Werner, Ingenieur- und Studienbüro, Burgdorf; April 1971; im Auftrag der Gemeinden Aarwangen, Langenthal, Roggwil und der Kant. Baudirektion.
- U 2.8. Grundwassererschliessung Aarwangen, Bohr- und Untersuchungsprogramm; Bericht BE 148 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 4.5.1971; im Auftrag der Gemeinde Aarwangen.
- U 2.9. Grundwassererschliessung Hard, Zusammenstellung der Bohr- und Laborergebnisse; Bericht BE 196 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 4.10.1972; im Auftrag der Gemeindeverwaltung Langenthal.

4) Im Text wird auf die Unterlagen verwiesen mit der Bezeichnung U 2.1.

- U 2.10. Grundwassererschliessung Aarwangen, hydrogeologische Untersuchungen; Bericht BE 148 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 6.11.1972; im Auftrag der Gemeinde Aarwangen.
- U 2.11. Grundwassererschliessung Brunnmatten; Bericht Nr. 73-60 von R.F. Rutsch, Bern; 12.7.1973; im Auftrag der Gemeinde Wynau.
- U 2.12. Grundwassererschliessung Hardwald, hydrologische Untersuchungen; Bericht BE 196 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 31.7.1974; im Auftrag der Gemeindeverwaltung Langenthal.
- U 2.13. Pumpwerk Tannwäldli, hydrogeologische Untersuchungen; Bericht BE 429 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 12.11.1974; im Auftrag der Gemeinde Thunstetten.
- U 2.14. Wasserwirtschaft, Wasserversorgung und Hochwasserschutz im Langetental, Entlastungsstollen Langeten-Oberhard; Bericht Nr. 74-139 der Fa. Geotest, Zollikofen/Bern; 30.1.1975; im Auftrag des Planungsverbandes des Oberaargau.
- U 2.15. Trinkwasserversorgung und Hochwasserschutz im Langetental, Abklärung der Beckendichtigkeit Hard, sowie der Hochwasserversickerung und Anreicherung im Oberhard; Bericht 385 E der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 2.6.1975; im Auftrag des Planungsverbandes Oberaargau.
- U 2.16. Grundwasseranreicherung mittels Wässermatten im Langetental; Bericht der Fa. Binggeli und Leibundgut, Langenthal; Juni 1976; im Auftrag des Planungsverbandes Oberaargau und der Wasserversorgung Langenthal.
- U 2.17. Grundwasseranreicherung Langenthal; Bericht Nr. 135 der Hardwasser AG, Pratteln; Juni 1976; im Auftrag des Planungsverbandes Oberaargau und des WEA Bern.
- U 2.18. Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung im unteren Langetental; Generelles Projekt des Kantons Bern und des Planungsverbandes Oberaargau; Oktober 1976.
- U 2.19. Hochwassersanierung Langeten, Variante Druckstollen, geologische Verhältnisse; Bericht BE 1039 der Fa. CSD, Liebefeld/Bern; 7.12.1978; im Auftrag des Hochwasserschutzverbandes Unteres Langetental.
- U 2.20. Seismikkampagne "Berne Nord 1978"; Elf-Aquitaine Suisse. Beschreibung der Spülbohr-Proben von M.E. Gerber; im Auftrag des WEA Bern.

Im weiteren sind verschiedene Baugrunduntersuchungen und einige ältere Arbeiten über Grundwassererschliessungen mitverwendet worden.

2.2. GEOLOGISCHE UEBERSICHT

2.2.1. Der Felsuntergrund (Molasse)

Im Hard bei Langenthal vereinigen sich zwei in die Molasse erodierte fluvio-glaziale Rinnensysteme: Von S die Fortsetzung der Bleienbachtal-Rinne (vgl. Abschnitt 5.2.4., Teilgebiet Oenzthal) sowie die Rinne aus dem mittleren Langetental und von SW (Bützberg) wahrscheinlich mit dem Oenzthal in Verbindung stehende Uebertiefungen (Figuren 1 und 2). Vom Hard verläuft die Rinnenachse über Brunnmatten Richtung Station Roggwil-Wynau.

Die stellenweise bis über 40 m unter der Ebene von Langenthal liegende Molasseoberfläche (z.B. U 2.19.) zeigt ein ausgeprägtes Relief.

Die Molasserinne Bützberg - Im Hard und ihre Fortsetzung wurde vermutlich grösstenteils während der Risseiszeit erodiert (vgl. Abschnitt 5.2.2., Teilgebiet Oenzthal). Während die Anlage der im Langetental weiter verlaufenden Bleienbachrinne wahrscheinlich auf die letzte Eiszeit zurückgeht.

Die ursprüngliche, höher liegende Felssohle wurde im Langetental zwischen Gutenberg und Aare während der Risseiszeit und früher angelegt (ZIMMERMANN, H., 1961). Ein Relikt dieses Talbodens, in das die "Emme" die Bleienbach-Rinne erodierte (vgl. Abschnitt 5.2.4., Teilgebiet Oenzthal), ist vermutlich SE Langethal erhalten geblieben (Figur 1, Profil VII). Während dieses auf einer Kote > 470 m liegt, beträgt die Kote der Rinnensohle Im Hard < 430 m (Figur 1, Profil X). Der tiefste Punkt wurde bisher bei Bützberg mit einer wahrscheinlichen Höhe (Spülbohrung) von 422,8 m ü.M. erreicht (U 2.19.).

Auch in der randlichen Begrenzung des Grundwasser-Beckens findet sich Molasse: Im NW wird der teilweise von Moränenmaterial bedeckte Höhenzug Spichigwald - Muniberg - Höchi durch die Aarwangenermolasse (Chattien) aufgebaut. Die Kerne der Hügelzüge im SW (Humberg, Ischlag) und E (Aspi, Brüel) werden durch die ebenfalls vorwiegend aus Mergeln und Sandsteinen bestehenden Ablagerungen des Aquitanien gebildet, die etwa mit 5-10° gegen SE einfallen (MUEHLBERG, F. und NIGGLI, P., 1913).

2.2.2. Ablagerungen vor der Würmeiszeit

Entsprechend der postulierten Entstehung der Bützberg-Rinne, wurde diese während der Risseiszeit und dem Riss-Würm-Interglazial weitgehend durch Ablagerungen aufgefüllt. Einerseits haben Sondierbohrungen (U 2.19.) über der Molasseoberfläche fragliche Rissmoränenreste durchstossen, andererseits wurden unter den Vorstoss-Schottern der Würmvergletscherung sehr häufig Stillwassersedimente angetroffen (z.B. U 2.12., U 2.19.), d.h. vorwiegend Feinsande, Silte und Tone ohne Gerölle. Diese bilden im Westen bis in die Gegend Im Hard weitgehend den Grundwasserstauer (Figur 1). Die z.T. bis über 20 m mächtigen Ablagerungen reichen bei Bützberg bis etwa zur Kote 450 m. Entsprechend ihrer Lage müssen sie wie andere Seeauffüllungen und Schwemmlandebenen (ZIMMERMANN, H., 1961) zur Zeit des Riss-Würm-Interglazials entstanden sein. Da Stillwassersedimente von geringer Mächtigkeit auch NE von Im Hard angetroffen werden und die Langeten während der letzten Zwischeneiszeit von Huttwil Richtung Zell floss (ZIMMERMANN, H., 1961), liegt die Vermutung nahe, dass ein Talabschluss zwischen Roggwil und Murgenthal (Rissmoräne evtl. mit Rot-Schottern) die Ursache der Seebildung war.

2.2.3. Erosion und Ablagerungen der Würmeiszeit

Endmoränenkränze des älteren Wangener Stadiums (Würmmaximum) wurden durch den Rhonegletscher bis Spichigwald - Bützberg - Thunstetten abgelagert (ZIMMERMANN, H., 1961). Es wird indessen vermutet, dass die grösste Eisausdehnung noch etwas weiter nach Osten reichte. Mit Ausnahme dieses westlichsten Abschnittes ist deshalb das vorliegende Teilgebiet frei von schotterbedeckenden Moränen.

Mit dem Vorrücken des Gletschers kam es durch die Schmelzwasser zu verschiede-

nen Erosionsbildungen. Einerseits wurden namentlich die Seeablagerungen im Gebiet zwischen Bützberg und Im Hard weitgehend wegerodiert, die heutige Stauer Oberfläche bildet die Molasse (Figur 1, 2), andererseits entstand die Bleienbachrinne als Randglazialtal (vgl. 5.2.4., Teilgebiet Oenzthal), wobei die früheren Quartärablagerungen nordöstlich Langenthal wahrscheinlich grösstenteils ausgeräumt wurden.

Während im Gebiet westlich von Murgenthal - Im Hard vermutlich vorwiegend Vorstoss-Schotter zur Ablagerung gelangten, dürften östlich und südlich davon ausschliesslich Rückzugs- und später Langetenschotter (vgl. 4.2.4., Teilgebiet Mittleres Langetental) zurückgeblieben sein. Trotz verschiedener Schüttungsabfolgen dürfte es schwierig sein, die einzelnen Schotter voneinander abzutrennen. In der Regel wird eine Verzahnung vorherrschen. Wahrscheinlich dürften die Schuttfächer der Langeten westlich bis in die Gegend von Bützberg reichen und das gesamte übrige Langenthaler Becken bedeckt haben.

Die Akkumulation der Niederterrassen wurde nach dem älteren Wangenerstadium durch verschiedene Rückzugsphasen des Gletschers unterbrochen, was zu fluvialen Erosionen und bei nachfolgenden Gletschervorstössen zu Terrassenbildungen auf einem tieferen Niveau führte. Aufgrund der Verhältnisse im Aaretal (ZIMMERMANN, H., 1969) kann angenommen werden, dass die heutigen Terrassen zwischen Oberhard und Mumenthal sowie Roggwil möglicherweise denjenigen des jüngeren Wangener- oder Brestenbergstadiums entsprechen. Ein weiteres Einschneiden der Aare hatte eine Rückwärtserosion und die Bildung des heutigen Einschnitts der Brunnmatten bis südlich Kaltenherberg zur Folge.

2.2.4. Nacheiszeitliche Ablagerungen

Ueber den Schottern werden beinahe ausnahmslos siltig-sandige Ueberschwemmungs- und Verlandungssedimente der Langeten angetroffen. Diese zumeist 1 - 3 m mächtige Schicht wurde durch den mäandrierenden Fluss vor seiner Laufverlegung im Mittelalter (LEIBUNDGUT, CH., 1976) abgelagert und zu einem geringen Teil bei späteren Hochwässern.

2.3. SONDIERUNGEN

2.3.1. Geoelektrische Tiefensondierungen

Vorgängig der mechanischen Sondierkampagne wurde das ganze Gebiet von den Brunnmatten talaufwärts über den Unter- und Oberhard bis gegen Bützberg mit geoelektrischen Tiefensondierungen abgetastet. Ziel dieser Untersuchungen war es, in erster Linie über die Mächtigkeit und den Aufbau der Schotter, sowie über die Oberfläche des Grundwasserstauers nähere Aufschlüsse zu erhalten. Zudem sollten Entscheidungsgrundlagen für die Festlegung der Bohrkampagne erworben werden.

Auf 18 Profilen wurden insgesamt 196 Tiefensondierungen ausgeführt (Situation siehe Figur 2). Die Auslageweite der Tiefensondierungen betrug 110 m, was in der Regel eine Aussage bis in eine max. Tiefe von ca. 25 - 30 m ermöglicht. Die Messungen erlauben den Aufbau des Untergrundes wie folgt zu beschreiben:

a) Der Grundwasserstauer ist in den meisten Fällen durch Widerstände $< 100 \Omega m$

- charakterisiert und wird, wie Sondierbohrungen gezeigt haben, meistens durch Seeablagerungen, Molasse oder Verwitterungsprodukte derselben gebildet.
- b) Im darüberliegenden Schotterkomplex wurden jeweils zwei Grössenbereiche des spezifischen Widerstandes ausgeschieden:
- Für Schotter über dem Grundwasserspiegel 1'000 - 4'000 Ω m
 - Für Schotter im Grundwasser 500 - 1'000 Ω m
- c) Die Ueberdeckung des Schotters schwankt sehr stark bezogen auf Mächtigkeit und Widerstand.
- Für die oberste Verwitterungsschicht liegen die Werte etwa zwischen 50 - 250 Ω m.
 - Für verschmutzte, siltige Deckschotter der Langeten, je nach Feinanteil um 300 - 1'500 Ω m.

Ein Vergleich der nachträglich abgeteufte Bohrungen mit den geoelektrischen Sondierungen zeigt, dass bei der Ermittlung und Darstellung der Schichtgrenzen bestenfalls mit einer Genauigkeit von 10 - 15 % gerechnet werden kann. Die Ergebnisse wurden in die Figuren 1 und 2 verarbeitet.

2.3.2. Sondierbohrungen

Gestützt auf die geoelektrischen Sondierergebnisse wurden im Rahmen des kantonalen Programmes 6 Rotationskernbohrungen im Ober- und Unterhard abgeteufte, um genauere Kenntnisse über Aufbau und Zusammensetzung des Untergrundes zu erhalten. Zahlreiche weitere Sondierungen, die vor allem für die Grundwassererschliessung im Auftrag von Gemeinden ausgeführt wurden, haben wesentlich zur besseren Kenntnis der Untergrundverhältnisse beigetragen (Tabelle 2.1.). Mit wenig Ausnahmen wurden in allen Bohrungen folgende wiederkehrende Schichtabfolgen aufgeschlossen:

- Deckschicht (Verwitterungsboden)
- Langeten-Schotter (teilweise siltige Kiessande) und/oder Niederterrassenschotter (meist sauberer Kies mit Geröllen, häufig geringer Sand- und Feinstkornanteil).
- Seeablagerungen, seltener Grundmoräne (vorwiegend tonig-siltige Sedimente)
- Molasse (Sandsteine oder Mergel), oberflächlich unterschiedlich tief aufgearbeitet und angewittert.

Die Sondierergebnisse bilden die Grundlage für die nachfolgenden Ausführungen und kommen in den Figuren 1 bis 3 zum Ausdruck.

Tabelle 2.1.

Zusammenstellung der wichtigsten Bohrsondierungen

A. Eigene Bohrsondierungen:

Lokalität	Untersuchung 1) (Bohrart) 2)	WEA Dok.Nr.	Bohrtiefe m	OK Terrain m ü.M.	OK Stauer m ü.M.	OK Fels m ü.M.
Oberhard, Unterhard	WEA (R.K.)	624.230/9	16,00	459,76	446,5	445,2
		624.230/10	16,00	460,39	447,0	444,8
		625.230/12	21,85	460,95	440,9	440,9
		625.230/15	20,00	459,15	441,0	n.e.3)
		626.230/24	20,00	459,31	440,2	n.e.3)
		626.231/14	20,00	457,79	439,4	n.e.3)

B. Bohrsondierungen Dritter:

Lokalität	Untersuchung 1) (Bohrart) 2)	WEA Dok.Nr.	Bohrtiefe m	OK Terrain m ü.M.	OK Stauer m ü.M.	OK Fels m ü.M.
Blützberg, Tannwäldli	U 2.1. (R.K.)	623.228/1	50,00	474,0*)	453,5*)	440,5*)
		624.229/2	31,50	464,53	444,0	n.e.3)
		624.229/3	21,50	463,23	445,8	n.e.3)
		624.230/1	21,50	461,06	447,3	n.e.3)
SBB/Fa. Gugelmann Langenthal	U 2.2. (R.K.)	626.229/2	21,10	469,68	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/3	21,15	469,30	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/4	22,00	470,19	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/5	21,20	468,67	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/6	20,60	468,94	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/7	20,30	467,75	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/8	20,00	469,22	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/9	20,00	467,33	n.e.3)	n.e.3)
		626.229/10	20,00	468,88	n.e.3)	n.e.3)
Wolfhusen (W Langen- thal)	U 2.3. (R.K.)	624.229/13	20,50	463,18	445,2	n.e.3)
		624.229/14	20,00	462,73	445,8	n.e.3)
		624.229/15	25,00	463,50	442,7	n.e.3)
Fa. Bucher Langenthal	U 2.5. (R.K.)	626.230/3	20,60	462,60	n.e.3)	n.e.3)
		626.230/4	21,70	463,08	442,6	n.e.3)
		626.230/5	31,00	463,12	437,0*)	n.e.3)
Langenthal Ost	U 2.6. (R.K.)	626.230/21	14,00	458,50	447,0	447,0
		626.230/22	8,00	461,51	454,2	454,2
		626.230/23	9,50	462,54	454,1	454,1

*) approximative Kote

1) Auftraggeber, Bearbeiter und Zweck siehe Abschnitt 2.1.2.

2) (R.K.) = Rotationskernbohrung; (S.B.) = Spülbohrung

3) n.e. nicht erreicht

B. Bohrsondierungen Dritter:

Lokalität	Untersuchung 1) (Bohrart) 2)	WEA Dok.Nr.	Bohrtiefe m	OK Terrain m ü.M.	OK Stauer m ü.M.	OK Fels m ü.M.
Unterhard	U 2.8. (R.K.)	625.231/11	16,00	458,37	443,2	443,2
		625.231/12	24,00	458,84	437,6	435,0
		625.231/13	20,00	457,84	440,9	439,1
		625.231/14	22,00	458,78	439,8	n.e.3)
		625.230/13	23,00	460,49	439,3	437,6
Oberhard	U 2.9. (R.K.)	624.230/13	20,00	461,34	444,4	442,2
		624.230/33	20,00	461,97	445,4	443,5
		624.230/15	20,00	463,04	445,3	n.e.3)
		625.229/14	24,00	466,30	444,4	n.e.3)
		625.229/15	28,00	470,02	444,0	442,2
		625.230/15	20,00	460,16	442,8	n.e.3)
		625.230/16	21,00	461,19	442,6	n.e.3)
		625.230/17	32,00	462,22	443,3	430,3
		625.230/18	28,00	468,15	442,5	n.e.3)
Oberhard	U 2.12. (R.K.)	625.230/32	21,10	460,86	441,8	n.e.3)
		625.230/33	22,90	461,0*)	441,0*)	n.e.3)
Tannwäldli	U 2.13. (R.K.)	624.229/5	22,00	465,51	447,9	n.e.3)
		624.229/6	21,50	465,58	448,6	n.e.3)
		624.229/7	19,50	464,93	448,4	n.e.3)
		624.229/10	25,50	465,36	447,1	n.e.3)
		624.229/11	23,50	464,98	446,0	n.e.3)
		624.229/12	20,50	465,27	446,8	n.e.3)
		624.229/49	22,00	463,75	446,2	n.e.3)
		624.229/50	22,50	463,55	445,8	n.e.3)
Schoren, Im Dennli (W. Langen- thal)	U 2.14. (R.K.)	624.228/2	10,00	479,6*)	479,6*)	477,2*)
		625.228/2	31,00	501,6*)	501,6*)	493,6*)
		625.228/3	10,00	489,1*)	489,1*)	489,0*)
Hard, Oberhard	U 2.15. (R.K.)	624.230/5	20,00	461,79	445,3	n.e.3)
		624.230/6	20,00	463,38	450,2	444,6
		625.231/17	8,00	452,33	446,1	446,1
Bützberg	U 2.19. (S.B.)/ (R.K.)	623.229/S5	46,85	468,10	448,5*)	425,9*)
		623.229/S6	38,45	469,70	442,7*)	436,7*)
		623.229/S7	40,90	469,05	448,4*)	432,0*)
		623.229/S8	54,40	472,85	472,8*)	422,8*)
		623.229/S11	50,50	471,40	471,4*)	424,0*)
		624.229/S9	51,50	480,70	448,9*)	429,2*)
		624.228/S10	39,50	477,65	445,8*)	442,8*)

*) approximative Kote

1) Auftraggeber, Bearbeiter und Zweck siehe Abschnitt 2.1.2.

2) (R.K.) = Rotationskernbohrung; (S.B.) = Spülbohrung

3) n.e. nicht erreicht

2.4. HYDROGEOLOGISCHE VERHAELTNISSE

2.4.1. Uebersicht

Im Hard bei Langenthal, wo sich die wassergesättigten Schotter aus dem mittleren Langetental und der Bleienbachrinne mit denjenigen aus dem Rinnensystem von Bützberg vereinigen, erreicht der Grundwasserleiter seine maximale Mächtigkeit (ca. 12 m) und horizontale Ausdehnung. Weiter stromabwärts Richtung Gsteig und Brunnmatten nimmt der Durchfluss-Querschnitt ständig ab. Der Grundwasserleiter keilt einerseits bei der Station Roggwil-Wynau aus, andererseits

setzt er sich geringmächtig in der Roggwiler-Terrasse (siehe Teilgebiet 3) fort.

Das Grundwasserabflussregime ist in einem erheblichen Ausmass mit demjenigen der Oberflächengewässer verknüpft. Die Hochwasser der Langeten mit häufigen, teilweise kanalisierten Ueberschwemmungen, sowie insbesondere ein ausgedehntes, z.T. aufgelassenes Wiesenwässerungssystem sind weitgehend für die Grundwasserneubildung verantwortlich. Bis etwa auf die Höhe von Kaltenherberg herrschen Infiltrationen vor, anschliessend, infolge des sich rasch verengenden Grundwasserleiters, treten beachtliche Grundwassermengen in den Brunnmatten aus.

Besonders wegen der z.T. grossen Trockentiefe (z.B. bis 15 m bei Bützberg) und der stellenweise dichten Ueberbauung sind die Grundwasservorkommen sehr unterschiedlich aufgeschlossen. So ist man, vor allem bei Bützberg, über die westliche Fortsetzung grundwasserführender Rinnen und eine mögliche Verbindung mit dem Grundwasservorkommen von Herzogenbuchsee auf Vermutungen angewiesen. Auch der Talabschnitt von der Einmündung des Bleienbachtals bis zum Bahnhof Langenthal ist z.B. praktisch aufschlusslos. Dagegen besteht beinahe im gesamten zentralen Langenthaler Becken zwischen Bützberg und Mumenthal ein verhältnismässig dichtes Netz von Sondierungen.

2.4.2. Grundwasserstauer

Wasserstauend wirkt unter anderem die Erosionsoberfläche der Molasse-Mergel und -Sandsteine. Häufig wird diese jedoch durch Seeablagerungen (siltreiche Tone und Sande), bindige Verwitterungsprodukte der Molasse und, seltener, von Moränenresten überlagert, so dass der Grundwasserstauer durch diese schwerdurchlässigen Lockergesteine gebildet wird.

Der mutmassliche Verlauf des Grundwasserstauers ist aus Figur 2 ersichtlich. Er ist gekennzeichnet durch ein Rinnensystem, dessen beide Hauptachsen, von Bleienbach und Bützberg herkommend, bei Im Hard zusammentreffen und von dort weiter nach Brunnmatten führt. Daneben fallen zahlreiche weitere markante Erosionsformen auf, so z.B. die Rippe zwischen Brunnmatten und Weibelacher (Roggwiler Terrasse), der ins Langenthaler Becken ragende Sporn westlich Brüel (Grossmatten) und eine unmittelbar südlich Bützberg liegende hügelartige Erosionsform, die den Grundwasserleiter gabelt und eine "Insel" bildet.

Die bis 30 m übertiefte, steilwandige Bleienbachrinne (U 2.19.) verursacht bei ihrer Einmündung ins Langetental einen starken Gefällsbruch in der Stauersohle desselben (vgl. Abschnitt 4.4.4.1., Teilgebiet Mittleres Langetental). Dieses blieb wahrscheinlich weiter stromabwärts auf der rechten Talseite bis auf die Höhe von Langenthal teilweise von der Erosion verschont (Figuren 1 und 2). Um den mutmasslichen Verlauf der Rinnenachse in Langenthal-Süd festlegen zu können, müssen z.T. weiträumige Interpolationen zwischen den spärlich vorhandenen Sondierungen vorgenommen werden (Figur 2). Für die ca. 1,5 km lange Strecke zwischen der Porzellanfabrik und dem Bahnhof Langenthal ist die Lage der Rinne durch keinen Bohraufschluss belegt.

Von Allmend (Einmündung Bleienbachtal) bis Im Hard (Punkt 465) weist die Sohle

ein durchschnittliches Gefälle von etwa 4 ‰ auf und nach einem vermuteten kleinen Gefällsbruch bis Brunnmatten (Punkt 438) ein solches von nur ca. 1,5 ‰. Die Neigung ist somit, insbesondere im unteren Teil, bedeutend geringer als die heutige Terrainoberfläche. Bei letzterem Punkt liegt die Stauersohle nur noch 3-4 m tief, gegenüber ca. 30 m eingangs Bleienbachtal.

Nebst dem nordöstlichen Ausgang des Langenthaler-Beckens existiert ein unbedeutender, schmaler und wenig tiefer Durchlass zwischen Muniberg und Spichigwald nach Aarwangen. Es handelt sich hier um eine, wahrscheinlich durch eine beidseitige Rückwärtserosion entstandene "Talwasserscheide" im Untergrund. Ihre Kulmination liegt etwa bei Kote 447 m, d.h. etwa 6 - 8 m unter der Oberfläche des Strasseneinschnittes im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels (U 2.15.).

Recht kompliziert scheint der Grundwasserstauer stellenweise im Gebiet von Bützberg aufgebaut zu sein. Nebst sehr mächtigen Seeablagerungen (> 20 m) wurden riss- und würmeiszeitliche Moränen erwähnt (U 2.19.). Da sich die geologische Interpretation indessen nur auf Dickspülbohrungen stützt, die für die Ermittlung der Felsoberfläche und Festgesteinsqualität abgeteuft wurden (Rotationskernmethode nur im Fels), muss der lithostratigraphischen Deutung ein grosser Spielraum eingeräumt werden. Wie vorangehende Sondierungen zeigen (U 2.1.), dürfte dagegen die Lage der Staueroberfläche gesichert sein. Sie erscheint hier als eine WSW - ENE verlaufende Doppelrinne, deren westliche Herkunft nur vermutet werden kann (Figuren 1 und 16). Ihre bei Bützberg erbohrte tiefste Stelle liegt bei Kote 443 m (ca. 30 m unter Terrain). Mit einem äusserst schwachen Gefälle von durchschnittlich nur 1,1 ‰ verläuft die leicht gewundene Rinnenachse nach Im Hard, wo sie knapp vor Punkt 465 in die Rinne aus dem Langetental mündet.

Obschon die Molasse an einigen Stellen, insbesondere in der Rinne von Bützberg und Bleienbach, von teilweise bis 10 m mächtigen schwerdurchlässigen Sedimenten überlagert ist, folgt ihre Oberfläche in groben Zügen der in Figur 2 dargestellten Staueroberfläche. Insbesondere stromabwärts von Langenthal erreichen die hangenden, bindigen Lockergesteine selten eine Mächtigkeit von mehr als 3 m. - Bei Bützberg wurde im vorliegenden Teilgebiet die bisher tiefste Molasserinne mit einer Kote von ca. 423 m erbohrt (U 2.19.). Erst 6,3 km weiter NE beim Bahnhof Gsteig-Wynau konnte jedoch der Fels in einer entsprechenden Höhenlage (ca. 425 m) wieder erreicht werden. Im dazwischen liegenden Gebiet wurde die Molasseoberfläche überall mindestens 10 m höher vorgefunden. Da speziell bei Brunnmatten ein dichtes Bohrnetz vorliegt, ist kaum anzunehmen, dass eine schmale, noch unentdeckte Rinne existieren könnte. Möglicherweise dürfte es sich daher bei Bützberg um eine lokale Auskolkung handeln.

2.4.3. Grundwasserleiter

Die seitliche Begrenzung des Grundwasserleiters ist in den Figuren 2 und 3 dargestellt und stellt die approximative Schnittlinie eines mittleren Grundwasserspiegels mit dem Stauer dar. Entsprechend dem Verlauf der Grundwasserstaueroberfläche vereinigen sich zwei 1,2 - 1,8 km breite Grundwasserströme aus dem unteren Langetental und dem Raum Bützberg bei Im Hard, wo sich der Grundwasserleiter über das gesamte Langenthaler-Becken bis zum östlichen Gebietsausgang (Roggwiler-Terrasse, Brunnmatten) erstreckt.

Der Grundwasserleiter besteht vorwiegend aus einer Abfolge von mehr oder weniger sandigen, häufig sauberen bis schwach siltigen Kiesen. Es handelt sich dabei vor allem um Niederterrassenschotter, d.h. hauptsächlich Vorstoss-Schotter im Gebiet von Bützberg - Oberhard, sowie Rückzugs- und Langetenschotter im unteren Langetental (vgl. Abschnitt 2.2.). Weiter stromabwärts, nach Vereinigung der Schuttfächer, ist eine derartige Unterscheidung nach lithologischen oder hydraulischen Kriterien kaum mehr möglich.

Die Schotter sind meist nur teilweise mit Grundwasser gesättigt (Figur 1). Eine Ausnahme bildet das Gebiet von Brunnmatten. Die maximale Grundwasserleiter-Mächtigkeit wird bei Mittelwasserstand mit 10 - 12 m in einer schmalen, SW-NE gerichteten Rinne zwischen dem Bahnhof Langenthal und Brunnmatten erreicht (vgl. Figur 3). Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass diese Mächtigkeit südlich von Langenthal noch übertroffen wird; jedenfalls deutet die alte Fassung "Im Dennli" (vgl. Abschnitt 5.4.3., Teilgebiet Oenzthal) ausgangs des Bleienbachtals darauf hin.

Die 8- und 6-m Isopachen widerspiegeln deutlich die verschiedenen Primär- und Sekundärrinnen des Stauers (vgl. vorangehenden Abschnitt). Dabei sei nochmals auf die mögliche hydraulische Verbindung der Grundwasserleiter zwischen Bützberg und dem Becken von Herzogenbuchsee hingewiesen. Der Abfluss ins Aaretal bei Aarwangen könnte höchstens durch eine 30 - 50 m breite und 1 m tiefe gesättigte Schotterlage (Mittelwasserstand!) erfolgen (U 2.15.). Gegen den östlichen Gebietsausgang keilt der Grundwasserleiter, wie schon erwähnt, bei der Station Roggwil-Wynau praktisch aus. Ueber das gesamte Teilgebiet dürfte seine mittlere Mächtigkeit nicht mehr als 5 - 6 m betragen, da beachtlich grosse Randgebiete (NE Bützberg, NE Langenthal) ausserhalb der 2-m Isopache liegen.

Da in den Sondierbohrungen im allgemeinen keine Kleinpumpversuche durchgeführt wurden, sind die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters meist nur im Bereich der Fassungsanlagen bekannt. Nachstehend eine Zusammenstellung der ermittelten approximativen Durchlässigkeitsbeiwerte.

Gebiet Bützberg:

- Versuchsbrunnen südlich Bützberg (623.229/1) $k \sim 1,5 \text{ bis } 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. Fa. Ryser, Bern, Plan Nr. 484.6, 2.12.1955)
- Versuchsbrunnen Tannwäldli (624.229/1) $k = 0,4 \text{ bis } 0,7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. U 2.4.)
- Brunnen Tannwäldli (624.229/50) $k \sim 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. U 2.13.)

Gebiet Im Hard, Oberhard, Unterhard:

- Brunnen Hard (625.230/1) $k \sim 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. H.C. RYSER, Monatsbull. SVGW Nr. 9, Jg. 1954)
- Versuchsbrunnen Oberhard (625.230/33) $k = 0,8 \text{ bis } 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. U 2.12.)
- Versuchsbrunnen Unterhard (626.231/2) $k \sim 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(Fa. AG für Grundwasserbauten, Bern, Bericht 30.6.1967)

- Versuchsbrunnen Unterhard (625.231/7) $k = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. U 2.10.)
- Sondierbohrungen (625.229/26) Profil - $k \sim 0,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(625.230/34) Profil - $k \sim 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. WEA Dok. LK 1128/22,
Fernheizzentrale Hard 1977)
- Brunnen Fa. Greiner (626.230/1) $k \sim 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. Fa. Emch und Berger, Solothurn,
Plan Nr. 122.1.1., 19.7.1963)
- Versuchsbrunnen Fa. Greiner (626.230/12) $k \sim 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. Fa. AG für Grundwasserbauten, Bern,
Plan Nr. 62/038-2, 14.8.1962)
- Gebiet Mumenthal, Brunnmatten:
- Brunnen Kläranlage (626.231/1) $k \sim 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. Fa. Wegenstein, Zürich,
Aufzeichnungen 18.12.1950, 17.3.1951)
- Versuchsbrunnen Brunnmatten (626.232/2) $k = 1,4 \text{ bis } 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
(vgl. U 2.11.)
- Gebiet Langenthal:
- 2 Sondierbohrungen (626.229/29) Profil - $k \sim 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
(626.229/28) Profil - $k \sim 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- Gebiet Langenthal-Süd, Bleienbachtal:
- Brunnen Im Dennli (625.227/3) $k \sim 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
(vgl. AEBERHARD, 1927)

Je nach der Disposition der Pumpversuche, den vorliegenden Pumpversuchsdaten und der daraus ermöglichten Nachprüfung, wurden die k-Werte als bedingt genau ($k =$) oder approximativ ($k \sim$) eingestuft. Im allgemeinen liegen alle approximativen Werte eher zu tief, da sie häufig durch Messungen im Brunnen (Reibungsverluste) oder mittels ungünstig angeordneter Piezometer (Ueberlagerung von Fremdeinflüssen) ermittelt worden sind. Dies gilt in besonderem Masse für den Versuchsbrunnen Tannwäldli (624.229/1) und die Fassung "Im Dennli" (625.227/3). Die Genauigkeit der Profil-k-Werte ist dagegen im allgemeinen durch die Ausführungsmethodik limitiert (insbesondere bei grösserer Trockentiefe).

Alle obigen Gebiete zeigen sehr hohe Durchlässigkeitsbeiwerte von derselben Grössenordnung, d.h. etwa $1 \text{ bis } 3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$. Eine Ausnahme bildet das Gebiet ausgangs des Bleienbachtals (Fassung Im Dennli), dessen Grundwasserleiter eher eine Durchlässigkeit aufweist, die im übrigen Bleienbachtal ($k = 2 \text{ bis } 6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$, Abschnitt 5.4.3., Teilgebiet Oenzthal) vorgefunden wird. Obschon lokal, vor allem im peripheren Bereich des Langenthaler Beckens, auch mit geringeren Werten gerechnet werden muss, scheint der Grundwasserleiter weitgehend aus sauberen, sehr durchlässigen Schottern zu bestehen. Wie weit daran die Rückzugs- und Langetenschotter beteiligt sind, kann nicht ermittelt werden (Abschnitt 2.2.), da aus dem Gebiet Langenthal-Süd entsprechende Angaben fehlen.

Aufgrund von Pumpversuchsergebnissen auf den Speicherbeiwert des Grundwasserleiters zu schliessen, ist mit grossen Unsicherheiten behaftet, da die hydraulischen

lische Trägheit im ungesättigten Bereich, sowie verschiedene Randbedingungen die Ermittlung stark zu beeinflussen vermögen. Die effektive Porosität wird deshalb nach der vorherrschenden Kornverteilung und der Durchlässigkeit geschätzt, d.h. für den Langenthaler Grundwasserleiter wird im Mittel ein nutzbares Porenvolumen von 20 - 25 % angenommen.

2.4.4. Abflussverhältnisse

2.4.4.1. Allgemeine Beziehungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser

Wie eingangs erwähnt, werden die Grundwasser-Strömungsverhältnisse stark durch das Abflussregime des Oberflächenwassers beeinflusst. Der Verlauf des Grundwasserspiegels ist daher von der Langeten, ihrer Seitenarme und Zuflüsse, sowie den zahlreichen Bewässerungsgräben und Wässermatten abhängig. Leider fehlen über weite Strecken direkte Pegelbeziehungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser, so dass der Verlauf der Grundwasserspiegelisohypsen in Gewässernähe nur In- oder Exfiltrationstendenzen andeutet, d.h. sie besitzen im allgemeinen nicht die Aussagekraft von Potentiallinien eines quantitativen Strömungsnetzes (Figur 2).

Die Langeten ist im vorliegenden Teilgebiet auf ihrer gesamten Länge Infiltrant, ausgenommen entlang kanalisierter Abschnitte im Zentrum von Langenthal. Infolge eines meist grossen Flurabstandes herrscht weitgehend eine perkolative Infiltration vor. Diese dürfte vor allem während Hochwasserperioden durch das Aufreissen der teilweise kolmatierten Fluss-Sohle wirksam sein. Zahlreiche künstlich angelegte Seitenbäche und Wiesenwässerungen erhöhen die Grundwasserneubildung zwischen Bad (E Langenthal) und Kaltenherberg (u.a. Wüestimatten und Grossmatten) beträchtlich. Es liegen indessen nicht genügend Angaben vor, um diese genau quantifizieren zu können (Abschnitt 2.6.). Zudem hat der Betrieb der Wässermatten in den letzten Jahrzehnten stetig abgenommen, so dass in verschiedenen Gebieten eine Absenkung des Grundwasserspiegels beobachtet werden konnte (LEIBUNDGUT, CH., 1976).

Auf der Höhe der Kaltenherberg wechseln je nach Wasserspiegellage die In- und Exfiltrationsverhältnisse beim Brunnbach (U 2.16.). Weiter stromabwärts herrschen infolge des sich stark verengenden Grundwasserleiterquerschnittes ausgesprochen Exfiltrationen vor. Zahlreiche Grundwasseraufstösse haben in den Brunnmatten zur Bildung von Bächen (Mattenbach, Bergbach, Brunnbach) und Teichen geführt.

2.4.4.2. Gefälle und Fliessgeschwindigkeit

Das Gefälle des Grundwasserspiegels wechselt je nach den vorliegenden geometrischen, hydraulischen und hydrogeologischen Randbedingungen ausserordentlich stark. Im unteren Langetental zwischen der ARA Lotzwil und dem Bahnhof Langenthal beträgt der mittlere Gradient ca. 18 ‰. Während derselbe bei Mittelwasserstand zwischen Bützberg und Im Hard nur ca. 0,8 ‰ erreicht. Stromabwärts Richtung Brunnmatten nimmt sodann das Gefälle mehr oder weniger kontinuierlich bis ca. 12 ‰ zu. Lokal können, teilweise durch Wässerungen bedingt, extreme Gradienten bis zu 30 ‰ auftreten (Grossmatten, NE Langenthal), wobei dieser Wert bei der Langetenversickerung im Unterhardwald (vgl. Figur 5) stellenweise noch überschritten werden dürfte.

Mangels Aufschlüssen sind die Strömungsverhältnisse im Gebiet von Langenthal-Süd schwer zu interpretieren. Bemerkenswert ist der sehr grosse hydraulische Gefälleunterschied zwischen der ARA Lotzwil und dem Bahnhof Langenthal. Dieser ist umso erstaunlicher, da der durchschnittliche Gradient des Grundwasserspiegels im anschliessenden Mittleren Langetental nur 8 ‰ beträgt (vgl. Abschnitt 4.4.4., Teilgebiet Mittleres Langetental). Durch mögliche veränderte Durchlässigkeitsverhältnisse oder Grundwasseranreicherungen allein lässt sich dieser Umstand nur schwer erklären. Vielmehr dürfte der durch die Einmündung der Bleienbachrinne verursachte Gefällebruch in der Stauersohle des Langetentals sowie der erweiterte Abflussquerschnitt dafür verantwortlich sein. Einen Anhaltspunkt dazu vermittelt der sich abzeichnende starke Gradient zwischen den Piezometern 626.227/8 und 626.227/14 (vgl. Figur 15, Teilgebiet Mittleres Langetental).

Zur Ermittlung der Fliessgeschwindigkeit wurden verschiedene Markierversuche durchgeführt (U 2.11., U 2.12.), deren Impfstellen jedoch alle im Bereich von Brunnenabsenkungstrichtern lagen; die Resultate sind somit für die natürlichen Abflussverhältnisse nicht repräsentativ.

Werden sie indessen auf das natürliche mittlere Gefälle umgerechnet, so können sie zu Vergleichszwecken verwendet werden. Beim Versuchsbrunnen Oberhard (625.230/33) wurden folgende umgerechnete Abstandsgeschwindigkeiten ermittelt (U 2.12.): $v_{\max.} \sim 9,5 \text{ m/d}$, $v_{\text{intensiv}} \sim 4,6 \text{ m/d}$ und $v_{\text{mittel}} \sim 2,1 \text{ m/d}$. Wie im Teilgebiet Mittleres Langetental festgestellt wurde (Abschnitt 4.4.4.2.), ergibt auch hier die intensive Abstandsgeschwindigkeit den repräsentativsten Wert (siehe unten). Die umgerechneten maximalen Abstandsgeschwindigkeiten (andere Werte liegen nicht vor) betrugen bei Markierversuchen bei Mumenthal (626.233/2) je nach verwendetem Markierstoff (U 2.11.) 35 - 54 m/d.

Aufgrund der in den vorangehenden Abschnitten erwähnten hydraulischen Parametern ergeben sich folgende approximative, mittlere wahre Fliessgeschwindigkeiten bei Mittelwasserstand:

- Gebiet Bützberg-Unterhard	ca. 4 - 7 m/d
- Gebiet Unterhard-Kaltenherberg	ca. 15 - 30 m/d
- Gebiet Brunnmatten	ca. 40 - 100 m/d

2.4.4.3. Lage und Schwankungen des Grundwasserspiegels

Bei mittlerem Grundwasserstand beträgt die durchschnittliche Trockentiefe (Flurabstand) im zentralen Bereich des Grundwasserleiters in den nachfolgenden Gebieten (vgl. auch Figur 5):

- Bützberg (inkl. Tannwäldli)	: 12 - 20 m
- Oberhard, Unterhard	: 9 - 12 m
- Langenthal	: 12 - 20 m
- Mumenthal	: 5 - 8 m
- Gebiet westlich Brüel (Grossmatte, Wüestimatte)	: 5 - 10 m
- Brunnmatten	: 1 - 4 m

Bei den Grundwasserspiegelsbewegungen muss im Becken von Langenthal zwischen einem langjährigen Trend und den jahreszeitlichen Fluktuationen unterschieden werden. Im Gebiet zwischen Oberhard und Brunnmatten ist seit mehreren Jahrzehnten ein Absinken des Grundwasserspiegels zu beobachten, das in erster Linie in

Zusammenhang mit einer verminderten Grundwasserneubildung gebracht wird (vgl. LEIBUNDGUT, CH., 1976 und Abschnitt 2.6.).

Ein repräsentatives Bild über die kurzfristigen Grundwasserspiegelschwankungen vermittelt Figur 4b. Die Amplitude übersteigt selten 1 Meter, sofern man von Perioden des Langetenauslasses absieht, d.h. wenn die Langeten-Hochwässer im Gebiet Unterhard teilweise versickert werden (max. 20,0 m³/s). Bemerkenswert ist die z.T. schlechte Korrelation zu den monatlichen Niederschlägen, was auf die Bedeutung anderweitiger Grundwasserneubildungen hinweist (Abschnitt 2.4.5., Figur 4a). Charakteristisch sind die geringen Schwankungen beim Punkt 627.232/20, der sich im Bereich von Grundwasseraufstössen befindet, d.h. der Grundwasserstand wird weitgehend durch die Spiegellage der Oberflächengewässer bestimmt (Brunnbach, Mattenbach, Bergbach).

Durch die Langetenversickerung im Unterhardwald wird der Grundwasserspiegel in diesem Gebiet innert kurzer Zeit sprunghaft angehoben. Bei langandauernder Versickerung können Anstiege bis zu 5 m verzeichnet werden, zudem kann sich die Ueberflutung bis in den Oberhardwald ausbreiten, was einen entsprechenden Grundwasserspiegelanstieg auch in diesem Gebiet verursacht (Figur 5). Trotz dieser starken Anhebung bleibt die Infiltration perkolativ, da ein Flurabstand von mindestens 4 - 5 m erhalten bleibt. Figur 4 veranschaulicht die dynamische, Figur 5 die räumliche Auswirkung auf den Grundwasserspiegel durch den Langetenauslass am 23. November 1972. Während kurzer Zeit kommt es durch den Rückstau zu einer Gradientenumkehr, die sich bis in die Gegend von Bützberg bemerkbar macht. Erstaunlich ist die langsame Reaktion von Piezometer 624.229/11 (Tannwäldli, E Bützberg): Erst ca. 1 Monat nach dem Hochwasserereignis wird der maximale Grundwasserstand erreicht. Wahrscheinlich dürfte die Infiltration der Starkniederschläge im November 1972 dafür mitverantwortlich sein. Am Ganglinienverlauf ist zudem das durch den allseitigen Abfluss verursachte rasche Absinken des Grundwasserspiegels im Versickerungsgebiet nach dem 23. November 1972 bemerkenswert (Figur 4b). Wie der Langetenauslass vom 23./24. November 1973 jedoch zeigt, sind derartige starke Beeinflussungen des Grundwasserspiegels nur bei extremen Hochwasserinfiltrationen zu erwarten.

2.4.4.4. Grundwasseraustritte in den Brunnmatten

Das stromabwärts von Mumenthal und Kaltenherberg austretende Grundwasser wird im Brunn-, Matten- und Bergbach gesammelt (Figur 4a). Das lang- und kurzfristige Abflussregime dieser Bäche wurde durch BINGGELI, V., LEIBUNDGUT, CH. und JENNY, J. (1974) erläutert; die nachstehend zitierten Zahlenwerte (Tabelle 2.2.) wurden dieser Publikation entnommen. Die Abflussganglinien für die Zeit vom Januar 1971 bis Oktober 1973 sind aus Figur 4a ersichtlich.

Der Brunnbach drainiert den südöstlichen Teil der Brunnmatten und den Rand der Roggwiler-Terrasse. Daneben nimmt er einen Teil der Langeten-Abflussspitze, das Ueberwasser von Wässerungen und der ARA Langenthal auf. Letzteres mündet jedoch stromabwärts der Abflussmess-Station ein. Sein grosser Schwankungskoeffizient (Tabelle 2.2.), sowie die bewegte Ganglinie (Figur 4a) weisen auf seine Bedeutung als zeitweilige Oberflächenentwässerungsrinne hin. In niederschlagsfreien Perioden ohne vorangehende Hochwasser und ohne Wiesenwässerung wird der Brunnbach ausschliesslich von Grundwasser gespeisen (Abschnitt 2.6.).

Der mittlere Teil der Brunnmatten wird durch den Mattenbach entwässert, dessen Regime in einem sehr verminderten Mass von Oberflächenzuflüssen abhängig ist (Tabelle 2.2., Figur 4a). Zwischen dem Brunn- und Mattenbach bestehen noch zwei alte Verbindungsgräben, die heute nur noch bei Hochwasser dem letzteren Wasser zuführen dürften. Dagegen wird das Abflussverhalten nachhaltig durch die verschiedenen Schleusen der Brunnenkressenkultur Motzet beeinflusst, die Matten- und Bergbachwasser ineinander überleiten. Der in der Tabelle 2.2. angegebene Schwankungskoeffizient muss dementsprechend relativiert werden. Da in den Brunnmatten selbst nur noch selten und sehr lokal gewässert wird, dürfte der Abfluss des Mattenbaches während niederschlagsarmen Zeiten gänzlich aus Grundwasserinfiltrat bestehen.

Der heute unterhalb des Mumenthaler Weihers austretende Bergbach wird ausschliesslich von Grundwasser gespeisen, ausgenommen wenn bei Starkniederschlägen Hangwasser zufliesst. (Zur Erhaltung des Weihers wird Wasser aus dem Bergbach hineingepumpt). Sein Abflussregime weist keine grossen Extremwerte auf, da es u.a. durch verschiedene Weiher gedämpft wird, dementsprechend liegt auch der Schwankungskoeffizient tief. Die Ganglinie zeigt indessen, dass die gesamten Brunnmatten bis zum Bergbach von der Langetenüberschwemmung Ende November 1972 erfasst wurden. Bei extremem Hochwasser, wenn die Langeten teilweise in den Unterhardwald geleitet wird, können Abfluss-Spitzen von dort bis in den Mumenthaler-Weiher gelangen und diesen zum Ueberlaufen bringen.

Als Folge von Meliorationen, Ueberbauungen, Grundwasserentnahmen und insbesondere abnehmenden Wässerungen sank der Grundwasserstand, und damit der Abfluss, während den letzten Jahrzehnten ständig. Dies hatte zur Folge, dass die "Scharnierstelle" zwischen In- und Exfiltration, die sich ursprünglich südwestlich von Kaltenherberg befand, sich immer mehr stromabwärts verlagerte, was einen verminderten Grundwasserabfluss in den Brunnmatten von etwa 40 - 50 % verursachte (LEIBUNDGUT, CH., 1976). Bei einem heutigen hohen Mittelwasserstand liegt sie unmittelbar nördlich der Strassen- und Bahnbrücke von Kaltenherberg.

Tabelle 2.2.

Abfluss (m^3/s) in den Brunnmatten und der Langeten bei Lotzwil für hydrologisches Jahr 1971-73

Gewässer	min. Q (Tagesmittel)	max. Q (Tagesmittel)	Schwankungs- Koeffizient	mittl. Q (Jahresmittel)
Brunnbach	0,001	9,00	9000	0,098
Mattenbach	0,025	1,16	46	0,086
Bergbach	0,123	1,50	12	0,197
Langeten	0,096	39,00	406	1,744

2.4.5. Einfluss der Wiesenwässerung

Die Hauptvoraussetzungen für eine mit wenig Aufwand erfolgreiche Bewässerung sind:

- flache Talböden,
- genügend Wasserquellen, die leicht umgeleitet werden können,

- nicht allzu schwerdurchlässige Böden,
- einen Mindestflurabstand von einigen Metern.

Dies trifft im Oberaargau u.a. für das Mittlere und Untere Langetental (inkl. Roggwiler Terrasse) weitgehend zu. In diesen Gebieten kann die Bewässerung bis ins frühe Mittelalter zurückverfolgt werden (LEIBUNDGUT, CH., 1976).

Da die Deckschichten und der Humus im Langenthaler-Becken meist gut durchlässig sind (Abschnitt 2.4.6.) und zudem in den direkt darunter liegenden Schottern der Grundwasserspiegel meist tief liegt (Abschnitt 2.4.4.), ist das Retentionsvermögen des Bodens gering und der kapillare Feuchtigkeitsschub unbedeutend. Dies betrifft u.a. in besonderem Masse das Gebiet zwischen Langenthal und Brüel (Grossmatten, Wüestimatten) und der Roggwiler-Terrasse (Gruenholz). Deshalb ist die Langeten umgeleitet worden, um den für die Pflanzenernährung wichtigen Schlamm auf die Felder leiten und bewässern zu können.

In neuerer Zeit fand die Wiesenwässerung vermehrt Beachtung als Element der Grundwasserneubildung. Da die Bewässerungssysteme und die Wässermatten ursprünglich in keiner Weise für derartige Infiltrationszwecke konzipiert waren, liegt ihre Anlage für eine Grundwasseranreicherung nicht immer optimal. Trotzdem scheint ihr Anteil an der Grundwasserneubildung sehr bedeutend zu sein. Für das Gebiet zwischen Lotzwil und Roggwil wurden der Anteil der Wässerungsinfiltration im Mittel auf 0,5 m³/s geschätzt (U 2.12.). Grossflächige Sickerversuche ergaben mittlere Infiltrationsraten von 2 - 6 m³/m²d (Durchschnittswert ca. 2 m³/m²d).

Unverkennbar ist auch die Korrelation zwischen dem vermehrten Auflassen der Wässermatten und dem sinkenden Grundwasserspiegel (LEIBUNDGUT, CH., 1976). Um diesen unerwünschten Trend zu bremsen, sollte in bestimmten Gebieten einem weiteren Rückgang der Wiesenwässerung Einhalt geboten werden, oder das Grundwasser wäre auf andere Weise künstlich anzureichern (U 2.18.).

Folgende langfristige Grundwasserspiegelabsenkungen wurden beobachtet (U 2.16.):

Ort	WEA Dok. Nr.	Periode	Betrag
Fassung Im Hard	625.230/1	1947 - 1973	2,4 m
Fassung Fa. Gerber	626.231/4	ca. 1953 - 1973	1 - 1,5 m
Fassung Fa. Gugelmann	627.232/1	1955 - 1973	1,5 m
Mumenthaler Weiher		1920 - 1968	ca. 2 m

Die Absenkung des Grundwasserspiegels hatte u.a. einen verminderten Quellertrag in den Brunnmatten zur Folge, der auf 40 - 50 % geschätzt wird.

Schwerpunkte der heute noch betriebenen, insgesamt knapp 80 ha umfassenden Wässermatten unterhalb von Lotzwil sind (U 2.16.):

- die vorwiegend rechtsseitigen Wiesen zwischen Lotzwil und Langenthal (Allme);
- das Gebiet zwischen Langenthal und Brüel (Bad-Schwäbedmatte-Wüestimatte-Grossmatte);
- das Gruenholz zwischen Kaltenherberg und Gsteig (Roggwiler-Terrasse).

Traditionsgemäss wird im Frühling (März, April), nach dem Heuet und nach dem Emdet, sowie im Spätherbst/Frühwinter während insgesamt ein bis mehreren Monaten gewässert. Im Bereich der Wässermatten selbst steigt der Grundwasserspiegel um bis zu ca. 2 m an, was die Grundwasserabflussverhältnisse über grössere Gebiete zu beeinflussen vermag (Figur 7). So wurde bei Bewässerungen der Grundwasserspiegel in der Fassung Greiner (626.230/1) deutlich angehoben (U 2.16.). Wie stark die quantitative Beeinflussung der verschiedenen Grundwasserfassungen durch die gegenwärtige Wiesenwässerung ist, bedarf noch der Abklärung.

Aus siedlungswasserwirtschaftlichen Gründen könnte auf verschiedene Teile der heute in Stand gehaltenen Wässermatten verzichtet werden, da sie bezüglich der Grundwasseranreicherung und -entnahme an ungeeigneten Stellen liegen. Dagegen wäre eine Reaktivierung anderer wünschenswert. Eine Detailabklärung dieser Fragen übersteigt jedoch den Rahmen der vorliegenden Untersuchungen.

2.4.6. Deckschichten

Die jüngsten oberflächennahen, feinkörnigen Ablagerungen sind im vorliegenden Teilgebiet bezüglich ihrer Mächtigkeit und Durchlässigkeit verschieden ausgebildet; dementsprechend stellen sie einen wechselnden Verunreinigungsschutz für das Grundwasser dar und haben einen unterschiedlichen Einfluss auf die Grundwasserneubildung. Unter einer praktisch durchgehenden Humusschicht von meist 0,15 - 0,40 m Mächtigkeit werden die Deckschichten hauptsächlich in folgender Ausbildung angetroffen:

- Eingangs Bleienbachtal: 1 m siltiger Sand mit etwas Kies. Die Angabe basiert nur auf einem, wahrscheinlich aber repräsentativen Aufschluss. (625.227/3, AEBERHARD, F., 1927).
- Langetental (südlich Bahnhof Langenthal): 1,1 m leicht siltiger Sand und etwas Kies. Es liegt nur eine zuverlässige Sondierung in diesem Gebiet vor. (626.227/14, U 4.11.). Wahrscheinlich dürften sich diese Seeablagerungen oder Ueberschwemmungssedimente, die im Gebiet von Lotzwil weitverbreitet sind (Abschnitt 4.4.4.4., Teilgebiet Mittleres Langenthal), auch in der Gegend von Langenthal-Süd ausdehnen. Jedenfalls deuten verschiedene Sondierungen in Langenthal (z.B. 626.229/19, Bezirksspital) auf bis zu mehrere Meter mächtige, entsprechende Ablagerungen hin.
- Im Hard und Langenthal (ausgenommen Langenthal-Süd): 0,8 - 2 m, stellenweise bis 4,5 m siltige Sande mit etwas Feinkies. Eine Ausnahme scheint im Bereich der Firma Gugelmann (626.229/1-11, U 2.2.) vorzuliegen, indem dort ca. 1,5 - 4 m mächtige Lehme mit Geröllen vorherrschen. An verschiedenen Stellen wurde in diesem stark überbauten Gebiet die Deckschicht ganz oder teilweise weggeräumt und teilweise durch sehr verschiedenartiges Aufschüttmaterial ersetzt.
- Bützberg (inkl. Tannwäldli und Wolfhusen): Die Deckschichten sind in diesem Gebiet sehr unterschiedlich ausgebildet. Im Gebiet Wolfhusen herrschen ähnlich wie in den vorangehenden Gebieten 2 - 4 m mächtige Silte und Sande vor, die häufig wechsellagern und nur stellenweise etwas Kies führen. Sie stellen offenbar den Westrand der Seeablagerungen oder Ueberschwemmungssedimente dar. Im Tannwäldli sind nach einer auffallend dünnen Humusdecke (im allgemeinen < 0,15 cm) erdige, tonige oder stark siltige Kiese bis zu 3 m Mächtigkeit vorherrschend. Stellenweise können sie tonige Lagen aufweisen und bis zu 10 m mächtig sein (624.229/2). Andererseits kann die Deckschicht fehlen

und der Kiessand reicht bis zum Waldboden (624.229/50).

- Oberhard, Unterhard: In den zahlreichen Bohrungen und Schächten wurde mit wenigen Ausnahmen eine sandig-siltige Deckschicht angetroffen, die im Oberhard meist 0,6 - 1,5 m und im Unterhard 0,8 - 2,5 m mächtig ist. In zwei Bohrungen reichte der Kiessand im Oberhard bis zum Waldboden (z.B. 625.230/15), d.h. die Deckschicht fehlte vollständig. An einigen Stellen ist die siltig-sandige Schicht im Unterhard nur 0,4 m mächtig ausgebildet. Die Humusschicht variiert zwischen 0,1 und 0,7 m Mächtigkeit, häufig beträgt sie < 0,2 m.
- Gebiet nordöstlich Langenthal: 1,5 - 2,0 m siltiger Feinsand bis sandiger Silt, stellenweise mit etwas Kies. Die Mächtigkeit der Humusdecke schwankt etwa zwischen 0,1 und 0,8 m.
- Mumenthal - Brunnmatten: Der Versuchsbrunnen nordöstlich Mumenthal (626.232/2, U 2.11.) zeigt folgendes Bodenprofil: 0,75 m Humus, 1,25 m Silt-Sand mit Humus etwas Kies und Steinen, 1,2 m Sand mit wenig Kies. Weitere Bohrprotokolle aus dem Gebiet von Mumenthal liegen nicht vor. Dasselbe gilt für eine Serie von Sondierungen entlang der Bahnlinie in den Brunnmatten (627.232/10-13). Dagegen kann aus Handsondierungen in demselben Gebiet am Fuss der Roggwiler-Terrasse entnommen werden, dass eine Deckschicht nur teilweise existiert, bestenfalls etwa 1 m mächtig ist und vorwiegend aus Humus besteht (U 3.4.).

