

Grundwasser-Fliesswege im mittleren Lutherntal

Autor(en): **Amrein, Brigitta M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Band (Jahr): **37 (2002)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-523479>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

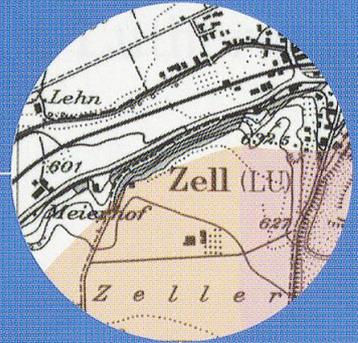
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BRIGITTA M. AMREIN

Grundwasser-Fließwege im mittleren Lutherntal



Grundwasser-Fliesswege im mittleren Lutherntal

BRIGITTA M. AMREIN

Zusammenfassung

Im mittleren Lutherntal, zwischen Hofstatt und Briseck (Zell, Kanton Luzern), existieren im Untergrund zwei Rinnen: die des heutigen Lutherntals und die so genannte Urluthernrinne. Letztere wurde nach einer Eiszeit aufgeschottert und ist heute nicht mehr sichtbar. Diese zwei Rinnen verlaufen im obersten Abschnitt parallel, kreuzen sich im Gebiet Stoss bei Hüswil und vereinen sich schliesslich im Gebiet Gass-Briseck. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, abzuklären, wie sich das Grundwasser bei der Kreuzung der Rinnen bei Stoss verhält. Bislang wurde angenommen, dass die bei Stoss aufeinander treffenden Grundwasserströme sich mischen und dann gemeinsam dem Unterlauf der Urluthernrinne folgen. Dies unter anderem, weil die beobachteten Druckpotenziale der beiden Grundwasserströme bei Stoss identisch sind. Die Resultate des Markierungsversuchs ergaben jedoch Folgendes: Die beiden Grundwasserströme mischen sich nicht! Das Grundwasser aus dem oberen Lutherntal wechselt in die untere Urluthernrinne und das Grundwasser aus der oberen Urluthernrinne wechselt ins Lutherntal respektive Rottal. Damit sind ideale Voraussetzungen für die Wasserversorgung Zell vorhanden, um eine zweite Trinkwasserfassung zu errichten, da die Grundwasserströme unabhängig voneinander sind.

Résumé

Voies d'écoulement des eaux souterraines dans le Lutherntal moyen. – Dans le Lutherntal moyen, entre Hofstatt et Briseck (Zell, canton de Lucerne), il existe deux voies d'écoulement souterraines: celle de l'actuel Lutherntal et celle dite d'Urluthern. Cette dernière a été comblée de graviers après une glaciation et n'est plus visible aujourd'hui. Dans leur cours supérieur, ces deux voies sont parallèles. Elles se croisent dans la région de Stoss à Hüswil et se rejoignent enfin dans la région de Gass-Briseck. L'objectif de ce travail était de clarifier le comportement des eaux souterraines à Stoss, au croisement des voies d'écoulement. On admettait jusqu'à maintenant que les deux écoulements souterrains se mélangeaient et suivaient ensuite le cours inférieur de l'écoulement d'Urluthern, notamment parce que les forces de pression des deux écoulements souterrains sont identiques à Stoss. Mais les essais de marquage ont montré que les deux écoulements souterrains ne se mélangent pas! Les eaux souterraines du haut Lutherntal donnent l'écoulement inférieur d'Urluthern, tandis que les eaux souterraines de l'écoulement supérieur d'Urluthern donnent celles du Lutherntal et du Rottal. Zell bénéficie donc de conditions idéales d'approvisionnement en eau potable permettant l'implantation d'un deuxième captage car les écoulements souterrains sont indépendants.

Abstract

Flow Paths of the Groundwater in the middle part of the Luthern Valley. – In the central part of the Luthern valley, between Hofstatt and Briseck (Zell), two underground channels exist: the channel of the today's valley Luthern and the channel of its ancient equivalent, the so-called Urluthernrinne. After a glaciation the latter was completely filled with sediments and is therefore not visible today. The two channels run parallel in their upper sections, intersect at Stoss near Hüs wil, and finally meet at Gass-Briseck. The aim of this study was to understand the flow-pattern of the groundwater bodies of these two channels, focusing on their crossing at Stoss. At Stoss, long observed piezometric levels of the two groundwater bodies are identical. It was believed, therefore, that the two groundwater bodies would

merge and mix here, and then follow the lower section of the ancient Urluthernrinne. In this study tracer tests were applied. These have shown, that groundwater from the upper section of the ancient Urluthernrinne was not encountered in its lower part, but flows into the Rottal valley, i.e. today's Luthern. In contrast, groundwater from the upper section of today's Luthern could only be found in the lower section of the ancient Urluthernrinne. From this it is deduced, that the two groundwater bodies do not mix. Groundwater originating from the upper Luthern follows the lower section of the ancient Urluthernrinne, whereas groundwater of the upper section of the ancient Urluthernrinne follows the Rottal, i.e. today's Luthern. These circumstances provide ideal conditions for the installation of a second independent groundwater well at Zell.

Einleitung

Die Luthern entwässert das Napfgebiet in Richtung Norden. Rund 15 Kilometer nördlich des Napfs biegt die Luthern nach Osten ab. Im Knie liegt die Luzerner Gemeinde Zell. Die Wasserversorgung Zell evaluierte seit Jahren Möglichkeiten für eine zweite Trinkwasserfassung neben der Grundwasserfassung «Ze 1». Mit der Abklärung der offenen Fragen zu den lokalen hydrogeologischen Gegebenheiten beauftragte diese die Mengis+Lorenz AG, Luzern. Die Autorin erhielt während eines Praktikums bei der Mengis+Lorenz AG die Anregung zu ihrer hierauf bezogenen Diplomarbeit, welche mit der vorliegenden Publikation zusammengefasst wird.

