

Grundwasserschutz am Beispiel der Quellen Lochershaus-Bürglen, Gemeinde Amriswil

Autor(en): **Haering, Christoph**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **59 (2003)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594113>

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.

Grundwasserschutz am Beispiel der Quellen Lochershaus–Bürglen, Gemeinde Amriswil

CHRISTOPH HAERING

Mitt. thurg. naturf. Ges.	59	10 Seiten	2 Abb. – Tab.	– Tafel	Frauenfeld 2003
---------------------------	-----------	--------------	------------------	------------	-----------------

1 EINLEITUNG

Im letzten Jahrhundert nahm der Trink- und Brauchwasserbedarf aufgrund der steigenden Komfort-, Hygiene- und Raumansprüche stetig zu. Heute liegt der Verbrauch in den Haushaltungen der westlichen Industrieländer bei 120 bis 240 l pro Person und Tag. Demgegenüber weist der tägliche Wasserverbrauch in der Schweiz – die Industrie, der Verbrauch der öffentlichen Hand und die Verluste in den Leitungen eingerechnet – insgesamt rund dreimal höhere Werte auf.

Früher musste das Wasser aus lokalen Grund- und Quellwasservorkommen für den täglichen Bedarf reichen. Gemäss SVGW-Statistik 2002 stammt das Trinkwasser in der Schweiz heute zu 47,0% aus Quellwasserfassungen, zu 36,5% aus Grundwasserfassungen und zu 16,5% aus aufbereitetem Seewasser. Im Raum Bodensee spielen die Quellen bei den Trinkwasserversorgungen mit rund 11% eine untergeordnete Rolle. Einerseits sind die hydrogeologischen Verhältnisse für eine nachhaltige Nutzung ungünstig, andererseits stellt der Bodensee ein riesiges Trinkwasserreservoir dar (Seewassergewinnung im Kanton Thurgau: 40%).

Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist mit den Bestimmungen des Gewässerschutzes der Druck auf die Nutzung der weniger ergiebigen Quellen stetig gestiegen. Zum Schutz des Grundwassers fordert das Gewässerschutzgesetz (GSchG) im Einzugsgebiet der Trinkwasserfassungen immer einschneidendere Massnahmen im Bereich Landwirtschaft und Bauten.

Am Beispiel der Quellen Lochershaus-Bürglen in Amriswil wird die Bedeutung einzelner Quellen im Spannungsfeld der Ökologie und Ökonomie erläutert.

2 DIE QUELLEN LOCHERSHAUS-BÜRGLLEN

Die Technischen Betriebe Amriswil (TBA) nutzen 600 m östlich von Schocherswil die Quellen Lochershaus und Bürglen. Das Quellwasser wird in zwei verzweigten Stollensystemen gefasst, die in mächtige Lockergesteinsablagerungen geschlagen wurden. Der Schotter (Sand, Kies) ist sehr standfest, verfügt der Stollen doch über keinerlei Abstützungen.

Die *Quelle Lochershaus* (Koordinaten des Stolleneingangs: 738.067/266.785; Höhe der Stollensohle: 503,89 m ü. M.) besteht aus einem begehbaren 3-teiligen Stollensystem mit einer Gesamtlänge von total 118 m. Der Einstieg erfolgt über einen 6 m tiefen Schacht. Die Überdeckung des Systems reicht von gut 5 m beim Stolleneinstieg bis 18 m bei den Stollenden. Das Quellwasser tritt am Ende der Stollen diffus aus einem sandigen Schotter, teilweise auch aus dem fest gelagerten siltigen Sand aus (Abbildung 1). Das Quellsystem weist eine konstante Schüttung von 210 bis 290 l/min auf, im Schnitt liefert die Quelle pro Tag 360 m³ einwandfreies Trinkwasser (Durchschnitt 130'000 m³/Jahr).

300 m östlich der Quelle Lochershaus befindet sich der Einstieg zum 63 m langen Stollen der *Quelle Bürglen* (Koordinaten des Stolleneingangs: 738.351/266.800; Stolleneingang: 490 m ü. M.). Der begehbare Stollen teilt sich am Ende in zwei Äste auf. Der Stollen weist im Bereich der Wassereintritte eine Überdeckung von 25–27 m auf. Der grösste Teil des



Abbildung 1: Quelle Lochershaus. Sandige Schotter (Grundwasserleiter) liegen auf schlecht durchlässigen, tonig-siltigen Feinsanden (Stauer).