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass ausgesprochen geringdurchlässige Deckschichten im zentralen Bereich des Langenthaler-Beckens selten vorkommen. Dementsprechend dürfte auch der Humus im allgemeinen eher sandig, schwach lehmig ausgebildet sein. Es liegen somit günstige Voraussetzungen für die Versickerung der Niederschläge und Oberflächenwässer vor. Daher können auch grosse Infiltrationsleistungen erzielt werden (Abschnitt 2.6.). Sickerversuche im Unterhardwald ergaben für die Deckschichten beachtlich hohe $\pm$ vertikale k-Werte von 0,1 bis $2 \cdot 10^{-4}$ m/s mit einem Mittelwert von $0,6 \cdot 10^{-4}$ m/s (U 2.7.). Einige Sickerversuche im Oberhardwald erbrachten $\pm$ vertikale Durchlässigkeitsbeiwerte von $1,2 \cdot 10^{-5}$ m/s für die Deckschicht und ca. $3 \cdot 10^{-4}$ m/s für die darunter liegenden ungesättigten Schotter (U 2.15.).

Im peripheren Bereich des Grundwasserleiters sind tonig-lehmige Einschwemmungen aus der Molasse oder Moräne wahrscheinlich. In diesen Schichten kann im allgemeinen mit weniger durchlässigen und mächtigeren Deckschichten gerechnet werden.

Infolge der nur schwach bindigen Deckschichten ist das Langenthaler Grundwasservorkommen im allgemeinen vor infiltrierenden Verunreinigungen, trotz der teilweise sehr grossen Trockentiefe und den sandig-siltigen Einschaltungen im Kieskörper, eher schlecht geschützt.

2.5. GRUNDWASSERQUALITÄT

Die Analysenwerte der Probeentnahmekampagne 1972/73 sind in der Tabelle 2.3. dargestellt. Daraus ist u.a. ersichtlich, dass der Schwankungsbereich der Komponenten innerhalb der einzelnen Gebiete (z.B. Unterhard) meist von derselben Grössenordnung ist, wie zwischen den Gebieten selbst.

Tabelle 2.3.

Chemische und bakteriologische Grundwasseranalysen, Kampagne 1972/73

Gebiet	WEA Dok.Nr.	Koordinaten	Entnahmestelle, Ort	Gesamthärte französische Febr.72 Sept.72 Jan.73			Karbonathärte Härtegrade Febr.72 Sept.72 Jan.73		
LANGENTHAL									
Bützberg	623.229/1	623.600/229.055	Fassung Winkelacker, WV Thunstetten	29,4	30,7	30,0	25,5	26,1	25,7
	624.229/1	624.650/229.680	Versuchsbrunnen Tannwäldli, WV Thunstetten	29,5	31,2	30,3	26,1	26,6	26,5
Oberhard	624.230/15	624.995/230.045	Piezometer Oberhard		29,3			25,8	
	624.230/14	624.970/230.350	Piezometer Oberhard		35,5	32,7		31,5	29,3
	624.230/13	624.860/230.470	Piezometer Oberhard		32,8	30,0		28,2	26,4
	625.230/15	625.140/230.805	Piezometer Oberhard		31,3	28,1		27,4	25,3
	625.230/1	625.480/230.360	Fassung Hard, WV Langenthal	31,6	32,7	33,3	28,4	28,5	28,8
Unterhard	625.231/1	625.610/231.225	Fassung Unterhard, WV Aarwangen	31,7	33,2	27,3	28,0	28,8	23,9
	625.231/11	625.715/231.275	Piezometer Unterhard		31,1	26,2		27,2	22,9
	625.231/13	625.940/231.255	Piezometer Unterhard		32,7	33,2		27,8	27,8
	625.231/15	625.970/231.000	Piezometer Unterhard		32,2	35,3		27,1	30,1
	626.231/5	626.140/231.250	Piezometer Unterhard	30,7	30,6	33,9	27,5	26,5	29,4
Langenthal N	625.229/15	625.670/229.620	Piezometer Langenthal		38,6	34,6		34,5	30,4
	625.230/18	625.990/230.015	Piezometer Langenthal		30,2	32,0		26,6	28,6
	626.230/1	626.270/230.770	Fassung Greiner	29,5	30,6	32,5	26,6	26,6	28,2
Mumenthal	626.231/1	626.810/231.440	Fassung ARA	27,0	30,2	34,0	24,1	27,0	29,1
	626.231/4	626.840/231.850	Fassung Gerber	28,7	30,3	33,2	25,9	26,7	28,0
	626.232/1	626.400/232.345	Fassung Meier, WV Wynau	30,9	32,8	29,8	27,5	28,6	25,6
	627.231/2	627.130/231.910	Piezometer Kaltenherberg	25,9	30,0	32,3	22,8	26,6	27,4
Bleienbachtal	625.227/3	625.625/227.765	alte Fassung Im Dennli, WV Langenthal	29,4	29,7	24,4	26,2	23,8	11,3
ROGGWILER TERRASSE									
	627.232/1	627.630/232.775	Fassung Brunnmatten, Fa. Gugelmann	27,4	30,8	30,9	24,4	27,6	26,5
	627.232/5	627.950/232.720	Fassung Gruenholz, Fa. Gugelmann	27,2	29,3	29,9	24,4	26,1	25,8
	627.232/4	627.840/232.860	Piezometer Gruenholz	28,7	25,8	29,6	25,7	22,6	25,6
	628.233/11	628.680/233.280	Piezometer Mange	26,5	28,4	27,7	23,6	25,6	24,6
	628.233/13	628.750/233.220	neue Quelle Mange	26,6	28,3	28,6	23,7	26,1	25,4
		Chloride mg Cl ⁻ /l Febr.72 Sept.72 Jan.73	Sulfate mg SO ₄ ⁻ /l Febr.72 Sept.72 Jan.73	Nitrate mg NO ₃ ⁻ /l Febr.72 Sept.72 Jan.73			Oxydierbarkeit mg KMnO ₄ /l Febr.72 Sept.72 Jan.73		
LANGENTHAL									
Bützberg	623.229/1	13,2 12,6 11,8	11 12 13	30 28 31	2,2 2,0 2,1	0,005 0,006 <0,005			
	624.229/1	10,3 10,6 10,6	11 16 16	25 27 27	2,4 1,6 2,1	0,005 <0,005 <0,005			
Oberhard	624.230/15	10,2	12	18	3,8	<0,005			
	624.230/14	13,5 10,2	16 16	31 27	3,8 2,4	<0,005 <0,005			
	624.230/13	10,3 10,1	14 15	27 27	1,8 2,0	<0,005 <0,005			
	625.230/15	10,4 8,2	14 14	27 25	2,4 4,7	0,007 0,01			
	625.230/1	12,3 12,3 12,9	18 24 24	17 18 22	2,8 2,1 1,8	<0,005 <0,005 <0,005			
Unterhard	625.231/1	11,6 10,9 8,7	14 16 14	28 28 22	2,0 2,1 2,2	0,009 <0,005 <0,005			
	625.231/11	10,6 8,3	9 14	25 21	1,8 3,0	<0,005 0,008			
	625.231/13	13,7 13,6	16 30	21 24	1,8 2,6	0,033 0,04			
	625.231/15	13,2 13,8	17 29	24 24	3,6 2,6	0,006 <0,005			
	626.231/5	10,8 12,9 13,6	13 17 21	20 23 24	1,9 1,6 2,7	<0,005 0,018 <0,005			
Langenthal N	625.229/15	12,8 12,7	23 24	20 20	1,9 2,2	<0,005 <0,005			
	625.230/18	12,5 12,9	14 18	22 21	3,7 2,6	<0,005 <0,005			
	626.230/1	13,2 14,7 17,5	13 17 29	19 23 29	2,8 2,1 2,7	<0,005 <0,005 <0,005			
Mumenthal	626.231/1	11,7 12,8 17,4	11 16 19	19 21 27	3,0 2,2 2,5	<0,005 <0,005 <0,005			
	626.231/4	11,7 13,9 14,9	11 15 24	19 22 25	2,8 2,2 2,2	<0,005 <0,005 <0,005			
	626.232/1	11,0 12,2 9,4	14 18 16	22 23 22	1,7 4,8 2,5	<0,005 <0,005 <0,005			
	627.231/2	13,5 11,9 14,7	10 14 17	22 19 26	3,5 2,2 2,8	0,06 <0,005 <0,005			
Bleienbachtal	625.227/3	10,9 23,6 40,7	16 13 10	18 30 71	7,9 5,9 8,6	0,02 0,03 0,03			
ROGGWILER TERRASSE									
	627.232/1	12,6 11,9 14,0	11 12 17	21 17 27	2,0 2,9 2,4	<0,005 <0,005 <0,005			
	627.232/5	11,9 10,5 5,1	11 13 16	21 22 26	2,2 2,8 2,5	<0,005 <0,005 <0,005			
	627.232/4	11,6 12,8 13,6	21 11 17	21 17 26	2,2 2,9 2,5	<0,005 <0,005 <0,005			
	628.233/11	11,5 11,3 10,4	11 13 13	22 19 21	2,6 2,4 2,7	<0,005 <0,005 <0,005			
	628.233/13	12,8 10,5 11,0	11 11 13	22 19 21	3,2 2,1 2,7	<0,005 <0,005 <0,005			

Gebiet	WEA Dok.Nr.	Ammoniak direkt mg NH ₃ /l			Eisen mg Fe/l			Mangan mg Mn/l			Sauerstoff mg O ₂ /l			Sauerstoffsättigung %		
		Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73
LANGENTHAL																
Bützberg	623.229/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	10,3	9,4	9,8	94	91	95
	624.229/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	0,015	<0,001	neg.	neg.	neg.	9,4	9,5	10,2	91	92	99
Oberhard	624.230/15		neg.			<0,001			neg.			10,3			98	
	624.230/14		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		9,3	10,2		89	98
	624.230/13		neg.	neg.		<0,001	0,007		neg.	neg.		9,8	10,6		92	102
	625.230/15		neg.	0,05		<0,001	<u>1,4</u>		neg.	neg.		10,0			94	
	625.230/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	<u>5,7</u>	6,1	7,0	<u>54</u>	60	65
Unterhard	625.231/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	9,6	9,6	10,4	93	91	98
	625.231/11		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		13,0	11,7		130	112
	625.231/13		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		8,0	9,0		80	86
	625.231/15		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		8,4	8,2		82	80
	626.231/5	neg.	neg.	neg.	0,02	<0,001	0,009	neg.	neg.	neg.	7,8	8,5	7,8	78	84	76
Langenthal N	625.229/15		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		<u>3,8</u>	6,4		<u>38</u>	62
	625.230/18		neg.	neg.		<0,001	<0,001		neg.	neg.		7,0	6,0		70	<u>59</u>
	626.230/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	8,4	8,3	8,3	84	85	83
Mumenthal	626.231/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	0,006	neg.	neg.	neg.	8,4	10,0	8,1	82	105	81
	626.231/4	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	8,7	8,8	8,4	86	88	72
	626.232/1	neg.	neg.	neg.	0,007	<u>0,278</u>	0,018	neg.	neg.	neg.	8,2	<u>5,4</u>	7,5	82	<u>53</u>	75
	627.231/2	0,03	neg.	neg.	<0,001	0,013	0,039	neg.	neg.	neg.	13,3	8,1	8,3	129	79	79
Bleienbachtal	625.227/3	0,02	0,02	<u>0,1</u>	0,009	<0,001	<u>2,8</u>	pos.	neg.	neg.	<u>0,8</u>	<u>3,1</u>		<u>8</u>	<u>30</u>	
ROGGWILER TERRASSE																
	627.232/1	neg.	neg.	neg.	<0,001	<0,001	0,03	neg.	neg.	neg.	9,6	8,1	8,1	96	80	75
	627.232/5	neg.	neg.	neg.	<0,001	0,065	<u>0,16</u>	neg.	neg.	neg.	6,2	<u>5,3</u>	8,9	61	<u>53</u>	87
	627.232/4	neg.	neg.	neg.	<0,001	0,02	0,04	neg.	neg.	neg.	8,9	8,2	9,3	85	84	90
	628.233/11	neg.	neg.	neg.			<0,001		neg.							
	628.233/13	neg.	neg.	neg.			<0,001		neg.							
TRÜBUNG																
		Triübung mg SiO ₂ /l			Temperatur °C			Gesamtkeimzahl ml			Coliforme Keime 100 ml			Uebrige Keime 100 ml		
		Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73
LANGENTHAL																
Bützberg	623.229/1	0,2	0,1	0,1	7,0	10,1	9,3	10	15	17	0	0	0	1	0	0
	624.229/1	0,6	0,5	0,3	9,6	10,1	9,6	<u>500</u>	70	45	0	0	0	0	0	0
Oberhard	624.230/15		<u>45,0</u>			9,3			<u>unz.</u>			0			0	
	624.230/14		<u>14,0</u>	<u>25,0</u>		9,3	9,0		<u>500</u>			<u>2</u>			5	
	624.230/13		1,0	<u>2,6</u>		9,2	9,0		<u>200</u>			0			0	
	625.230/15		<u>33,0</u>	<u>200</u>		8,8	8,7		<u>unz.</u>			0			1	
	625.230/1	0,02	0,1	0,1	8,6	11,0	7,3	3	40	1	0	0	0	0	0	0
Unterhard	625.231/1	0,7	0,2	0,8	9,7	9,3	8,8	18	50	45	0	0	0	0	52	2
	625.231/11		<u>19,0</u>	<u>31,0</u>		10,2	9,0		<u>unz.</u>	<u>unz.</u>		0	0		7	8
	625.231/13		<u>21,0</u>	<u>12,1</u>		11,4	9,0		<u>400</u>	<u>470</u>		0	0		5	2
	625.231/15		<u>25,0</u>	<u>33,0</u>		10,1	9,5		<u>280</u>			0			0	
	626.231/5	1,5	<u>4,3</u>	0,6	10,7	10,7	10,0	<u>560</u>	<u>unz.</u>		0	0		2	9	
Langenthal N	625.229/15		<u>47,0</u>	<u>35,0</u>		11,3	10,5		<u>unz.</u>	<u>320</u>		0	0		10	5
	625.230/18		<u>3,4</u>	<u>13,3</u>		11,2	10,0		<u>unz.</u>	<u>440</u>		0	0		6	0
	626.230/1	0,2	0,1	<u>10,5</u>	11,0	<u>12,2</u>	10,5	<u>130</u>	<u>340</u>		0	0		0	0	
Mumenthal	626.231/1	0,2	0,1	0,5	9,8	<u>13,6</u>	<u>12,5</u>	80	35		0	0		0	1	
	626.231/4	0,2	0,08	0,1	10,2	11,3	4,3	1	6	60	0	0	0	0	0	0
	626.232/1	0,3	<u>12,5</u>	0,7	10,8	10,3	10,3	<u>480</u>	<u>250</u>	<u>440</u>	0	0	0	0	20	4
	627.231/2	<u>5,9</u>	0,5	1,6	9,5	10,3	8,8	<u>360</u>	<u>280</u>		0	0		6	10	
Bleienbachtal	625.227/3	<u>13,5</u>	2,0	<u>29,0</u>	10,7	10,4	8,5	<u>520</u>	<u>280</u>		<u>1</u>	0		4	9	
ROGGWILER TERRASSE																
	627.232/1	0,2	0,3	0,8	10,7	10,6	7,7	<u>200</u>	85	<u>400</u>	0	0	<u>1</u>	0	14	3
	627.232/5	0,1	1,9	<u>4,6</u>	10,0	11,3	10,0	<u>140</u>	<u>170</u>	<u>unz.</u>	0	0	0	2	1	0
	627.232/4	0,1	0,5	1,3	8,9	<u>12,4</u>	9,6	<u>130</u>	<u>320</u>	52	0	0	0	0	95	0
	628.233/11	0,3	0,1	0,1	10,4	10,5	9,6	78	16	1	0	0	0	0	0	0
	628.233/13	0,9	0,1	0,1	10,4	10,4	9,5	30	12	5	0	0	0	0	0	0

1 Werte: Richt- und Grenzwerte für Trinkwasser über- oder unterschritten (Schweiz. Lebensmittelbuch 1972)

300 id für Erfahrungswerte

Teilweise ist zudem eine grössere jahreszeitliche als ortsgebundene Schwankung festzustellen. Aufgrund der vorliegenden Resultate kann somit auf eine ziemlich gleichförmige Grundwassermineralisation im zentralen Langenthalerbecken geschlossen werden. Einzelne Probeentnahmestellen zeigen indessen stärkere zivilisatorische Einflüsse als andere, die jedoch stark zeitlich abhängig sind (z.B. Sulfatgehalt Fassung Hard und Fassung Greiner). Als nicht repräsentativ sind die Analysenwerte der alten, stillgelegten und offensichtlich verunreinigten Fassung "Im Dennli" zu betrachten. Jedenfalls dürfen daraus keine hydrogeologischen Schlussfolgerungen gezogen werden.

Der Grundwasserchemismus ist praktisch derselbe wie im mittleren Langetental (vgl. Fassung WV Lotzwil, Abschnitt 4.5.). Gegenüber dem Becken von Herzogenbuchsee (Abschnitt 5.5., Teilgebiet Oenztal) sind im allgemeinen etwas kleinere Härten und etwas verminderte Chlorid- und Nitrat-Konzentrationen (Fassung Bifang, Herzogenbuchsee) festzustellen. Erwähnenswert ist die z.T. ähnliche Mineralisation des Quellwassers bei Graben (Teilgebiet Oenztal) und des Grundwassers bei Bützberg. Es liegen jedoch zu wenig Resultate vor, um daraus eine mögliche hydraulische Verbindung mit dem Oenztal untermauern zu können.

Tabelle 2.4.

Neuere chemische Grundwasseranalysen (1975-80)

Fassungsanlage	Datum	Turbidität mg SiO ₂ /l	Nitrat NO ₃ ⁻ mg/l	Chlorid Cl ⁻ mg/l	Sulfat SO ₄ ⁻ mg/l	Oxydierbarkeit mg KMnO ₄ /l	O ₂ -Sättigung %	Eisen mg/l	Mangan mg/l	Gesamthärte franz.H°	Karbonathärte franz.H°
<u>Langenthal</u>											
PW Winkelacker	26.06.79	0,2	33	12,5	17	1,3		<0,005	neg.	31,7	27,5
PW Tannwäldli	26.06.79	0,2	31	13,3	17	1,6		<0,005		32,6	28,1
PW Hard I	14.03.78	0,4	22	13,5	29	1,2		<0,005	<0,05	33,3	28,5
PW Hard I	28.09.78	0,2	24	14,7	26	1,6		<0,005	<0,05	33,4	28,4
PW Hard II	28.09.78	2,3	26	13,5	19	1,5	86	<0,005	<0,05	32,1	27,2
PW Hard II	02.05.79	0,9	26	14,4	19	1,9	92	<0,005		33,5	28,5
PW Hard III	29.08.78	0,3	31	13,0	22	1,3	92	<0,005	<0,05	34,5	28,9
PW Hard III	13.02.80	0,2	23	13,8	18	1,9	67	<0,005		33,7	28,4
PW Unterhard	15.02.77	0,2	22	11,5	24	2,5		<0,005	<0,05	27,5	24,0
PW Unterhard	10.09.79	0,2	22	15,5	26	1,6		<0,005	<0,05	33,4	29,0
PW Gerber	15.02.77	0,4	30	17,9	29	2,0		<0,005	<0,05	32,2	27,1
PW Gerber	08.08.78	0,2	26	17,2	21	1,9		<0,005		29,5	25,3
PW Weier	19.04.78	1,9	31	14,3	41	2,2		0,024	<0,05	33,1	28,0
PW Weier	20.11.78	0,2	28	13,5	23	1,6		<0,005		33,5	29,0
<u>Roggwiler Terrasse</u>											
alte Quelle Mange	01.09.75	0,2	34	14,1	23	1,6		<0,005		33,5	29,1
alte Quelle Mange	28.03.79	0,2	31	14,5	20	1,0		<0,005		35,6	30,5
neue Quelle Mange	30.10.78	0,1	21	11,0	15	1,6		<0,005		30,6	26,4
neue Quelle Mange	28.03.79	0,3	25	11,2	15	1,3		<0,005		34,0	29,5

Wie die Tabelle 2.4. zeigt, hat sich der Grundwasserchemismus in den periodisch untersuchten Fassungen in den letzten Jahren kaum signifikant verändert. Indessen beginnt sich bei einigen Fassungen doch ein leicht zunehmender Trend an zivilisatorisch bedingten Einflüssen abzuzeichnen. Erwähnenswert sind der ansteigende Sulfatgehalt in den Pumpwerken Unterhard (WV Aarwangen) und Weier (WV Wynau) und der zunehmende Gehalt an Nitrat in letzterer Fassung und im Pumpwerk Gerber (627.231/4).

Unter normalen Voraussetzungen, d.h. ausgenommen bei Langeten-Hochwasserver-sickerungen, genügen alle in den Pumpwerken erhobenen Grundwasserproben den

Qualitätsanforderungen des schweizerischen Lebensmittelbuches 1972 (alte Fassung Im Dennli ausgenommen). Es muss jedoch bemängelt werden, dass bei einigen Fassungen vereinzelt ein etwas zu hohes Keimwachstum nachgewiesen wurde, was jedoch auch mit der Probeerhebung in Zusammenhang stehen könnte. Indikatoren fäkalischer Verunreinigung (Ammoniak, Nitrit, coliforme Keime) konnten aber nicht nachgewiesen werden.

Anschliessend an das Hochwasser vom 29./30. August 1975, bei dem die Langeten im Unterhardwald zur Versickerung gebracht wurde, fand eine intensive Probeerhebung im Pumpwerk Aarwangen statt, dessen Wasser infolge der intensiven Verunreinigung durch den Fluss für eine bestimmte Zeit nicht mehr ins Leitungsnetz gefördert werden konnte. Tabelle 2.5. illustriert folgende hauptsächlichsten Qualitätsveränderungen:

- das rasche Durchbrechen des Oberflächenwassers und die damit verbundene bakteriologische Verunreinigung des Grundwassers (u.a. fäkalisch);
- die schwankende, aber kontinuierliche Abnahme der Keimzahlen nach einer Woche durch verschiedene Eliminationsvorgänge;
- der Eintrag von Kohlenwasserstoffen;
- die langsam zunehmende und anhaltende Mineralisierung des Grundwassers, die durch das Ueberfluten und Abschwemmen grosser Bodenoberflächen, sowie durch die weiträumige Versickerung bedingt ist (Düngemittel, Salze und Chemikalien werden damit in erhöhtem Mass eingetragen).

Tabelle 2.5.

Qualitätsveränderung des Grundwassers im Pumpwerk Aarwangen und Einleitung der Langeten am 29./30. August 1975 in den Unterhardwald

Datum	Trübung mg SiO ₂ /l	Gesamt- härte franz.H°	Karbonat- härte franz.H°	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	Ox mg KMnO ₄ /l	NO ₂ ⁻ mg/l	NH ₃ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Phos- phate mg/l	Kohlen- wasser- stoffe mg/l	Degu- station Oel	KZ 1)	CO 2)	UeK 3)
1.9.75	0,2	26,9	23,9	9,5	25	18	2,5	0,020	<0,05	<0,005	<0,1	0,08	0,08		600/ 580	1/ 2	350/ 320
2.9.75														neg.	2000	0	80
5.9.75	0,2	28,6	25,4	10,4	24	20	1,9	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1		0,03	neg.	1200	0	70
8.9.75															460	0	5
9.9.75	0,5	30,1	26,2	11,5	32	21	2,4	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1		0,03		500	0	7
10.9.75	0,3	29,7	25,8	10,8	30	22	2,2	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	350	0	11
11.9.75	0,65	30,9	26,1	11,6	40	23	2,0	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	95	0	45
12.9.75	0,22	30,7	26,2	11,3	40	22	1,9	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	350	0	4
15.9.75	0,1	31,6	26,6	11,2	43	27	2,2	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	86	0	5
16.9.75	0,5	31,8	26,7	11,4	42	26	2,1	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	90	0	0
18.9.75	0,18	32,3	27,3	12,1	41	23	2,1	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	24	0	4
23.9.75	0,14	31,4	26,6	11,9	37	23	2,4	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	21	0	6
30.9.75	0,18	33,0	27,8	13,3	40	25	1,9	<0,005	<0,05	<0,005	<0,1			neg.	20	0	0

Anmerkungen:

350 Werte: Richt- und Grenzwerte für Trinkwasser über- oder unterschritten (Schweiz. Lebensmittelbuch 1972)

320 id für Erfahrungswerte

1) Gesamtkeimzahl 2) Coliforme Keime 3) Uebrig Keime

Wasserproben, die während und nach einem künstlichen Grundwasseranreicherungsversuch im Dezember 1976 im Pumpwerk Aarwangen erhoben wurden, zeigten einen ähnlichen zeitlichen Verlauf der Gesamtkeimzahl-Konzentration.

Da sich der Grundwasserchemismus infolge der Langetenversickerung in einem tolerierbaren Mass ändert (der Nitritgehalt erreicht offenbar nur kurzfristig den Schwellenwert von 0,02 mg des schweizerischen Lebensmittelbuches 1972), würde eine temporäre Chlorierung des Trinkwassers bis auf Weiteres genügen. Für die Pumpwerke Hard scheinen keine entsprechende Gefährdung zu bestehen; jedenfalls gaben die nach dem Hochwasser vom 29./30. August 1975 erhobenen Proben in der Fassung Hard I zu keinen Befürchtungen Anlass.

2.6. GRUNDWASSERBILANZIERUNG

2.6.1. Allgemeines

Als Grundlage für die im anschliessenden Abschnitt zu behandelnden siedlungswasserwirtschaftlichen Fragen muss für das Teilgebiet eine Grundwasserbilanz aufgestellt und diskutiert werden. Ausgehend von der hydrologischen Bilanzgleichung

$$N = A_o + A_u + V \pm R,$$

N : Niederschlag

A_o : Oberflächenabfluss

A_u : Grundwasserabfluss

V : Verdunstung

R : Retention

könnte der Grundwasserabfluss direkt ermittelt werden. Da aber im allgemeinen A_u verglichen mit den übrigen Parametern eher klein ist, diese jedoch z.T. nur ungenau bestimmt werden können, ist der auf diese Weise ermittelte Grundwasserabfluss meist nur in der Grössenordnung richtig. Da das Teilgebiet Langenthal zudem an verschiedenen Stellen nicht durch Oberflächenwasserscheiden begrenzt wird (u.a. Grenze zur Roggwiler Terrasse) und eine rege Wechselbeziehung zwischen Oberflächen- und Grundwasser herrscht, haften dieser konventionellen Methode im vorliegenden Fall viele Unsicherheiten an.

Sofern die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters genügend bekannt sind, wird der Grundwasserabfluss am besten mit Bilanzierungsprofilen ermittelt, wobei nach Möglichkeit auch die Oberflächenabflussverhältnisse überprüft werden sollten, sofern die Abflüsse nicht zu gross und zuverlässige Abflussmess-Stationen vorhanden sind. Obwohl namentlich der Durchlässigkeitsbeiwert im Langenthaler Becken für bestimmte Gebiete extrapoliert werden muss, drängt sich diese Methode infolge der hydrogeologischen Verhältnisse in den Brunnmatten und des zur Verfügung stehenden Messstellen Netzes auf.

2.6.2. Grundwasserabflussmenge

Der überwiegende Teil des Grundwasserstromes aus dem Langenthaler Becken

stösst, wie mehrfach erwähnt (vgl. Abschnitt 2.4.4.4.) in den Brunnmatten auf und wird durch den Brunn-, Matten- und Bergbach abgeleitet. Diese weisen im Bereich ihres Zusammenflusses je eine Messstation auf, die seit über zehn Jahren in Betrieb sind. Abgesehen vom geringen, den Schotter durchfliessenden restlichen Grundwasserabfluss kann die Grundwassermenge somit verhältnismässig genau bestimmt werden. Für die nachfolgenden Berechnungen nehmen wir für die gemessenen Oberflächenwasserabflüsse vorsichtigerweise eine Genauigkeit von $\pm 10\%$ an (obwohl sie vermutlich besser ist) und für das Grundwasser eine solche von $\pm 50\%$.

Der Abflussquerschnitt des Grundwasserleiters F im Bereich der Messstationen beträgt bei approximativem Mittelwasserstand zwischen Brunnbach (Fuss Roggwiler Terrasse) und nordwestlicher Grenze des Aquifers (Höchi) ca. 560 m². Einige 1943 ausgeführte Absenkungsversuche (Fa. T.B. Zürich, Brief 8.1.1944, WEA Dok. Nr. 627.232/10-13) in den Sondierbohrungen 627.232/10 bis 13 (Durchmesser 400 mm) ergaben approximative Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 0,7 und 1,8 · 10⁻³ m/s. Für die Bilanzierung wird ein durchschnittlicher Wert von $k = 1,2 \cdot 10^{-3}$ m/s angenommen. Der mittlere hydraulische Gradient, i , beträgt ca. 15 · 10⁻³. Somit ergibt sich in diesem Grundwasserleiterquerschnitt ein approximativer Abfluss von

$$Q_{Au(u)} = F \cdot k \cdot i \sim \underline{10 \text{ l/s} \pm 50 \%}$$

Von weitaus grösserer Bedeutung ist jedoch das aus zahlreichen Grundwassertaufstössen stammende, im Brunn-, Matten- und Bergbach gesammelte Wasser. Um die Grösse des Grundwasseranteils ermitteln zu können, wurde zunächst das Abflussverhalten der Brunnmatten-Bäche (vgl. Abschnitt 2.4.4.4.) bezüglich der Grundwasserspiegellage überprüft. Um irgendwelche Oberflächenwasserzuflüsse auszuschalten, wurden Beobachtungsperioden gewählt, die folgenden Kriterien zu genügen hatten:

- kein Niederschlag während der Beobachtungsperioden und den 2 vorangehenden Tagen,
- keine Schneeschmelze,
- Abstand zum vorangehenden Hochwasser > 15 Tage,
- keine Wiesenwässerung.

Da die Wiesenwässerung sehr witterungsabhängig ist (z.B. Heuet), wurde aus Sicherheitsgründen nur der Zeitraum zwischen dem 1. September und 15. November in Betracht gezogen. Häufig standen nur Grundwasserspiegel-Messreihen von beschränkter Dauer, meist 1-3 Jahre, und von unterschiedlichen Beobachtungsperioden zur Verfügung, so dass die Auswahl an repräsentativen Stationen zu Korrelationszwecken gering war.

Eingangs der Brunnmatten, unabhängig von direkten Einflüssen der Langeten (ausgenommen bei Hochwasser) und den Wiesenwässerungen, bot sich das südwestlich des Mumenthaler-Weiher liegende Beobachtungsrohr 626.232/2 (G 263) an. Als zweite Grundwasserspiegel-Messstelle wurde das Piezometer 626.232/32 (G 207) zwischen Kaltenherberg und Weibelacher, am Rand der Roggwiler Terrasse, ca. 150 m vom Brunnbach entfernt gewählt. Dieses liegt im unmittelbaren Wässerungsbereich und reagiert auf Infiltrationen der Langeten bei erhöhtem Abfluss. Die Abfluss-Messstationen der Brunnmattenbäche liegen 1,2 - 1,4 km vom

ersten und 0,6 - 0,8 km vom zweiten Beobachtungsrohr entfernt.

Aus Figur 6 ist eine befriedigende Korrelation zwischen dem Abfluss und den Grundwasserspiegelständen ersichtlich. Die grössere Streubandbreite bei G 263 ist weitgehend auf die grosse Distanz zu den Abfluss-Messstellen und den dazwischengeschalteten Weihern (Aufenthaltsdauer, Dämpfung) zurückzuführen.

Die angegebenen Mittelwasserstände beziehen sich auf die gesamten Beobachtungsjahre (1971-76) und nicht auf die ausgewählten Beobachtungsperioden. Bezüglich der mit ihnen korrespondierenden Abflusswerte ist eine grosse Diskrepanz festzustellen, ca. 420 l/s bei G 263 und ca. 620 l/s bei G 207. Dies veranschaulicht deutlich die erwähnten Einflüsse der Wässerung und Langeteninfiltration bei G 207, die den dortigen jährlichen Mittelwasserstand stark erhöhen.

Der mittlere, gesamte Jahresabfluss beträgt 462 l/s, da dieser auch die Oberflächenzuflüsse beinhaltet, muss der reine Grundwasserabfluss geringer sein. Der jährliche Mittelwasserstand von G 263 wird aus erwähnten Gründen für die entsprechende Grundwasserabflusskomponente als repräsentativ erachtet. Entsprechend der approximativen Korrelationsgerade (eine Kurve wäre richtiger, doch ist ihr Verlauf kaum definiert) beträgt sie 417 l/s. Die Streubandbreite ergibt einen unteren Grenzwert von 350 l/s, die Verteilung der Punktwolken gibt jedoch an, dass dieser nicht < 380 l/s sein kann. Der obere Grenzwert entspricht dem mittleren Jahresabfluss (462 l/s), der jedoch offensichtlich nicht erreicht werden kann. Der obere Streuband-Grenzwert von 475 l/s deutet an, dass die Abflusswerte gesamthaft eher etwas zu hoch liegen dürften. Für die Bilanzierung wurde deshalb der Mittelwert von 417 l/s (1971-76) abgerundet:

$$Q_{Au} (o) = \underline{410 \text{ l/s} \pm 10 \%}$$

Somit beträgt die gesamte, durchschnittliche Grundwasserabflusskomponente beim Gebietsausgang ($Q_{Au} + Q_{Ao}$):

$$Q_{Au} (\text{Brunnmatten}) = 420 \pm 46 \text{ l/s}$$

Zum Vergleich ermittelte LEIBUNDGUT, CH., (1976) für die Jahre 1971-73 einen Grundwasserertrag in den Brunnmatten von 415 l/s.

Um zu illustrieren wie stark der Grundwasserspiegel in den letzten Jahren gesunken und damit die Grundwasserergiebigkeit zurückgegangen ist (vgl. Abschnitt 2.4.4.4.), sei die während einer Trockenzeit im September 1959 gemessene und teilweise geschätzte Abflussmenge in den Brunnmatten-Bächen erwähnt (U 3.11.). Sie betrug damals 830 l/s verglichen mit 410 l/s (Mittelwert 1971-76).

Aufgrund des Isohypsenverlaufes kann angenommen werden, dass etwa 1/3 oder ca. 30 l/s (vgl. Abschnitt 3.5., Teilgebiet Roggwiler Terrasse) des zwischen Brüel und Kaltenherberg der Roggwiler Terrasse zufließenden Grundwassers wieder in den Brunnbach austritt. Zum Vergleich variiert der reine Grundwasserabfluss im Brunnbach im Mittel etwa zwischen 40 und 150 l/s.

Bei Wässerungen und Hochwasser der Langeten dürfte, entsprechend den Abflussmessungen im Brunnbach, diesem zeitweise eine mehrfache Menge an Infiltrationswasser zwischen Brüel und Weibelacher zufließen. Da es sich dabei jedoch meist um einen hydraulischen "Kurzschluss" handelt, d.h. nach einer Untergrundpassage von häufig nur einigen hundert Metern erscheint das Infiltrationswasser teilweise wieder an der Oberfläche, braucht das auf diese Weise dem Brunnbach zufließende "unechte" Grundwasser nicht in der obigen Bilanzierung berücksichtigt zu werden. Dies umso mehr, als dass lokal beschränkte, kurzfristige Grundwasserabflussspitzen siedlungswasserwirtschaftlich kaum von Bedeutung sind.

Berücksichtigt man das in die Roggwiler-Terrasse abfließende Grundwasser, vermindert um den dem Brunnbach oberhalb der Abfluss-Messstation zufließenden Anteil von ca. 90 minus 30 l/s $\pm$ 50 % (vgl. Abschnitt 3.5., Teilgebiet Roggwiler Terrasse), so erhält man die gesamte Grundwasser-Abflussmenge die das Langenthaler-Becken verlässt (Mittelwert 1971-76):

$$\Sigma A_u (\text{aus}) = 480 \pm 76 \text{ l/s}$$

Dem Grundwasserstrom wurden im Langenthaler Becken während der gleichen Periode durch die verschiedenen Fassungen (vgl. Abschnitt 2.7.) durchschnittlich etwa 130 l/s entnommen. Somit ergibt sich ein gesamter potentieller Grundwasserabfluss für das Teilgebiet Langenthal von (Mittelwert 1971-76):

$$\Sigma A_u (\text{pot.}) = 610 \pm 76 \text{ l/s}$$

Da der Niederschlag während der Periode 1971-76 nur 921 mm/Jahr betrug, verglichen mit dem langjährigen Mittel (1901-60) von 1026 mm, dürfte die repräsentativen A_u -Werte etwa um 30 - 40 l/s höher liegen (vgl. nächsten Abschnitt).

Vergleichsweise wurde ebenfalls der Abfluss des Grundwassers entlang dem Querschnitt der 451 m - Isohypse (eingangs zentrales Langenthaler Becken) und der 447 m - Isohypse (ausgangs davon) berechnet. Als Grundlagen dienten die Figuren 2 und 3 sowie die Pumpversuchsergebnisse (vgl. Abschnitt 2.4.3.). Folgende Parameter wurden verwendet:

Querschnitt	F (m ²)	k (m/s)	i ($\cdot 10^{-3}$)
451 m - Isohypse	14'620	$1 \cdot 10^{-2}$	0,7 - 20,0
447 m - Isohypse	14'230	$1 \cdot 10^{-2}$	3,3 - 8,0

Daraus resultieren Grundwasserabflussmengen von:

$$A_u (451 \text{ m}) \sim 280 \text{ l/s}$$

$$A_u (447 \text{ m}) \sim 520 \text{ l/s}$$

Das Resultat von $A_u (447 \text{ m})$ ist vergleichbar mit $A_u (\text{aus})$ und ist von derselben Größenordnung (was u.a. die Grösse des aus Pumpversuchen ermittelten durchschnittlichen k-Wertes bestätigt).

2.6.3. Grundwasserneubildung

2.6.3.1. Ermittlung mit hydrologischen Daten

Die Grundwasserneubildung zu analysieren, die dem gesamten Grundwasserabfluss, A_u (pot.) entspricht, ist infolge fehlender Unterlagen schwierig. Insbesondere sind eine grosse Anzahl von hydrogeologischen und hydraulischen Randbedingungen nicht überschaubar (z.B. Grundwasserzuflüsse aus benachbarten Teilgebieten, Fluss- und Wässerwasserinfiltrationen). Es soll deshalb nur eine grössenordnungsmässige Aufschlüsselung der Grundwasserneubildung versucht werden (vgl. Abschnitt 2.6.1.).

Grundlagen (Mittelwerte):

- Beobachtungsperiode 1971 - 76 (hydrologische Jahre)
- Grösse Einzugsgebiet = ca. 23 km²
- Niederschlag (Station Herzogenbuchsee) $N = 921$ mm (Mittel 1901-1960 = 1026 mm)
- Verdunstung, $V = 45$ % von N (nach LEIBUNDGUT, CH., 1976, $V = 43,4$ % bei $N = 1025$ mm (1969-73)).

Da ein Teil des Niederschlages in den Oberflächengewässern abfliesst, ist die Neubildung durch Niederschlagsinfiltration I_N innerhalb des Teilgebietes von Langenthal:

$$\begin{aligned} I_N &< N - V \\ &< 921 \text{ mm} - 414 \text{ mm} \\ &< 507 \text{ mm} \quad (368 \text{ l/s}) \end{aligned}$$

andererseits ist

$$A_u \text{ (pot.)} \sim 836 \text{ mm (610 l/s),}$$

somit ist der Neubildungsanteil bestehend aus Oberflächenwasserversickerung, I_o , und Grundwasserzuflüssen aus andern Teilgebieten, A_u (ein):

$$\begin{aligned} I_o + A_u \text{ (ein)} &> A_u \text{ (pot.)} - (N - V) \\ &> 329 \text{ mm (240 l/s)} \\ &> 40 \% A_u \text{ (pot.)} \end{aligned}$$

Für die approximative untere Begrenzung von I_N lässt sich u.a. das Abflussregime der Brunnmattenbäche beiziehen (vgl. Abschnitt 2.6.2.). Trotz Wässer- und Hochwasserzuflüssen betrug die Komponente des Oberflächenwassers nur 11-12 % des gesamten Abflusses. Dies obwohl die Brunnmatten beidseitig von relativ steilen Flanken begrenzt sind. Zudem ist der grösste Teil des Langenthaler Beckens flach und zeigt infolge der gutdurchlässigen Deckschichten (Hochwasserversickerung!) ein sehr spärlich ausgebildetes Entwässerungsnetz. Das im peripheren Einzugsgebiet zum Abfluss kommende Oberflächenwasser infiltriert deshalb grösstenteils in den Grundwasserleiter. Es darf deshalb angenommen werden, dass der das Teilgebiet verlassende Oberflächenabfluss lokalen Ursprungs

$$A_o < 10 \% N$$

ist. Somit betragen die durchschnittlichen Grundwasserneubildungs- und Zufluss-Anteile (1971-76):

- Niederschlagsinfiltration	$I_N = 50 - 60 \%$	(300-360 l/s)
- Σ Oberflächenwasserversickerung (vorwiegend Wiesenwässerung) und Grundwasserzuflüsse	$I_o + A_u \text{ (ein)} = 40 - 50 \%$	(250-310 l/s)
- $\Sigma I_N, I_o, A_u \text{ (ein)}$		= 550-610 l/s

Da 1971-76 der Niederschlag etwa um 10 % geringer als der langjährige Mittelwert war, dürfte I_N und damit auch A_u (pot.) im langjährigen Durchschnitt etwa um 50 mm oder 40 l/s höher liegen.

Eine weitere Aufschlüsselung der Grundwasserneubildung hätte vorwiegend hypothetischen Charakter. So erscheint z.B. die Ermittlung der Langeteninfiltration mittels den beiden Abflussmessstellen bei Lotzwil und der Schlattbrücke (Koord. 627.480/231.500) aus verschiedenen Gründen nicht realistisch (u.a. Messstellen ausserhalb Teilgebiet, Differenz des Abflusses häufig innerhalb der Messfehler). BINGGELI UND LEIBUNDGUT (U 2.16.) schätzen die Versickerung von Bewässerungswasser etwa 20 mal grösser ein als die direkte Infiltration aus dem Langetenbett.

Im trockensten Jahr (1949) seit 1901 ging der Niederschlag auf etwa 60 % seines durchschnittlichen Wertes zurück. Unter diesen Bedingungen betrug die Grundwasserneubildung durch Niederschlagsinfiltration gemäss obigen Annahmen:

$$I_N \text{ (min.)} = 205 - 245 \text{ l/s}$$

Ueberträgt man diesen Wert auf die Verhältnisse bei minimaler Grundwasserspiegellage (Herbst 1971), so würde unter den entsprechenden jährlichen Niederschlagsbedingungen eine Oberflächenwasserversickerung und ein Grundwasserzufluss (Langzeitminimum) von

$$I_o + A_u \text{ (ein) (min.)} = 170 - 210 \text{ l/s}$$

resultieren; zum Vergleich wurde beim bisher tiefsten saisonalen Grundwasserstand für $A_u \text{ (ein)} \sim 150 \text{ l/s}$ ermittelt (vgl. Abschnitt 2.6.3.3.). Die Summe aller Komponenten würde somit in einem extremen Trockenjahr

$$\Sigma (I_N, I_o, A_u \text{ ein}) \text{ (min.)} = 375 - 415 \text{ l/s}$$

betragen.

2.6.3.2. Ergiebigkeitsverluste der letzten Jahrzehnte

Gründe und Beispiele für den langzeitigen Rückgang der Grundwasserneubildung und des -abflusses wurden früher angeführt (vgl. u.a. Abschnitt 2.4.5.). Einen Einfluss auf die veränderten Grundwasserabflussverhältnisse hatte nicht nur die verminderte Grundwasserneubildung, sondern auch die vermehrte Grundwasserentnahme durch die zahlreichen Fassungen zur Folge, die laut Angaben

der Gemeinden zwischen 1959 und 1973 etwa 60 - 70 l/s betrug. Eine quantitative Erfassung aller Vorgänge ist jedoch mangels älterer Unterlagen schwierig.

Wie erwähnt (vorangehender Abschnitt) betrug Mitte September 1959 bei approximativem Mittelwasserstand der Grundwasserabfluss in den Brunnmattenbächen etwa 830 l/s (U 3.11.), verglichen mit 410 l/s für die Periode 1971-76. Piezometermessungen während den Jahren 1956-59 (U 3.12.) lassen zusätzliche Vergleiche zu (U 2.16.). So kann das Piezometer 627.231/2 (G 210) mit einem älteren (Nr. 301) mit praktisch identischem Standort bei Kaltenherberg verglichen werden. Da jedoch für G 210 nur Daten für das niederschlagsreiche hydrologische Jahr 1975 (1179 mm, Station Herzogenbuchsee) vorliegen, mussten Grundwasserspiegel-Korrelationen mit 626.232/2 (G 263) beim Mumenthaler Weiher vorgenommen werden (Figuren 5 und 8). Damit lassen sich folgende Werte ableiten:

	1957 ⁵⁾	1971-76
- mittlerer Grundwasserstand G 210 (301) (Kaltenherberg)	446,86 m	445,88 m
- mittlerer Grundwasserstand G 263 (Mumenthal)	446,62 m	445,43 m
- Grundwasserabfluss in den Brunnmatten- Bächen	ca. 710 l/s	417 l/s

Berücksichtigen wir den geringen Niederschlag 1971-76, erhöht sich der vergleichbar repräsentative Abfluss der Brunnmatten-Bäche von 417 auf ca. 440 l/s. Somit hätte sich innerhalb eines Zeitraumes von 15 - 20 Jahren der Abfluss um etwa 270 l/s oder 38 % vermindert. Berücksichtigt man den oben erwähnten Momentanwert von 830 l/s, so beträgt die Abnahme etwa 47 %. Im Mittel rechnen wir mit einem Ergiebigkeitsverlust von 40 %, der bei Kaltenherberg einer Grundwasserspiegelabsenkung von knapp einem Meter entspricht. Entsprechend den hydrogeologischen Verhältnissen darf angenommen werden, dass ein entsprechender Rückgang auch beim Grundwasserübertritt in die Roggwiler Terrasse zu verzeichnen war.

2.6.3.3. Bilanz bei ausbleibender Grundwasserneubildung

Die vorangehenden Angaben lassen sich auch mit kurzfristigen, witterungsbedingten Grundwasserspiegelabsenkungen vergleichen. Die tiefsten bis 1976 je beobachteten Grundwasserstände wurden Ende November / anfangs Dezember 1971, sowie Ende November 1976 gemessen. Die Niederschläge, N, verteilten sich 1971 wie folgt (eidg. Station Herzogenbuchsee):

Monat (1971/72)	N (mm)	PZ ⁶⁾	GWS ⁷⁾ m ü.M.
August	137,9	119 %	445,45
September	43,0	46 %	445,08
Oktober	42,8	54 %	444,83
November	82,0	110 %	444,57
Dezember	28,3	37 %	444,75
Januar	25,7	38 %	445,35

5) 1957 war ein hydrologisch ziemlich ausgeglichenes Jahr.

6) Niederschlag in % des langjährigen Mittels (1901 - 1960).

7) Mittlerer monatlicher Grundwasserspiegelstand in m ü.M. im Piezometer G 263 (Mittelwert 1971-76: 445,43).

Im Herbst 1971 gab es folgende Perioden, die beinahe niederschlagsfrei waren:

27.08. - 09.09. (N : 2,5 mm)

12.09. - 12.10. (N : 12,5 mm)

15.10. - 07.11. (N : 2,6 mm)

Infolge der vorangehenden Trockenheit verursachte ein Niederschlag von 32,7 mm am 10./11. September kein Grundwasserspiegelanstieg. Ein ähnliches Verhalten war scheinbar im November zu beobachten: Trotz überdurchschnittlichen Niederschlägen, die jedoch grösstenteils als Schnee fielen, sank der Grundwasserspiegel zunächst weiter ab. Offensichtlich findet jeweils eine bedeutende Retention im Boden und in der ungesättigten Zone statt. Sehr bemerkenswert ist der starke Anstieg des Grundwasserspiegels im Dezember und Januar bis beinahe zum mehrjährigen Mittelwert, trotz der gegenüber dem Herbst weit geringeren Niederschlägen (z.T. als Schnee). Der Grund muss hier offensichtlich in einer sehr intensiven Wiesenwässerung eingangs Winter gesucht werden. Dies bestätigt z.B. das nahe zu den Wässermatten liegende Piezometer 626.231/1 (Kaltenherberg). Dessen Grundwasserspiegel stieg vom 10.12. bis 17.12.1971 um 0,96 m an (Niederschläge 5,6 mm)! Wasserwirtschaftlich bedeutend ist dabei der Umstand, dass auch im zentralen Langenthaler Becken im Bereich der Fassungen (bis Tannwäldli) der Grundwasserspiegel bis Ende Januar 1972 um mindestens 0,5 m anstieg (Figur 7).

Entsprechend der Bewässerungspraxis darf angenommen werden, dass während den obigen Perioden, insbesondere zwischen 12.9. und 12.10.1971 keine Wässerungen stattfanden. Der sehr kontinuierliche Rückgang des Grundwasserspiegels deutet ebenfalls darauf hin. Zur Ermittlung der Grundwasserspiegelabsenkung während einem Zeitraum ohne signifikante Grundwasserneubildung - die Infiltration der Langeten, speziell bei Niederwasser, ist sehr bescheiden (U 2.12.) - wurden, repräsentativ für das zentrale Langenthaler Becken, sechs Piezometer ausgewählt:

Gebiet	Piezometer	Grundwasserspiegelrückgang 12.9. - 12.10.1971
Tannwäldli (Bützberg)	624.229/11	0,32 m
Oberhard	625.230/12	0,42 m
Unterhard	626.231/2	0,29 m
Mumenthaler Weiher	626.232/2 (G 263)	0,22 m
Kaltenherberg	626.231/4	0,32 m
Langenthal	626.229/4	0,41 m

Daraus resultiert für die Periode 12.9. - 12.10.1971 ein mittlerer Grundwasserspiegelrückgang von 0,33 m/Monat oder etwa 1 cm/Tag (was bei ausbleibender Grundwasser-Neubildung etwa einer Rezessionsdauer von 2 1/2 bis 3 Monaten zwischen Mittel- und Tiefstgrundwasserstand gleichkommt). Bei einer Grundwasserleiteroberfläche von 12,5 km² entspricht dies einem entwässerten Gesteinsvolumen von ca. $4,125 \cdot 10^6$ m³ und bei einer nutzbaren Porosität von 20 % einem Wasservolumen von ca. $0,825 \cdot 10^6$ m³. Dies entspricht einer Grundwasserabflussmenge von ca. 308 l/s (Defizit). Bei Piezometer G 263 sank zu diesem Zeitraum der Grundwasserspiegel von 445,1 m auf 444,88 m; gemäss Figur 6 bedeutet dies ein Rückgang des Abflusses in den Brunnmattenbächen von ca. 319 auf 254 l/s (Mittelwert 287 l/s) und gemäss den registrierten Abflussmengen

einem solchen von 319 auf 235 l/s (Mittelwert 277 l/s).

Für eine Trockenperiode ohne signifikante Grundwasserneubildung gilt die Beziehung:

$$\text{GW Defizit} \sim \text{GW Zufluss} - (\text{GW Abfluss Brunnmatten} + \text{GW Uebertritte Roggwiler Terrasse} + \text{Entnahme Fassungen}) *$$

*) Da der Flurabstand im allgemeinen sehr gross ist, kann die Verdunstung von Grundwasser vernachlässigt werden.

Wenn wir annehmen, dass der Grundwasserübertritt in die Roggwiler Terrasse anteilmässig gleichviel abnimmt (gegenüber dem Mittelwasserstand) wie der Abfluss in den Brunnmatten und die Fassungen eine durchschnittliche Menge fördern, ergibt sich aus obiger Beziehung für die Periode 12.9. - 12.10.1971 in gerundeten Zahlen:

$$- 310 \text{ l/s} \sim \text{GW Zufluss} - (280 \text{ l/s} + 50 \text{ l/s} + 130 \text{ l/s})$$

$$\text{GW Zufluss} \sim 150 \text{ l/s} **)$$

**) darin ist ein vermutlich bescheidener Anteil Langeteninfiltrat enthalten.

Bei Niedrigwasserstand und ausbleibenden Wässerungen (und Hochwasserversickerungen) entspricht das GW Defizit einer auf die Grundwasserleiteroberfläche (12,5 km²) bezogenen Wassersäule von 66 mm/Monat (330 mm Absenkung, nutzbares Porenvolumen = 20 %) und auf das gesamte Teilgebiet (F = 23 km²) von 36 mm/Monat. Da nur etwa die Hälfte des Niederschlags zur Grundwasserneubildung beitragen, wäre unter diesen Verhältnissen eine monatliche Niederschlagshöhe von mindestens 70 - 80 mm zur Deckung der Fehlwassermenge notwendig.

Beträgt die Niederschlagssumme im Herbst während drei aufeinander folgenden Monaten < 200 mm, so wird für das Grundwasserdargebot in den Brunnmatten und der Roggwiler Terrasse häufig eine kritische Schwelle erreicht (Abschnitt 2.7.1.).

2.7. SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

2.7.1. Grundwasserdargebot

Das totale Grundwasserdargebot kann gleichgesetzt werden mit der gesamten Grundwasserabflussmenge, die das Teilgebiet verlässt. Für die Jahre 1971-76 entspricht dies somit A_u (pot.) (Abschnitt 2.6.2.) $610 \pm 76 \text{ l/s}$ (36'600 l/min). Aus verschiedenen Gründen kann indessen nicht dauernd diese Menge gefördert werden, ohne dass sich negative Einflüsse geltend machen. Beispielsweise würde der Grundwasserzufluss zum stromabwärtsliegenden Gebiet weitgehend unterbunden.

Für die Festlegung des mittleren nutzbaren Grundwasserdargebots stellen wir auf die 6-jährige Beobachtungsperiode 1971-76 ab, die durchschnittlich 10 % weniger Niederschlag aufwies als das langjährige Mittel (Abschnitt 2.6.3.1.). Damit ist eine gewisse Toleranz für die mit einigen Unsicherheiten behafteten

Ermittlungswerte vorhanden.

Um ein den gegenwärtigen Verhältnissen entsprechendes Grundwasserdargebot in den unterliegenden Gebieten zu gewährleisten, sind folgende Voraussetzungen notwendig:

- Beibehaltung der Wässerungen auf der Roggwiler Terrasse im bisherigen Rahmen, oder eine Verbesserung derselben (Abschnitt 3.6.2.).
- Abgabe einer Rest- oder Pflichtwassermenge, die mindestens dem heutigen minimalen Grundwasserzufluss zur Roggwiler Terrasse und zu den Brunnmatten entspricht.

Damit kann eine Grundwassernutzung auf der Roggwiler Terrasse und ein Fortbestand der bisherigen Kulturen, sowie die Grundwasserentnahme in den Brunnmatten garantiert werden. Als Ausgangslage dient die Trockenperiode Herbst 1971; es wären somit durchschnittlich im Jahr folgende Pflichtgrundwassermengen zu gewährleisten:

- Roggwiler Terrasse: 50 l/s (3'000 l/min), ohne die Wassermenge, die westlich Gruenholz wieder in den Brunnbach fliesst (diese ist im nachfolgenden Abflusswert der Brunnmatten enthalten).
- Brunnmatten: 180 l/s (10'800 l/min).

Auf den ersten Blick erscheint die Pflichtwassermenge für die Brunnmatten unverhältnismässig gross. Das dortige Abflussregime ist jedoch sehr eng mit den Grundwasserverhältnissen der Roggwiler Terrasse verbunden. Eine grössere dauernde Absenkung des Grundwasserspiegels in den Brunnmatten hätte eine entsprechende, vermehrte Entwässerung der Roggwiler Terrasse zur Folge und würde insbesondere die Grundwasserfassungen der Firma Gugelmann (627.232/1, 2 und 5) sehr stark beeinträchtigen. Entsprechende Feststellungen wurden infolge des Abfluss- und Grundwasserspiegelrückgangs in den vergangenen Jahrzehnten gemacht (vgl. Abschnitt 3.5., Teilgebiet Roggwiler Terrasse). Mit den obigen Pflichtwassermengen wäre ein dem Herbst 1971 entsprechender mittlerer Wasserstand (Ruhewasserspiegel) von mindestens 437,00 m in der Fassung 627.232/5 gewährleistet (Stauerkote 434,79 m).

Somit resultiert ein durchschnittliches, nutzbares Grundwasserdargebot, NGD, von

	Mittel	1971-76	1980/82
gesamte Grundwasserabflussmenge	650 l/s	610 l/s	
- Toleranz (Sicherheit)	- 76 l/s	- 76 l/s	
- Pflichtwassermenge	- 230 l/s	- 230 l/s	
N G D (Mittel)	344 l/s ⁸⁾ (20'640 l/min)	304 l/s (18'240 l/min)	300 l/s (18'000 l/min)

- 8) Diese Zahlenwerte entsprechen den vorliegenden, neuen Erkenntnissen und stimmen nicht mit denjenigen von U 2.18. (s. 62 ff.) überein; vgl. die Bemerkungen auf Seite 5, Abschnitt 1.5. Im Abschnitt 7 werden die verschiedenen Zahlen kurz kommentiert und dargelegt wie in den kommenden Jahren die Dargebotsberechnung verbessert und der Trend verfolgt werden muss.