Die Felsunterlage im mittleren Luthern wird durch die flachliegende mittelländische Molasse gebildet. Während den Eiszeiten des Quartärs erodierte der Vorläufer der Luthern mehrere Rinnen in die Molasse. Wie Untersuchungen der Kieswerke (Bernet Kies AG 1986; Marti Kieshan-

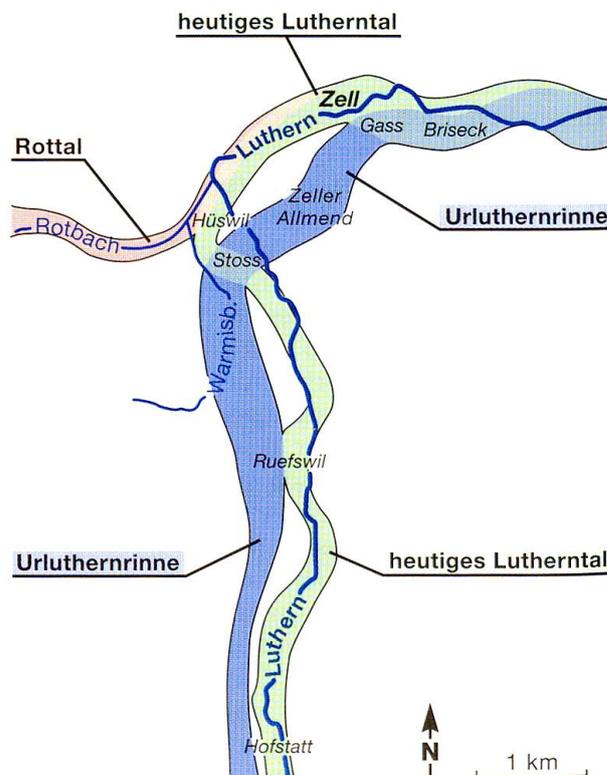


Abb. 1: Die drei Grundwasserrinnen im mittleren Luthern: Rottal, Urluthernrinne und Luthern.

dels AG 1987; Sustra AG 1988; Sustra AG 1993), Arbeiten von B. U. Müller (MÜLLER 1988; MÜLLER 1997) und die Diplomarbeit von V. Martinelli (MARTINELLI 1997) zeigen, sind im mittleren Lutherntal heute drei Rinnen bekannt (Abb. 1).

Die älteste Rinne ist das West-Ost verlaufende Rottal zwischen Huttwil und Gettnau, eine ehemalige eisrandparallele Entwässerungsrinne des Rhonegletschers. Die jüngere Urluthernrinne und die Rinne des heutigen Lutherntals entsprechen zwei Erosionsphasen der Luthern während verschiedenen Eiszeiten. Die Tiefen dieser Rinnen, insbesondere die der Urluthernrinne, sind beachtlich. Die Felsoberfläche liegt heute teilweise in über 110 Metern Tiefe. Die Urluthernrinne ist heute nicht mehr sichtbar, da sie nacheiszeitlich über das Niveau des heutigen Lutherntals mit Sand und Kies, den so genannten Zeller Schottern, aufgeschottert wurde. Diese mächtigen Kieskörper werden im mittleren Lutherntal vielerorts abgebaut (Abb. 2). Die Urluthernrinne verläuft zwischen Hofstatt und Stoss westlich des heutigen Lutherntals. Bei Stoss folgt ein abrupter Richtungswechsel dieser Rinne nach Nordosten. Das heutige Lutherntal verläuft bis Hüswil nordwestwärts, in Hüswil stösst es mit dem Rottal zusammen und biegt dann ebenfalls nach Nordosten ab. Die zwei Rinnen vereinen sich schliesslich im Gebiet Gass.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, abzuklären, wie sich das Grundwasser in diesen Grundwasserrinnen verhält. Sind die Grundwässer im Lutherntal und in der Urluthernrinne unabhängig voneinander oder mischen sich die Wässer? Um diese Frage zu beantworten, trug die Autorin zwischen April 1996 und August 1997 bestehende Daten zusammen, wertete diese aus, führte periodische Grundwasserstands-, Abfluss- und Niederschlagsmessungen durch und analysierte die chemische und physikalische Zusammensetzung des Grundwassers. Schliesslich führte sie einen Markierungsversuch durch, bei welchem das Grundwasser in den drei Rinnen (Lutherntal, Urluthernrinne

und Rottal) und die Luthern eingefärbt wurden. Der Markierungsversuch wurde durch die Mengis+Lorenz AG geplant und die Ausführung mit Dr. H. Otz, Belmund, abgesprochen, welcher die Markierstoffarten und -mengen bestimmte und die aufwändigen Analysen vornahm.

