

Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung
der Grundwasser des Kantons Bern

Hydrogeologie Seeland

Stand 2004



Wasserwirtschaftsamt des Kantons Bern

Verfasser und Herausgeber

Wasserwirtschaftsamt
des Kantons Bern
Reiterstrasse 11, 3011 Bern

Bearbeitung

Geotechnisches Institut AG, Bern

Dieser Bericht kann unter www.be.ch/wwa
heruntergeladen werden.

Vorwort

Unter dem Titel "Hydrogeologie Seeland" erschien 1976 erstmals ein umfassender Bericht über das Grundwasservorkommen des Berner Seelandes. Er gehörte zu den ersten Bänden der Reihe von Grundlagenberichten für den Schutz und die Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern. In den letzten dreissig Jahren wurden im Seeland zahlreiche weitere Grundwasserstudien durchgeführt. Der vorliegende Bericht fasst die aktuellen Kenntnisse über die hydrogeologischen Verhältnisse zusammen und zeigt im Detail auf, wie dieses grosse Grundwasservorkommen durch die öffentlichen Wasserversorgungen genutzt wird.

Die Daten über die Grundwasservorkommen des Kantons Bern werden seit einigen Jahren konsequent in ein Geographisches Informationssystem (GIS) übernommen. Die wichtigsten Grundwasserdatensätze liegen mittlerweile kantonsweit vor: die Verbreitung der Lockergesteins-Grundwasservorkommen, die Isohypsen des (mittleren) Grundwasserspiegels und die generellen Fliessrichtungen des Grundwassers. Sie sind in einer digitalen Grundwasserkarte vereinigt und auch im Internet publiziert. Mit weiteren Informationsebenen, die heute aber noch nicht flächendeckend vorliegen, wird schrittweise eine umfassendere Grundwasserkarte aufgebaut.

Im Rahmen der Neubearbeitung der Hydrogeologie des Seelandes erfolgte auch eine Aktualisierung der Grundwasserdatensätze. Innerhalb eines abgesteckten geographischen Rahmens wurden die verschiedenen Grundwasserthemen unter Berücksichtigung neuer Daten und Befunde überarbeitet oder – wo sie noch nicht als kartografisches Thema vorlagen – neu gezeichnet.

An die Stelle der traditionellen gefalzten Kartenbeilagen zu den Grundlagenberichten treten nunmehr digital verfügbare Karten. Sie können von beliebigen Gebietsumrissen als Datenpakete beim WWA angefordert und mit gängigen GIS-Programmen (ESRI) eingelesen werden.

Inhalt

0	Zusammenfassung	6
1	Einleitung	8
1.1	Aufgabenstellung	8
1.2	Grundlagen	8
2	Geologische Situation	10
2.1	Die Entstehung des Seeländischen Troges	10
2.2	Stratigraphisch – lithologische Beschreibung	11
2.3	Rohstoffgewinnung	11
2.4	Interessante geologische Aufschlüsse und Findlinge	12
3	Die Juragewässerkorrektion	15
3.1	Meliorationen	16
4	Charakterisierung des Grundwasservorkommens	18
4.1	Strömungsverhältnisse im Überblick	18
4.2	Hauptgrundwasserleiter	19
4.3	Mit numerischen Grundwassermodellen bearbeitete Gebiete	22
5	Schwankungsverhalten des Grundwassers und Extremwasserstände	23
5.1	Grundwassermessstationen im Überblick	23
5.2	Charakterisierung der Regimes	23
5.3	Amplitude und Extremwasserstände	25
6	Interaktion Oberflächengewässer - Grundwasser	29
6.1	Die Funktion der Fließgewässer im Überblick	29
6.2	Der Hagneck-Kanal	30
6.3	Die Alte Aare	33
7	Chemische Beschaffenheit des Grundwassers	35
7.1	Übersicht	35
7.2	Messstellennetz	36
7.3	Grundwasserbeschaffenheit einzelner Teilgebiete	39
7.4	Beurteilung der qualitativen Grundwasserüberwachung	42
8	Gefährdungen	43
9	Grundwasserbilanz und Grundwasserdargebot	46
10	Nutzung und Schutz des Grundwassers	50
10.1	Grundwasserentnahmen im Überblick	50
10.2	Erläuterungen zu den einzelnen Nutzungstypen	50
10.3	Detailangaben zu den Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse	53
10.4	Generelle Grundwassernutzungsmöglichkeiten	65
10.5	Planerischer Grundwasserschutz	67
11	Literaturverzeichnis	69

Verzeichnis der Figuren

Figur 1	Geologische Übersicht (M = 1:100'000)	13
Figur 2	Geologisches Querprofil	14
Figur 3	Jahreshöchststände des Bielersees 1890 – 2003	16
Figur 4	Hydrogeologische Grundkarte	19
Figur 5	Profil-k-Werte von Sondierbohrungen und Fassungen	21
Figur 6	Darstellung repräsentativer Grundwasserganglinien	24
Figur 7	Reaktionsverhalten der Grundwasserstände bei Drainierten und nicht drainierten Gebieten	25
Figur 8	Messstation Hydrometrie (Stand 2004)	27
Figur 9	Infiltratanteil des Grundwassers gemäss WEA (1989)	30
Figur 10	Wechselwirkung zwischen Hagneck-Kanal und Grundwasser	31
Figur 11	In den Grundwasserfassungen gemessene mittlere Chloridkonzentrationen als Hinweis für die Abschätzung des Infiltratanteils	33
Figur 12	Messstationen Gewässergüte (Stand 2004)	37
Figur 13	Unterteilung in Teilgebiete für die Charakterisierung der chemischen Grundwasserbeschaffenheit	41
Figur 14	Ablagerungsstandorte im Untersuchungsgebiet	44
Figur 15	Aufteilung der durchschnittlichen Förderraten in einen Anteil «echtes Grundwasser» und einen Anteil «Aare-Infiltrat» (Schätzwerte)	45
Figur 16	Ganglinie des WEA-Pegels G107 (Bargen, Neumoos)	49
Figur 17	Trink- und Notwasserfassungen, Stand 2004	52
Figur 18	Grundwassernutzungsmöglichkeiten	66

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1	Schwankungsbereich und Extremwasserstände der Grundwasser- Pegel im Seeland	26
Tabelle 2	Hagneck-Kanal: Infiltrations- und Exfiltrationsangaben aus diversen Berichten	32
Tabelle 3	Alte Aare: Infiltrations- und Exfiltrationsangaben aus diversen Berichten	34
Tabelle 4	Konzessionen und effektive Grundwasserentnahmen im Berner Seeland	50

0 Zusammenfassung

Das Berner Seeland stellt flächen- und mengenmässig eines der bedeutendsten Grundwasservorkommen des Kantons Bern dar. Seit den 70er Jahren war das Gebiet Gegenstand zahlreicher hydrogeologischer Untersuchungen. Die Ergebnisse wurden vor allem in Berichten des Wasser- und Energiewirtschaftsamtes (WEA), des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA) und des Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel (CHYN) publiziert. Zudem liegen von zahlreichen Messstellen kontinuierlich oder periodisch erfasste Messdaten vor.

Der vorliegende Bericht stellt eine Kompilation bestehender Studien und aktueller Messdaten dar. Er fasst die wichtigsten Untersuchungsergebnisse zusammen und gibt den aktuellen Kenntnisstand über die hydrogeologischen Verhältnisse wieder.

Das Grundwasser zirkuliert vor allem in den so genannten Aareschottern. Diese sandigen und kiesigen Lockergesteine wurden nach der letzten Eiszeit durch die Aare, die von Aarberg aus ein grosses Delta bildete, abgelagert. Der Grundwasserleiter ist gut durchlässig und weist über weite Gebiete Mächtigkeiten von 20 bis 30 Metern auf.

Der Ost-West verlaufende Hagneck-Kanal bildet eine hydraulische Barriere und trennt das Grundwasservorkommen in einen nördlichen und einen südlichen Grundwasserstrom mit gegenteilig verlaufender Strömungsrichtung. In Kanalnähe dominiert ein durch den Abfluss der Aare «importiertes» alpines Schwankungsregime mit Grundwasserhochständen in den Sommermonaten. Mit zunehmender Entfernung zum Kanal wird das Schwankungsverhalten durch das mittelländisch-pluviale Regime bestimmt, welches in den Wintermonaten Höchststände aufweist. Die mittleren Flurabstände betragen mehrheitlich weniger als 4 Meter.

Die Grundwasser-Strömungsverhältnisse sind massgebend durch die Wechselwirkung zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser geprägt. Der Hangeck-Kanal wirkt hauptsächlich als «Grundwasserlieferant», das heisst, das Grundwasservorkommen wird durch Uferfiltrate gespeist. Infiltrationsverhältnisse sind ebenfalls bei der Alten Aare und beim Lyssbach zu beobachten. Demgegenüber wirken die während der Juragewässerkorrektion und den Gesamtmeliorationen angelegten Kanäle meist drainierend.

Das Vorkommen wird sowohl für Trink- als auch für Brauchwasserzwecke genutzt. Im nördlichen Teilstrom machen die Entnahmen etwa 15%, im südlichen Teilstrom etwa 6% des «Grundwasserumsatzes» aus. Wegen der zum Teil mangelhaften Grundwasserqualität sind nur 18% der Gebietsfläche vorbehaltlos für die Trinkwassernutzung geeignet. In den Jahren 2000 bis 2003 wurden aus den 16 Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse durchschnittlich 12'500 l/min gefördert. Sämtliche Fassungen verfügen über eine rechtsgültige Schutzzone. Das gesamte Grundwassergebiet befindet sich im Gewässerschutzbereich A_u.

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Als Inhaber des Regalrechtes über die Gewässer, insbesondere das Grundwasser, ist es der Kanton, der alle für den Schutz und die Nutzung der wichtigsten Grundwasservorkommen erforderlichen Grundlagen bereitstellt. Im Kanton Bern fällt dem Wasser- und Energiewirtschaftsamt (WEA)¹ die Aufgabe zu, die massgebenden hydrogeologischen Grundlagen zu beschaffen.

Das Berner Seeland stellt flächen- und mengenmässig eines des bedeutendsten Grundwasservorkommens des Kantons Bern dar. In den vergangenen Jahrzehnten war die Erforschung dieses Vorkommens Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Teils handelt es sich um regionale Studien, die das gesamte Grundwasservorkommen Seeland abdecken, teils um Studien lokalen Charakters. Zudem befassen sich die entsprechenden Berichte mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten: Einige decken mehrheitlich quantitative, andere mehrheitlich qualitative Aspekte ab. Letztlich sei darauf hingewiesen, dass bei mehreren Messstellen kontinuierlich die Grundwasserstände gemessen oder periodische qualitative Untersuchungen durchgeführt werden. Dies führt zur Generierung neuer Daten, welche ebenfalls eine Aktualisierung bestehender Grundlagen ermöglicht.

Das WEA hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, die bestehenden hydrogeologischen Grundlagen des Grundwassergebietes Seeland aufzuarbeiten und auf einen aktuellen Stand zu bringen. Die Erarbeitung erfolgt auf zwei unterschiedlichen Ebenen:

- Verfassen des vorliegenden hydrogeologischen Kompilationsberichtes.
- Aktualisierung bestehender und Herstellung neuer GIS-Karten (WEA-interne Grundlagen, die aber auch an Interessierte in digitaler Form abgegeben werden können).

1.2 Grundlagen

1.2.1 Die wichtigsten Datenquellen

Die Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse beruht ausschliesslich auf bereits vorhandenen Grundlagen, also auf bestehenden Berichten und Datenbankauszügen. Die Gesamtheit der verwendeten Unterlagen geht aus dem Literaturverzeichnis in Kapitel 11 hervor. Die wichtigsten Datenquellen sind:

¹ Ab 1. Januar 2006 Wasserwirtschaftsamt WWA

Wasser- und Energiewirtschaftsamt, WEA

- WEA, 1976: Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern. Hydrogeologie Seeland. 149 S., 5 Karten. Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG (vergriffen).
- WEA, 1988: Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern. Seeland: Infiltration aus Hagneckkanal und Alter Aare. 93 S. Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli AG.
- WEA, 1999: Nutzungs-, Schutz- und Überwachungskonzept für den Grundwasserleiter der Seelandes – Synthesebericht. 55 S. Bearbeitung: Geotechnisches Institut AG.

Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA)

- GSA, 2001: Analysenergebnisse 1950 – 2000 von Grundwasserproben aus dem Seeland zwischen Aare-Hagneck-Kanal und Worben. Bearbeitung: Dr. Wolfgang Harsch.
- GSA, 2000: Ehemalige Deponien und Sickerteiche der Zuckerfabrik Aarberg, Altlastenuntersuchung und Risikobeurteilung, Schlussbericht. Bearbeitung: Geotest AG.

Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel (CHYN)

- JORDAN, S., 1998: Modélisation de la partie nord de l'aquifère du Seeland (BE) – Méthode de détermination des aires d'alimentation Zu en milieu poreux. Travail de diplôme.
- ULLRICH, S., 1998: Distribution spatiale de l'état redox dans l'aquifère du Seeland entre Aarberg et Worben. Travail de diplôme.

Aktuelle Auszüge aus Datenbanken

- WEA : HUGLD (Hydrogeologische Datenbank)
- WEA : WAWIKO (Grundwassernutzungen)
- WEA+GSA: Datengrundlage des hydrographischen Jahrbuches des Kantons Bern.
- GSA: Kataster der belasteten Standorte.
- Kantonales Laboratorium: Grundwasseranalysen von öffentlichen Trinkwasserfassungen
- Wasserverbund Seeland AG (WVS) in Zusammenarbeit mit dem GSA: Grundwasseranalysen von Fassungen und Bohrstandorten.

1.2.2 Zitatregeln

Da die Mehrzahl der gemachten Aussagen aus bestehenden Unterlagen stammt, müssten bei konsequenter Einhaltung der in der Wissenschaft gängigen Zitatregeln praktisch in jedem Textabschnitt mehrere Literaturquellen erwähnt werden. Dies würde die Lesbarkeit aber stark beeinträchtigen. Deshalb wird im Fliesstext auf die Nennung der in Kapitel 11 aufgeführten Literaturquellen verzichtet. Einzig in Tabellen und bei der Wiedergabe von Figuren sind die Quellenangaben angegeben.

1.2.3 Bearbeitung

Der vorliegende Kompilationsbericht und die GIS-Karten wurden durch die Geotechnische Institut AG in Bern erstellt (D. Biaggi, Ch. Strasser und N. Backman). Das Verfassen der Kapitel 7 und 8 erfolgte in Zusammenarbeit mit der Geotest AG in Zollikofen (J. Abrecht, N. Chollet).

2 Geologische Situation

2.1 Die Entstehung des Seeländischen Troges

Während der Risseiszeit oder bereits früher wurden zwei unterschiedlich tiefe Taltröge in den Molassefels erodiert. Der westliche, d.h. ausserhalb des Untersuchungsgebietes gelegene Hintermöösertrog weist mittlere Tiefen auf. Im Gegensatz dazu ist der östlich an die Inselberge (Hügelzone von Müntschemier – Finsterhennen – Walperswil) angrenzende eigentliche Seeländische Trog stark übertieft. Die Trogsohle liegt bei Kallnach auf 320 m ü. M. und bei Worben auf 150 m ü. M. Sie steigt erst gegen das nordöstlich des Untersuchungsgebietes gelegene Lengnau wieder an. Die Felsbecken sind in Molasse-Antiklinalen eingetieft, die Hügelzonen stellen Synklinalstrukturen dar.

Eine Akkumulationsphase prägte das Riss-Würm-Interglazial: Die beiden Tröge wurden mit feinkörnigen Seeablagerungen verfüllt. Die lokal von Moränen unterlagerte, monotone Abfolge von Seetonen zeigt Mächtigkeiten von über 200 m. Im Vorfeld des vorrückenden Rhonegletschers gelangten zu Beginn der Würmeiszeit Vorstoss-Schotter zur Ablagerung. Im Untersuchungsgebiet werden diese Seelandschotter genannt. Die gewaltigen Schottermassen vermochten die ganze Seelanddepression auszufüllen. Die Seelandschotter sind heute reliktsch als Talränder zwischen Murten und Solothurn und in Form der so genannten Inselberge zwischen dem Hintermöösertrog und dem Seeländischen Trog erhalten und beispielsweise in den Kiesgruben von Walperswil, Ins und Müntschemier aufgeschlossen. Gerade im Trogbereich wurden die Seelandschotter aber infolge der Würm-Vergletscherung wieder mehrheitlich abgetragen.

Ausgedehnte Grundmoränen zeugen von der letzten Eiszeit, der Würm-Vergletscherung. So werden zum Beispiel die Inselberge und die Talränder des Seelandtroges von Grundmoränen mit Mächtigkeiten bis zu 30 m überlagert. Im Berner Seeland sind die Eismassen dem Rhonegletscher zuzuordnen, der seinen maximalen Vorstoss vor rund 18'900 Jahren erreichte. Nach dessen Rückzug entstand in der Seelanddepression ein ausgedehnter See, der so genannte «Solothurnersee». Dessen Speisung erfolgte durch die Aare, die von Aarberg aus ein Delta schüttete und somit den See allmählich wieder mit grobkörnigem Material verfüllte. Die Fliessrichtung pendelte zwischen einem Nordost-orientierten und einem gegen Westen, zum Neuenburgersee gerichteten Abfluss. Die Flussablagerungen werden als Aareschotter bezeichnet und bilden den eigentlichen Grundwasserleiter des Seelandes. In der Kernzone des Alluvialfächers zwischen Kallnach und Kappelen sind 20 bis 30 m mächtige, grobkörnige Ablagerungen zu beobachten. Der distale, vom Schüttungszentrum entfernter liegende Bereich enthält zwar immer noch Kiese, er wird jedoch zunehmend von feinkörnigeren Sedimenten wie Sanden und Silten geprägt. Überdeckt werden die Aareschotter von Torfen, Feinsanden und Lehmen, welche infolge der Verlandung und durch regelmässig stattfindende Überschwemmungen gebildet wurden.

2.2 Stratigraphisch – lithologische Beschreibung

Der Molassefels tertiären Alters, der den Felsuntergrund des Seelandes bildet, wird in zwei lithologische Einheiten unterteilt: Die im Chattien und Aquitanien abgelagerte Untere Süsswassermolasse (USM) wird im Hangenden durch einen konglomeratischen Horizont, den unteren Muschelsandstein, von der Oberen Meeresmolasse (OMM) aus der Zeit des Burdigalien, getrennt.

Die USM besteht aus bunten, häufig roten Mergeln, Tonmergeln, Sandsteinen und vereinzelt Süsswasserkalk-Bänken. Ihre Mächtigkeit beträgt mitunter 1000 m, nimmt aber von NW nach SE bedeutend zu. Die OMM wird aus grünlichen Sandsteinen mit Mergellagen aufgebaut und weist eine konglomeratische Basis auf (unterer Muschelsandstein).

Die Molasse wird lokal direkt von Moränenmaterial (Bohrung bei Worben), randlich des Troges von Seelandschottern, im Trogbereich aber vor allem von Seetonen überlagert. Die Moräne bei Worben hat eine Mächtigkeit von ca. 30 m und zählt wohl zu den ältesten quartären Ablagerungen im Seeland. Stratigraphisch betrachtet folgt der Moräne eine mächtige Serie von interglazialen Seetonablagerungen. Es handelt sich hierbei um monotone Abfolgen aus siltigem – tonigem Material, das aber auch Einschaltungen von Feinsand und Schotterlagen aufweist.

Die groben Seelandschotter, welche teilweise den interglazialen Seetonen oder direkt dem Molassefels aufliegen, sind relativ gut sortiert und weisen geringe Silt- und Tonanteile auf. Je nach Sohlenverlauf können die randlichen Seelandschotter als Quellbildner fungieren oder den in den Aareschottern zirkulierenden Hauptgrundwasserstrom mit Schicht- bzw. Hangwasser speisen. Im Raume Barga – Kappelen – Aarberg sind die Seelandschotter aufgrund der Bohrresultate nur schlecht von den überlagernden alluvialen Aareschottern zu unterscheiden und stellen gemeinsam den Grundwasserleiter dar.

Grosse Teile der die Talebene umlagernden Hügelzonen werden von würmeiszeitlichen Grundmoränen überlagert. Es handelt sich hierbei um stark siltige, feinsandige Ablagerungen mit einem hohen Kiesanteil, Steinen, Blöcken und einem grossen Anteil an aufgearbeiteter Molasse.

Die postglazialen Aareschotter schliesslich bilden den eigentlichen Hauptgrundwasserleiter des Seelandes. Die lithologische Beschreibung dieser Schotter wird im Kapitel 4.2 detailliert behandelt.

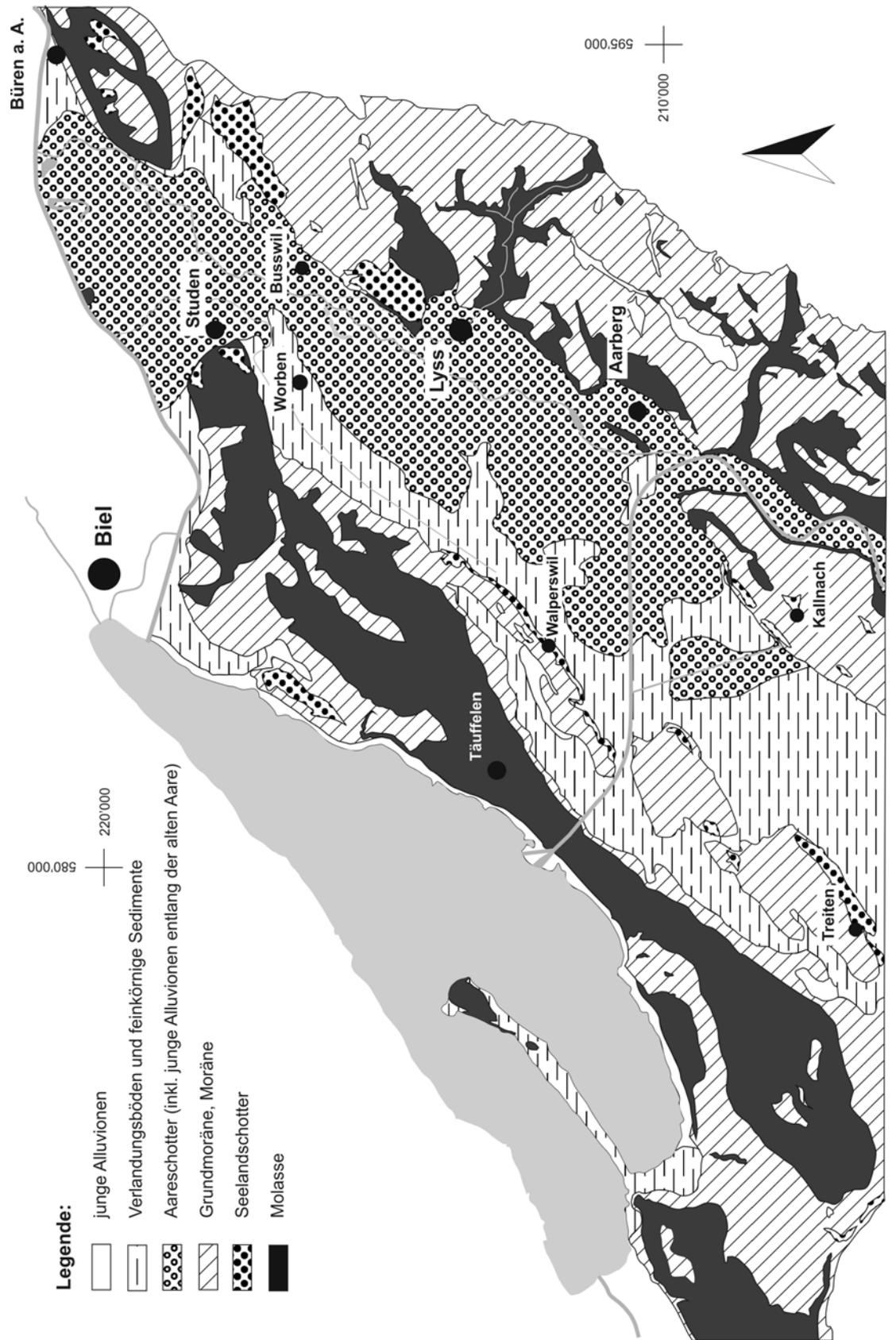
2.3 Rohstoffgewinnung

Den Torf im Grossen Moos baute man im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts für Heizzwecke ab. Der Sandstein der Molasse kam als Mühlstein und als Baustein zur Verwendung. Doch die bedeutendste geologische Rohstoffgewinnung im Seeland stellt der Kiesabbau dar. Der Hauptabbau fand in den 60er und 70er Jahren statt. Alleine in der Talebene wurden an bis zu 45 Standorten Aareschotter ausgebaggert. Die Gruben reichten teils bis unter den Grundwasserspiegel. Dieser so genannte Nassabbau wurde mit der Inkraftsetzung des Gewässerschutzgesetzes von 1991 verboten. Heute sind aber alle diese Gruben weitgehend verfüllt. Noch aktive Kiesgruben, in denen Seelandschotter abgetragen werden, finden sich im Bereich der umliegenden Hügelzonen. Es sind dies die Gruben Chrützwald/Gräntschel bei Lyss, Oberfeld und Uf der Höchi bei Finsterhennen, Bir länge Stude bei Ins, Girisberg bei Siselen, Rüti und Oberfeld/Oberholz bei Treiten und Beich und Mättehölzli bei Walperswil.