Dass diese Zahlen eher vorsichtig ermittelt wurden, zeigen die Abflussmessungen in den Brunnmattenbächen. Trotz einer durchschnittlichen Entnahme von ca. 130 l/s resultierte 1971-76 ein mittlerer Grundwasserabfluss von 410 l/s.

Nach Abzug der Pflichtwassermenge von 180 l/s wären somit noch 230 l/s oder insgesamt 360 l/s anstatt 304 l/s zur Verfügung gestanden. Unter Berücksichtigung der rückläufigen Grundwasserneubildung wird für den Beginn der 80er-Jahre ein NGD von 300 l/s postuliert.

Während eines extremen Trockenjahres (Minimum 1901-1960) beträgt die Grundwasserneubildung und der Grundwasserzufluss (Abschnitt 3.6.3.1.) mindestens 375 l/s. Reduziert man diesen Betrag um die Pflichtwassermenge, so resultiert das minimale Grundwasserdargebot ohne Reservoirzehrung, NGD (min.) $\sim$ 145 l/s (8'700 l/min). 8)

Dieser Zustand wird erreicht, wenn der mittlere jährliche Grundwasserspiegel dem bisherigen Minimalstand entspricht (Herbst 1971). In Wirklichkeit werden derartige Verhältnisse jedoch nur vorübergehend, meist während dem Herbst erreicht (Minimalwasserstand), so dass das NGD(min.) durchschnittlich höher liegt (siehe unten). So betrug 1971 nach Abzug der Pflichtwassermenge der durchschnittliche jährliche Ueberschuss in den Brunnmattenbächen allein 135 l/s, oder das mittlere Grundwasserdargebot lag in diesem "Trockenjahr" über 265 l/s, (15'900 l/min; Entnahme Fassungen 130 l/s, vgl. Abschnitt 2.6.3.3.).

Da das Speichervolumen des Grundwasserleiters bei Mittelwasserstand ca. $13 \cdot 10^6$ m³ beträgt (S= 20 %) und etwa einem 1 1/3 Jahresspeicher bezüglich des mittleren Grundwasser Zu- und Abflusses entspricht, können im allgemeinen vorübergehende Fehlwassermengen durch Reservoirzehrungen kompensiert werden. Dabei sind jedoch nur etwas mehr als 20 % des Speichervolumens von Bedeutung, d.h. vor allem der zwischen dem minimalen und mittleren Grundwasserspiegel liegende Teil von durchschnittlich ca. 1 m Mächtigkeit. Bei einem Absinken des Grundwasserspiegels infolge ausbleibender Grundwasserneubildung (ohne Niederschlag und Wässerung) würde beispielsweise, vom mittleren Grundwasserstand ausgehend, bei einer dauernden Entnahmemenge von 130 l/s der Wasserspiegel etwa nach 3 Monaten den Minimalwasserstand erreichen.

Massgebend für das Erreichen des dem NGD(min.) entsprechenden Minimalwasserstandes ist nicht so sehr der Betrag der jährlichen Niederschläge, sondern viel mehr das Niederschlagsgeschehen während der Periode August - November. Da die Wässerungen spätestens Mitte August aufhören (nach dem Emd) und frühestens Mitte November beginnen und die Monate September bis November zu den niederschlagsärmsten gehören, stellt sich beinahe ausnahmslos der jährliche Minimalwasserstand im Herbst (November) ein. Nachstehende Zusammenstellung für die Periode 1971-76 illustriert diese Erläuterungen:

Kalenderjahr	N (Jahr*4)		N (mm, Monat)					MW	GWS (G 263*1)	
	mm	%	VIII	IX	X	XI	min. (m ü.M.)			
1971	834	81	138	43	43	82	15.8	444,50*3)	29.11.-2.12.	
1972	946	92	44	26	55	219	5.8	444,71	2./3.11.	
1973	948	92	81	65	97	78	24.9	445,05	8./9.11.	
1974	1011	99	66	80	176	120	24.7	444,87	18.10.	
1975	996	97	172	86	44	128	*2)	445,44	7.-9.11	
1976	790	77	42	100	38	57	15.4	444,60	23.-27.11.	

*1) Grundwasserspiegel im Piezometer G 263 (626.232/2):

MW = Datum des letzten Mittelwasserstandes (445,43 m ü.M.)

min. = Jahresminimalstand mit Datum

*2) Grundwasserspiegel lag ganzjährig über dem Mittelwasserstand, Hochwasserversickerung Ende August.

*3) Bei diesem Wasserstand war der Brunnbach vorübergehend praktisch trocken (1 l/s).

*4) In % des langjährigen Mittels (1901 - 1960)

Damit der Roggwiler Terrasse und den Brunnmatten die Pflichtwassermenge dauernd abgegeben werden kann, sollten eingangs dieser Gebiete folgende minimalen Grundwasserstände nicht unterschritten werden:

627.232/32 (G 207) 441,8 m (Kaltenherberg)

626.231/4 (G 261) 444,4 m (Kaltenherberg)

626.232/2 (G 263) 444,6 m (Mumenthal)

Dieser für die Grundwasserbewirtschaftung kritische Stand wurde im November 1971 und 76 erreicht oder unterschritten. Durch vorschriftsgemässe, in bestimmten Gebieten früher einsetzende Herbstwässerungen wäre dieser vorübergehende Engpass leicht zu umgehen (vgl. nachstehenden Abschnitt).

2.7.2. Grundwasserbewirtschaftung

Folgende, grössere Grundwasserfassungsanlagen sind im Teilgebiet Langenthal in Betrieb:

WV Gemeinde Langenthal

- Horizontalfilterbrunnen Hard I 625.230/1: ca. 22,8 m Tiefe, 8 (±) horizontale Stränge von 19,3 m - 35,4 m Länge, Ø 150 mm. Eingebaute Leistung: 8'000 l/min, 2 x 5'500 l/min.
 - Vertikalfilterbrunnen Hard II 625.230/32: ca. 23,5 m Tiefe, 5 m Filterrohr Ø 1'000 mm, installierte Leistung: 4'500 l/min (seit Juni 1978 in Betrieb).
 - Vertikalfilterbrunnen Hard III 625.230/33: ca. 23 m Tiefe, 6 m Filterrohr Ø 600 mm, installierte Leistung: 3'000 l/min (seit Juni 1978 in Betrieb).
- Die konzessionierte Entnahmemenge für alle 3 Brunnen beträgt 10'000 l/min.

WV Gemeinde Aarwangen

Vertikalfilterbrunnen Unterhard 2 625.231/7: ca. 24 m Tiefe, 6 m Filterrohr Ø 600 mm, installierte Leistung: 4'000 l/min, konzessionierte Entnahmemenge: 4'000 l/min.

WV Gemeinde Thunstetten

- Vertikalfilterbrunnen Winkelacker 623.229/1: ca. 22 m Tiefe, 5 m Beton-Filterrohre Ø 800 mm, installierte Leistung: 2 x 800 l/min, konzessionierte Entnahmemenge: 800 l/min.
- Vertikalfilterbrunnen Tannwäldli 624.229/50: ca. 22,5 m Tiefe, 3 m Filterrohr Ø 1'000 mm, installierte Leistung: 2 x 1'500 l/min, konzessionierte Entnahmemenge: 1'500 l/min.

WV Gemeinde Wynau

Vertikalfilterbrunnen Mumenthaler Weier 626.232/2 : ca. 17,6 m Tiefe, 4 m Filterrohr Ø 1'000 mm, installierte Leistung: 2 x 1'500 l/min, konzessionierte Entnahmemenge: 1'500 l/min.

ARA Langenthal

Vertikalfilterbrunnen 626.231/1: ca. 11,7 m Tiefe, 6 m Filterrohr Ø 600 mm, konzessionierte Entnahmemenge: 300 l/min.

Fa. Gugelmann AG, Langenthal

Vertikalfilterbrunnen 626.229/1: ca. 24,5 m Tiefe, 4 m Filterrohr Ø 500 mm, konzessionierte Entnahmemenge: 1'300 l/min.

Fa. Greiner AG, Langenthal

Vertikalfilterbrunnen 626.230/2: ca. 20 m Tiefe, 7 m Filterrohr Ø 1'000 mm, konzessionierte Entnahmemenge: 2'000 l/min (für Kühlzwecke, Wasser wird wieder versickert).

Die konzessionierten Entnahmemengen betragen gesamthaft (ohne Fassung der Fa. Greiner AG) im Teilgebiet Langenthal (Stand 1979/80) 19'400 l/min, was etwa dem nutzbaren Grundwasserdargebot entspricht. Die effektiven Fördermengen sind jedoch bedeutend geringer. Sie betrugen für das hydrologische Jahr 1972/73 ca. 7'300 l/min (für die Untersuchungsperiode 1971-76 wurde bei den vorangehenden Bilanzierungen ein Mittelwert von 7'800 l/min (130 l/s) angenommen). Im Kalenderjahr 1979 wurden insgesamt nur etwas mehr als 4'000 l/min gefördert:

- WV Langenthal	2'470 l/min
- WV Aarwangen	400 l/min
- WV Thunstetten	960 l/min
- WV Wynau	390 l/min
- ARA Langenthal	30 l/min
- Fa. Gugelmann AG	4 l/min

T o t a l	4'254 l/min
-----------	-------------

Die Hauptursache für diese geringe Fördermenge sind die ausserordentlich starken Niederschläge von 1'277 mm oder 124 % des langjährigen Durchschnittes (Station Herzogenbuchsee). Dadurch konnte u.a. Langenthal einen grossen Teil seines Bedarfs durch die Madiswiler Quellen decken (Abschnitt 4.6., Teilgebiet Mittleres Langenthal). Zudem gab es wegen der nassen Witterung keine ausgeprägten Verbrauchsspitzen.

Von allen im Langenthaler Becken liegenden Fassungsanlagen könnten die Pumpwerke Tannwäldli (624.229/50) und Winkelacker (623.229/1) der WV Thunstetten durch eine tiefe Grundwasserspiegellage am meisten betroffen werden. Der den kritischen Koten entsprechende Minimalpiegel beträgt im Tannwäldli ca. 449,2 m und im Winkelacker ca. 452,2 m. Er liegt damit etwa 1 m unter dem Mittelwasserspiegel und ca. 3,4 m, resp. ca. 3,5 m über dem Stauer. Da indessen die Absenkung infolge Pumpbetrieb 0,5 m nicht überschreitet, sollten bei diesem Minimalstand noch keine bemerkenswerte Ergiebigkeitseinbussen zu erwarten sein. Im Herbst 1976 sank der Grundwasserspiegel noch unter obige Minimalnoten, was zusammen mit den zu hoch liegenden Ansaugöffnungen der Pumpen der Fassung Winkelacker und des Versuchsbrunnens Tannwäldli zu Versorgungsschwierigkeiten führte (im definitiven Pumpwerk Tannwäldli liegen nun die Ansaugöffnungen bedeutend tiefer, d.h. im Sumpfrohr unter der Staueroberfläche).

Mit Ausnahme dieser Pumpwerke und Hard I (625.230/1), das einen minimalen Ruhewasserspiegel von ca. 448,6 m und eine entsprechende Grundwasserleitermächtigkeit von 4,6 m aufweist, liegt die Staueroberfläche bei den übrigen öffentlichen Fassungsanlagen > 6 m unter dem Minimalwasserstand. Bei allen Fassungen beträgt die Grundwasserspiegelabsenkung infolge Pumpbetrieb im allgemeinen < 1 m. D.h. die bisher auftretenden Tiefstwasserstände waren für die Pumpwerke nicht kritisch. (Die im Spätherbst 1971 und 1976 beobachtete minimale Grundwasserspiegellage hatte in der Fassung Hard I bei einer Entnahmemenge von 10'000 - 12'000 l/min zur Folge, dass Abschnitte der Horizontalfilterstränge teilweise über dem Grundwasserstand lagen; was nicht so sehr auf eine zu grosse Absenkung (max. ca. 1 m), sondern vielmehr auf die hohe Anordnung der Stränge (2,5 m über der Stauersohle) und die nicht horizontale Lage derselben zurückzuführen war. Heute wird eine eher etwas kleinere Fördermenge auf 3 Fassungen verteilt, wobei Hard II und III bedeutend günstiger liegen.)

Das nutzbare Grundwasserangebot wird somit eindeutig durch die Pflichtwassermenge, d.h. die Grundwasserspiegellage und Abflussverhältnisse ausgangs des Langenthaler Beckens festgelegt. Diese "Schwelle" bestimmt auch weitgehend den Minimalwasserstand im stromaufwärts liegenden Gebiet (vgl. Abschnitt 2.6.3.3.).

Vergleicht man das mittlere jährliche nutzbare Grundwasserangebot, NGD, von 18'000 l/min mit einer durchschnittlichen Fördermenge von ca. 7'800 l/min, so scheint die Wasserversorgung auf lange Zeit sichergestellt zu sein. Infolge der zurückgehenden Wässerung können die immer häufiger auftretenden Herbst-Tiefstwasserstände in den Brunnmatten und der Roggwiler Terrasse jedoch schon heute vorübergehend zu unliebsamen Erscheinungen führen (vgl. vorangehender Abschnitt). Während Trockenzeiten sank der Grundwasserspiegel in diesen Gebieten für einige Tage oder Wochen unter den von uns bezeichneten kritischen Stand. Eine sich weiter vermindernde Grundwasserneubildung, verbunden unter Umständen mit einer zunehmenden Nutzung hätte jedoch länger dauernde Versorgungsengpässe und Auswirkungen zur Folge:

- Ergiebigkeitsverluste in den Grundwasserfassungen der Firma Gugelmann AG (627.232/1, 2, 5)
- Schüttungsrückgang der am N-Rand der Roggwiler Terrasse liegenden, Mange-Kohler- und Kiltberg-Quellen
- Beeinträchtigung der Kulturen in den Brunnmatten
- Trockenlegung des Mumenthaler Weihers

- Trockenlegung des Brunnbachs
- Spätfolge: Beeinträchtigung des NGD im zentralen Langenthaler Becken infolge tiefliegendem Grundwasserspiegel

Es geht somit in erster Linie nicht um ein Anheben des NGD im zentralen Langenthaler Becken, das auf weite Sicht dem Bedarf gerecht wird, sondern darum das wasserwirtschaftliche Gleichgewicht der unterliegenden Gebiete zu halten. Gelingt es nicht dieses zu wahren, würde jedoch mit der Zeit auch die Versorgungslage im zentralen Langenthaler Becken beeinträchtigt werden.

Die einfachste und zweckmässigste Massnahme, um einen minimalen Grundwasserspiegel und Abfluss in den obigen Gebieten während anhaltenden niederschlagsarmen Zeiten (vor allem Spätherbst) gewährleisten zu können, stellt die Wiesenwässerung dar (vgl. Abschnitt 2.4.5.). Da bis dahin für die Grundwasserneubildung aus diesem Verfahren keine wesentlichen Nachteile erwachsen sind, sollten aus verschiedenen Gründen (Kosten, Unterhalt etc.) vorläufig keine künstlichen Grundwasseranreicherungssysteme projektiert werden. Obwohl die Erstellung derartiger Anlagen im Oberhardwald offenbar leicht zu realisieren wären (U 2.17., U 2.18.). Für die langfristige Planung ist jedoch das Konzept der künstlichen Anreicherung als Alternative oder Notlösung beizubehalten.

Spätestens nach dem Erreichen der kritischen Wasserstände in den Piezometern G 207, G 261 und G 263 (vorangehender Abschnitt) eingangs der Brunnmatten und der Roggwiler Terrasse sollte mit Wässerungen in folgenden Gebieten begonnen werden (vgl. auch U 2.16., LEIBUNDGUT, CH., 1976):

- zwischen Brüel und Langenthal: Im Löli, Grossmatte, Wüesti Matte, Schwäbedmatte,
- zwischen Kaltenherberg und Roggwil: Gruenholz-Süd.

Aufgrund der vorliegenden landwirtschaftlichen Verhältnisse und von überwachten Wässerungsversuchen werden die geeignetsten Wässermatten ausgeschieden und mit einer entsprechenden Dienstbarkeit versehen werden müssen (Bericht Planungsverband Region Oberaargau: U 2.18.).

Wie die Ereignisse im Herbst/Winter 1971/72 eindeutig gezeigt haben, vermag die Wiesenwässerung zwischen Brüel und Langenthal auch die Grundwasserspiegellage im Gebiet Unterhard und Tannwäldli (E Bützberg) entscheidend zu beeinflussen (Figur 7). Durch eine befriedigende Regulierung des Wasserdargebots für die Unterlieger können gleichzeitig stabile Grundwasserdargebotsverhältnisse im zentralen Langenthaler Becken geschaffen werden (vgl. vorangehender Abschnitt). Es geht also nicht darum, das bisherige Wiesenwässerungssystem unbedingt erhalten zu wollen, sondern vielmehr um die Schaffung eines wasserwirtschaftlich orientierten Wässerungsbetriebs, der ein nutzbares Grundwasserdargebot von 18'000 l/min in Zukunft - auch während Trockenzeiten - gewährleistet und den unterliegenden Gebieten eine genügende Pflichtwassermenge garantiert. Da der Minimalabfluss der Langeten im allgemeinen nicht mit den Grundwassertiefstständen im Herbst zusammenfällt (Station Lotzwil, Oktober - Dezember 1924-1976: $Q_{\min.} = 0,33 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{mittel}} = 1,7 - 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$; Abflussmenge welche jährlich während 347 Tagen vorhanden oder überschritten wird, 1924-1976: $0,78 \text{ m}^3/\text{s}$), sollte für eine vorschriftsgemässe Grundwasseranreicherung

über das bestehende oder ausgebauten Wässerungsnetz auch während dieser Jahreszeit genügend Wasser vorhanden sein.

Die Hochwasserversickerung ist für die Grundwasserbewirtschaftung aus folgenden Gründen von untergeordneter Bedeutung:

- sporadisches, nicht alljährliches Auftreten
- tritt gleichzeitig mit Starkniederschlägen auf
- geschätzter Neubildungsanteil ca. 7 % (U 2.18.)
- vorübergehende, qualitative Beeinträchtigung des Grundwassers.

Der effektiv nutzbringende Anteil dürfte jedoch unter 7 % liegen. Ein bei Minimalwasserstand auftretendes Hochwasser, das im Unterhardwald zur Versickerung gebracht werden muss, ist zufällig und eher selten. Dasjenige vom 22./23. November 1972 wurde durch einen Starkniederschlag von > 60 mm verursacht; insgesamt fiel innerhalb von 3 Tagen > 90 mm Regen (Station Herzogenbuchsee). Genug also, um den Grundwasserspiegel um mehrere Dezimeter anzuheben. Vergleicht man die Grundwasserspiegelstände und das Niederschlagsgeschehen mit dem Vorjahr, so waren diese im Herbst 1971/72 bedeutend ungünstiger. Trotzdem konnte - dank den üblichen Wiesenwässerungen - der Grundwasserspiegel bis Ende Januar 1972 um mehr als 0,5 m angehoben werden. Dank den ausserordentlichen Niederschlägen von 219 mm im November 1972 wäre auch ohne Hochwasser vermutlich ein bedeutend grösserer Anstieg als im Vorjahr zu verzeichnen gewesen. Der effektive Nutzen des November 1972-Hochwassers erscheint deshalb eher bescheiden, er dürfte eine < 0,5 m erhöhte Wasserspiegellage im Frühjahr 1973 bewirkt haben.

Sofern das Bett der Langeten und ihrer Nebenläufe nördlich Lotzwil nicht wesentlich verändert und der Fluss bei Hochwasser mit einer genügenden Dotierwassermenge beschickt wird, dürfte die Ableitung des Hochwassers durch Kanäle und Stollen (U 2.18.) für die Trinkwasserversorgung keine ernsthaften Probleme aufwerfen, vorausgesetzt die Wiesenwässerung werde nicht eingeschränkt. Sollte die Langeten zwischen Lotzwil und Roggwil auf längere Strecken wesentlich korrigiert werden, so wären detaillierte hydrogeologische Untersuchungen zur Abklärung der möglichen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt erforderlich.

Aufgrund der Figur 3 ist ersichtlich, dass nicht alle bestehenden Grundwasserfassungen insbesondere bezüglich der Grundwasserleitermächtigkeit optimal situiert sind. Aus wirtschaftlichen und schutzzonentechnischen Gründen liegen die meisten in Waldgebieten. Bei einer zunehmenden Beanspruchung des Grundwasserdargebots müsste jedoch vermehrt den hydraulischen und hydrogeologischen Verhältnissen Rechnung getragen werden. Vor allem sollte die Projektierung weiterer Fassungsanlagen unter Berücksichtigung aller wasserwirtschaftlichen Aspekte im Rahmen des Planungsverbandes der Region Oberrhein erfolgen.

Fig. 1

Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000

Teilgebiete: Langenthal und Roggwiler Terrasse

Geologische Profile
L~1:50 000 H~1:5 000 10-fach überhöht

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 621/224.5 Fortlaufende Ordnungsnummer eines künstlichen Aufschlusses innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung der Teilgebiete
- Bohrung, Brunnen, Schlitz, bis max. 200 m neben der Profilinie liegend

Lithologie

- Silt-Ton
- Sand
- Kies
- Steine, Blöcke
- Molasse, vorwiegend Sandstein und Mergel
- Lithologische Grenze

Hydrologie

- Grundwasser-Spiegel, Mittelstand, vgl. Fig. 2

Chronostratigraphische Zuordnung

Holocaen		Gehängeschutt, Blockschutt	gs
		Gehängelehm, Schwemmelehm	l
		Tal-Alluvionen, Bachschuttkegel	a
Pleistocaen	Würm	Schotter der Langete	q4-5Ls
		Würmschotter im allgemeinen	q4s
		Rückzugsschotter (Würm)	q4sR
		Vorstossschotter (Würm)	q4sV
		Moränen (Würm)	q4m
	Riss	Interglaziale Löss- u. Seeablagerungen	q3-4l
Oligocaen-Mioocaen	Chattien-Aquitani	Vorwiegend Sandsteine und Mergel	o3-m1

Durchlässigkeitsbereiche

Durchlässigkeitsbeiwerte

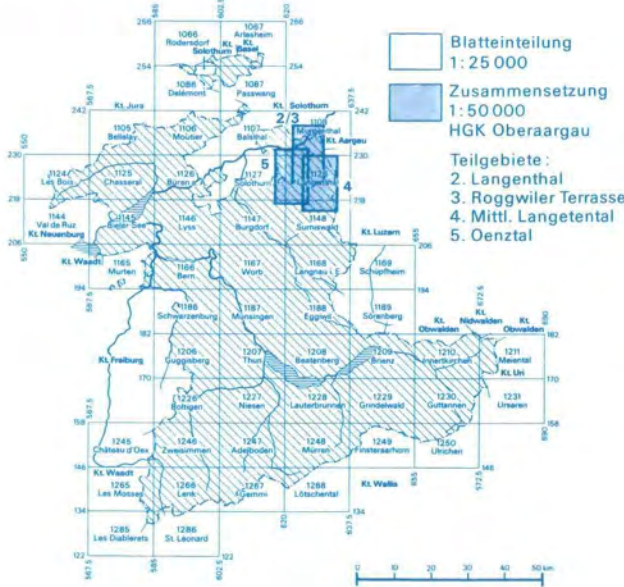
-Gross > 2 · 10⁻³ m/s

-Mittel 2 · 10⁻³–2 · 10⁻⁴ m/s

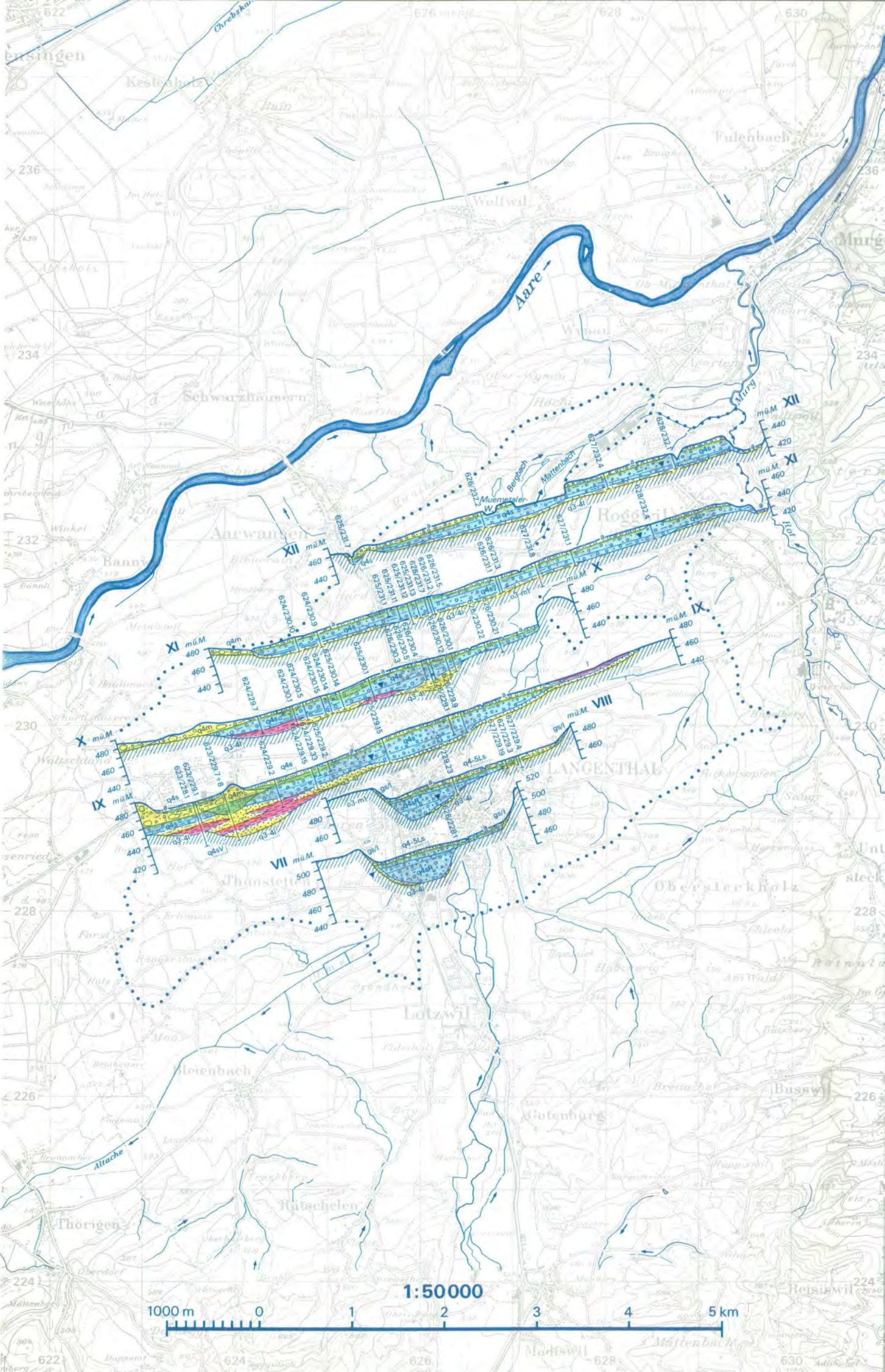
-Klein 2 · 10⁻⁴–2 · 10⁻⁵ m/s

-Sehr klein < 1 · 10⁻⁵ m/s

Grenze zwischen Durchlässigkeitsbereichen



Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980



Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000 Teilgebiete: Langenthal und Roggwiler Terrasse

Isohypsen eines höheren, mittleren GW-Spiegels Isohypsen des Grundwasser-Stauers

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld

Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 32 Fortlaufende Ordnungsnummer von Beobachtungsstellen innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung der Teilgebiete
- Ungefähre seitliche Begrenzung des untersuchten Grundwasserleiters vom 28. 9. 1973
- Profil Lage der Grundwasser-Spiegel bei verschiedenen Wasserständen, vgl. Fig. 5

Isohypsen des Grundwasser-Spiegels vom 28. 9. 1973

die ungefähr einem höheren, mittleren Grundwasserstand der Beobachtungsperiode 1970–1973 entsprechen

- 2 m Grundwasser-Spiegel-Kurve¹⁾
- 440 — 10 m Zählkurve mit Kote in m ü. M.¹⁾
- 1 m Zwischenkurve¹⁾
- Grundwasser-Fließrichtung

Grundwasser-Beobachtungsstellen²⁾

- Vertikalfilterbrunnen
- Horizontalfilterbrunnen
- Schacht- oder Sodbrunnen
- Peilrohr
- 451.4 Grundwasser-Spiegelhöhe vom 28. 9. 1973 in m ü. M.
- () Angenäherter Wert

Oberflächenwasser-Beobachtungsstellen²⁾

- ▽ Abfluss-Schreibpegel

Isohypsen der Oberfläche des Grundwasserstauers

- 2 m Kurve¹⁾
- 440 — 10 m Zählkurve mit Kote in m ü. M.¹⁾
- 1 m Zwischenkurve

Sondierungen

- Bohrung
- Andere Sondierung
- 434.7 Kote der Grundwasser-Stauer Oberfläche in m ü. M.
- Wichtiges geoelektrisches Profil

1) Bei den Isohypsendarstellungen ist darauf verzichtet worden, einen nachgewiesenen und vermuteten Verlauf zu unterscheiden. Die Anordnung der Beobachtungspunkte erlaubt dem Betrachter, die Zuverlässigkeit der Karte selbst einzuschätzen.

2) Aus darstellerischen Gründen konnten nicht alle Beobachtungsstellen wiedergegeben werden

Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980

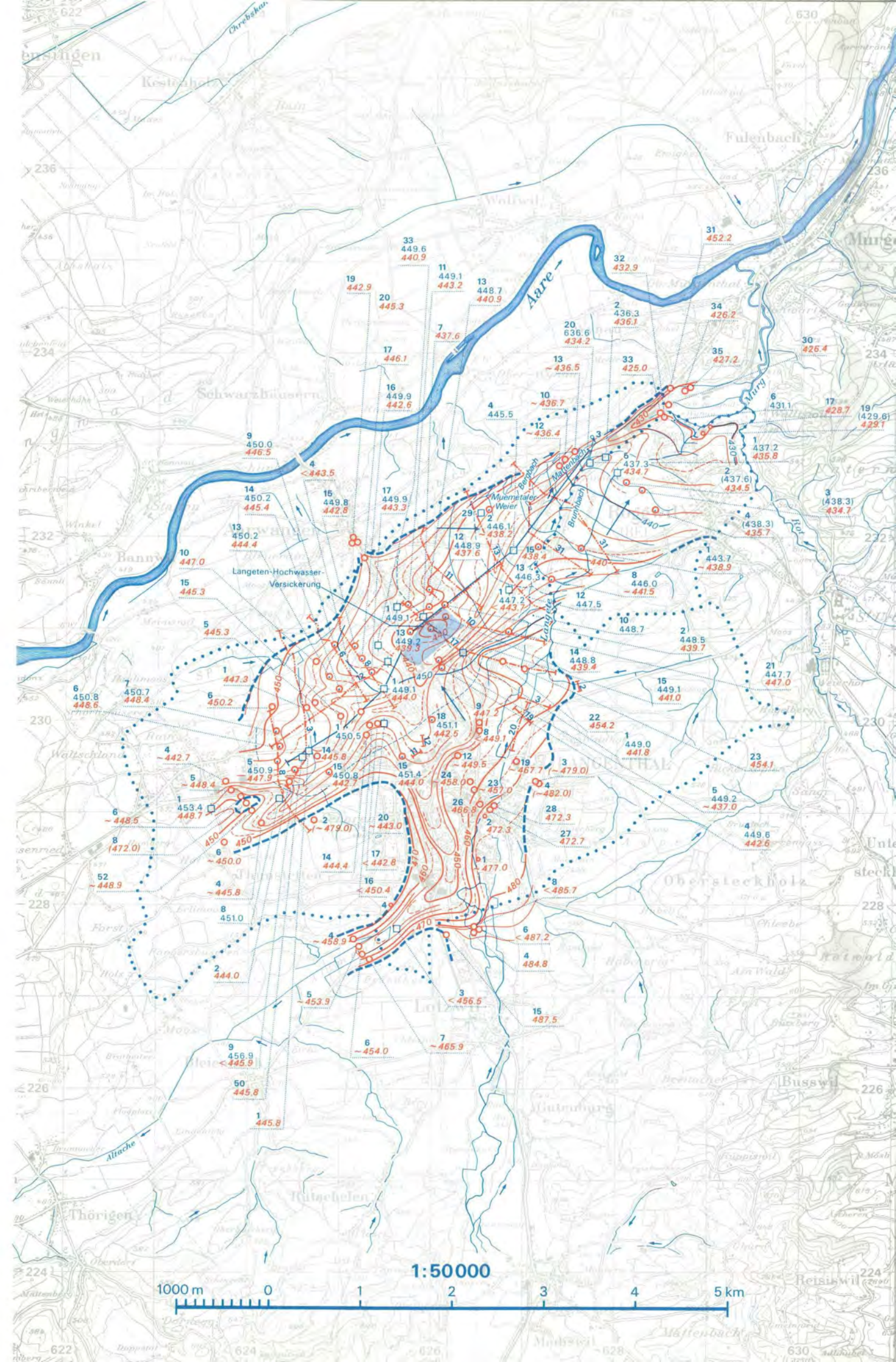
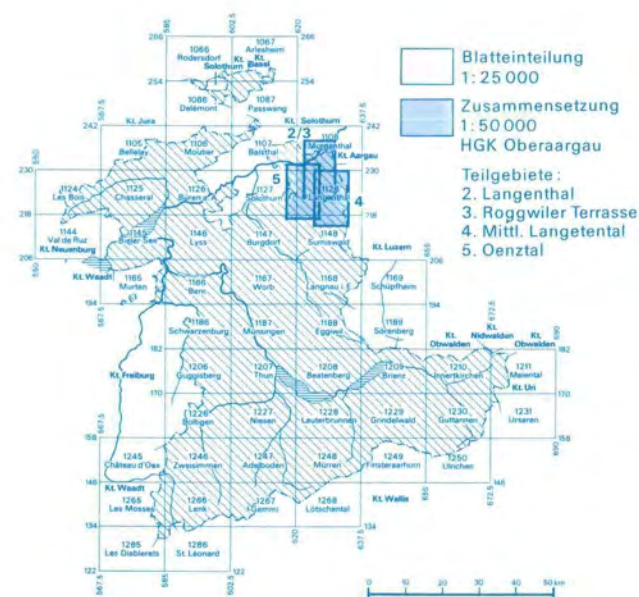


Fig. 3

Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000

Teilgebiete: Langenthal und Roggwiler Terrasse

Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 7 Fortlaufende Ordnungsnummer von Sondierungen und Schächten, innerhalb eines km² des Landeskoordinaten-systems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung der Teilgebiete
- - - - - Ungefähre seitliche Begrenzung des untersuchten Grundwasserleiters vom 28. 9. 1973
- IV Geologische Profile, vgl. Fig. 1

Linien gleicher Mächtigkeit

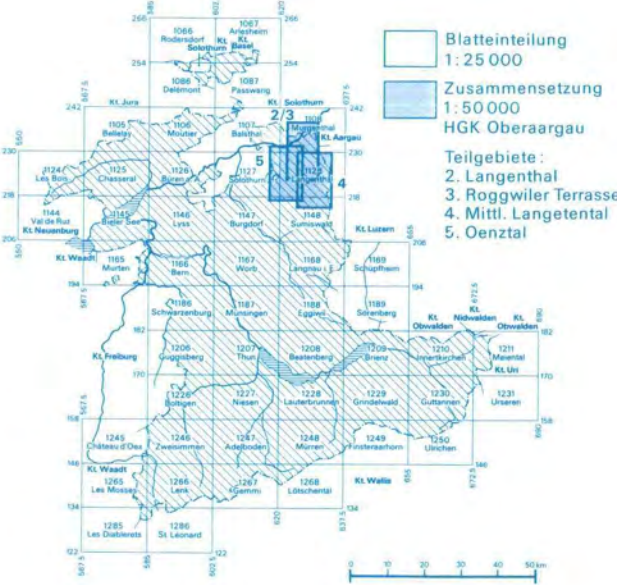
abgeleitet aus der Differenz Grundwasser-Oberfläche vom 28. 9. 1978–Stauer-Oberfläche, vgl. Fig. 2

— 2 m Isopache, Zahl=Mächtigkeit in m¹⁾

Sondierungen

○ □ 2.3 Bohrung/Schacht, Zahl=Mächtigkeit des Grundwasserleiters in m am 28. 9. 1973

1) Bei den Isopachen ist darauf verzichtet worden, einen nachgewiesenen und vermutlichen Verlauf zu unterscheiden. Die Anordnung der Sondierungen erlaubt dem Betrachter, die Zuverlässigkeit der Karte selbst einzuschätzen



Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsmitarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980

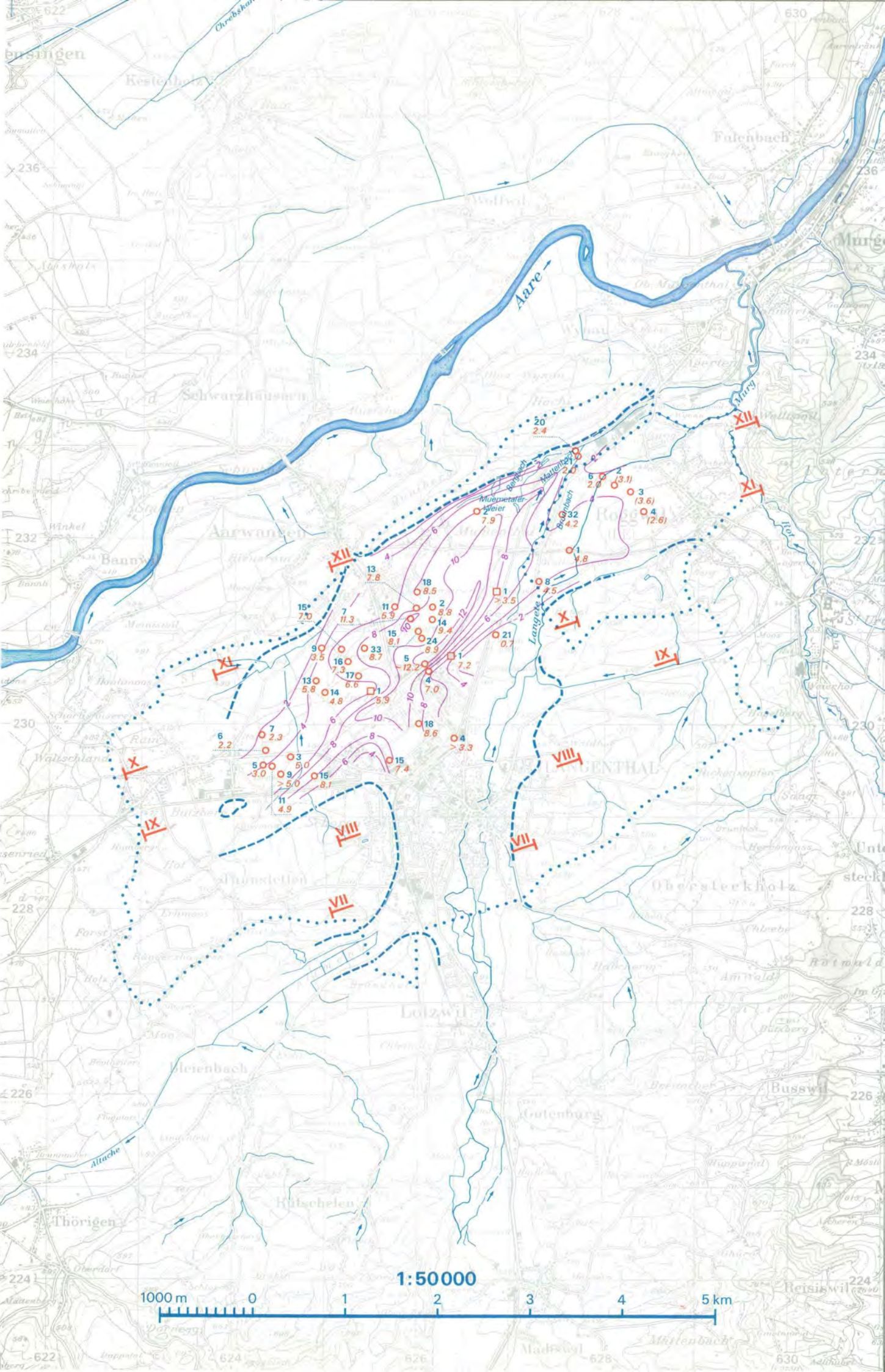


Fig. 4a Abflüsse, Niederschläge und einige signifikante Grundwasserganglinien

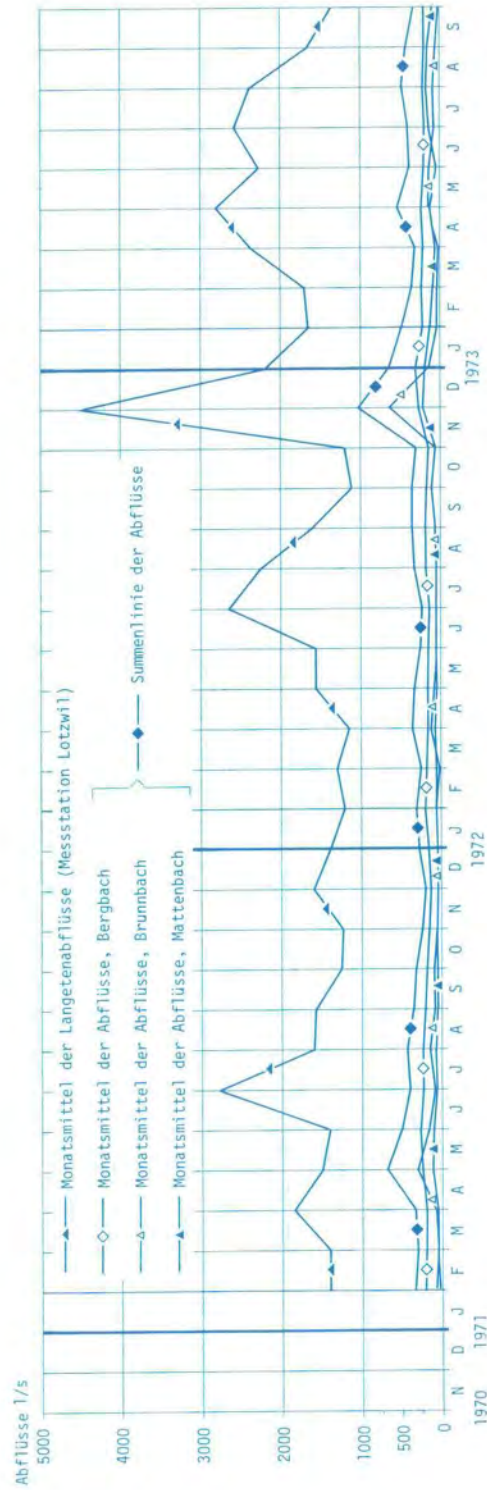


Fig. 4b Abflüsse, Niederschläge und einige signifikante Grundwasserganglinien

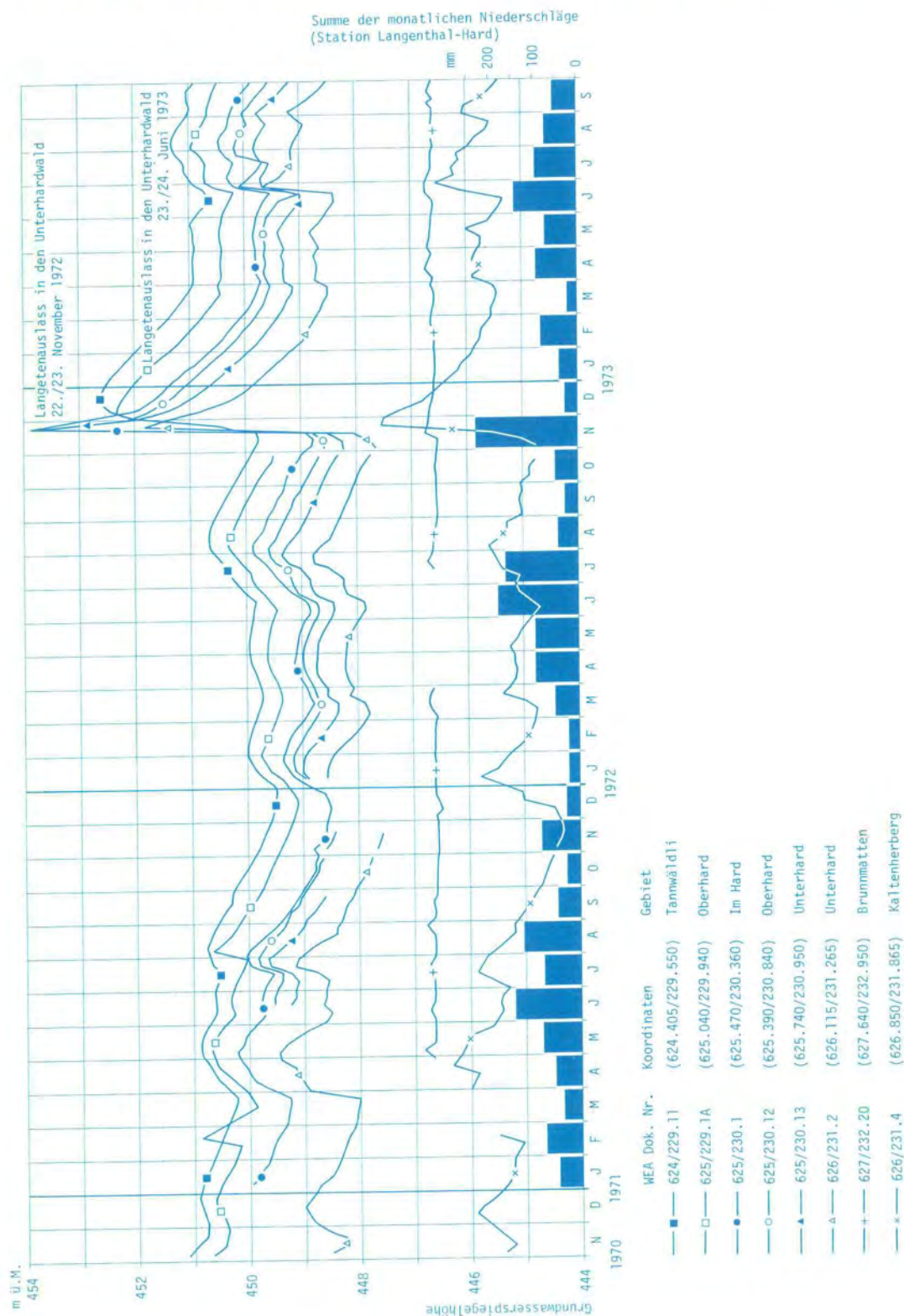


Fig. 5 Lage der Grundwasserspiegel bei verschiedenen Wasserständen, vgl. Fig. 2

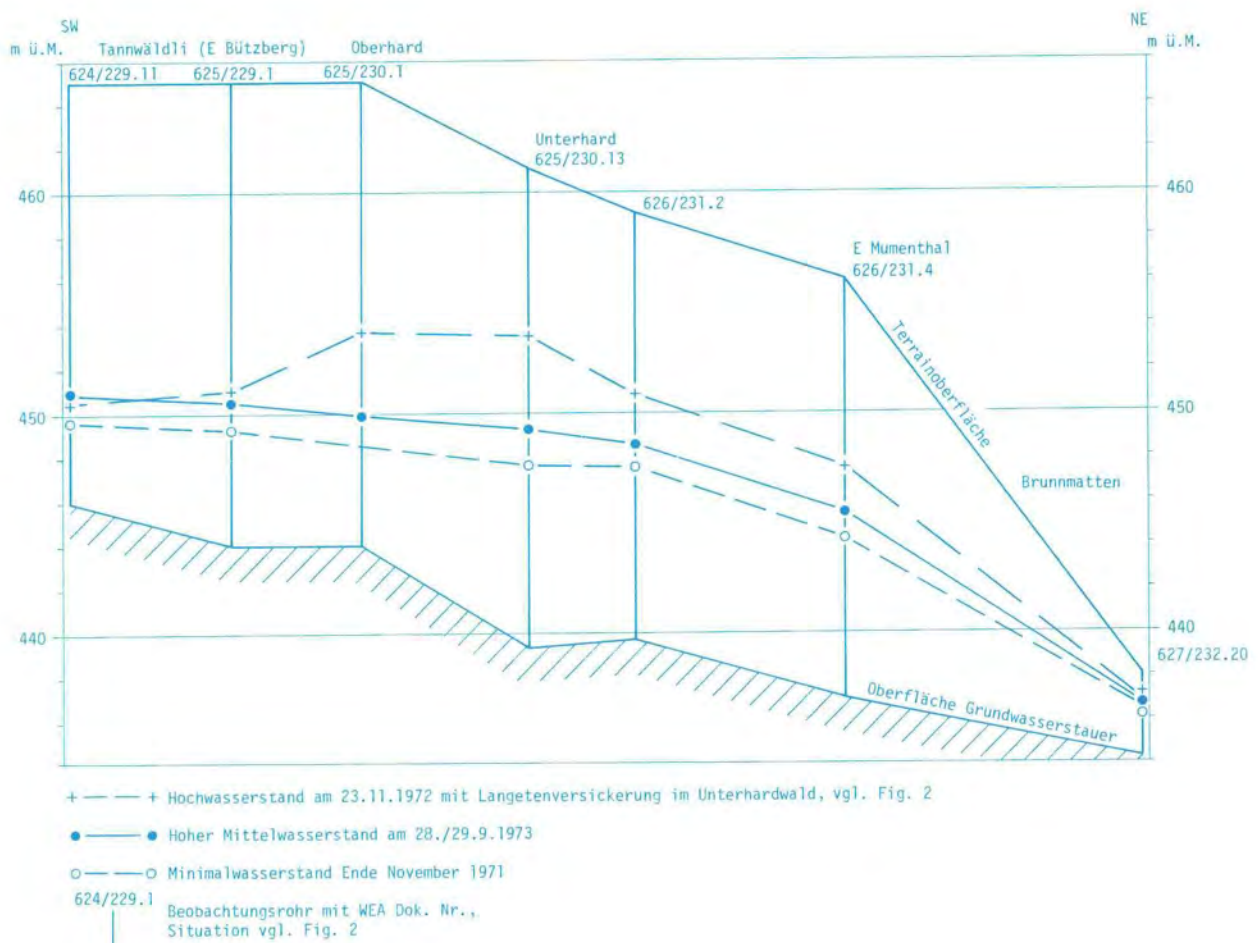


Fig. 6 Beziehung zwischen Grundwasserstand und Abfluss der Brunnmattenbäche für die Periode 1971-76

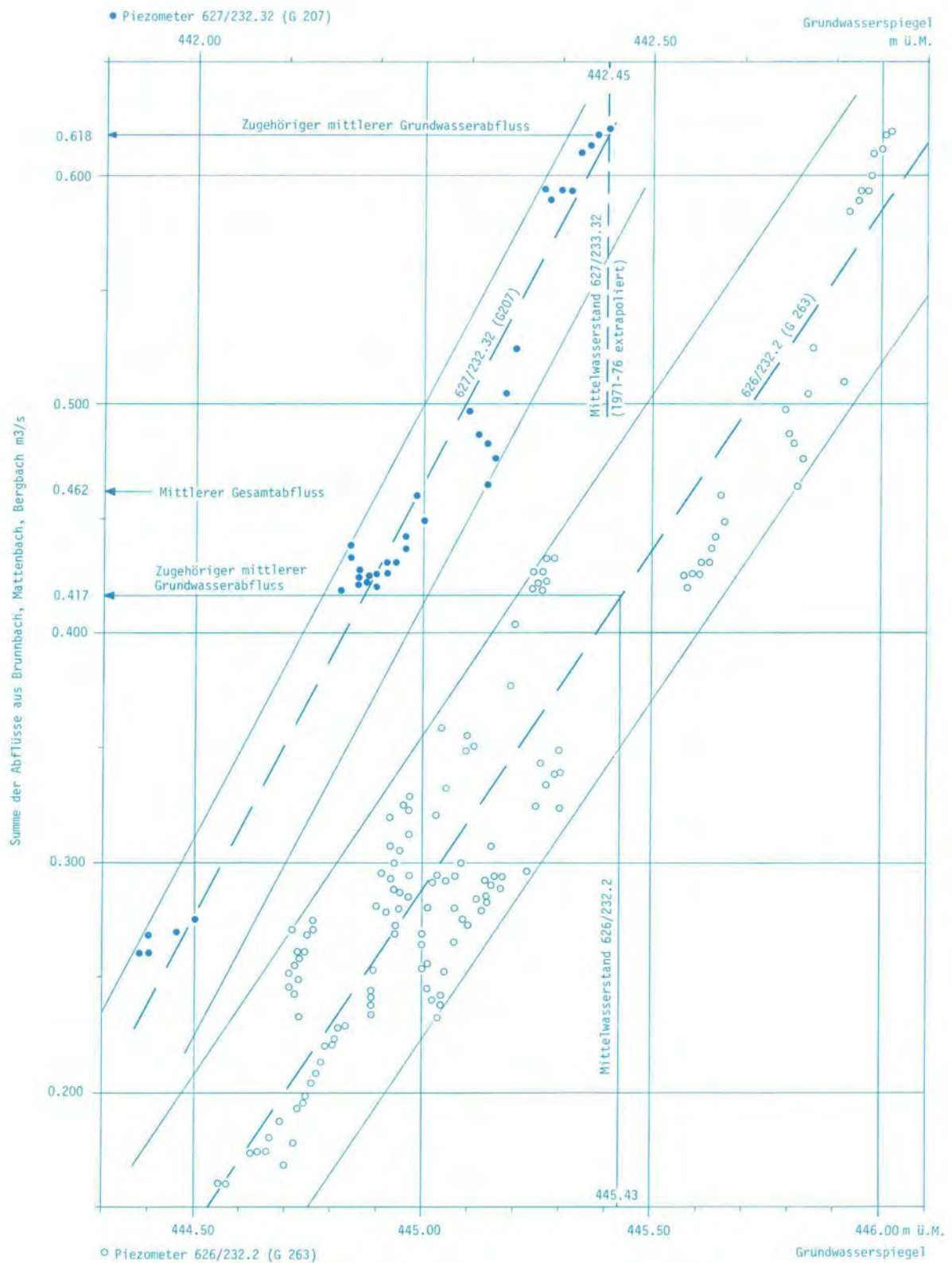


Fig. 7 Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch die Wiesenwässerung

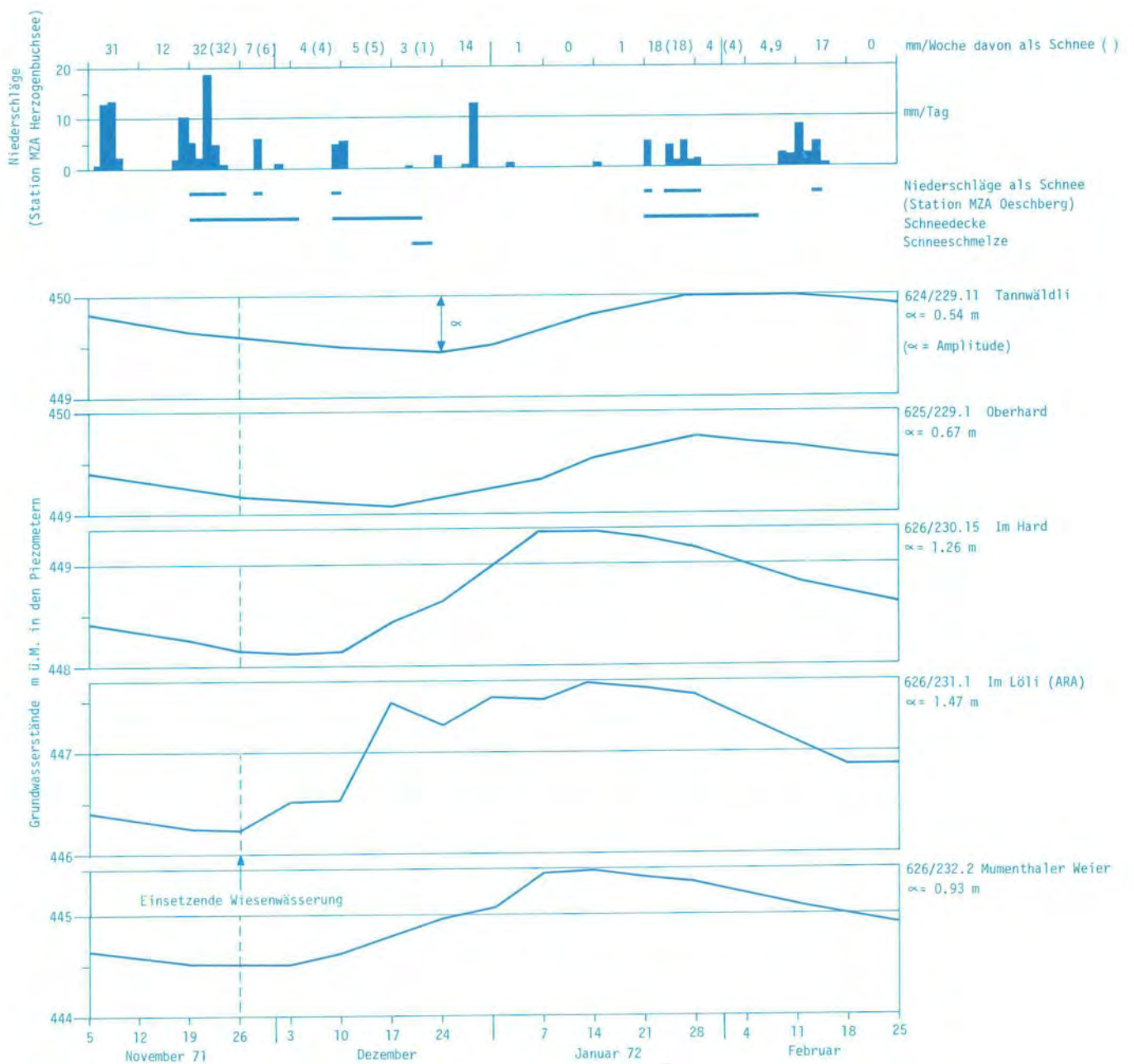
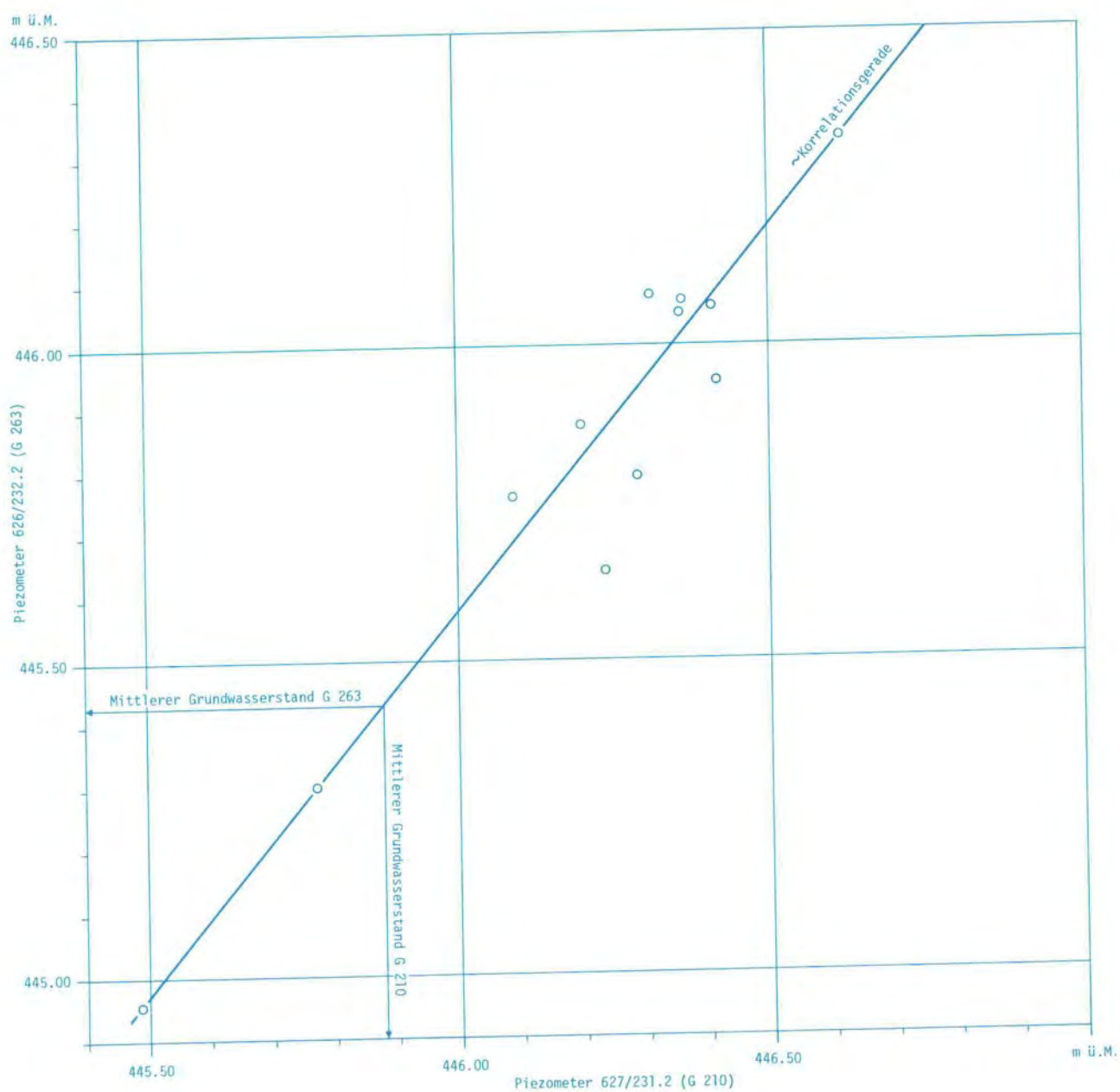


Fig. 8 Beziehung der Grundwasserstände der Piezometer 626/232.2 (G 263) und 627/231.2 (G 210) im Jahr 1975 (Monatsmittel)



3. TEILGEBIET ROGGWILER TERRASSE

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthé AG, Bern/Liebefeld (1968-1975)
Uebersetzung und Ergänzungen: Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld (1979/80)

3.1. EINLEITUNG

Die Gebietsabgrenzung ist aus Figur 2 (Abschnitt 2. 1., Teilgebiet Langenthal) ersichtlich. Im S verläuft sie zunächst im Gebiet von Brüel 9), Sägelis-Chrüz und Berg entlang der Wasserscheide und anschliessend von Sagi dem östlichen und nördlichen Terrassenfuss folgend zur Station Roggwil-Wynau. Ans Teilgebiet Langenthal grenzend folgt sie sodann dem Terrassenrand (dem Brunnbach folgend) bis zur Haltestelle Kaltenberg, wo die Grenze anschliessend südöstlich gegen den Brüel- Hügel abbiegt.