Wasserbilanz

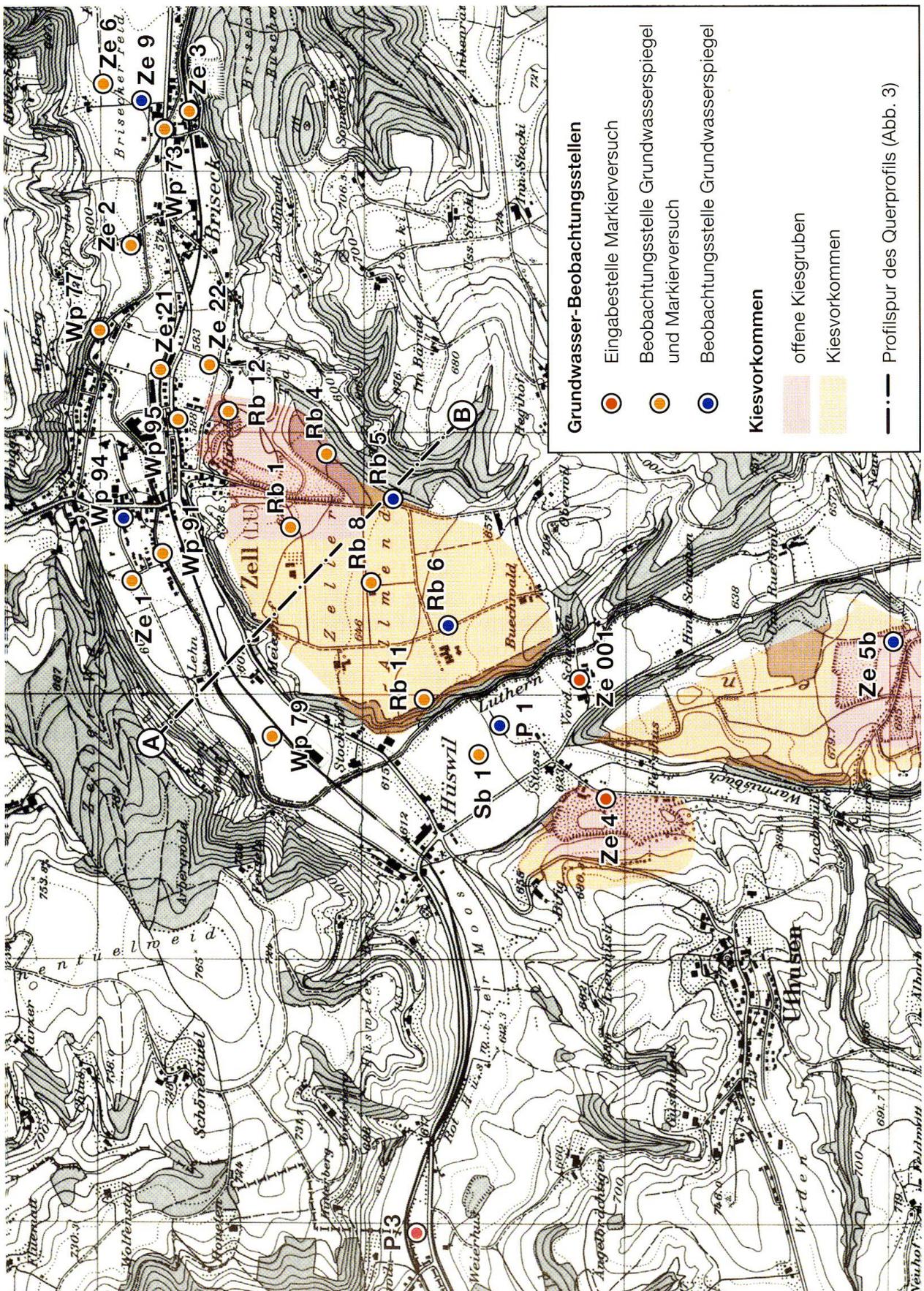
Zur Aufstellung einer Wasserbilanz sind der Niederschlag, die Verdunstung, der Abfluss und die Grundwasserneubildung zu berücksichtigen.

Niederschlag

Ein Vergleich der Niederschlagsmessstationen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) in der Region des Lutherntals (SMA 1996, 1997) zeigt, dass die Verteilung und die Menge des Niederschlags am Napf einerseits von der Höhe der Messstation über Meer und andererseits vom typischen Westwindklima beeinflusst werden. Die Niederschlagsmengen sind recht ausgeglichen und weisen ein Maximum im Frühsommer (Mai/Juni) und ein Minimum im Januar auf. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt rund 1200 Millimeter. Damit ist im zirka 80 Quadratkilometer grossen Einzugsgebiet der Luthern bei Briseck mit zirka drei Kubikmetern Niederschlag pro Sekunde zu rechnen.

Abfluss

Der oberflächliche Abfluss des Untersuchungsgebiets entwässert über die Luthern nach Osten in die Wigger. Das Abflussregime der Luthern ist typisch für einen Fluss, der teils Gebirgscharakter (Napf) und teils Mittellandcharakter hat. Der durchschnittliche Abfluss der Luthern bei der Messstation Nebikon der Landeshydrologie und -geologie (LHG) beträgt 1,53 Kubikmeter pro Sekunde. Nach heftigen Gewittern am Napf oder bei Schneeschmelze mit zeitglei-



chem Regenereignis kann die Luthern in Nebikon Spitzen von bis 40 Kubikmeter pro Sekunde (zum Beispiel am 14. Februar 1990) erreichen. Zur Abschätzung des Abflusses der Luthern in Zell wurde am 20. September 1996 beim Altersheim in Zell der Abfluss der Luthern mit einer Flügelmessung mit 0,8 Kubikmetern pro Sekunde gemessen und in Relation zum Abfluss von 1,45 Kubikmetern pro Sekunde bei der Station Nebikon der LHG (LHG 1997) gesetzt. Aus diesem direkten Vergleich und der durchschnittlichen Abflussmenge in Nebikon wurde ein durchschnittlicher Abfluss der Luthern bei Briseck von 0,9 Kubikmetern pro Sekunde abgeschätzt. Dies entspricht etwa 30 Prozent des gefallenen Niederschlags.

Verdunstung

Die Verdunstung beträgt im Schweizer Mittelland etwa ein Drittel des Niederschlags (LANG 1994). Für das Untersuchungsgebiet wird dieser Wert übernommen.

Grundwasserneubildung

Aufgrund der Niederschlags-, Abfluss- und Verdunstungsabschätzung liegt die Grundwasserneubildung für das mittlere Lutherntal bei rund einem Drittel des Niederschlags. Dies wäre rund ein Kubikmeter pro Sekunde. Nach Abschätzungen aus regionalen Vergleichen infiltrieren davon etwa 20 Prozent in den Molassefels. Womit die Grundwasserneubildung (und damit der Grundwasser-Durchfluss) bei Briseck zirka 0,8 Kubikmeter pro Sekunde beträgt.

Abb. 2 (links): Die Grundwasser-Beobachtungsstellen und die Kiesvorkommen im mittleren Lutherntal (Gemeinde Zell). Karte im Masstab 1:25000. Kartengrundlage reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom Juli 1996.

Hydrogeologie

Aufbau des Aquifers

Die Felsoberfläche der Molasse bildet im Lutherntal den Grundwasserstauer. Die Talfüllungen aus quartären Schottern bilden den Grundwasserleiter (Abb. 3). Zur räumlichen Verteilung der Strömungsparameter des Grundwassers, wie der Durchlässigkeit und der Porosität, lagen einzelne Untersuchungen der Kies- und Grundwasserprospektion vor, welche sehr uneinheitliche Resultate zeigten.