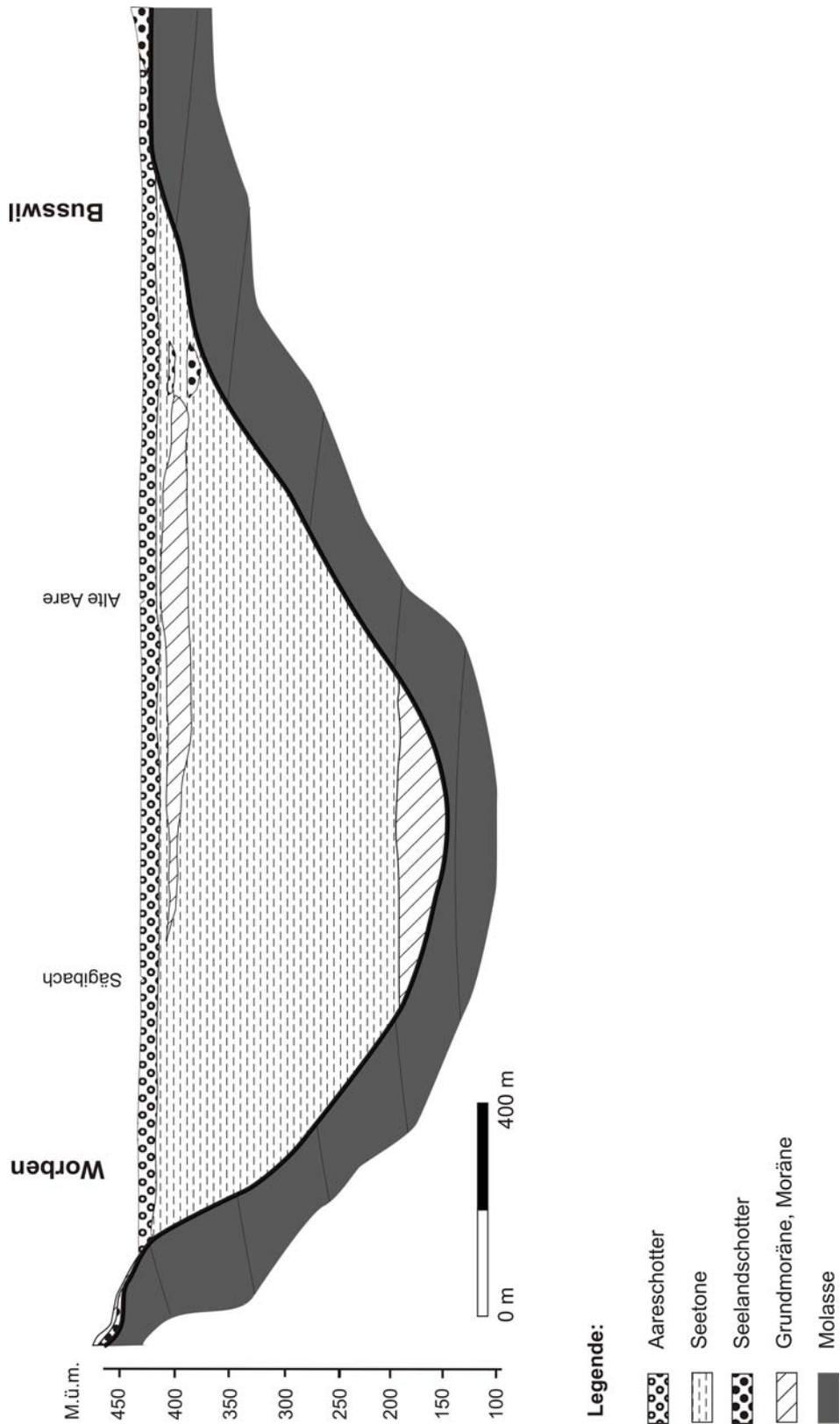
Anfang der 80er Jahre sorgte eine Ölprospektionsbohrung in Hermrigen für Schlagzeilen. Die auf 2'200 m vorangetriebene Schrägbohrung stiess jedoch auf kein abbauwürdiges Erdölvorkommen, auch eine geothermische Nutzung kam nicht in Betracht.

2.4 Interessante geologische Aufschlüsse und Findlinge

Lokalität	Kurzbeschreibung	Koordinaten
Schaltenrain ob Brüttelen	Aufschluss am Wegrand: Grenze zwischen Oberer Meeresmolasse (OMM) und Unterer Süsswassermolasse (USM). Von Interesse ist der harte Untere Muschelsandstein mit Muschelbruchstücken und kristallinen Geröllen.	577'640 / 208'550
Schaltenrain und Uf de Flue bei Brüttelen	Verschiedene kleine verlassene Steinbrüche mit Sandsteinen und konglomeratischen Horizonten. Fossilien: Haifischzähne, Muscheln und Echinodermereste.	576'750 / 206'950 577'950 / 208'725
Jäissberg (Jensberg): Chnebelburg	Bekannte Fundstelle für Haifischzähne aus der Oberen Meeresmolasse.	587'025 / 217'325 (Grat zwischen P. 610.3 und P. 583)
Dotzigberg - Städtiberg	Unterer Muschelsandstein (Basis der OMM) und grauer Sandstein.	594'150 / 219'150
Dotzigberg - Städtiberg	Schalenstein: Hornblendegranit-Findling mit 40 Schalen.	593'939/219'390
Ins	«Blutstein»: Es wird berichtet, dass an ihm das Blut des 851 daselbst ermordeten Bischof David von Lausanne klebe und immer noch zu sehen sei. Die rote Farbe ist allerdings natürlichen Ursprungs: Der Findling stammt aus dem Aiguilles Rouges Massiv und weist stellenweise eine rote Gesteinsfärbung auf.	574'929 / 206'026



Figur 1 Geologische Übersicht (M = 1 : 100'000)



Figur 2 Geologisches Querprofil

3 Die Juragewässerkorrektion

Die Juragewässerkorrektion ist der grösste menschliche Eingriff des 19. und 20. Jahrhunderts in eine Schweizer Naturlandschaft. Etwa 400 km² Feuchtgebiete wurden in Kulturland umgewandelt. Bis die Gewässerkorrektion Wirkung zeigte, war die heutige Drei-Seen-Region von Moor-, Sumpf- und Auenlandschaften geprägt. Das Gebiet wurde seit dem 14. Jahrhundert immer wieder von Überschwemmungen heimgesucht. Bei ausserordentlichen Hochwassern kam es vor, dass sich der Neuenburger-, Murten- und Bielersee zu einem einzigen See vereinigten und somit weite Flächen des Seelandes überschwemmten. Die Aare, welche viel Geschiebe transportierte, schüttete von Aarberg aus einen riesigen bis Büren reichenden Schuttfächer. Dieser staute die untere Zihl im Bereich «Einmündung Aare» auf, was zu einem Rückstau bis in den Bielersee führte.

Der historische Höchststand wurde mit dem Hochwasser von 1651 erreicht, als sich die ausufernde Aare oberhalb von Solothurn mit dem Bielersee zu einem grossen See verband. Infolge dieser katastrophalen Überschwemmung wurden ab 1652 umfassende und präventive Massnahmen geplant.

Von 1652 bis 1842 entstanden zahlreiche Projekte zur Sicherung des Seelandes. Sie erwogen örtliche Ausräumungen an den Seeausläufen, die Versetzung der Zihleinmündung in die Aare flussabwärts, bis zur Umleitung der Aare in den Bieler- oder Neuenburgersee. Mangelnde Gelder, fehlende politische Einsichten und Diskrepanzen führten dazu, dass sich das La Nicca-Projekt «Umleitung der Aare in den Bielersee» erst 1867, das heisst 25 Jahre nach Vorliegen des Projektes, per Bundesbeschluss durchsetzte.

Das Projekt umfasste im Wesentlichen:

- die Umleitung der Aare durch den Hagneck-Kanal in den Bielersee,
- die Ableitung des Bielersee-Wassers durch den neu geschaffenen Nidau-Büren-Kanal,
- Korrektion der Broye zwischen Murten- und Neuenburgersee und der Zihl zwischen Neuenburger- und Bielersee.

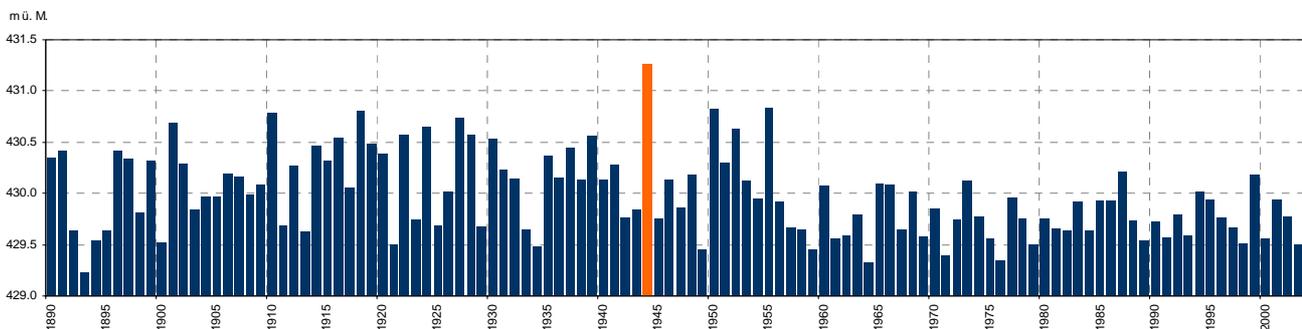
1868 begannen die Bauarbeiten für die erste Juragewässerkorrektion. Die Umleitung der Kander in den Thunersee (1714) hatte gelehrt, dass zuvor ein funktions-tüchtiger Seeabfluss bewerkstelligt werden muss, um eine Ausuferung des Sees sowie des Flusses zu vermeiden. Als erstes wurde also der Bau des Nidau-Büren-Kanals in Angriff genommen, um den Abfluss des Bielersees zu erhöhen. Die erzielte Absenkung des Seespiegels ermöglichte den Bau des Hagneck-Kanals. Dieser erwies sich aber als «pièce de résistance», da der Durchstich zum See 900 m durch die Molasse führte und eine Tiefe von bis zu 34 m erreichen musste. Vom ehemaligen Flusslauf der Aare blieb letztlich ein ca. 10 m breites Gerinne übrig, heute als „Alte Aare“ bezeichnet. Die offizielle Abnahme der fertig gestellten Flussbauten erfolgte für den Hagneck-Kanal 1886 und für den Nidau-Büren-Kanal 1891.

Die Sanierung beziehungsweise Entsumpfung der Moore und Ebenen blieb Sache der Kantone. Nachdem die Tieferlegung der Seespiegel geglückt war, erfolgte im Rahmen der Binnenkorrektion die Entwässerung des Bodens zur Gewinnung von

Kulturland. Im Wesentlichen bestand die Binnenkorrektion darin, im «Grossen Moos» ein Kanalnetz anzulegen. Das zu entsumpfende Moosgebiet umfasste 5468 Hektaren.

Die Absenkung des Grundwasserspiegels und die Umwandlung der torfigen Böden in mineralische Böden hatte Setzungen zur Folge. Das Absacken des Terrains führte wieder vermehrt zu Überschwemmungen. Verheerend waren die Katastrophengewässer von 1910 und allem voran von 1944. Eine zweite Juragewässerkorrektion (1962-1973) war nötig, um zusätzliche Massnahmen zur Sicherung des Seelandes zu treffen. Immer noch führte die Aare viel Geschiebe mit sich. Die Ausbaggerung des Flussbettes von Büren a.A. bis Solothurn und die Einrichtung eines Geschiebefangs an der Emmemündung sollten Abhilfe schaffen. Durch die zusätzliche Verbreiterung des Broye- und Zihlkansals wurde ein Einheitssee angestrebt, welcher vor allem dank der grossen Fläche des Neuenburgersees bei Hochwassern ausgleichend wirkt. In die Zeit der zweiten Juragewässerkorrektion fällt auch der Bau des Wasserkraftwerkes Aarberg (1967/1968), welche eine Tieferlegung der Hagneck-Kanal-Sohle erforderte. Der Kanalspiegel wurde dadurch um 2 bis 4 m abgesenkt, was wiederum eine Absenkung des Grundwasserspiegels im Dezimeterbereich und vor allem einen Rückgang der Uferinfiltrationen zur Folge hatte. Im Zuge der Wasserkraftnutzung galt es auch, den Mindestabfluss der Alten Aare zu regeln: Das Bett der Alten Aare - der ursprüngliche Aareverlauf vor der ersten Juragewässerkorrektion - muss mit Pflichtwasser von 3.5 m³/s versorgt werden. Die Ableitung befindet sich im Oberwasser des Kraftwerks Aarberg.

Im Sommer 1973 war das Korrektionswerk technisch vollendet. Seitdem gab es im Bereich der betroffenen Gewässer keine nennenswerten Überschwemmungen und Versumpfungen mehr.



Figur 3 Jahreshöchststände des Bielersees 1890 – 2003

3.1 Meliorationen

Ab ca. 1970 wurden in den verschiedenen Gemeinden des Seelandes ergänzende Meliorationen vorgenommen. Teils geschah dies innerhalb einzelner Gemeinden oder aber mehrere Gemeinden taten sich zusammen, um ein gemeinsames und übergreifendes Projekt zu erarbeiten.

Die Gesamtmeliorationen betrafen vor allem die Entwässerung und Sicherung weiteren Kulturlandes durch den Bau weit verzweigter Drainageleitungen sowie den Wegbau, damit die neu nutzbaren Felder auch zu erreichen waren.

Ein wichtiger Schritt zur Ausscheidung drainagebedürftiger Gebiete liegt in der Bonitierung. Dabei handelt es sich um die Detailbewertung des Landes im Meliorationsgebiet. Anhand von ausgewählten Bodenprofilstandorten erfolgt eine bodenkundliche Beurteilung und Klassierung.

Unter Zuhilfenahme der erstellten Bodenkarten konnte mit der Projektierung der Drainagesysteme begonnen werden. Der Bau von Hauptleitungen, welche als Vorfluter wirken, war die Voraussetzung zur Erstellung der Detaildrainagen. Hauptleitungen früherer Meliorationen aus der zweiten Juragewässerkorrektion wurden in die Entwässerungsprojekte miteinbezogen. Gemeinden, welche solche als Abwasserkanal nutzten, mussten eine gemeindeeigene Kanalisation erstellen. Somit war die Trennung von Schmutz- und Meteorwasser endgültig gesichert und die bestehenden Vorfluterleitungen wurden wieder ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung zugeführt.

Das Verlegen der einzelnen Drainageleitungen war zum Teil ein mühseliges Unterfangen, da es in der Bauphase immer wieder zu Einsprachen verschiedener Gemeinden und Landwirte kam. Die Beanspruchung des Kulturlandes während der Bauarbeiten war eine ungerne Nebenwirkung der Gesamtmeliorationen.

4 Charakterisierung des Grundwasservorkommens

4.1 Strömungsverhältnisse im Überblick

Hydraulisch betrachtet beginnt der Grundwasserstrom Seeland unmittelbar südlich von Aarberg, beim «Profilzufluss Niederried». An dieser Stelle ergiesst sich das entlang der Aare fliessende beziehungsweise den Fluss unterströmende Grundwasser ins Seeland. Schon hier manifestiert sich die Aufteilung in einen Nord- und einen Südstrom, eine Trennung, die durch den Ost-West verlaufenden Hagneck-Kanal und dessen Wechselwirkung zum Grundwasser noch verdeutlicht wird. Der Kanal bildet eine hydraulische Barriere.

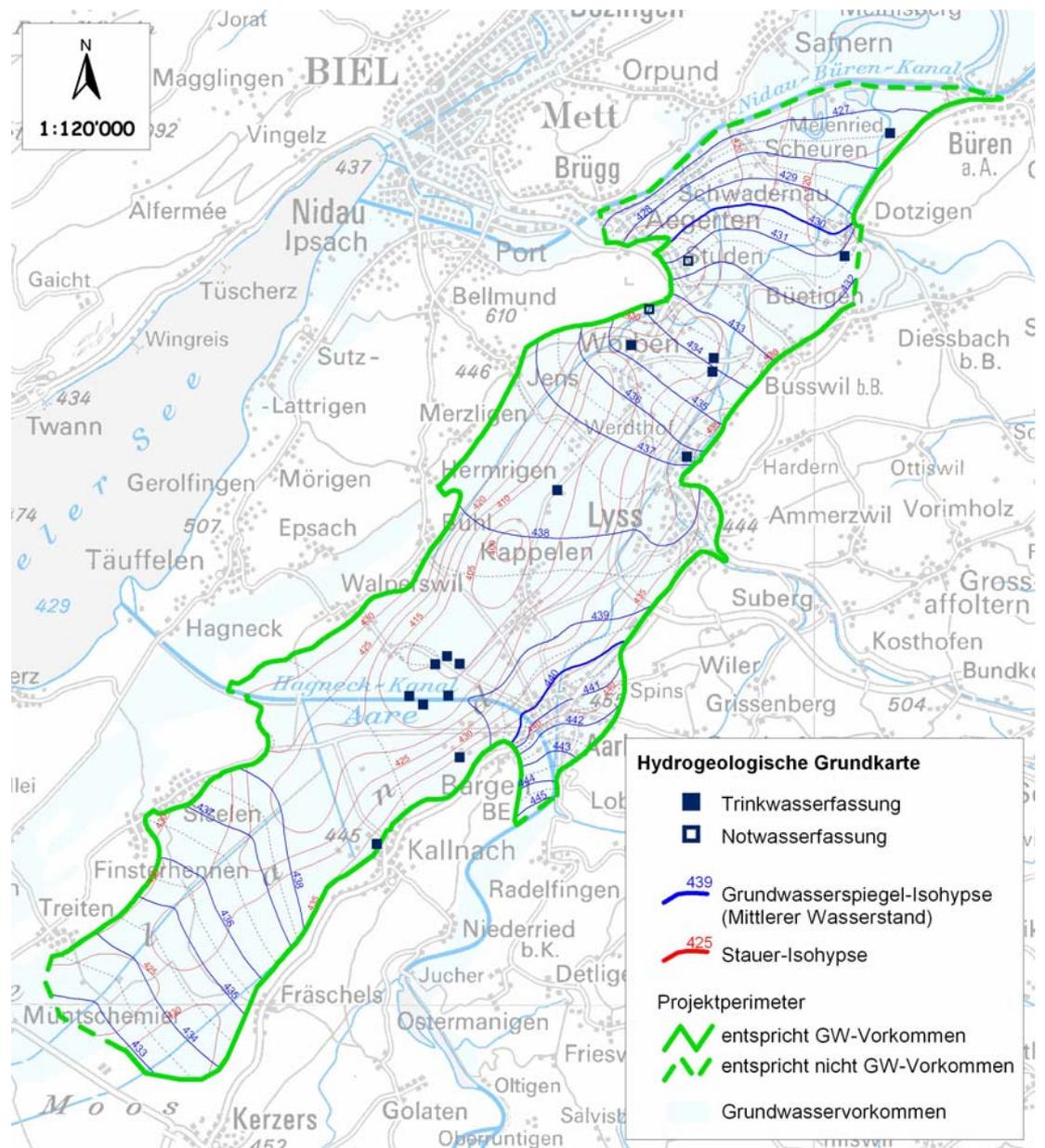
Die Isohypsen des mittleren Grundwasserspiegels sind in Figur 4 dargestellt.

Grundwasserstrom Nord:

Das beim «Profilzufluss Niederried» zuströmende und am rechten Hagneck-Kanal-Ufer infiltrierende Wasser fliesst grossräumig betrachtet in nordöstliche Richtung, d.h. mehr oder weniger parallel zum Verlauf der Alten Aare und ergiesst sich schliesslich in den Nidau-Büren-Kanal. Die Grundwasserexfiltration in den Nidau-Büren-Kanal erfolgt grösstenteils im Sohlenbereich, also nicht in Form von sichtbaren Uferquellen. Entlang dieser 13 km langen Fliessstrecke wird das Grundwasser zusätzlich durch vertikal versickerndes Meteorwasser, seitlich aus den umliegenden Hügelzonen zufließendes Hangwasser und durch Infiltrationen der Alten Aare und des Lyssbachs gespeist. Wegflüsse ergeben sich durch die zahlreichen Entnahmehäuser (Trinkwasserfassungen, Brauchwasserfassungen sowie Entnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung) und durch Exfiltrationen in den Binnenkanal-Sägibach, in den Mühlebach und in den unteren Abschnitt der Alten Aare. Eine besondere hydraulische Situation ist beim Hagneck-Kanal festzustellen: Der obere Teil wirkt immer infiltrativ, im untersten Teilstück exfiltriert das Grundwasser aber wieder in den Kanal zurück. Details dazu sind in Kapitel 6.2 angegeben. Eine grundwasserfreie „Insel“ befindet sich beim Städtchen Aarberg: Hier reicht der Molassefels bis an die Oberfläche und der Felsriegel wird beidseitig vom Grundwasser umströmt.

Grundwasserstrom Süd:

Auch der südliche Teilstrom findet seinen Anfang beim «Profilzufluss Niederried» und in den Infiltrationen des oberen, linksufrigen Kanalbereichs. Im Raum Weidmoos exfiltriert eine kleinere Menge an Grundwasser wiederum zurück in den Hagneck-Kanal. Auf dem Fliessweg Richtung Grosses Moos, d.h. Richtung Südwesten, kommen weitere Alimentationen durch versickerndes Niederschlagswasser und seitlich zufließendes Hangwassers hinzu. Der Unterwasserkanal wirkt – je nach Wasserstand – zeitweise infiltrativ, zeitweise drainierend. Doch je weiter stromabwärts, desto mehr ist den zahlreichen Kanälen, allem voran dem Hauptkanal, eine in erster Linie drainierende Wirkung zuzuschreiben: Das Grundwasser wird den Entwässerungsgräben zugelenkt und exfiltriert in diese. Weitere Grundwasser-Wegflüsse sind der anthropogenen Nutzung zuzuschreiben (Trink- und Brauchwasserfassungen, landwirtschaftliche Bewässerung).



Figur 4 Hydrogeologische Grundkarte

4.2 Hauptgrundwasserleiter

Lithologie:

Das Grundwasser zirkuliert vornehmlich in den Aareschottern (vgl. Kapitel 2.1). Eine intensive Wechsellagerung von sauberen gut sortierten und gerundeten Kiesen zu sandigen bis stark siltig – sandigen Kiesen prägen den lithologischen Aufbau dieses Schottervorkommens. Bezeichnenderweise treten bei diesem von Aarberg aus geschütteten alluvialen Schutfächersystem Faziesverzahnungen sowohl vertikal als auch horizontal bzw. in Schüttungsrichtung auf. Feinkörnige Sedimente aus niedrigerenergetischen Überschwemmungsebenen und grobkörnige Kiese aus hochenergetischen Fließrinnen können somit nebeneinander oder übereinander zu liegen kommen. Die alluvialen Aareschotter lassen sich deshalb nur schwerlich als einheitlicher Grundwasserleiter betrachten, da die variierende Zusammensetzung des Untergrundes eine heterogene Durchlässigkeitsverteilung zur Folge hat. Der nachfolgend dargelegte Aufbau der Aareschotter versteht sich somit als Vereinfachung:

- Die vom Raum Aarberg ausgehenden Schüttungen führten in der Initialphase vorwiegend zu feinkörnigen respektive sandigen Ablagerungen die erst mit zunehmender Schüttungsintensität in grobkörnige Sedimente übergehen. In zahlreichen Bohrungen ist denn auch folgende Sequenz zu beobachten: Unterhalb der Deckschicht folgen sehr gut durchlässige, saubere, sandige Kiese (nahe des Schüttungszentrums auch mit vielen Steinen und Blöcken vermengt). Diese gehen gegen die Tiefe in stark sandige Fein- bis Mittelkiese und kiesige Sande über. Den basalen Abschluss der Schotter bilden meist siltige Feinsande.
- Mit zunehmender Entfernung zum Schüttungszentrum nimmt der Anteil an grobkörnigen Ablagerungen ab. Im Südteil treten saubere Kiese mit grosser Durchlässigkeit noch etwa bis zur Profillinie Finsterhennen – Fräschels auf, weiter stromabwärts geht der Kiesanteil sukzessive zurück, bis schliesslich im Grossen Moos südlich Müntschemier praktisch nur noch siltige Feinsande auftreten. Im Nordteil erstrecken sich die grobkörnigen, sehr gut durchlässigen Ablagerungen bis auf die Höhe Studen-Busswil. Weiter stromabwärts ziehen diese als Rinnenstruktur entlang des Verlaufs der Alten Aare weiter. Seitlich dieser Rinnenstruktur beziehungsweise in den Randbereichen des Grundwasserstroms treten zwar immer noch Kiese auf, allerdings mit höherem Silt- und Feinsandanteil.

Mächtigkeiten:

Im Nordstrom liegen über weite Gebiete Mächtigkeiten von 20 bis 30 m vor. Randlich und stromabwärts der Linie Studen-Dotzigen nimmt die Aquifermächtigkeit stetig ab. Im Südstrom beschränkt sich das Gebiet mit grossen Mächtigkeiten von über 20 m auf den zentralen Aquiferbereich nahe des Hagneck-Kanals.