Der Molasseuntergrund des vorliegenden Teilgebietes nahm vermutlich weitgehend während der Risseiszeit seine Gestalt an (Fig.2), was insbesondere auch für den durch Rissmoräne bedeckten Brüel-Hügel zutreffen dürfte. Von den während dem Riss-Würm-Interglazial über der Molasse abgelagerten Seesedimenten sind im Untersuchungsgebiet bestenfalls noch geringmächtige Relikte erhalten geblieben (vgl. Abschnitt 2.2.2., Teilgebiet Langenthal). Ueber die Herkunft der darüberliegenden Niederterrassenschotter kann im Rahmen dieser Untersuchung wenig ausgesagt werden; es dürfte sich vorwiegend um Langeten- und Rückzugsschotter handeln. Durch die Abtiefung des Aarelaufes im Spätwürm setzte die Erosion der Murg und Langeten ein; die Terrassenränder von Roggwil entstanden (vgl. Abschnitt 2.2.3.).

Das Bett der Langeten unterhalb Langenthal wurde im Mittelalter zur Wiesenbewässerung künstlich angelegt (LEIBUNDGUT, CH., 1976). Sie fliesst bis auf die Höhe von Gsteig - Roggwil in einem sehr flachen Gerinne auf den Niederterrassenschottern; weiter stromabwärts schnitt sie sich steil in die Molasse des Terrassenrandes ein.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden folgende Feld- und Laborarbeiten ausgeführt:

- 3 chemische und bakteriologische Untersuchungskampagnen von repräsentativen Quell- und Grundwässern;
- Geoelektrische Tiefensondierungen im Gebiet Kaltenherberg (Firmen Geotest und CSD, Bern);
- 3 Rotationskernbohrungen im Gebiet Kaltenherberg (WEA Dok. Nrn. 627.231/1 und 8, 627.232/32);
- Verschiedene Abfluss- und Pegelmessungen in den Brunnmatten und der N-Seite der Roggwiler-Terrasse (1971-73) in Zusammenarbeit mit dem Geographischen Institut der Universität Bern.

9) Alle verwendeten Orts- und Flurnamen finden sich in der Landeskarte 1:50'000 (vgl. Figur 2).

Folgende wichtige Unterlagen Dritter standen zur Verfügung:

- U 3.1.¹⁰⁾ Geologisch-hydrogeologisches Gutachten betreffend Einsprache der SBB gegen die Grundwasserfassung der Fa. Gugelmann & Co. AG in Roggwil; Bericht von J. Hug, Zürich; 26. August 1949; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.2. Grundwasservorkommen in den Flussgebieten der Roth und Murg; Geologisch-hydrologischer Bericht von B. Tschachtli, Luzern, 31.12.1949; im Auftrag des Wasserrechtsamtes des Kantons Bern.
- U 3.3. Grundwasservorkommen im Flussgebiet der Langeten; Geologisch-hydrologischer Bericht von B. Tschachtli, Luzern, 25.2.1950; im Auftrag des Wasserrechtsamtes des Kantons Bern.
- U 3.4. Ausführungspläne zu den Fassungen 1-3 in der Brunnmatt der Fa. Gugelmann, Beilagen zur Konzession vom 20.9.1955; Fa. H.C. Ryser, Bern; September 1953; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.5. Wasserversorgung Werk Brunnmatt der Fa. Gugelmann, hydrologisches Gutachten Nutzungsgebiet Brunnmatt; Bericht von B. Tschachtli, Luzern, Februar 1954; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.6. Untersuchung der Grundwasserverhältnisse beim Werk Brunnmatt der Fa. Gugelmann AG und ihre Beziehungen zum Brunnbach als Vorfluter der Kläranlage Langenthal; Bericht der EAWAG, Zürich, und des Kantonschemikers des Kantons Bern; September 1954; im Auftrag der Gemeinde Langenthal und der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.7. Grundwassererschliessung für das Werk Brunnmatt, chemische Grundwasseruntersuchungen vom Januar 1956; Bericht W. und H. Schmassmann, Liestal; 18.2.1956; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.8. Gesuch für einen vorläufigen Wasserbezug aus dem Bohrloch Nr. 101, Grunholz; Brief mit Beilagen der Fa. Gugelmann AG, Langenthal; 22. Juni 1956.
- U 3.9. Grundwassererschliessung für das Werk Brunnmatt, Bericht über die bis März 1957 ausgeführten Arbeiten; W. und H. Schmassmann, Liestal; 30. April 1957; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.10. Geologisch-hydrogeologisches Gutachten über die beabsichtigte Kiesausbeutung im Gsteig und in der Mangi; Bericht H. Schmassmann, Liestal; Mai 1959; im Auftrag der Gemeinde Roggwil.
- U 3.11. Exposé über die Möglichkeiten zur Erweiterung der Wasserversorgung, Werk Brunnmatt; Bericht H. Schmassmann, Liestal; 27.11.1964; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.12. Dokumentation über Abfluss- und Wasserspiegelmessungen und über chemische Wasseruntersuchungen 1956-1960, Werk Brunnmatt; Bericht H. Schmassmann, Liestal; 31. Dezember 1964; im Auftrag der Fa. Gugelmann AG, Langenthal.
- U 3.13. Wasserversorgung Werk Brunnmatt, Gesuch um Konzessionserweiterung, vorläufige Orientierung; Brief der Fa. Gugelmann AG, Langenthal; 11. Juni 1969.
- U 3.14. Hydrogeologische Untersuchungen im Gebiet der Quelfassung der Wasserversorgung Roggwil "in der Mange" Roggwil; Bericht H. Jäckli; 9. Juni 1970, Korrektur 7. April 1971; im Auftrag der Fa. Autohof AG, Roggwil.

10) Im Text wird auf die Unterlagen verwiesen mit der Bezeichnung U 3.1.

- U 3.15. Ueberführung über die SBB beim Bahnhof Roggwil-Wynau; Pläne Nr. 1-4-3/11A/22 der Fa. Peter, Hindelbank; 1970/71; Sondierprofile Nr. 70/4026-21/22 und Nr. 71-4138-1 bis 4 der Fa. Stump Bohr AG; 1970; im Auftrag der Baudirektion des Kantons Bern, Kreis IV.
- U 3.16. Grundwasseranreicherung mittels Wässermatten im Langetental; Bericht der Fa. Binggeli und Leibundgut, Langenthal; Juni 1976; im Auftrag des Planungsverbandes Oberaargau und der Wasserversorgung Langenthal.

3.2. SONDIERUNGEN

3.2.1. Geoelektrische Tiefensondierungen

Die im Abschnitt 2.3.1. (Teilgebiet Langenthal) erwähnte Sondierkampagne reichte östlich bis in den Raum Kaltenherberg, wo sie durch weitere Einzelsondierungen ergänzt wurde. Verglichen mit den im Teilgebiet Langenthal gemessenen Widerständen scheinen die entsprechenden Werte im südwestlichen Bereich der Roggwiler Terrasse etwas tiefer zu liegen:

- Grundwasserstauer (meist Molasse oder Verwitterungsprodukte derselben)	30 - 50 Ω m
- Schotter im Grundwasser (im allgemeinen etwas siltige Kiessande)	250 - 500 Ω m
- Schotter über dem Grundwasserspiegel	600 - 3'500 Ω m
- Deckschichten	50 - 250 Ω m

Aehnlich wie im Teilgebiet Langenthal musste bei der Ermittlung der Schichtgrenzen durch die Geoelektrik mit einem Fehler von mindestens 10 - 15 % gerechnet werden. Die Ergebnisse der Tiefensondierungen wurden soweit als möglich in die Figuren 1 und 2 verarbeitet.

3.2.2. Sondierbohrungen

Um einerseits die Resultate der Geoelektrik zu prüfen, andererseits genauere Kenntnisse über den Aufbau des Untergrundes zu erhalten, wurden im Raum Kaltenherberg 3 Rotationskernbohrungen abgeteuft. Gleichzeitig wurden sie als Grundwasserbeobachtungsstellen ausgebaut (4 1/2" PVC-Rohre). Bei allen 3 Bohrungen zeigte sich bei leicht unterschiedlicher Mächtigkeit folgendes allgemeines Profil:

- Deckschichten (inkl. Humus)	1,40 - 2,10 m mächtig,
- Sandiger Kies mit unterschiedlichem Silt- und Geröll-Anteil	13,40 - 15,90 m mächtig,
- Silt, tonig-siltiger Feinsand, Sandstein, Mergel ab	15,50 - 17,40 m unter OK-Terrain
- Der Grundwasserspiegel wurde in 10 - 12 m Tiefe erreicht.	

Gemäss Sondierprotokoll wurde in der Bohrung 627.231/8 südlich Kaltenherberg ein Stauer angebohrt, der von 15,75 m bis zur Endtiefe von 27,30 m aus gelbbraunem, tonigem bis schwach feinsandigem "mergeligem" Silt (kalkig) besteht. Eine Korngrössenanalyse dieses Materials zeigte folgende Anteile: Ton 13,8 %, Silt 76,1 %, Sand 10,1 %. Leider fehlen weitere Angaben dazu. Insbesondere ist nicht feststellbar, ob es sich um aufgearbeitete oder verwitterte Molasse handelt, deren Kohäsion durch den Bohrvorgang noch weiter vermindert wurde.

Nebst den obigen Sondierungen sind in der Roggwiler-Terrasse nur noch 5 weitere Bohrungen südwestlich Roggwil entlang einer 700 m langen NW-SE gerichteten Achse bekannt (U 3.8.):

WEA Dok.Nr.	Bohrtiefe m	OK Terrain m ü.M.	OK Stauer m ü.M.	(ung. OK Fels) m ü.M.
627.232/4	16,8*)	451,30	435,2*)	435,2*)
627.232/6	18,2*)	452,29	434,6*)	434,6*)
628.232/2	20,2*)	452,5*)	434,5*)	434,5*)
628.233/3	19,5*)	452,65	434,7*)	434,7*)
628.232/4	18,4*)	452,64	435,6*)	435,6*)

*) approximativer Wert

3.3. HYDROGEOLOGISCHE VERHAELTNISSE

3.3.1. Grundwasserstauer

Die Gestalt der Staueroberfläche ist aus Figur 2 ersichtlich. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass mangels Sondierungen über grössere Strecken Extrapolationen vorgenommen werden mussten, insbesondere im nordöstlichen Bereich der Roggwiler Terrasse. Indessen ist am Terrassenrand sowie entlang der Rot und der Langeten (Mange) die Molasse an verschiedenen Stellen aufgeschlossen (z.T. durch Schächte), so dass der Verlauf der Stauer-Isohypsen in diesem Bereich ziemlich gut belegt ist.

Die dargestellte Staueroberfläche ist weitgehend mit der Molasseoberfläche identisch, da diese im allgemeinen nur stellenweise von geringmächtigen siltingen Ablagerungen (Verwitterungsprodukte der Molasse, Grundmoränenüberreste, reliktsche Seeablagerungen) überlagert wird. Bemerkenswert ist der sehr steil gegen die Brunnmatten abfallende Molassesporn bei Gsteig (U 3.15.), dessen südwestliche Fortsetzung durch eine bis Kaltenherberg auslaufende Rippe gebildet wird. Gleichermassen fällt die Oberfläche der aus Sandsteinen und Mergeln bestehenden Molasse (Aquitainen) am nordöstlichen Terrassenrand (Mange) ab (U 3.14.).

3.3.2. Grundwasserleiter

Zwischen Langenthal und Kaltenherberg geht der Grundwasserleiter des Langenthaler-Beckens ohne merkliche hydrogeologische Veränderungen in die Roggwiler Terrasse über. Der Grundwasserleiter besteht auch hier aus einer Abfolge von mehr oder weniger sandigen, häufig sauberen bis schwach siltingen Kiesen. Der bis knapp unter die Terrainoberfläche reichende Schotter ist vor allem in den oberen Lagen, d.h. über dem Grundwasserspiegel teilweise nagelfluhartig verkittet (U 3.9.). Richtung NW geht der Grundwasserleiter in die geringmächtigen Schotter der Brunnmatten über, am nördlichen Terrassenfuss keilt er dagegen aus oder wird durch den Erosionsrand der Terrasse samt den obersten Schichten des Stauers abgeschnitten (U 3.14.). Nach S (Brüel, Berg) wird seine Grenze durch die aufsteigende Stauersohle (Molasse, z.T. mit Moränenbedeckung) gebildet.

Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters ist soweit bekannt aus Figur 3 ersichtlich. Ausgenommen im Gebiet von Kaltenherberg, wo eine flache Mulde aus dem Langenthaler-Becken (maximale Mächtigkeit 6 m) sich in nordöstlicher Richtung ausdehnt, beträgt sie weniger als 4 m. Von Weibelacher an nordostwärts dürfte die Mächtigkeit der wassergesättigten Schotter, insbesondere am Terrassenrand entlang, kaum 2 m überschreiten. Grundwasserfassungen in diesem Gebiet und Quellen am nördlichen Terrassenrand können daher schon durch geringe Grundwasserspiegelschwankungen nachhaltig beeinträchtigt werden. Auch im Gebiet westlich Brüel (Wuestimatte, Schwäbedmatte) beträgt die Mächtigkeit infolge eines flachen Molassesporns (Figur 2) weniger als 2 m. Ueber die Durchlässigkeit der grundwasserführenden Schotter besteht im gesamten Teilgebiet nur eine Angabe; Pumpversuche aus den Vertikalfilterbrunnen der Fa. Gugelmann AG (627.232/5) ergaben einen Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $7 \cdot 10^{-3}$ m/s (U 3.9.).

3.3.3. Abflussverhältnisse

Das Grundwasserabflussregime hängt vor allem von demjenigen des Langenthaler-Beckens ab. Zusätzlich wird es im Teilgebiet noch durch Infiltrationen der Langeten und Wiesenwässerungen, sowie durch Fassungsanlagen beeinflusst. Die allgemeinen Strömungsverhältnisse bei hohem Mittelwasserstand sind aus Figur 2 ersichtlich.

Mit Ausnahme der Gebiete nördlich Brüel (Grossmatte), wo infolge Langeteninfiltrationen und stark abfallender Stauersohle sich ein extrem hoher hydraulischer Gradient einstellt ($i = 15 - 20 \%$), und nördlicher Terrassenrand im Bereich der Quellaustritte ($i > 20 \%$), beträgt das Gefälle des Grundwasserspiegels im Mittel 6 - 8 ‰. Berücksichtigen wir den oben erwähnten k -Wert, ergibt sich, bei einer angenommenen nutzbaren Porosität von 20 ‰, eine mittlere Fliessgeschwindigkeit von etwa 20 m/d. Ein im Gruenholz (Weibelacher) während Wiesenwässerungen ausgeführter Markierversuch (LEIBUNDGUT, CH., 1975) ergab intensive Abstandsgeschwindigkeiten (BEYER 1964) von ca. 9 - 90 m/d. Wegen der durch die Wässerung stark veränderten hydraulischen Bedingungen sind die beiden Resultate nicht vergleichbar.

Bei mittlerem Grundwasserspiegel beträgt die Trockentiefe (Flurabstand: Abstand zwischen OK Terrain und Grundwasserspiegel) in den nachfolgenden Gebieten:

- W Brüel (Wuesti-Matte, Grossmatte)	5 - 10 m
- Kaltenherberg (E Kantonsstrasse)	8 - 15 m
- zentrale Roggwiler Terrasse	
(Gruenholz - Grossfeld)	12 - 16 m
- Gsteig, Roggwil	14 - 16 m

Die Grundwasserspiegelschwankungen betragen im allgemeinen < 2 m. In Bewässerungsgebieten (Wuesti-Matte, Grossmatte, Gruenholz) kann jedoch der Wasserspiegel 2 - 3 m über den mittleren Stand ansteigen.

Wie im benachbarten Teilgebiet ist auch hier ein langzeitiges Absinken des Grundwasserspiegels zu beobachten. Im Gruenholz (627.232/4) dürfte es in den letzten 20 Jahren knapp 0,5 m betragen haben (U 3.9.), was zu entsprechenden

Ergiebigkeitsverlusten führte (Abschnitt 3.5.).

Die Langeten infiltriert auf ihrer gesamten Länge, mit Ausnahme des untersten, ca. 200 m langen, in den Terrassenrand (bei Gsteig) erodierten Abschnittes. Die Wechselbeziehungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser in den Brunnmatten, insbesondere entlang der Grenze zum Teilgebiet Langenthal bildenden Brunnbaches, wurde im Abschnitt 2.4.4.4. erläutert.

Beim Verlassen des Teilgebietes, d.h. im Bereich des Terrassenfusses, tritt der überwiegende Teil des Grundwasserstroms in Grundwasseraufstößen an die Oberfläche. Das nordwestlich in die Brunnmatten abfliessende Grundwasser wird vorwiegend durch den Brunnbach drainiert. Am Terrassennordrand, auf der über der Talsohle ausstreichenden Staueroberfläche, tritt es als Quellen aus (Iff-, Kohler-, Mange-, Kiltberg-Quellen) oder versickert im Hangschutt und gelangt, sofern es nicht gefasst wird, in die Vorfluter (Brunnbach, Langeten, Rot). Sondierungen im Bereich der Station Roggwil-Wynau (U 3.15.), sowie verschiedene natürliche Aufschlüsse deuten darauf hin, dass die Sohle der nördlich der Roggwiler Terrasse zusammenfliessenden Oberflächengewässer auf dem Stauer oder nur wenig darüber liegen.

Durch die periodischen Wässerungen werden auch in diesem Teilgebiet die Grundwasserabflussverhältnisse vorübergehend stark beeinflusst (vgl. Abschnitt 2.4.5.), während der Einfluss der Langeteninfiltration von untergeordneter Bedeutung zu sein scheint (LEIBUNDGUT, CH., 1976).

3.3.4. Deckschichten

Die Profile aus den insgesamt 9 zur Verfügung stehenden Sondierungen zeigen einen ziemlich gleichförmigen Aufbau. Unter einer Humusschicht von zumeist 0,5 - 1,0 m Mächtigkeit herrscht im allgemeinen eine stark siltig-sandige, 2,5 - 4,5 m mächtige Kieslage vor. Darunter sind gutdurchlässige Schotter anzutreffen. Erstaunlich ist die grosse Mächtigkeit der humosen Bedeckung. Infolge der erhöhten, terrassenartigen Lage, wurde das Gebiet offenbar vor erosiven Einflüssen weitgehend verschont. Akkumulationen bedingt durch Langeten-Hochwässer und Wässerungen mögen mit eine Rolle gespielt haben.

Grossflächige Wässerungsversuche im Gruenholz haben gezeigt (LEIBUNDGUT, CH., 1976), dass die Sickerleistung der Deckschichten etwa von derselben beachtlichen Grössenordnung ist wie in den übrigen Bewässerungsgebieten im Langetental ($2 - 6 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$). Es liegen somit gute Voraussetzungen für die direkte Grundwasserneubildung vor; dies umso mehr, als die Terrainoberfläche im Bereich des Grundwasserleiters meist sehr flach ist.

Trotz des grossen Flurabstandes ist dagegen das Grundwasservorkommen vor infiltrierenden Verunreinigungen nicht besonders gut geschützt, da schlecht durchlässige genügend mächtige Deckschichten fehlen. Eine Ausnahme bildet das südliche Randgebiet des Grundwasserleiters, das durch tonig-lehmige Einschwemmungen aus der Moräne und Molasse eine bedeutend weniger durchlässige Deckschicht aufweisen dürfte.

3.4. GRUNDWASSERQUALITÄT

Die Tabellen 2.3. und 2.4. (Abschnitt 2.5., Teilgebiet Langenthal) enthalten die Ergebnisse der Probeentnahmekampagne 1972/73, sowie jüngere Analysenwerte der Grundwasserfassungen der Fa. Gugelmann AG, der neuen Quelle Mange, sowie je eines Piezometers aus dem Gebiet Gruenholz und Mange. In nachstehender Zusammenstellung sind zum Vergleich mit älteren Untersuchungen ergänzend dazu die Chlorid-, Sulfat- und Nitratwerte angeführt (U 3.9.):

Entnahmestellen	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l
PW Brunnmatten, Fa. Gugelmann			
März 1957, Okt. 1957, März 1958	6,6- 8,5	12-29	8-11
Febr. 1972, Sept. 1972, Jan. 1973	11,9-14,0	11-17	17-27
PW Gruenholz, Fa. Gugelmann			
6 Proben 1956 - 1958	6,3- 7,8	5-29	6-15
Febr. 1972, Sept. 1972, Jan. 1973	5,1-11,9	11-16	21-26
Kohler Quellen (Fa. Gugelmann)			
Okt. 1957, Jan. 1957, März 1958	7,2- 8,0	5-34	11-15
Iff Quellen			
Okt. 1957	9,1	22	10
Neue Quelle Mange (WV Roggwil-Murgenthal)			
Okt. 1957, März 1958	6,5- 7,4	7-14	11-14
Febr. 1972, Sept. 1972, Jan. 1973	10,5-12,8	11-13	19-22
Okt. 1978, März 1979	11,0-11,2	15	21-25
Alte Quelle Mange (WV Roggwil)			
März 1958	8,6	22	28
Sept. 1975	14,1	23	34
März 1979	14,5	20	31

Vergleicht man die Werte der Kampagne 1972/73 untereinander (vgl. Tabelle 2.3. und 2.4.), so ist - abgesehen eines ausscherehenden Chloridwertes (Piezometer Gruenholz, Jan. 1973) - eine sehr gleichförmige Mineralisation mit einer geringen zeitlichen wie räumlichen Variationsbreite erkennbar. Gegenüber dem Teilgebiet Langenthal ist keine Aufhärtung festzustellen, das Grundwasser scheint im Gegenteil eher leicht geringere Härten aufzuweisen, was auf eine Infiltration von Oberflächenwasser hindeutet. Ein Vergleich der Chlorid-, Sulfat- und Nitratwerte mit denjenigen der 50-Jahre zeigt eine schwache, uneinheitliche Zunahme des Chloridgehaltes, eine starke Variation in den Sulfatkonzentrationen ohne zunehmenden Trend und ein eindeutiges Anschwellen des Nitratgehaltes. Letzteres dürfte eindeutig mit der intensiveren landwirtschaftlichen Düngung zusammenhängen.

Mit Ausnahme des hohen Keimwachstums in den Proben aus den Grundwasserfassungen der Fa. Gugelmann und des Piezometers Gruenholz, das jedoch auch auf eine unsachgemässe Probeerhebung zurückgeführt werden könnte, genügen alle Wasserproben (Tabellen 2.3. und 2.4.) den Qualitätsanforderungen des schweizerischen Lebensmittelbuches von 1972 an Trinkwasser.

3.5. GRUNDWASSERBILANZIERUNG

3.5.1. Anmerkungen

Die allgemeinen Erläuterungen zur Grundwasserbilanzierung im Abschnitt 2.6.1. sind auch für dieses Teilgebiet gültig. Im Vergleich zum vorangehenden Untersuchungsgebiet ist der die Roggwiler Terrasse verlassende Grundwasserstrom weniger gut erfassbar. Insbesondere sind die Grundwasseraustritte im Langeteneinschnitt (SE Gsteig) schwierig abzuschätzen, da die Abflussmenge der Langeten ein Vielfaches derselben beträgt. Nebst gefassten Quellgruppen am Terrassennordrand gibt es zahlreiche diffuse Wasseraustritte und Grundwasseraufstösse entlang des gesamten Terrassenfusses, die kaum nutzbar sind.

Aufgrund des Grundwasserisohypsenverlaufes (Figur 2) und der beobachteten Grundwasseraustritte muss angenommen werden (vgl. Abschnitt 2.6.2.), dass etwa 1/3 des zwischen Brüel und Kaltenherberg einströmenden Grundwassers das Teilgebiet nach einer Fliegsstrecke von einigen 100 m oberhalb des Brunnbach Limnigraphs (vgl. Figur 2) wieder verlässt, d.h. in den Brunnbach fliesst. Da dieser Anteil den Grundwasserleiter nur vorübergehend und peripher durchströmt, wird er für die Grundwasserbilanzierung nicht berücksichtigt. Dasselbe gilt für das auf dem gleichen Abschnitt dem Brunnbach zufließende Bewässerungswasser (Abschnitt 2.6.2.).

3.5.2. Grundwasseraustritte (Figur 9)

Der gesamte Grundwasserstrom, der am nordwestlichen und nördlichen Terrassenrand austritt, wurde wie folgt gemessen, bzw. geschätzt (l/s):

Bearbeiter	SCHMASSMANN (U 3.11.)	LEIBUNDGUT (1976)	CSD, Bern
Beobachtungsperiode	Sept. 1959*)	1971 - 73	1971 - 73
1. Grundwasserfassungen Fa. Gugelmann	40	37	27
2. Grundwasseraustritte westl. der Langeten (vgl. Fig. 9)		95	
- diffuse Austritte zw. Brunnbach- Limnigraph und Brunnbach-Einmün- dung in die Langeten	320		50
- Fassung Gugelmann 4 (Iff-Quellen)	10		7
- Fassungen Gugelmann 5 und 6 (Kohler-Quellen)	39		24
3. Grundwasseraustritt Langeteneinschnitt	250	100	105
4. Grundwasseraustritte östlich der Langeten (vgl. Fig. 9)			
- Quellfassung Mange (WV Roggwil-Murgenthal)	80	83	83
- alte Quellfassung Mange (WV Roggwil)	10	15	
- Quellfassung Kiltberg (WV Murgenthal)	40**)	7	35
- verschiedene Austritte		30	
5. Total Grundwasseraustritte	789 l/s (47400 l/min)	367 l/s (22000 l/min)	331 l/s (19900 l/min)

*) 13. - 17. September 1959, approximativer Mittelwasserstand,
kurze Trockenperiode

**) angenommener Wert, keine Angabe in U 3.11.

Erläuterungen:

zu 1.) Dieser Wert beinhaltet die Fördermengen der Fassungen 627.232/1 und 2 am Fuss der Roggwiler-Terrasse unterhalb Weibelacher (Brunnmatten) und der Grundwasserfassung 627.232/5 im Gruenholz. Eine allfällige Reduktion der Entnahmemenge seit 1959 ist nicht auf die Verminderung des Grundwasserdargebots zurückzuführen sondern auf betriebliche Vorkehrungen. Infolge des absinkenden Grundwasserspiegels vermochten allerdings die Weibelacher-Fassungen seit den 60-er Jahren während niederschlagsarmen Perioden den Wasserverbrauch nicht mehr voll zu decken, so dass die Fassung im Gruenholz erstellt wurde.

- zu 2.) Mit Ausnahme der Quelfassungen Gugelmann 4 bis 6 lassen sich diese Grundwasseraustritte nur mittels schwierig auszuführenden Abflussmessungen erfassen. Dementsprechend muss die Genauigkeit der obigen Werte eingestuft werden. Ohne Zweifel haben jedoch die diffusen Grundwasseraustritte zwischen beiden Beobachtungsperioden um ein Mehrfaches abgenommen.
- zu 3.) Die Ermittlung aus dem Jahr 1959 ist insofern bemerkenswert, weil das Flussbett mitte September oberhalb des Langeteneinschnittes trocken war (Wässerungen). Leider ist nicht bekannt, wie die Schätzung (Messung) erfolgte. Die Werte für die Periode 1971/73 wurden mittels Abflussmessungen (Geographisches Institut der Universität Bern) ober- und unterhalb des Einschnittes erfasst. Da indessen die Grundwasseraustritte nur etwa 10 % des Abflusses betragen und somit im Bereich der Fehlergrenze liegen, ist der Exfiltrationsanteil nur schwer zu ermitteln. Figur 10 illustriert die starke Streuung der Grundwasserkomponente in Abhängigkeit zum Gesamtabfluss. Eine Korrelation zwischen beiden Parametern liegt offensichtlich nicht vor. Die ermittelte Exfiltration steht auch nicht in Beziehung zur Lage des Grundwasserspiegels im Gruenholz (Figur 11). Die starke Streuung der Werte ist somit messtechnisch bedingt. Die resultierenden Bilanzwerte müssen deshalb mit Vorbehalt verwendet werden (vgl. Abschnitt 3.5.4.).
- zu 4.) Mit Ausnahme der verschiedenen Austritte, die nur teilweise messbar sind, dürfte der Grundwasserabfluss östlich der Langeten ziemlich genau erfasst worden sein. Entsprechend dem Grundwasserspiegelstand ist jedoch anzunehmen, dass die Schüttung der Mange Quellen 1959 zu gering geschätzt wurde (vgl. Abschnitt 3.5.5.).
- zu 5.) Es ist nicht auszuschliessen, dass der Brunnbach und die Langeten am Nordrand der Terrasse von Grundwasser unterflossen werden, das in der obigen Bilanz nicht in Erscheinung tritt. Infolge des hydraulischen Gefällsunterschiedes zwischen Grund- und Oberflächenwasser, der geringen Grundwasserleitermächtigkeit (durchschnittlich ca. 1 - 1,5 m) und der eher kleinen Durchlässigkeit der Alluvionen, dürfte dieser Anteil jedoch kaum ins Gewicht fallen. Aufgrund obiger Zahlen wäre die Ergiebigkeit des gesamten Grundwasserstromes der Roggwiler Terrasse innerhalb von 12 - 15 Jahren um etwa 50 - 60 % zurückgegangen, also bedeutend mehr als in den Brunnmatten während einer längeren Periode (ca. 40 %, vgl. Abschnitt 2.6.3.2.). Eine kritische Ueberprüfung dieser Zahlen zeigt indessen, dass die Grundwasserneubildung kaum derart zurückgegangen ist (vgl. unten).

3.5.3. Abfluss im Grundwasserleiter-Querschnitt

Ein Profil mit 5 Bohrungen quer zur Hauptströmungsrichtung auf der Höhe der Fassung 627.232/5 erlaubt die Bestimmung eines Grundwasserleiter-Querschnittes auf ca. 3250 m² (mittlere Mächtigkeit 2,7 m, hoher Mittelwasserstand, 28.9. 1973). Bei einem mittleren Gefälle von etwa $8 \cdot 10^{-3}$ und einem k-Wert von $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (mittlerer Wert Langenthaler Becken, Abschnitt 2.4.3. und 2.6.2.), beträgt die approximative Abflussmenge bei der Isohypse 438 m:

$$A_u (438 \text{ m}) = 250 \text{ l/s} \pm 50 \%^{11)}$$

11) Für die berechneten Grundwasserabflussmengen wird eine Genauigkeit von 50 % und für die gemessenen Oberflächenabflüsse eine solche von 10 % angenommen.

Setzt man den in der Fassung 627.232/5 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert ein ($7 \cdot 10^{-3}$ m/s), so reduziert sich der Abfluss um ca. 70 l/s.

Dieses Querprofil liegt etwa auf der Höhe des Brunnbach-Limnigraphs und der provisorischen Abflussmessstelle Gruenholz, d.h. stromaufwärts aller namhaften Grundwasseraustritte. Für die Gebietsbilanzierung muss zu A_u (438) die schwer definierbare Infiltrationsmenge an Niederschlags- und Bewässerungswasser im stromabwärts liegenden Gebiet addiert werden. Der auf diese Weise geschätzte Gesamtabfluss kann dabei die Grössenordnung der für die Jahre 1971/73 ermittelten Grundwasseraustritte annehmen.

Um den Grundwasserstand der beiden Beobachtungsperioden 1956/59 und 1971/73 miteinander zu vergleichen, wurde das Piezometer 627.232/4 (G 201) im Gruenholz verwendet (Figur 12). Es verfügt über genügend lange Messreihen und wird nicht unmittelbar durch die Strömungsverhältnisse am Terrassenrand oder durch die Langeten beeinflusst (vgl. Abschnitt 3.5.5.). Am 13. - 17. September 1959 (Bilanzzeitpunkt Grundwasseraustritte, vorangehender Abschnitt) lag der Grundwasserstand im Mittel bei 438,04 m ü. M., d.h. verglichen mit dem Mittelwert der Periode 1971/73 von ca. 437,33 m ü. M. ca. 0,7 m höher. Der Grundwasserleiterquerschnitt war somit im September 1959 um ca. 25 % grösser als durchschnittlich während 1971/1973. Da im Bereich der Grundwasseraustritte am nördlichen Terrassenrand der Grundwasserstand sich kaum verändert, war das Gefälle des Grundwasserspiegels in den früheren Jahren dementsprechend stärker. Zwischen beiden Perioden dürfte sich somit der nordöstliche Gradient im Gebiet Gsteig - Roggwil um ca. 10 - 20 % verändert haben. Bedeutend grösser war dagegen die Gefällsabnahme (20 - 50 %) Richtung Brunnmatten (unterhalb Limnigraphenstation), wo infolge der geringeren Grundwasserleitermächtigkeit auch der Abflussquerschnitt bedeutend stärker zurück ging (> 40 %).

Aufgrund dieser Ueberlegungen scheint ein Rückgang der Grundwasserergiebigkeit nach 1959, wie sie aus Abschnitt 3.5.2. hervorgeht, kaum möglich. Dies bestätigen die Grundwasseraustritte auf der östlichen Seite der Langeten, die allerdings 1959 zu tief geschätzt wurden, und die Gugelmann-Quellen 4 bis 6, deren Schüttung um 30 - 40 % zurückging. Offensichtlich wurde dagegen früher (U 3.11.) die Exfiltration im Langeteneinschnitt überschätzt. Auch die schwer erfassbaren Grundwasseraustritte in den Brunnbach dürften 1959 kleiner gewesen sein als die angegebenen 320 l/s. Zudem muss noch berücksichtigt werden, dass die Jahre 1971 - 1973 sehr niederschlagsarm waren (88 % des langjährigen Durchschnittes, Station Herzogenbuchsee).

Bei einem Grundwasserleiterquerschnitt von ca. $2'000 \text{ m}^2$ zwischen Brunnbach und Langeten (Isohypse 446 m, Figur 2), einem mittleren Gradienten von 4 bis 5 ‰ und einem k-Wert von $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (gemäß Pumpversuche Teilgebiet Langenthal, Abschnitt 2.4.3.) ergibt sich eingangs der Roggwiler Terrasse ein Grundwasserzufluss von

$$A_u (\text{ein}) = 90 \text{ l/s} \pm 50 \%$$

Davon verlassen etwa 1/3 das Teilgebiet nach kurzer Distanz (Abschnitt 3.5.1.). Somit wird bis zur 438 m - Isohypse der Grundwasserleiter um etwa 190 l/s ($A_u (438) - A_u (\text{ein})$) angereichert (siehe unten).

3.5.4. Grundwasserneubildung

Der Anteil der Niederschlagsinfiltration, I_N , beträgt für das oberstrom der 438 m-Isohypse liegende, ca. 2,4 km grosse Einzugsgebiet nach den für das Teilgebiet Langenthal verwendeten Kriterien (Abschnitt 2.6.3.1.):

$$I_N \text{ (mittel)} < 42 \text{ l/s (N = 1'026 mm)}$$

$$I_N \text{ (1971/73)} < 37 \text{ l/s (N = 909 mm)}$$

Da indessen ein ziemlich gut ausgebildetes Entwässerungsnetz aus dem Gebiet Brüel besteht, dürfte I_N diese Maximalwerte kaum erreichen.

Bei Mittel- oder Niederwasser infiltriert die Langeten zwischen Schlattbrücke und Gruenholz (Figur 2) in sehr bescheidenem Rahmen, wenn überhaupt. Infolge der geringen Abflussdifferenz zwischen beiden Messstellen, liegt der mögliche Sickerverlust innerhalb der Mess-Fehlergrenze (Figur 10 und 11). Ausgehend von den für die Grundwasserneubildung erforderlichen $190 \text{ l/s} \pm 50 \%$ müssen somit nach Abzug von I_N noch mindestens $150 \text{ l/s} \pm 50 \%$ durch Hochwasserinfiltrationen und insbesondere durch Wiesenwässerungen zur Versickerung gelangen.

Verwendet man die ermittelte totale Menge an austretendem Grundwasser (Abschnitt 3.5.2.) zur Abschätzung der Grundwasserneubildung im gesamten Teilgebiet von ca. 3,9 km², so ergeben sich für die Jahre 1971/73 folgende Werte (in Klammer ungefähre Mittelwerte):

Austritte	300 - 350 (320) l/s
Eintritte	- 30 - 90 (60) l/s
Neubildung	210 - 320 (260) l/s
davon durch Niederschläge (max.) - ca. 60	(60) l/s
Langetenversickerung und Wiesenwässerung (min.)	150 - 260 (200) l/s

Der Anteil der Wiesenwässerung dürfte dabei bedeutend grösser sein als derjenige der Langetenversickerung.

3.5.5. Bilanz bei ausbleibender Grundwasserneubildung

Die Abhängigkeit der Grundwasseraustrittsmenge von der Lage des Grundwasserspiegels wurde durch LEIBUNDGUT, CH. (1976) an Hand der Fassungen Mange (WV Roggwil) und des Piezometers G 201 (627.232/4) illustriert. Mit einer meist geringen Phasenverschiebung folgt die Quellschüttung dem Grundwasserspiegelstand. Figur 12 zeigt die Beziehung der beiden Parameter zueinander. Die Relation ist teilweise durch die Wiesenwässerung und Phasenverschiebung etwas gestört. Die beiden Stellen liegen etwa 1,1 km auseinander auf der entgegengesetzten Seite der Langeten, d.h. die durch G 201 laufenden Stromfäden münden nicht in die Quelfassung Mange. Aufgrund des übereinstimmenden Verhaltens mit derselben dürfte das Piezometer G 201 daher weitgehend die jeweiligen Grundwasserabflussverhältnisse sowohl für das links- wie rechtsseitige Gebiet der Langeten widerspiegeln (vgl. Abschnitt 3.5.3.).

Während der ausgesprochenen Trockenperiode im Herbst 1971 (vgl. Abschnitt

2.6.3.3.) sank die Schüttung in der Fassung Mange bis auf ca. 4'000 l/min, d.h. gegenüber dem mittleren Abfluss für die Jahre 1971-73 von ca. 5'000 l/min war ein Rückgang von etwa 20 % zu verzeichnen. Im Piezometer G 201 war eine entsprechende Grundwasserspiegelabsenkung von 0,40 m zu beobachten, d.h. der Abflussquerschnitt verringerte sich dadurch um etwa 15 % (Abschnitt 3.5.3.). Berücksichtigt man die damit verbundene Gefällsverminderung, so wird für den NE gerichteten Grundwasserstrom der Roggwiler Terrasse ein extrapoliertes Abflussrückgang erhalten, der etwa demjenigen der Fassung Mange entspricht.

Wegen der geringen Grundwasserleitermächtigkeit von ca. 1 - 2 m (bei Mittelwasserstand) entlang dem Abschnitt Weibelacher - Station Wynau/Roggwil, ist der Abflussrückgang bei Niederwasserstand Richtung Brunnmatten bedeutend grösser. Mit der damit verbundenen Gefällsverminderung betrug er in diesem Gebiet etwa 30 - 50 % (vgl. Abschnitt 3.5.3.). Entsprechend starke Ergiebigkeitsabnahmen werden in den Fassungen der Fa. Gugelmann (mündliche Mitteilung) bei Trockenperioden festgestellt (627.232/1 und 2).

Am Ende einer Trockenperiode (November 1971) ergeben sich bei ausbleibender Grundwasserneubildung folgende ungefähre Bilanzwerte (vgl. Kapitel 3.5.2.; in Klammer ungefähre Mittelwerte):

Austritte	230 - 270 (250) l/s
Eintritte (vgl. Abschnitt 2.6.3.3.)	25 - 75 (50) l/s
Defizit	155 - 245 (200) l/s

Unter der Annahme, dass das Piezometer G 201 und die Mange-Quellen für die Grundwasserabflussverhältnisse der Roggwiler-Terrasse weitgehend repräsentativ sind, sind mit Hilfe der Figur 13 folgende Aussagen möglich:

- Kleinere Niederschläge während Trockenzeiten bewirken keine signifikante Grundwasserneubildung (Retentionsvermögen der gut ausgebildeten Humusschicht, grosse Trockentiefe).
- Durch das bestehende Bewässerungssystem wird der Grundwasserspiegel lokal stark angehoben ("Grundwasserhügel"). Der erhöhte Gradient bewirkt einen raschen Grundwasserspiegelausgleich und einen entsprechenden Abflussrückgang (September 1971).
- Der Rückgang des Wasserspiegels und der Abflussmenge vollzieht sich bei ausbleibender Grundwasserneubildung (Ende Oktober - anfangs November) gegenüber b) bedeutend langsamer, der Tiefstand (Herbst 1971) würde erst ca. 60 Tage nach dem mittleren Wasserstand erreicht werden (Langenthaler-Becken 2 1/2 - 3 Monate, Abschnitt 2.6.3.3.). Dieses Verhalten charakterisiert die Rezessionskonstante, c_2 , sie beträgt bei Trockenwetterabfluss für die Roggwiler Terrasse nach der Formel von MAILLET (von der praktisch niederschlags- und bewässerungsfreien Periode 15. Oktober - 7. November 1971 abgeleitet):

$$Q_t = Q_0 e^{-c_2 t}$$

wobei Q_t = Abfluss zu einem beliebigen Zeitpunkt
 Q_0 = Abfluss zu Beginn einer Rezessionsperiode
 t = Anzahl Tage seit Q_0

$$c_2 = 0,00377$$

Der anschliessend an eine starke Wiesenwässerung beobachtete Rückgang ist dagegen ein Mehrfaches davon. Im September 1971 war die entsprechende Konstante etwa viermal grösser:

$$c_1 = 0,0155$$

Unter Annahme der obigen mittleren Bilanzwerte ($Q_0' = 260 \text{ l/s}$ und $Q_t' = 200 \text{ l/s}$) beträgt die Reservoirzehrung, ΔS , bei ausbleibender Neubildung ab mittlerem Wasserspiegel bis zum Tiefststand ($t_0' - t_t' = 60 \text{ Tage}$) unter der sich ergebenden Rezessionskonstanten $c_3 = 0,00433$:

$$\Delta S \approx \int_{t_t'}^{t_0'} Q \, dt \approx \frac{Q_0' - Q_t'}{c_3} \approx 1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Davon geht ein geringer Teil zu Lasten der Grundwasserfassungen der Fa. Gugelmann (eine Ermittlung von ΔS mittels Grundwasserspiegeldifferenz und Speicherkoeffizient ist nicht möglich, da die vorhandenen Piezometer vorwiegend entlang des Terrassenrandes, d.h. nicht repräsentativ für das Teilgebiet angeordnet sind).

3.6. SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

3.6.1. Grundwasserdargebot

Das dem gesamten Grundwasserabfluss entsprechende totale Grundwasserdargebot kann nur zu einem geringen Teil genutzt werden, dies aus folgenden Gründen:

- geringmächtiger Grundwasserleiter mit grossem Flurabstand
- Exfiltration im Langeteneinschnitt
- diffuse Austritte entlang eines über 2 km langen Terrassenrandes (stromabwärts Weibelacher).

Basierend auf den Verhältnissen 1971 - 73 beträgt die Grundwasserabflussmenge bei Mittelwasserstand ca. 320 l/s und bei Minimalstand ca. 250 l/s (Abschnitte 3.5.2 - 5). Davon sind heute bestenfalls die Hälfte nutzbar. Ohne die bestehenden Fassungen nachhaltig zu beeinflussen (insbesondere Quelfassungen), kann der übrige Anteil, d.h. die Restwassermenge kaum gefasst werden. So ist z.B. in dieser Hinsicht eine Verminderung der Exfiltration im Langeteneinschnitt kaum möglich. Eine bedeutend grössere Nutzung wäre nur mit einem neuen Grundwasserbewirtschaftungskonzept denkbar, bestehende Fassungsanlagen müssten dabei aufgegeben, neue geschaffen werden.

Eine genauere Abschätzung des nutzbaren Grundwasserdargebots erscheint mit den vorliegenden Daten nicht möglich. Vom massgebenden Grundwassertiefststand ausgehend wären somit etwa 120 l/s (7'200 l/min) dauernd verfügbar. Mittels vermehrten, wasserwirtschaftlich ausgerichteten Wiesenwässerungen wäre die Möglichkeit vorhanden, diesen Betrag etwas zu erhöhen. Sollte andererseits die bestehende Wässerungspraxis stark rückläufig werden, müsste es insbesondere während Trockenjahren im Spätherbst zu Versorgungsengpässen kommen (vgl. Abschnitt

2.4.5. und 2.7., Teilgebiet Langenthal).

Das Speichervolumen des Grundwasserleiters beträgt bei Mittelwasserstand etwa $1,4 \cdot 10^6$ m³, d.h. gemessen am gesamten mittleren Grundwasserabfluss entspricht dies knapp einem 2 Monate-Speicher. Diese Angabe ist jedoch wasserwirtschaftlich nur von untergeordneter Bedeutung. Massgebend ist vielmehr der Abflussrückgang bei ausbleibender Grundwasserneubildung, der verglichen mit dem Langenthaler-Becken relativ rasch vor sich geht (vorangehender Abschnitt).

Unter folgenden Voraussetzungen kann ein nutzbares Grundwasserdargebot von ca. 120 l/s gewährleistet werden:

- a) Einhaltung der Pflichtwassermengen aus dem Langenthaler-Becken (180 l/s Brunnmatten, 50 l/s Roggwiler-Terrasse, Abschnitt 2.7.1.).
- b) Aufrechterhaltung oder Verbesserung der bisherigen Wiesenwässerungspraxis.
- c) Wässerungen während möglichen Versorgungsengpässen (vorwiegend Herbst).

3.6.2. Grundwasserbewirtschaftung

Es bestehen folgende grössere Grund- und Quellwasserfassungen im vorliegenden Teilgebiet:

WV_Gemeinden_Roggwil - Murgenthal

Neue Quellfassung Mange 628.233/15, konzessionierte Entnahmemenge: 3'800 l/min

WV_Roggwil

Alte Quellfassung Mange 629.233/1

WV_Murgenthal

Quellfassung Kiltberg 629.233/2

WV_der_Fa._Gugelmann,_Roggwil

- Fassungen Gugelmann 5 und 6 628.233/1,2,24-27 (Kohler-Quellen) }
 - Fassungen Gugelmann 4 628.233/3 (Iff-Quellen) } vgl. Fig. 9
 - Grundwasserfassungen Brunnmatten 627.232/1,2:
Schachtfassungen $\varnothing$ 1'000 und 1'500 mm mit Betonfilterrohren und horizontalen Zementsickerrohren $\varnothing$ 600 mm, Gesamttiefe ca. 5 - 6 m.
 - Grundwasserfassung Gruenholz 627.232/5: ca. 18 m Tiefe, $\varnothing$ Filterrohr 300 mm.
- Die konzessionierte Entnahmemenge für die Grundwasserfassungen der Fa. Gugelmann beträgt gesamthaft 3'300 l/min.

Der effektive Wasserverbrauch ist im allgemeinen bedeutend geringer als die konzessionierte Entnahmemenge. Er betrug im ausgesprochen niederschlagsreichen Jahr 1979 (N = 124 % des langjährigen Durchschnittes):

- Neue Quellfassung Mange	1'400 l/min
- Fassungen Fa. Gugelmann	1'200 l/min
- übrige Fassungen (geschätzt)	ca. 400 l/min

Bedarf 1979 total	ca. 3'000 l/min
-------------------	-----------------

Demgegenüber wurde der wöchentliche Spitzenverbrauch während der Trockenzeit im

Herbst 1971 auf etwa 5'000 l/min geschätzt.

Durchschnittlich dürfte der Gesamtverbrauch während den 70er-Jahren etwa 3'500 - 4'000 l/min betragen haben. Gemessen am nutzbaren Grundwasserdargebot, NGD, von ca. 7'200 l/min bei Minimalstand (Basis Herbst 1971), das kurzfristig auch grössere Entnahmemengen zulässt, scheint der Grundwasserbedarf somit bis auf weiteres gedeckt zu sein.

Die bestehenden Fassungen können bei Minimalabfluss eine Fördermenge erbringen, die etwa dem NGD entspricht:

- Neue Quelfassung Mange	4'000 l/min
- Fassungen Fa. Gugelmann	1'600 l/min
- übrige Fassungen (geschätzt)	1'200 - 1'500 l/min

Grösste mögliche Fördermenge
bei Minimalstand

6'800 - 7'100 l/min

Infolge der geringen Grundwasserleitermächtigkeit und der vorliegenden Brunnenkonstruktionsart, sowie der frei auslaufenden Quelfassungen kann die angegebene Fördermenge auch kurzfristig nicht überschritten werden. Eine Leistungssteigerung ist deshalb nur indirekt über die Wiesenwässerung möglich. Diese sollte deshalb unbedingt im Weibelacher, resp. Gruenholz erhalten bleiben und wenn möglich im Raum Kaltenherberg reaktiviert werden (Sickerleistungen siehe Abschnitt 2.4.5.).

Zur direkten Abdeckung eines zukünftigen Spitzenbedarfs müsste in erster Linie eine Neufassung der heute noch ungenutzten Kohler-Quellen oder eine geeignete Grundwasserfassung im Anströmbereich derselben erwogen werden. Dadurch könnte die Exfiltration im Langeteneinschnitt reduziert und eine Beeinflussung der Mange-Quellen weitgehend ausgeschlossen werden. Dazu wären jedoch vorerst eingehende hydrogeologische Detailabklärungen im Bereich des Terrassenrandes und Langeteneinschnittes erforderlich.

Infolge der sich gegen den Terrassenrand ausbreitenden Ueberbauungen kommt das unmittelbare Einzugsgebiet der Quelfassungen immer mehr ins Siedlungsgebiet von Gsteig und Roggwil zu liegen. Diese Verhältnisse stellen trotz des grossen Flurabstandes eine latente Gefahr der Qualität für das Grundwasser dar. Neuere chemisch-bakteriologische Untersuchungen (vgl. Tab. 2. 3 und 4, Abschnitt 3.4.) haben bis jetzt noch keine Kontaminationen angezeigt.

Sollte in Zukunft aus irgendwelchen Gründen keine Wiesenwässerung im Gebiet Gruenholz mehr möglich sein, so müsste mit einer derartigen Ergiebigkeitseinbusse gerechnet werden, dass die Verlegung einiger Fassungen unumgänglich wäre. Dadurch wären voraussichtlich die Anlagen westlich der Langeten am meisten betroffen. Das Gebiet Kaltenherberg würde sich dabei aus hydrogeologischen und schutzzonentechnischen Gründen am ehesten für den Bau von neuen Grundwasserfassungen anbieten. Grundsätzlich müsste jedoch auch die Grundwasserlinie in den oberen Brunnmatten (Figur 3.) in Betracht gezogen werden, sowie die Verwendung des dortigen im Berg- und Mattenbach austretenden Quellwassers.