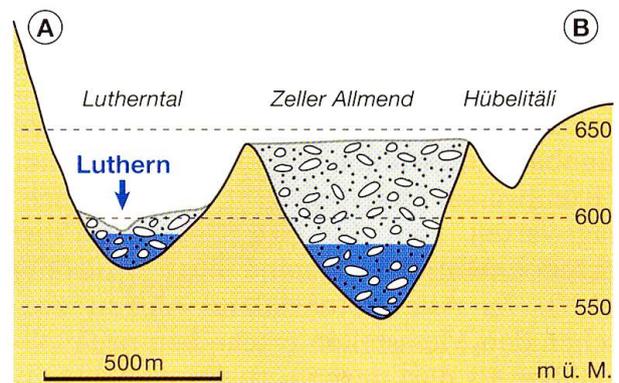


Abb. 3: Querprofil durch das Lutherntal und die Urluthernrinne zwischen Zell und Zeller Allmend (fünffach überhöht, Profilspur in Abb. 2).

Grundwasserdruckpotenzial (Grundwasserspiegel)

Im Zusammenhang mit dem Kiesabbau und der Erstellung von Wärmepumpen wurden mehrere Grundwasser-Beobachtungsstellen eingerichtet (Abb. 2). An diesen Messstellen kann der Grundwasserspiegel und somit das Druckpotenzial gemessen werden. Einige dieser Messstellen sind seit Jahren mit periodischen Messungen dokumentiert. Für diese Arbeit wurden zwischen März 1996 und Juni 1997 die Messungen bei 27 Messstellen intensiviert.

Bei der Auswertung der Messreihen ergab sich unter anderem, dass der Schwan-

kungsbereich des Grundwasserspiegels relativ gering ist: Die grösste Schwankung zwischen März 1996 und Juni 1997 wurde in der Messstelle «Ze 5» mit gut 1,50 Metern (bei einer Mächtigkeit von zirka 20 Metern), die kleinste in «P 3» mit nur knapp 0,40 Metern gemessen. Dies deutet auf beständige Grundwasservorräte hin. Ausserdem fiel auf, dass innerhalb der Periode von 1987 bis 1997 der Grundwasserspiegel in der Regel alljährlich zwei Höchst- und zwei Tiefststände hat. Der erste Hochstand im Mai ist auf die Schneeschmelze und die Frühjahrsniederschläge, der erste Niedrigstand im September vermutlich auf die erhöhte Verdunstung während der warmen Jahreszeit zurückzuführen. Der zweite Hoch- und Tiefstand (beide im Winter) sind nicht schlüssig erklärbar.

Die Druckpotenziale der verschiedenen Beobachtungsstellen wurden auf einer Grundwasser-Isohypsenkarte mit den Stichtagswerten vom 18. Dezember 1996 bei einem Mittelwasserstand aufgezeichnet (Abb. 7). Alle Potenzialänderungen zwischen den Messstellen erscheinen nachvollziehbar. Es darf deshalb angenommen werden, dass alle Grundwasservorkommen im mittleren Lutherntal hydraulisch miteinander verbunden sind. Dies deutet auf eine Durchmischung der Wässer hin und lässt darauf schliessen, dass ein Teil des Grundwassers des Lutherntals und/oder der Urluthernrinne bei Hüs wil mit dem Grundwasser aus dem Rottal zusammenkommt.

Grundwasserqualität

Bei Messungen des Nitratgehaltes im Grundwasser am 13. und 14. Mai 1997 konnten an der Messstelle «P 3» weder Sauerstoff noch Nitrat festgestellt werden, da das Rottal aufgrund grosser nacheiszeitlicher Torfvorkommen ein stark reduzierendes Grundwassermilieu aufweist. Unterhalb Hüs wil wurde jedoch wieder Nitrat im Grundwasser des Lutherntals (in der Fortsetzung des Rottals) gemessen. Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass bei Hüs wil zu-

mindest ein Teil des Grundwassers des Lutherntals und/oder der Urluthernrinne ins Rottal (respektive Lutherntal) fliesst.

Markierversuch

Durchführung des Markierversuchs

Der Markierversuch im mittleren Lutherntal wurde am 27. September 1996 gestartet. Zu diesem Zeitpunkt entsprachen die Grundwasserstände einem tieferen mittleren Grundwasserstand der Periode 1987 bis 1997. Vier verschiedene Farbstoffe wurden als Markierstoffe an vier verschiedenen Orten dem Grundwasser respektive der Lutherntal beigegeben (Abb. 2). In «Ze 001» wurde ein Kilogramm Eosin in den Grundwasserstrom des Lutherntals, in «P 3» ein Kilogramm Sulforhodamin in das Grundwasser des Rottals und in «Ze 4» ein Kilogramm Uranin in den Grundwasserstrom der Urluthernrinne eingegeben. Die Lutherntal wurde unterhalb von Ruefswil mit zehn Kilogramm Naphtionat eingefärbt. Danach wurden während acht Monaten die Grundwasser-Beobachtungsstellen (Abb. 2) nach einem definierten Probenentnahmeplan beprobt.

Räumliche Verteilung der Markierstoffe (Markierstoffwolken)

Der Transport des Markierstoffs im Grundwasserkörper kann mit Hilfe von Grafiken zur zeitlichen Verteilung der Markierstoffe veranschaulicht werden. Damit können ebenfalls die Fliesswege aufgezeigt werden. Für den im heutigen Lutherntal eingesetzten Markierstoff Eosin ergab sich die Bildsequenz in Abbildung 4. Diese zeigt, dass die Konzentration des Markierstoffs allmählich kleiner wird, je länger der Versuch andauert und je weiter der Markierstoff transportiert wird. Die maximale Konzentration verschiebt sich stromabwärts, wird kleiner und die Gesamtverteilung wird grossräumiger.

Für die Farbstoffe Sulforhodamin (Rottal) und Uranin (Urluthernrinne) ergaben sich ähnliche Markierstoffwolken, wobei hier nur jeweils ein Zeitpunkt abgebildet ist (Abb. 5). Das im Grundwasser festgestellte Naphtionat diente dazu, die Infiltrationsstellen und -mengen der Luthern ins Grundwasser zu ermitteln, deshalb kann keine Markierstoffwolke für Naphtionat dargestellt werden.