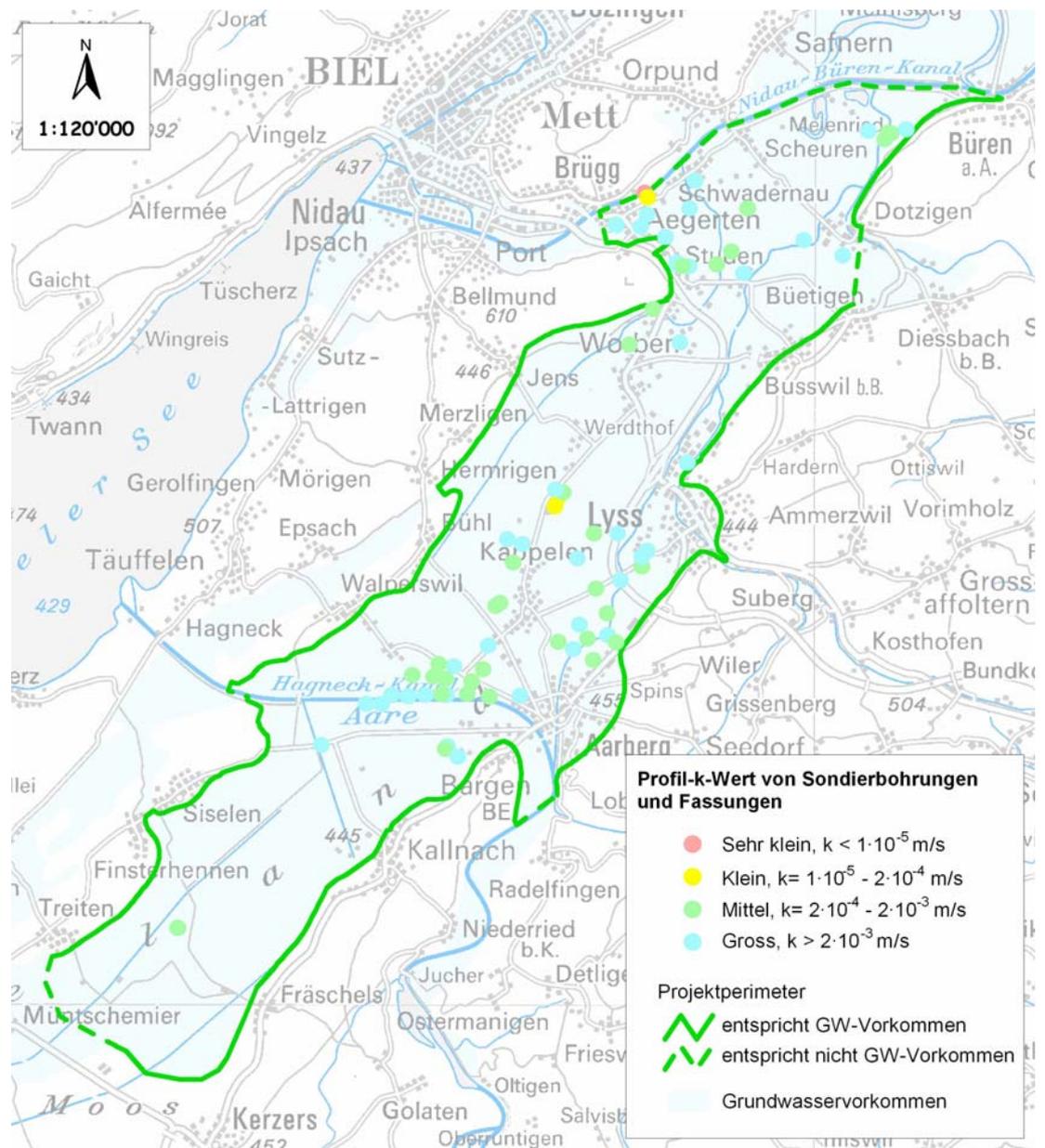
Flurabstand und Grundwasserüberdeckung:

Das Seeland zählt zu den Grundwasservorkommen mit relativ geringer Grundwasserüberdeckung. Nur beidseitig des Hagneck-Kanals, das heisst im Raum Barga-Aarberg-Kappelen, beträgt sie mehr als 4 m. Ansonsten dominieren mittlere Flurabstände von 1 bis 4 m. In den Gebieten mit den kleinsten Flurabständen (Grosses Moos im Südteil und Raum Worben-Studen im Nordteil) sind denn auch die drainierenden Exfiltrationsbäche und Kanäle vorzufinden.

Wie aus der geologischen Übersichtskarte in Figur 1 hervorgeht, ist vor allem im Südteil die Grundwasserüberdeckung durch Verlandungsböden und andere feinkörnige Ablagerungen ausgebildet. Im Nordteil beschränkt sich eine flächenhafte, feinkörnige Überdeckung auf die nordwestlichen Randgebiete. Aufgrund der geringen Sickerkapazität ist diesen Ablagerungen zwar eine gewisse Schutzwirkung zuzuschreiben, wegen des Gehaltes an organischem Material – zum Teil handelt es sich um reine Torfböden – überwiegen aber die nachteiligen Auswirkungen: Der Abbau organischer Substanz führt im unterströmenden Grundwasser zu Sauerstoffarmut.

Durchlässigkeiten:

Die Aareschotter weisen mittlere bis grosse Durchlässigkeiten auf. Der durchschnittliche k-Wert beträgt $5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Figur 5 verdeutlicht dessen räumliche Variabilität.



Figur 5 Profil-k-Werte von Sondierbohrungen und Fassungen

Stauer:

Der oben beschriebene Grundaufbau der Aareschotter macht deutlich, dass die Festlegung des Grundwasserstauers einen gewissen Interpretationsspielraum offen lässt: Teils fungieren die die Schotter unterlagernden Moränen, Seetone sowie bei Lyss und Aarberg auch die Molasse als Stauer, in weiten Teilen aber die basalen Feinablagerungen der Aareschotter. Die Stauerisohypsen sind in Figur 4 dargestellt.

4.3 Mit numerischen Grundwassermodellen bearbeitete Gebiete

Das Grundwasservorkommen Seeland ist für Modellierer von besonderer historischer Bedeutung: Von diesem Gebiet wurde unter der Leitung von Dr. J. Trösch das erste regionale Strömungsmodell der Schweiz erstellt. Die hydrogeologische Erkundung des Seelandes - allem voran durch das WEA aber auch durch das Centre d'Hydrogéologie der Universität Neuenburg (CHYN) vorangetrieben - lieferte fortlaufend neue Erkenntnisse. Diese bildeten die Grundlagen für weitere Modellbearbeitungen.

Trösch, J. (1975)	Instationäres Strömungsmodell des nördlichen Grundwasserstroms und eines Teils des südlichen Stroms. Berücksichtigter Zeitraum 1970 und 1972.
Kellerhals+Haefeli AG (1992/1993)	Stationäres Strömungsmodell des Fassungsgebietes Gimmiz. Simulation der Auswirkungen zusätzlicher Entnahmen neuer Brunnen.
WEA (1998)	Instationäres Strömungs- und Stofftransportmodell. Berücksichtigter Zeitraum 1991 – 1993. Umfasst sowohl den Nord- als auch den Südstrom. Erstmalige Eichung eines regionalen Modells in der Schweiz nach der inversen Modellierung, bei der nicht nur Potentialhöhen sondern auch Zu- und Wegflüsse automatisch optimiert wurden.
Jordan, P. (2000)	Instationäres Strömungsmodell des Nordteils (wobei die Alte Aare den östlichen Modellrand darstellt). Berücksichtigter Zeitraum 1992 bis 1993. Berechnung des Zuströmbereichs für die Fassung SWG Worben.
GSA (2000)	Lokales Strömungs- und Stofftransportmodell im Bereich der ehemaligen Deponien und Sickerteiche der Zuckerfabrik Aarberg.

Die Grundwassermodelle trugen wesentlich zum Verständnis der hydraulischen und hydrochemischen Verhältnisse im Seeland bei. Vor allem die komplexen Strömungsverhältnisse im Bereich des Hagneck-Kanals konnten durch die Modelle nachgebildet bzw. verifiziert werden.

5 Schwankungsverhalten des Grundwassers und Extremwasserstände

5.1 Grundwassermessstationen im Überblick

In Figur 8 sind die im Raum Seeland gelegenen hydrometrischen Stationen aufgeführt. Das Seeland weist eine hohe Dichte an Grundwasserbeobachtungsstellen auf. Die Zeitreihen reichen vielfach bis ins Jahr 1976 zurück. Insgesamt befinden sich im eigentlichen Untersuchungsgebiet 14 WEA-Pegel, 3 weitere in unmittelbarer Nachbarschaft.

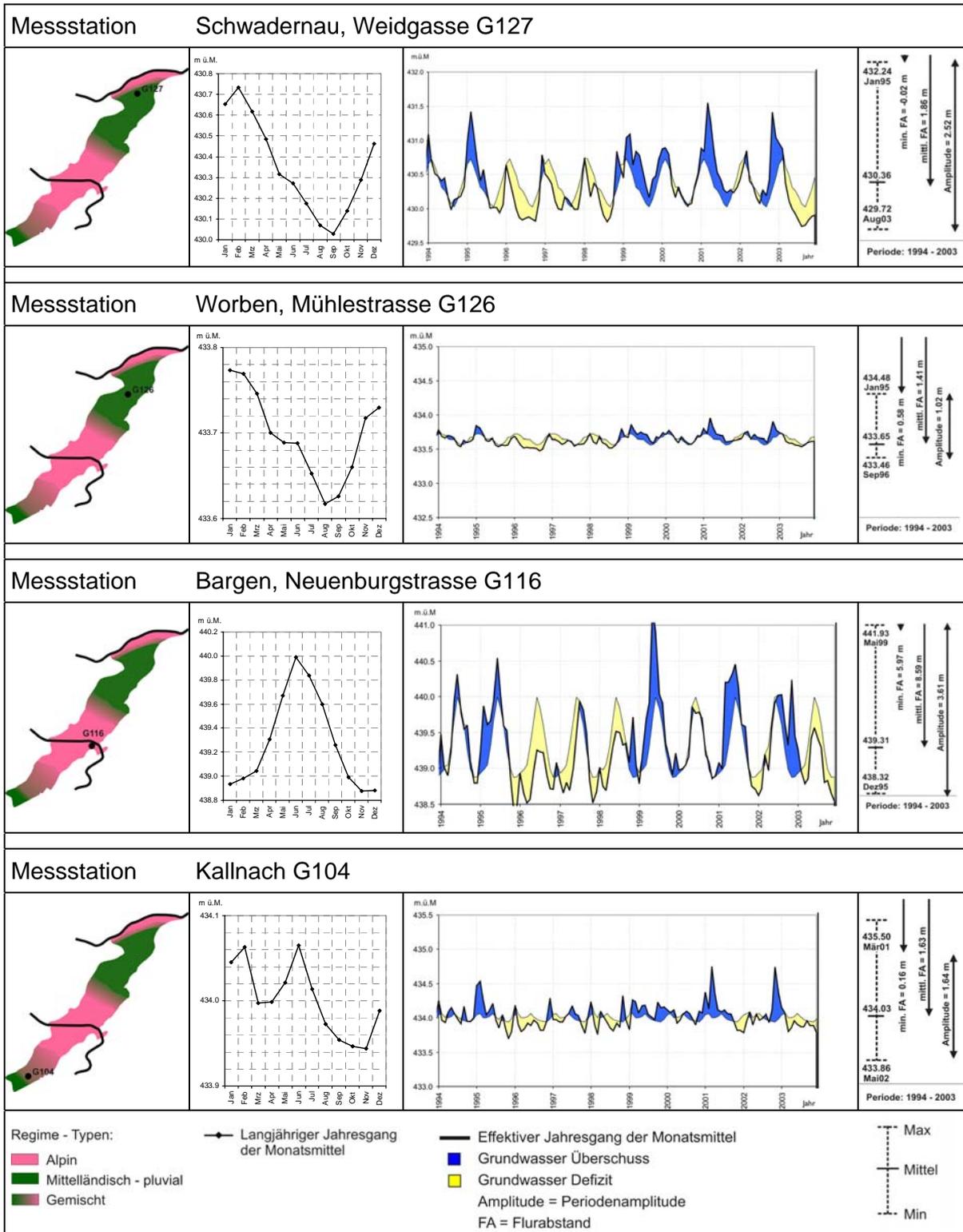
5.2 Charakterisierung der Regimes

Der charakteristische Jahresgang beruht auf der Aufzeichnung der langjährigen Monatsmittel. Das Schwankungsverhalten des Grundwassers im Berner Seeland ist von zwei Hauptregime-Typen und dem entsprechenden Mischregime geprägt:

Importiertes alpines Regime:	Höchststand in den Sommermonaten Juni bis August.
Mittelländisch-pluviales Regime:	Höchststand in den Wintermonaten Januar und Februar.
Mischregime:	Höchststände sowohl in den Sommermonaten Juni bis August als auch in den Wintermonaten Januar und Februar.

Das importierte alpine Regime ist auf den Einfluss der mit dem Grundwasser in Wechselwirkung stehenden Gewässer, namentlich des Aare-Hagneck-Kanals und des Nidau-Büren-Kanals zurückzuführen. Bei den Stationen mit dominierendem mittelländisch-pluvialen Charakter tragen vor allem die Winterniederschläge massgebend zur Grundwasserneubildung bei. Die Sommerniederschläge führen in der Regel nur zu unwesentlichen Anstiegen des Grundwasserspiegels, denn ein Grossteil des Regenwassers wird durch die Evapotranspiration wieder dem Boden entzogen.

Im Berner Seeland ist eine wechselnde Dominanz der Einflussfaktoren beobachtbar. Das alpine Regime des Aare-Hangeck-Kanals und des Nidau-Büren-Kanals widerspiegelt sich im Schwankungsverhalten der umliegenden Grundwasser-Messstationen. Je kleiner der Einfluss des Oberflächengewässers, desto mehr dominiert das mittelländisch-pluviale Regime. In Figur 6 sind die Zeitreihenauswertungen einiger repräsentativer Messstationen dargestellt.

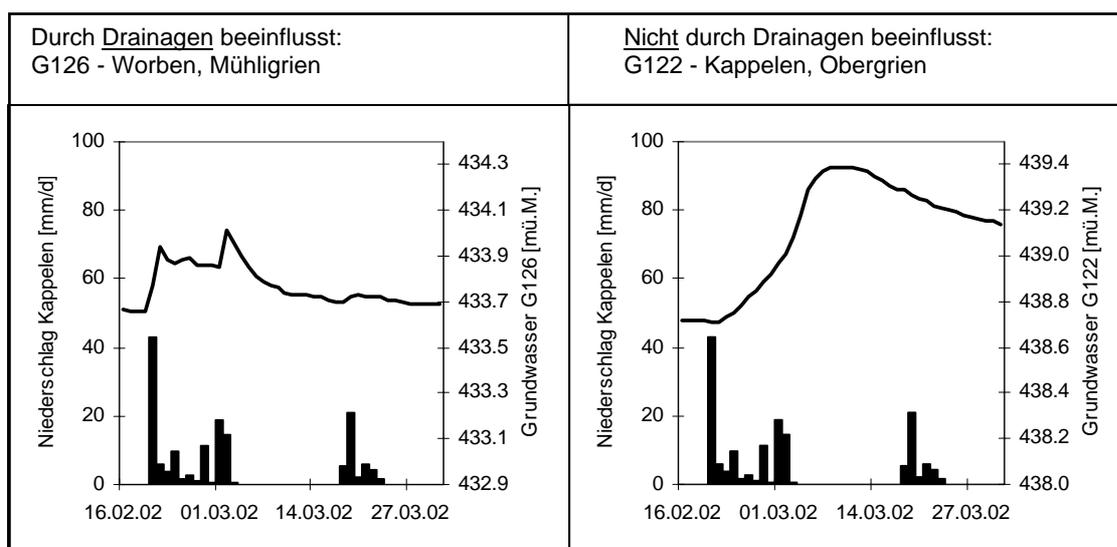


Figur 6 Darstellung repräsentativer Grundwasserganglinien

Das importierte alpine Regime prägt das Schwankungsverhalten des Grundwassers beidseitig des Hagneck-Kanals bis in eine Entfernung von ca. 4 km. Anschliessend tritt im Südteil bis praktisch an die Grenze des Untersuchungsperimeters eine Mischform mit sowohl Winter- als auch Sommerhöchstständen auf. Im Nordteil folgt ebenfalls diese Mischform, in der Region Lyss-Jens-Studen-Dotzigen ist dann aber praktisch ausschliesslich das mittelländisch-pluviale Regime mit seinen Höchstwasserständen im Januar und Februar auszumachen. Erst im Nahbereich des Nidau-Büren-Kanals wechselt der charakteristische Jahresgang wieder auf alpin.

5.3 Amplitude und Extremwasserstände

Der Schwankungsbereich der Grundwasserstände wird im Seeland hauptsächlich durch die zwei Faktoren Oberflächengewässer und Drainagen beeinflusst. Im Nahbereich des Hagneck-Kanals weisen die Messstationen Amplituden von rund 4 m auf. Mit zunehmender Entfernung vom Kanal machen sich die Meliorationsmassnahmen bemerkbar. Die Drainagen dämpfen das Schwankungsverhalten, d.h. die Amplitude wird kleiner und bewegt sich im Bereich von 2 bis 3 m. Stark drainierte Gebiete zeigen folgendes charakteristisches Reaktionsmuster: Bei Regenereignissen – vor allem bei Winterniederschlägen – steigt der Grundwasserspiegel sofort an und geht dann ziemlich rasch wieder auf die durch die Drainageleitungen „festgehaltene“ Kote zurück. Figur 7 veranschaulicht dieses Reaktionsverhalten.



Figur 7 Reaktionsverhalten der Grundwasserstände bei drainierten und nicht drainierten Gebieten.

In Tabelle 1 sind die Messstationen mit den dazugehörigen Extremwasserständen aufgeführt.

Station	Lokalität	Reg.	Daten ab	Schwankungsbereich		Datum der Extrema	
				Spitzen m ü.M.	Ampl. m	Minimum	Maximum
G101	Ins, Staatswald	g	01.01.1976	430.13 – 432.47	2.34	10.11.1976	10.02.1979
G104	Kallnach, Walperswilmoos	g	01.01.1976	433.34 – 435.50	2.16	12.12.1978	14.03.2001
G106	Kallnach, Büelmoos	g	01.01.1976	435.42 – 437.45	2.03	05.12.1978	10.02.1979
G107	Bargen, Neumoos	a	01.01.1976	437.46 – 439.45	1.99	08.12.1978	22.06.1987
G116	Bargen, Neuenburgstr.	a	01.01.1976	438.17 – 441.93	3.76	22.12.1985	21.05.1999
G117	Aarberg, Steinweg	a	01.03.1988	438.40 – 443.01	4.61	03.02.1992	15.05.1999
G118	Kappelen, Bieler Strasse	a	01.01.1976	437.80 – 440.62	2.82	19.12.1985	24.05.1999
G121	Jens, Moos	m	01.01.1976	436.59 – 439.02	2.43	17.07.1976	13.03.2001
G122	Kappelen, Obergrien	g	01.01.1976	437.80 – 440.59	2.79	25.10.1992	24.03.2001
G124	Lyss, Migros	m	01.01.1984	436.56 – 439.03	2.47	10.09.1992	13.03.2001
G125	Lyss, Sportzentrum ¹	m	01.01.1984	436.98 – 438.51	1.53	15.10.1992	08.02.1984
G126	Worben, Mühligrien	m	01.01.1976	433.15 – 434.48	1.33	09.08.1983	25.01.1995
G127	Schwadernau, Weidgass	m	01.01.1976	429.65 – 432.24	2.59	10.07.1976	28.01.1995
G129	Meienried	a	01.01.1976	426.58 – 428.69	2.11	13.12.1989	21.05.1999
M002	Kappelen ²	m	01.01.2002	437.73 – 438.37			

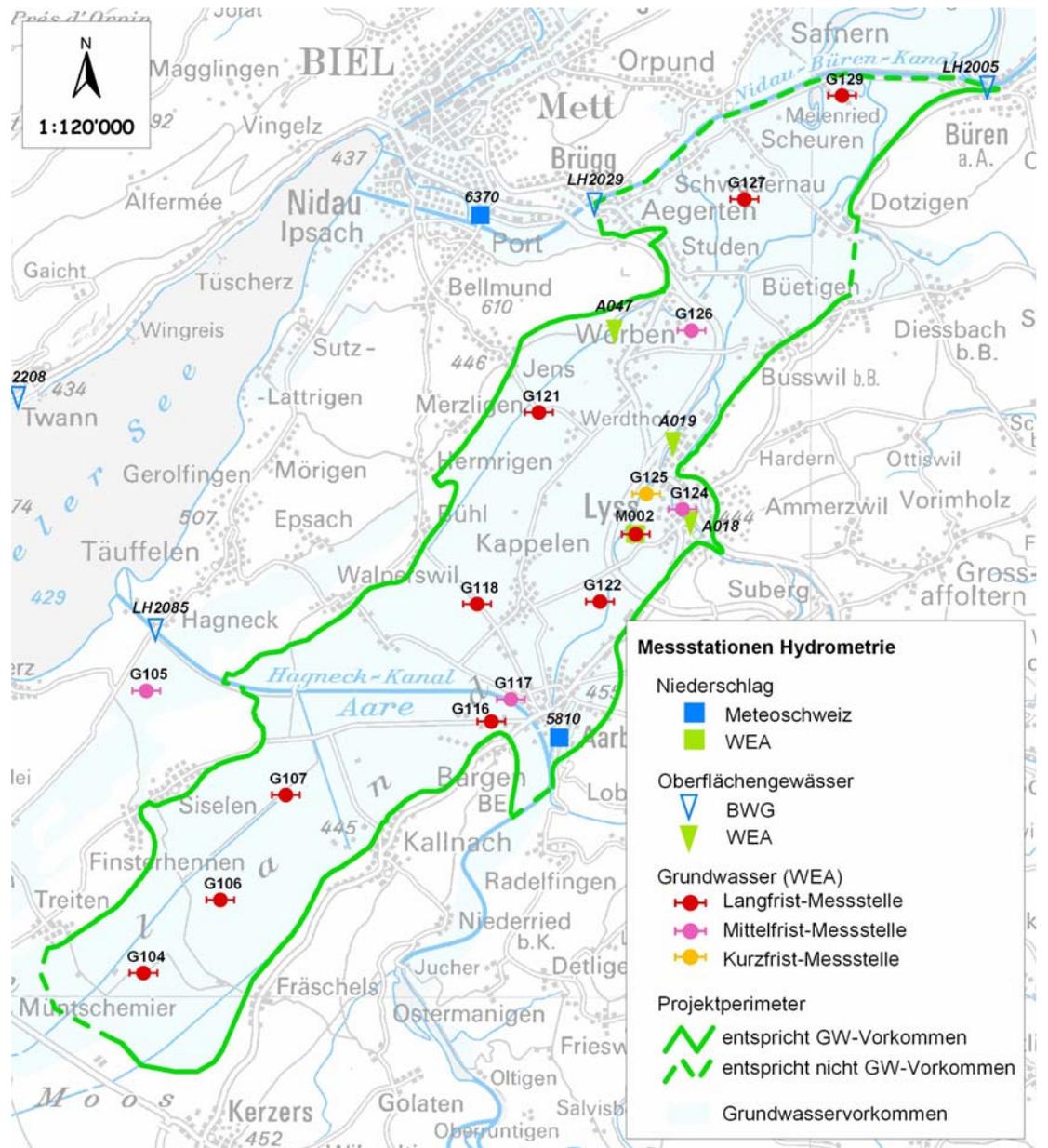
¹ Messreihe mit Unterbruch (1996 – 2002)
² Sehr kurze Messreihe; M002 = G286

Tabelle 1 Schwankungsbereich und Extremwasserstände der Grundwasser-Pegel im Seeland
 Erläuterungen: Die in Fettschrift angegebenen Stationen gehören zum Langfristmessnetz,
 die übrigen zum Kurz- und Mittelfristmessnetz
 Regime: a = alpin, m = mittelländisch-pluvial, g = gemischt.

Basierend auf den Messdaten seit frühestens 1976 sind folgende Extremwassersituationen festzuhalten:

- In den Grundwassergebieten mit importiertem alpinem Regime traten die Höchstwasserstände im Mai 1999 auf (Aare-Hochwasser, bei dem es vor allem in der Region Thun bis Bern zu Überschwemmungen kam).
- In Gebieten mit dominierendem mittelländisch-pluvialen Regime ist kein einzelnes „Höchstwasserjahr“ auszumachen. Je nach Lokalität wurden die Maximalstände in den Jahren 1984, 1995 und 2001 gemessen. Für diesen Regimetyp bezeichnend ist, dass die Spitzen jeweils im Winterhalbjahr auftreten (Januar bis März).

Die Minima treten bei Gebieten mit dominierendem alpinem Regime vorwiegend in den Wintermonaten Dezember bis Februar und bei den Gebieten mit mittelländisch-pluvialen Regime in den Monaten August bis Oktober auf. Über das gesamte Grundwasservorkommen betrachtet, wurden Tiefstwasserstände in unterschiedlichen Jahren gemessen. Zu beachten ist, dass die Niedrigwasserstände des überaus trockenen Jahres 2003 nicht das absolute Minimum darstellen.



Figur 8 Messtationen Hydrometrie (Stand 2004)

Typ	Ort, Gewässer	Station	Aktuelle Werte (www)
Niederschlag			
■	Meteoschweiz		
	Aarberg	5810	---
	Biel (inkl. Klimadaten)	6370	---
■	WEA		
	Ins, Werkhof	M001	---
	Kappelen/Lyss	M002	wwa
	Biel, Bözingen	M003	wwa
Oberflächengewässer: Wasserstände (P) und Abflüsse (Q)			
▽	BWG		
	Aare - Büren (P)	LH2005	---
	Aare - Brügg, Aegerten (P/Q)	LH2029	bafu, wwa
	Aare - Hagneck (P/Q)	LH2085	bafu, wwa
	Bieleree - Ligerz (P)	LH2208	bafu, wwa
▽	WEA		
	Alte Aare - Lyss (P/Q)	A019	---
	Lyssbach - Lyss (P/Q)	A018	---
	Sagibach - Worben (P/Q)	A047	---
Grundwasser			
●	WEA: Langzeitmessnetz		
	Kallnach, Walperswilmoos	G104	---
	Kallnach, Büelmooos	G106	---
	Bargen, Neumoos	G107	---
	Bargen, Neuenburgstr.	G116	---
	Kappelen, Bieler Strasse	G118	---
	Jens, Moos	G121	---
	Kappelen, Obergrien	G122	---
	Schwadernau, Weidgass	G127	wwa
	Meienried	G129	---
	Kappelen (1)	M002	wwa
●	WEA: Mittelfristmessnetz		
	Ins, Staatswald	G101	---
	Aarberg, Steinweg	G117	---
	Lyss, Migros	G124	---
	Worben, Mühligrän	G126	wwa
●	WEA: Kurzfristmessnetz		
	Lyss, Sportzentrum (2)	G125	wwa
(1)	Sehr kurze Messreihe		
(2)	Messreihe mit Unterbruch		
Internetadressen:			
wwa	www.bve.be.ch/wwa		
bafu	www.bafu.admin.ch		

Legende zu Figur 8

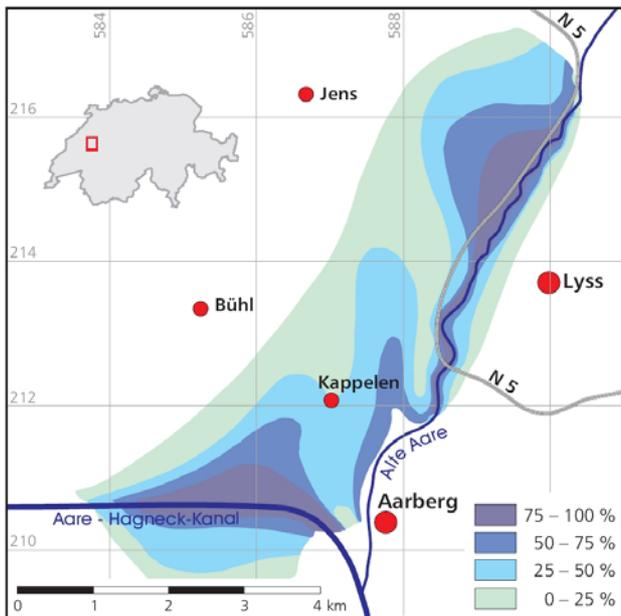
6 Interaktion Oberflächengewässer - Grundwasser

6.1 Die Funktion der Fließgewässer im Überblick

Das Grundwasservorkommen Seeland ist massgebend durch die Wechselwirkung mit Oberflächengewässern geprägt: Die Fließgewässer beeinflussen die Grundwasser-Fließrichtung und das Schwankungsverhalten. Auch bilden sie ein wesentliches Element in der Grundwasserbilanzierung. Bei Infiltrationsabschnitten macht sich der Einfluss von Fließgewässern zudem in der Beschaffenheit des Grundwassers bemerkbar.