Fig. 9 Situation-Skizze der Quellaustritte am N-Rand der Roggwiler Terrasse

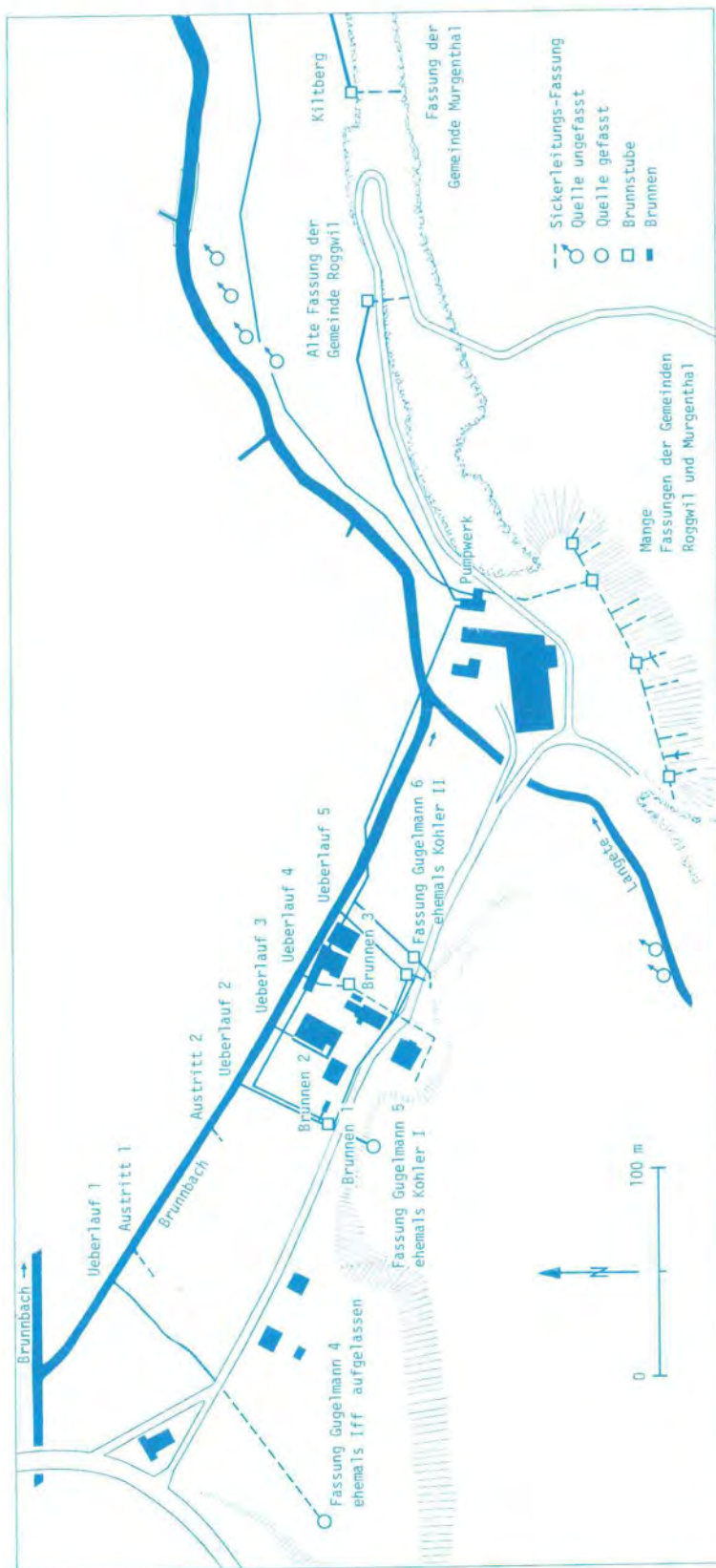


Fig. 10 Beziehung zwischen Abfluss und möglichen Ex- und Infiltrationen (Abfluss-Differenzmessungen) zwischen den Abfluss-Messstationen Schlattbrücke, Gruenholz und Mange während wässerungs- und hochwasserfreien Perioden 1972/73

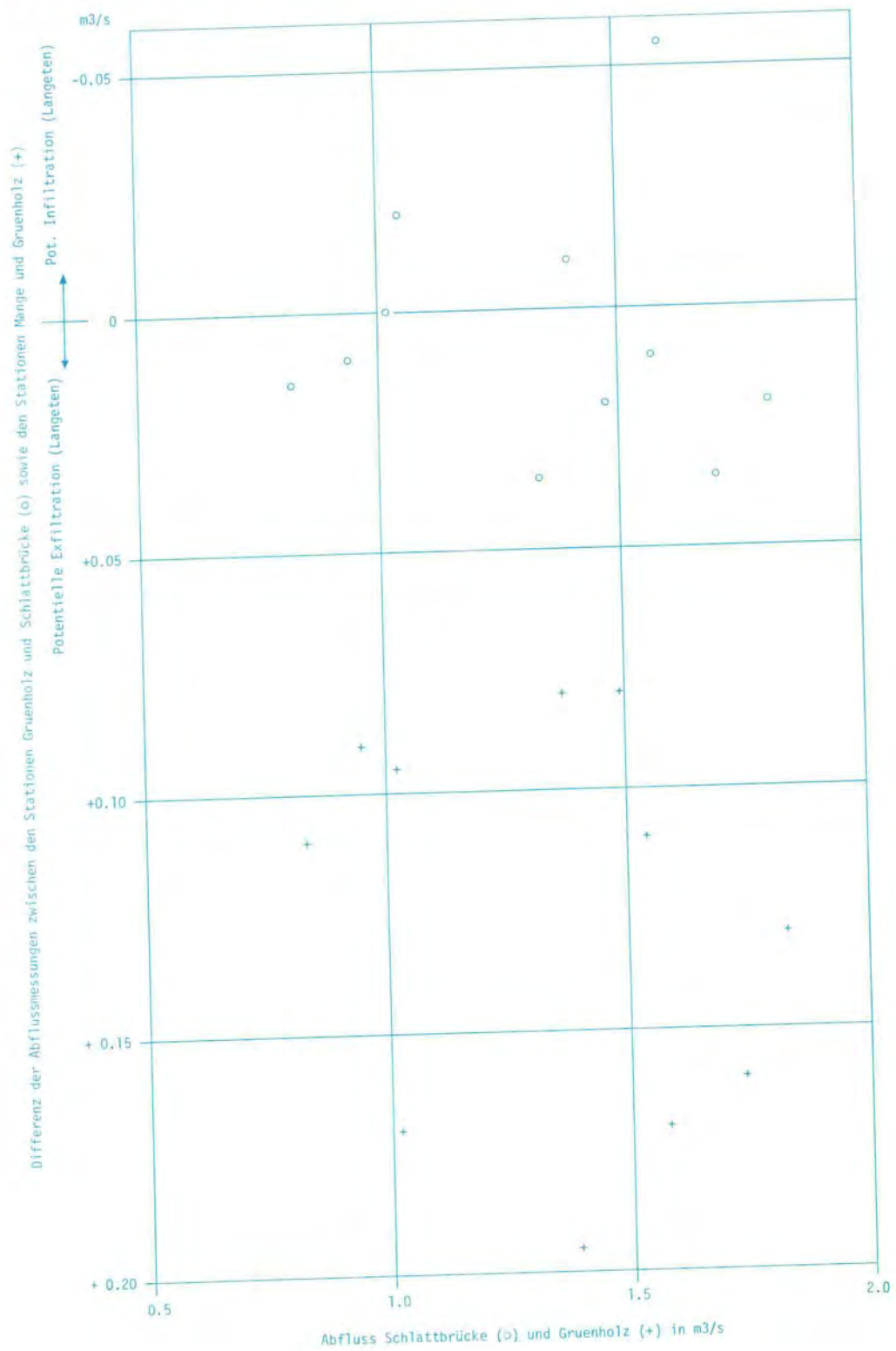


Fig. 11 Beziehung zwischen Grundwasserstand und möglicher Infiltration
(Abfluss - Differenzmessungen) zwischen den Abfluss-Messstationen
Schlattbrücke und Gruenholz während wässerungs- und hochwasserfreien
Perioden 1972/73

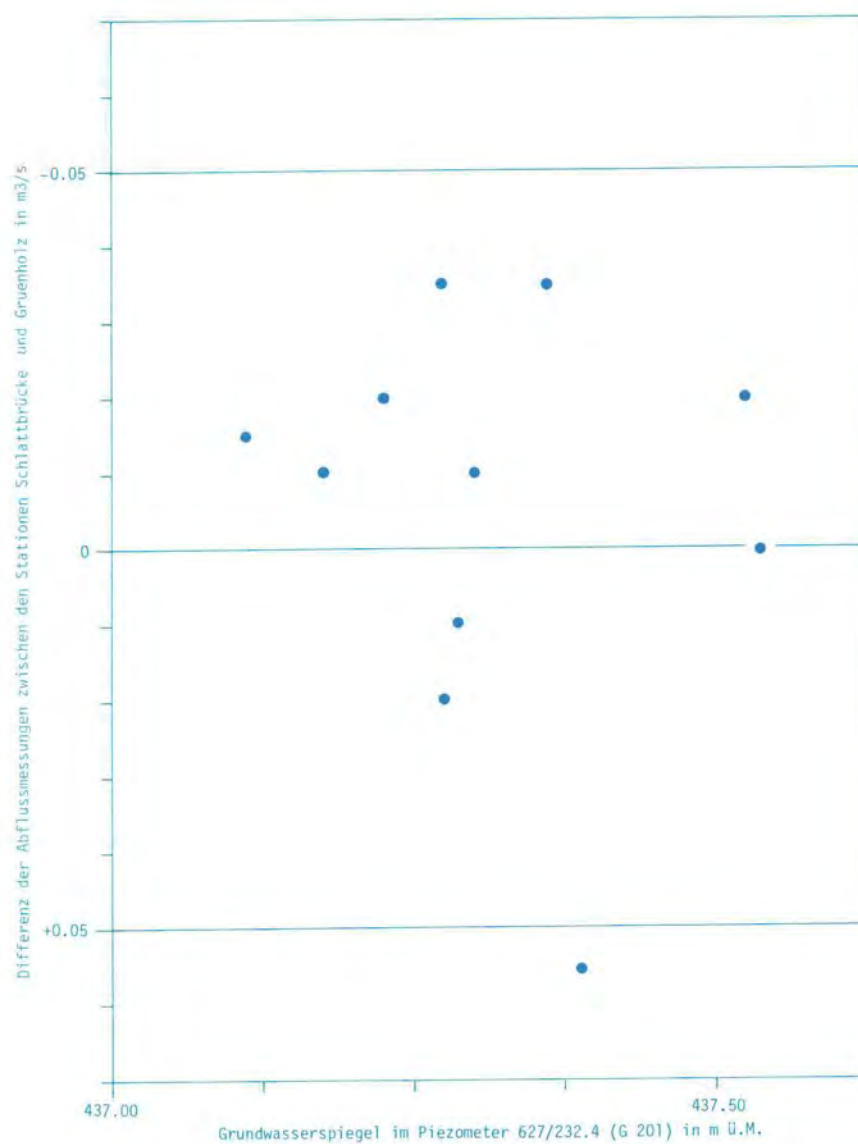


Fig. 12 Monatliche Minimalwasserstände im Piezometer 627/232.4 (G 201)
in Beziehung zu den gleichzeitigen Abflussmengen in den
Quellfassungen Mange (WV Roggwil) 1971/72

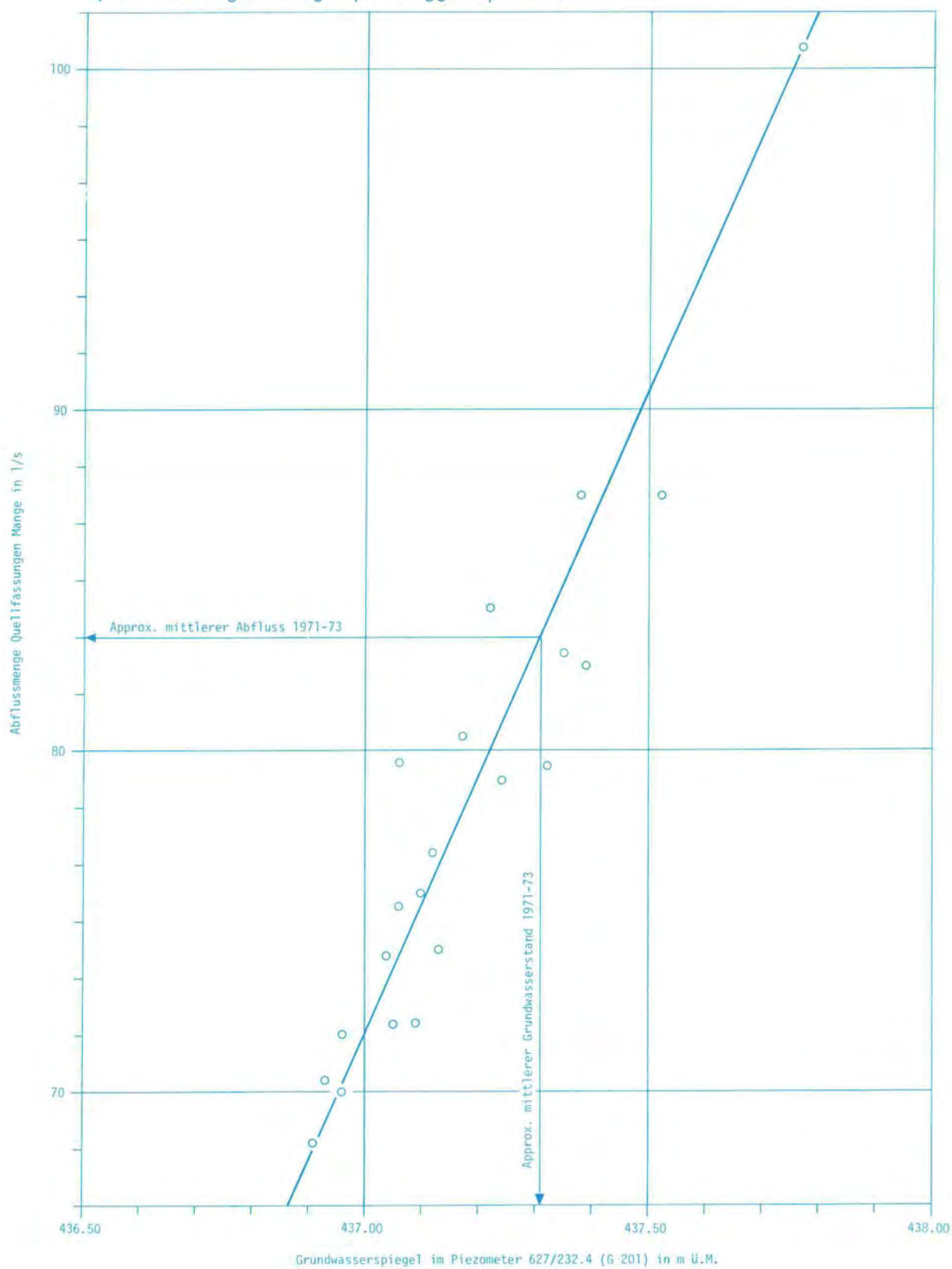
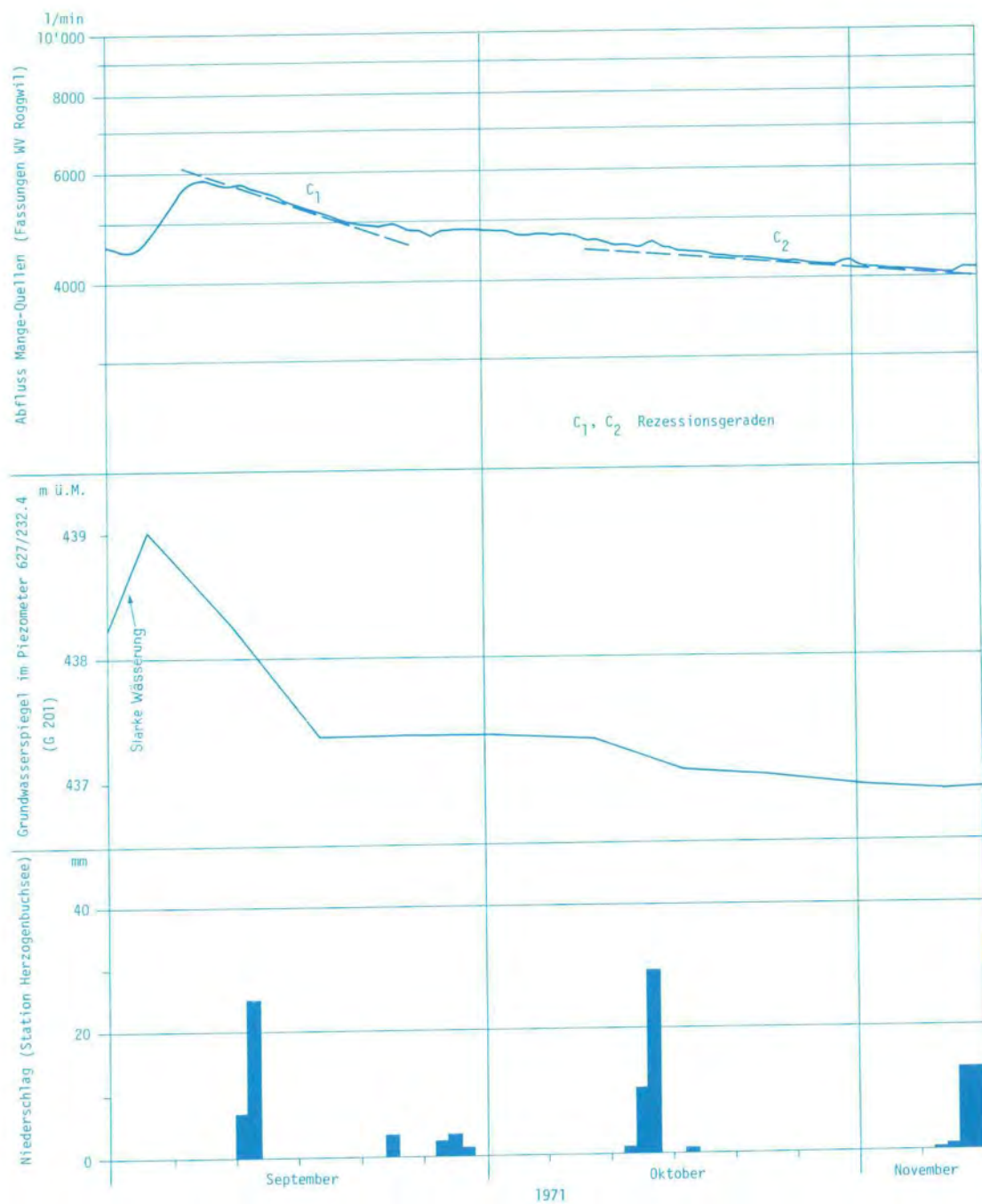


Fig. 13 Abfluss der Mange-Quellen in Beziehung zum Grundwasserspiegel (Piezometer 627/232.4, G 201) und zum Niederschlag Herbst 1971 (Station Herzogenbuchsee)



4. TEILGEBIET MITTLERES LANGETENTAL

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthé AG, Bern/Liebefeld (1968-1975)
Uebersetzung und Ergänzungen: Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebefeld (1979/80)

4.1. EINLEITUNG

Das untersuchte Gebiet (vgl. Figur 14) erstreckt sich von Huttwil¹²⁾ entlang dem Lauf der Langeten über die Dörfer Rohrbach, Kleindietwil, Madiswil, Gutenberg und Lotzwil bis zum nördlichen Rand von Langenthal bei der Eismündung des Altachentals. Seitlich begrenzt wird das Tal durch vorwiegend aus Molassesedimenten aufgebaute Hügelflanken. Während zwischen Huttwil und Gutenberg die harten Sandsteine und Nagelfluhen der Oberen Meeresmolasse ("Burdigalien", "Helvétien") ein akzentuiertes Relief der Talränder und Einzugsgebiete bestimmen, bilden die bunten Mergel und tonigen Sandsteine der Unteren Süsswassermolasse ("Aquitainen") im Unterlauf der Langeten weiche Geländeformen.

Zwischen Gutenberg und Langenthal besteht ein genügend dichtes Aufschlussnetz, das eine weitgehend gesicherte Interpretation der Grundwasserverhältnisse erlaubt. Weiter talaufwärts bis Huttwil lassen die wenigen Sondierungen nur eine fragmentarische Beurteilung zu. Nachfolgend wird dementsprechend im Talabschnitt oberhalb Gutenberg nur auf die teilweise erschlossenen Einzelgebiete Huttwil und Madiswil eingegangen.

Für die vorliegende Studie wurden im Teilgebiet Mittleres Langetental keine Sondierungen ausgeführt. Dagegen liegen Resultate von teilweise jüngeren Untersuchungen vor, namentlich die der im Rahmen des Langeten-Korrektionsprojektes zwischen Langenthal und Gutenberg ausgeführten.

Für die Ausarbeitung des Berichtes standen u.a. folgende wichtige Unterlagen Dritter zur Verfügung:

- U 4.1.¹³⁾ Sondierungen für die Abwasserreinigungsanlage der Gemeinden Lotzwil und Madiswil; Pläne Nr. 233.2/6 und 233.3/1 der Fa. H. Scheidegger, Langenthal; 22.7.63 und 11.11.63
- U 4.2. Erschliessung zusätzlichen Grundwassers in der Talsohle der Langeten südlich Lotzwil; Bericht Nr. BKG 127 von R.F. Rutsch, Bern; 24.4.1964; im Auftrag der Einwohnergemeinde Lotzwil
- U 4.3. Hydrologische und brunnentechnische Untersuchungen für die bestehende Fassungsanlage der Wasserversorgung Lotzwil; Bericht von A. Werner, Burgdorf; April 1969; im Auftrag der Wasserkommission Lotzwil

12) Alle verwendeten Ort- und Flurnamen finden sich in der Landeskarte 1:50'000 (vgl. Figur 14).

13) Im Text wird auf die Unterlagen verwiesen mit der Bezeichnung z.B. U 4.1.

- U 4.4. Schutzzonenvorschlag für die Grundwasserfassung Fiechten in Huttwil; Bericht Gt 1233 vom Geotechnischen Institut AG, Bern; 16.7.1970; im Auftrag des Elektrizitäts- und Wasserwerkes Huttwil
- U 4.5. Schutzzonenabklärung für die zwei bestehenden Grundwasserfassungen im Oberfeld der Wasserversorgung Lotzwil; Bericht der Fa. A. Werner, Burgdorf; Dezember 1970; im Auftrag der Wasserkommission Lotzwil
- U 4.6. Hydrologischer Bericht über die Fassung Madiswil der Wasserversorgung Langenthal; Fa. Binggeli und Leibundgut, Langenthal; 19.6.1973; im Auftrag der Industriellen Betriebe der Gemeinde Langenthal
- U 4.7. Schutzzonenbestimmung für die Fassung Madiswil der Wasserversorgung Langenthal; Bericht der Fa. Binggeli und Leibundgut, Langenthal/Roggwil; Mai 1975; im Auftrag der Industriellen Betriebe der Gemeinde Langenthal
- U 4.8. Zur Grundwasserhydrologie im Langetental zwischen Lotzwil und Gutenberg; Bericht der Fa. Binggeli und Leibundgut, Langenthal/Roggwil; März 1976; im Auftrag des Planungsverbandes der Region Oberaargau
- U 4.9. Langeten-Korrektion, Rückhaltebecken Grossmatt und dessen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse; Bericht Nr. 74139 B der Fa. Geotest, Bern; 15.7.1976; im Auftrag des Planungsverbandes der Region Oberaargau
- U 4.10. Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung im unteren Langetental; Generelles Projekt des Kantons Bern und des Planungsverbandes Oberaargau; Oktober 1976
- U 4.11. Hydrologische Untersuchungen zur Kanalstollen-Projektvariante nördlich von Lotzwil; Bericht des Geographischen Instituts der Universität Bern, Abteilung Hydrologie-Limnologie (LEIBUNDGUT, CH.); November 1978; im Auftrag des Gründungsausschusses des Hochwasserschutzverbandes unteres Langetental
- U 4.12. Seismikkampagne "Berne Nord 1978"; Elf-Aquitaine Suisse; Beschreibung der Spülbohrproben von M.E. Gerber; erstellt im Auftrag des WEA Bern

Im weiteren sind verschiedene Baugrunduntersuchungen und einige ältere Arbeiten über Grundwassererschliessungen mitverwendet worden.

4.2. GEOLOGISCHE UEBERSICHT

4.2.1. Plateauschotter

Vereinzelte Schottervorkommen, aufgeschlossen in den Kiesgruben von Ober-Auswil (E Rohrbach), Zilacher (NE Madiswil) und Moosrain (SE Langenthal), sind in Molasserinnen eingelagert und liegen mit ihrer Basis über dem heutigen Talboden (ZIMMERMANN, H., 1969). Diese Schotter stellen die ältesten pleistocänen Ablagerungen in unserem Untersuchungsgebiet dar; ihre Schüttung muss vor der grössten Vereisung erfolgt sein. Wir betrachten als wahrscheinlichsten Zeitpunkt ihrer Entstehung das Früh-Riss. Die Ablagerungen können demnach als Vorstoss- und randliche Stauschotter des frührisseiszeitlichen Rhonegletschers betrachtet werden, welche die früher angelegten Durchtalungen auffüllten und anschliessend vom vorstossenden Gletscher überfahren wurden.

Die reliktschen Vorkommen von Plateauschottern erlauben die ungefähre Rekonstruktion des Verlaufs der Entwässerungsrinne während des Mindel/Riss-Interglazials. Die "Urlangeten" floss vermutlich von Huttwil über Auswil, Wyssbach und Zilacher, bevor sie von Gutenberg an dem jetzigen Tallauf folgte. Später wurde sie von dem vorrückenden Riss-Gletscher und den anfallenden Schuttmengen nach E abgedrängt, was die Verlegung ihres Flussbettes in die randglaziale Rinne von Huttwil-Zell-Gettnau zur Folge hatte (ZIMMERMANN, H., 1969).

4.2.2. Riss-Grundmoräne

Die Grundmoränen in unserem Untersuchungsgebiet haben alle Riss-Alter, da jüngere Vereisungen nicht mehr bis hierher vorgestossen sind. Möglicherweise ist in den Moränen aber noch Material aus den früheren Eiszeiten aufgearbeitet worden. Sie setzen sich zum grössten Teil aus sandigem Silt und Ton zusammen, die vereinzelt unregelmässig verteilte gekritzte Geschiebe enthalten. Letztere können horizontal eingeregelt sein. Die Mächtigkeit der Grundmoräne ist im allgemeinen gering und beträgt selten mehr als einige wenige Meter. Die Ablagerungen der liegenden Plateauschotter gehen meist ohne scharfe Grenze in die Grundmoräne über.

4.2.3. Huttwiler Schotter

In der Kiesgrube Schwarzenbach, SW von Huttwil, stehen mit einer Mächtigkeit von ca. 15 m saubere sandige, gut geschichtete und unverfestigte Schotter an. Die Korngrösse der hauptsächlich aus der miocaenen Nagelfluh stammenden Gerölle schwankt vor allem zwischen 0,5 und 5 cm und nimmt generell gegen oben ab. An der Basis der Schotter liegt ein 1 + x m mächtiger, feinsandiger Lehm, dessen Kontakt zur unterliegenden Molasse nicht aufgeschlossen ist. Eingelagert in die Schotter finden sich einzelne Sandlinsen.

Die Schotter von Schwarzenbach gehören zum Schotterfeld von Huttwil, welches sich von Geri (S Schwarzenbach) über Fiechten (W Huttwil) nach N bis östlich Lochmüli erstreckt, dann nach E talaufwärts dem Lauf der Langeten folgt, beidseitig begrenzt durch die Molassehügel und deren untere Hanglage noch bedeckend. Weiter nach E setzt sich diese Schotterrinne in den Zeller Schottern fort.

Die Entstehung der Zeller Schotter ist verknüpft mit der der liegenden Schieferkohlenlager von Gondiswil-Zell, welche während der beiden Weltkriege abgebaut und von verschiedenen Autoren seither eingehend beschrieben wurden. Die altersmässige Zuordnung der Schieferkohlen und Zeller Schotter bleibt trotz vieler Untersuchungen (u.a. GERBER 1918, 1923, RYTZ 1923, STUDER 1923) weiterhin unsicher. ERNI et al. (1943) glaubt an eine risseiszeitliche Aufschotterung, während ZIMMERMANN (1961) und HANTKE (1968, 1978) eine Riss/Würm-interglaziale Entstehung der Kohlenlager und eine frühwürmzeitliche Schüttung der Zeller Schotter postulieren (= Niederterrassenschotter). Ueber geobotanische Studien kommt LUEDI (1953) zum Schluss, die Bildung der Schieferkohle habe sich über zwei deutlich voneinander abgetrennte Phasen erstreckt, nämlich das Riss 1/Riss 2-Interstadial und das Riss 2/Würm-Interglazial.

4.2.4. Langeten Schotter

Das Mittlere Langetental und seine Einzugsgebiete lagen ausserhalb der würmeiszeitlichen Gletscherstände. Die durch die Langeten und ihre Zuflüsse während dieser Zeit abgelagerten Schotter können deshalb als periglazial bezeichnet werden. Altersmässig sind sie den Niederterrassenschottern der übrigen Teilgebiete gleichzustellen (ZIMMERMANN, 1969); ihre Schüttung hielt aber wahrscheinlich länger an. Die Schotter der Langeten gehen häufig in alluviale Schotter über, ohne dass sich dies in der Morphologie abzeichnet. Sie zeigen nur lokal deutlich ausgeprägte Terrassenbildungen, so z.B. bei Lotzwil und Madiswil.

Die Langetenschotter sind nicht einheitlich aufgebaut und zudem aus verschiedenen Richtungen geschüttet worden. Die im allgemeinen eher geringmächtigen oder stellenweise fehlenden Schotterterrassen (zwischen Huttwil und Kleindietwil) zeigen, dass die Schotterakkumulation durch die erosive Tätigkeit der Langeten stark beeinflusst worden ist. Ihre grösste Mächtigkeit erreichen die Schotter mit etwa 8 m bei Lotzwil.

Die Langetenschotter verzahnen sich vermutlich bei der Einmündung des Bleienbachtals mit den Würm-Rückzugsschotter desselben. Weiter nördlich liegen sie bei Langenthal fächerförmig auf der ausgedehnten Niederterrassen-Schotterebene von Bützberg-Hard-Roggwil.

4.2.5. Alluvionen

Bei den jüngsten Ablagerungen der Langeten und ihrer Zuflüsse handelt es sich im allgemeinen um feinkörnige Ueberschwemmungssedimente, die eine schlechtdurchlässige Deckschicht über den Langetenschottern bilden (vgl. Abschnitt 4.4.4.4.). Ihre Mächtigkeit ist gering, übersteigt selten 2 m. Südlich Rohrbach liegen die Alluvionen stellenweise direkt auf der Molasse. Gegen die Talflanken sind sie häufig mit Gehängeschutt verzahnt.

4.3. GEOLOGIE DER EINZELNEN TALABSCHNITTE

4.3.1. Terrasse von Huttwil

Die Terrasse von Huttwil gehört zu den breiten Schotterfüllungen der risseiszeitlichen Schmelzwasserrinne von Dürrenroth-Zell-Gettnau. Die Schotter erreichen in der Gegend von Huttwil eine Mächtigkeit von gegen 40 m (U 4.4.). Nach der Schotterablagerung folgte eine erosive Phase im Riss/Würm-Interglazial und später eine erneute Aufschotterung. Zeugen dieser drei Phasen der Entstehung der Huttwiler Terrasse finden sich bei Fiechten, wo sich der Rotbach durch die Huttwilerschotter in die unterliegende Molasse eingekolkt hat. In die Riss/Würm-interglaziale Erosionswanne sind später den Langetenschottern zeitäquivalente und jüngere Ablagerungen in lokal beträchtlicher Mächtigkeit abgelagert worden.

4.3.2. Gebiet zwischen Huttwil und Rohrbach

Der Abschnitt zwischen Huttwil und Rohrbach hat entlang des Flusslaufes den Charakter eines jungen fluviatilen, schmalen Kerbtals. Das Bett der Langeten sowie die steilen Flussufer sind aus Molasse aufgebaut. Dieses steile Kerbtal ist in einen breiteren U-förmigen Querschnitt eingelagert. Der flache Talboden ist beim Abfall gegen die Langeten mit einer dünnen Schicht (meist <1 m) von fluviatilen Sedimenten überdeckt. Gegen die Talränder nimmt die Deckschicht infolge zunehmenden Anfalls von Gehängeschutt im allgemeinen zu. Der U-förmige Querschnitt ist eine Folge der erosiven Tätigkeit der Riss- bis frühwürmeiszeitlichen Langeten, in welchen sich dann später der Fluss noch einmal kräftig eingefressen hat.

4.3.3. Gebiet zwischen Rohrbach und Kleindietwil

Dieses Teilstück ist gekennzeichnet durch die häufig anstehende Molasse im Bachbett der Langeten. Der Fluss wirkt also im ganzen Gebiet, wie übrigens auch im Abschnitt Huttwil-Rohrbach, als Vorfluter des seitlich anfallenden Grund- bzw. Hangwassers. Die beiden grossen, flach taleinwärts geneigten Terrassen westlich und östlich von Rohrbach sind aus siltig-sandigen Schottern aufgebaut, deren Mächtigkeiten im Bereich des heutigen Flussbettes nur wenig mehr als 1 m betragen (Bohrungen 627.220/2,3 bei Walki), gegen die Talränder jedoch bedeutend zunehmen dürften. In dieser Deckschicht, die teilweise den Langetenschottern zugeordnet werden kann, strömt lokal Hangwasser der Langeten zu.

4.3.4. Gebiet zwischen Kleindietwil und Gutenberg

Dieser Talabschnitt zeigt eine Uebertiefung. Bei Madiswil beträgt sie etwa 5-7 m, dürfte aber nördlich davon bis Gutenberg nicht mehr weiter zunehmen. An einigen Stellen fliesst die Langeten jedoch direkt auf der Molasse, wie z.B. nördlich von Wystäge. Die beiden Seitentäler von Leimiswil und Ursenbach, wie auch der breite Kessel von Madiswil, mit ihren terrassenförmigen Talböden, haben den Charakter von fossilen Schuttfächern, die etwa gleichzeitig mit den Langetenschottern geschüttet worden sind. Das Wasser, welches an den beiden Talausgängen westlich Lindenholz und bei Wystäge gefasst wird, muss lokales Grundwasser sein, das mit dem bis südlich in die Gegend von Kleindietwil reichenden Langenthaler Grundwasserstrom in Verbindung steht. Dieser Hauptgrundwasserleiter besteht vorwiegend aus Kiessanden der Langetenschotter (Bohrungen 626.223/2,21 zwischen Lindenholz und Madiswil).

4.3.5. Gebiet zwischen Gutenberg und Langenthal

Dieser Abschnitt des Langetentales besteht vermutlich seit dem Mindel/Riss-Interglazial, während im oberen Teil zwischen Gutenberg und Rohrbach, noch spätere Talverlegungen stattfanden. Die endgültige Ausgestaltung der breiten, "reifen" Talform hat sich aber noch bis in die jüngste geologische Zeit erstreckt, als die Tiefenerosion der Langeten wegen des zeitweilig starken Schutt-

anfalls mehr und mehr durch Seitenerosion ersetzt wurde.

Der Talboden zwischen Langenthal und Gutenberg ist deutlich übertieft. Die Alluvionen der Langeten liegen meist nicht direkt auf dem Molasseuntergrund sondern auf den fluvioglazialen Langetenschottern, deren Mächtigkeit allerdings nur gering ist: Bei Lotzwil erreichen sie ein Maximum von etwa 8 m und nehmen dann talaufwärts im allgemeinen leicht ab. Unterhalb Lotzwil werden die Langetenschotter wieder etwas geringmächtiger, bevor sie südlich und südwestlich von Langenthal sich vermutlich mit den von W her geschütteten mächtigen Niederterrassenschottern (Bleienbachtal, Bützberg-Hard) verzahnen. Wahrscheinlich hat die Schüttung der Langetenschotter dazu geführt, dass der Ausgang des Bleienbachtals abgeriegelt worden ist (vgl. 5.2.4.). D.h. die Langetenschotter liegen über den in tieferen Lagen mit ihnen verzahnten Niederterrassenschottern des Bleienbachtals.

4.4. HYDROGEOLOGISCHE VERHAELTNISSE

4.4.1. Uebersicht

Aus den vorangehenden Ausführungen folgt, dass grössere Grundwasservorkommen nur in den Schottern des Tals der Langeten zu erwarten sind, abgesehen vom Vorkommen in den älteren Schottern von Huttwil. Die höher gelegenen Plateauschotter sind nur reliktsch verbreitet. Sie bilden kaum bedeutende Grundwasserleiter. Dasselbe gilt für die relativ seltenen und geringmächtigen Reste von Riss-Moränen und für den Gehängeschutt; ein Grossteil der Quellen in den Hügeln südlich Lotzwil dürfte den Klüften der oberen Meeresmolasse entstammen.

Wie bereits früher erwähnt, kommt dem Langetental zwischen Huttwil und Kleindietwil keine Bedeutung als Grundwassergebiet zu. Die Langeten fliesst über weite Strecken direkt auf der Molasse und die Talböden bestehen aus geringmächtigen fluviatilen Sedimenten, welche nur lokale, unbedeutende Grundwasservorkommen führen. Der eigentliche Langenthaler Grundwasserstrom beginnt sich erst nördlich von Ystägen auszubilden.

4.4.2. Huttwil

Die folgenden Angaben basieren zum grössten Teil auf einer Untersuchung für die Schutzzonenausscheidung des Horizontalbrunnens Fiechten (U 4.4.). Nicht untersucht worden ist das allfällige Grundwasservorkommen im Tal der Langeten zwischen Eriswil und Huttwil.

Heute bezieht die Gemeinde Huttwil einen grösseren Teil ihres Trinkwassers aus der Fassung Fiechten, welche das Wasser aus den Huttwiler-Schottern (Zeller-Schotter) fördert.

Der Grundwasserleiter ist aus meist sauberen Kiessanden aufgebaut, welche eine Mächtigkeit von bis 40 m erreichen können. Gegen den Rotbach zu lagern auf den Huttwilerschottern junge, alluviale, etwas siltige, feinsandige Schotter, welche

ebenfalls z.T. mit Grundwasser erfüllt sind.

Der Grundwasserstauer besteht aus stark siltigen Sanden von geringer Durchlässigkeit im Hangenden der Molasse.

Bei Fiechten fliesst auch der Rotbach in den Huttwilerschottern. Der Flurabstand beträgt im Anströmbereich der Fassung 3-8 m, d.h. der Grundwasserspiegel liegt bedeutend höher als das Niveau der Oberflächengewässer, so dass die Langeten - und auch der Rotbach - nördlich Fiechten Vorfluter des Grundwasserstromes sind. Beim Zusammenfluss der beiden Bäche keilt der Grundwasserleiter praktisch aus. Die Langeten fliesst hier schon weitgehend auf der Molasse.

Im Bereich der Fassung weist der gegen NW fliessende Grundwasserstrom ein mittleres Ruhegefälle von etwa 10-15 o/oo auf. Gegen den Rand der Terrasse nimmt der Gradient jedoch bedeutend zu und es kommt infolge der stark abfallenden Terrainoberfläche zu verschiedenen Grundwasseraustritten. Aus Pumpversuchen ergaben sich für die Huttwilerschotter Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 1 bis $4 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Grundwasserneubildung wurde auf etwa 3'500 m³/d (U 4.4.) aus Niederschlagsversickerungen geschätzt.

4.4.3. Madiswil

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind nur auf der östlichen Talbodenseite nördlich Lindenholz einigermaßen bekannt, d.h. im Bereich der Fassung Madiswil der WV Langenthal. Der Grundwasserstauer wird dort durch die Sandsteine des Burdigalien gebildet. Seine Oberfläche liegt etwa 5-7 m unter dem Terrain. Indessen ist auch ein Sondierprotokoll vom 14.11.28 von der Fassung Madiswil vorhanden, das bis zur Endtiefe von 8,55 m keine Molasse erwähnt (U 4.7.). Die vorliegenden 2 Bohrungen und 8 Rammsondierungen weisen aber auf ein eher schwaches Relief des Molasseuntergrundes hin. Nur eine kleine Molasseschwelle zeichnet sich in der Nähe des Fassungsstranges ab. Sie dürfte für den ehemaligen Grundwasseraufstoss mitverantwortlich sein (U 4.6.).

Der darüber liegende Grundwasserleiter wird vorwiegend aus sandarmem Fein- bis Grobkies gebildet, das bis zur Deckschicht reicht. Entsprechend der mittleren Lage des Grundwasserspiegels beträgt die Mächtigkeit des nutzbaren Grundwasserleiters etwa 2-3,5 m. Die Auswertung eines alten Pumpversuchs aus dem Jahr 1948 (Firma Ryser, Bern) ergibt einen approximativen Durchlässigkeitsbeiwert von $2 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Die unter der Humusdecke liegende sandige Deckschicht ist offenbar nicht durchgehend vorhanden und ist wahrscheinlich meist weniger als 1 m mächtig.

Infolge der ständig freilaufenden Fassungsanlage wird der Grundwasserspiegel im Anströmbereich dauernd beeinflusst. Im Mittel dürfte der unbeeinflusste Gradient in der Talrichtung ca. 10-12 o/oo betragen. Aufgrund von vergleichenden Wasserspiegelmessungen scheint die Langeten in diesem Gebiet eindeutig zu infiltrieren. Der Flurabstand schwankt etwa zwischen 1-4,5 m. Wie gross die Variationen der Grundwasserspiegelschwankungen sind, lässt sich infolge fehlender,

längerer Messreihen nicht ermitteln.

Bei der Fassungsanlage handelt es sich um einen erstmals im Jahr 1894 gefassten, weitgehend auch topographisch bedingten Grundwasseraufstoss (U 4.7.) Infolge der abnehmenden Wiesenwässerung fiel der Ertrag der Fassung durchschnittlich von 3'000-4'000 l/min auf weniger als 2'000 l/min zurück. Die WV Langenthal plant, mit Wässervorschriften oder unter Umständen sogar mit einer künstlichen Grundwasseranreicherung über "Wässermatten" den Erguss wieder zu vergrössern.

4.4.4. Abschnitt Gutenberg-Langenthal

4.4.4.1. Grundwasserstauer

Der Grundwasserstauer wird durch die Sandsteine und Mergel der Oberen Meeres- und der Unteren Süsswassermolasse gebildet, deren unregelmässige Erosionsoberfläche im allgemeinen direkt durch die Schotter überlagert wird. Entsprechend den Bohr- und geophysikalischen Aufschlüssen bildet der Stauer zwischen Gutenberg und Lotzwil einen untiefen Trog, dessen S-N Achse etwa 5-9 m unter der Terrainoberfläche im Bereich der Talmitte verläuft. Bei Lotzwil gabelt sich der Trog in einen flachen westlichen und einen tiefer erodierten östlichen Ast auf. Dabei liegt die teilweise nur schwach betonte Mittelrippe etwa 1-2 m höher als die benachbarten Rinnenachsen. Die Gabelung beginnt etwa beim Bahnhof Lotzwil und endet vermutlich bei der ARA Lotzwil (Gemeindegrenze Lotzwil/Langenthal). Die Rinnen besitzen eine grösste Tiefe von etwa 6-8 m, wobei die maximale Uebertiefung von 8,2 m im östlichen Ast (Bohrung 626.226/27) 140 m ESE der Kirche Lotzwil erbohrt wurde. Eine entsprechende Tiefe wurde mit den beiden Fassungsbrunnen 626.226/1,2 erreicht (vgl. Figur 15).

Dort wo ein dichtes Netz von künstlichen Aufschlüssen existiert, so im Bereich der projektierten Dammachse für das Retentionsbecken Grossmatt zwischen Mattenhof und Gutenberg (U 4.9.), zeichnet sich ein bewegtes Relief mit sekundären Rinnenstrukturen ab.

Infolge fehlender Sondierungen kann der Verlauf des Stauers gegen die Talflanke hin häufig nur vermutet werden. Das trifft insbesondere im Gebiet östlich Lotzwil zu.

Nördlich der ARA Lotzwil mündet der flache Molassetrog in das stark übertiefte Bleienbachtal, dessen Molassesohle bis zu 40 m unter Terrain liegt. Der SE-Rand der SW-NE verlaufenden Uebertiefung liegt bei der ARA oder unmittelbar nördlich derselben. Die ca. 100 m NW davon entfernte Bohrung 626.227/14 (U 4.11.) erreichte die Molasse in 16,4 m Tiefe und liegt damit schon deutlich in der SE Rinnenflanke, die somit mindestens eine Neigung von 15 % haben muss, was mit den Verhältnissen im Bleienbachtal (U 2.19) übereinstimmt. Die Sohle des Grundwasserstauers liegt in der Bleienbachrinne häufig einige Meter über der Molasseoberfläche, da diese mit Moräne oder aufgearbeitetem Molassematerial bedeckt ist.

Entsprechend den randlich stark abgewinkelten Stauerisohypsen scheint die Mo-

Talossoberfläche in der Regel gegen die Talränder zu rasch anzusteigen. Trotzdem kann sie an diesen Stellen, infolge Erosionsrelikten, Gehängeschutt oder Bachschuttkegeln, stellenweise stärker überdeckt sein als in der Talsohle (z.B. Bohrung 627.227/3, U 4.11.).

Das mittlere Gefälle des Stauers entspricht etwa demjenigen der Terrainoberfläche und beträgt in der Talmitte in S-N Richtung durchschnittlich 10 o/oo. Oertlich treten jedoch beträchtliche Gefällsunterschiede auf, die zwischen 4 o/oo und 30 o/oo variieren.

4.4.4.2. Grundwasserleiter

Zwischen Gutenberg und der ARA Lotzwil, d.h. bevor sich das Langetental mit dem Bleienbachtal vereinigt, besitzt der Grundwasserleiter eine Breite von 550 bis 1'000 m und eine Mächtigkeit bei Mittelwasserstand, die maximal 6 m beträgt. Letztere erreicht er in der oben erwähnten östlichen Rinne in Lotzwil (zwischen Chilefeld und Cholplatz). Wird vorausgesetzt, dass eine Mindestmächtigkeit von 2 m des Grundwasserleiters nötig ist, um Grundwasser zu nutzen, so bietet sich ein noch 100 bis 400 m breites Band an, das bis zu den Fassungsbrunnen der WV Lotzwil etwa in der Talmitte verläuft und von dort der östlichen Rinne folgt, um auf der Höhe von Hambüel NW gegen die ARA abzubiegen (Figur 15).

Der Grundwasserleiter ist vorwiegend durch mehr oder weniger sandige, häufig saubere bis leicht siltige Kiese aufgebaut. Gegen die Talflanken zu ist im allgemeinen eine Zunahme von sandig-siltigem Material infolge seitlich eingebrachten Erosionsprodukten festzustellen. Aufgearbeitete Molasse, d.h. siltige bis saubere Sande, treten stellenweise an der Basis auf.

Die hydraulischen Eigenschaften sind durch zahlreiche Pump- und Markierversuche ziemlich gut bekannt. Folgende Durchlässigkeitsbeiwerte wurden aus 4 1/2"-Piezometerrohren über das gesamte Profil des jeweiligen Grundwasserleiters ermittelt:

- a) Zwischen Gutenberg und Lotzwil (U 4.9.)
 - Bohrung 626.225/9 : $0,5 \text{ bis } 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
 - " 626.225/10: $0,4 \text{ bis } 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^*$
- b) Von Lotzwil bis Langenthal Südrand (U 4.11.)
 - Bohrung 626.226/27: $0,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
 - " 626.227/9 : $0,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^*$
 - " 626.227/10: $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^*$
 - " 626.227/11: $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
 - " 626.227/12: $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
 - " 626.227/13: $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
 - " 626.227/14: $6,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

*) Diese Bohrungen liegen im peripheren Bereich des Grundwasserleiters (Mächtigkeit $< 2 \text{ m}$).

Aus Erfahrung dürften die obigen Werte infolge Reibungsverlusten im allgemeinen zu klein sein. Bemerkenswert ist der hohe k-Wert von 626.227/14, der in der

Bleienbach-Rinne liegenden Bohrung.

In Grosspumpversuchen wurden in den beiden Fassungen der WV Lotzwil folgende Durchlässigkeitskoeffizienten berechnet (U 4.5.):

Fassung 626.226/1: $1,9 \cdot 10^{-3}$ m/s

Fassung 626.226/2: $3,1 \cdot 10^{-3}$ m/s

BINGGELI und LEIBUNDGUT (U 4.8.) führten zwischen Gutenberg und Lotzwil verschiedene Markierversuche mit Eosin und Uranin durch. Zur Ermittlung des mittleren Durchlässigkeitsbeiwertes über das gesamte Profil des Grundwasserleiters dürfte am ehesten die intensive (v_{int}) oder mittlere (v_m) Abstandsgeschwindigkeit repräsentative Werte liefern, während die maximale (v_{max}) (BEYER 1964) im allgemeinen einen zu hohen ergeben dürfte (präferentielle Fliesswege durch bestdurchlässige Schichtglieder). Es wurden 2 Markierversuche im östlichen, teilweise peripheren Teil des Grundwasserleiters durchgeführt, sowie 2 im zentralen Teil westlich der Langeten. Folgende v_{int} konnten ermittelt werden:

östlicher, teilweise peripherer Grundwasserleiter 7-12 m/d
(Impfstellen: 626.225/10, 626.225/11, Entnahmestellen: Langeten Lotzwil)

zentraler Grundwasserleiter W Langeten (Impfstellen: 626.225/9, 626.225/12, Entnahmestellen: u.a. WV Lotzwil) 14-20 m/d

Bei einem mittleren hydraulischen Gradienten von 11 o/oo (für beide Gebiete) und einem aus Sondierprotokollen und Korngrössenanalysen geschätzten nutzbaren Porenvolumen von 15 % (z.T. peripher) und 20 % (zentral) ergeben sich folgende durchschnittliche Durchlässigkeitsbeiwerte:

östlicher, teilweise peripherer Grundwasserleiter 1,0 bis $1,8 \cdot 10^{-3}$ m/s
zentraler Grundwasserleiter, W Langeten 2,9 bis $4,1 \cdot 10^{-3}$ m/s

Die mit dieser Methode erhaltenen k-Werte sind mit denjenigen aus obigen Pumpversuchen vergleichbar, insbesondere mit den Resultaten aus Grosspumpversuchen.

4.4.4.3. Abflussverhältnisse

Lage und Konfiguration des Grundwasserspiegels sind abhängig von der Langeten, den Bewässerungsgräben und den Wässermatten. Obwohl bei den bisher ausgeführten Felduntersuchungen die Wechselbeziehung zwischen Grund- und Oberflächenwasser nur stellenweise erfasst wurde, erlaubt der Verlauf der Grundwasserisohypsen die allgemeinen In- und Exfiltrationsverhältnisse abzuleiten (Figur 15).

Die Langeten bildet eine hydraulische Barriere, die jedoch teilweise durch das Grundwasser unterströmt werden dürfte. Zwischen Mattenhof und der Schleuse (Schwelle) der ehemaligen Tuchfabrik Lotzwil (NW Bad Gutenberg) ist die Langeten Infiltrant, mit Ausnahme eines etwa 200-300 m langen Teilstückes auf der W-Seite beim Mattenhof, wo Wässergräben den Grundwasserspiegel anheben. Anschliessend

bleibt sie für das rechtsseitige Grundwasser Vorfluter bis etwa auf die Höhe von Punkt 494. Auf der linken Seite ist die Langeten Infiltrant bis in den Bereich der Fassungen Lotzwil, anschliessend zeichnet sich auf einem ca. 300 m langen Uebergangsstück keine starke Wechselbeziehung mit dem Grundwasser ab. Weiter stromabwärts bis zur ARA Lotzwil dürfte die Langeten beidseitig Infiltrant sein; infolge verschiedener Nebenwasserläufe sind jedoch die Abflussverhältnisse in diesem Gebiet wenig übersichtlich.

Im Vergleich zur Infiltrationswassermenge aus der Langeten und ihren Nebenläufen findet eine eher untergeordnete Grundwasserneubildung durch das Hangwasser beider Talflanken und durch versickernde Niederschläge statt.

Aufgrund der verschiedenen Grundwasserspiegelbeobachtungen durch WERNER (U 4.5.), BINGGELI und LEIBUNDGUT (U 4.8.) sowie das GEOGRAPHISCHE INSTITUT der Universität Bern (U 4.11.) schwankt der Grundwasserspiegel sowohl nördlich wie südlich von Lotzwil durchschnittlich um etwa 1,5 m. Einige in einem ausgeprägten Infiltrationsbereich liegende Grundwassermessstellen dürften einen Schwankungsbereich über 2 m erreichen (z.B. 626.227/12), während periphere Zonen je nach Hangwasseranfall sehr uneinheitlich reagieren (dm- bis m-Bereich).

Der mittlere Gradient des Grundwasserspiegels beträgt oberhalb Lotzwil etwa 11 o/oo und unterhalb davon ca. 8 o/oo. Lokal treten Gefälle zwischen 5 und 20 o/oo auf. In unmittelbarer Nähe der Langeten kann die Neigung des Grundwasserspiegels je nach den vorherrschenden Vorfluts- und Infiltrationsbedingungen einige Prozente betragen. Entsprechend den erwähnten Markierversuchen hat die mittlere Fliessgeschwindigkeit eine Grössenordnung von 5-20 m/d. Indessen wurden auch maximale Abstandsgeschwindigkeiten von bis gegen 65 m/d beobachtet (U 4.8.).

Der Flurabstand beträgt bei Mittelwasser im Bereich des zentralen Grundwasserleiters etwa 2 bis 6 m und nimmt gegen den Rand hin, entsprechend den topographischen Verhältnissen, meist um wenige Meter zu.

Der Grundwasserleiterquerschnitt variiert bei Mittelwasserstand zwischen 1'300 m² (bei Gutenberg) und 2'000 m² (Zentrum Lotzwil, zwischen Chilefeld und Cholplatz). Wird für die Berechnung der Grundwasserabflussmenge ein mittleres Gefälle von 11 o/oo angenommen und ein durchschnittlicher Durchlässigkeitsbeiwert von $3 \cdot 10^{-3}$ m/s für den zentralen Grundwasserleiter, sowie $5 \cdot 10^{-4}$ m/s für den peripheren Teil, so ergeben sich folgende approximativen Durchflusswerte:

Q _{Gutenberg}	25-35 l/s
Q _{Lotzwil}	40-60 l/s

4.4.4.4. Deckschichten

Nebst einer Humusschicht von 0,2-0,4 m Stärke existiert mit wenigen Ausnahmen eine meist 0,5 bis 1,5 m mächtige, sandig-siltige Deckschicht (Ueberflutungssedimente oder Seeablagerungen). Insbesondere nördlich Lotzwil scheinen diese Sedimente lückenlos vorhanden zu sein. Im Bereich der projektierten Dammachse

Für das Retentionsbecken Grossmatt wurde aus der Kornverteilung ein örtlicher Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $7 \cdot 10^{-7}$ m/s für die Deckschicht errechnet (U 4.9.). Selbstverständlich lässt sich aus diesem einen Wert nicht auf die Durchlässigkeitsverhältnisse der Deckschichten des restlichen Gebietes schliessen. Aufgrund von Untersuchungen in Nachbargebieten (u.a. Madiswil) und der vorliegenden Sondierprotokolle dürfte der k-Wert im allgemeinen $1 \cdot 10^{-5}$ m/s nicht wesentlich übersteigen.

4.5. GRUNDWASSERQUALITÄT

Die in den letzten Jahren vom kantonalen Laboratorium ausgeführten physikalisch-chemischen Untersuchungen sind in nachfolgender Tabelle 4.1. dargestellt. Die Analysen wurden in sehr unregelmässigen Intervallen ausgeführt, da sich mit wenigen Ausnahmen keine qualitativ kritischen Werte abzeichneten.

Entsprechend den beim Brunnen Fiechten, Huttwil, tief liegenden, durch schlecht durchlässige Deckschichten gut geschützten Fassungssträngen und den offenbar günstigen Infiltrationsverhältnissen sind die Nitratwerte bedeutend tiefer als z.B. bei den Fassungen von Madiswil und Lotzwil. Auch Chlorid, das wie Nitrat zu einem grossen Teil auf zivilisatorische Einflüsse zurückzuführen ist, fällt in der Fassungsanlage Huttwil in geringeren Mengen an. Ein kontinuierlicher Anstieg der Nitrat-, Chlorid- und besonderes der Sulfatwerte zwischen 1967 und 1978 zeichnet sich ab. Letztere haben die Grössenordnung der beiden talabwärts liegenden Brunnen erreicht. Die Ursache könnte in einer intensiveren Bewirtschaftung des Einzugsgebietes oder in der Versickerung von Abwasser liegen. Mit Ausnahme einer wahrscheinlich etwas zu geringen Sauerstoffsättigung (nur ein Analysenwert) scheint das eher schwach mineralisierte aber ziemlich harte Grundwasser der Fassung Fiechten chemisch von guter Qualität zu sein.

Bei der Fassung Madiswil der WV Langenthal kommt die oberflächennahe Lage der Sickerstränge in den stark schwankenden Nitratwerten, die teilweise den Richtwert von 40 mg/l (Schweiz. Lebensmittelbuch 1972) kurzfristig erreichen oder übersteigen, deutlich zum Ausdruck. Mehr oder weniger parallel dazu verläuft der ziemlich hohe Chloridgehalt. Leider wurden einige Komponenten nicht untersucht. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich der Eisen- und Mangangehalt infolge der hohen Sauerstoffsättigung nicht nachteilig auswirkt. Die Oxydierbarkeit als Verschmutzungsindikator und Mass für die organische Belastung des Wassers ist von derselben Grösse wie bei den übrigen Fassungen (Richtwert: 6 mg KMnO_4/l) und gibt zu keiner Diskussion Anlass. Dagegen waren bakteriologische Analysen verschiedentlich zu beanstanden. Zudem fanden sich bei einer Erhebung Symphylen (einige mm lange Zwergfüssler), die wiederum auf die oberflächennahe Lage der Fassungsstränge hinweisen. Wahrscheinlich infolge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung kann das als hart einzustufende Grundwasser bei starken Niederschlagsperioden die chemischen und bakteriologischen Toleranzwerte kurzfristig überschreiten.

Die beiden Brunnen im Oberfeld der WV Lotzwil fördern ein ziemlich hartes bis

hartes Grundwasser, das eine eher ausgeglichene Mineralisation zeigt. Bemerkenswert ist der Rückgang des Sulfatgehaltes zwischen 1975 und 1979; allerdings sind nur drei Analysen vorhanden, so dass die Signifikanz nicht eindeutig ist. Unbekannt ist die Sauerstoffsättigung, doch dürfte sie genügend hoch sein. Jedenfalls ist der Eisen- und Mangangehalt sehr niedrig.

Tabelle 4.1.