Grundwasser-FlieBsswege

Das wichtigste Resultat des hier diskutierten Markierversuchs ist, dass zwischen dem oberen und unteren Lauf der Urluthernrinne sowie zwischen dem oberen und unteren heutigen Lutherntal in der Senke bei Stoss (Hüswil) keine Durchmischung des Grundwassers stattfindet. Dies entgegen den bisher getroffenen Annahmen aus den Grundwasserspiegelmessungen. Das Grundwasser, welches im oberen heutigen Lutherntal flieBt, folgt der unteren Urluthernrinne unter der Zeller Allmend (Abb. 4). Das Grundwasser, welches in der oberen Urluthernrinne flieBt, folgt bei Stoss einer – vielleicht vom Warmisbach gebildeten – Vertiefung in Richtung Hüswil und flieBt somit im unteren heutigen Lutherntal respektive im Rottal weiter (Abb. 5). Die zwei Grundwasserströme kommen im Gebiet Stoss und Hüswil nicht miteinander in Kontakt, weshalb auch die Farbstoffe Uranin und Eosin nirgends gemeinsam gefunden wurden. Wie die Vereinigung dieser zwei Ströme im Gebiet Gass-Briseck im Detail aussieht, konnte mit diesem einzelnen Markierversuch

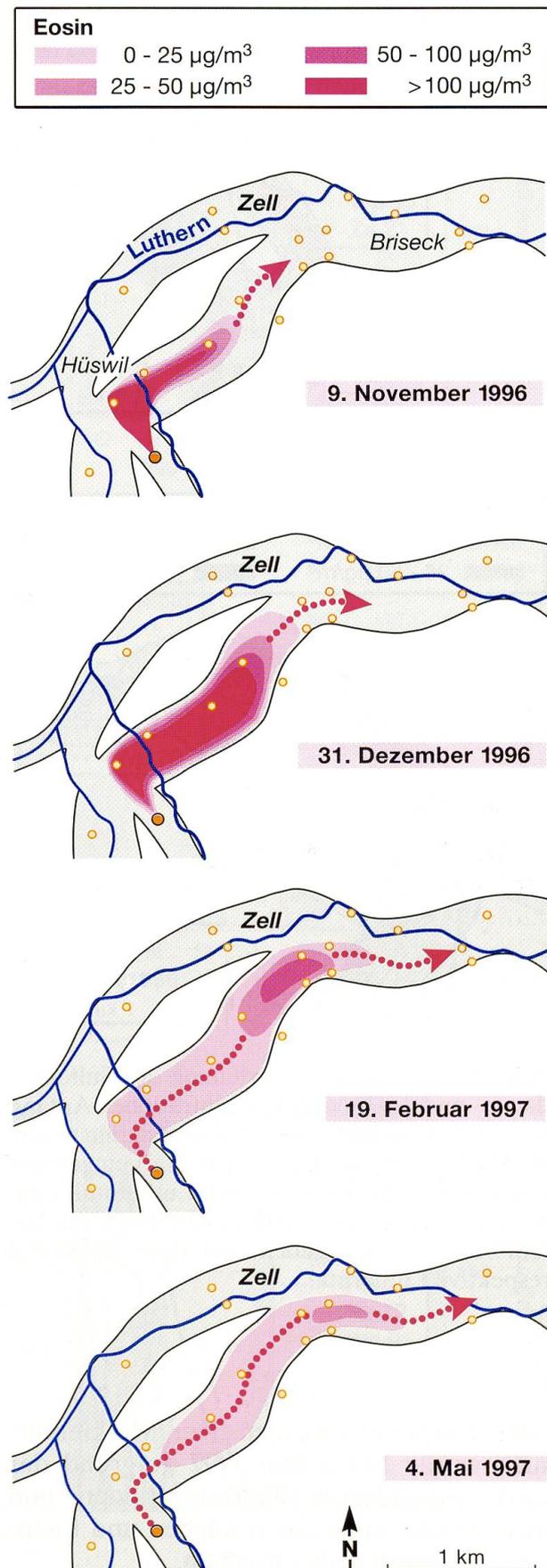


Abb. 4 : Die räumliche Verteilung der Eosinkonzentrationen im Grundwasser zu vier Zeitpunkten. Eosin wurde als Markierstoff in «Ze 001» (im heutigen Lutherntal) eingegeben und floss in die untere Urluthernrinne.