In der Wasserbilanz des Grundwasservorkommens Seeland nehmen allem voran der Hagneck-Kanal, die Alte Aare und der Nidau-Büren-Kanal eine wichtige Rolle ein. Je nach Ort und Wasserstand infiltriert Flusswasser des Hagneck-Kanals in den Untergrund oder Grundwasser exfiltriert in diesen. Zudem übt der Kanal die Funktion einer hydraulischen Barriere aus: Er trennt das gesamte Grundwasservorkommen in einen Nord- und einen Südstrom. Die Alte Aare wirkt zwischen Aarberg und Lyss vorwiegend infiltrativ. Zwischen Lyss und der Einmündung in den Nidau-Büren-Kanal können je nach Wasserstand sowohl Infiltration als auch Exfiltration dominieren. Der Nidau-Büren-Kanal stellt den Vorfluter des nördlichen Grundwasserstroms dar. Das Grundwasser exfiltriert in diesen. Des Weiteren sind die zahlreichen Kanäle und Bäche zu erwähnen. Sie wirken in der Regel drainierend, ein beträchtlicher Grundwasseranteil exfiltriert in diese.

Von besonderem Interesse in Bezug auf die Wechselwirkung zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser ist die Bestimmung des Infiltrat-Anteils. Figur 9 fasst die Ergebnisse einer 1989 veröffentlichten Studie zusammen:



Figur 9 Infiltratanteil des Grundwassers gemäss WEA (1989).
Figur aus www.bafu.admin.ch

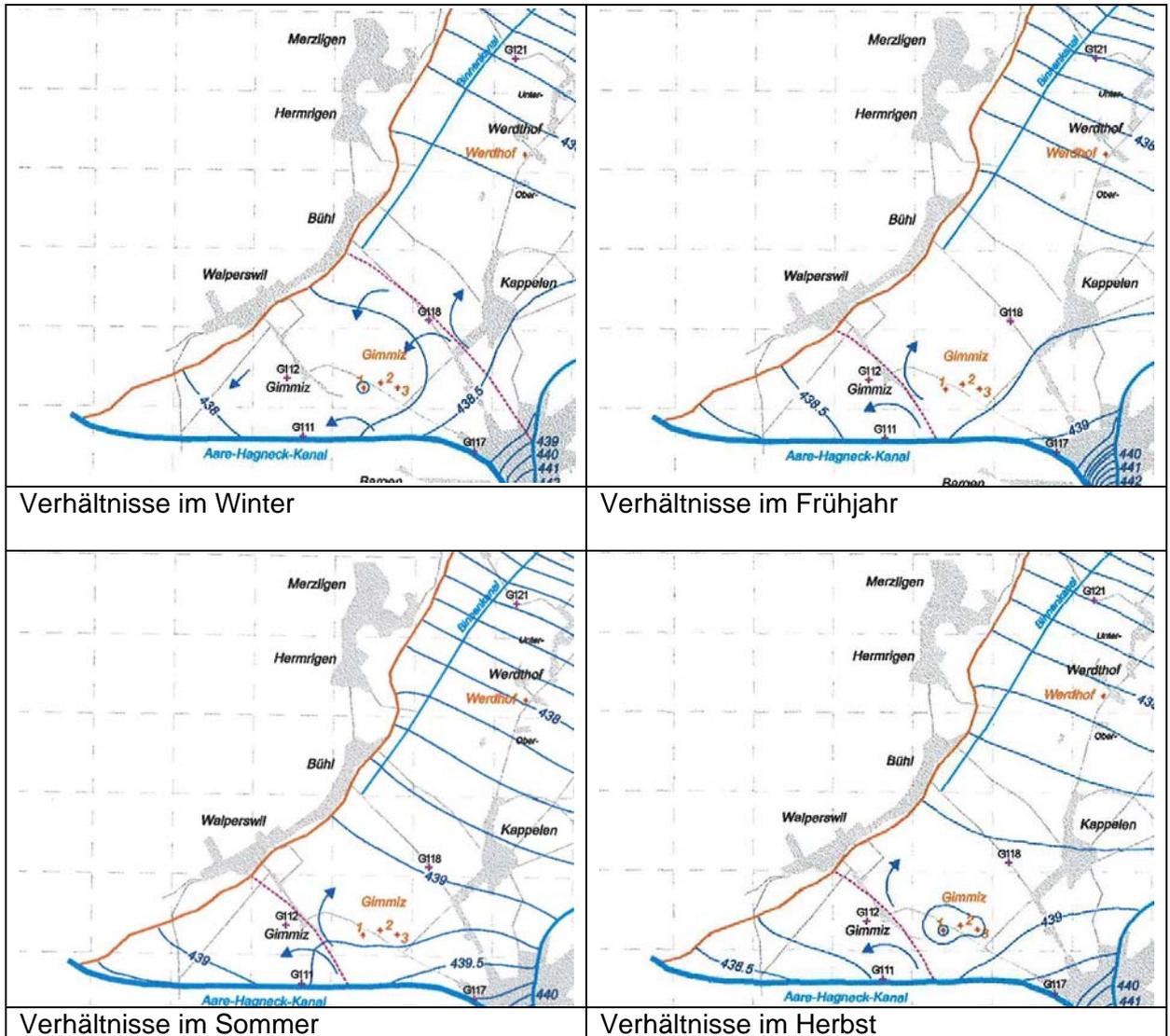
6.2 Der Hagneck-Kanal

Der 1878 eingeweihte Hagneck-Kanal gilt für das Seeland als Kernstück der ersten Juragewässerkorrektur. Dessen Sohle wurde in den Jahren 1967/1968 weiter abgesenkt, um die Leistung des Kraftwerkes Aarberg zu erhöhen. Die maximale Absenkung betrug 3.7 m und nahm gegen Westen kontinuierlich ab. Die Ausbaggerung hatte eine massgebende Auswirkung auf die Höhenlage des Grundwasserspiegels. Es war aber nicht nur die Kanalvertiefung für das Absinken des Grundwasserspiegels verantwortlich; die Binnenkorrektur und die Meliorationen wirkten sich ebenfalls aus.

Die jährliche Abflussmenge des Kanals beträgt im Mittel $178 \text{ m}^3/\text{s}$. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind trotz den mehrfachen Flussregulierungen ziemlich ausgeprägt. So variiert das Monatsmittel bei Hagneck zwischen 100 und $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Extremwerte (Tagesmittel) können jedoch $900 \text{ m}^3/\text{s}$ über- und $40 \text{ m}^3/\text{s}$ unterschreiten. Dementsprechend variiert der Flusswasserspiegel im relativ schmalen Kanalbett recht stark. Der Hagneck-Kanal weist ein alpines Abflussregime auf. Über die Periode der letzten 20 Jahre betrachtet, wird der Höchstwasserstand in der Regel im Sommermonat Juni, der Tiefstwasserstand im Wintermonat Februar erreicht. Ausgelöst durch die beträchtlichen Schwankungen des Wasserspiegels treten die höchsten Infiltrationsraten im Sommer auf, während in den Wintermonaten Dezember bis Februar mehr Grundwasser in den Kanal exfiltriert als von diesem in den Untergrund infiltriert.

Besonders gut dokumentiert sind die wechselnden Infiltrations- und Exfiltrationsverhältnisse im rechtsufrigen Bereich. Figur 10 zeigt, dass sich in Kanalnähe eine lokale Grundwasserscheide einstellt. Diese Trennung verläuft vom Hagneck-Kanal in nordwestliche Richtung und variiert in ihrer Lage je nach Wasserstand. Durch diese komplexe hydraulische Situation entstehen einerseits Kurzschlüsse, d.h. Kanalwasser infiltriert im Oberlauf in den Untergrund und exfiltriert weiter unten wieder zurück in den Kanal. Andererseits führen die Hin- und Herbewegungen der Grundwasserscheide dazu, dass Grundwasser im Raum Gimmiz-Bifang mehrmals die Fliessrich-

tung praktisch um 180 Grad wechselt und somit erst nach langer Verweildauer das lokale Fließsystem verlässt, d.h. entweder in den Kanal exfiltriert oder Richtung Nordost weiterströmt.



Figur 10 Wechselwirkung zwischen Hagneck-Kanal und Grundwasser.
Aus Jordan (2000).

Angesichts der hohen Abflussmengen des Aare-Hagneck-Kanals mit beträchtlichen Schwankungen können In- und Exfiltrationsraten nicht mittels Abflussmessungen ermittelt werden, denn die Messfehler würden die gesuchten Differenzbeträge übersteigen. Der Wasseraustausch zwischen Fluss- und Grundwasser lässt sich somit nur indirekt durch Grundwassermodelle oder mittels hydrochemischer Untersuchungen abschätzen. In mehreren Berichten sind entsprechende Untersuchungsergebnisse aufgeführt. Die wichtigsten Resultate sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Aare-Hagneck-Kanal				
Rechte Seite, Nordufer				
Quellennachweis	Datum	Wasserstand	Infiltration l/s	Exfiltration l/s
WEA (1988)	Ø 1986 - 1987		305	65
	02.06.1987	Sommerhochwasserstand	556	0
	13.01.1987	Winterniederwasserstand	84	56
WEA (1998)	Ø 1991 - 1993		123	57
	Juni / Juli 1993	Sommerhochwasserstand	300 - 310	10 - 20
	Januar 1993	Winterniederwasserstand	10 - 20	90 - 100
Jordan (2000)	Ø 1992 - 1993		235	148
	Juni / Juli 1993	Sommerhochwasserstand	300 - 400	70 - 100
	Januar 1993	Winterniederwasserstand	80 - 120	300 - 400
Linke Seite, Südufer				
WEA (1998)	1991 - 1993		100	34
	Juni / Juli 1993	Sommerhochwasserstand	250 - 290	0 - 10
	Januar 1993	Winterniederwasserstand	50	50

Tabelle 2 Hagneck-Kanal: Infiltrations- und Exfiltrationsangaben aus diversen Berichten

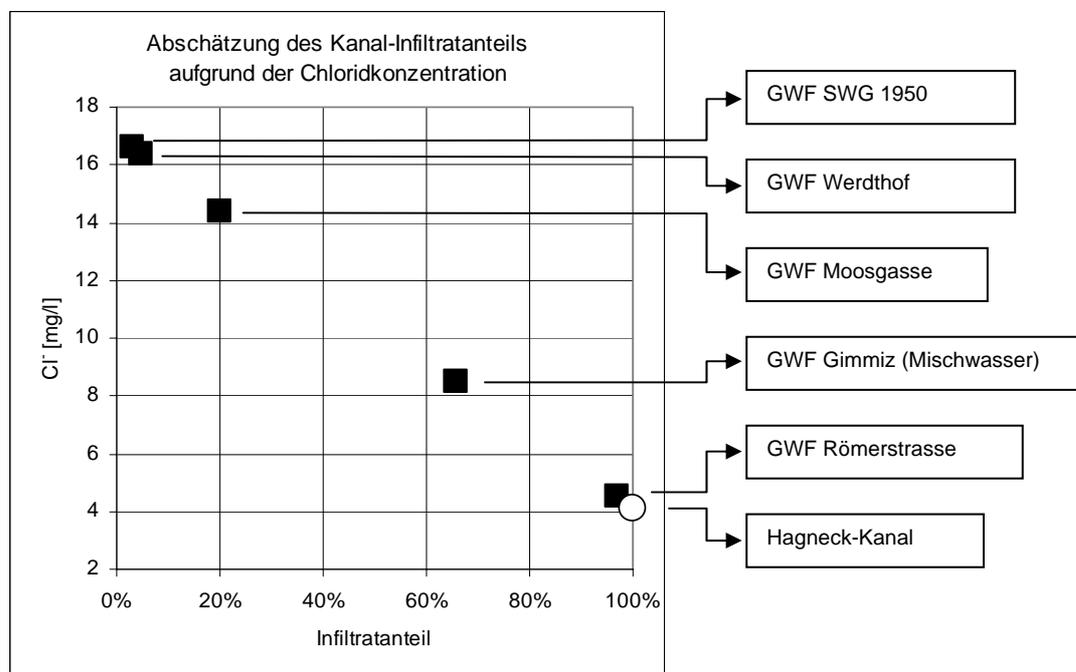
Während des Sommerhochwassers bewirkt der hohe Wasserstand eine rechtsufrige Infiltration von 300 bis 400 l/s. In den Wintermonaten hingegen beträgt diese weniger als 50 bis 100 l/s. Zwischen Dezember und Februar exfiltrieren 100 bis 300 l/s Grundwasser zurück in den Kanal. In der übrigen Zeit beträgt die Exfiltration rund 50 bis 100 l/s.

Rechtsufrig des Kanals befinden sich die fünf Grundwasserfassungen Gimmiz des Wasserverbundes Seeland AG. Mit einer durchschnittlichen Wasserentnahme von ca. 140 l/s beeinflussen sie die lokalen Strömungsverhältnisse. Deren Absenktrichter erhöht das Gefälle zwischen Uferbereich und Grundwasserfeld, womit auch die Infiltration etwas verstärkt wird. Je näher die Fassungen am Kanal liegen, desto grösser ist der Infiltratanteil des gefördert Wassers. Linksufrig befindet sich die Fassung «Römerstrasse» der EWA Aarberg. Mit einer durchschnittlichen Entnahme von 22 l/s bewirkt sie ebenfalls eine leichte Infiltrationsverstärkung.

Die Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser widerspiegelt sich auch in der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers. Mit einer mittleren spezifischen Leitfähigkeit von 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist das Aarewasser in Anbetracht des grossen Einzugsgebietes nur wenig mineralisiert. Gegenüber reinen Mittellandflüssen fällt zudem der niedrige Nitratgehalt von durchschnittlich 5 mg/l NO_3^- auf. Mit zunehmender Distanz zum Hagneck-Kanal nimmt die Mineralisierung und, infolge der landwirtschaftlichen Nutzung, auch die Nitratkonzentration zu. Während der Wintermonate, wenn die Exfiltration dominiert und das Grundwassergefälle kippt, ändern sich die Verhältnisse insofern, als dass die Mineralisation des Grundwassers in den sonst stark durch Infiltration beeinflussten Gebieten zunimmt.

Die Beeinflussung des Grundwassers durch Uferfiltrat lässt sich anhand der Chloridkonzentration abschätzen. Das Wasser im Hagneck-Kanal weist im Jahresmittel einen Gehalt von rund 4 mg Cl-/l auf. Mit zunehmender Entfernung vom Hagneck-Kanal wird die Beeinflussung des Grundwassers durch Infiltrate immer kleiner und der Chloridgehalt immer grösser. Figur 11 zeigt die resultierende Beziehung

zwischen gemessenen Chloridkonzentrationen und abgeschätztem Infiltratanteil. Für die Fassungen Gimmiz ist der Infiltratanteil für das Mischwasser aus allen fünf Einzelpumpwerken angegeben (bei den Fassungen Gimmiz 1 bis 3 beträgt der Infiltratanteil um die 50 bis 60%, bei den kanalnahen Fassungen Gimmiz 4 und 5 macht dieser um die 90% aus).



Figur 11 In den Grundwasserfassungen gemessene mittlere Chloridkonzentrationen als Hinweis für die Abschätzung des Infiltratanteils.

6.3 Die Alte Aare

Der Lauf der Alten Aare entspricht demjenigen der Aare vor der ersten Juragewässerskorrektur. Heute fließt sie in einem ca. 10 m breiten Gerinne durch ein Auengebiet von nationaler Bedeutung.

Die Alte Aare wird durch ein Auslaufbauwerk, das sich unmittelbar stromaufwärts der Sperrstelle Aarberg befindet, gespeist. Die Wassermenge wurde ab 1967 mit 1.5 m³/s, seit 1973 verbindlich mit 3.5 m³/s (mit Passus, dass eine Erhöhung bis 6 m³/s erlaubt ist) dotiert. Die mittlere Abflussmenge betrug seit Ende 2002 rund 4 m³/s. Auf der Strecke Aarberg - Lyss ändert sich der Abfluss nur geringfügig. An Oberflächengewässern münden lediglich der Spins- und der Siechbach ein, zwei Wasserläufe mit einem bescheidenen Einzugsgebiet, die in der Regel die Infiltration der Alten Aare ins Grundwasser nicht zu kompensieren vermögen.

Zwischen Aarberg und Lyss liegt der Grundwasserspiegel mehrheitlich unter der Flusssohle, die Infiltrationen erfolgen somit hauptsächlich perkolutiv. Nur auf kurzen Strecken, beim Schwimmbad Aarberg sowie auf der Höhe Autobahnausfahrt Lyss-Nord reicht der Grundwasserspiegel in den Bereich des benetzten Gerinnes. Bei extrem hohen Grundwasserständen ist an diesen Stellen auch eine Exfiltration möglich (für die Gesamtbetrachtung aber nicht relevant).

Unterhalb Lyss liegen in Abhängigkeit des Grundwasserstandes sowohl infiltrative als auch exfiltrative Verhältnisse vor.

Die Austauschraten wurden im Rahmen mehrerer Differenzmesskampagnen als auch mittels Modellberechnungen bestimmt. Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Die Infiltrationsleistung ist gering. Der Stau der Aare bei Aarberg erlaubt dem Geschiebe nicht mehr, ins Bett der Alten Aare zu gelangen. Die festgelegte Dotierwassermenge, die stetig abfließt, vermag zudem die Gerölle im Aarebett nicht mehr zu bewegen. Die Sohle der Alten Aare hat sich deshalb verdichtet. Es ist zu befürchten, dass immer mehr Feinanteile sich in den Porenräumen zwischen den abgelagerten Geröllen festsetzen. Diese Kolmatierung setzt die Durchlässigkeit der Sohle und damit auch die Infiltrationsleistung weiter herab.

Alte Aare				
Zwischen Aarberg und Lyss				
Quellennachweis	Datum	Abfluss bei Lyss	Infiltration l/s	Exfiltration l/s
GEOTEST (2000)	Mai 1999	4.34 m ³ /s	220	0
WEA (1988)	August / September 1987	4.0 - 4.3 m ³ /s	480	0
	Winter (allgemein)	4 m ³ /s	320	0
	80er-Jahre	4 m ³ /s	350	0
WEA (1998)	1992 – 1994, Ø 4 Messungen	4 m ³ /s	161	0
	1992 - 1994 (Modellergebnis)	4 m ³ /s	182	0
Zwischen Lyss und Meienried				
WEA (1998)	1992 – 1994, Ø 3 Messungen	4 m ³ /s	126	0
	Mai 1991 (Modellergebnis)	4.3 m ³ /s	87	12
	Juli 1991 (Modellergebnis)	4.3 m ³ /s	115	42
	Oktober 1991 (Modellergebnis)	4.0 m ³ /s	143	5
	November 1992 (Modellergebnis)	2.5 m ³ /s	0	400

Tabelle 3 Alte Aare: Infiltrations- und Exfiltrationsangaben aus diversen Berichten

7 Chemische Beschaffenheit des Grundwassers

7.1 Übersicht

Das Grundwasservorkommen Seeland gehört in qualitativer Hinsicht zu den eher problematischeren Vorkommen des Kantons Bern. Mit Ausnahme des Bereichs um den Hagneck-Kanal sind die Standorte mit einer einwandfreien Grundwasserqualität wenig häufig. Folgende Beeinflussungen führen zu einer Verminderung der Grundwassergüte:

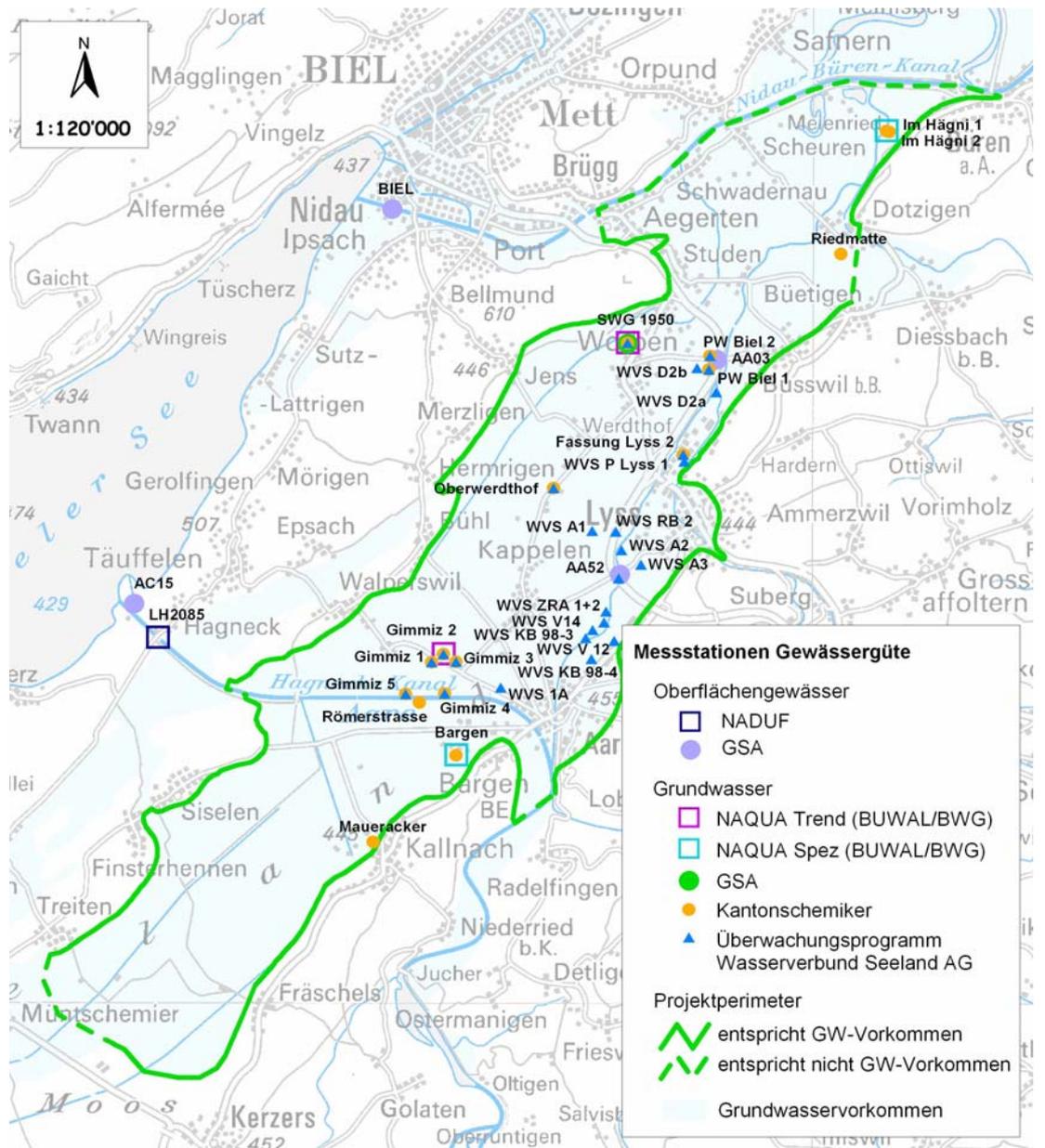
Natürliche Einflüsse:	
Zusickerungen aus organischen Böden	Vor allem im Südteil weisen weite Bereiche stark organische Böden (teilweise reine Torfböden) auf. Das Sickerwasser wird bei der Bodenpassage reduziert, was eine Sauerstoffarmut im eigentlichen Grundwasser hervorruft.
Anthropogene Einflüsse:	
Ehemalige Deponien und Sickerteiche der Zuckerfabrik Aarberg (ZRA)	Die Beeinträchtigung des Grundwassers durch Ablagerungen der ZRA ist Gegenstand zahlreicher Studien. Der noch heute anhaltende mikrobielle Abbau von organischem Material führt zu stark reduzierenden Bedingungen im Grundwasser.
Übrige belastete Standorte	Altdeponien aber auch Betriebsstandorte und Unfallstandorte sind weitere Quellen einer Grundwasserbeeinträchtigung. Nebst der durch den Abbau von organischem Material verursachten Sauerstoffzehrung gelangen zusätzlich mobile Schadstoffe wie chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) und monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) ins Grundwasser.
Landwirtschaft	Durch die landwirtschaftliche Nutzung gelangen Nährstoffe (allem voran Nitrat) und Pflanzenschutzmittel ins Grundwasser.