Chemische Grundwasseranalysen

Fassungsanlage	Datum	Turbidität mg SiO ₂ /l	Nitrat NO ₃ ⁻ mg/l	Chlorid Cl ⁻ mg/l	Sulfat SO ₄ ²⁻ mg/l	Oxydierbarkeit mg KMnO ₄ /l	O ₂ -Sättigung %	Eisen Fe mg/l	Mangan Mn mg/l	Gesamthärte Franz. H _o	Karbonathärte Franz. H _o
WV Huttwil PW Fiechten	16.05.67		14	7,6	5	2,3			neg.	24,7	22,4
	19.07.67		12	7,6	5	4,2	50	0,006	neg.	24,3	22,3
	23.06.69		14	6,9	10	1,3		0,007	neg.	24,1	22,0
	20.04.77	0,4	15	8,9	18	1,1		<0,005	<0,05	25,2	22,2
	10.05.78	0,3	17	9,8	16	1,9		<0,005	<0,05	25,9	22,6
WV Langenthal Fassungen Madiswil oberer Sickerstrang (Q1) unterer Sickerstrang (Q2)	14.04.71		28	11,2	13	1,6	82			31,1	
	01.03.72		30	12,0	12	2,1	57			31,4	
	19.07.72		40	17,2	16	2,1	76			34,5	
	17.02.72		16	14,4	16	1,9	80			36,0	
	19.12.72		55	22,7	16	2,3	88			35,7	
	23.07.73		32	16,0	14	2,3	81			32,7	
	05.12.73		28	13,2	15	2,2	82			32,3	
	28.03.74		33	13,7	15	2,2	87			30,8	
	10.07.74		34	14,5	15	1,6	71			31,4	
	10.07.74		29	11,9	9	1,8	73			28,8	
	01.09.75	0,2	22	10,4	21	1,8		<0,005	<0,1	34,0	30,9
	08.09.75	0,2	28	11,0	18	2,2		<0,005	<0,1	32,2	28,7
WV Lotzwil PW Oberfeld	19.06.79	0,26	23	10,1	12	1,3		<0,005		28,8	25,1

4.6. SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

4.6.1. Grundwassernutzung

Im vorliegenden Teilgebiet bestehen die folgenden grösseren Grundwasserfassungsanlagen:

- WV Gemeinde Huttwil
Horizontalfilterbrunnen Fiechten 629.218/2: ca. 18 m tiefer Zentralschacht mit 3 Horizontalsträngen von insgesamt ca. 66 m Länge. Konzessionierte Entnahmemenge: 3'500 l/min.
- Fassung Madiswil der WV Langenthal
2 Horizontalsickerstränge von insgesamt 170 m Länge. Freiauslaufende Abflussmenge: durchschnittlich etwa 1'500-2'000 l/min (früher 3'000-4'000 l/min infolge ausgedehnten Wiesenwässerungen), minimal <1'000 l/min
- WV Gemeinde Lotzwil
2 Vertikalfilterbrunnen im Oberfeld: Brunnen 626.226/1 9,00 m tief (Molasse 8,50), Brunnen 626.226/2 9,10 m tief (Molasse 7,50), Schlitzbrückenfilter je 2 m lang, Ø 400 mm, Heberleitungen zu Pumpwerk. Konzessionierte Entnahmemenge: 500 l/min
- Fassung Pelzveredlungsfabrik Lotzwil (früher Tuchfabrik)
Vertikalfilterbrunnen 626.225/2. Konzessionierte Entnahmemenge: 150 l/min

4.6.2. Grundwasserdargebot

Das nutzbare Grundwasserdargebot, d.h. diejenige Grundwassermenge, die dauernd entnommen werden kann, ohne dass sich im Gebiet negative Einflüsse geltend machen, ist stark von der Infiltration von Oberflächenwasser, insbesondere von der Langeten abhängig. Je nachdem wie intensiv z.B. die Wiesenwässerung (künstliche Anreicherung) vorgenommen wird oder in welchem Mass der Absenktrichter einer Fassungsanlage in den Infiltrationsbereich des Flusses reicht (induzierte Infiltration), steht mehr oder weniger nutzbares Grundwasser zur Verfügung. Negative Auswirkungen infolge nicht optimaler Nutzung oder Uebernutzung können das Grundwasser selbst (z.B. Qualitätseinbusse) oder die Umwelt (z.B. Landwirtschaft) beeinträchtigen. Das Grundwasserdargebot hängt somit im vorliegenden Teilgebiet stark vom wasserwirtschaftlichen Nutzungskonzept ab.

Ohne Aenderung der bestehenden hydraulischen Randbedingungen entspricht das nutzbare Grundwasserdargebot höchstens der Grundwasserabflussmenge bei Mittelwasserstand (= totales Grundwasserdargebot). Da indessen der Grundwasserleiter des mittleren Langetentales ein sehr geringes Speichervolumen besitzt und eine verringerte Grundwasserneubildung sich rasch in beträchtliche Grundwasserspiegelabsenkungen umsetzt, kann die relative Einbusse an nutzbarem Speichervolumen sehr gross sein. Vom Mittelwasserstand ausgehend, dürfte sie im Gebiet Gutenberg-ARA Lotzwil im Extremfall bis zu 1/3 betragen. Demzufolge übersteigt das nutzbare Grundwasserdargebot unter den bestehenden Verhältnissen aus Sicherheitsgründen kaum den Abfluss bei Minimalwasserstand. Für das Gebiet Lotzwil entspricht dies einer verfügbaren Wassermenge von etwa 30 l/s. Ob diese tatsächlich auch voll genutzt werden kann, ist jedoch aus fassungstechnischen Gründen und wegen der teilweise dichten Ueberbauung (Grundwasserschutz) fraglich (zum Vergleich beträgt der Grundwasserabfluss bei Mittelwasserstand etwa 40-60 l/s).

Infolge der mäandrierenden, in- und exfiltrierenden Langeten und ihrer zahlreichen Nebenläufe findet talabwärts nach erfolgter Grundwasserentnahme meist eine kompensierende Neubildung statt. So dürfte sich z.B. eine Grundwasserentnahme südlich Madiswil kaum im Gebiet von Lotzwil bemerkbar machen. Wie gross das indessen das Grundwasserdargebot zwischen Huttwil und Gutenberg ist, kann mangels Unterlagen nicht abgeschätzt werden. Gebiet Huttwil: vgl. Abschnitt 4.4.2.

4.6.3. Grundwasserschutz

Für alle 3 bestehenden Gemeindefassungsanlagen des Untersuchungsgebietes wurden Schutzzonen ausgeschieden (rechtskräftig erst für die Fassung Fiechten), die jedoch infolge der schon bestehenden Ueberbauungen und Anlagen nicht optimal sein können. Dies trifft in besonderem Masse für die Fassung Fiechten in Huttwil zu (Industrie und Wohnhäuser im unmittelbaren Anströmbereich).

Unter der Humusdecke verleiht eine ausgedehnte sandig-siltige Deckschicht dem darunterliegenden Grundwasserleiter im allgemeinen einen gewissen Schutz. Sie ist jedoch nur geringmächtig (0,5-2 m) und besitzt immer noch eine erhebliche Durchlässigkeit. Bei Sickerversuchen für die Schutzzonenbestimmung der Fassung Madiswil wurden Sickergeschwindigkeiten bis ca. 1,5 m/Std gemessen (U 4.7.). Zudem sind die Flurabstände nicht besonders gross und betragen im Anström-

Fig. 14

Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000

Teilgebiet: Mittleres Langentental

Geologische Profile
L~1:50 000 H~1:5 000 10-fach überhöht

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 620/224.6 Fortlaufende Ordnungsnummer eines künstlichen Aufschlusses innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung des Teilgebietes
- Bohrung, Brunnen, Schlitz, bis max. 200 m neben der Profilinie liegend

Lithologie

- Silt-Ton
- Sand
- Kies
- Molasse, vorwiegend Sandstein und Mergel
- Lithologische Grenze

Hydrologie

- Grundwasser-Spiegel, Mittelstand, vgl. Fig. 15

Chronostratigraphische Zuordnung

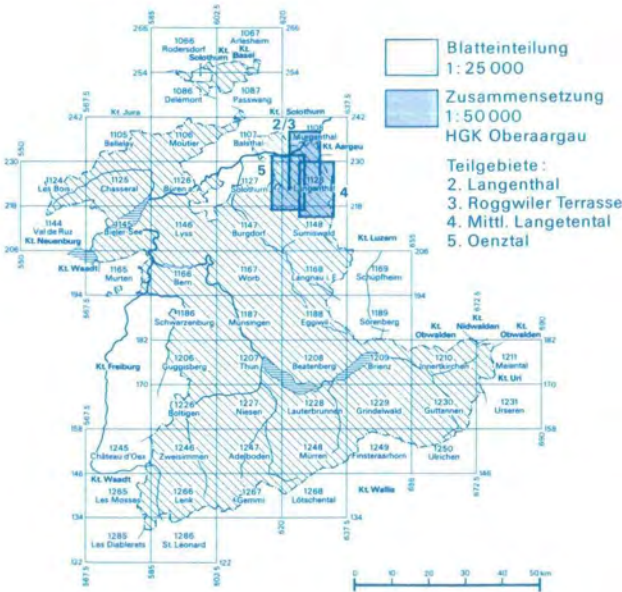
Holocaen		Gehängeschutt, Blockschutt	gs
		Gehängelehm, Schwemmlehm	l
		Tal-Alluvionen, Bachschuttkegel	a
Pleistocaen	Würm	Schotter der Langete	q4-5Ls
	Riss	Hochterrassen Schotter	q3s
Miocaen	Aquitaniens-Burdigalien	Vorwiegend Sandsteine und Mergel	m1-m2

Durchlässigkeitsbereiche

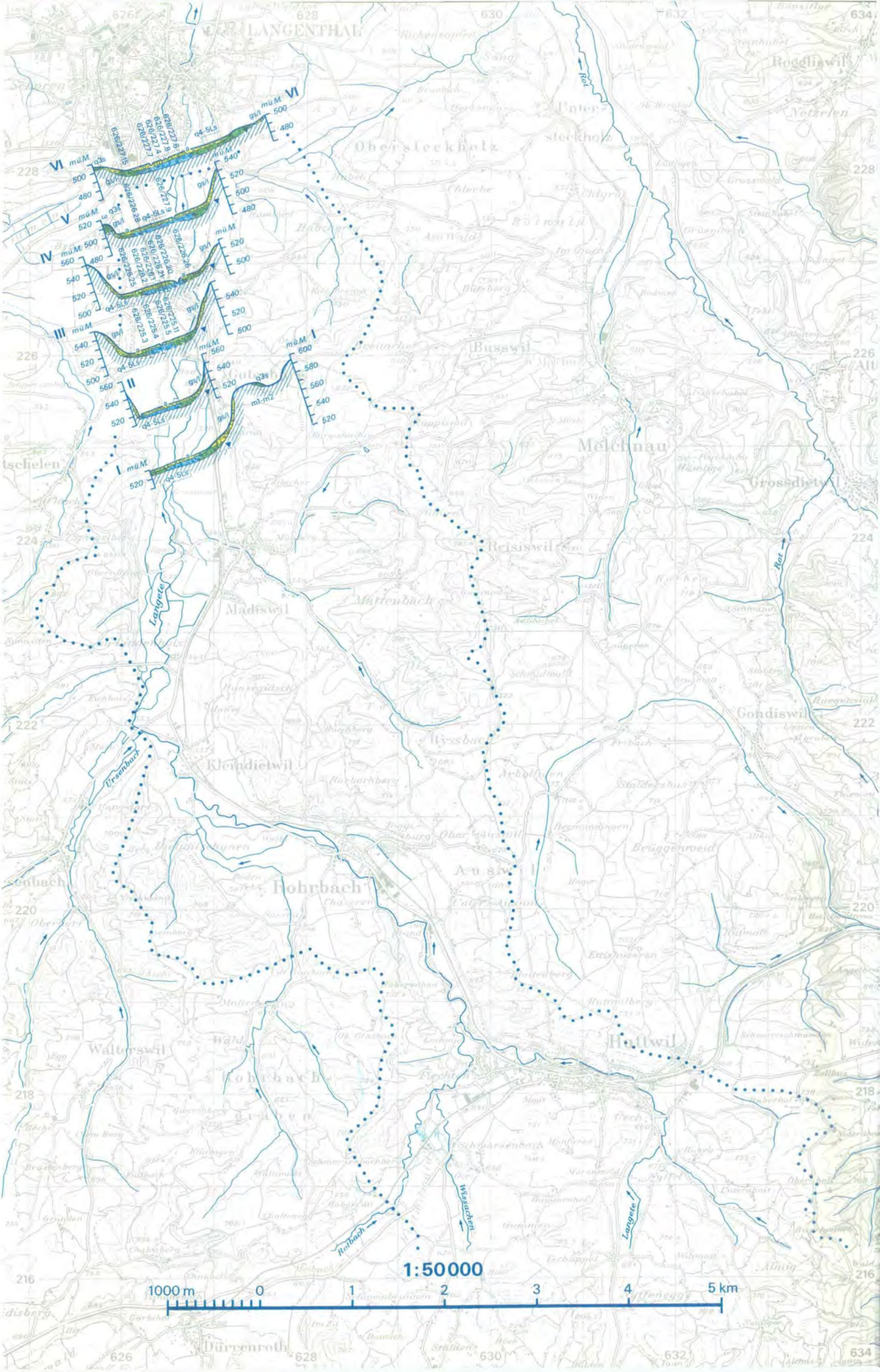
Durchlässigkeitsbeiwerte

- Gross > 2 · 10⁻³ m/s
- Mittel 2 · 10⁻³–2 · 10⁻⁴ m/s
- Klein < 2 · 10⁻⁴

Grenze zwischen Durchlässigkeitsbereichen



Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980



Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000 Teilgebiet: Mittleres Langetental

Isohypsen eines mittleren Grundwasser-Spiegels Isohypsen des Grundwasser-Stauers

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 3 Fortlaufende Ordnungsnummer von Beobachtungsstellen innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung des Teilgebietes
- Ungefähre seitliche Begrenzung des untersuchten Grundwasserleiters
- Geologische Profile, vgl. Fig. 14

Isohypsen des Grundwasser-Spiegels

die ungefähr einem mittleren Grundwasserstand der Beobachtungsperiode 1970–1978 entsprechen

- 2 m Grundwasser-Spiegel-Kurve¹⁾
- 500 10 m Zählkurve mit Kote in m ü. M.¹⁾
- 1 m Zwischenkurve¹⁾
- Grundwasser-Fliessrichtung

Grundwasser-Beobachtungsstellen²⁾

- Vertikalfilterbrunnen
- Horizontalfilterbrunnen
- Schacht- oder Sodbrunnen
- Peilrohr
- 502.8 Mittlere Grundwasser-Spiegelhöhe

Isohypsen der Oberfläche des Grundwasserstauers

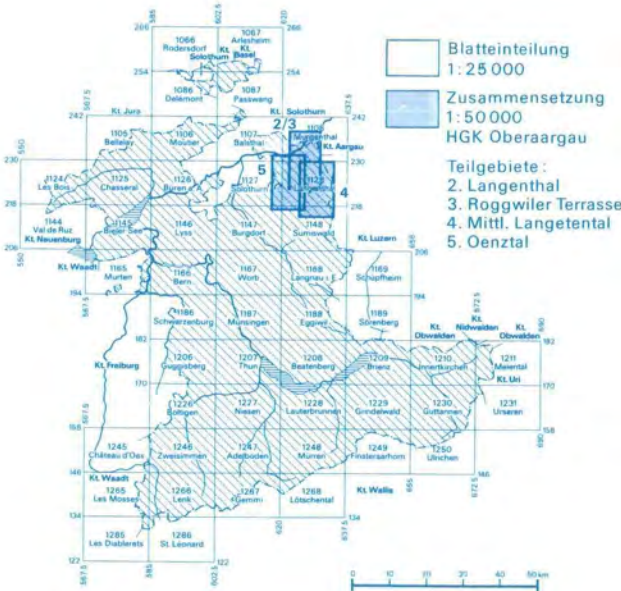
- 2 m Kurve¹⁾
- 500 10 m Zählkurve mit Kote in m ü. M.¹⁾
- 1 m Zwischenkurve

Sondierungen

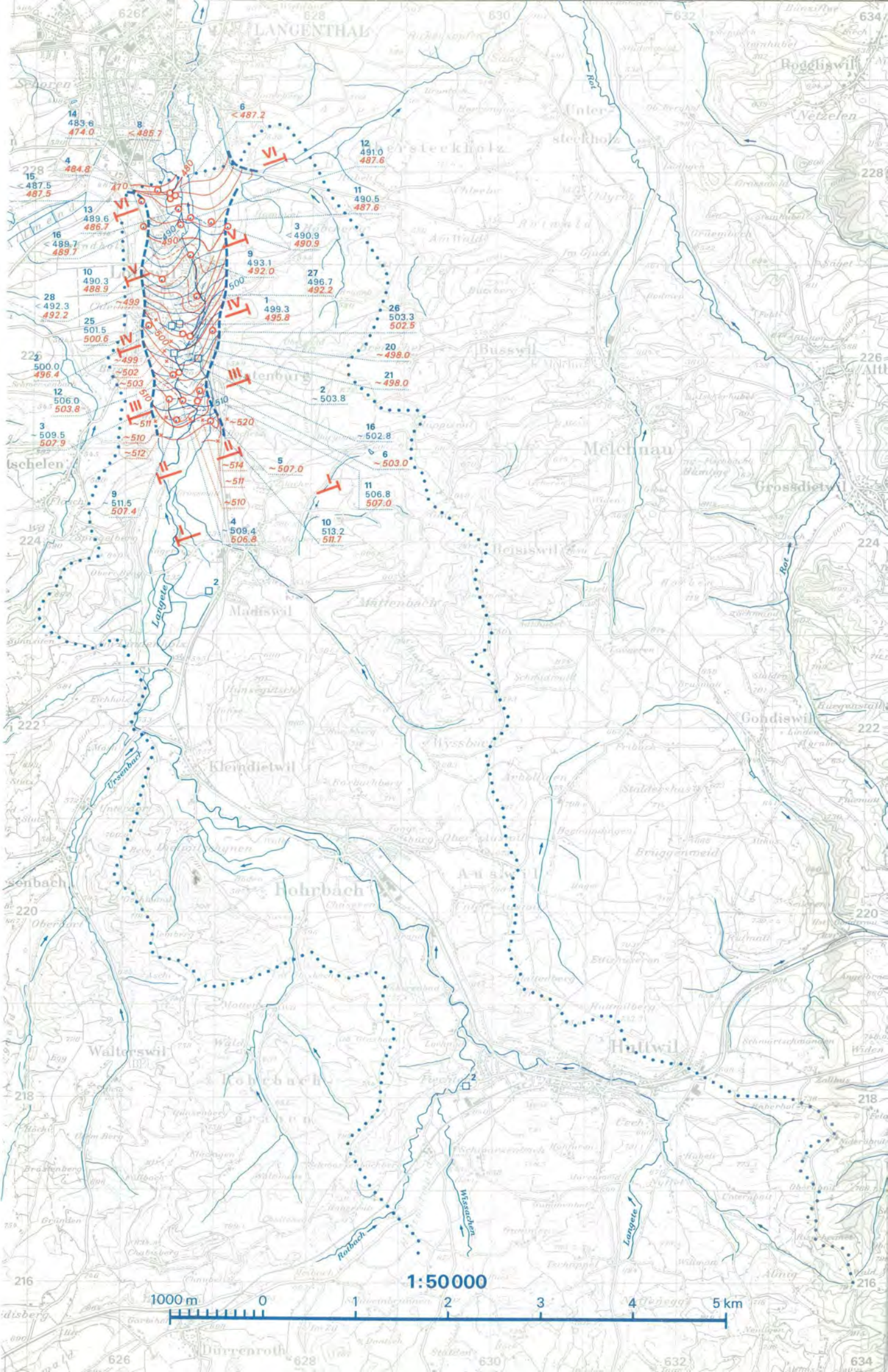
- Bohrung
- Wichtige geoelektrische Tiefensondierung
- 507.9 Kote der Grundwasser-Stauer Oberfläche in m ü. M.

1) Bei den Isohypsendarstellungen ist darauf verzichtet worden, einen nachgewiesenen und vermutlichen Verlauf zu unterscheiden. Die Anordnung der Beobachtungspunkte erlaubt dem Betrachter, die Zuverlässigkeit der Karte selbst einzuschätzen

2) Aus darstellerischen Gründen konnten nicht alle Beobachtungsstellen wiedergegeben werden



Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980



bereich der Fassungen etwa 3-5 m (bis 7 m bei Fiechten). Die ausgeschiedenen Schutzzonen können deshalb trotz den damit verbundenen Auflagen für die Fassungen nur einen beschränkten Schutz bringen.

Durch die ständigen Wechselbeziehungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser, wie sie im Mittleren Langetental vorherrschen, vermag das Flusswasser die Grundwasserqualität nachhaltig zu beeinflussen. Nebst den periodischen Grundwasseranalysen bei den Fassungsanlagen wäre deshalb auch eine Ueberwachung der Flusswassergüte angezeigt. Insbesondere wenn sich Einbussen oder ungünstige Trendentwicklungen in der Grundwasserqualität abzeichnen.

5. TEILGEBIET OENZTAL

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthé AG, Bern/Liebelfeld (1968-1975)

Uebersarbeitung und Ergänzungen: Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld (1979/80)

5.1. EINLEITUNG (vgl. Abschnitt 1.4, Oenztal)

Das parallel dem Langetental liegende Tal der Oenz beginnt ungefähr bei Wynigen¹⁴⁾, verläuft über Hermiswil, Ober-/Niederönz und Heimenhausen weiter Richtung Graben, wo es ins Aaretal mündet. Die Grenzen des untersuchten Gebietes sind auf Figur 16 ersichtlich.

Morphologisch lässt sich das Oenztal im engeren Sinne in 3 Abschnitte gliedern: Den Oberlauf zwischen Wynigen und Bollodigen, ein enges in die Molasse eingeschnittenes Tal; das den Mittellauf bildende breite Becken von Herzogenbuchsee; den als schmale Erosionsrinne ausgebildeten Unterlauf, das sogenannte Oenztäli, das bei Wanzwil beginnt.

Für die hydrogeologische Betrachtung wird der Begriff "Oenztal" weiter gefasst. Der Grundwasserleiter des Bleienbachtals, der sich bei Bollodigen mit dem des Oenztal vereinigt, wird mit einbezogen, ebenso die morphologisch heute wenig ausgeprägte Rinne von Burgätschi, die ins Becken von Herzogenbuchsee mündet. Die im N und NE folgenden Schotterfluren von Unterwald sowie Buchsifeld gehören ebenfalls dazu; das Oenztäli selber wirkt hier lediglich als Vorflut- und Ueberlaufkanal.

Die Höhen des Grundwasserspiegels vom Januar 1971 bis zum Oktober 1973 wurden wöchentlich beobachtet. Das Beobachtungsnetz umfasste 12 Messstellen; der Schwerpunkt lag im Becken von Herzogenbuchsee (7 Messstellen), drei Stationen wurden im Bereich Unterwald/Graben und je eine weitere bei Röthenbach und Heimenhausen ausserhalb des Untersuchungsgebietes beobachtet. Die repräsentativsten Ganglinien sind in Figur 17 dargestellt. Die Erhebung aller hydrographischer Daten erfolgte durch das Geographische Institut der Universität Bern.

Die Resultate folgender Untersuchungen standen zur Verfügung:

Eigene Abklärungen

- 3 chemische und bakteriologische Untersuchungskampagnen von repräsentativen Quell- und Grundwässern (vgl. Abschnitt 5.5.),
- Geoelektrische Tiefensondierungen und Widerstandskartierungen im Raum Bollodigen, Niederönz und Unterwald (vgl. Abschnitt 5.3.1.),
- Vertiefung von Bohrungen, die im Auftrage der Wasserversorgung der Gemeinden an der untern Oenz abgeteuft worden sind (vgl. Abschnitt 5.3.2.).

¹⁴⁾ Alle verwendeten Orts- und Flurnamen finden sich in der Landeskarte 1:50'000 (vgl. Figur 16)

Wichtige Unterlagen Dritter

- U 5.1.¹⁵⁾ Gutachten über die Probleme der Beeinträchtigung der WV Herzogenbuchsee durch die Korrektur der Oenz; Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Zürich; Bericht Nr. 2772, 5. November 1962; erarbeitet im Auftrag der kant. Landwirtschaftsdirektion
- U 5.2. Untersuchungen des "Filterbrunnens Bifang"; Bericht Gt 701 des Geotechn. Institutes Bern; erarbeitet im Auftrage der WV Herzogenbuchsee; 15.4.66
- U 5.3. Bericht über die Grundwasseruntersuchung im Gebiet Hermiswil bis Herzogenbuchsee; Kant. Chemiker Bern; 31.10.68; erarbeitet im Auftrage der WV Herzogenbuchsee
Im Auftrage der WV der Gemeinden an der untern Oenz erarbeitet (U 5.4. - 5.6.):
- U 5.4. Schutzzonenvorschlag PW Niederönz; Bericht Gt 1145 des Geotechn. Institutes Bern; 22.12.69
- U 5.5. Verlegung der Grundwasserfassung Niederönz; Gutachten Nr. BE 324 der Fa. CSD, Bern-Liebefeld; 23.3.73
- U 5.6. Schutzzonenvorschlag neuer Brunnen Oberönz; Gutachten Nr. BE 324A der Fa. CSD, Bern-Liebefeld; 27.1.75
- U 5.7. Hochwassersanierung Langeten, Variante Druckstollen; Bericht über die geologischen Verhältnisse; Fa. CSD, Bern-Liebefeld; 7.12.1978; erarbeitet im Auftrage des Hochwasserschutzverbandes Untere Langeten
- U 5.8. Seismikkampagne "Berne Nord 1978"; Elf-Aquitaine Suisse; Beschreibung der Spülbohr-Proben von M.E. Gerber; erstellt im Auftrage des WEA Bern

Im weitem sind verschiedene Baugrunduntersuchungen und einige ältere Arbeiten über Grundwassererschliessungen mitverwendet worden.

5.2. GEOLOGISCHE UEBERSICHT

5.2.1. Mindel-Riss-Interglazial

Vor der grössten Vergletscherung, der Risseiszeit, die das gesamte Untersuchungsgebiet mit Eis bedeckte, kam es während der Warmzeit des Mindel-Riss-Interglazials zur Ausbildung von breiten Talböden, deren Verlauf jedoch heute teilweise nur mit Schwierigkeiten nachgewiesen werden kann.

Die Emme floss vermutlich, von Burgdorf kommend, über Ersigen, Wynistorf, Burgäschisee nach Bannwil und Schwarzhäusern, wo sie ins Aaretal mündete. Die Kote des Talbodens betrug bei Herzogenbuchsee etwa 500 m und bei Schwarzhäusern etwa 460 m. Zum südlichen Entwässerungssystem gehörten die beiden Seitentäler Wynigen-Alchenstorf, sowie Ochlenberg-Thörigen (ZIMMERMANN, H., 1969). Diese Talböden bildeten die Auflagerungsfläche für die nachfolgenden Hochterrassenablagerungen.

¹⁵⁾ Im Text wird auf die Unterlagen verwiesen mit der Bezeichnung U 5.1.

5.2.2. Riss

Im Verlauf der jeweiligen Vereisungsphasen der Risseiszeit wurden verschiedene Vorstoss- und Rückzugsschotter als sogenannte Hochterrassen abgelagert. Dabei fand zunächst durch die Ablagerung der ersten Vorstoss-Schotter eine Ein-ebnung der alten Talformen statt. Die Vergletscherung verursachte ausgedehnte Erosionen, die die Schotter teilweise wieder ausräumten und die Molasseoberfläche stark umprägten. Deshalb finden wir heute ursprünglich talfüllende Terrassenschotter als Relikte auf Anhöhen (Plateauschotter). Im Bereich der Vergletscherung wurde eine weitgehend zusammenhängende Moränendecke abgelagert.

In diese Zeit reicht vermutlich die Anlage der verdeckten Erosionsrinne(n) nordöstlich Herzogenbuchsee (Abschnitt 5.4.5., Fig. 16 Profile VIII - X), die unter Umständen in Verbindung mit der bei Bützberg erbohrten Rinne steht (stehen) (U 5.7.). Dabei wurde die Kote der Molasseoberfläche in der Rinnenachse im Unterwald bei ca. 430 m und bei Bützberg um 423 m nachgewiesen.

Die im Untersuchungsgebiet vorgefundenen ältesten Quartärablagerungen können der Risseiszeit zugewiesen werden. Einerseits sind sie in Gebieten nachweisbar, die von den nachfolgenden würmeiszeitlichen Gletscherständen nicht mehr erreicht wurden. Andererseits blieben sie z.T. als reliktsche Rinnenfüllungen erhalten. Bei den Hochterrassenschottern handelt es sich meist um teilweise verfestigte, sandige Kiese. Die Kieskomponenten entstammen häufig der tertiären Nagelfluh. An Aufschlüssen sind insbesondere die Kiesgruben Unter-Wynigshus (630 m ü.M.) südlich Ochlenberg und Oberdorf südlich Thörigen (520 m ü.M.) erwähnenswert (GERBER, M., 1978). Risseiszeitliche Moränen bedecken teilweise die Molassehügel südlich des Bleienbachtals, so u.a. bei Spych-Humberg südlich Bollodigen. Sie sind sehr unterschiedlich ausgebildet, je nachdem ob es sich um lehmige Grund- oder kiesig-sandige Wallmoränen handelt. Daneben wurde eine vermutlich risseiszeitliche Grundmoräne in der erwähnten Rinne bei Bützberg erbohrt.

5.2.3. Riss-Würm-Interglazial

In der letzten interglazialen Warmzeit herrschte nach einer anfänglichen fluviatilen Erosionsphase, die die risseiszeitlichen Ablagerungen teilweise wegräumte, die Akkumulation vor. Es kam zu fluviatilen und insbesondere lakustrischen Ablagerungen, die z.T. reich an organischem Material sind.

In der besagten Rinne bei Bützberg wurden teils über 20 m mächtige Seesedimente unter würmeiszeitlichen Ablagerungen (Schotter, Moräne) vorgefunden. Entsprechend ihrer Lage und Ausbildung dürften diese mehrheitlich tonigen Silte bis Sande am ehesten dem Riss-Würm-Interglazial zuzuordnen sein.

5.2.4. Würm

Die in der Zwischeneiszeit einsetzende Akkumulationsphase erstreckte sich in die Frühwürm-Eiszeit. Die Gesamtheit dieser fluviatilen Ablagerungen werden zur "Niederterrasse" gerechnet. Diese umfasst auch die nachfolgenden, mit den

verschiedenen Vorstoss- und Rückzugsphasen des Würmgletschers verbundenen Schotterablagerungen.

Während des Vorrückens des Gletschers kam es auch zur erosiven Bildung oder Vertiefung von Randglazialtälern. Dabei führte die südöstlichste Rinne - zugleich die vermutete, grösste Eisausdehnung angehend - von Wynigen über Bollodingen und Bleienbach nach Langenthal (ZIMMERMANN, H., 1969). Das Bleienbachtal wurde beträchtlich in die Molasse eingeschnitten. Die Rinnenachse der Molasseoberfläche wurde im steilwandigen Tal beim Allmendweiher, nordöstlich Bleienbach erst bei Kote 448 m erbohrt, d.h. etwa 33 m unter der Terrainoberfläche (U 5.7.). Die Felssohle liegt damit mindestens 30 m tiefer als diejenige des Langetentals bei der Vereinigung beider Täler. Die Anlage des Bleienbachtals ist somit vermutlich jünger, was mit der postulierten Entstehung des Langetentals übereinstimmt (HANTKE, R., 1978, ZIMMERMANN, H., 1961).

Abgelagert worden sind heute noch stellenweise durch Moräne bedeckte Vorstoss-Schotter (vgl. Figur 16, beidseitig des Oenztales). Während des Würmmaximums, d.h. zur Zeit des älteren Wangener Stadiums wurden die heute noch gut sichtbaren Endmoränenkränze zwischen Bettenhausen-Thunstetten und Bützberg und die westlich daran anschliessende, durchgehende Moränendecke abgelagert. Diese blieb bis in die Gegend von Herzogenbuchsee weitgehend von der Erosion verschont. Die vermutete grösste Eisausdehnung reichte jedoch noch etwas weiter (H. ZIMMERMANN, 1969), darauf deutet auch das in der Bleienbachrinne vorgefundene Grundmoränenmaterial (U 5.7.). Die nachfolgenden, während der Rückzugsphase des Rhonegletschers erfolgten Vorstösse (jüngeres Wangener-, Solothurner- und Brestenberg-Stadium) reichten nicht mehr ins Untersuchungsgebiet (ZIMMERMANN, H., 1961).

Die in der Entwässerungsrinne von Bleienbach abgelagerten Schotter entsprechen dem höheren, bis über 480 m reichenden Akkumulationsniveau (GERBER, M., 1978) der Rückzugsschotter, die im Oenztal vermutlich bis gegen Riedtwil verfolgt werden können. Entgegen der Annahme von ZIMMERMANN, H., (1961) gehen wir aufgrund der Aufschlussverhältnisse mit LEDERMANN, H. (1978) einig, dass sich dieses Akkumulationsniveau nördlich Bollodingen nicht mehr verfolgen lässt. Bei den rückwärtigen, über dem Oenztal liegenden Terrassen (Herzogenbuchsee-Unterwald-Graben auf der E-Seite, sowie Flueacher, Vorstatt und Lörwald auf der W-Seite) handelt es sich vielmehr um teilweise von Moränen bedeckte Vorstoss-Schotter.

Nach dem erfolgten Langetendurchbruch bei Huttwil (u.a. ZIMMERMANN, H., 1969) wurde das Bleienbachtal möglicherweise durch die Schuttkegel der Langeten abgeriegelt. Die damit verbundenen Stauungen führten zu bis über 10 m mächtige Seeablagerungen nordöstlich von Bleienbach (U 5.7.). Dadurch wurde jedoch die "Emme" bei Bollodingen nach Norden abgelenkt, wo es zur Erosion des Oenztals und zur Bildung der Rückzugsschotter auf einem tieferen Akkumulationsniveau kam (GERBER, M., 1978). Sie werden als Rückzugsschotter des jüngeren Wangenerstadiums betrachtet (LEDERMANN, H., 1977). Die Grenze zwischen den höheren und tieferen Akkumulationsniveau dürfte vermutlich bei Bollodingen liegen. Das sich mit teilweise deutlichen Terrassenrändern von den Vorstoss-Schottern und Alluvionen abhebende tiefere Akkumulationsniveau umfasst die Terrassen von Ober- und Niederönz, sowie Wanzwil-Heimenhausen (vgl. Fig. 16, Profile VI - X).

Die grössten Aufschlüsse finden sich in den Kiesgruben am Burgäschisee bei Chilchholz, W Niederönz.

5.3. SONDIERUNGEN

5.3.1. Geoelektrik

5.3.1.1. Allgemeines

Zwischen Bollodigen, Niederönz und Unterwald wurden im Rahmen der Untersuchungen einzelne, für die hydrogeologischen Zusammenhänge wichtige Teilgebiete mittels geoelektrischer Tiefensondierungen und Widerstandskartierungen genauer untersucht. Ziel dieser Studien war das Feststellen der Lage des Grundwasserstauers, resp. das Erkennen von Zonen guter Durchlässigkeit. Das Schwergewicht wurde auf das Gebiet der Einmündung des oberen Oenztales in das Bleienbachtal resp. in das mittlere Oenztal, auf die Auen W Ober- und Niederönz und schliesslich auf die Niederterrassen des Unterwaldes gelegt.

Die geophysikalischen Messungen W Ober- und Niederönz wurden allerdings nicht im Rahmen des WEA-Untersuchungsprogrammes durchgeführt, sondern im Auftrage des Gemeindeverbandes Wasserversorgung an der untern Oenz. Diese Resultate (vgl. U 5.5.) sollen hier nur zusammenfassend wiedergegeben werden.

5.3.1.2. Talebene Bollodigen/Bettenhausen

5.3.1.2.1. Geoelektrische Tiefensondierungen, Querprofile

Ergänzend zu der im nächsten Abschnitt behandelten Widerstandskartierung wurden 6 Tiefensondierungen, verteilt auf 2 Profile, durchgeführt (siehe Fig. 18). Dabei wurden Auslageweiten der Elektroden bis zu 70 m (Sondierungen im Profil A-A') und 100 m (im Profil B-B') gewählt. Die Messungen erlauben den Aufbau des Untergrundes wie folgt zu beschreiben:

- a) Der Grundwasserstauer wird durch scheinbare Widerstände $< 400 \Omega m$ charakterisiert. Er besteht aus Molasse (vorwiegend Mergel) oder jüngeren lehmigen Ablagerungen.
- b) Im darüberliegenden ca. 8-14 m mächtigen Schichtpaket lassen sich drei Grössenbereiche des spez. Widerstandes ausscheiden:
 - siltige Sande bis sandige Kiese unter dem Grundwasserspiegel: $150-800 \Omega m$
 - siltige Sande bis sandige Kiese über dem Grundwasserspiegel: ca. $1'500 \Omega m$
 - (ca. 2-3 m mächtige) Deckschicht, bestehend aus tonig siltigen Sanden, Lehm und vereinzelt Torf mit Werten zwischen 55 und $250 \Omega m$.

Die Resultate der geoelektrischen Sondierprofile stimmen, soweit eine Korrelation möglich ist - relativ gut mit dem vorhandenen Bohrprofilen (619.224/1, 620.224/4-6) überein.

Die Ergebnisse der geoelektrischen Aufnahmen und der Bohrungen 620.224/5,6 sind in generellen Querprofilen verarbeitet.

Profil A-A' SW Bollodigen (Figur 19)

Von NW gegen SE ist eine generelle Abnahme sowohl der scheinbaren Widerstände wie der Mächtigkeit der mehr kiesigen Ablagerungen festzustellen. Gleichzeitig steigt die Oberfläche des undurchlässigen Untergrundes langsam in SE Richtung an. Die höchsten Widerstände wurden denn auch dort gemessen, wo eine mit Sand und Kies aufgefüllte Erosionsrinne vermutet wird.

Profil B-B' Bettenhausen (Figur 19)

Die laterale Variation der scheinbaren Widerstände ist unsystematisch, mit einem Maximum bei der mittleren Sondierung. Dies ist einerseits auf die Variation der Materialzusammensetzung (wechselnde Anteile an feinkörnigen Ablagerungen), andererseits auf die relativ stark modellierte Oberfläche des Grundwasserstauers zurückzuführen. Dieser Sachverhalt wird durch das in das Querprofil hineinprojizierte Bohrprofil (620.224/6) bestätigt.

5.3.1.2.2. Geoelektrische Widerstandskartierung

Die Auslageweite der Elektroden wurde auf Grund der Beurteilung aller Bohrungen (619.224/1, 620.224/5,6) mit AB = 60 m festgelegt, d.h. im Isoohmenplan kommen im wesentlichen die obersten ca. 15 m des Bodenprofiles zur Darstellung. Die Aufnahmen sind in der Widerstandskarte (Figur 18) zusammengestellt.

Von der Kantonsgrenze N Hermiswil Richtung Bollodigen zeichnet sich eine Zone erhöhter Durchlässigkeit ab.

Eine weitere, vermutlich ostwärts ziehende Zone erhöhter Durchlässigkeit zeichnet sich bei Bettenhausen ab. Auch NW Bollodigen findet sich ein begrenzter Bereich erhöhter Durchlässigkeit.

5.3.1.3. Gebiet Oberönz-Herzogenbuchsee-Niederönz

Die im Rahmen der Untersuchungen für die Verlegung des Pumpwerkes Niederönz ausgeführten geoelektrischen Sondierungen wurden im Bericht U 5.5. eingehend diskutiert. Die mittels 40 geoelektrischen Tiefensondierungen aufgenommene Lage des Grundwasserstauers und die Widerstandskartierungen erlauben eine hydrogeologische Beurteilung des Gebietes. Im folgenden sollen lediglich zusammenfassend die wichtigsten Resultate wiedergegeben werden.

Eine ausgedehnte Zone ziemlich hoher, scheinbarer Widerstände liegt westlich und südlich von Oberönz. In dieses Gebiet münden drei mit teilweise gut durchlässigem Material gefüllte Rinnen:

- Von SE, aus dem Gebiet von Bollodigen,
- sehr ausgeprägt von SW, aus der Mulde des Burgäschisees,
- weniger gut definiert von W, aus dem Gebiet von Eggen.

NW Eggen (W Niederönz) wurden sehr hohe scheinbare Widerstände festgestellt. Es handelt sich hier um eine lokale Schotterflur am Fuss des Oenzbergs und am Rande der Molasseeintiefung.

Keine Angaben haben wir über die NE-Ausdehnung des Beckens von Oberönz. Es darf aber angenommen werden, dass es sich nordostwärts über Niederönz-Herzogenbuchsee weiter verfolgen lässt und seine Fortsetzung teilweise südlich Unterwald findet, wo in einem geoelektrischen Querprofil eine stark ausgeprägte Rinne festgestellt wurde (vgl. anschliessenden Abschnitt).

5.3.1.4. Gebiet Wanzwil-Unterwald

Zur Abklärung der geologischen Verhältnisse im untersten Abschnitt des Teilgebietes wurde an 3 ausgewählten Stellen geoelektrische Profile durchgemessen (Situation s. Figur 18).

Die 23 Tiefensondierungen lassen für die Region nördlich Herzogenbuchsee auf folgendes generelle Profil schliessen:

- sandig-siltige Deckschicht	200- 400 Ω m
- Kies mit wenig Sand und Silt (bis untergeordnet Ton), trocken	600-4'000 Ω m
- Kies mit wenig Sand und Silt (bis untergeordnet Ton), nass	250- 600 Ω m
- siltig-sandige Kiese und toniger Silt, z.T. sandig (z.B. Moräne)	70- 160 Ω m
- Molasse	35- 50 Ω m

Profil C-C' (Figur 20)

Zwischen der unregelmässig nach SE abfallenden Molasseoberfläche und der Sohle der Oenz liegt eine geringmächtige Deckschicht von ca. 1-2 m. Diese wird gegen den Oenzberg im NW zu mächtiger. Die liegenden, im Oenztal reliktsch auftretenden Kiese mit wenig Sand und Silt (Niederterrassenschotter) werden südostwärts rasch mächtiger.

Profil D-D' (Figur 20)

Das vom Bad im SE über den Unterwald bis ins Oenztäli im NW reichende Profil zeigt einen auffallend modellierten Molasseuntergrund. Im Bereich des Bades ist eine stark übertiefte glaziale Rinne zu erkennen (tiefster Punkt ca. 413 m ü.M.), aufgefüllt mit tonig siltigem Material (ca. 25 m), sandig-siltigen Kiesen (ca. 5-18 m) und schliesslich unter der Deckschicht mit ca. 10 m mächtigen Schottern.

Weiter nordwestlich im Unterwald ist eine weitere, ca. 30 m tiefe Rinne nachgewiesen worden, offenbar ganz mit relativ sauberen, sandigen Kiesen aufgefüllt (Niederterrassenschotter). Die geringeren scheinbaren Widerstände im tieferen Teil deuten auf eine Grundwasserführung hin. Westlich des Oenztälis finden sich im Gebiet von Heimenhausen-Röthenbach über dem Molasseuntergrund Niederterrassenschotter.

Profil E-E' (Figur 20)

Das nördlichste Profil ist durch den Unterwald und das Chleiholz zum Oenztäli gelegt worden. Die Molasseeinnudungen entsprechen der Rinne im Unterwald des Profils D-D'. Sie sind ebenfalls mit Schottern gefüllt, die im SE von Moränen überlagert werden. Die Rinnenstrukturen verlaufen somit generell in SW-NE Richtung.

5.3.2. Sondierbohrungen

Im Rahmen des kantonalen Programmes sind im Untersuchungsgebiet keine eigenen Bohrungen angesetzt worden. Dagegen übernahm der Kanton die Kosten für die Vertiefung von 4 Bohrungen, welche im Rahmen der hydrologischen Untersuchungen zur Verlegung des PW-Niederönz abgeteuft wurden (619.224/2-5; vgl. U 5.5)

Die lediglich für das mittlere Oenztal im Bereich von Oberönz charakteristischen Profile zeigen folgenden allgemeinen Aufbau:

- Deckschicht (Verwitterungsboden)
- junge Alluvionen/verschwemmte Moräne/Niederterrassenschotter (vorwiegend schwach bis stark siltiger Kies mit Sand)
- aufgearbeitete Moräne (locker gelagerte, siltige Kiessande)
- Moräne (dicht gelagerte, stark siltige bis tonige, sandige Kiese mit Steinen, ?riss-eiszeitliche Moränen)

Der Molasseuntergrund wurde in keiner der 4 Bohrungen erreicht.

Zudem konnten die Resultate der 1978 ausgeführten Spülbohrungen der Elf-Aquitaine (U 5.8; Bohrpunkte 619.222/2, 620.228/1, 620.227/5, 623.225/2, 624.226/4) und diejenigen der Voruntersuchung für den Druckstollen Hochwassersanierung Langeten (U. 5.8.) eingangs Bleienbachtal und bei Bützberg sowie einiger älterer Kernbohrungen

oberes Oenztal	z.B. 619.221/2, 619.222/1, 619.223/1,2, 619.224/1
Bleienbachtal	z.B. 620.224/4,5,6, 621.224/3,4,5, 624.226/1,2
mittleres Oenztal	z.B. 618.226/1,5, 619.227/1,5
unteres Oenztal	z.B. 619.227/17,20, 622.230/37

verwendet werden.

5.4. HYDROGEOLOGISCHE VERHAELTNISSE

5.4.1. Hydrogeologische Uebersicht

Die Grundwasservorkommen des Oenztales lassen sich entsprechend der geomorphologischen Gliederung in 4 hauptsächliche Grundwasserregionen aufteilen: das obere Oenztal bis Bollodingen, das Bleienbachtal, das Becken von Herzogenbuchsee und die Rinne von Unterwald bis Graben.

Im oberen Oenztal wurden erst südlich von Riedtwil grössere Grundwasservorkom-

men nachgewiesen. Das Grundwasser fliesst bei einem mittleren Gefälle von ca. 5-10 o/oo durch den engen Talquerschnitt bis Bollodingen. Hier ergiesst es sich in die breite Talöffnung des mittleren Oenztals, in das ebenfalls der Grundwasserstrom aus dem Bleienbachtal mit einem Gefälle von ca. 1,5 o/oo mündet.

Das wohl wichtigste Grundwasserreservoir der Oenztalregion stellt zweifellos das mit meist gut durchlässigen Schottern gefüllte Becken von Herzogenbuchsee dar. Hier vereinigen sich die oben erwähnten und der vom Burgäschisee zufließende Grundwasserstrom. Das mittlere Gefälle im Becken liegt etwa bei 2-4 o/oo. Ein beachtlicher Teil dieses Grundwassers tritt in verschiedenen grösseren Quellen zwischen dem Kreuz Oberönz und der Mühle Niederönz aus und fliesst direkt in die Oenz ab.

N von Herzogenbuchsee bilden die Schotter des Unterwaldes den Grundwasserleiter. Als breiter, sich gegen N leicht verjüngender Strom fliesst das Grundwasser mit einem Gefälle von ca. 2,5-5 o/oo gegen Graben-Schörlishüseren. Dabei tritt randlich entlang dem Oenztäli von Graben bis Burech und dem Aaretalrand zwischen Gsol und Stadönz viel Grundwasser aus.

Ueber die hydraulischen Beziehungen zwischen dem Becken von Herzogenbuchsee und der Rinne Unterwald-Graben sind keine genaueren Aussagen möglich, da Beobachtungsstellen fehlen.

5.4.2. Oberes Oenztal

Im oberen Oenztal wurden bisher lediglich nördlich von Riedtwil nutzbare Grundwasservorkommen angetroffen. Gemäss älteren Bohrprofilen (z.B. 618.219/1) und den allerdings nicht tief reichenden Grabungen der Oenzkorrektur muss angenommen werden, dass der Talboden südlich von Riedtwil in erster Linie aus schlecht durchlässigen bis undurchlässigen Sedimenten (Lehm bis lehmiger Sand) besteht. Es kann daher kaum mit nutzbarem Grundwasser gerechnet werden.

Der Hauptgrundwasserstrom von etwa 400 - 700 m Breite wird durch die Wasserversorgung Herzogenbuchsee unterhalb Hermiswil genutzt. Aus den beim Bau der Wasserfassungen abgeteuften Bohrungen können Angaben über Mächtigkeit und Zusammensetzung des Grundwasserleiters gemacht werden. Unter einer etwa 2-3 m mächtigen Deckschicht aus Lehm, lehmigen Sand und Torf folgt der etwa 8-12 m mächtige Grundwasserleiter. Er lässt sich in eine obere, eher mässig durchlässige Schicht aus Sand mit wenig Kies und eine untere, ca. 3-5 m mächtige, gut durchlässige Zone aus Kies-Sand gliedern.

Die Sohle und die seitliche Abgrenzung des Grundwasserleiters bilden meist Mergel und Sandsteine der Molasse. Stellenweise wird die Molasse von Moräne und Verwitterungslehmen überdeckt, die ihrerseits als Grundwasserstauer wirken.

Ueber die Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters im oberen Oenztal liegen

keine zuverlässigen Zahlenwerte vor. Die Auswertung von älteren Pumpversuchen aus dem Versuchsbrunnen von Hermiswil ¹⁶⁾ ergaben Durchlässigkeitsbeiwerte k in der Grössenordnung von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Der Ruhegrundwasserspiegel weist ein generelles Gefälle, i , von ca. 5-10 o/oo in der Talrichtung auf. Da die Oenz beidseitig als Vorfluter des Grundwassers wirkt, wird die Grundwasserströmung in Flussnähe entsprechend abgelenkt.

Wie aus den Aufzeichnungen der WV Herzogenbuchsee hervorgeht, sind die jahreszeitlichen Wasserspiegelschwankungen eher gering. Sie betragen im Bereich der Pumpwerke in der Regel weniger als 1,5 m (vgl. Figur 21).

Die anlässlich der Melioration der Talebene des oberen Oenztales vorgenommene Korrektur der Oenz (Kanalisation und Tieferlegung der Sohle) in den Jahren 1962/63 bewirkte eine spürbare Veränderung des Grundwasserregimes. Die vor der Korrektur bekannten Messungen zeigen, dass die Oenz als Vorfluter für das ungestörte, nicht durch den Pumpbetrieb beeinflusste Grundwasser diene.

Die Wirkung des Vorfluters Oenz ist durch die Melioration verstärkt worden und der Grundwasserspiegel wurde um ca. 40 cm abgesenkt, was sich naturgemäss auf die Ergiebigkeit der Fassungsanlagen der Gemeinde Herzogenbuchsee auswirkte.

Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass die Neubildung des Grundwassers vorwiegend durch randliche Hangwasserzuflüsse und lokale Niederschläge (vgl. Figur 21) erfolgen muss. Lediglich im Bereich der Absenkttrichter ist eine Infiltration durch die Oenz möglich. Im Raum Hermiswil beträgt die Grössenordnung der gesamten Grundwasserabflussmenge auf Grund obiger Annahmen für k und i (Mittelwerte) und unter Voraussetzung eines Leiterquerschnittes von ca. 4'000-6'000 m² etwa 5'000 l/min.

5.4.3. Bleienbachtal

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Bleienbachtal nur an einigen Stellen gut bekannt. An Aufschlüssen bestehen einzelne ältere Bohrungen W Thörigen (621.224/3-5) sowie zwei Sondierungen bei Bleienbach (624.226/1,2) - wovon eine zur Grundwasserfassung für die Gemeinde Bleienbach ausgebaut wurde - und die um 1920 herum ausgeführten Probebohrungen für die Fassung "im Dennli" im Bereich der Talwasserscheide. Etwa 500 m SW von letzterer Stelle, beim Allmendweiher, wurde zudem 1978 mittels 4 Spülbohrungen die Talfüllung und der Felsuntergrund untersucht (Projekt Durckstollen U 5.7.). NE und SW von Bleienbach ergaben zwei Spülbohrungen am linken Talrand nur rudimentäre Resultate über den Aufbau des

16) Momentan untersucht das Geotechn. Institut AG in Bern im Auftrag der WV Herzogenbuchsee die Grundwasserverhältnisse im Raume Hermiswil und Bifang (vgl. Abschnitt 5.4.4.), um Schutzzonen ausscheiden zu können. Auf die Resultate wird im späteren Bericht über die Grundwasservorkommen im Raum Herzogenbuchsee (vgl. Abschnitt 1.4.) eingegangen.

Untergrundes (Seismikkampagne Elf-Aquitaine, U 5.8.).

Entsprechend der früheren Talentwässerung gegen NE, besitzt die Molasseoberfläche ein deutliches Gefälle in der selben Richtung (OK Molasse bei Bollodingen ca. 460 m, E Allmendweiher 447 m, mittleres Gefälle: 2,3 o/oo). Dem wenig geneigten Talboden (bis Thörigen ca. 0,8 o/oo) gemäss entwässert das Tal heute hauptsächlich oberirdisch gegen SW ins Oenztal. Erste Beobachtungen in gerammten Piezometern zwischen Bleienbach und Bollodingen, ausgeführt für das Untersuchungsprogramm WEA Herzogenbuchsee (vgl. 1.4.), haben gezeigt, dass auch das Grundwasser gegen SW abfließt. Die Mächtigkeit der Talfüllung nimmt somit in der Hauptfliessrichtung ab. Das Grundwasserspiegelgefälle beträgt 0,5-2,0 o/oo in der Talrichtung. Trotz den teilweise feinkörnigen Sedimenten scheint eine Wechselwirkung zwischen der Altache und dem Grundwasser zu bestehen.

Bei Thörigen besteht die Talfüllung aus einer 0,5-3,5 m mächtigen, schlecht durchlässigen Deckschicht, darunter folgen ca. 4-8 m mächtige Kiessande, die auf der Moräne oder der Verwitterungszone der Molasse ruhen. Möglicherweise bestehen jedoch tiefere mit Schotter ausgefüllte Rinnen. Die Sondierbohrungen bei Bleienbach ergaben folgenden Schichtaufbau: Nach einer ca. 2 m mächtigen Deckschicht folgen Sande, teilweise mit Kies durchmischt, von 7-9 m Mächtigkeit, anschliessend bis zur Endbohrtiefe von maximal 20 m, Kiese mit Sand und z.T. Steinen. Die Sohle des Grundwasserleiters ist hier nicht bekannt. Sie wurde jedoch beim Allmendweiher in etwa 27 m Tiefe (Kote 454 m) als Grundmoräne erbohrt.

Der Grundwasserspiegel befindet sich bei Thörigen ca. 3-4 m, bei Bleienbach etwa 5-7 m unter der Terrainoberfläche.

Obwohl die Fassung "im Dennli" schon ausserhalb des Teilgebietes liegt, sei der Schichtaufbau zum Vergleich beigezogen. Im Gegensatz zur bisher bekannten Talauffüllung im übrigen Bleienbachtal, werden hier die Sande und Kiese durch siltig-tonige Schichten in einen oberen und unteren Grundwasserleiter (GWL) getrennt; dies offenbar auch im Gegensatz zum vorherrschenden Schichtaufbau beim Allmendweiher, wo nach einer 3 m mächtigen Deckschicht ca. 10 m Sande und 14 m Kiese folgen.

Profil "im Dennli":

m unter OK Terrain	Lithologie
0 - 1,6	lehmige Sande und Kiese
1,6 - 5,8	Sande und Kiese: oberer GWL
5,8 - 12,8	feiner, lettiger Sand
12,8 - 14,2	kompakte Lehmschicht
14,2 - 28	Sande und Kiese: unterer GWL

Das Grundwasser des unteren Stockwerkes ist leicht gespannt; der Spiegel reicht einige Meter in den hangenden Stauer hinauf.

Die Auswertung der alten Pumpversuche ergab folgende approximativen Durchlässig-

keitsbeiwerte:

- Versuchsbrunnen Thörigen $k = 4 \text{ bis } 6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- Versuchsbrunnen Bleienbach $k = 2 \text{ bis } 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

Die Permeabilität des Grundwasserleiters scheint somit von derselben Grössenordnung wie im Oenzthal zu sein.

5.4.4. Mittleres Oenzthal

Das vorwiegend mit eiszeitlichen Schottern erfüllte Becken von Herzogenbuchsee bildet ein schon seit alters her bekanntes und heute für die ganze Region bedeutendes Grundwasserreservoir. Besonders günstig auf die Ergiebigkeit wirkt sich der Umstand aus, dass sich hier die Grundwasserströme vom Oenzthal, Bleienbachtal und Burgäschisee vereinigen.

Das Grundwasser wird vor allem durch die Mergel und Sandsteine der Molasse gestaut (erbohrt z.B. beim Bau des PW Niederönz und des VLG-Silos Herzogenbuchsee). Die vorliegenden, spärlichen Daten über die Koten des Stauhizontes lassen erkennen, dass ein stark ausgeprägtes Relief vorhanden sein muss.

So zeichnet sich im Gebiet Oberönz eine Hauptrinne ab, welche vom Burgäschisee her in das Becken mündet. Es wird vermutet, dass das Becken nordostwärts weiter verfolgt werden kann in Richtung Unterwald (Abschnitt 5.3.1.4.). Auf Grund der Bohrungen beim PW Niederönz und den geoelektrischen Untersuchungen (Profil C-C') muss der Stauhizont westwärts ansteigen.

Die Zusammensetzung des Grundwasserleiters ist über das ganze Gebiet hinweg ziemlich heterogen. Unter einer ca. 0,5-2,5 m mächtigen, meist humosen Deckschicht lagert der in seiner Mächtigkeit stark variierende Grundwasserleiter (10-20 m SW Oberönz, 3-5 m Chlifeld PW Niederönz, 4-7 m PW Bifang VLG-Silos) aus einer Wechsellagerung von sauberem bis siltigem Kies mit wenig bis viel Sand bestehend.

Ueber die Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters liegen verschiedene Zahlenwerte vor, ermittelt aus mehreren, im Untersuchungsgebiet durchgeführten Pumpversuchen, welche die folgenden approximativen Durchlässigkeitsbeiwerte ergeben:

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| - Probebrunnen, Schiessstand Oberönz | } | $k = 2 \text{ bis } 4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (Gross- und Kleinpumpversuch; vgl. U 5.5. und 6.) |
| - Bohrung 4 (619.224/3), S-Oberönz | | |
| - Bohrung 2 (618.225/5), Oberfeld | | |
| - Bohrung 3 (618.225/6), Oberfeld | | |
| - Pumpwerk Niederönz (618.226/1) | | $k = 6 \text{ bis } 20 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (Grosspumpversuch; vgl. U 5.4.) |
| - Pumpwerk Bifang (619.227/1) | | $k = 5 \text{ bis } 8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (Grosspumpversuch; vgl. U 5.2.) |
| - Brunnen VLG (619.227/5) | | $k = 4 \text{ bis } 6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (Grosspumpversuch; vgl. U 5.2.) |

Diese Zusammenstellung zeigt, dass im Grundwasserleiter des mittleren Oenzthalabschnittes mittlere bis gute Durchlässigkeitsbeiwerte vorherrschen.