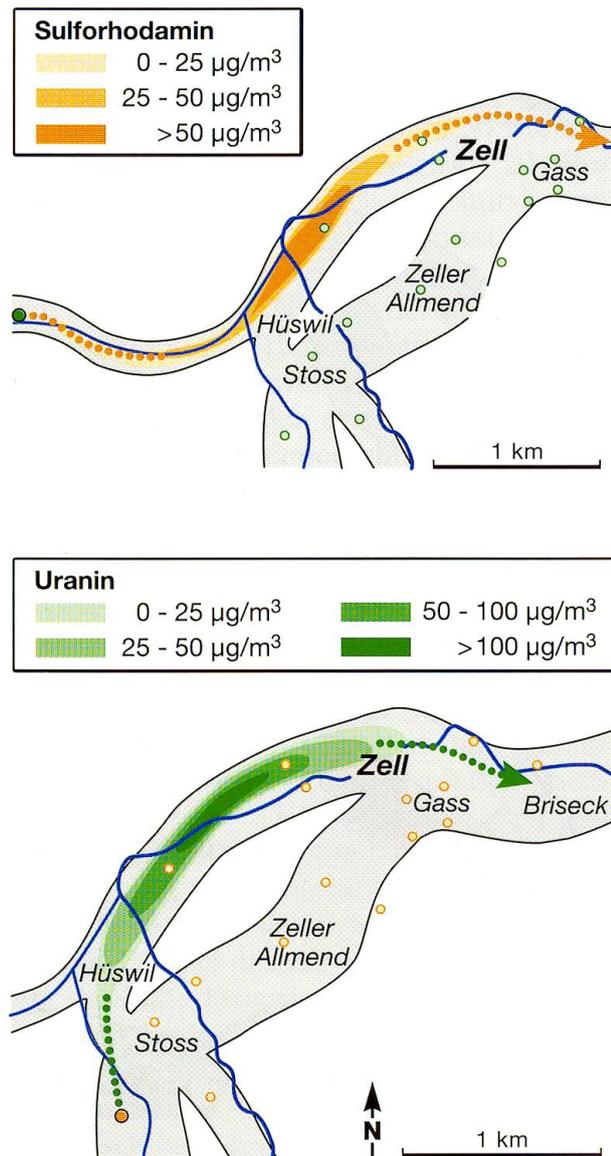


Abb. 5: Die räumliche Verteilung der Sulforhodamin- und der Uranin-Konzentrationen Anfang Mai 1997 im Grundwasser. Sulforhodamin wurde als Markierstoff in «P 3» (ins Rottal) eingepflegt und blieb im Rottal respektive Luthertal. Uranin wurde als Markierstoff in «Ze 4» (in die Ur-luthernrinne) eingegeben und floss ins Rottal respektive Luthertal.

nicht festgestellt werden. Der Markierversuch wurde Mitte Mai 1997 aufgrund der stark geminderten Konzentrationen und nicht zuletzt auch aus zeitlichen und finanziellen Gründen abgebrochen.

Zeitliche Verteilung der Markierstoffe (Durchgangskurven)

Werden die Konzentrationen des Markierstoffs an einer Grundwasser-Beobachtungsstelle gegen die Zeit aufgetragen, so resultiert eine Durchgangskurve (Abb. 6). Für diese lässt sich festhalten, dass je weiter entfernt die Beobachtungsstelle von der Eingabestelle ist,

- desto später tritt der Markierstoff erstmals auf (da der Weg länger ist);
- desto grösser ist die Dispersion infolge von Heterogenitäten des Untergrunds, wodurch die maximale Konzentration herabgesetzt wird, die Wiederfindungsrate tiefer liegt und die Form der Durchgangskurve flacher und breiter wird.

Durch unterschiedlich lange Fließwege im Untergrund sowie unterschiedliche Infiltrationszonen aus der Luthern (bei Naphtionat) kam es bei einigen Durchgangskurven zu mehreren Höchstkonzentrationen mit zwischenzeitlicher Abnahme der Konzentration (zum Beispiel «Rb 8» bei Naphtionat).

Grundwasser-Fließgeschwindigkeiten

Da die einzelnen Markierstoffteilchen unterschiedliche Wege durch den Untergrund nehmen, erhalten sie individuelle Einzelgeschwindigkeiten. Aus den Durchgangskurven lassen sich wichtige Zeitpunkte und die dazugehörigen Fließgeschwindigkeiten herauslesen und berechnen. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit berechnet sich aus der mittleren Zeit, welche zwischen der Zeit mit der Höchstkonzentration und der Halbwertszeit liegt (Käss 1992). Schliesslich lässt sich die Gesamtmenge an Markierstoff bei der Beobachtungsstelle berechnen und daraus wiederum die Wiederfindungsrate als Merkmal für die Durchmischung des Aquifers. Mit Hilfe der mittleren Abstandsgeschwindigkeit ist es möglich, Fließzeiten des Grundwassers auszurechnen und mit den effektiven Fließzeiten aus dem Mar-

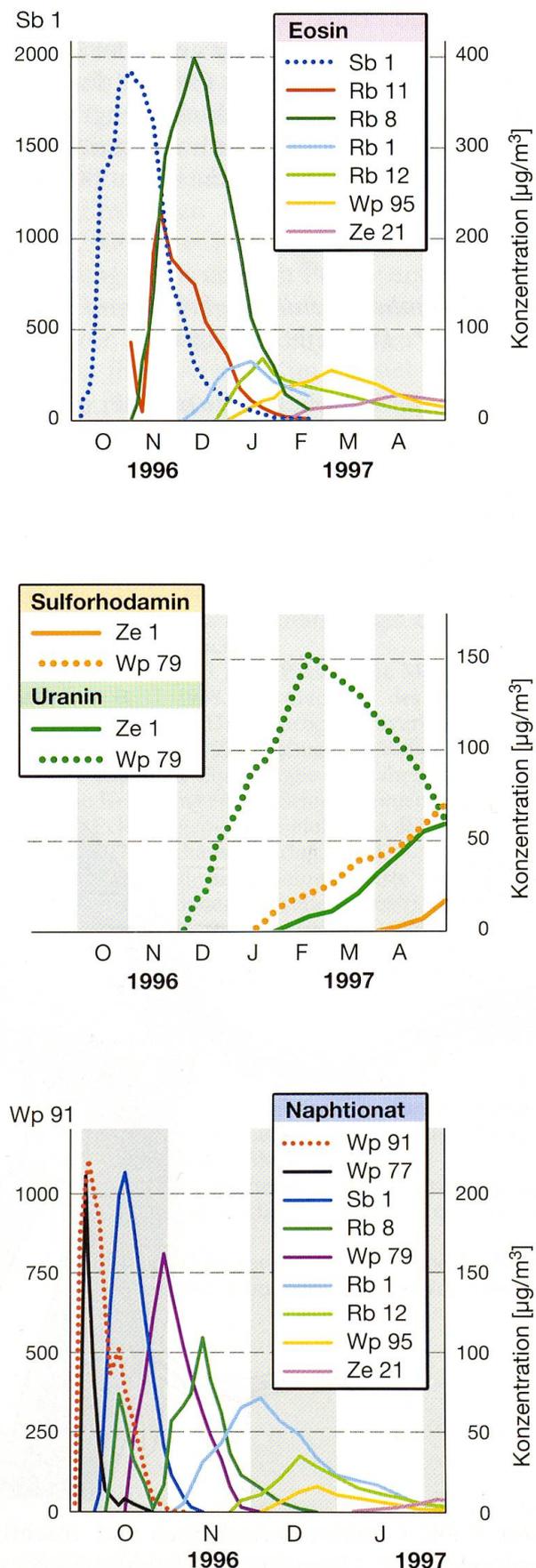
kierversuch zu vergleichen. Dieser Vergleich zeigt, dass die gemessenen Geschwindigkeiten allgemein grösser sind. Ein extremes Beispiel ist die Strecke von «Rb 1» nach «Rb 12», bei der die Geschwindigkeit von etwa zwei Metern pro Tag (berechnet) auf gut 30 Meter pro Tag (gemessen) erhöht wird. Durch den Vergleich der Geschwindigkeiten können die Werte für die Durchlässigkeitsverteilung überprüft werden. Die aus dem Markierversuch berechneten Durchlässigkeitswerte sind erwartungsgemäss durchwegs grösser als diejenigen aus Pumpversuchen. Im Gebiet der Zeller Allmend zwischen «Rb 8» und «Rb 12» liegen danach die Durchlässigkeitswerte bei ungefähr einem Zentimeter pro Sekunde (10^{-2} m/s).