Im Seeland sind geringe Nitratwerte kein generell gültiges Indiz für sauberes Grundwasser: Unter reduzierenden Bedingungen wird Nitrat zu Nitrit und Ammonium umgewandelt. Da das Grundwasser über weite Teile durch sauerstoffarme Zusickerungen beeinträchtigt ist, liegen in diesen Zonen auch relativ geringe Nitratkonzentrationen vor. In solchen Fällen dürfen folglich niedrige NO₃-Gehalte nicht als Indiz für sauberes Grundwasser interpretiert werden. Denn die entsprechenden Wasserproben weisen nebst einer geringen Sauerstoffsättigung meist erhöhte Gehalte an DOC, Ammonium, Eisen und Mangan sowie eine hohe Härte auf. Das durch reduzierende Zusickerungen beeinflusste Grundwasser ist deshalb nicht nur für die Trinkwassergewinnung ungeeignet, auch die Nutzung als Brauchwasser kann unter Umständen problematisch sein: Wassergewinnungs- und vor allem Rückgabanlagen sind einer erhöhten Gefahr der Verockerung und Versinterung ausgesetzt.

7.2 Messstellennetz

Die Lage von Probenahmestellen, bei denen regelmässig die Gewässergüte analysiert wird, geht aus Figur 12 hervor. Im Grundwasserqualitätsprogramm des Bundes ist das Berner Seeland mit vier Standorten vertreten (zwei Messstellen NAQUA_{Spez} und zwei Messstellen NAQUA_{Trend}). Das Kantonale Laboratorium (Kantonschemiker) analysiert im Rahmen der regulären Qualitätskontrolle mehrmals jährlich das aus Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse geförderte Grundwasser. Ausserdem betreibt der Wasserverbund Seeland AG in Zusammenarbeit mit dem Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA) ein eigenes Messstellennetz. Die entsprechenden Untersuchungen konzentrieren sich auf das Gebiet zwischen dem Hagneck-Kanal und dem Raum Worben.

Die Gewässerqualität der Aare und der Alten Aare wird ebenfalls an mehreren Standorten regelmässig untersucht. Die Messstelle Aare-Hagneck ist im Programm NADUF (Nationale Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer) integriert. Die übrigen Beobachtungsstellen gehören zum Messprogramm des GSA (Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft).



Figur 12 Messstationen Gewässergüte (Stand 2004)

Typ	Ort, Gewässer	Stationsname	Publikationshinweis
Oberflächengewässer			
□	NADUF		
●	Aare - Hagneck	LH2085	www.naduf.ch
	GSA		
	Alte Aare - Unterworfen	AA03	Hydrogr. Jahrb.
	Alte Aare - Kappelen-Lyss	AA52	Hydrogr. Jahrb.
	Aare - KW Hagneck	AC15	---
	Aare - Auslauf Bielersee	BIEL	Hydrogr. Jahrb.
	Aare - Büren a.A.	AD04	---
Grundwasser			
□	NAQUA Trend (BUWAL/BWG)		
	Gimmiz 2	Gimmiz 2	
	SWG 1950	SWG 1950	
□	NAQUA Spez (BUWAL/BWG)		
	Bargen	Bargen	
	Im Hägni 1	Im Hägni 1	
●	GSA		
	Woben, Brunnen SWG	SWG 1950	Hydrogr. Jahrb.
●	Kantonales Laboratorium		
	Bargen	Bargen	
	Römerstrasse	Römerstrasse	
	Im Hägni 1	Im Hägni 1	www.ev-bueren.ch
	Im Hägni 2	Im Hägni 2	www.ev-bueren.ch
	Riedmatte	Riedmatte	
	Maueracker	Maueracker	
	Oberwerdthof	Oberwerdthof	
	Fassung Lyss 2	Fassung Lyss 2	
	Gimmiz 1	Gimmiz 1	www.esb.ch
	Gimmiz 2	Gimmiz 2	www.esb.ch
	Gimmiz 3	Gimmiz 3	www.esb.ch
	Gimmiz 4	Gimmiz 4	www.esb.ch
	Gimmiz 5	Gimmiz 5	www.esb.ch
	SWG 1950	SWG 1950	
	PW Biel 1	PW Biel 1	
	PW Biel 2	PW Biel 2	
▲	Überwachungsprogramm Wasserverbund Seeland AG		
	WVS F5	Gimmiz 5	
	WVS F4	Gimmiz 4	
	1A	WVS 1A	
	WVS F1	Gimmiz 1	
	WVS F2	Gimmiz 2	
	WVS F3	Gimmiz 3	
	KB 98-4	WVS KB 98-4	
	V14	WVS V14	
	V 12	WVS V 12	
	KB 98-3	WVS KB 98-3	
	ZRA 2	WVS ZRA 2	
	ZRA 1	WVS ZRA 1	
	RB 1	WVS RB 1	
	RB 2	WVS RB 2	
	PW SWG	SWG 1950	
	P Lyss 1	WVS P Lyss 1	
	P Lyss 2	Fassung Lyss 2	
	P Kapp	Oberwerdthof	
	A3	WVS A3	
	A2	WVS A2	
	A1	WVS A1	
	D2	WVS D2a	
	D2'	WVS D2b	
	PW Biel 1	PW Biel 1	
	PW Biel 2	PW Biel 2	

Legende zu Figur 12

7.3 Grundwasserbeschaffenheit einzelner Teilgebiete

In Figur 13 sind sieben Teilgebiete ausgeschieden, für welche die Grundwasserbeschaffenheit im Detail erläutert wird:

Teilgebiet 1:

Das Teilgebiet beidseitig des Hagneck-Kanals wird hauptsächlich durch Aareinfiltrat gespeist. Das Grundwasser weist eine chemisch einwandfreie Qualität auf: Die Nitratgehalte sind gering, die Sauerstoffsättigung ist hoch. Interessant ist das Schwanungsverhalten der einzelnen Parameter: Wenn in den Wintermonaten das Grundwassergefälle kippt, das heisst, Grundwasser in den Kanal exfiltriert, strömt vermehrt das durch die direkte Niederschlagswasserversickerung gebildete «echte Grundwasser» hinzu. Mit entsprechender zeitlicher Verzögerung steigen dann beispielsweise die Chlorid- und Nitratgehalte leicht an.

Teilgebiet 2:

In diesem Teilgebiet wird die Grundwasserqualität massgebend durch die ehemaligen ZRA-Deponien und –Sickerteiche beeinflusst. Die stark reduzierenden Bedingungen im Zentrum führen zu folgenden Wassercharakteristika:

- praktisch kein gelöster Sauerstoff
- Nitrat wird in Ammonium und Nitrit umgewandelt
- Eisen und Mangan liegen in reduzierter und damit wasserlöslicher Form vor
- hoher DOC-Gehalt
- teilweise ist aufgrund der Sulfatreduktion sogar Schwefelwasserstoff nachweisbar

Zudem ist bei mehreren Messstellen eine CKW-Grundkontamination unbekannter Herkunft festzustellen.

Das Grundwasser ist stark belastet und weder für Trinkwasser- noch zu Brauchwasserzwecken geeignet.

Teilgebiet 3:

Im Abstrombereich der ZRA-Deponien und –Sickerteiche erstreckt sich beidseitig der Alten Aare die «Reduktionsfahne» weiter nach Norden. Sauerstoffarmut und erhöhte DOC-, Ammonium-, Eisen- und Mangangehalte prägen nach wie vor die Beschaffenheit des Grundwassers. Es ist als belastet einzustufen; eine Nutzung als Trinkwasser kommt nicht in Frage. Wegen der Verockerungs- und Versinterungsgefahr von Anlagen sollte auch von einer Brauchwassernutzung Abstand genommen werden.

Teilgebiet 4:

Im Bereich des unteren Dorfteils von Lyss sind die Einflüsse der oben beschriebenen Reduktionsfahne nicht mehr so ausgeprägt, dafür kommen Schadstoffeinträge aus weiteren belasteten Standorten und der industriellen und gewerblichen Nutzung hinzu. Bei mehreren Bohrstandorten ist beispielsweise eine CKW-Grundbelastung festzustellen. Mehrheitlich schwache bis mittlere, lokal gar starke Belastung. Für die Trinkwassernutzung ungeeignet, für Brauchwasserzwecke mit Vorbehalt geeignet.

Teilgebiet 5:

Das Gebiet zwischen Lyss und Unter-Werdthof liegt am Rand des Einflussbereiches der ZRA-Deponien und stellt die Übergangszone zwischen den Teilgebieten 3 und 4 einerseits und dem Teilgebiet 6 andererseits dar. Die Nitratgehalte liegen unterhalb von 10 mg/l und deuten damit auf leicht reduzierende Bedingungen hin. Die DOC-

Gehalte liegen unterhalb von 0.8 mg/l. Die Grundwasserqualität ist somit als zufrieden stellend zu bezeichnen. Die Reduktionsprobleme (Verockerungen) sind wenig ausgeprägt. Das Teilgebiet 5 ist für Trinkwassernutzungen bedingt geeignet (standortbezogene, qualitative Detailuntersuchungen müssten vorgenommen werden) und für Brauchwassernutzungen grundsätzlich geeignet.

Teilgebiet 6:

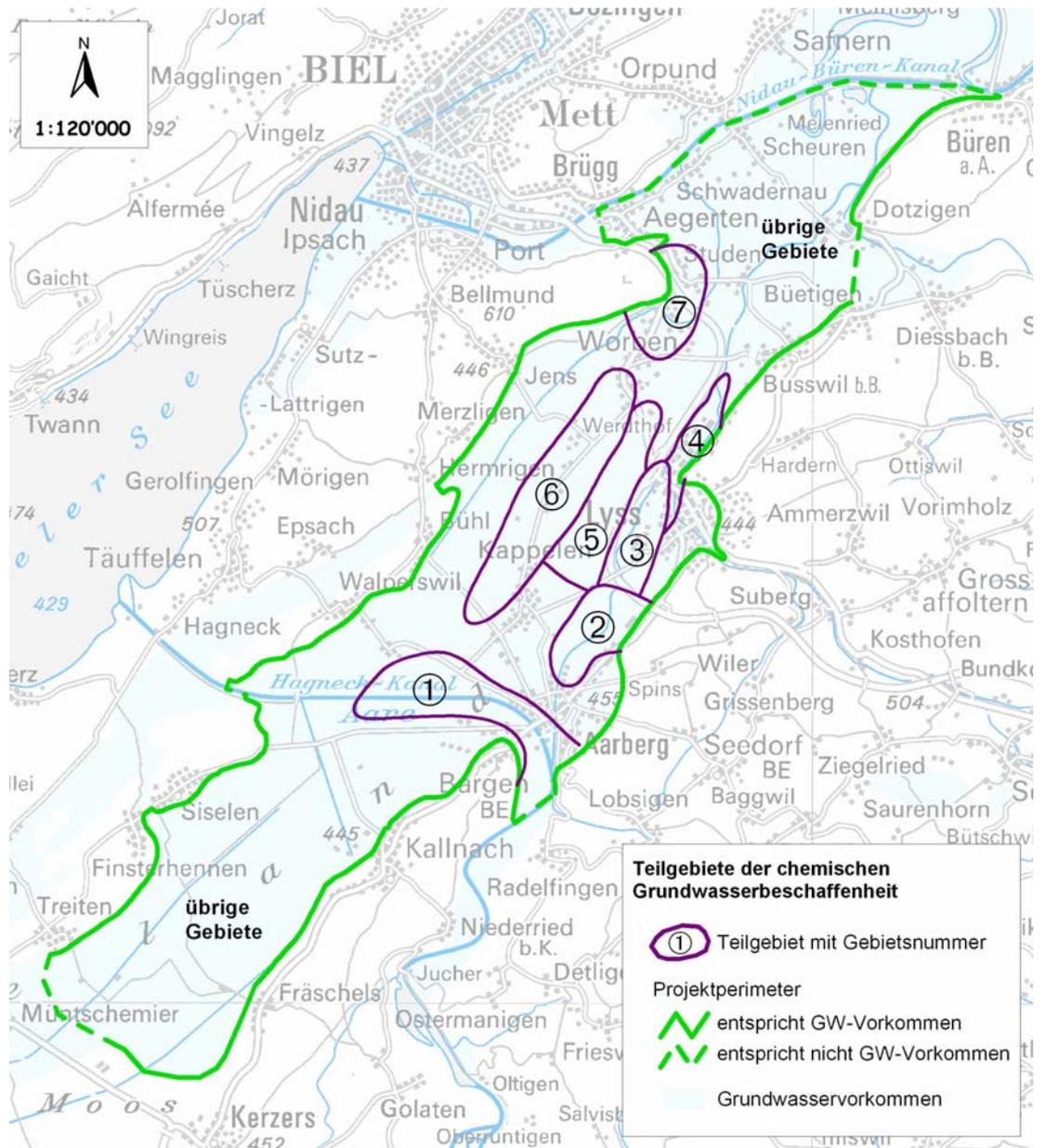
Das Gebiet Werdthof liegt ausserhalb des Einflussbereiches der ZRA-Deponien; die Sauerstoffsättigung beträgt in der Regel mehr als 25% und liegt somit im normalen Bereich. Wegen der landwirtschaftlichen Nutzung und aufgrund der Tatsache, dass keine Nitratreduktion stattfindet, liegen hier jedoch erhöhte Nitratwerte vor. Die NO₃-Konzentrationen bewegen sich zwischen 20 und 40 mg/l (das Qualitätsziel für Trinkwasser ist bei 25 mg/l, der Toleranzwert bei 40 mg/l festgesetzt). Der Konzentrationsverlauf bei der Fassung Werdthof (vgl. Kapitel 10.3) zeigt, dass die Nitratgehalte in den vergangenen Jahren leicht rückläufig sind. Hält dieser Trend an, bzw. lassen sich durch geeignete Massnahmen in der Landwirtschaft die Stickstoffeinträge weiter reduzieren, ist dieses Gebiet für eine Trinkwassernutzung zweifellos geeignet. Die Grundwasserqualität ist somit als zufrieden stellend zu bezeichnen. Bei anhaltendem Nitratrückgang könnte eine einwandfreie Qualität erreicht werden.

Teilgebiet 7:

Im Raum Studen herrschen teilweise sauerstoffarme Verhältnisse vor, die Eisenausfällungen in Brunnen verursachen können. Eine der Ursachen dieses reduzierenden Milieus ist die Langzeitwirkung einer Heizölverschmutzung, die 1993 entdeckt wurde. Es wird vermutet, dass ca. 34'000 l Öl ausgelaufen waren. Die Kohlenwasserstoffverbindungen sind zwar zwischenzeitlich abgebaut, aber die «Reduktionsfahne» (wenig Sauerstoff, erhöhte Eisen- und Mangangehalte) ist nach wie vor vorhanden. Die Grundwasserqualität ist mangelhaft, das Wasser ist auch für Brauchwasserzwecke nur mit grösstem Vorbehalt geeignet.

Übrige Gebiete:

In den übrigen Gebieten ist die Dichte an Messstellen zu gering, als dass nachvollziehbare Aussagen über die Beschaffenheit des Grundwassers gemacht werden könnten oder aber es handelt sich um den Übergangsbereich zwischen zwei Teilgebieten. Die von einzelnen Fassungen und Bohrungen vorhandenen Analysenergebnisse machen aber deutlich, dass die Qualität des Grundwassers nur in Ausnahmefällen wirklich einwandfrei ist. Oft ist der Einfluss reduzierender Sickerwässer festzustellen (vor allem in Gebieten mit torfhaltigen Böden), was nebst Sauerstoffarmut erhöhte DOC-, Eisen- und Manganwerte zur Folge hat. Bei Proben, die eine normale Sauerstoffsättigung aufweisen, stellt demgegenüber die Nitratbelastung ein Problem dar. Der bisher gemessene Höchstwert stammt aus einer Bohrung im Raum Müntschemier: Hier wurden bei einer Probenahme im Juni 2001 88 mg/l NO₃ gemessen. Erfreulich ist, dass infolge einer nachhaltigeren landwirtschaftlichen Bewirtschaftung die Nitratgehalte tendenziell abnehmen. So wurden beispielsweise bei der Grundwasserfassung Moosgasse in Barga zwischen 1993 und 1999 noch Werte über 40 mg/l gemessen, die jüngsten, im Rahmen der Überwachung NAQUA durchgeführten Analysen zeigen Werte um 35 mg/l.



Figur 13 Unterteilung in Teilgebiete für die Charakterisierung der chemischen Grundwasserbeschaffenheit

7.4 Beurteilung der qualitativen Grundwasserüberwachung

Überwachungsprogramme und Veröffentlichung der Daten:

Wie oben erwähnt, führen der Bund, das Kantonale Laboratorium und der Wasserverbund Seeland AG in Zusammenarbeit mit dem GSA regelmässige Qualitätsuntersuchungen durch. Die Ergebnisse dieser drei Überwachungsprogramme sind in unterschiedlichem Masse der Öffentlichkeit zugänglich.

Analysen des Kantonalen Laboratoriums bzw. der Wasserversorgungen:

Von den folgenden Fassungen werden die Analysenergebnisse auf dem Internet publiziert: Grundwasserfassungen Gimmiz 1-5 und Mischwasser aus den Fassungen Hägni 1 und Hägni 2. Es ist zu hoffen, dass die übrigen Wasserversorgungen diesem Beispiel folgen und die Analysenergebnisse ebenfalls einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen.

Überwachungsprogramm des Bundes (NAQUA):

Leider ist es dem Bund nicht gestattet, die Analysenergebnisse im Detail zu veröffentlichen. Es dürfen nur gesamtschweizerische Statistiken und grossmassstäbliche Übersichtskarten publiziert werden. Allerdings wäre es den Fassungseigentümern erlaubt, die Daten zu veröffentlichen, ein Schritt, der im Sinne einer transparenten Information über den Zustand des geförderten Trinkwassers sicher zu begrüssen wäre.

Überwachungsprogramm der Wasserverbund Seeland AG (in Zusammenarbeit mit dem GSA):

Im Hydrographischen Jahrbuch des Kantons Bern von 2003 wurden erstmals die Analysenergebnisse von zumindest einer der zahlreichen Messstellen publiziert (Messstelle AAP1, Fassung SWG, Worben). Interessant sind diese Daten auch, weil zahlreiche Parameter analysiert werden, die in den Standardprogrammen des Kantonalen Laboratoriums nicht berücksichtigt sind (z.B. Schwermetalle, chlorierte und aromatische Kohlenwasserstoffe, Benzinadditive und Pflanzenschutzmittel).

8 Gefährdungen

Anthropogene Schadstoffeinträge können direkt durch versickerndes Niederschlagswasser oder via Infiltration von Oberflächengewässern ins Grundwasser gelangen. In der Folge werden einige, für das Grundwasservorkommen Seeland besonders hervorzuhebende Gefährdungen aufgeführt.

Landwirtschaftliche Nutzung

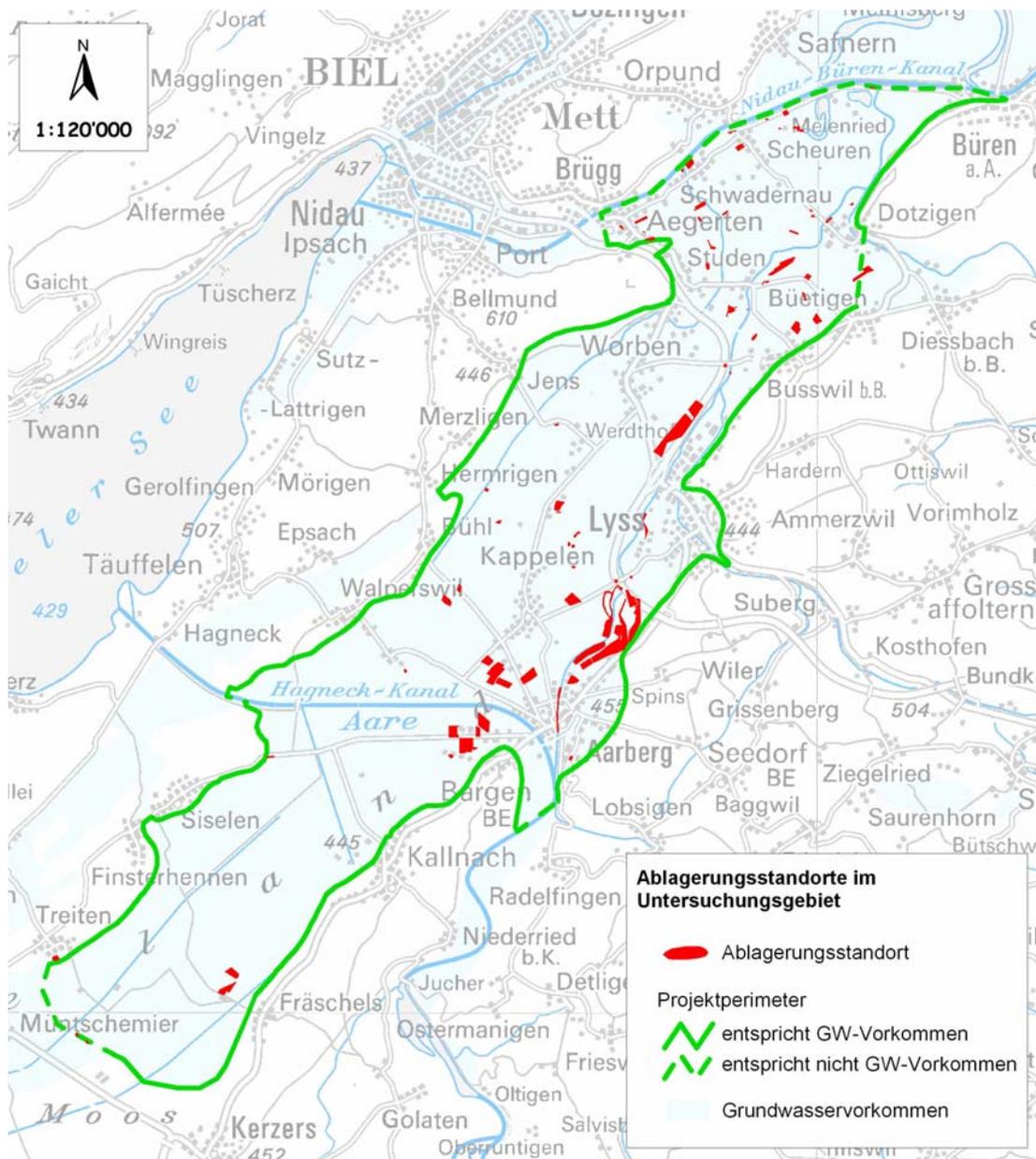
Ein Grossteil der ausserhalb der Siedlungsgebiete liegenden Flächen wird landwirtschaftlich genutzt. Die aus der Art der Bodenbearbeitung und dem Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln hervorgehenden Belastungen sind im Kapitel 7.3 dargelegt. Nitrat gilt als Indikatorstoff für die Beeinflussung durch die Landwirtschaft. Eine erhöhte landwirtschaftliche Belastung kann aber teilweise durch andere Einflüsse kompensiert werden. Unabhängig vom Düngemiteleintrag fallen die Nitratgehalte gering aus wenn

- der Anteil an Oberflächengewässerinfiltraten hoch ist und
- durch den Abbau von organischem Material im Grundwasser reduzierende Bedingungen vorherrschen.

Anfang der 90er Jahre lagen die Nitratgehalte bei der Fassung Moosgasse in Barmen über dem Toleranzwert von 40 mg/l und bei den Fassungen Werdthof bei Kappelen und SWG bei Worben über dem Qualitätsziel von 25 mg/l. Die in Kapitel 10.3 dargestellten Graphiken zum Nitratverlauf machen aber deutlich, dass im Allgemeinen ein Rückgang der Konzentrationen zu beobachten ist. Bei der erstgenannten Fassung liegen die aktuellsten Werte unter dem Toleranzwert, bei den zwei letztgenannten unter dem Qualitätsziel. Die in den vergangenen Jahren geförderte Ökologisierung der Landwirtschaft zeigt also bezogen auf die Grundwasserqualität eine durchwegs positive Wirkung.

Altdeponien

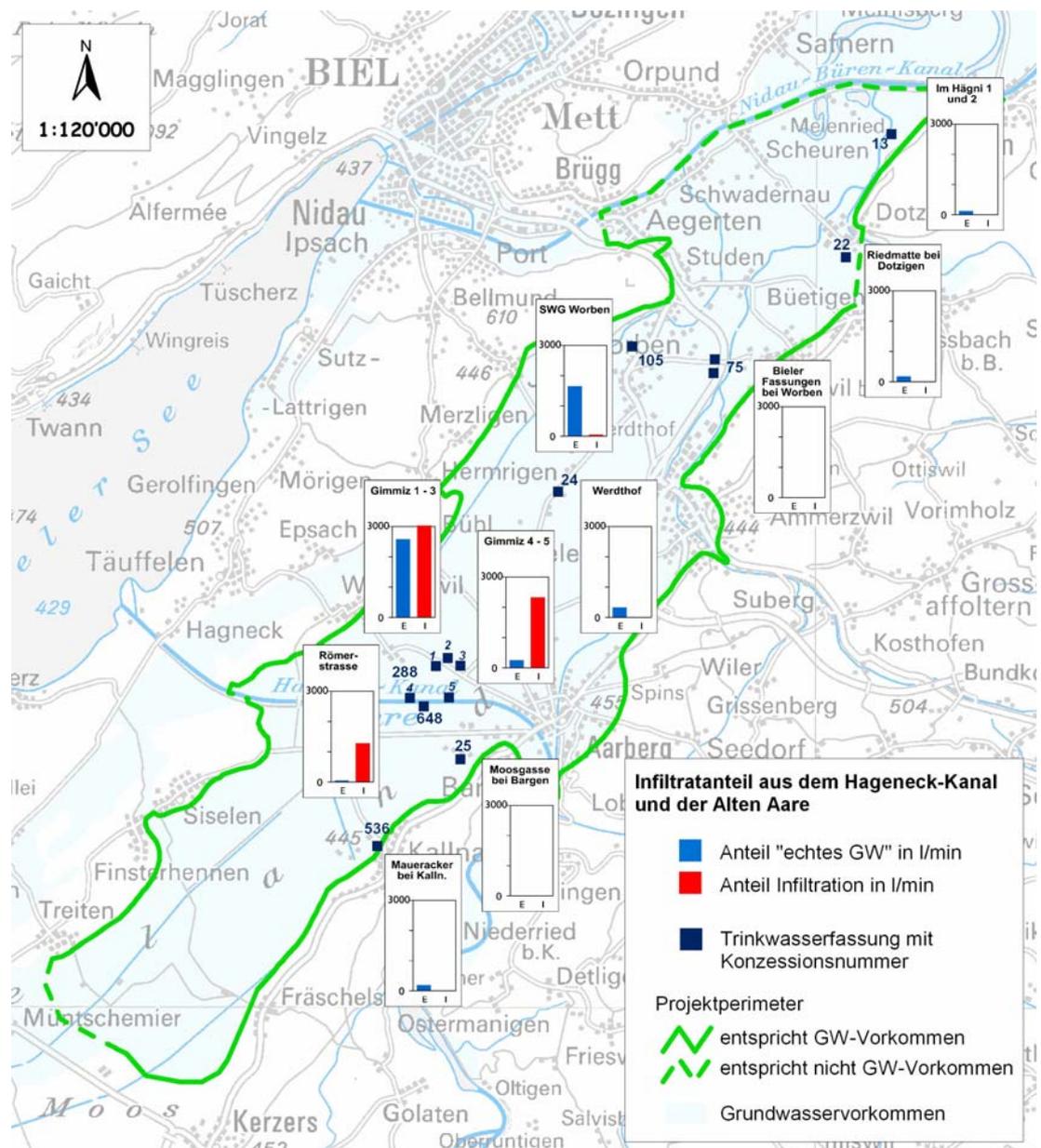
Durch den intensiven Kiesabbau in den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts und die Trockenlegung von Aareläufen im Rahmen der Juragewässerkorrekturen wurden Vertiefungen geschaffen, die in der Folge als Deponiestandorte dienten. Entsprechende Altablagerungen sind im kantonalen Kataster der belasteten Standorte erfasst. Figur 14 zeigt die Lage dieser Standorte. Bisher wurden vor allem die ehemaligen Deponien und Sickerteiche der Zuckerfabrik Aarberg intensiv untersucht. Deren schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser sind eindeutig belegt. Das GSA veranlasst, dass sukzessive auch die übrigen Standorte nach den Vorgaben der Altlastenverordnung untersucht werden.