Das Gefälle des teilweise vom oberen Oenztal dem Becken von Oberönz zufließenden Grundwasserstromes beträgt im Bereich des Versuchsbrunnens Oberönz etwa 2-30/00. Der Probebrunnen beim Schiessstand Oberönz selber scheint zu einem erheblichen Teil aus dem oberen Oenztal gespiesen zu werden. Das Isohypsenbild des Betriebswasserspiegels und der sich daraus ergebende Entnahmebereich des Brunnens lassen eindeutig auf eine Hauptzuflussrichtung von S her schliessen.

Ein grösseres mittleres Gefälle von ca. 3-5 0/00 wurde für den Grundwasserstrom von Burgäschli ermittelt. Dieser füllt teilweise das glaziale Tal zwischen der Bern-Zürichstrasse und Eggen und verläuft in NE-Richtung gegen den jungen Oenzeinschnitt (vgl. U 5.4.). Die Hauptmenge des Grundwassers speist hier die Oenz, teils über eine Reihe von Quellaustritten, teils durch direkten Uebertritt in den Vorfluter.

Ein Teil des Burgäschli Grundwassers und des Wassers aus dem oberen Oenztal scheint die Oenz im Gebiet zwischen Ober- und Niederönz zu unterqueren. Von hier aus fliesst der Grundwasserstrom nordwärts, vorwiegend gegen das Gebiet des Bahnhofes Herzogenbuchsee und weiter gegen den Unterwald. Randlich sind verschiedene Grundwasseraustritte in die Oenz festzustellen.

Die wichtigsten Grundwasseraustritte am westlichen Oenzufer zwischen Oberönz und Wanzwil wurden während 11 Monaten regelmässig gemessen. Von den drei beobachteten Austritten sind deren zwei wahrscheinlich direkt vom Grundwasserstrom von Burgäschli abhängig:

- Dörfli Niederönz, verschiedene Austritte ca. 2'000 l/min (nur 2 Messungen)
- Wisi Niederönz ca. 500 l/min (38 Messungen, 6.4.73-7.2.74)

Dazu kommen, neben verschiedenen kleineren, relativ unbedeutenden Fassungen, zwei durch die Gerberei Minder genutzte Austritte mit einer Ergiebigkeit von zusammen ca. 2'000 l/min (Angabe Betriebsleitung).

Zusammen mit den direkten Uebertritten in den Vorfluter dürften im Abschnitt Oberönz-Wanzwil insgesamt etwa 5'000-7'000 l/min Grundwasser von Westen her der Oenz zufließen.

Der Austritt in Oberönz (Kreuz Oberönz 619.225/l) steht in Verbindung mit dem aus dem oberen Oenztal zufließenden Grundwasser. Anlässlich des Pumpversuches im Probebrunnen beim Schützenhaus Oberönz konnte ein Rückgang der Ergiebigkeit dieses Austrittes um 70 % auf 200 l/min festgestellt werden. Der mittlere Er-guss liegt bei 650 l/min (40 Messungen vom 6.4.73 bis 15.2.74).

Angaben über die Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers im Bereich des Versuchsbrunnens Oberönz liefert der anlässlich des Pumpversuches durchgeführte Färbversuch mit Uranin (vgl. U 5.6.). Daraus konnten folgende Abstandsgeschwindigkeiten bei einem vorherrschenden lokalen Gefälle von 3,8 0/00 aus SSW-Richtung ermittelt werden (vgl. BEYER 1964):

- $V_{\max} = 23,3 \text{ m/d}$
- $V_{\text{intensiv}} = 7,6 \text{ m/d}$
- $V_{\text{mittel}} = <6,0 \text{ m/d}$

Dabei entspricht V_{intensiv} etwa der aus dem Durchlässigkeitsbeiwert errechneten Geschwindigkeit bei $i = 3,8 \text{ o/oo}$ und einem effektiven Porenvolumen von 15-20 %.

Für das Fassungsgebiet Niederönz lässt sich, bei einem dort vorherrschenden lokalen Gefälle von 2,5-3 o/oo und einem k-Wert von 6 bis $20 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$, analog eine mittlere wahre Fliessgeschwindigkeit von etwa 10-15 m/d abschätzen (nutzbare Porosität 15-20 %).

Für die Aufschlüsselung der Grundwasser-Neubildung auf unterirdischem Zufluss, Infiltration und Niederschlagsversickerung fehlen die notwendigen Beobachtungen.

5.4.5. Unteres Oenztal

Die Aufschlussverhältnisse sowie die geoelektrischen Untersuchungen zeigen, dass der die Oenz begleitende Grundwasserleiter zwischen Wanzwil und Heimenhausen auskeilt. Eine von mehreren möglichen Fortsetzungen des mittleren Oenztalbeckens wurde Richtung Unterwald nachgewiesen.

Das Gebiet NNE Herzogenbuchsee, d.h. die sich gegen die Aare erstreckende Terrasse des Unterwaldes und von Graben wird aus Niederterrassenschottern aufgebaut. Diese Schotter sind zum grossen Teil mit Grundwasser erfüllt. Der Grundwasserstrom wird im W durch den Erosionsrand des Oenztäls und im N durch denjenigen des Aaretals begrenzt. Eine Abgrenzung gegen E ist mit den heutigen Kenntnissen nicht möglich. Insbesondere muss offen bleiben, ob die grundwasserführenden Schotter in das Gebiet von Wyssenried-Bützberg ziehen.

Ueber die Zusammensetzung und Mächtigkeit des Grundwasserleiters, sowie über Verlauf und Ausbildung des Grundwasserstauers liegen keine direkten Beobachtungen vor. Gemäss der Interpretation geoelektrischer Sondierungen (siehe Abschnitt 5.3.1.4.) beträgt die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schotter bis zu 20 m. Als Grundwasserstauer wirkt im W und N die Molasse, während im SE siltig-sandige Kiese und tonige Silte als Stauer in Frage kommen,

Die Fliessrichtung ist generell NNE gerichtet bei einem mittleren Gefälle von ca. 2,5-5 o/oo.

An den Flanken des Oenztäls zwischen Chleiholz und Burech und im Aaretal zwischen Stadönz und Gsol sind zahlreiche Grundwasseraustritte über der stauenden Molasse festzustellen. Stellenweise werden oder wurden diese genutzt. Ueber die gesamthaft austretenden Wassermengen können keine zuverlässigen Angaben gemacht werden.

Die Neubildung erfolgt teils durch infiltrierende Niederschläge und Hangwasserzuflüsse, teils durch Grundwasserübertritte aus dem Oenztal auf der Höhe von Herzogenbuchsee. Eine quantitative Aussage über die Zuflüsse aus dem Oenztal ist vorderhand nicht möglich.

5.5. GRUNDWASSERQUALITÄT

Ueber die chemische und bakteriologische Zusammensetzung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet orientiert im Detail die Tabelle 5.7. Die Resultate der Untersuchungskampagne lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Abgesehen von einigen, z.T. nicht mehr benützten Grund- oder Quellwasserfassungen für Einzelwasserversorgungen weisen die entnommenen Proben eine Qualität auf, welche den Anforderungen an Trinkwasser gemäss dem Schweiz. Lebensmittelbuch von 1972 zu genügen vermögen.

Die Auswertung der chemischen Analysen ergab keine sehr markanten Unterschiede zwischen dem Grundwasser des oberen, des mittleren und des unteren Oenztals. Es lassen sich lediglich unterschiedliche Tendenzen (Härte, Nitrat usw.) zwischen den einzelnen Grundwassergebieten nachweisen.

Es fällt auf, dass die Gesamthärte des Grundwassers im oberen und mittleren Oenztal zwischen 30⁰ und 38⁰ frz. Härte beträgt, verglichen mit Werten <30⁰ aus dem Gebiet NE Herzogenbuchsee und Graben.

Eine Interpretation dieser Härte-Abnahme des Grundwassers ist am ehesten durch das Zufließen von lokalem Infiltrationswasser erklärbar, sowie zu einem geringfügigen Teil durch das Wegdiffundieren der gebildeten Kohlensäure in die Atmosphäre (vgl. U 5.3.). Infolge der örtlich sehr verschiedenen hydrogeologischen Bedingungen variiert die Gesamthärte beim Quellwasser in weiten Grenzen, d.h. zwischen 20⁰ und 38⁰ frz. Härte.

An dieser Stelle ist zu bemerken, dass die Oenz mittlere Werte um 25⁰ frz. Härte aufweist, d.h. für ein Oberflächengewässer eher hohe Werte.

Ein besonderes Augenmerk ist dem Nitratgehalt zu schenken. Der stetige Anstieg der NO₃-Konzentration in der Grundwasserfassung Bifang veranlasste die Wasserversorgung Herzogenbuchsee 1968, eine Studie beim kantonalen Laboratorium in Auftrag zu geben (vgl. U 5.3.). Ein Vergleich des 1972/73 analysierten Grundwassers mit den damals erhobenen Proben zeigt, dass die NO₃-Werte im Durchschnitt nicht zurückgegangen sind; einzelne liegen über 40 mg NO₃/l. Dies deutet auf eine zunehmende Verschmutzung des Grundwassers hin, sei es durch übermässige Düngung, undichte Jauchegruben oder undichte Kanalisationen.

Ueber Herkunft und Bedeutung der Sulfate im Grundwasser ist wenig bekannt. Wie BAUMGARTNER (U 5.3.) bemerkt, treten höhere Konzentrationen im Bereich der stark bebauten Gebiete auf.

Hydrolog. Reg.Nr.	Koordinaten	Entnahmestelle, Ort	Gesamthärte französische			Karbonathärte Härtegrade			Chloride mg Cl-/l						
			Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73				
619.223/1	619.700/223.170	Pumpwerk ZPW 1, Hermiswil	33,3	34,8	34,2	31,2	32,1	31,4	8,7	9,1	9,5				
618.224/3	618.660/224.865	Schachtbrunnen, Aspi	29,5	32,5	29,1	25,6	28,5	26,3	15,5	21,5	15,1				
619.225/9	619.230/225.550	Schachtbrunnen, Oberönz	35,0	34,2	34,5	30,9	31,2	30,6	<u>32,2</u>	23,6	21,8				
618.225/4	618.320/225.700	alter Sodbrunnen, Eggen	30,1	37,3	29,5	28,2	36,0	25,8	5,8	4,8	16,0				
618.226/1	618.900/226.175	Pumpwerk, Niederönz	33,6	37,6	35,4	30,3	33,2	30,2	11,3	14,6	17,0				
619.227/1	619.605/227.250	Pumpwerk, Bifang	34,0	37,2	33,9	28,6	32,1	30,6	23,7	20,0	24,0				
620.229/6	620.555/229.235	Quellfassung, Chleiholz Graben	27,0	28,7	27,0	23,3	25,8	23,6	8,7	7,5	7,2				
620.227/4	620.875/227.780	alter Schachtbrunnen Buchsifeld	25,7	29,1	26,0	22,8	26,6	23,4	5,8	6,5	6,7				
624.226/1	624.240/226.610	Pumpwerk, Bleienbach	29,4	29,8	30,0	25,3	25,3	25,5	14,3	15,2	14,3				
	Sulfate mg SO ₄ /l	Nitrate mg NO ₃ -/l	Oxydierbarkeit mg KMnO ₄ /l			Nitrite mg NO ₂ /l			Ammoniak direkt mg NH ₃ /l						
	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73			
619.223/1	14	18	19	18	16	16	2,5	1,9	2,5	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
618.224/3	16	17	19	38	36	<u>41</u>	3,3	3,6	5,2	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
619.225/9	16	17	18	14	16	15	2,5	2,4	2,5	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
618.225/4	10	11	14	19	5	23	5,4	<u>22,0</u>	3,6	<u>0,03</u>	<u>0,51</u>	<0,005	0,02	<u>0,15</u>	neg.
618.226/1	16	20	21	20	21	29	1,7	3,0	2,8	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
619.227/1	23	17	27	35	40	<u>41</u>	2,7	1,7	2,7	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
620.229/6	11	11	11	25	24	26	2,7	1,6	2,2	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
620.227/4	19	18	18	14	10	12	4,7	3,8	3,1	<u>0,09</u>	<u>0,08</u>	<0,005	neg.	0,02	neg.
624.226/1	15	17	16	34	34	35	3,6	3,2	3,0	<0,005	<0,005	<0,005	neg.	neg.	neg.
	Eisen mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Sauerstoff mg O ₂ /l			Sauerstoffsättigung %			Trübung mg SiO ₂ /l						
	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73			
619.223/1	<0,001	0,02	<0,001	neg.	neg.	neg.	<u>5,0</u>	<u>3,5</u>	9,4	<u>50</u>	<u>35</u>	92	0,8	0,6	0,2
618.224/3	0,07	<u>0,2</u>	0,03	neg.	neg.	neg.	6,4	<u>3,3</u>	9,3	<u>56</u>	<u>34</u>	79	<u>3,8</u>	<u>17,0</u>	<u>3,2</u>
619.225/9	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	<u>2,8</u>	<u>3,4</u>	<u>3,8</u>	<u>26</u>	<u>36</u>	<u>34</u>	0,008	0,2	0,1
618.225/4	<0,001	0,05	<u>0,125</u>	neg.	neg.	neg.	8,3		8,7	86		84	<u>21,0</u>	<u>16,2</u>	<u>2,8</u>
618.226/1	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	8,1	7,1	8,5	79	71	81	0,3	0,3	0,1
619.227/1	<0,001	<0,001	<0,001	neg.	neg.	neg.	8,6	8,6	10,1	81	91	96	0,2	0,9	0,2
620.229/6			<0,001			neg.							0,04	0,1	0,2
620.227/4	<0,001	0,06	0,071	neg.	neg.	neg.	<u>5,0</u>	<u>0,4</u>	6,5	<u>49</u>	<u>3,9</u>	61	<u>200</u>	<u>5,0</u>	<u>2,6</u>
624.226/1	<0,001	<0,001		neg.	neg.	neg.	<u>1,6</u>	<u>2,4</u>	<u>0,8</u>	<u>16</u>	<u>23</u>	<u>9</u>	0,1	0,4	0,5
	Temperatur °C			Gesamtkeimzahl ml			Coliforme Keime 100 ml			Uebrig Keime 100 ml					
	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73	Febr.72	Sept.72	Jan.73			
619.223/1	10,3	11,4	9,8	<u>unz.</u>	<u>400</u>	70	0	0	0	1	45	0			
618.224/3	5,1	<u>12,5</u>	4,6	<u>unz.</u>	<u>unz.</u>	<u>450</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	0	13	<u>320</u>	<u>300</u>			
619.225/9	7,8	<u>13,2</u>	7,0	<u>280</u>	<u>170</u>	<u>120</u>	0	0	0	3	4	1			
618.225/4	<u>12,8</u>	<u>13,3</u>	9,5	90			<u>1</u>			60					
618.226/1	9,3	11,3	9,0	32	48	9	0	0	0	0	0	0			
619.227/1	7,8	<u>14,1</u>	8,7	27	25	<u>130</u>	0	0	0	0	0	0			
620.229/6	7,2	10,9	7,5	2	27	80	0	<u>1</u>	0	0	0	1			
620.227/4	9,6	10,3	8,5	<u>unz.</u>	<u>unz.</u>	<u>unz.</u>	0	<u>unz.</u>	0	<u>150</u>	<u>unz.</u>	<u>400</u>			
624.226/1	9,7	10,3	4,0	75	7	<u>400</u>	0	0	0	1	0	0			

1 Werte: Richt- und Grenzwerte für Trinkwasser über- oder unterschritten
(Schweiz. Lebensmittelbuch 1972)

300 id für Erfahrungswerte

Indikatoren für direkte fäkalische Verunreinigungen wie Nitrit und Ammoniak treten mit Ausnahme der Proben aus nicht mehr für Wasserversorgungszwecke genutzten Schächten nirgends auf.

Beim Schacht 618.225/4 (Eggen) dürfte die ca. 300 m oberstrom befindliche Kehrichtdeponie auf solothurnischem Gebiet die Grundwasserqualität beeinträchtigen. Insbesondere die nicht tolerierbaren hohen Konzentrationen von Nitrit, Ammoniak und Eisen, sowie der stark erhöhte Permanganatverbrauch deuten auf eine negative Beeinflussung des Grundwassers durch die Deponie hin.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei 620.227/4 (Buchsifeld). Die alte Kiesgrube, ca. 200 m westlich des Schachtes, wurde mit Kehricht und Bauschutt aufgefüllt. Sowohl die Nitrit-, Ammoniak- wie Eisenkonzentrationen lassen eine Beeinflussung des Grundwassers durch den alten Kehrichtdeponiekörper vermuten.

Die Sauerstoffsättigung ist bei den meisten Probeentnahmestellen ungenügend bis knapp genügend. Lediglich die Pumpwerke Niederönz und Bifang erzielten bei allen drei analysierten Proben Werte über 60 % während z.B. beim Pumpwerk Hermiswil (ZPW 1) lediglich einmal 60 % überschritten wurde. Die vor allem im oberen Oenztal bis Oberönz sowie besonders bei Bleienbach auftretende niedrige Sauerstoffsättigung deutet auf ein reduzierendes Milieu hin.

Als Folge der niederen Sauerstoffsättigung sind denn auch die, allerdings meist geringen, Eisenkonzentrationen zu interpretieren. Mangan konnte nirgends nachgewiesen werden, auch in der Fassung Bleienbach, die während Pumpversuchen hohe Mn-Werte aufwies, nicht mehr.

Bei den aus Quellgebieten stammenden Proben sei darauf hingewiesen, dass sie häufig verschmutzt sind und als Trinkwasser selten in Frage kommen (BAUMGARTNER, U. 5.3.).

5.6. SCHUTZAREALE

Neben den für die bestehenden Fassungen von Hermiswil (2 Horizontalfassungen und 1 Vertikalbrunnen, $Q_{\text{tot}} = 5'000 \text{ l/min}$), Bifang (Vertikalfilterbrunnen, $Q = 1'260 \text{ l/min}$), Niederönz (Vertikalfilterbrunnen, $Q = 2'000 \text{ l/min}$), und Bleienbach (Vertikalfilterbrunnen, $Q = 600 \text{ l/min}$) restlich zu sichernden Schutzzonen kommt dem Ausscheiden von potentiellen Fassungsgebieten im Untersuchungsgebiet besondere Bedeutung zu.

Angesichts der Entwicklung der Region Herzogenbuchsee und dem damit verbundenen zunehmenden Trinkwasserbedarf sind bereits heute planerische Massnahmen zu ergreifen, um hydrogeologisch geeignete Gebiete zu schützen.

Die Untersuchungen im Oenztal zeigen, dass bei der künftigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung der Region Herzogenbuchsee u.a. den Gebieten westlich und südlich von Oberönz, sowie eventuell dem Unterwald besondere Bedeutung zukommt.

Fig.16

Hydrogeologische Karte Oberaargau 1:50 000 Teilgebiet: Oenzthal

Geologische Profile
L~1:50 000 H~1:5 000 10-fach überhöht

Leitung: Wasser- u. Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern
Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorthe AG, Bern/Liebelfeld
Dr. Ch. Haefeli, Bern/Liebelfeld

Legende

Allgemeine Angaben

- 622/228.2 Fortlaufende Ordnungsnummer eines künstlichen Aufschlusses innerhalb eines km² des Landeskoordinatensystems, vgl. Register WEA/Geologie
- Wichtiges offenes Gewässer
- Begrenzung des Teilgebietes
- Bohrung, Brunnen, Schlitz, bis max. 200 m neben der Profilinie liegend

Lithologie

- Silt-Ton
- Sand
- Kies
- Steine, Blöcke
- Torf, anmoorige Bildungen im allg.
- Molasse, vorwiegend Sandstein und Mergel
- Lithologische Grenze

Chronostratigraphische Zuordnung

Holocaen		Gehängeschutt, Blockschutt	gs
		Gehängelehm, Schwemmlehm	l
		Tal-Alluvionen, Bachschuttkegel	a
Pleistocaen	Würm	Postglaziale Schotter	q5s
		Würmschotter im allgemeinen	q4s
		Rückzugsschotter (Würm)	q4sR
		Vorstossschotter (Würm)	q4sV
		Moränen (Würm)	q4m
	Riss	Interglaziale Löss- u. Seeablagerungen	q3-4l
		Hochterrassen Schotter	q3s
Oligocaen-Miocaen	Chattien-Aquitani	Vorwiegend Sandsteine und Mergel	o3-m1

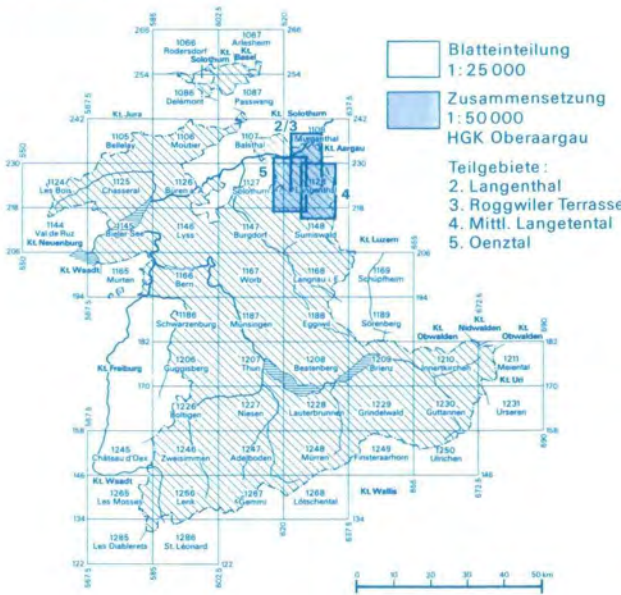
Durchlässigkeitsbereiche

Durchlässigkeitsbeiwerte

- Gross > 2 · 10⁻³ m/s
- Mittel 2 · 10⁻³ – 2 · 10⁻⁴ m/s

- Klein 2 · 10⁻⁴ – 2 · 10⁻⁵ m/s
- Sehr klein < 1 · 10⁻⁵ m/s

Grenze zwischen Durchlässigkeitsbereichen



Weitere Karten dieses Gebietes, vgl. Text
Planungsarbeit, kartographische Technik:
P. Eichwald, P. Kunz (WEA)
Mitarbeit Kartographie: D. Hofstetter, Rossens
Schrift: Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Bern
Reprographie, Druck: Aerni-Leuch AG, Bern
Jede Vervielfältigung und Weiterverwendung der Karte,
auch von Ausschnitten, bedarf einer Bewilligung des
Wasser- u. Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
Landestopographie vom 31. 12. 1980

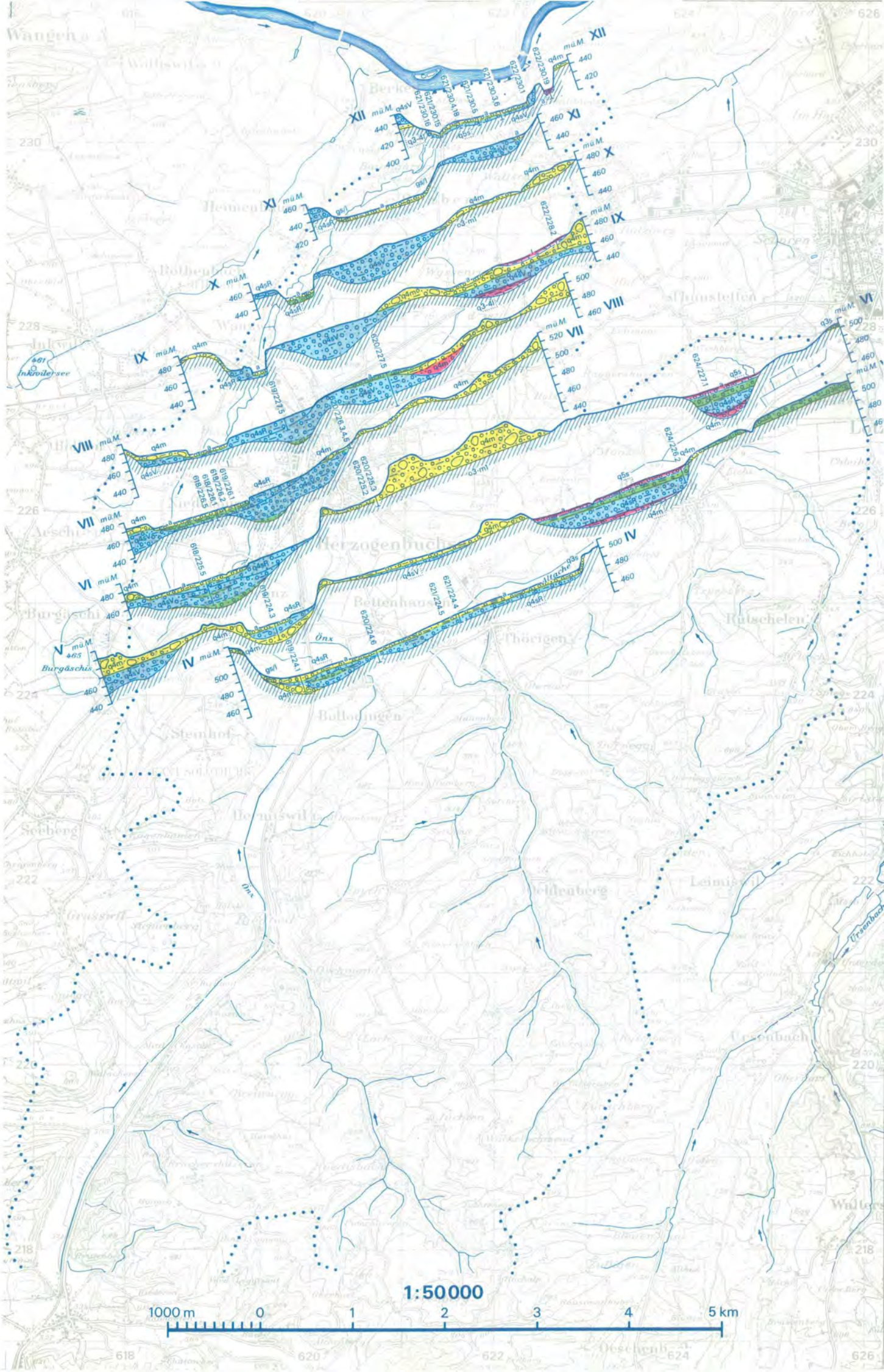


Fig. 17 Ausgewählte Grundwasserganglinien im Oenztal

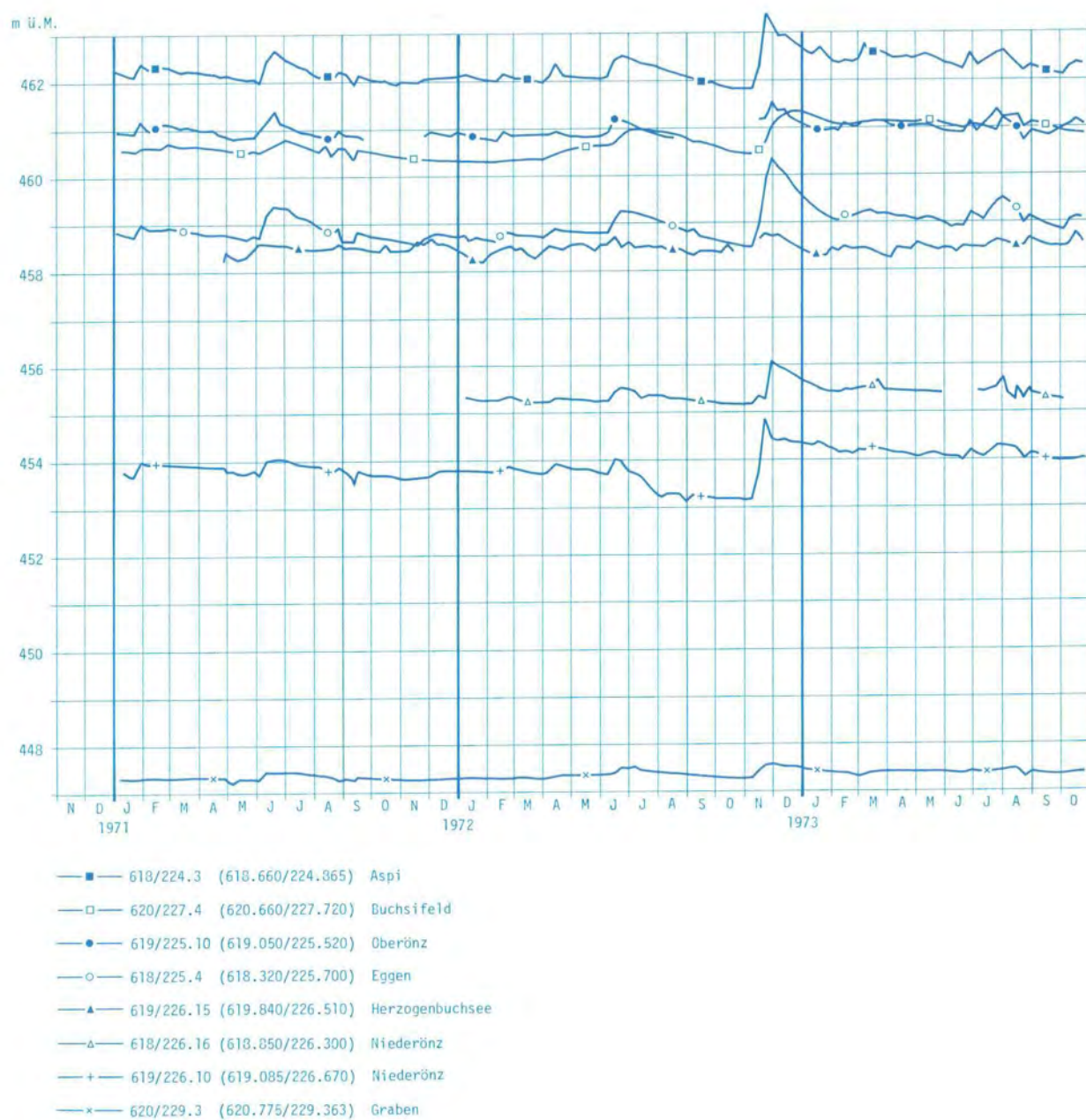


Fig. 18 Teilgebiet Oenztal,
Topographie 1:50 000;
Geelektrische Sondierungen,
vgl. Fig. 19 und 20

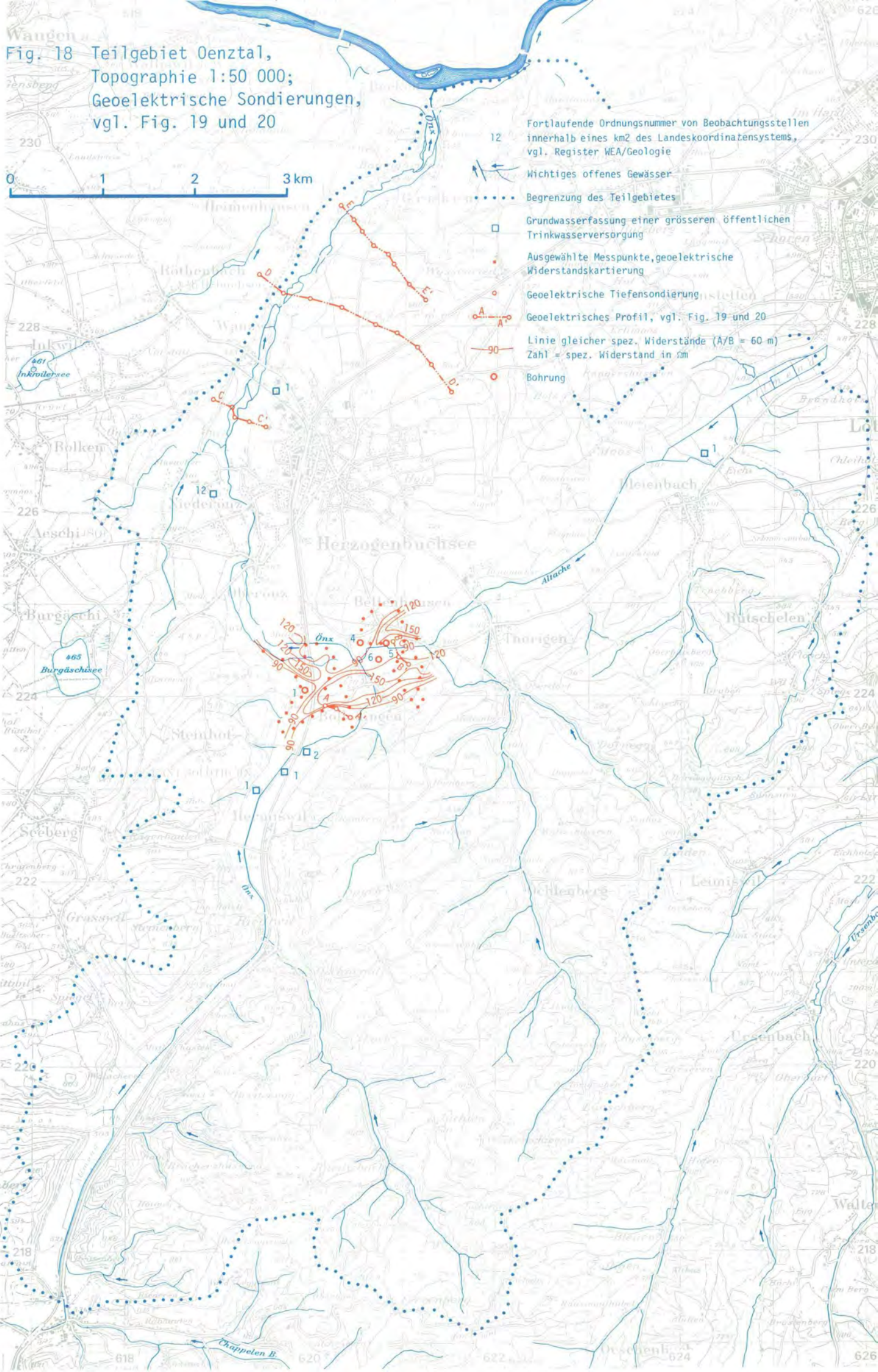


Fig. 19 Schematische geoelektrische Profile im Oenztal, Lage vgl. Fig. 18

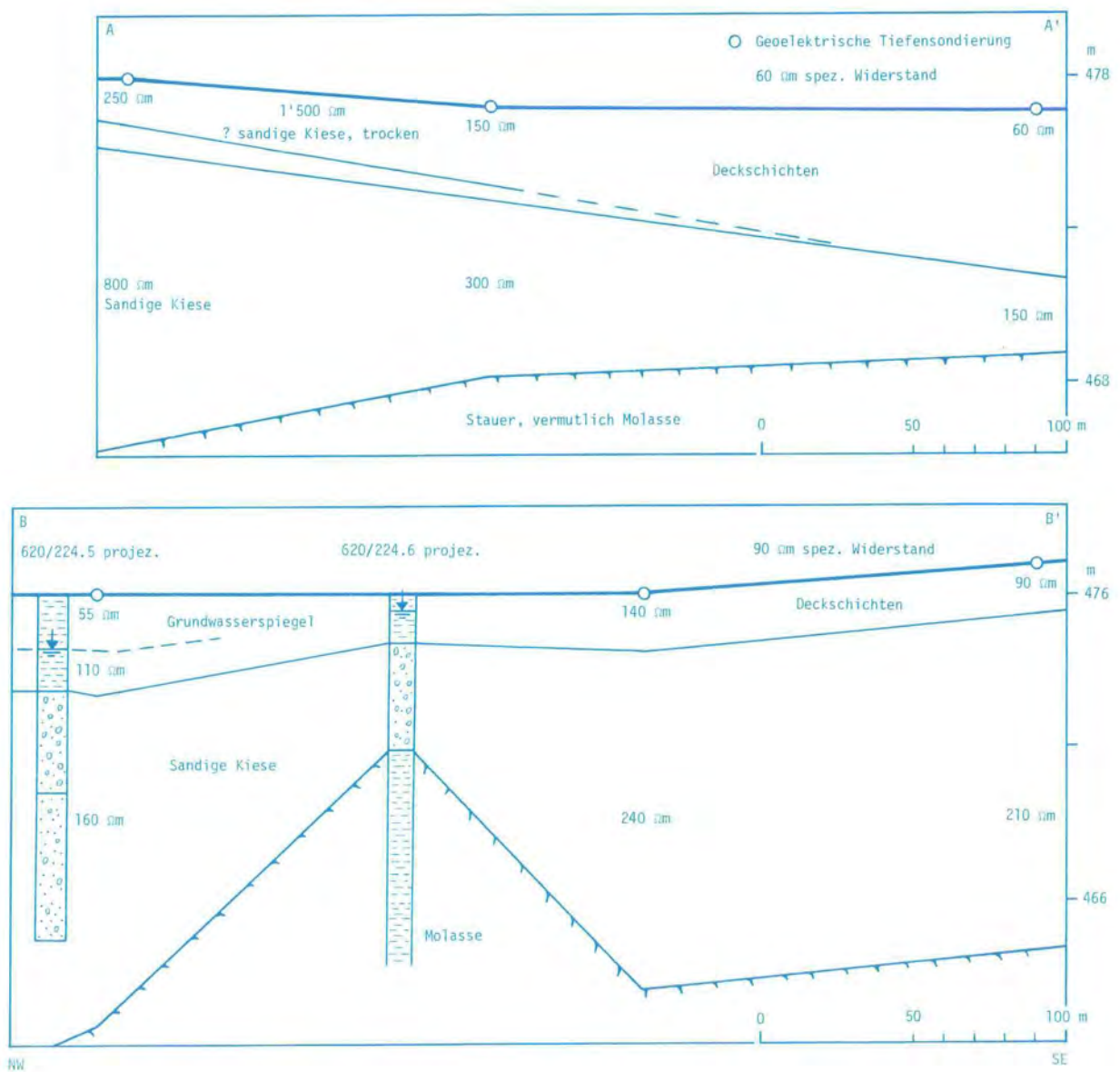


Fig. 20 Schematische geoelektrische Profile im Oenztal, Lage vgl. Fig. 18

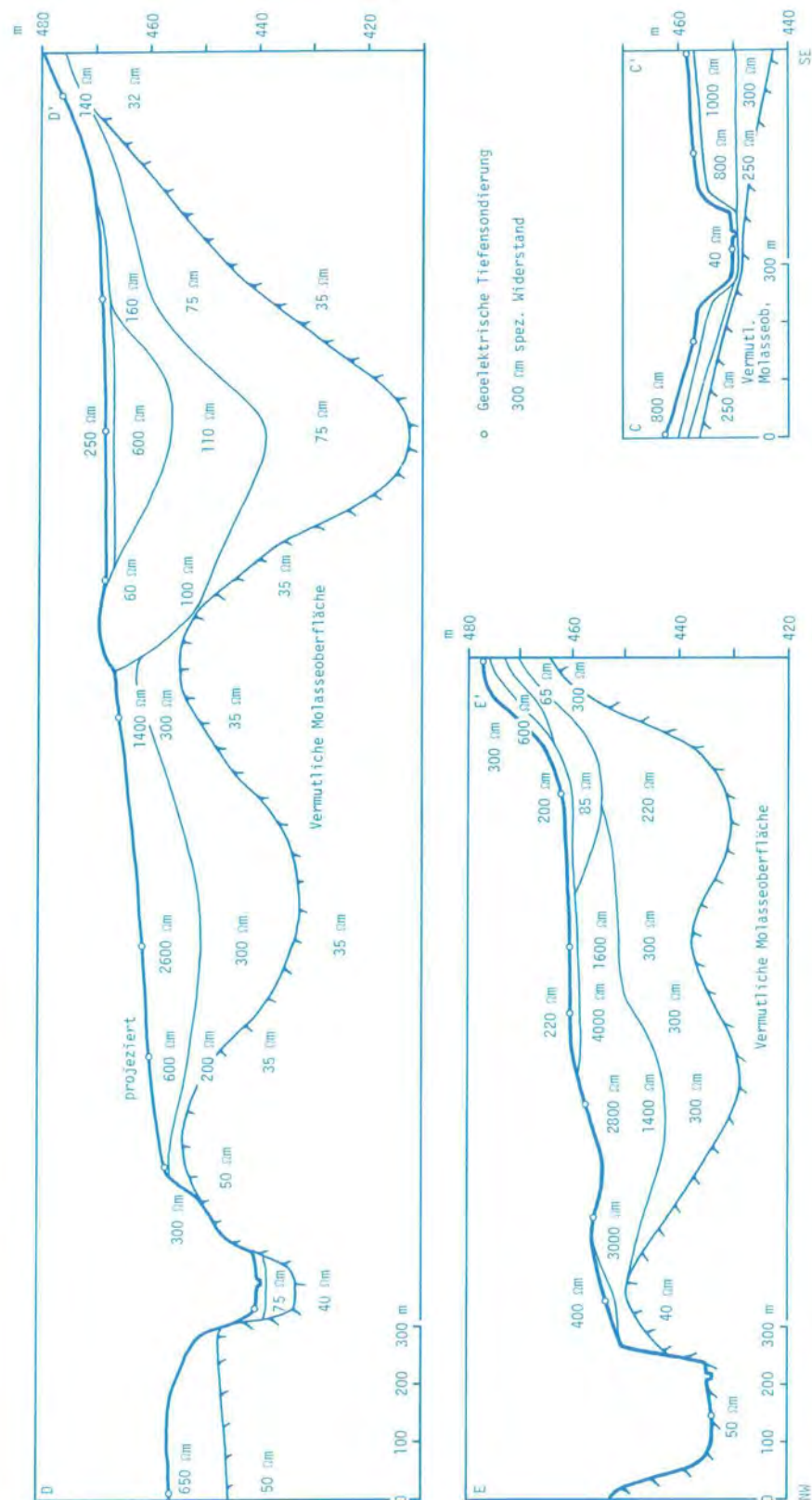
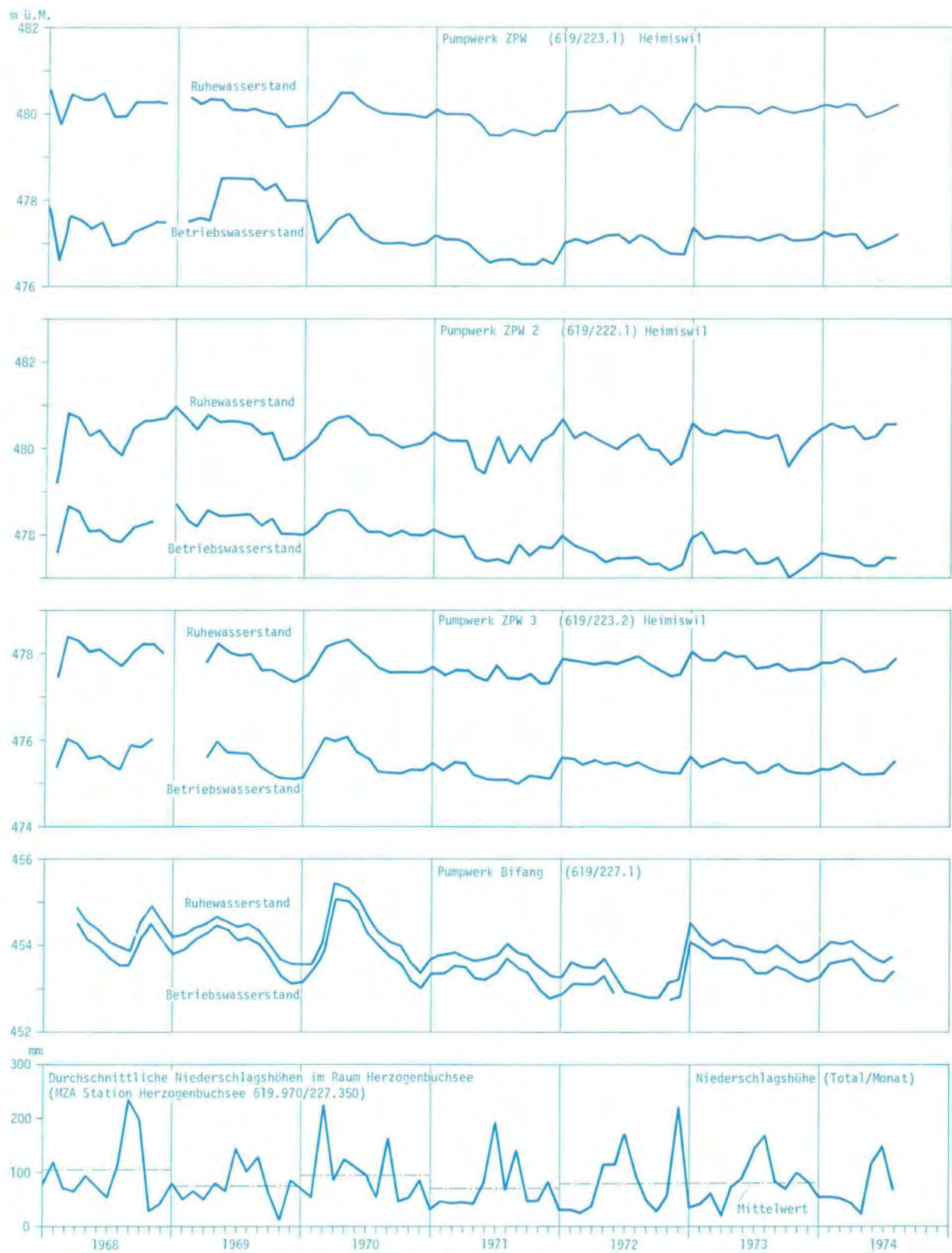


Fig. 21 Grundwasserganglinien 1968-1974 in den Pumpwerken der WV Herzogenbuchsee;
Niederschlagshöhen vgl. Fig. 18



Südlich Oberönz wurden denn auch schon Untersuchungen und Pumpversuche durchgeführt, die zeigen, dass hier die Erstellung einer Fassungsanlage unter Umständen möglich ist.

Ebenso schützenswert ist vermutlich das Oberfeld westlich von Oberönz. Hier, im Schnittpunkt der Grundwasserströme des Burgäschisees und des oberen Oenztales, können grössere Mengen von Grundwasser nutzbar gemacht werden. Wie in den Auen südlich Oberönz sind auch hier die schutzzonentechnischen Voraussetzungen als günstig zu beurteilen, grenzt das Oberfeld im W doch direkt an den Eichwald an.

Aus diesen Ueberlegungen resultiert ein zusammenhängendes Schutzareal von Eggen, Oberfeld, Moss, Wil - einzig unterbrochen durch die alte Bern-Zürichstrasse. Für diesen Strassenzug und die Gehöfte im Moos müssten entsprechende Schutzmassnahmen angeordnet werden.

Ob im Gebiet des Unterwaldes wirtschaftlich nutzbare Grundwasservorkommen liegen, muss durch Detailuntersuchungen erst noch abgeklärt werden. Spezielle planerische Massnahmen zur Erhaltung dieses potentiellen Fassungsgebietes drängen sich jedoch nicht auf, ist doch das ganze Gebiet bewaldet. Dadurch ist der Grundwasserschutz weitgehend gewährleistet.

Der eher schlecht bekannte Grundwasserleiter im Bleienbachtal wird nur durch die Fassung der Gemeinde Bleienbach in einem sehr bescheidenen Rahmen genutzt. Aufgrund von Resultaten einiger Einzeluntersuchungen im Raum Thörigen-Bolldingen, drängt sich jedoch eine umfassendere quantitative und qualitative Abklärung dieses Grundwasservorkommens auf. Ob dieses vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Gebiet teilweise geschützt werden sollte, lässt sich noch nicht beantworten.

6. TEILGEBIET BIPPERAMT

Bearbeitung: Colombi Schmutz Dorte AG, Bern/Liebefeld (1968-1975)
Uebersetzung und Ergänzungen: Dr. R.V. Blau, WEA Bern (1981)

6.1. EINLEITUNG

Im Abschnitt 1.4. wird festgehalten: Kapazität, Eigenschaften, Speisung und Bewirtschaftungsmöglichkeiten des Grundwasservorkommens im Bipperamt zu beurteilen, ist wesentlich schwieriger als ursprünglich angenommen. Ein umfassendes Forschungsprogramm ist deshalb aufgenommen worden im Gebiet von Wangen a. A. (rechtes Aareufer) - Wiedlisbach - Ober- und Niederbipp - Oensingen - Schwarzhäusern - Walliswil b. Niederbipp. Da Bohrungen gezeigt hatten, dass die Schotterterrasse von Niederbipp - Oensingen mit der von Attiswil - Flumenthal nicht oder nicht mehr verbunden ist, erfassen beide Untersuchungsprogramme nur den östlichen Teil des Bipperamtes, wo eine Reihe von Trink- und Brauchwasserversorgungs- wie auch Bewirtschaftungsprobleme zu lösen sind und wo es abzuklären gilt, ob Reserven für eine überregionale Versorgung bestehen. Umfassende Resultate werden 1982/83 veröffentlicht werden. Da, wie wir heute wissen, die Ergebnisse dieser ersten Untersuchungsphase nicht ausreichen, um die tatsächlichen Verhältnisse einigermaßen zutreffend zu beschreiben, beschränkten wir uns in diesem Bericht darauf, einen kurzen Ueberblick über die geologischen und hydrologischen Verhältnisse zu geben und die wichtigsten Resultate aufzuführen. Wir haben deshalb auch darauf verzichtet, in Figuren dieses Gebiet und einzelne Ergebnisse darzustellen. Es versteht sich, dass jedermann die Ergebnisse unserer Untersuchungen schon heute auf unserem Amt einsehen kann. Für die verwendeten Ortsbezeichnungen verweisen wir auf die Blätter der Landeskarten 1:25'000 Nr. 1107 Balsthal und Nr. 1108 Murgenthal. Während der Untersuchungsperiode wurden im Bipperamt zwei im Hinblick auf die hydrologischen Verhältnisse wichtige Abklärungen durch die Fa.CSD AG durchgeführt und deren Resultate soweit möglich für die Interpretation der eigenen Resultate mitberücksichtigt:

- Tanklager Oberbipp
- Grundwassererschliessung Längwald, Trinkwasserversorgung für das KKW- Graben.

6.2. GEOLOGISCHER UEBERBLICK

6.2.1. Talgeschichte

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung der Grundwasserverhältnisse des Bipperamtes ist die Kenntnis der Form der eiszeitlichen Talrinne.

Eine erste Anlage ist vermutlich auf die Erosionstätigkeit einer Uraare im Mindel-Riss-Interglazial zurückzuführen (ALB. HEIM 1919: 296); die eigentliche Model-

lierung der heutigen Felsoberfläche im Untergrund ist aber eine Folge der grossen Rissvergletscherung.

Nach einer Rückzugsphase des Rissgletschers kam es zum Abgleiten der Sackungsmasse von Wiedlisbach. WIEDENMAYER (1923:35 ff) nennt als Ursache unter anderem die tiefe Erosion am Südrand der Weissensteinkette. Durch die abschmelzenden Eismassen kam es zu einer Hangfussentlastung, so dass der durch die vorangehende Erosion des Gletschers stark "übersteilte" Hang ins Gleiten kam. Als Gleithorizont für die Dogger und Malm Felspakete des Südschenkels der Weissenstein Antiklinale ist in grossem Umfange die hier hochgeschobene Molasse anzusehen. Die Sackungsmasse reicht von Attiswil im W bis Dürmühle bei Niederbipp im E.

Mit der Sackung von Wiedlisbach ist vermutlich der anschliessende Durchbruch der Aare bei Wangen und die alte Rinne von Walliswil Richtung Bipperamt in Verbindung zu bringen.

Unter Umständen schon im Spättriss, sowie während und nach dem Würmvorstoss ist das gesamte Becken auf das heutige Niveau des Bipperamtes aufgeschottert worden. Beim Rückzug des Eises hat sich die Aare sukzessive in ihren heutigen Tallauf südlich des Bipperamtes eingeschnitten, eine Serie verschiedener Erosionsniveaus zurücklassend. Im Zusammenhang mit der anschliessenden Aufschotterung durch die Emme südlich und östlich von Solothurn steht eine spätere geringfügige Hebung des Bettes der Aare.

6.2.2. Felsuntergrund

Der Felsuntergrund im bernischen Bipperamt wird aus unterer Süsswassermolasse gebildet, bestehend aus bunten Mergeln, mergeligen Sandsteinen, Knauersandsteinen und untergeordnet Süsswasserkalken. Am NW Talhang finden sich die Felsmassen der Wiedlisbachersackung, d.h. die Gesteine des Doggers und untergeordnet des Malms. Diese werden gegen NE von den Malmkalken der Roggenantiklinale (Oensingen bis Niederbuchsiten) abgelöst.

Im bernischen Anteil des Bipperamtes wurde in mehreren Bohrungen die Molasseoberfläche erreicht. Daraus ergibt sich ein leichter Anstieg des Felsens von der Talmitte (Autobahnausfahrt Niederbipp, Molassekote ~ 390 m ü. M.) gegen Süden (620.160/232.800, Molassekote ~ 405 m ü. M.). Gegen N sind nach den geoelektrischen Messungen keine sehr grossen Uebertiefungen mehr zu erwarten. Die Oberfläche des Felssubstratums nördlich der Autobahn ist offensichtlich geprägt durch verschiedene flache Rinnen, deren Sohlen im Bereich des Bipperamtes nirgends wesentlich tiefer als 360 - 380 m ü. M. reichen dürften.

Den SE Abschluss des Bipperamttroges bildet der Molasserücken von Kestenholz (Kote Molasse ~ 470 m), der westliche Ausläufer der Bornantiklinale. Als weitere Fortsetzung dieser Struktur sind vermutlich die Höhenzüge des Chällerrains N Berken (Molasse ca 460 m) und des Gensberges S Wangen anzusehen, heute

getrennt durch den Aaredurchbruch.

Eine in jüngster Zeit im Waldchilchenfeld abgeteufte Bohrung hat die Molasse auf 427 m ü. M. erschlossen. Diese Beobachtung scheint die Annahme eines von Chestenholz gegen den Chällerrain durchgehenden Molasserückens zu bestätigen. Für den direkten Beweis sind jedoch weitere Aufschlussbohrungen im Bereich Rütihof-Mesimatten notwendig.

6.2.3. Rissablagerungen

Entlang der Strasse Niederbipp - Aarwangen sind in verschiedenen Aufschlüssen im Längswald und in den östlich anschliessenden Höhenzügen z.T. verkittete Schotter anstehend. Sie reichen über das Akkumulationsniveau der Bipperamt-schotter hinaus und werden durch geringmächtige (1-3 m) Moräne oder feinkörnige Sedimente bedeckt. In den gut sortierten Kiesen mit Steinen sind häufig Sandlinsen eingeschaltet. Die Gerölle sind stark verwittert, die granitischen Elemente oft vergrust; in ausgewaschenen Zonen treten zerdrückte Komponenten auf.

Nach HANTKE(1959: 28) sind diese Schotter vermutlich den Mittelterrassen zuzuordnen; ihre Ablagerung erfolgte im Spätriss.

Möglicherweise setzen sich die Mittelterrassen-Ablagerungen in die eigentliche Bipperamttrogfüllung fort: Bei der Brunnenbohrung der Tela-Fabrik (620.236/2) in Niederbipp wurde in 37.7 m Tiefe (421.5 m ü. M.) eine in Schottern steckende Lehmschicht mit organischem Material angetroffen, welche als interglaziale (Riss-Würm) Ablagerung im Hangenden einer Mittelterrasse gedeutet werden könnte. In den übrigen Bohrungen sind jedoch keine vergleichbaren Einschaltungen angefahren worden.

6.2.4. Interglazial Riss-Würm

Eindeutige Sedimente des Riss-Würm-Interglazials sind im Untersuchungsgebiet in Aufschlüssen nicht nachzuweisen.

6.2.5. Würmablagerungen

6.2.5.1. Vorstoss-Schotter

Die Hauptmasse der Schotterfüllung des Bipperamtes besteht sicher aus Vorstoss-Schottern des Würm (Niederterrassen). Diese sind in den Kiesgruben Iff, Oensingen und Aebisholz gut aufgeschlossen. Die gesamte Mächtigkeit der Vorstoss-Schotter ist unbekannt. Wird der interglaziale Aspekt der Lehmeinschaltung auf Kote 421.5 m in der Bohrung Tela akzeptiert, so ergeben sich bei Niederbipp 25 m Mächtigkeit. Dazu käme die Füllung von allfälligen interglazialen Aareabflussrinnen. Präzise Hinweise sind vorderhand nicht möglich, da die lithologische Auftrennung von Nieder- und Mittelterrassenschottern nicht durchzuführen ist.

Auch im Untersuchungsgebiet ist der glazigene Charakter der Niederterrassenschotter gut feststellbar. In den Kiesgrubenwänden ist nach oben zu eine generelle Zunahme sowohl der maximalen Korngrösse wie des Feinanteils festzustellen; teilweise lässt sich ein höherer, maximal 10 m mächtiger Komplex von braunen, schlechter sortierten Kiesen mit Steinen und kleineren Blöcken vom liegenden Schotter mit zurücktretenden Feinanteilen und besserer Sortierung ("blaue Schotter" ZIMMERMANN 1961) abtrennen.

6.2.5.2. Würmmoränen

Zur Zeit des Höchststandes erreichte der Würmgletscher im Bipperamt ungefähr die Linie Oberbipp-Holzhäusern-Bannwil. Bei seinem Rückzug lagerte der Gletscher zwischen Oberbipp-Wiedlisbach und Längwald mehrere hintereinander gestaffelte Moränenwälle ab. Das Moränenmaterial ist vorwiegend feinkörnig mit eingestreuten, meist kantigen, groben Blöcken. Aufschlüsse finden sich in der Kiesgrube Iff AG in Holzhäusern und im Chleihölzli SE Wiedlisbach. Die Mächtigkeit der Moräne wechselt örtlich ziemlich stark. Im Aaretal ist die Moränendecke vor allem in der Kiesgrube Walliswil aufgeschlossen. In einer neuen Bohrung der Fa. Marti (Koord. 619.150/132.070) erreicht sie eine Mächtigkeit von 24 m.

Im allgemeinen lässt sich die Moräne lithologisch deutlich vom Niederterrassenschotter abgrenzen, auch wenn die höheren Partien der Schotter genetisch eher als fluviatil verschwemmte Moräne anzusprechen sind. Unsicherheiten bestehen höchstens bei den seltenen Einschaltungen von Groblagen in den Schottern (z.B. Bannwil).