Grundwasserisohypsen

Aufgrund der neuen Erkenntnisse aus dem Markierversuch wurden die Grundwasserisohypsen überarbeitet (Abb. 7). Die Felschwelle von Hüswil – ein unterirdischer Felsriegel, der quer zum Lutherntal liegt – dürfte weiter nach Westen reichen als bislang angenommen. Damit kann die hohe Konzentration von Eosin in «Sb 1» – ohne dass Eosin ins Lutherntal (bei Hüswil) gelangt ist – erklärt werden.

In den beiden Beobachtungsstellen «Rb 4» und «Ze 22» wurden bei der Analyse der Wasserproben optische Aufheller festgestellt, die vermutlich aus einer ehemaligen Haushaltskehrichtdeponie im hinteren Hübelitälü stammen. Trifft dies zu, stammt das Grundwasser in «Rb 4» und «Ze 22» aus dem Hübelitälü und nicht aus der Ur-

Abb. 6: Die Durchgangskurven der Markierstoffe bei den verschiedenen Grundwasser-Beobachtungsstellen. Die Konzentrationen von Eosin bei «Sb 1» und Naphtionat bei «Wp 91» sind auf der linken Achse dargestellt.



luthernrinne. Dies würde bedeuten, dass der Grundwasserstrom, der unter der Zeller Allmend durchfliesst, im Gebiet der östlichen Zeller Allmend stark eingengt wäre. Damit liessen sich auch die hohen mittleren Fließgeschwindigkeiten von bis zu 30 Meter pro Tag rechtfertigen.

Grundwassermächtigkeiten und Durchflussmengen

Mit Hilfe der Felsoberfläche und der mittleren Höhe des Grundwasserspiegels wurden die Mächtigkeiten der Grundwasserleiter im mittleren Lutherntal bestimmt (Abb. 7).

Damit und mit den mittleren Abstandsgeschwindigkeiten aus dem Markerversuch sowie einer angenommenen Porosität von 10 bis 20 Prozent wurde der Grundwasser-Durchfluss bei Briseck (Zell) auf zirka 0,35 Kubikmeter pro Sekunde berechnet. Dieser Wert ist knapp halb so gross, wie der abgeschätzte Grundwasser-Durchfluss der Wasserbilanz. Ein Grund für diese Diskrepanz kann sein, dass die Verdunstung im vegetationsreichen Lutherntal höher als angenommen ist. Weiter genügen die oben verwendeten Daten zur Porosität und zur Mächtigkeit des Aquifers offenbar nicht zu einer genaueren Abschätzung des Durchflusses.