Figur 14 Ablagerungsstandorte im Untersuchungsgebiet

«Störfall Aare»

Wie in Kapitel 7.3 erwähnt, weisen die Grundwasserteilgebiete beidseitig des Hagneck-Kanals eine einwandfreie chemische Beschaffenheit auf. Sollte im Oberlauf der Aare ein Störfall zu einer massgebenden Gewässerverschmutzung führen, dann müssten die Fassungen Gimmiz 1 bis 5 und die Fassung Römerstrasse zumindest kurzzeitig ausser Betrieb genommen werden. Die Tatsache, dass aus diesen sechs Brunnen insgesamt 76% des im gesamten Untersuchungsgebiet geförderten Trinkwassers stammen, zeigt, dass hier ein beträchtliches Klumpenrisiko vorliegt (vgl. Figur 15). Der Aufbau eines Alarmkonzeptes «Verschmutzung der Aare» wird als sinnvoll erachtet.



Figur 15 Aufteilung der durchschnittlichen Förderraten in einen Anteil «echtes Grundwasser» und einen Anteil «Aare-Infiltrat» (Schätzwerte)

9 Grundwasserbilanz und Grundwasserdargebot

Da der Hagneck-Kanal im Sinne einer hydraulischen Barriere das Grundwasservorkommen zweiteilt, wird die Grundwasserbilanz für den Nord- und Südteil separat erstellt. Die dargelegten Bilanzfiguren sind als Mittelwerte über mehrere Jahre zu betrachten. Gerade die Grundwasserneubildung aus versickerndem Niederschlag und die Infiltrations- und Exfiltrationsraten des Hagneck-Kanals sind grossen saisonalen Schwankungen unterworfen.

Die gemachten Angaben stammen aus unterschiedlichen Quellen:

- Die Entnahmeeleistungen der Trink- und Brauchwasserfassungen entsprechen den von den Bezügerinnen gemeldeten Daten (Durchschnittswerte 2000 – 2003). Hierbei handelt es sich um die verlässlichsten Bilanzgrössen.
- Die Infiltrations- und Exfiltrationsraten des Hagneck-Kanals und der Alten Aare sind gerundete Durchschnittswerte der in jüngeren Publikationen angegebenen Beträge.
- Die übrigen Bilanzfiguren gehen hauptsächlich aus den in WEA (1998) dargelegten Modellergebnissen hervor, wobei auch hier gewisse Korrekturen aufgrund neuerer Erkenntnisse gemacht wurden.

Grundwasserdargebot des nördlichen Teilstroms:

Der mittlere Profildurchfluss beträgt auf Höhe Kappelen etwa 200 l/s, auf Höhe Stuten-Büetigen 400 l/s und in den Vorfluter des Nordstromes, den Nidau-Büren-Kanal exfiltrieren schliesslich an die 900 l/s. Die Zunahme ist dadurch bedingt, dass das Grundwasser auf dem Fliessweg vom Hagneck- bis zum Nidau-Büren-Kanal durch versickerndes Niederschlagswasser, Randzuflüsse und Infiltrate der Alten Aare weiter angereichert wird. Nur ein Teil davon exfiltriert wieder in die drainierenden Bäche (Binnenkanal, Sägebach, Mühlebach und Alte Aare unterhalb Lyss) respektive wird durch Fassungen entnommen. Unter den Randzuflüssen ist besonders das Gebiet Büetigen-Dotzigen zu erwähnen: Hier gelangen von Osten her relativ hohe Wassermengen in den Hauptgrundwasserleiter.

Nördlicher Grundwasserstrom				
Bilanzgrösse	Teilsomme [l/s]	Summe [l/s]	Anteil %	
Zuflüsse	Profilzufluss Niederried		60	4%
	Grundwasserneubildung			
	- direkt durch versickerndes Regenwasser	530		
	- indirekt durch randliche Zuflüsse	300	830	58%
	Infiltrationen aus Fliessgewässern			
	- Aare-Hagneck-Kanal im Kanaloberlauf	250		
	- Alte Aare zwischen Aarberg und Lyss	190		
	- Alte Aare zwischen Lyss und Meienried	90		
	- Sägibach (unterer Verlauf)	2		
	- Lyssbach	20	552	38%
Summe der Zuflüsse		1'440		
Wegflüsse	Entnahmen			
	- Trinkwasser	-183		
	- Brauchwasser	-13		
	- Landwirtschaftliche Entnahmen	-14	-210	15%
	Exfiltrationen in Fliessgewässer			
	- Aare-Hagneck-Kanal im Kanalunterlauf	-60		
	- Alte-Aare zwischen Lyss und Meienried	-50		
	- Binnenkanal/Sägibach	-190		
- Drainage Mühlebach (eingedolt)	-60	-360	25%	
- Nidau-Büren-Kanal (Profilwegfluss)		-870	60%	
Summe der Wegflüsse		-1'440		

Wie aus der Bilanz ersichtlich, betragen die Gesamtzuflüsse im Mittel 1440 l/s. Davon werden 15% durch Fassungen dem Grundwasserleiter wieder entzogen. Als Faustformel gilt, dass etwa 20% der Gesamtzuflüsse nutzbar sind, ohne dass spürbare Veränderungen des Grundwasserhaushaltes wie regionale Absenkungen beziehungsweise relevante Abflussverminderung von Exfiltrationsbächen stattfinden.

Eine statistische Auswertung der Grundwasserganglinien zeigt, dass im Nordteil kein signifikanter Trend, d.h. weder ein langjähriger Anstieg noch ein Rückgang der Grundwasserstände vorliegt. Dies lässt darauf schliessen, dass das Vorkommen mit der heute effektiv vorliegenden Bewirtschaftung nicht übernutzt ist.

Südlicher Grundwasserstrom				
	Bilanzgrösse	Teilsomme [l/s]	Summe [l/s]	Anteil %
Zuflüsse	Profilzufluss Niederried		70	13%
	Grundwasserneubildung			
	- direkt durch versickerndes Regenwasser	230		
	- indirekt durch randliche Zuflüsse	80	310	55%
	Infiltrationen aus Fliessgewässern			
	- Aare-Hagneck-Kanal im Kanaloberlauf	110		
	- Unterwasserkanal im Oberlauf	40		
- Div. kleinere Kanäle	30	180	32%	
	Summe der Zuflüsse		560	
Wegflüsse	Entnahmen			
	- Trinkwasser	-26		
	- Brauchwasser	-1		
	- Landwirtschaftliche Entnahmen	-7	-34	6%
	Exfiltrationen in Fliessgewässer			
	- Aare-Hagneck-Kanal (lokal bei Aarberg und im Kanalunterlauf)	-60		
	- Unterwasserkanal im Unterlauf	-50		
- Hauptkanal und div. kleiner Kanäle (inkl. Drainagen)	-330	-440	79%	
Profilwegfluss Kerzers - Müntschemier			-86	15%
	Summe der Wegflüsse		-550	

Grundwasserdargebot des südlichen Teilstroms:

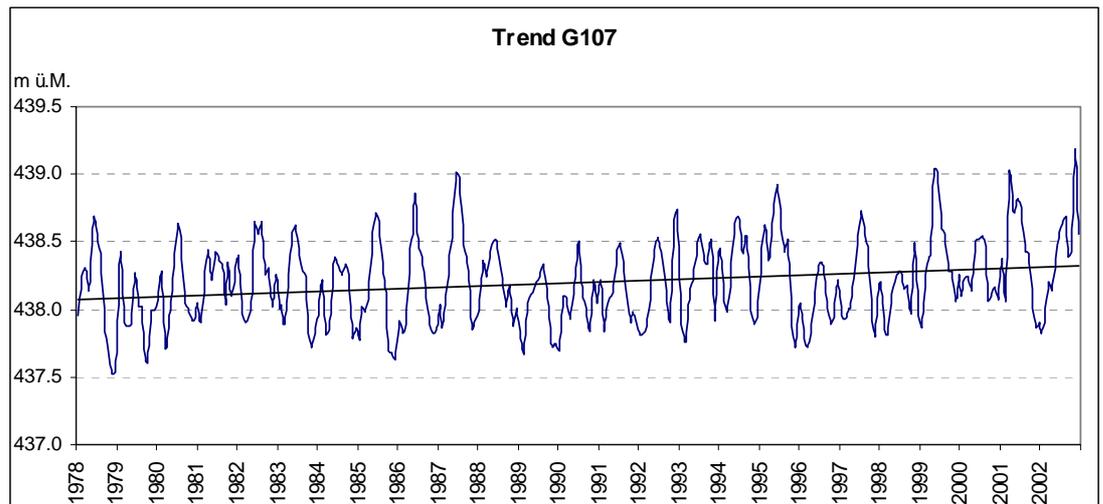
Das Gebiet zwischen Hagneck-Kanal und dem Unterwasserkanal ist durch einen sehr flachen Gradienten geprägt. Dementsprechend ist der «Grundwasserumsatz» relativ gering. Zwar dürften vom Hagneck-Kanal im Durchschnitt an die 100 l/s infiltrieren, ein eher kleiner Teil davon wird aber durch die Fassung Römerstrasse dem System wieder entzogen (bzw. die Förderung verstärkt in diesem Abschnitt die Infiltration). Das Gebiet zwischen Hagneck-Kanal und der Profillinie Siselen-Kallnach stellt aufgrund der Mächtigkeits- und Durchlässigkeitsverhältnisse den ergiebigsten Bereich des Südstromes dar. Weiter Richtung Südosten exfiltriert ein Grossteil des Grundwassers in das Drainage- und Kanalisationssystem. Wichtigster Vorfluter ist hierbei der Hauptkanal.

Die Gesamtentnahmen machen lediglich 6% der Bilanzsumme aus. Zudem konzentriert sich der weitaus grösste Anteil dieser Entnahmen auf die oben erwähnte Fassung Römerstrasse, welche um die 90% Aareinfiltrat fördert.

Interessant sind die Ergebnisse einer statistischen Auswertung von Grundwasser-Pegeldaten: Für den Beobachtungszeitraum Januar 1978 bis September 2003 resultiert ein signifikanter Anstieg der Grundwasserstände bei den folgenden zwei Messtationen:

G104 (Kallnach, Walperswilmoos): Anstieg um durchschnittlich 0.5 cm/Jahr
G107 (Bargen, Neumoos): Anstieg um durchschnittlich 1.0 cm/Jahr

Die Ursachen dieses Anstieges können nicht erklärt werden. Möglich ist, dass dieses Phänomen auf eine Leistungsabnahme der Meliorationsbauten, d.h. der Kanäle und Drainagen, zurückzuführen ist.



Figur 16 Ganglinie des WEA-Pegels G107 (Bargen, Neumoos)

10 Nutzung und Schutz des Grundwassers

10.1 Grundwasserentnahmen im Überblick

Innerhalb des Untersuchungsgebietes verfügen 133 Einzelfassungen über eine Entnahmekonzession. Für 633 ha liegen Konzessionen zur landwirtschaftlichen Bewässerung vor. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Konzessions- und Verbrauchsverhältnisse.

Typ	Anzahl Fass.	Konzessionierte Leistung	Durchschnittlicher effektiver Verbrauch
Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse	16	70'010 l/min	12'500 l/min
Not -und Löschwasserfassungen	6	5'660 l/min	vernachlässigbar
Brauchwasserfassungen und diverse	18	7'090 l/min	820 l/min
Wärmepumpen	84	10'700 l/min	Mehrheitlich wieder Rückgabe ins GW
Kühlwasserfassungen	9	3'210 kW	
Fassungen für die landwirtschaft. Bewässerung	400 - 500	633 ha	saisonal schwankend: 0 bis 4'370 l/min

Tabelle 4 Konzessionen und effektive Grundwasserentnahmen im Berner Seeland

In Figur 17 sind die Standorte der Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse und der (den Wasserversorgungen gehörenden) Notwasserfassungen dargestellt.

10.2 Erläuterungen zu den einzelnen Nutzungstypen

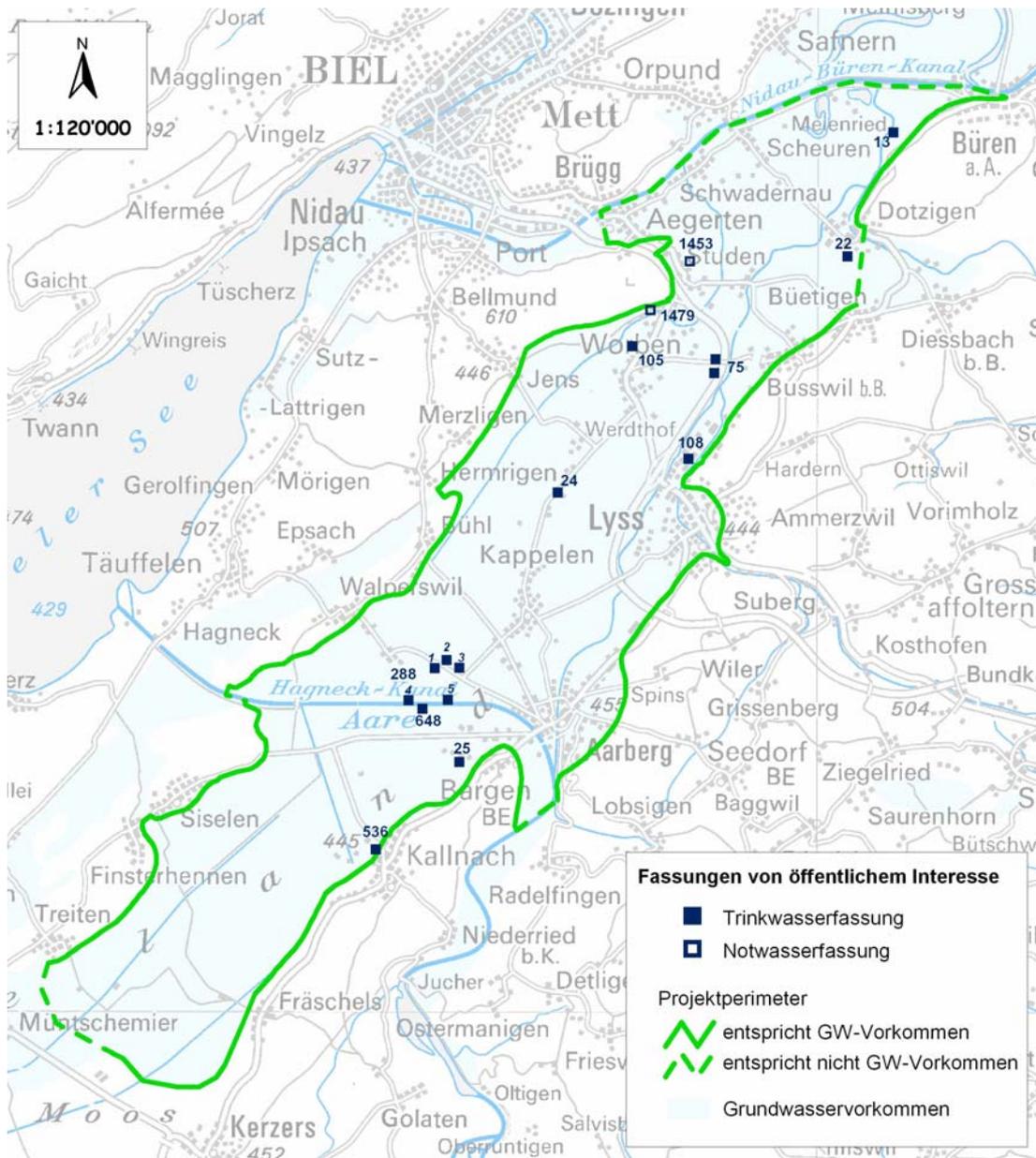
Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse: Die durchschnittliche Nutzung zu Trinkwasserzwecken beträgt für die Jahre 2000 bis 2003 in diverse Einheiten umgerechnet:

6'570'000 m³/Jahr
18'000 m³/Tag
12'500 l/min
208 l/sec

Der effektive Verbrauch macht 18% der konzessionierten Leistung aus. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Fassungen finden sich im nachfolgenden Unterkapitel 10.3.

Die Anlagen werden teils von gemeindeeigenen, teils von gemeindeübergreifenden Wasserversorgungen betrieben. Eine – was den Wasserumsatz anbelangt - grosse Organisation stellt die Wasserverbund Seeland AG (WVS) mit Sitz in Biel dar. In diesem Verbund sind die Seeländische Wasserversorgung SWG in Worben, die aus der Lysser Wasserversorgung hervorgegangene Energie Seeland AG und der Energie Service Biel zusammengeschlossen. Von Bedeutung ist auch die Elektrizitäts- und Wasserversorgung Aarberg. Ein Grossteil des von ihr aus der Fassung Römerstrasse geförderten Wassers wird an die Wasserversorgung der Region Erlach (WARE) geliefert. Ebenfalls zu den grösseren Organisationen gehört die Energieversorgung Büren AG, die innerhalb des Untersuchungsgebietes die Fassungen Hägni bei Dotzigen betreibt. Schliesslich seien die Gemeindewasserversorgungen von Barga, Dotzigen, Kallnach und Kappelen erwähnt, die eigene Grundwasserfassungen betreiben (wobei die Gemeinde Dotzigen auch Vertragspartnerin der SWG ist).

Nicht oder nur wenig genutzt sind die beiden Trinkwasserfassungen des Energie Service Biel, welche sich westlich von Lyss befinden (Standortgemeinde Worben). Die Konzessionärin fördert 55% ihres Wasserbedarfs aus dem Seewasserwerk Ipsach. Sollte eine Havarie die Seewassergewinnung verunmöglichen, bilden die beiden Brunnen ein wichtiges Standbein für die Wasserversorgung.



Figur 17 Trink- und Notwasserfassungen, Stand 2004
(die Fassung Schachen wird ab 2005 ausschliesslich zu Brauchwasserzwecken genutzt)

Typ	Bezeichnung	Nr. Konz.	Konzessionärin
■	Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse		
	Moosgasse	25	Einw ohnergde. Bargaen
	Römerstrasse	648	EWA, Aarberg
	Im Hlägni 1 und 2	13	Energieversorgung Büren AG
	Riedmatte	22	Einw ohnergde. Dotzigen
	Maueracker	536	Einw ohnergde. Kallnach
	Werdthof	24	Einw ohnergde. Kappelen
	Schachen	108	Energie Seeland AG, Lyss
	Gimmiz 1 - 5	288	Wasserverbund Seeland AG
	SWG 1950	105	SWG, Worben
	Energie Service Biel	75	Energie Service Biel
	Energie Service Biel	75	Energie Service Biel
□	Notwasserfassungen		
		1453	Einw ohnergde. Studen
		1479	Einw ohnergde. Worben

Brauchwasserfassungen:

Dazu gezählt werden Grundwassernutzungen für Industrie, Gewerbe, Schwimmbäder (sofern nicht über das Trinkwassernetz gespeist), Gartenbewässerung, Fischzucht und Zierweiher. Von der gesamten im Untersuchungsgebiet entnommen Grundwassermenge für Brauchwasserzwecke fallen 66% auf einen Betrieb in Dotzigen (283'000 m³/Jahr). Weitere relevante Bezüger sind eine Fabrik in Busswil (14% bzw. 63'000 m³/Jahr) und die Energie Seeland AG in Lyss (11% bzw. 50'000 m³/Jahr). Die übrigen 9% teilen sich auf mehrere Konzessionäre mit geringen Bezügen auf.

Wärmepumpen und Kühlwasserfassungen:

Bei Wärmepumpen und Kühlwasserfassungen wird vom Kanton vorgeschrieben, das genutzte Wasser nach Möglichkeit mittels Schluckbrunnen oder Versickerungsanlagen wieder in den Grundwasserleiter zurückzugeben. Dies ist im Berner Seeland mehrheitlich der Fall. Auf die Grundwasserbilanzierung haben diese Entnahmen somit keinen Einfluss.

Landwirtschaftliche Fassungen zur Bewässerung:

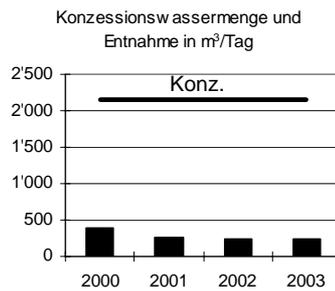
Die Konzessionen für die landwirtschaftliche Bewässerung werden in Hektaren der zu bewässernden Fläche erteilt. Insgesamt liegen Konzessionen für 633 Hektaren vor, was 9% des Untersuchungsperimeters entspricht. Über die effektiven Entnahmen liegen keine verlässlichen Angaben vor. Im Bericht WEA (1998) werden folgende Schätzwerte angegeben:

Mai:	1090	l/min
Juni:	2730	l/min
Juli:	5460	l/min
August:	4370	l/min
übrige Monate:	vernachlässigbar	

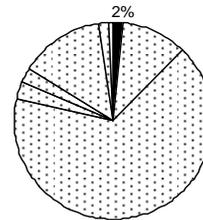
10.3 Detailangaben zu den Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse

Auf den Folgeseiten finden sich die Detailangaben zu den Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse. Alle der aufgeführten Fassungen bzw. Fassungsgruppen verfügen über eine rechtskräftige Schutzzone. Der Vollständigkeit halber ist auch die Fassung Schachen bei Lyss aufgeführt. Diese diente bis Ende 2004 der Trinkwassergewinnung, wird aber seit dem 1.1.2005 ausschliesslich zu Brauchwasserzwecken genutzt (womit auch die Schutzzone ausser Kraft gesetzt wurde).

GWF Maueracker bei Kallnach



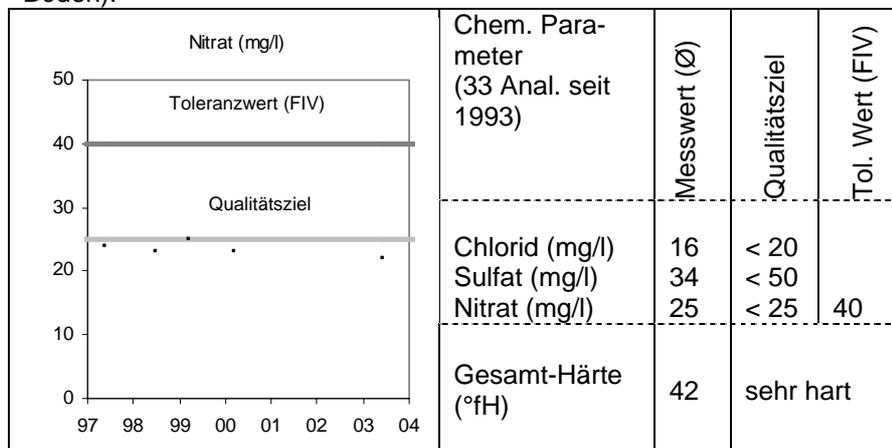
Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland



Grunddaten:
 Lauf-Nummer Konzession: 536
 WEA-Nummer: 584/208.1
 Kantonschemiker-Nummer: 13001
 Konzessionärin: Einwohnergemeinde Kallnach
 Standort-Gemeinde: Kallnach
 Koordinaten: 584'383/208'107
 Konzessionswassermenge: 1'500 l/min (≅ 2'160 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2014
 Fördermenge (Ø 2000 – 2003): 103'386 m³/Jahr (≅ 197 l/min)

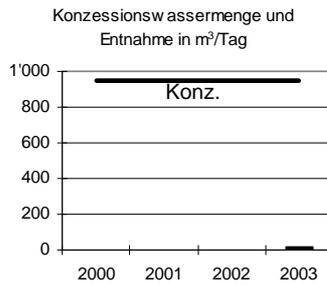
Fassungsanlage: Vertikalfilterbrunnen, Filterrohrdurchmesser 60 cm, Einbautiefe 21 m (Schlitzfurchenfilter bis 17.5 m unter Terrain). Sohle GW-Leiter bei 18 m unter Terrain, Durchlässigkeit 6-10-4 m/s. Flurabstand ca. 6 m ab OKT. GW-Mächtigkeit etwa 12 m. UV-Anlage seit 2001 vorhanden.