6.2.5.3. Rückzugsschotter

Im Bipperamt fehlen eigentliche Rückzugs-Schotter, weil offensichtlich der Abfluss der Schmelzwässer des Rhone-Aaregletschers nach dem Wangenstadium südlich vom Bipperamt vorbeizog (ungefähr entlang der heutigen Aare). Allenfalls im Aaretal können die Sedimente im Hangenden des Blockhorizontes in der Kiesgrube Bannwil als Rückzugs-Schotter bezeichnet werden. Ob es sich bei den auf den Moränen des Längwaldes angetroffenen Schottern um Rückzugs-Schotter handelt, lässt sich nicht nachweisen, ist aber zu vermuten.

6.2.5.4. Postglaziale Sedimente

Postglaziale Ablagerungen bauen die tiefste Terrasse im Aaretal und das Bett der Aare selber auf. Ihre Entstehung steht in Zusammenhang mit der Aufschotterung der Emme oberhalb Wangen a. A.

In den Senken zwischen den Moränenwällen des oberen Bipperamtes bildet lokal verschwemmtes Material feinkörnige Ablagerungen, welche z. T. auch Torfhorizonte enthalten.

Einen beträchtlichen Anteil an postglazialen Sedimenten (Schwemmsande und -lehme) lieferten die Dorfbäche von Attiswil, Wiedlisbach, Ober- und Niederbipp, auf deren Schuttkegel die genannten Dörfer stehen.

6.3 SONDIERUNGEN

6.3.1. Geoelektrik

Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes wurde mit zahlreichen geoelektrischen Tiefensondierungen entlang von drei Quer- und Längsprofilen der Untergrund abgetastet (Fa.W.Fisch, Wettswil). Ziel dieser Abklärungen war, Auskunft über die Mächtigkeit und den Aufbau der quartären Ueberdeckung sowie über die Geometrie des Grundwasserstauers im Bereich der Schotterterrassen von Niederbipp zu erhalten.

Entlang 25 Profilen sind insgesamt 200 Tiefensondierungen ausgeführt worden. Die Auslageweiten wurden so gewählt, dass bei den meisten Sondierungen der Untergrund erreicht worden ist (Tiefen bis 100 m). Die Resultate erlauben folgende Schlüsse:

- Der Stauer zeigt Widerstände $< 100 \Omega \text{ m}$; es handelt sich um Molasse, Grundmoräne oder Seetone. Im Gebiet von Wiedlisbach - Oberbipp zeichnen sich im Untergrund die versackten Felsmassen des Dogger und des Malm ab.
- Die hangenden Schotter lassen sich generell in zwei Grössenbereiche von spez. Widerständen unterteilen:
 - für Schotter über dem Grundwasserspiegel 1'000 - 4'000 $\Omega \text{ m}$
 - für Schotter unter dem Grundwasserspiegel 300 - 1'000 $\Omega \text{ m}$
- Die darunter liegenden Moränenablagerungen zeigen Werte zwischen 50 und 500 $\Omega \text{ m}$.
- Für die jüngsten Ablagerungen sind Werte zwischen 50 und 2'500 $\Omega \text{ m}$ gemessen worden.

Die im Folgeprogramm abgeteufte Rotationskernbohrungen haben gezeigt, dass der Aufbau der mächtigen Schottermassen zu heterogen ist, um ausreichend zuverlässige Angaben aus geoelektrischen Sondierungen zu erhalten.

6.3.2. Sondierbohrungen

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen für die Trinkwasserbeschaffung des KKW Graben (BKW, Bern) wurden 1973 im Gebiet Längwald verschiedene Bohrungen im Spülverfahren abgeteuft. Diese Gelegenheit wurde vom WEA benutzt, zusätzlich eine Bohrung beim Autobahnanschluss Niederbipp im Rahmen des Untersuchungsprogrammes niederzubringen (620/234.25). Um einen besseren Aufschluss über die geologischen Verhältnisse zu erhalten, wurden in drei der insgesamt 8 Bohrungen geophysikalische Aufnahmen durchgeführt. Die erwähnte WEA Spülbohrung zeigte folgende Gliederung:

Unter dem Füllgut einer alten Kiesgrube, ca. 18 m mächtig, folgt eine ca. 4 m

mächtige Lage aus Fein- bis Mittelkies. Die Spülproben und die Bohrlochmessungen (Gamma- und Neutron-Neutron-Log) lassen vermuten, dass diese Schicht bereits den bis zur Molasseoberfläche reichenden Schotter der Niederterrasse zuzuordnen ist. Darunter befindet sich eine 50.5 m mächtige Abfolge von Kies mit Sand und wenig Silt. Die untersten 35 - 40 m der Schotter sind wassergesättigt und liegen bei 390 m auf dem Grundwasserstauer aus mergeliger Molasse.

6.4. HYDROGEOLOGISCHE UEBERSICHT

Das Grundwasservorkommen des Bipperamtes gehört zum grossen Grundwasserstrom des Dünnern-Gäus. Dieser erstreckt sich über ca. 18 km bei einer mittleren Breite von 2 km von Wiedlisbach - Oberbipp/Längwald im SW bis in das Gebiet von Olten im NE.

Der flache Grundwasserstrom ist im Gebiet Niederbipp - Aebisholz - Oensingen eher als Grundwassersee anzusprechen. Er entwässert in zwei Richtungen: durch den Hauptabfluss nach NE gegen Olten und durch den nach SW- gerichteten kleineren Abfluss gegen Walliswil, wobei sich je nach Wasserstand die Grundwasserscheide verschiebt. An beiden Enden der Entwässerungsrinnen finden sich bedeutende Grundwasseraustritte: W von Olten fliessen ca. 60'000 l/min aus¹⁷⁾. Bei Walliswil ca. 11'000 bis 20'000 l/min; diese Mengen wurden mit einer Limnigraphenstation erfasst; dabei ist zu berücksichtigen, dass teilweise die Oberflächenentwässerung von Strassen und eine an sich mögliche geringfügige Aareinfiltration mitgemessen wurde.

Den Grundwasserleiter bilden die Schotter im glazial übertieften Trog (vgl. Abschnitt 6.2.). Von den 60 bis 80 m mächtigen Ablagerungen sind im Mittel 20 bis 40 m wassergesättigt. Begrenzt ist das Grundwasservorkommen im Norden durch die Jurasüdflanke, die ihr aufliegenden Molassesedimente und den Bergsturz von Wiedlisbach, im Süden durch den Molassenrücken Kestenholz - Chälleanrain bei Berken. Im Südwesten findet sich dann die erwähnte Entwässerungsrinne bei Walliswil - Bipp. Ob anschliessend im Westen, im Gebiet von Chleihölzli-Wiedlisbach unter der Moränendecke noch eine weitere Abflussrinne besteht, bleibt offen. Im Wiedlisbachermoos ist vor einiger Zeit ein gespanntes Grundwasser (Druckspiegelhöhe nicht bekannt) erbohrt worden; dies könnte auf mögliche Zusammenhänge hindeuten.

Die Durchlässigkeit der Schotter ist beim Brunnenbau für das Kernkraftwerk Graben bestimmt worden; folgende Werte haben sich ergeben:

Kleinpumpversuche in 7 Bohrungen
Grosspumpversuche

Profil-k-Werte $0,5-2,4 \cdot 10^{-3}$ m/s
k-Werte $5 - 8 \cdot 10^{-3}$ m/s

17) FROEHLICHER, H. (1966): Das Grundwasservorkommen im Dünnern-Gäu-Bericht ausgearbeitet im Kant. Amt für Wasserwirtschaft Solothurn; nicht veröffentlicht.

FROEHLICHER ¹⁷⁾ gibt für den solothurnischen Teil des Grundwasservorkommens folgende k-Werte an: $1 - 20 \cdot 10^{-3}$ m/s, ermittelt in Grosspumpversuchen.

In der WEA-Bohrung 620/234.25 sind Flowmetermessungen durchgeführt worden. Sie zeigen, dass im Beobachtungsrohr zwischen 0 und 50 l/min + m aus dem Grundwasserleiter zufließen. Die grössten Zuflusswerte finden sich an der Basis und nahe der Oberfläche des wassererfüllten Teiles des Grundwasserleiters.

Die Grundwasserspiegel wurden in 5 permanenten, bestehenden Messstellen 1970 bis 1973 wöchentlich beobachtet (Kiesgrube Iff, Pumpwerke Niederbipp alt und neu, Piezo und Pumpwerk Papierfabrik Tela). Periodisch konnte zusätzlich ein Piezo in den Abiloonmatten gemessen werden ¹⁸⁾.

Charakteristisch für den Ganglinienverlauf des Bipperamt-Grundwassers ist die Trägheit, mit welcher die piezometrischen Höhen auf äussere Einflüsse reagieren. So beträgt die Verzögerung des Anstiegs des Grundwasserspiegels nach Niederschlagsperioden oder Schneeschmelze ca. 1 - 2 Monate. Die Aufzeichnungen des Pumpwerkes Niederbipp der letzten 24 Jahre zeigen weiter, dass die mittleren Grundwasserstände heute kaum tiefer liegen als in den 50er Jahren (429 - 430 m). Ein absoluter Tiefstand ergab sich im Frühsommer 72 (426.6 m) als Folge der Trockenjahre 70/72, während der höchste Stand in den Jahren 66/67 mit 434.60 m gemessen wurde; die grösste bekannte Schwankung beträgt also 7.8 m. Maximalstände über 432 m wurden in den Jahren 1952, 1966, 1967 und 1970 erreicht, Minimalstände unter 428 m in den Jahren 1951, 1960, 1963, 1964, 1972 und 1973.

Ueber die Speisung des Grundwassers können nur Vermutungen angestellt werden. Abgesehen von der Grundwasserneubildung durch versickernde Niederschläge, ist mit

- Zuflüssen aus der Kluse von Balsthal ¹⁷⁾,
- Infiltrationen der Dünnern,
- Uebertritte aus der nördlich angrenzenden Südflanke der Weissenstein-Antiklinalen und dem Bergsturz von Wiedlisbach zu rechnen.

Grundwasser-Qualität: Die wenigen im Rahmen unserer Untersuchungen entnommenen Proben zeigen, dass das Grundwasser den Anforderungen an Trinkwasser gemäss dem schweiz. Lebensmittelbuch von 1972 entspricht. Generell handelt es sich um ein hartes, sauerstoffreiches Grundwasser, ohne aggressive Kohlensäure und ohne nachweisbare Spuren von Eisen und Mangan. Ammoniak und Nitrit als Indikatoren fäkalischer Verunreinigungen konnten in keinem Fall nachgewiesen werden.

18) Für den Messdienst stellten sich in verdankenswerter Weise Angehörige des Geographischen Institutes der Universität Bern zur Verfügung.

Die Werte für Sulfat, Chlorid und Nitrat liegen weit unter der Toleranzgrenze.

Im bernischen Bipperramt liegen zwei scharf getrennte Zonen unterschiedlicher Härte vor; diese lassen sich nach mündlicher Mitteilung von F. PASQUIER (Geol. Institut der Universität Neuenburg) im Solothurnischen Richtung Oensingen weiter verfolgen.

Die Proben der Entnahmestellen nördlich der Autobahn N1 (PW Niederbipp, PW Tela, Beobachtungsrohr 620/234.25) weisen Gesamthärten von 33 frz⁰ - 36 frz⁰, und Karbonathärten zwischen 29 frz⁰ und 31 frz⁰ auf. Südlich der Autobahn N1 (Kiesgrube Iff, Beobachtungsrohr 620/233.9, 620/233.12, 620/232.1, Quellaustritte Walliswil) liegen die Gesamthärten zwischen 20 - 26 frz⁰ und die Karbonathärten zwischen 19 - 24 frz⁰. Dieser Gruppe sind zusätzlich die in den PW Aebisholz und Oensingen/Moos geförderten Wasser zuzurechnen.

Die Abgrenzung des unterschiedlich mineralisierten Grundwassers verläuft im bernischen Teil unmittelbar südlich der Autobahn und biegt dann um Richtung N gegen Oensingen. Die Zone geringer Mineralisation erstreckt sich also kegelförmig von Oensingen aus gegen Süden. Diese Feststellung deckt sich mit der Auswertung von PASQUIER.

Als Ursache dieser unterschiedlichen Mineralisation kommen einzig unterirdische Zuflüsse aus dem Karstsystem des Jura in Frage: Entweder von N aus dem Gebiet Oensingen/Balsthal, sich von dort kegelförmig gegen S ausbreitend, oder aus der unter dem Längwald/Kestenholz vermuteten Juraantiklinale (W-Fortsetzung der Bornantiklinale). Für diese Hypothese spricht der Wasseraustritt von Kestenholz mit Härten um 15 - 16 frz⁰; den Beweis können aber erst zusätzliche Probenentnahmen und Bohrungen erbringen.

Das verfügbare Grundwasser-Dargebot kann mit den zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht abgeschätzt werden.

7. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dr. R.V. Blau, Kant. Wasser- und Energiewirtschaftsamt

7.1. GRUNDWASSER- EIN OEKONOMISCH UND OEKOLOGISCH WICHTIGER FAKTOR

Seit 1968 können wir die für die Trink- und Brauchwasserversorgung des Kantons wichtigen Grundwasservorkommen systematisch untersuchen. Berichte über die Grundwasserverhältnisse des Seelandes (1976), des oberen und mittleren Emmentales (1975, 1976) und der Vallée de Tavannes (1977) sind erschienen, die Untersuchungen im Laufental, im unteren Emmental, im Aaretal Bern - Thun und im Bödeli, Interlaken, weitgehend abgeschlossen ¹⁹⁾. Abgesehen vom Laufental haben unsere Abklärungen überall gezeigt, dass noch bedeutende Grundwasser-Reserven vorhanden sind. Wir können sie weitgehend nutzen, sofern es uns gelingt, sie quantitativ und qualitativ zu schützen und ein Nutzungskonzept einzuhalten. Die heute in diesen Gebieten verfügbaren Unterlagen und die aufgebauten Messstellen für die langfristige Beobachtung genügen, um Schutz- und Bewirtschaftungsmassnahmen zielgerecht anordnen zu können. Einschränkend müssen wir einzig festhalten: Die noch verfügbaren Wassermengen sind bedeutend, Entscheide, die nicht ganz optimal ausfallen, schaden deshalb wenig.

Für die in diesem Bericht vorgestellten Gebiete gilt dies nicht. Die noch frei verfügbaren Grundwasserreserven sind, abgesehen vom Bipperamt, klein. Fehlentscheide bei Schutz- und Bewirtschaftungsmassnahmen bringen daher unvergleichlich erhöhte, unter Umständen sogar massiv erhöhte Gestehungspreise für Trink- und Brauchwasser mit sich. Sie führen aber auch in einzelnen Gebieten der Region zu einer Verarmung der Landschaft, indem Quellen und Quellbäche versiegen oder doch bedeutend weniger schütten.

Die uns heute zur Verfügung stehenden Kenntnisse und Messstellen genügen nicht, um künftig richtig entscheiden zu können. Dies hat mich dazu bewogen, nicht wie üblich nur die Resultate unserer Untersuchungen kurz zusammenzufassen, sondern zu versuchen, auf die in den verschiedenen Gebieten nötigen Massnahmen hinzuweisen, die getroffen werden müssen, damit unsere Grundwasservorkommen weder im Ertrag zurückgehen, noch gütemässig geschädigt werden.

7.2. TEILGEBIET LANGENTHAL

Das Molassebecken von Hard-Langenthal, dessen Sohle bis 40 und mehr m unter der heutigen Terrainoberfläche liegt, wurde vermutlich in der Risseiszeit vorgebildet, als eine Flussrinne von W her aus dem Raume Oenz-Burgäschisee hier durchzog.

¹⁹⁾ Die Berichte können solange Vorrat beim WEA gekauft werden; es versteht sich, dass Auskünfte über die laufenden Untersuchungsprogramme jederzeit beim WEA eingeholt werden können.

In der Würmeiszeit vertiefte und erweiterte die durch das Bleienbachtal fließende "Emme" gemeinsam mit der Langeten den Trog. Die Molassegesteine, Sandsteine und Mergel, bilden zusammen mit den Riss-Würm interglazialen Seeablagerungen, die sich vor allem im westlichen Teil des Beckens finden, und vereinzelt Moränenrelikten den Grundwasserstauer. In Figur 2 ist seine Oberfläche dargestellt.

In der Würmeiszeit füllte sich die Senke westlich der Linie Murgenthal-Im Hard mit Vorstoss-Schottern, östlich davon mit Rückzugs- und Langetenschottern. Die verschiedenen Schotter, aufgebaut aus Abfolgen von mehr oder weniger sandigen, häufigsauberen bis schwach siltigen Kiesen, bilden den Grundwasserleiter. Dieser ist, abgesehen vom Gebiet der Brunnmatten, nur teilweise mit Wasser gesättigt. Die heute bekannte maximale Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bei Mittelwasserstand beträgt 10 - 12 m, sie zieht sich als schmale SW - NE gerichtete Rinne vom Bahnhof Langenthal gegen die Brunnmatten (vgl. Fig.3). Aus einer Reihe von Grosspumpversuchen konnte der Durchlässigkeitswert k ziemlich genau ermittelt werden; er liegt in der Grössenordnung von 0.4 bis $2.5 \cdot 10^{-2}$ m/s. Saubere Porositätsbestimmungen liegen keine vor; das nutzbare Porenvolumen wird zu 20 bis 25 % angenommen. Die Grundwasserspiegel-Gefälle sind aus Figur 3 ersichtlich. Für den nordwestlichen Teil des Gebietes: Im Mittel finden wir 0.8 % zwischen Bützberg - Hardwald, stromabwärts nehmen die Werte kontinuierlich zu bis gegen 12 % in den Brunnmatten. Im Süden von Langenthal besitzen wir nur wenige Angaben. Der Steilabfall des Grundwasserstauers beim Ausgang des Bleienbachtals bestimmt vermutlich die Gefälle (vgl. Figur 2). Die ungefähren mittleren Fliessgeschwindigkeiten, berechnet aus den hydraulischen Parametern, liegen bei 4 bis 7 m/d zwischen Bützberg - Hard und bei 15 bis 30 m/d zwischen Hard - Kaltenherberg. Werte ähnlicher Grössenordnung sind mit Markierversuchen bestimmt worden (vgl. BAUER et al. 1981 z.B. S.112).

Grundwasserqualität: Wie aus den Resultaten der Untersuchungskampagne 1972/73 und den Vergleichsanalysen der Jahre 1975 bis 1980 hervorgeht, entspricht die Grundwasserqualität im allgemeinen den Anforderungen an Trinkwasser, wie sie im schweiz. Lebensmittelbuch von 1972 aufgeführt sind. Eine geringfügige Zunahme zivilisatorischer Einflüsse macht sich in einzelnen Fassungen durch erhöhte Sulfat- und Nitratgehalte bemerkbar. Die Gesamthärten liegen heute zwischen 27 und 34 franz. Härtegraden, die Nitratwerte zwischen 22 und 33 mg NO_3^- /l, die Oxydierbarkeiten zwischen 1.2 und 2.5 mg KMNO_4 Verbrauch/l. Bei der Versickerung von Langeten-Hochwassern im Unterhardwald wird jeweils das in der Fassung der WV-Aarwangen geförderte Wasser beeinträchtigt.

Grundwasserneubildung und -zuflüsse: Folgende Anteile werden im vorliegenden Bericht als wahrscheinlich angenommen:

Niederschlagsinfiltration	~ 50 - 60 %	300 - 360 l/s
Σ der Oberflächenwasserversickerungen (vorwiegend Wiesenwässerung) und Grundwasserzuflüssen	~ 40 - 50 %	250 - 310 l/s

Im generellen Projekt "Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung im unteren Langetental" wird die Niederschlagsinfiltration geringfügiger, der Versicke-

rungsanteil der Wiesenwässerung mit 50 % angegeben. Diese Differenzen müssen beim heutigen Stand der Erkenntnisse hingenommen werden, wobei man sich bewusst sein muss, dass genauere Zahlenwerte einen sehr hohen Aufwand an Untersuchungen erfordern. Wichtig sind folgende Tatsachen:

- Die über die Wässermatten versickernden Oberflächenwasser bilden einen grossen Prozentsatz des Grundwassers. Das heisst: Seit die Wiesenwässerung im frühen Mittelalter eingeführt worden ist, besteht der Grundwasserabfluss aus einem natürlichen und einem künstlich angereicherten Anteil. Da in den letzten Jahren vermehrt Wässermatten umgebrochen worden sind und zudem die Grundwassernutzung zugenommen hat, sank der Grundwasserspiegel um 1 bis 2.4 m (Fassung Im Hard) ab. Die Quellschüttungen in der Brunnmatten, wo ein grosser Teil des Grundwassers natürlich austritt, gingen schätzungsweise um 40 bis 50 % zurück.
- Der Anteil der Grundwasserneubildung durch natürliche Infiltration der Längeten wird von allen Bearbeitern als klein angenommen. Immerhin ist, wegen der kritischen Lage und der bestehenden Unsicherheit, dafür zu sorgen, dass die bestehenden Fluss- und Bachgerinne möglichst oft voll belastet werden.
- Der nutzbringende Anteil der bis heute versickernden Hochwasser an der Grundwasserneubildung ist eher kleiner als 7 % (vgl. U 2.18).

Aus den angeführten Zahlen geht eine totale Grundwasserneubildungshöhe von 550 bis 610 l/s hervor, ermittelt für die Zeitspanne 1971 bis 1976. Da in dieser Periode die Niederschlagswerte um ca. 10 % niedriger lagen als die langjährigen Mittelwerte, dürfte das potentielle langjährige Grundwasserdargebot um ca. 40 l/s höher liegen. In extremen Trockenjahren bewegen sich allerdings die entsprechenden Werte um 375 - 415 l/s.

Grundwasserdargebot: Die mittlere Grundwasserabflussmenge liegt in der Grössenordnung von 650 ± 76 l/s. Um dieses Grundwasserdargebot zu erhalten und die unterliegenden Gebiete nicht zu schädigen, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Wässermatten-Versickerung muss im ganzen Gebiet und auch auf den Roggwiler-Terrassen im bisherigen Rahmen sichergestellt werden.
- Eine Pflichtwassermenge ist zu gewährleisten, die mindestens dem heutigen Zufluss zur Roggwilerterrasse und zu den Brunnmatten entspricht. Ausgehend von der Trockenperiode im Herbst 1971 betragen diese:
- 50 l/s für die Roggwiler-Terrassen,
- 180 l/s für die Quellen in der Brunnmatte.

Das heisst das mittlere nutzbare Grundwasserdargebot beläuft sich auf $650 \text{ l/s} - 76 \text{ l/s}$ (Toleranz) $- 230 \text{ l/s}$ (Pflichtwassermenge) $= 344 \text{ l/s}$ (20'640 l/min). Dieses Dargebot ist um ca. 85 % höher als das in U 2.18 angeführte. Was ist nun richtig? Die stark voneinander abweichenden Zahlen widerspiegeln den noch mangelhaften Stand der Erkenntnisse und die Schwierigkeiten, die Verhältnisse genau zu erfassen. Während eines extremen Trockenjahres (Minimum 1901 - 1960) reduziert sich der nutzbare Abfluss, ohne dass vom Reservoir gezehrt wird, auf ungefähr 145 l/s (8'700 l/min) ein Wert, der nur 10 % über dem früher angegebenen liegt. (U 2.18).

Versorgungslage: Die konzessionierten Entnahmemengen betragen 19'400 l/min (Stand 1979/80). Die effektiven Fördermengen sind geringer. Ausgehend von den

Angaben der Wasserversorgungen über den Verbrauch in verschiedenen Jahren wurde für die Bilanzierung ein mittlerer Wert von 7'800 l/min (130 l/s) angenommen. Vergleicht man diese Zahlen mit den oben aufgeführten nutzbaren Grundwasser-Dargeboten, scheint die Wasserversorgung vorläufig sichergestellt zu sein. Wenn es trotzdem bereits einige Male zu Schwierigkeiten kam, lag dies an der Lage und der Bauart einzelner Fassungen sowie am Fehlen von Verbundnetzen. Mit dem Ueberwachen einiger für das Abflussgeschehen massgebender Grundwasserstände und einer rechtzeitigen Wässerung hätten die Engpässe überspielt werden können. Die oben angedeutete Unsicherheit, die Schwierigkeit das Abflussgeschehen restlos zu erfassen und die wirtschaftliche Bedeutung der heutigen Trink- und Brauchwasserversorgung fordern, dass mit sorgfältigen langfristigen Beobachtungen die Lage verfolgt und die Entwicklungsrichtung laufend analysiert wird. Wichtigstes Anliegen der Wasserversorgungen muss aber, dies zeigen die aufgeführten Zahlen klar, das rasche Sichern der Wässermatten sein.

Einfluss der Langetenkorrektur: Die ermittelten, in diesem Bericht vor- und zusammengestellten Ergebnisse erlauben festzuhalten, dass die projektierte Korrektur der Langeten mit dem Konzept

Phase	Abflussmenge	Abflussbahn
I	bis 12 m ³ /s	Langetengerinne
II	12 bis 72 m ³ /s	Hochwasserentlastungsstollen, direkt zur Aare führend
III	mehr als 72 m ³ /s	Langetengerinne, z.T. überschwemmte landwirtschaftlich genutzte ufernahe Bereiche

das Grundwasserdargebot nur wenig beeinflussen wird. Wie wir gesehen haben

- spielen die versickernden Hochwässer eine unbedeutende Rolle bei der Grundwasser-Neubildung;
- ist der Anteil des Grundwassers, gebildet durch natürliche Uferinfiltrationen klein.

Folgende Randbedingungen sind aber zu respektieren:

- die Speisung der wasserwirtschaftlich wichtigen Wässermatten muss gewährleistet sein;
- die Verbauung hat so zu erfolgen, dass eine natürliche Flussinfiltration möglich ist, dort wo die Gefällsverhältnisse zum Grundwasser eine solche zulassen;
- es müssen in der I. Phase 12 m³/s abfliessen, bevor die Hochwasserentlastung durch den Stollen anspricht;
- soweit es das heute noch diskutierte endgültige Konzept der Korrektur zulässt, ist bei der Gerinne-Dimensionierung darauf zu achten, dass dieses möglichst häufig (mehrere Male im Jahr) voll läuft.

Fassen wir abschliessend die WICHTIGSTEN SCHRITTE zusammen, die in nächster Zeit nötig sind, UM DAS HEUTIGE GRUNDWASSERDARGEBOT QUANTITATIV UND QUALITATIV ZU ERHALTEN:

1. DIE ZUR GRUNDWASSER-ANREICHERUNG NOETIGEN WAESSERMATTEN-FLAECHEEN SIND DURCH ENTSPRECHENDE DIENSTBARKEITEN ZU SICHERN; wie vorzugehen sein wird, ist bereits abgeklärt worden.²⁰⁾
2. DAS MITSPRACHERECHT IN DER ENDPHASE DER PROJEKTIERUNG DER HOCHWASSERSCHUTZMASSNAHMEN UND ANSCHLIESSEND BEIM GERINNEAUSBAU MUSS GEWAHRLEISTET BLEIBEN, DAMIT DIE FUER DIE GRUNDWASSERNEUBILDUNG WICHTIGEN RANDBEDINGUNGEN EINGEHALTEN WERDEN. Bis heute hat die Zusammenarbeit mit allen Beteiligten sehr gut geklappt, die Anforderungen des mengen- und gütemässigen Grundwasserschutzes sind respektiert worden.
3. DAS BESTEHENDE BEOBACHTUNGSNETZ FUER DIE GRUNDWASSERSPIEGELBEWEGUNGEN IST ZU ERWEITERN; da das Auflassen einzelner Wässermatten und ein künftig geänderter, vermehrt auf wasserwirtschaftliche Bedürfnisse ausgerichteter Wässermattenbetrieb sich auf die Grundwasserqualität auswirken könnte, SIND EINZELNE GUETEPARAMETER (z.B. Nitratwerte) MIT ZU VERFOLGEN.
4. Wegen der künftig auch auf wasserwirtschaftliche Ziele ausgerichteten intensiveren Wiesenwässerung und der Langeteninfiltration sowie als Eingabeparameter für die Modellberechnungen SIND AUCH DIE ABFLUSSVERHAELTNISSE DER LANGETEN UND EINIGE GUETEEIGENSCHAFTEN DES LANGETENWASSERS ZU UEBERWACHEN.
5. EIN MATHEMATISCHES, STATIONAER UND INSTATIONAER GEEICHTES SIMULATIONSMODELL DER GRUNDWASSERSTROEMUNG IST AUFZUBAUEN; nur so können geplante Massnahmen vorgängig abgeschätzt, die langfristige Entwicklung der verschiedenen Eigenschaften des Vorkommens zuverlässig verfolgt und die Bewirtschaftung sicher gesteuert werden. Vermutlich werden erste Eichungen des Modelles zeigen, dass VEREINZELT ERGAENZENDE ANGABEN UEBER DIE EIGENSCHAFTEN DES GRUNDWASSERLEITERS GEWONNEN WERDEN MUESSEN.
6. EIN BEWIRTSCHAFTUNGS- UND WAESSERUNGSKONZEPT IST AUFZUSTELLEN; damit soll eine möglichst optimale Nutzung des Vorkommens garantiert werden, ohne die Pflichtwassermengen zu tangieren.
7. DIE RESTLICHEN SCHUTZZONEN (PW Weier, WV Wynau; PW Winkelacker, WV Thunstetten) SIND AUSZUSCHEIDEN. Sofern die weiteren Untersuchungen zeigen sollten, dass das Netz von Fassungsstellen noch ergänzt werden muss, um das Dargebot möglichst voll zu nutzen, SIND AUCH DIE NOETIGEN SCHUTZAREALE RECHTLICH ZU SICHERN.

20) LIEBI, R./SCHAETZUNGSAMT DES SCHWEIZ. BAUERNVERBANDES(1979): Sicherung der Wässermatten aus rechtlicher und landwirtschaftlicher Sicht.- Gutachten erstellt im Auftrage des einfachen Gemeindeverbandes Wasserversorgung an der Unteren Langeten und der kantonalen VEWD.

7.3. TEILGEBIET ROGGWILER TERRASSE

Das Molassebecken unter der Roggwiler-Terrasse wurde vermutlich in der Riss-eiszeit gebildet. Seine Sandsteine und Mergel bilden zur Hauptsache den Grundwasserstauer (vgl. Fig. 2). Darüber liegen würmeiszeitliche Schotter: eine Abfolge von mehr oder weniger sandigen, häufig sauberen, z.T. schwach siltigen Kiesen, die den Grundwasserleiter bilden. Die Mächtigkeit des wassergesättigten Teiles beträgt maximal 6 m im Gebiet von Kaltenherberg, wo sich eine flache Mulde aus dem Langenthalerbecken nach NE erstreckt. E Weibelacker dürfte sie kaum noch 2 m überschreiten. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt bei Kaltenherberg 8 bis 15 m unter der Terrainoberfläche. Abseits von Wassergebieten schwankt der Grundwasserspiegel im allgemeinen um weniger als 2 m. Die Durchlässigkeit ist einzig bei einem Pumpversuch im Vertikalfilterbrunnen der Fa. Gugelmann AG bestimmt worden: $k_{\text{ung.}} 7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Das mittlere Grundwasserspiegelgefälle beträgt, abgesehen von Randgebieten, 6 bis 8 ‰. Nehmen wir eine nutzbare Porosität von 20 % an, ergibt sich eine mittlere Fließgeschwindigkeit von ung. 20 m/d. Markierversuche zeigten ähnliche Werte (vgl. BAUER et al. 1981:112).

Grundwasserqualität: Wie aus den Resultaten der Untersuchungskampagne 1972/73 hervorgeht, entspricht das geförderte Wasser im allgemeinen den Anforderungen an Trinkwasser (schweiz. Lebensmittelbuch 1972). Vergleicht man einzelne chemische Parameter von Analysen der Jahre 1957/58, 1972/73, 1975 - 80 fällt vor allem auf: Die Nitratwerte sind von 6 bis 15 mg auf 17 bis 27 mg NO_3^-/l angestiegen (Quelle Alte Mange: Anstieg von 28 mg auf 34 mg NO_3^-/l ; sie gehört einer andern chemischen Grundwasserprovinz an; (vgl. BAUER et al. 1981). Dies ist mit grösster Wahrscheinlichkeit auf die intensivere landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen.

Grundwasserneubildung und -zuflüsse: Auf der Höhe von Weibelacker (Grundwasserspiegel-Isohypse 438 m; vgl. Fig. 2) fliessen im Mittel

$$250 \text{ l/s} \pm 50 \%$$

durch den Grundwasserleiter. Der Leiterquerschnitt ist dank 5 Bohrungen ziemlich gut erfassbar, dagegen sind die Durchlässigkeitsverhältnisse (s. oben) nur ungenügend bekannt, der Wert ist daher nicht gesichert. Aus dem Langetental fliessen (abgesehen vom Anteil der rasch wieder austritt)

$$60 \text{ l/s} \pm 50 \%$$

zu. Ausgehend von den Schüttungsmengen der Quellen (Mittelwert 320 l/s) am nord-westlichen und nördlichen Terrassenrand, bis auf geringfügige Restmengen tritt hier der ganze Grundwasserstrom aus, und dem Zufluss aus dem Langetental muss in der Roggwiler-Terrasse mit folgenden Mittelwerten für die Grundwasser-Neubildung und die sie aufbauenden Faktoren gerechnet werden:

Versickernde Niederschläge	60 l/s
Versickernde Wasser aus den Wästermatten und, stark zurücktretend, Langeteninfiltration	200 l/s
Totale Grundwasser-Neubildung	260 l/s

Wässermatten sind, wie im Langenthaler Grundwasservorkommen, auch hier im für die Neubildung massgebenden Einzugsgebiet teilweise aufgelassen und es ist zu dem weniger intensiv gewässert worden. Vergleiche von Schüttungsmessungen aus den Jahren 1959 und 1971/73 lassen auf einen Rückgang der Ergiebigkeit von 50 bis 60 % schiessen. Wir bezweifeln, dass der Prozentsatz so hoch ist, weil im gleichen Zeitraum der Grundwasser-Spiegel im Gruenholz nur um 0,7 m fiel, was einer Durchfluss-Querschnittsverkleinerung von 25 % entspricht. Der tatsächliche Wert wird zwischen den beiden liegen, z.B. bei 30 - 40 %, ein Rückgang wie er bei den Gugelmann-Quellen (Iff- und Kohlerquellen) festgestellt worden ist. Der genaue Wert spielt eine untergeordnete Rolle. Wichtig für die künftige Nutzung des Gebietes ist zu wissen, dass die Wiesenwässerung entscheidend ist für die Grundwasser-Neubildung.

Grundwasserdargebot: Ausgehend von den Quellschüttungsmessungen 1971/73 beträgt es

320 l/s im Mittel
250 l/s bei minimalen Grundwasserspiegelständen.

Diese Mengen fliessen nur wenn

- die Pflichtwassermenge aus dem Langenthalerbecken gewährleistet ist (vgl. 7.2., S. 104)
- die Wiesenwässerung im bisherigen Rahmen sichergestellt werden kann und es möglich ist, bei sich abzeichnenden Versorgungsengpässen, vorwiegend im Herbst, zu wässern.

Leider kann dieses Dargebot heute bestenfalls halb genutzt werden, vor allem wegen der zahlreichen diffusen, nur teilweise für die Versorgung genutzten Quellaustritte am über 2 km langen Terrassenrand stromabwärts Weibelacker, aber auch wegen der grossen Flurabstände. Das heisst, es stehen heute zwischen 125 l/s (7'500 l/min) und 165 l/s (9'900 l/min) zur Verfügung. Dies sind 50 % resp. 66 % der im generellen Projekt "Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung im unteren Langental" (U 2.18) genannten Mengen. Ob mit einem völlig anderen Fassungskonzept die Ausbeutung entscheidend heraufgesetzt werden könnte, kann ohne zusätzliche Untersuchungen nicht gesagt werden.

Versorgungslage: Die konzessionierten Entnahmemengen belaufen sich auf 6'100 l/min; daneben bestehen eine Reihe von Quellrechten. Der effektive Wasserverbrauch betrug im niederschlagsreichen Jahr 1979 nur ungefähr 3'000 l/min, der Spitzenverbrauch im trockenen Herbst 1971 ungefähr 5'000 l/min. Das minimale Dargebot vermag deshalb den Bedarf der heutigen Bezüger auf längere Zeit zu decken. Welche Reserven vorhanden sind für eine weitere Nutzung durch die Versorgungen des Teilgebietes oder des Langenthaler Raumes kann, wie oben dargelegt, heute nicht gesagt werden. Neben hydrogeologischen, wasserwirtschaftlichen und versorgungstechnischen sind auch rechtliche Fragen wegen der vielen Quellen vorerst zu beantworten. Die sich abzeichnenden Probleme für das Teilgebiet sind nicht in erster Linie solche der Trink- und Brauchwassermenge sondern der Qualität dieses Wassers. Die Ueberbauungen Gsteig und Roggwil-Dorf, NE Teil, liegen über dem Zuflussgebiet nahe der Quellaustritte der Fa. Gugelmann (Iff- und Kohlerquellen) und der WV Roggwil-Murgenthal (Mange-Quellen).

Da schlecht durchlässige, ausgedehnte Deckschichten fehlen, bilden vor allem Abwasser- und Mineraloelanlagen trotz des grossen Flurabstandes eine latente Gefahr. Ein einziger Mineraloelunfall könnte die Quellen für Jahrzehnte beeinträchtigen.

Zusammenfassend können die WICHTIGSTEN AUFGABEN genannt werden, die IN NÄCHSTER ZEIT GELOEST WERDEN SOLLTEN, damit LANGFRISTIG GESEHEN DIE TRINK- UND BRAUCHWASSERVERSORGUNG SICHERGESTELLT und die GESAMTHAFT ZUR VERFÜGUNG STEHENDE WASSERMENGE ERMITTELT werden kann:

1., 2., 3., 4. vgl. Abschnitt 7.2., S. 106

5. Es ist unerlässlich, dass IN DAS AUFZUBAUENDE SIMULATIONSMODELL AUCH DIE ROGGWILER-TERRASSE EINGEBAUT WIRD. Die beiden Grundwasser-Vorkommen sind, wie wir gesehen haben, eng miteinander verbunden; die genannte Pflichtwassermenge zeigt zudem, dass die Bewirtschaftungskonzepte aufeinander abgestimmt werden müssen. Dies bedingt allerdings, dass VORERST EINE REIHE ERGAENZENDER ANGABEN UEBER DIE EIGENSCHAFTEN DES ROGGWILER-GRUNDWASSERLEITERS GEWONNEN WERDEN MUESSEN.
6. Ausgehend von den bis heute gewonnenen Erfahrungen ist ein 1. BEWAESSERUNGSKONZEPT auszuarbeiten, das unter Umständen beim Vorliegen besserer Erkenntnisse anzupassen ist. EIN BEWIRTSCHAFTUNGSKONZEPT KANN ERST ERARBEITET WERDEN, WENN DIE RESULTATE EINER INSTATIONAEREN SIMULATION DER GRUNDWASSERSTROEMUNGEN VORLIEGEN. Gleichzeitig wird auch ein NEUES FASSUNGSKONZEPT zu erarbeiten sein, und es wird entschieden werden müssen, ob die Sicherheit der Versorgung nicht den Bau eines zusätzlichen Brunnens erfordert.
7. Für das NEUE FASSUNGSKONZEPT wird auch ein SCHUTZAREAL allenfalls eine Schutzzone auszuscheiden sein.

7.4. TEILGEBIET MITTLERES LANGETENTAL

Das betrachtete Gebiet (vgl. Abschnitt 1.4.) erstreckt sich von Huttwil bis zum nördlichen Siedlungsrand von Langenthal bei der Einmündung des Altachtentales.

Bei Huttwil findet sich ein Grundwasser-Vorkommen in risseiszeitlichen Schottern (meist saubere sandige Kiese), die in der Schmelzwasserrinne von Dürrenroth - Zell-Gettnau abgelagert worden sind. Der Grundwasserstauer besteht aus stark siltigen Sanden, die über dem Molassefels liegen. Die grundwasserführenden Schotter weisen eine Mächtigkeit von bis zu 40 m auf. Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt zwischen 1 und $4 \cdot 10^{-3}$ m/s, das Grundwassergefälle im Zentrum der Terrasse von Fiechten zwischen 10 und 15 ‰. Die mittlere Grundwasser-Neubildung aus versickernden Niederschlägen liegt in der Grössenordnung von 2'500 l/min. Ueber die seitliche Ausdehnung des Grundwasserleiters wissen wir sehr wenig. Gegen N keilen beim Zusammenfluss von Rotbach und Langete die Schotter aus. Die chemischen Analysen zwischen 1967 und 1978 zeigen, dass sich zivilisatorische Einflüsse bemerkbar machen: Die Nitrat-, Chlorid- und Sulfatwerte sind leicht angestiegen (1978: NO_3^- 17 mg/l, Cl^- 9,8 mg/l, SO_4^{2-} 16 mg/l).

Das Vorkommen wird heute einzig im Horizontalfilterbrunnen Fiechten der WV Huttwil genutzt. Konzessionierte Entnahmemengen 3'500 l/min. Um diesen Brunnen besteht heute eine rechtskräftige Schutzzone. Wegen der bestehenden Wohn- und Industriebauten und weil die im Anströmungsbereich des Brunnens 3 - 7 m mächtigen Deckschichten keine genügend mächtige und ausgedehnte schlecht durchlässige Sedimente aufweisen, ist der Brunnen relativ schlecht geschützt.

NOTWENDIGE MASSNAHMEN: Um die Versorgung langfristig gesehen sicherzustellen, drängt sich eine WEITERE ABKLÄRUNG DER REGIONALEN GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE auf.

Talabschnitt Huttwil - Kleindietwil: Im ganzen Talabschnitt fliesst die Längen häufig auf der Molasse. Einzig die talwärts geneigten Terrassen E und W Rohrbach sind aus siltig-sandigen Schottern aufgebaut. Ueber ihre Grundwasserführung ist nichts bekannt.

Talabschnitt Kleindietwil - Gutenberg: Der Talabschnitt ist übertieft, bei Madiswil 5 - 7 m, Werte die wahrscheinlich auch weiter nördlich nicht überschritten werden. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind nur im Gebiet der alten Quelfassung der WV Langenthal bei Madiswil einigermaßen bekannt. Grundwasserstauer: Molasse-Sandsteine. Grundwasserleiter: Sandarmer Fein- bis Grobkies. Mittlere Grundwasser-Mächtigkeit: 2 bis 3.5 m. Ungefährer Durchlässigkeitsbeiwert: $2 \cdot 10^{-3}$ m/s. Unbeeinflusstes Grundwasserspiegel-Gefälle: ungefähr 10 bis 12 ‰. Grundwasser-Speisung: Versickernde Niederschläge, Längeninfiltration und Hangwasserzuflüsse. Grundwasserqualität: Das Quellwasser in der Fassung Madiswil zeigt vereinzelt stärkere bakteriologische Verunreinigungen, da die über den Fassungssträngen liegenden Deckschichten die Keime nicht zu eliminieren vermögen. Die Nitratgehalte schwanken stark, übersteigen zeitweilig den für Trinkwasser zulässigen Richtwert von 40 mg/l (schweiz. Lebensmittelbuch 1972). Der Ertrag der Fassungen der WV Langenthal fiel wegen der abnehmenden Wiesenwässerung von 3'000 bis 4'000 l/min auf weniger als 2'000 l/min zurück. Die WV plant mit Wässervorschriften den Erguss wieder zu vergrössern. Das nutzbare Grundwasser-Dargebot des ganzen Talabschnittes ist nicht bekannt. Wegen der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, den wenig mächtigen, mehr oder weniger durchlässigen Deckschichten, der geringen Grundwasser-Mächtigkeit und der bestehenden Quelfassung sind keine weiteren leistungsfähigen, einwandfreien Wasser fördernde Anlagen möglich.

NOTWENDIGE MASSNAHMEN: DAS EINGELEITETE SCHUTZZONENVERFAHREN FÜR DIE FASSUNG DER WV LANGENTHAL IST ABZUSCHLIESSEN.

Talabschnitt Gutenberg - Langenthal: Grundwasserstauer: Er wird meist gebildet durch Molasse-Mergel und Sandsteine. Zwischen Gutenberg und Lotzwil bildet er einen Trog, dessen S - N Achse 5 bis 9 m unter Terrainoberfläche im Bereich der Talmitte verläuft. Bei Lotzwil gabelt sich dieser in einen flachen westlichen und einen tieferen östlichen Ast. Bei der Gemeindegrenze Lotzwil-Langenthal mündet das seichte Felsbecken in die eiszeitliche "Emmerinne" (vgl. Abschnitt 7.2. und 7.4.), deren Felssohle bis 40 m unter OK Terrain liegt. Grundwasserleiter: Bis zur Gemeindegrenze Langenthal besitzt der Leiter eine

Breite von 500 bis 1'000 m und eine mittlere Mächtigkeit von max. 6 m. Er ist aufgebaut durch mehr oder weniger sandige, saubere bis leicht siltige Kiese. In verschiedenen 4 1/2" Beobachtungsrohren sind im zentralen Teil des Leiters folgende Durchlässigkeitsbeiwerte (Profil k-Werte) ermittelt worden: $0.5 \text{ bis } 6.8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Die Grosspumpversuche in den Fassungen der WV Lotzwil ergaben k-Werte zwischen $1.9 \text{ und } 3.1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Markierversuche lassen auf ähnliche Werte schliessen. Mittlerer hydraulischer Gradient: ung. 11 ‰ oberhalb Lotzwil, ung. 8 ‰ unterhalb bis zur Gemeindegrenze von Langenthal. Nutzbares Porenvolumen: ungefähr 20 % im zentralen Teil des Leiters. Grundwasserspeisung: Neben Niederschlagsversickerungen und Hangwasserzuflüssen spielen die Wiesenwässerung und die Infiltrationen aus der Langeten eine entscheidende Rolle. Prozentuale Anteile der einzelnen Faktoren zu bestimmen, ist aber mit den vorliegenden Resultaten nicht möglich. In- und Exfiltrationsverhältnisse sind recht komplex. Grundwassermengen: Der Grundwasserleiterquerschnitt bei Mittelwasserstand variiert zwischen 1'300 m² bei Gutenberg und 2'000 m² bei Lotzwil, entsprechend ergeben sich Durchflussmengen von 25 - 35 l/s und 40 - 60 l/s. Grundwasserqualität: Das Grundwasser ist ziemlich hart (28 - 34 franz. H^o); die Nitratwerte schwanken zwischen 22 und 28 mg/l. Grundwasserdargebot: Da der Grundwasserleiter ein sehr kleines Speichervolumen besitzt, übersteigt das nutzbare Grundwasserdargebot kaum den Abfluss bei Minimalwasserstand, der bei Lotzwil ungefähr 30 l/s beträgt. Dieser kann aber wegen der teilweise dichten Ueberbauung und aus fassungstechnischen Gründen kaum voll genutzt werden. Heutige Nutzung: Konzessionierte Entnahmemengen 650 l/min.

NOTWENDIGE MASSNAHMEN

1. Gestützt auf den seit 1970 vorliegenden Entwurf für eine Schutzzone der FASSUNGEN DER WV LOTZWIL sollte das SCHUTZZONEN-VERFAHREN gemäss bernischem Wassernutzungsgesetz eingeleitet werden.
2. Im BEREICH GROSSMATT ist zu prüfen, ob nicht ein SCHUTZAREAL für künftige Nutzungen ausgeschieden werden sollte.
3. Die Infiltration der Langeten ist sehr wichtig für die Grundwasser-Neubildung. Die KORREKTION DES LANGETENGERINNES IST DAHER SEHR SORGFÄLTIG ZU PLANEN UND AUSZUFÜHREN (vgl. Abschnitt 7.2., wichtigste Schritte Nr. 2, S. 106, Abschnitt 2.7., S. 44).

7.5. TEILGEBIET OENZTAL

Die Grundwasserleiter des "Oenztales" im weiteren Sinne liegen in zwei vor allem würmeiszeitlich entstandenen Erosionsformen der Molasse: Im älteren Randglazialtal der Emme, von Wynigen über Bollodigen nach Bleienbach sich erstreckend, und im jüngeren Becken von Bollodigen-Herzogenbuchsee-Ober- und Niederoenz, entstanden als der Langete-Schuttkegel das Randglazialtal östlich von Bleienbach abriegelte und die Emme gezwungen wurde, sich bei Bollodigen einen Weg nach Norden zu suchen. Beide Tröge sind zum grossen Teil gefüllt mit Rückzugs-Schottern d.h. Kiesen und Sanden verschiedener Stadien der Würmvergletscherung. Vier Grundwasserbereiche lassen sich unterscheiden: das

obere Oenztal bis Bollodingen, das Altachtental Bleienbach bis Bollodingen, das Becken von Oberönz-Herzogenbuchsee und die Rinne von Wanzwil bis Graben.

Im oberen Oenztal findet sich ein nutzbarer Grundwasserleiter mit grosser Wahrscheinlichkeit erst unterhalb Riedtwil. In Hermiswil, bei den Fassungen der WV Herzogenbuchsee, ist der Grundwasserleiter 8 - 12 m mächtig, 400 - 700 m breit, seine Durchlässigkeit k liegt in der Grössenordnung von 1 bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s, der ruhende Grundwasserspiegel zeigt ein Gefälle von 5 - 10 ‰. Das Grundwasservorkommen wird hauptsächlich durch versickernde Niederschläge und randliche Hangwasserzuflüsse gebildet.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Bleienbachtal überblicken wir schlecht. Das Grundwasser fliesst mit einem mittleren Gefälle von 0,5 bis 2 ‰ vom Gebiet Bleienbach, wo die Wasserscheide zum Langetental liegt, gegen Bollodingen ab. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters nimmt von E nach W ab, da die eiszeitliche Talsohle mit ca. 2,3 ‰ von W nach E absinkt. Sie beträgt E Bleienbach > 20 m, bei Thörigen noch max. 8 m. Die Durchlässigkeit k liegt in der Grössenordnung von 2 bis $6 \cdot 10^{-3}$ m/s. Der Grundwasserleiter wird von unterschiedlich mächtigen schlecht durchlässigen Sedimenten überdeckt.

Im Becken von Oberönz-Herzogenbuchsee findet sich das ergiebigste Grundwasservorkommen des "Oenztales". Unter wenig mächtigen Deckschichten lagert der aus sauberem bis siltigem Kies mit wenig bis viel Sand aufgebaute Grundwasserleiter. Seine Mächtigkeit wechselt stark: 10 - 20 m SW Oberönz, 3 - 5 m Chli-feld beim Pumpwerk WV Gemeinden an der unteren Oenz, 4 - 7 m im Bereich des Wanzwilfeldes (Pumpwerk WV Herzogenbuchsee). Die in Grosspumpversuchen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k liegen in der Grössenordnung von 2 bis $20 \cdot 10^{-3}$ m/s. Das Ruhegefälle des Grundwassers schwankt zwischen 2 bis 3 ‰, zwischen 3 bis 5 ‰ in westlicher Richtung gegen den Burgäschisee zu. Das effektive Porenvolumen liegt in der Grössenordnung von 15 - 20 ‰. Im Querschnitt Oberönz-Wanzwil fliessen ungefähr 5'000 - 7'000 l/min Grundwasser. Neben den Hangwasserzuflüssen und der Niederschlagsversickerung spielt bei der Grundwasserneubildung auch die Flussinfiltration eine massgebende Rolle. Die zur Verfügung stehenden Unterlagen genügen aber nicht, um genaue Neubildungsanteile zu ermitteln.

Unteres Oenztal: Der die Oenz begleitende Grundwasserleiter keilt zwischen Wanzwil und Heimenhausen aus. Welche Rolle im Grundwasserhaushalt die E des Oenztales liegenden, vermutlich aus Schotter aufgebauten Terrassen des Unterwaldes und von Graben spielen, kann heute nicht überblickt werden. Es bleibt auch offen, ob eine Verbindung ins Gebiet von Wyssenried-Bützberg, d.h. ins Langenthaler Becken besteht. Im Abschnitt 1.4. sind die Gründe dargelegt, die dazu geführt haben, dem Grossen Rat 1979 ein weitergehendes Untersuchungsprogramm vorzulegen. Phase I und II dieses Programmes sind heute fast abgeschlossen, das Kreditbegehren für die Endphase III 1982 - 84 wird dem Grossen Rat im Februar 1982 vorgelegt. Während der Phase III soll auch ein Wasserversorgungsrichtplan erarbeitet werden. Die Resultate der bisherigen Untersuchungen zeigen, dass verschiedene der vermuteten Rinnen nicht bestehen. Insbesondere hat sich gezeigt, dass der Zufluss von Westen vom Burgäschisee her bedeutend kleiner ist, als dies aus den Pumpversuchsergebnissen im Versuchsbrunnen Oberönz

(vgl. U 5.5 und 5.6) geschlossen worden ist. Das heisst, die verfügbare Grundwassermenge ist relativ klein, Standorte für neue oder, wenn schwer abbaubare Verunreinigungen des Grundwasserleiters dies erfordern sollten, Ersatzfassungen gibt es nur wenige. Die Hochwasserabflüsse der Oenz rufen heute nach einer Korrektion des Gerinnes. Wie diese verwirklicht werden kann, ohne dass die In- und Exfiltrationsverhältnisse gestört werden und dadurch die Grundwasserneubildung zurückgeht, muss sorgfältig abgeklärt werden.

Folgende Schritte sind daher in diesem Flussgebiet nötig:

- Die Kenntnisse über die Grundwasserleiter, ihre Eigenschaften, das Durchflussvolumen, die Speisungsmechanismen und die qualitativen Verhältnisse des Grundwassers sind so rasch als möglich zu verbessern.
- Die langfristigen Beobachtungen der Grundwasser-Spiegel- und Oberflächen-Abflussverhältnisse sind weiterzuführen, das Netz ist zu verdichten.
- Die in den einzelnen Fassungen möglichen maximalen Nutzungen sind zu ermitteln, ein Bewirtschaftungskonzept auszuarbeiten. Gleichzeitig ist zu prüfen, wie bestehende Versorgungsnetze verbunden werden können, damit die Versorgungssicherheit erhöht wird.
- Schutzzonen sind auszuscheiden, damit die Gefährdung der bestehenden Fassungen möglichst klein gehalten werden kann. Für alle möglichen künftigen Standorte sind Schutzareale durch den Regierungsrat auszuscheiden.

7.6. TEILGEBIET BIPPERAMT

Der Grundwasserstauer wird zur Hauptsache aus Molassegesteinen gebildet, daneben finden sich am NW Talhange Dogger- und Malmgesteine der Wiedlisbacher Sackung am NE Talhang die Malmkalke der Roggenantiklinale. Den Aufbau der SE Berandung des Grundwasservorkommens im Gebiet Wiedlisbach - Chleihölzli kennen wir nicht. Der Grundwasserleiter wird aufgebaut aus wülm- unter Umständen auch risseiszeitlichen Schottern. Sie bestehen hauptsächlich aus Kies mit Sand und wenig Silt. Der Schotterkörper ist 60 bis 80 m mächtig, im Mittel sind 20 bis 40 m wassergesättigt. Die Resultate der Grosspumpversuche in den Versuchsbrunnen für das KKW Graben erlauben folgende Durchlässigkeitsbeiwerte zu bestimmen: k 5 bis $8 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Das Grundwasservorkommen gehört zum grossen Grundwasserstrom des Dünneren Gäus, der sich über 18 km bei einer mittleren Breite von 2 km von Wiedlisbach bis nach Olten erstreckt. Der Grundwasserspiegel ist im Gebiet Niederbipp-Aebischholz-Oensingen sehr flach. Die Grundwasserspiegelschwankungen, sie werden im Pumpwerk Niederbipp seit den fünfziger Jahren registriert, zeigen hier ein charakteristisches Bild: Der Spiegel steigt als Folge von Niederschlags- oder Schneeschmelzperioden erst nach 2 Monaten. Die mittleren Grundwasserstände liegen heute kaum tiefer als in den fünfziger Jahren (429 - 430 m ü. M.). Tiefster gemessener Stand Frühsommer 1972: 426.6 m ü. M. Höchste Stände 1966/67: 434.6 m ü. M. Aus dem Gebiet Oensingen-Niederbipp-Aebischholz fliesst das Wasser durch zwei Rinnen ab: Eine führt nach NE Richtung Olten, wo

60'000 l/min austreten, eine kleinere nach SW Richtung Walliswil, wo ein Erguss von 11'000 bis 20'000 l/min gemessen worden ist. Grundwasserqualität: Die wenigen untersuchten Proben zeigen, dass das Grundwasser den Anforderungen an Trinkwasser (Lebensmittelbuch 1972) entspricht. Es handelt sich um ein hartes, sauerstoffreiches Wasser. Sulfat-, Chlorid- und Nitratwerte liegen weit unter der Toleranzgrenze. Hinweise auf fäkalische Verunreinigungen sind in keinem Fall gefunden worden.

Grundwasserspeisung: Abgesehen von der Grundwasserneubildung durch versickernde Niederschläge, ist mit Zuflüssen aus der Kluse von Balsthal, Infiltration der Dünnern, Uebertritte aus der nördlich angrenzenden Südflanke der Weissenstein-Antiklinale und dem Bergsturz von Wiedlisbach zu rechnen. Das Grundwasserdar-gebot kann mit den wenigen Resultaten nicht zuverlässig bestimmt werden.

NOTWENDIGE MASSNAHMEN: Einleitend (Abschnitt 1.4.) ist darauf hingewiesen worden, dass umfassendere Studien im Gange sind, die 1982 abgeschlossen sein werden. Umfassende Resultate werden 1982/83 veröffentlicht. Wir verzichten deshalb darauf, weil die hier vorgestellten Resultate nicht genügen, um das Vorkommen zu beurteilen, auf Bewirtschaftungs-, Schutz- und Ueberwachungsfragen einzugehen.