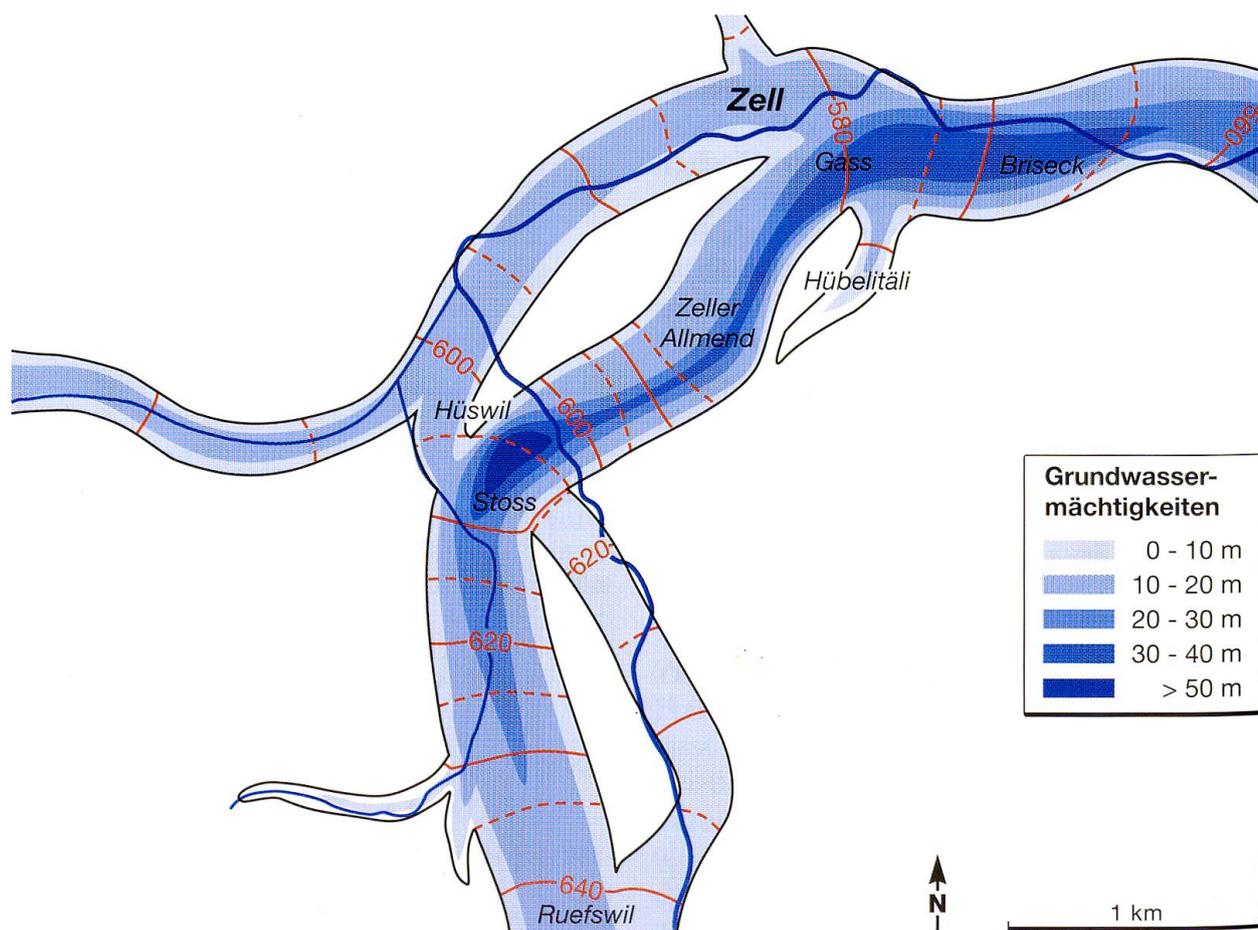


Abb. 7: Die Grundwasserisohypsen und -mächtigkeiten im mittleren Lutherntal (Druckpotenziale gemessen am 18. Dezember 1996 bei Mittelwasserstand).

Ausblick

Wie die Vereinigung der Grundwasserströme im Gebiet Gass-Briseck aussieht, konnte mit diesem einen Markierversuch nicht festgestellt werden. Der Markierversuch wurde Ende Mai 1997 abgebrochen. Zu diesem Zeitpunkt waren die Markierstoffe jedoch erst bis Gass vorgedrungen.

Um die Grundwasser-Fliessverhältnisse zwischen Gass und Briseck genauer abzuklären, wurde im Sommer 1997 ein zweiter Markierversuch durch die Mengis+Lorenz AG, Luzern, im Auftrag der Wasserver-

sorgung Zell durchgeführt. Die Erkenntnisse aus dem ersten und zweiten Markierversuch bildeten dann eine wichtige Grundlage für die Standortevaluation einer zweiten Trinkwasserfassung. Dafür hat sich ein Standort in der Urluthernrinne bei Stoss als am günstigsten erwiesen. Dort wurde im Jahr 2000 eine 50 Meter tiefe Sondierbohrung abgeteuft und ein Pumpversuch gefahren. Die positiven Resultate dieser Untersuchungen bestätigen die Wasserversorgung Zell in ihrer Absicht, im Gebiet Stoos eine zweite Grundwasserfassung zu errichten (Mengis+Lorenz AG).

LITERATURVERZEICHNIS

- AMREIN, B. M. 1997. Grundwasserfliesswege im mittleren Luthertal. Erforschung der Grundwasserfliessverhältnisse bei Zell (LU) mit Hilfe hydrogeologischer Abklärungen und eines Tracerversuches. Diplomarbeit am Geologischen und Geographischen Institut der ETH Zürich.
- Bernet Kies AG. 1986. Erweiterung Kiesgrube Ruefwil, Geologische Abklärungen. Bericht von Geotest, Kriens.
- Kantonales Amt für Gewässerschutz Luzern. 1983. Grundwassererforschung im Luthern- und Wiggertal, Kanton Luzern, Schlussbericht der Untersuchungsperiode 1977 bis 1983. Bericht von R. Mengis & R. Schmid, Luzern.
- Kantonales Amt für Umweltschutz Luzern. 1996. Hydrogeologischer Bericht, Revision Grundwasserschutzareal Hüs wil. Bericht von R. Mengis & H. G. Lorenz, Luzern.
- Käss, W. 1992. Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 9, Geohydrologische Markierungstechnik. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- LHG (Landeshydrologie und -geologie). 1997. Abflusstageswerte der Station Luthern in Nebikon, vom 1. August 1996 bis zum 31. Mai 1997. Landeshydrologie und -geologie, Bern.
- LANG, H. 1994. Grundzüge der Hydrologie (Klimatologie und Hydrologie II). Skript zur Vorlesung. Geographisches Institut der ETH Zürich.
- Marti Kieshandels AG. 1987. Kiesprospektion Zeller Allmend, Geologisch-hydrogeologische Untersuchungen. Bericht von Geotest, Kriens.
- MARTINELLI, V. 1997. Geographische Informationssysteme (GIS) in der Quartärgeologie. Diplomarbeit, Universität Zürich.
- Mengis+Lorenz AG. 2002. Persönliche Mitteilung.
- MÜLLER, B. U. 1988. Zur Geologie des unteren Luthertals (LU). Diplomarbeit, Universität Zürich.
- MÜLLER, B. U. 1997. Zur Stellung der Zeller Schotter in der Eiszeiten-Chronologie und ihre stratigraphische Beziehung zu den Schieferkohlen von Gondiswil. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Band 90, Seiten 211–227. Birkhäuser Verlag, Basel.
- SMA. 1996. Niederschlagsmonatswerte von 1987 bis 1995 der Stationen: Menzberg (4660), Napf (6475), Badschwändi (6492), Eriswil (6598), Huttwil (6600), Madiswil (6602), St. Urban (6610), Luthern (6630), Ahorn (6634) und Wauwil (6648). SMA, Zürich.
- SMA. 1997. Niederschlagstageswerte vom 1. Januar 1996 bis zum 31. März 1997 der Stationen: Menzberg (4660), Napf (6475), Badschwändi (6492), Eriswil (6598), Huttwil (6600), Madiswil (6602), St. Urban (6610), Luthern (6630), Ahorn (6634) und Wauwil (6648). SMA, Zürich.
- Sustra AG. 1988. Erweiterung der Kiesgrube Sustra, Geologische Vorabklärung. Bericht von Geotest, Horw.
- Sustra AG. 1993. Erweiterung der Kiesgrube Sustra gegen Westen, Bohrkampagne. Bericht von Geotest, Horw.