Wasserqualität: Einwandfreie Grundwasserqualität, jedoch sehr hartes Wasser. Nitratgehalte im Bereich des Qualitätszieles. Sauerstoffsättigung im normalen Bereich, KMnO4-Verbrauch mit 3 mg/l leicht erhöht (Einfluss organischer Böden).

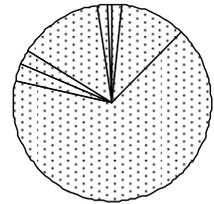


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1981). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1981.

GWF Moosgasse bei Barga



Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland
0.03%

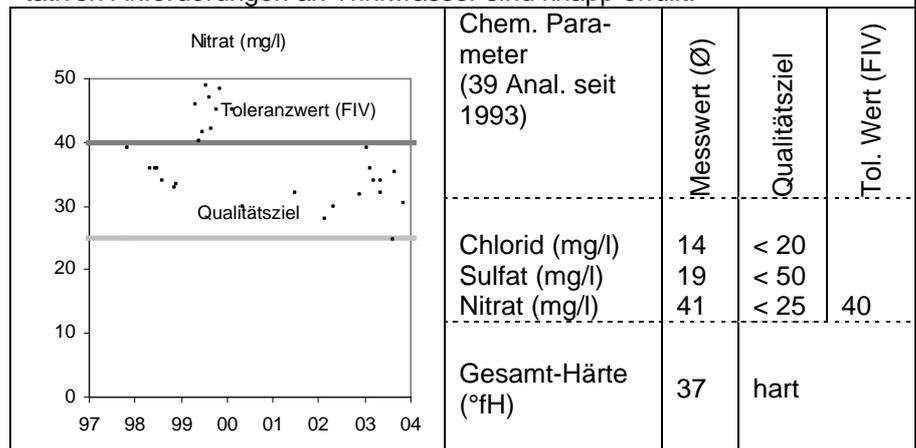


Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession: 25
 WEA-Nummer: 585/209.1
 Kantonschemiker-Nummer: 13001
 Konzessionärin: Einwohnergemeinde Barga
 Standort-Gemeinde: Barga
 Koordinaten: 585'805/209'609
 Konzessionswassermenge: 660 l/min (\cong 950 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2025
 Fördermenge (\varnothing 2000 – 2003): 2'257 m³/Jahr (\cong 4 l/min)

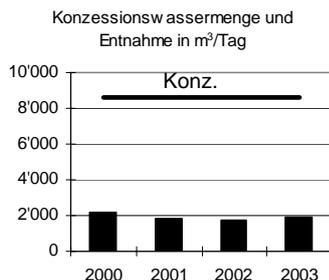
Fassungsanlage: Vertikalfilterbrunnen, Filterrohrdurchmesser 80 cm, Einbautiefe 15.6 m (Schlitzfurchenfilter ab 11.9 bis 14.9 m unter Terrain). Durchlässigkeit 7·10⁻³ m/s. Flurabstand ca. 6 m ab OKT. Keine Wasseraufbereitung vorhanden.

Wasserqualität: Unbefriedigende Grundwasserqualität, und zwar aufgrund des Einflusses durch die Landwirtschaft: Der für Nitrat geltende Toleranzwert wird zeitweise überschritten. Erfreulicherweise scheinen aber die Gehalte gemäss den jüngsten Messdaten tendenziell rückläufig zu sein. Im geförderten Wasser sind Spuren von Pflanzenschutzmitteln nachzuweisen. Die qualitativen Anforderungen an Trinkwasser sind knapp erfüllt.

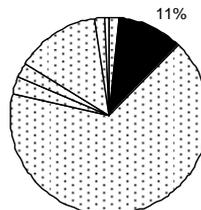


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1975). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1975.

GWF Römerstrasse bei Barga



Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland

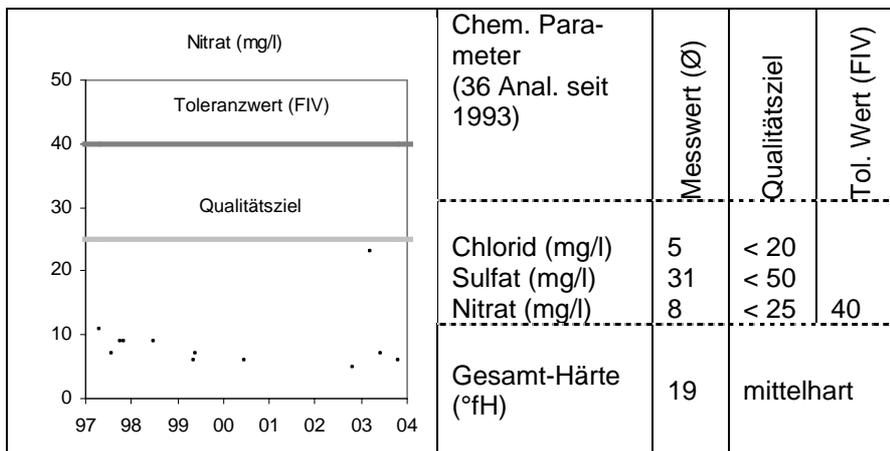


Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession: 648
 WEA-Nummer: 585/210.26
 Kantonschemiker-Nummer: 13101
 Konzessionärin: EWA, Aarberg (Wasserbezug durch WARE)
 Standort-Gemeinde: Barga
 Koordinaten: 585'177/210'522
 Konzessionswassermenge: 6'000 l/min (≅ 8'640 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2029
 Fördermenge (Ø 2000 – 2003): 700'250 m³/Jahr (≅ 1'332 l/min)

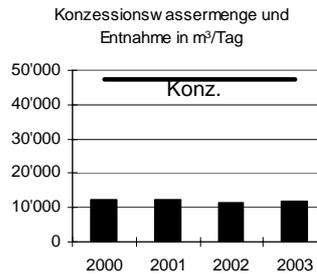
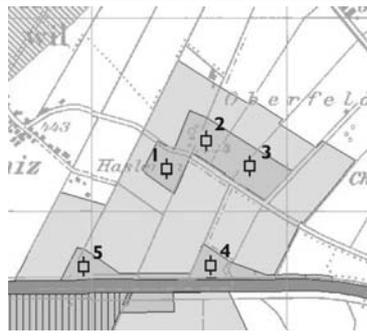
Fassungsanlage: Vertikalfilterbrunnen, Filterrohrdurchmesser 80 cm, Einbautiefe 31 m (Schlitzfurchenfilter ab 16 m unter Terrain). Sohle GW-Leiter bei 40 m unter Terrain, Durchlässigkeit 8·10⁻³ m/s. Flurabstand ca. 8 m ab OKT. GW-Mächtigkeit etwa 32 m. Keine Wasseraufbereitungsanlage vorhanden.

Wasserqualität: Im Allgemeinen einwandfreie Grundwasserqualität mit starker Prägung durch das infiltrierende Aarewasser. Dementsprechend im Vergleich zu „echtem Grundwasser“, relativ geringe Mineralisation und geringe Nitratwerte. Der Infiltratanteil wird auf über 90 % geschätzt.

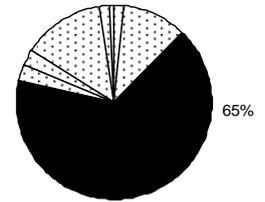


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzone und Schutzareal 1986). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1986.

GWF Gimmiz 1 bis 5 bei Walperswil



Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland

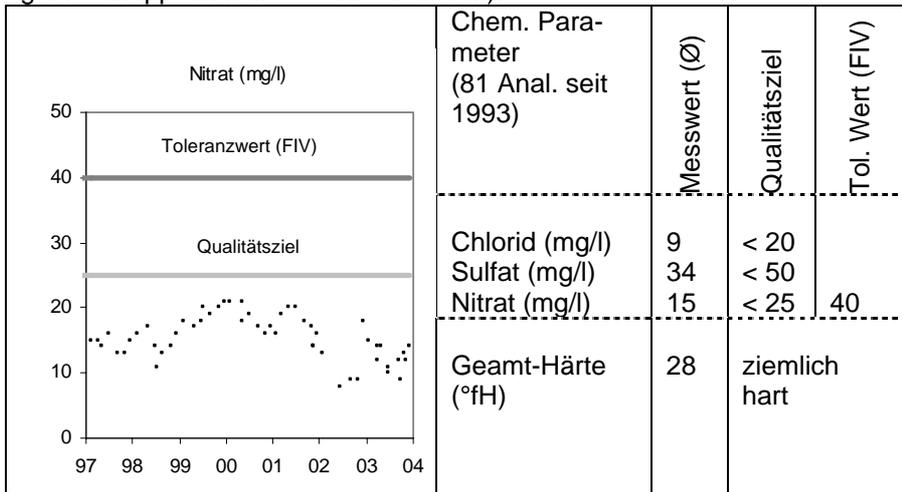


Grunddaten:	Lauf-Nummer Konzession: 288 WEA-Nummer Gimmiz 1: 585/211.10 WEA-Nummer Gimmiz 2: 585/211.12 WEA-Nummer Gimmiz 3: 585/211.11 WEA-Nummer Gimmiz 4: 584/210.3 WEA-Nummer Gimmiz 5: 585/210.23 Kantonschemiker-Nummer Gimmiz : 03021 Konzessionärin: Wasserverbund Seeland AG Standort-Gemeinde: Walperswil Koordinaten Gimmiz 1: 585'389/211'222 Koordinaten Gimmiz 2: 585'587/211'365 Koordinaten Gimmiz 3: 585'810/211'233 Koordinaten Gimmiz 4: 585'611/210'675 Koordinaten Gimmiz 5: 584'943/210'674 Konzessionswassermenge gesamt: 33'000 l/min (≅ 47'520 m ³ /Tag) Ablauf der Konzession: 2013 Fördermenge (Ø 2000 – 2003) total: 4'355'791 m ³ /Jahr (≅ 8'287 l/min)
-------------	--

Fassungsanlage:	PW1: Vertikalfilterbrunnen Einbautiefe 37.8 m, bis 17.2 m unter Terrain Schacht (2.20 x 2.70 m) danach gelochtes Rohr Ø = 1 m und 20 m lang. Flurabstand bei ca. 4 m ab OK Terrain. PW2: Vertikalfilterbrunnen, Einbautiefe 38.5 m, bis 18 m unter Terrain Schacht (2.20 x 2.70 m). Bis 28 m unter Terrain geschlitztes Rohr Ø = 1 m. Flurabstand 6 m ab OKT. Durchlässigkeit ca. 3·10 ⁻³ m/s. PW3: Vertikalfilterbrunnen, Einbautiefe 37.5 m, Schacht (2.20 x 2.70 m) bis 2.7 m OKT, ab 2.7 – 17.5 m Schacht Ø = 5 m, danach bis 37.5 m unter Terrain geschlitztes Rohr Ø = 1 m. Flurabstand 5.5 m ab OKT. PW4: Vertikalfilterbrunnen, Einbautiefe 23 m, ab 17 m unter Terrain gelochtes Rohr Ø = 0.8 m. Flurabstand ca. 7 m ab OKT. Durchlässigkeit 1.4·10 ⁻² m/s. Stauersohle bei ca. 30 – 50 m unter Terrain. Keine Wasseraufbereitungsanlage vorhanden.
-----------------	--

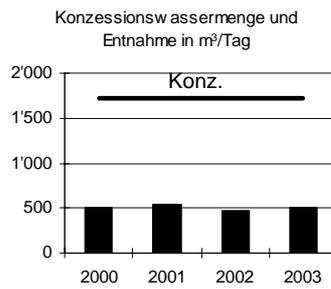
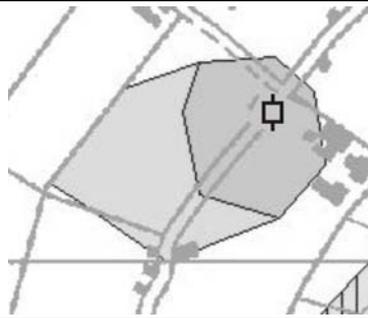
GWF Gimmiz 1 bis 5 bei Walperswil (Fortsetzung)

Wasserqualität: Einwandfreie Grundwasserqualität. Bei den Fassungen 4 und 5 starke, bei den Fassungen 1 bis 3 mittlere Prägung durch infiltrierendes Aarewasser. Untenstehend sind die Analysenergebnisse des Mischwassers aller fünf Einzelpumpwerke angegeben. Jahresschwankungen bei der Mineralisation sind auf den variierenden Einfluss des Infiltratanteils zurückzuführen: Im Sommer höherer Infiltratanteil als im Winter (wobei bei der Dateninterpretation die durch den Stofftransport bedingte zeitliche Verzögerung mit zu berücksichtigen ist, die für das gesamte Fassungsgebiet knapp ein halbes Jahr ausmacht).

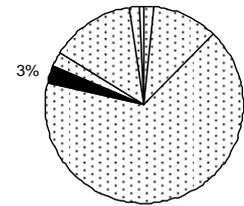


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der urspr. Schutzzonen 1996, der überarbeiteten Schutzzonen 1999). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1999.

GWF Werdthof bei Kappelen



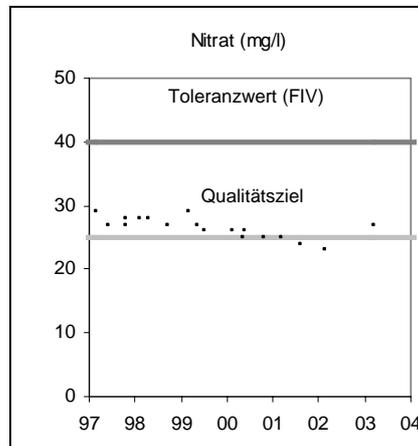
Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland



Grunddaten:
 Lauf-Nummer Konzession: 24
 WEA-Nummer: 587/214.4
 Kantonschemiker-Nummer: 10001
 Konzessionärin: Einwohnergemeinde Kappelen
 Standort-Gemeinde: Kappelen
 Koordinaten: 587'485/214'240
 Konzessionswassermenge: 1'200 l/min (\cong 1'728 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2030
 Fördermenge (\varnothing 2000 – 2003): 182'553 m³/Jahr (\cong 347 l/min)

Fassungsanlage: Vertikalfilterbrunnen, Einbautiefe 18 m Durchlässigkeit 4.5·10⁻³ m/s. Flurabstand ca. 3 m ab OKT. GW-Mächtigkeit etwa 40 m. Ozonierungsanlage vorhanden.

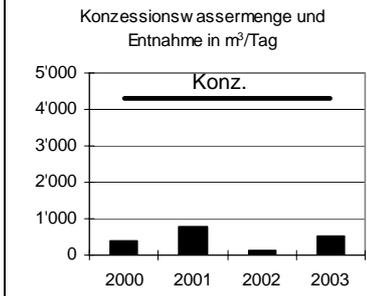
Wasserqualität: Gute Grundwasserqualität. Nitratgehalt in den letzten Jahren rückläufig und gegenwärtig unter dem Qualitätsziel von 25 mg/l. Leicht unterdurchschnittliche Sauerstoffsättigung aber dennoch kein nennenswerter Einfluss anaerober Zuflussbedingungen.



Chem. Parameter (56 Anal. seit 1993)	Messwert (\varnothing)	Qualitätsziel	ToI. Wert (FIV)
Chlorid (mg/l)	16	< 20	40
Sulfat (mg/l)	36	< 50	
Nitrat (mg/l)	32	< 25	
Gesamt-Härte (°fH)	38	hart	

Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1976). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1976.

GWF Schachen bei Lyss: Trinkwasserfassung bis 31.12.04, ab 01.01.05 nur noch Brauchwasser

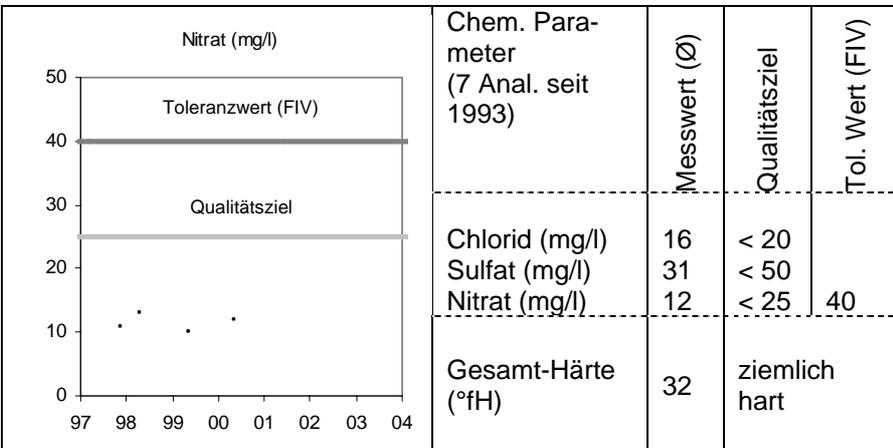


Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession:	108
WEA-Nummer:	589/214.6
Kantonschemiker-Nummer:	13002
Konzessionärin:	Energie Seeland AG Lyss
Standort-Gemeinde:	Lyss
Koordinaten:	589'712/214'822
Konzessionswassermenge:	3'000 l/min (≅ 4'320 m³/Tag)
Ablauf der Konzession:	2004
Fördermenge (Ø 2000 – 2003):	168'652 m³/Jahr (≅321 l/min)

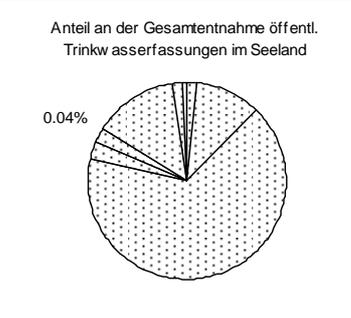
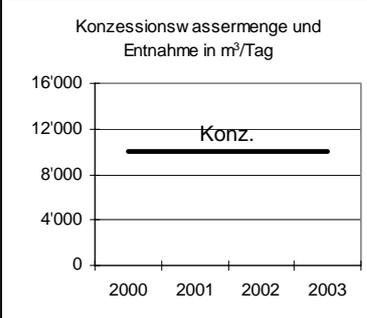
Fassungsanlage: Horizontalfilterbrunnen mit fünf Horizontalsträngen (Länge 12.5 – 30 m, Ø = 200 mm) in 6.5 m Tiefe ab OK Terrain. Zentralschachtdurchmesser 3 m, Einbautiefe 9 m. Sohle GW-Leiter bei 7.6 m unter Terrain, Durchlässigkeit 7·10⁻³ m/s. Flurabstand ca. 2 - 4 m ab OKT. GW-Mächtigkeit etwa 5 m.

Wasserqualität:



Planerischer GW-Schutz: Per Ende 2004 wurden die Schutzzonen aufgehoben.

GWF PW1 und PW2 der Energie Service Biel bei Worben



Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession: 75
 WEA-Nummer: 590/216.9
 590/216.2
 Kantonschemiker-Nummer: keine
 Konzessionärin: Energie Service Biel
 Standort-Gemeinde: Worben
 Koordinaten: 590'172/216'535
 590'151/216'294
 Konzessionswassermenge: 10'000 l/min (≅ 14'400 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2033
 Fördermenge (Ø 2000 – 2003): 2'617 m³/Jahr

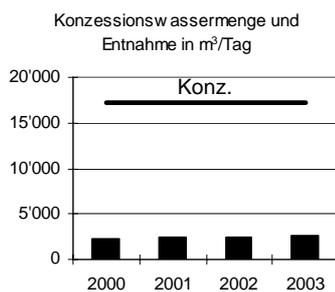
Fassungsanlagen: Horizontalfilterbrunnen PW1 und PW2 mit 8 Horizontalsträngen (Länge 11.5 – 30 m). Zentralschachtdurchmesser 3 m, Einbautiefe 13.5 m. Sohle GW-Leiter nicht homogen, Durchlässigkeit 2.5 - 3·10⁻² m/s. Flurabstand ca. 1 - 2 m ab OKT. Chlorierungsanlage vorhanden.

Wasserqualität: Da die Anlage in den vergangenen Jahren nicht bzw. kaum genutzt wurde, liegen keine Messergebnisse des Kantonschemikers vor. Jüngere Messungen der Wasserverbund Seeland AG zeigen, dass die Qualitätsanforderungen an Trinkwasser erfüllt sind. Geringste Konzentrationen an CKW sind zwar nachweisbar, liegen aber in einem unbedenklichen Spurenbereich (< 1 µg/l).

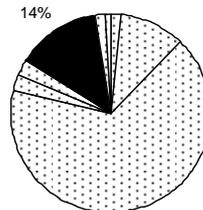
Chem. Parameter (14 Anal. seit 2003)	Messwert (Ø)	Qualitätsziel	Tol. Wert (FIV)
Chlorid (mg/l)	9	< 20	
Sulfat (mg/l)	28	< 50	
Nitrat (mg/l)	5	< 25	40
Gesamt-Härte (°fH)	25	ziemlich hart	

Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1995). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1995.

GWF 1950 der SWG bei Worben



Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland

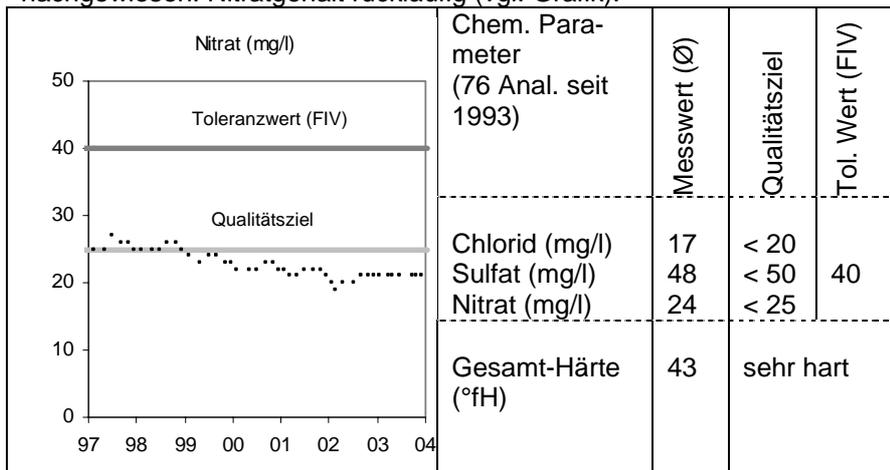


Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession: 105
 WEA-Nummer: 588/216.4
 Kantonschemiker-Nummer: 03104
 Konzessionärin: Seeländische Wasserversorgung (SWG), Worben
 Standort-Gemeinde: Worben
 Koordinaten: 588'757/216'758
 Konzessionswassermenge: 12'000 l/min (≅ 17'280 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2030
 Fördermenge (Ø 2000 – 2003): 896'130 m³/Jahr (≅ 1705 l/min)

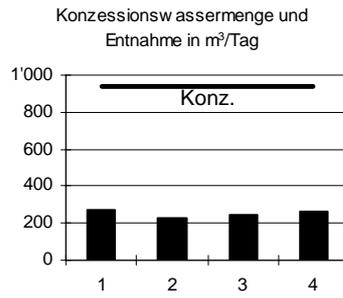
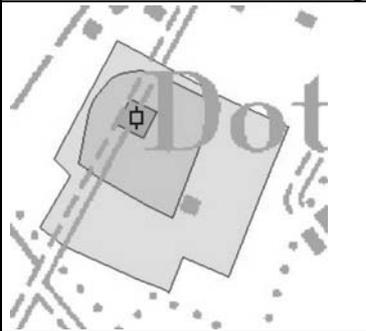
Fassungsanlage: Horizontalfilterbrunnen mit 3 m Durchmesser und ca. 8 m Tiefe, ausgerüstet mit 9 Horizontalfiltersträngen mit einer Gesamtlänge von 168 m. Baujahr 1950. Der mittlere Ruhewasserspiegel liegt 2 m unter Terrain, die Aquifermächtigkeit beträgt um die 25 m. K-Wert der umliegenden Schotter: 1·10⁻³ bis 5·10⁻³ m/s. UV-Anlage seit 2002 vorhanden.

Wasserqualität: Im Allgemeinen einwandfreie Grundwasserqualität, jedoch sehr hartes Wasser. In den 90er Jahren Spuren von Pflanzenschutzmitteln festgestellt, bei einer umfassenden Kampagne des GSA vom November 2003 lagen aber sämtliche Werte unter der Nachweisgrenze von <0.05 µg/l. Auch andere organische Schadstoffe wurden bei dieser Kampagne nicht nachgewiesen. Nitratgehalt rückläufig (vgl. Grafik).

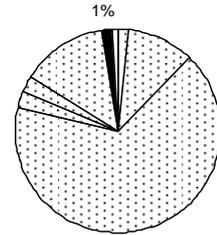


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2a, S2b und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der urspr. Schutzzonen 1976, der überarbeiteten Schutzzonen 1995). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1995.

GWF Riedmatte bei Dotzigen



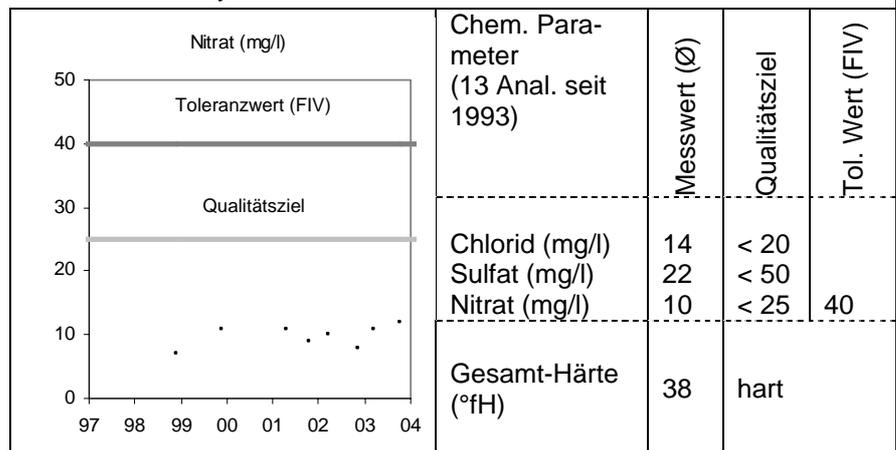
Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland



Grunddaten:
 Lauf-Nummer Konzession: 22
 WEA-Nummer: 592/218.1
 Kantonschemiker-Nummer: 13102
 Konzessionärin: Einwohnergemeinde Dotzigen
 Standort-Gemeinde: Dotzigen
 Koordinaten: 592'424/218'302
 Konzessionswassermenge: 650 l/min (\approx 936 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2030
 Fördermenge (\varnothing 2000 – 2003): 91'609 m³/Jahr (\approx 174 l/min)

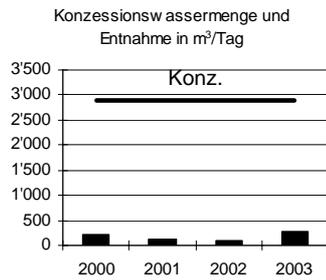
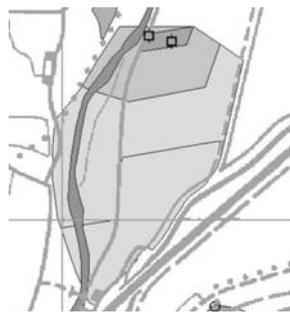
Fassungsanlage: Vertikalfilterbrunnen mit Filterrohrdurchmesser 80 cm, Tiefe 5.70 m, Baujahr 1953. Der mittlere Ruhewasserspiegel liegt rund 1,5 m unter Terrain. Die Mächtigkeit der wassergesättigten Zone beträgt rund 4 m. Sehr hohe Durchlässigkeit (4-10-2 m/s). Keine Wasseraufbereitung vorhanden.

Wasserqualität: Einwandfreie Grundwasserqualität. Geringer Nitratgehalt. Kein nennenswerter Einfluss durch Abbau von organischem Material (z.B. Torfböden), deshalb KMnO₄-Verbrauch von weniger als 3 mg/l. Schadstoffe wie Pflanzenschutzmittel und chlorierte Kohlenwasserstoffe sind gemäss einer Analyse des Kantonschemikers keine nachzuweisen.

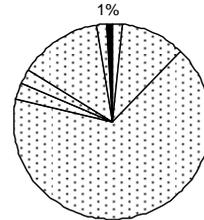


Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2 und S3 vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1981). Schutzzonenreglement datiert von 1981.

GWF Im Hägni 1 und 2 bei Büren a. A.



Anteil an der Gesamtentnahme öffentl. Trinkwasserfassungen im Seeland

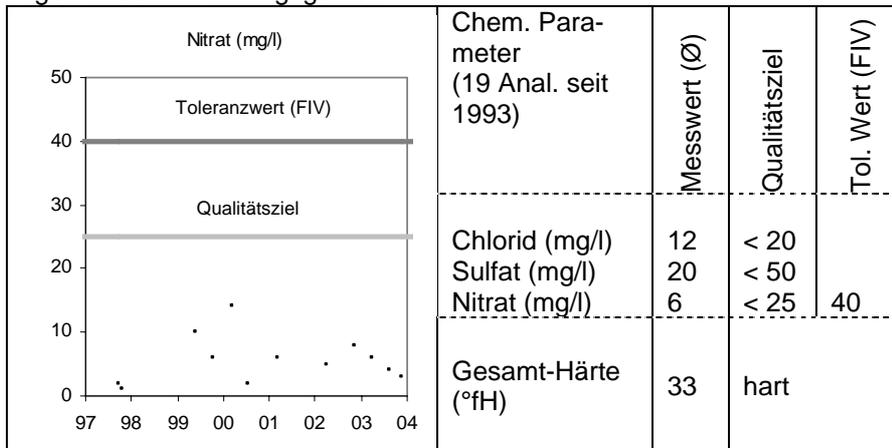


Grunddaten:

Lauf-Nummer Konzession: 13
 WEA-Nummer Hägni 1: 593/220.1
 WEA-Nummer Hägni 2: 593/220.2
 Kantonschemiker-Nummer: 13001 (Mischwasser Hägni 1+2)
 Konzessionärin: Energieversorgung Büren AG
 Standort-Gemeinde: Dotzigen
 Koordinaten Hägni 1: 593'203/220'435
 Koordinaten Hägni 2: 593'255/220'419
 Konzessionswassermenge: 2'000 l/min (≅ 2'880 m³/Tag)
 Ablauf der Konzession: 2028
 Fördermenge (Ø 2000 – 2003): 63'827 m³/Jahr (≅ 121 l/min)

Fassungsanlage: 2 Vertikalfilterbrunnen, Filterrohrdurchmesser 1 m, Schlitzfurchenfilter ab 4 m bis 6 m unter Terrain für Brunnen Nr. 1, Schlitzfurchenfilter ab 3 m bis 5 m unter Terrain für Brunnen Nr. 2. Sohle GW-Leiter nicht homogen, Durchlässigkeit 1 bis 2·10⁻³ m/s bzw. in alten Flussläufen (Rinnen) 5 bis 8·10⁻³ m/s. Die Fassung 2 liegt in einem dieser alten Flussläufe. Flurabstand ca. 3 m ab OKT. GW-Mächtigkeit etwa 4 bis 6 m. UV-Anlage seit 2001 vorhanden.

Wasserqualität: Die Trinkwasserqualität entspricht den gesetzlichen Anforderungen. Die Sauerstoffsättigung von nur 15% (optimal wären 30 bis 100%) und der KMnO₄-Verbrauch von 3 mg/l (optimal wären Werte < 3 mg/l) deuten auf den partiellen Einfluss eines Abbaus von organischem Material hin. Dies kann natürlich bedingt sein: Zum Beispiel durch den Einfluss von torfhaltigen Böden im Einzugsgebiet.



Planerischer GW-Schutz: Rechtskräftige Schutzzonen S1, S2, S3 und S3a vorhanden (Inkraftsetzung der Schutzzonen 1975). Aktuelles Schutzzonenreglement datiert von 1975.

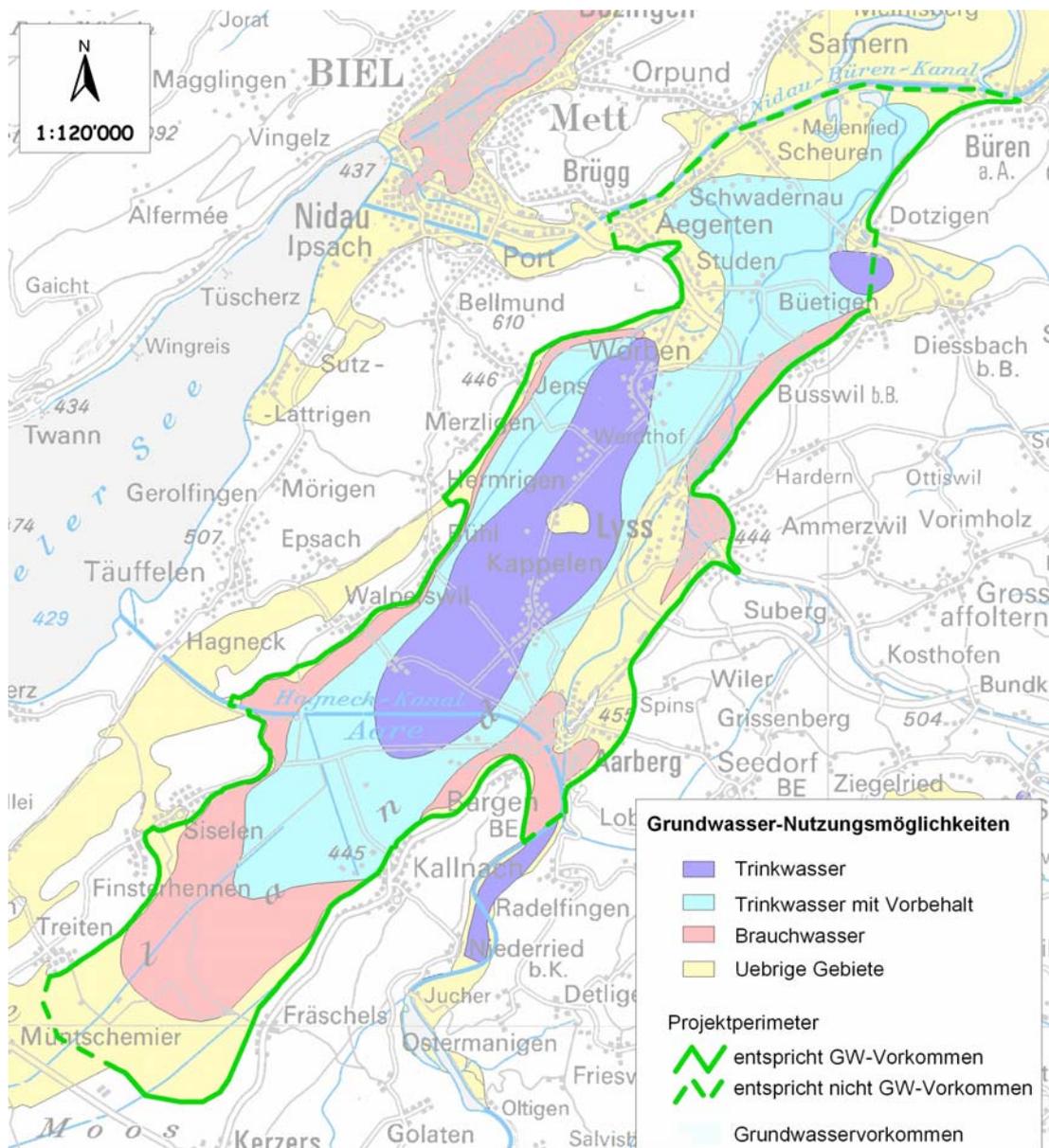
10.4 Generelle Grundwassernutzungsmöglichkeiten

Die Beurteilung der Grundwassernutzungsmöglichkeiten stützt sich auf folgende Sachdaten:

- Durchlässigkeit und Mächtigkeit
- Chemische Beschaffenheit des Grundwassers

Figur 18 zeigt die Aufteilung des Grundwasserleiters in die vier nachfolgend erläuterten Kategorien.

Trinkwasser:	Das für die Trinkwassernutzung am besten geeignete Gebiet konzentriert sich auf den zentralen Bereich von Barga bis Worben. Darin kommen die Fassungen Römerstrasse, Gimmiz, Werdthof und SWG zu liegen. Ein kleineres Gebiet, das ebenfalls für die Trinkwassernutzung geeignet ist, befindet sich bei Dotzigen. Gesamthaft macht das zu Trinkwasserzwecken vorbehaltlos geeignete Gebiet 18 % des gesamten Untersuchungsperimeters aus.
Trinkwasser mit Vorbehalt:	Diese Gebiete eignen sich grundsätzlich ebenfalls für die Trinkwassernutzung, allerdings verlangen lokale Variationen der Ergiebigkeit und der Grundwasserqualität eine detaillierte Standortüberprüfung.
Brauchwasser:	Die Randgebiete mit geringerer Mächtigkeit bzw. Durchlässigkeit aber zufrieden stellender chemischer Beschaffenheit sind für kleinere Brauchwassernutzungen grundsätzlich geeignet.
Übrige Gebiete:	Wie aus Kapitel 7 hervorgeht, weisen einige Bereiche des Seelandes eine mangelhafte Grundwasserqualität auf. Selbst für Brauchwasserzwecke ist von einer Nutzung teilweise abzuraten. Diese Bereiche sowie die Gebiete, über die nur wenige Kenntnisse vorliegen, werden als „übrige Gebiete“ bezeichnet.



Figur 18 Grundwassernutzungsmöglichkeiten

10.5 Planerischer Grundwasserschutz

Gewässerschutzbereich A_u :

Der Gewässerschutzbereich A_u umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete. Der Grundwasserleiter Seeland inklusive dessen unmittelbare Randzone ist dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet. Die Massnahmen zum Schutz des Grundwassers im Bereich A_u sind in der Gewässerschutzverordnung (GschV, Anhang 4, Ziffer 211) geregelt.

Zuströmbereiche Z_u :

Der Zuströmbereich umfasst das Fassungseinzugsgebiet von im öffentlichen Interesse liegenden Trinkwasserfassungen bzw. den grössten Teil davon. Er stellt das Gebiet dar, aus dem das bei der Fassung entnommene Grundwasser stammt.

Im Jahr 2004 hat das WEA die Zuströmbereiche für die wichtigsten Trinkwasserfassungen des Seelands bemessen lassen. Die entsprechenden Perimeter sind als GIS-Layer beim WEA vorhanden.

Wenn Trinkwasserfassungen durch mobile, nicht oder nur schwer abbaubare Schadstoffe belastet sind, stellt der Zuströmbereich das Gebiet dar, das saniert werden muss. In der Praxis konzentrieren sich solche Sanierungsprojekte auf die Verminderung der Nitratkonzentrationen, d.h. auf Massnahmen in der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Die Trinkwasserfassungen im Seeland weisen mehrheitlich Nitratgehalte auf, welche die Anforderungen gemäss Gewässerschutzgesetzgebung erfüllen. Bei einigen wenigen Fassungen liegen zwar die Werte noch über dem Qualitätsziel von 25 mg/l, doch ist der Trend in den letzten Jahren deutlich rückläufig.

Grundwasserschutzzonen:

Sämtliche Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse verfügen über eine rechtskräftige Schutzzone. Für die Fassung Schachen bei Lyss wurde die Schutzzone per Ende 2004 aufgehoben, da die Anlage ab 2005 nur noch zu Brauchwasserzwecken genutzt wird.

Wie aus Kapitel 10.3 hervorgeht, sind die Schutzzonelemente für die meisten Fassungen vor 1999 erstellt worden, d.h. vor Inkrafttreten der neuen Gewässerschutzverordnung. Eine Überprüfung der Schutzzonen oder zumindest eine Anpassung der Reglemente an die aktuelle Gewässerschutzgesetzgebung ist deshalb in den meisten Fällen erforderlich.

Der «kritische Mindestabstand» von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 sollte in Zuströmrichtung mindestens 100 m betragen. Diese Regel ist bei allen Schutzzonen mehr oder weniger eingehalten (teilweise geringfügige Unterschreitungen, die jedoch tolerierbar sind). Es besteht somit kein offensichtlicher Bedarf, bestehende Schutzzonen zu vergrössern.

Grundwasserschutzareale:

Die Kantone können Areale ausscheiden, die für die künftige Nutzung und Anreicherung von Grundwasservorkommen von Bedeutung sind. In diesen Arealen gelten weitgehend dieselben Nutzungseinschränkungen wie in einer Schutzzone S2 (mit Ausnahme der landwirtschaftlichen Bodennutzung). Im Seeland bestehen zwei Grundwasserschutzareale, das eine befindet sich anliegend an die Schutzzone der Fassung Römerstrasse, das andere nahe der Schutzzone der Fassung Werdtthof.

Zusammengefasst erfüllt der planerische Grundwasserschutz im Seeland die aus der Gewässerschutzgesetzgebung hervorgehenden Bestimmungen. Eine Aktualisierung derjenigen Schutzzonenreglemente, welche vor Inkrafttreten der neuen Gewässerschutzverordnung erstellt worden sind, ist notwendig. Grundsätzlich gilt, dass der Stellenwert der einzelnen Fassungen und ihre Schutzzonen periodisch – d.h. etwa alle zehn Jahre – überprüft werden sollen.

11 Literaturverzeichnis

ABDOULE-KARIM, D. (2000): Travail de Diplôme – Contribution à l'étude hydrogéologique de l'aquifère de Kappelen dans le Seeland bernois : Apport de la tomographie électrique et l'usage de traceurs artificiels. Cycle postgrade interuniversitaire, EPFL, UNI-NE et ETH.

AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND ABFALLWIRTSCHAFT GSA (2001): Analysergebnisse 1950 – 2000 von Grundwasserproben aus dem Seeland zwischen Aare-Hagneck-Kanal und Worben. Bearbeitung: Dr. Wolfgang Harsch.

AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND ABFALLWIRTSCHAFT GSA (2000): Ehemalige Deponien und Sickerteiche der Zuckerfabrik Aarberg, Altlastenuntersuchung und Risikobeurteilung, Schlussbericht. Bearbeitung: Geotest AG.

ANTENEN, M. (2004): Persönliche Mitteilung zu interessanten geologischen Aufschlüssen im Seeland. Vgl. Kapitel 2.4.

BOLLIGER, C., HÖHENER, P., HUNKELER, D., HÄBERLI, K. & ZEYER, J. (1999): Intrinsic bioremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated aquifer and assessment of mineralization based on stable carbon isotopes. In: Biodegradation 10, p. 201-217, Netherlands.

CSD INGENIEURE UND GEOLOGEN AG (1995): BKW 50 KV Leitung Hagneck-Kallnach, Baugrundabklärung für Mastfundamente. Bericht Nr. 5015BT01.

EHRSAM, E. (1974): Zusammenfassende Darstellung der beiden Juragewässerkorrekturen. Farbendruck Weber 2. Ausgabe 1995. Interkantonale Baukommission der II. Juragewässerkorrektion.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG (2000): Trendverhalten des Grundwassers im Seeland seit den 70er Jahren. Bericht Nr. 31.3100.001.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG (2003): Kantonsstrasse Nr. 6, 2019 Autostrassenanschluss Studen, Ermittlung der Grundwasserstände. Bericht Nr. 31.3259.001.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG (2003): Technische Untersuchung Altdeponien Chappeldefeld, Oberfeld Nord und Süd. 31.3250.001.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG (2004): Créabéton AG Lyss, Baugrunduntersuchung. Bericht Nr. 31.3398.001.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG (2004): Regenüberlaufbecken Kirchplatz Lyss, Baugrunduntersuchung. Bericht Nr. 3428.001.

GEOTEST (1981): Lyss, Sportzentrum „Grien“: Hydrogeologische Untersuchungen, Bericht Nr. 80229A.

GEOTEST (1987): Worben, Grundwasserfassung für Forellenzucht, Pumpversuch, Bericht 86119.

GEOTEST (1991): Hagneck-Kanal, Massnahmen zur Vergrösserung der Hochwassersicherheit, Machbarkeitsstudie. Anhang zum Bericht Nr. 90192.

GEOTEST (1993): Lyss, SBB-Unterführung: Hydrogeologischer Bericht über die Grundwasserabsenkung vom 7. April bis 18. Dezember 1992, Bericht Nr. 87004.

GEOTEST (1996): Sanierungszentrum Amarit AG / Ebiox AG, Werdthof, Kappelen, Grundwasseruntersuchungen, Bericht Nr. 96182.

GEOTEST (1997): Lyss, Kaserne, Grundwasser-Wärmenutzung, hydrogeologischer Bericht Nr. 97023.

GEOTEST (1998): Müntschemier, Heumoos, Grundwasserfassung Betriebsgemeinschaft Züttel, hydrogeologischer Bericht Nr. 98205.1.

GEOTEST (2000): Lyss – Altlast-Detailuntersuchung Zyliss-Areal. Bericht Nr. 00019.1.

GEOTEST (2000): Jens, Parzelle Nr. 144, Grundwasserfassung: Hydrogeologischer Bericht Nr. 00044.1.

GEOTEST (2001): Lyss, Grenzstrasse 16, 16a und 18, Altlasten-Voruntersuchung, Standort 03060023, Bericht Nr. 01087.2.

GEOTEST (2001): Lyss – Zustrombereich der Fassung Schachen im Hinblick auf potenzielle Schadstoffquellen. Bericht Nr. 00216.3.

GEOTEST (2001): Lyss, SPT Roth, Erweiterungsbau Fabrikations- und Verwaltungsgebäude: Grundwassernutzung für Kühlung, Bericht Nr. 01201.1.

GEOTEST (2001): Müntschemier, Bahnhofstrasse 9, hydrogeologische Untersuchungen im Hinblick auf eine Nutzung des Grundwassers zu Heizzwecken, Bericht Nr. 01114.1.

GEOTEST (2001): Lyss, Grundwassersanierung GZM-Areal: Kurzinformation für Sanierungsfirmen, Kurzbericht Nr. 99044.4.

GEOTEST (2003): Kappelen, Grundwasserbeprobung im Pumpwerk Werdthof vom Juli 2003, Bericht Nr. 99152.

GROSJEAN, M. (2004): Ein wasserbaulicher Grossversuch und seine Folgen. Schriftenreihe VBS (Verein Bielerseeschutz) Nr. 13. Biel.

HENAUER, U. INGENIEURBÜRO LYSS (1980): Gesamtmeliorationen Kallnach – Niederried – Bargaen 1962-1979, Schlussbericht. Flurgenossenschaft Kallnach-Niederried-Bargaen.

HOFFMEYER, P. (1995): Travail de Diplôme – Hydrogéologie et hydrochimie dans l'aquifère du Seeland (Berne, Suisse). Cycle postgrade interuniversitaire, EPFL et UNI-NE en hydrologie et hydrogéologie.

JORDAN, PH. (2000): Travail de diplôme – Modélisation de la partie nord de l'aquifère du Seeland (BE) – Méthode de détermination des aires d'alimentation Zu en milieu poreux. Cycle postgrade interuniversitaire, EPFL et UNI-NE en hydrologie et hydrogéologie.

KAUTER UND HUTZLI, VERMESSUNGSBÜRO (1994): Gesamtmeliorationen Epsach – Hagneck – Täuffelen 1980 – 1994, Schlussbericht. Bodenverbesserungsgenossenschaft Epsach – Hagneck – Täuffelen.

KAUTER UND HUTZLI, VERMESSUNGSBÜRO (1989): Gesamtmeliorationen Brüttelen – Lüscherz – Hagneck, Schlussbericht. Bodenverbesserungsgenossenschaft Brüttelen.

KAUTER UND HUTZLI, VERMESSUNGSBÜRO (1990): Gesamtmeliorationen Hermrigen 1977-1989, Schlussbericht. Bodenverbesserungsgenossenschaft Hermrigen.

KELLERHALS + HAEFELI AG (1992/1993): Bernische Kraftwerke AG, Grundwasseranreicherungsanlage Gimmiz, Alternativprojekte: Hydrogeologische Überprüfung.

KELLERHALS + HAEFELI AG (1997): Verunreinigung von Grundwasser Wärmepumpenanlagen in Worben.

KELLERHALS + HAEFELI AG (1995): Kraftwerk Aarberg, ufernahe Fassungen entlang Hagneckkanal. Grundwasseranreicherungsanlage Gimmiz, Alternativprojekte: Bericht Phase I und II.

KELLERHALS + HAEFELI AG (2000): Unterwasserkanal Kallnach, Vorabklärungen für eine Grundwasserprospektion. Bericht Nr. 3839.

KENNEDY, K., MÜLLER, I., SCHNEGG, P.-A., ROSSI, P. & KOZEL, R. (1999): Characterization of the Kappelen Groundwater Research Site (BE), Switzerland, and Preliminary Bacteriophage and Solute Tracer Component Responses. In: Biodegradation 10, p. 201-217, Holland.

KOZEL, R. (1989): Interdisziplinäre Untersuchungen zum Schutz der Grundwasserqualität in den Fassungen der SWG bei Worben/BE 1987/88. Seeländische Wasserversorgung Gemeindeverband Worben.

MEYER-WOLFARTH, B. (1986): Dissertation – Das jüngere Quartär im Westschweizer Seeland. Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln. Bern. In: Revue de paléobiologie, volume 5, N° 2, ISSN 0253-6730, pp. 337-374. Genève.

NAEF + BICHSEL, KULTUR- UND VERMESSUNGSINGENIEURE BERN : Gesamtmeliorationen Treiten 1970-1984, Schlussbericht. Bodenverbesserungsgenossenschaft Treiten.

OUSSEINI, M.M. (1998): Travail de Diplôme – Caractérisation de l'hétérogénéité en milieu poreux à l'aide des traçages et de la géophysique. Cycle postgrade interuniversitaire, EPFL et UNI-NE en hydrologie et hydrogéologie.

SCHNEIDER, N., WERNER, E. (2003) : Auswirkungen der Juragewässerkorrektion auf das Landklima – Klimawandel vor der Haustür, Unipress 116, s. 21-24. Bern.

SIUM ENGINEERING AG (2001): Detailuntersuchung über die lokale Grundwasserkontamination, Studen. Bericht Nr. LAUCB104.

STAUFFACHER UND PARTNER INGENIEUR- UND VERMESSUNGSBÜRO MUR-
TEN (1989): Gesamtmeliorationen Brüttelen – Finsterhennen – Siselen – Treiten,
Sektion Finsterhennen 1970-1988. Bodenverbesserungsgenossenschaft Sektion
Finsterhennen.

TRÖSCH, J. (1975): Numerische Simulation Dupuit'scher Grundwasserströmungen.
- Mitteilungen Nrn. 14 und 15, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Gla-
ziologie der ETH Zürich.

ULLRICH, S. (1998): Travail de Diplôme – Distribution spatiale de l'état redox dans
l'aquifère du Seeland entre Aarberg et Worben (BE). Cycle postgrade interuniversi-
taire, EPFL et UNI-NE en hydrologie et hydrogéologie.

WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN, WEA
(1976): Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons
Bern. Hydrogeologie Seeland. 149 S., 5 Karten. Bearbeitung: Kellerhals + Haefeli
AG (vergriffen).

WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN, WEA
(1988): Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons
Bern. Seeland: Infiltration aus Hagneckkanal und Alter Aare. 93 S. Bearbeitung:
Kellerhals + Haefeli AG.

WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN, WEA
(1998): Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons
Bern. Nutzungs-, Schutz –und Überwachungskonzept Seeland. Technischer Be-
richt. Bearbeitung: Geotechnisches Institut AG. Unpubliziert.

WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN, WEA
(1999): Nutzungs-, Schutz- und Überwachungskonzept für den Grundwasserleiter
der Seelandes – Synthesebericht. 55 S. Bearbeitung: Geotechnisches Institut AG.

WASSERWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN, WWA (2007): Auswertung
von Grundwasserstandsdaten. Trends 1978 - 2004. Bearbeitung: Geotechnisches
Institut AG.



Wasserwirtschaftsamt des Kantons Bern
Reiterstrasse 11, 3011 Bern
Telefon 031 633 38 11, Fax 031 633 38 50
info.wwa@bve.be.ch, www.be.ch/wwa