Wassers tritt am Ende der Stollen aus Spalten im kompakten Sand aus (Abbildung 2). Die Schüttung beträgt 180 bis 220 l/min (Durchschnitt 285 m³/Tag, 100'000 m³/Jahr).

Das Quellwasser fliesst ohne Energieaufwand ins Reservoir Schollenberg (Quelle Lochershaus) bzw. ins Reservoir Oberaach (Quelle Bürglen). Dank der einwandfreien Qualität kann das Quellwasser ohne Aufbereitung ins Trinkwassernetz der TBA abgegeben werden. Auch im Zeitalter der modernen Technik leisten die Quellen somit einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Trinkwasserversorgung.

3 BEDEUTUNG DER QUELLEN FÜR DIE REGIONALE WASSERVERSORGUNG

Das Versorgungsgebiet der TBA umfasst rund 12'500 Personen, der jährliche Verbrauch beträgt rund 1,365 Mio. m³ Trink- und Brauchwasser. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Wasserverbrauch in der Gemeinde Amriswil von knapp 300 l pro Person und Tag. Mit den Quellen Lochershaus und Bürglen (mittlere Schüttung 230'000 m³/Jahr) können bei normalem Wasserverbrauch rund 17% des jährlichen Gesamtverbrauchs gedeckt werden.



Abbildung 2: Quelle Bürglen

In Anbetracht der Tatsache, dass die TBA mit der Seewasserverbindung über mehr als ausreichend Trinkwasser verfügt, mögen diese 17% einen kleinen Anteil darstellen. Im Falle einer gravierenden Verunreinigung des Seewassers, eines technischen Defektes der Seewasserwerke oder deren Zuleitungen wäre es jedoch möglich, mit diesen Quellen die Wasserversorgung der TBA während mehrerer Tagen sicherzustellen. Die Quellen liefern auch bei Trockenheit für die 12'500 Personen im Gebiet Amriswil 50 l Trinkwasser pro Tag und Person. Zu wenig für den gewohnten Alltag, aber ausreichend für die Notversorgung.

4 HYDROGEOLOGIE

In der Naturmonographie Hudelmoos (Mitt. thurg. naturf. Ges. Bd. 51, 1992) befasst sich Dr. RAIMUND HIPPE unter «Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmooses und seiner näheren Umgebung» aus geologischer Sicht mit dem Grundwasserstollen Schocherswil.

Ergiebige und konstante Quellen entstehen, wenn abgesehen von günstigen klimatischen Voraussetzungen (ausreichend Niederschläge) im Quell-einzugsgebiet ein Grundwasserspeicher mit einer genügenden Durchlässigkeit sowie einer grösseren Ausdehnung vorhanden ist. Die geologischen Voraussetzungen für die Bildung einer nutzbaren Quelle scheinen im Quellgebiet Lochershaus-Bürglen ungünstig.

Aus den Bohrungen im Gebiet Hau (3 km östlich der Quellen Schocherswil) und der Kiesgrube Oberau wird abgeleitet, dass die Quellen aus einem über 160 m mächtigen Quartärkomplex ausfliessen. In den Bohrungen Hau (BÜCHI & MÜLLER AG, 1991) folgen unter einer wenige Meter mächtigen Grundmoräne lokal tonige, siltig-sandige Seeablagerungen.

Die kompakten Seesedimente sind wenig durchlässig und somit schlechte Grundwasserleiter. Das feinkörnige Sediment der Moräne wurde infolge der hohen Belastung durch überlagerndes Gletschereis weitgehend entwässert und verdichtet. Diese Moräneablagerungen sind generell schlecht durchlässig, auch wenn lokal in Kies- und Sandlinsen oder -lagen Bereiche von grösserer Durchlässigkeit ausgebildet sind.

Die Schichtungen in den Stollen Lochershaus und Bürglen weisen auf eine mächtige Deltaablagerung hin. Neben den Sandschichten am Stollenanfang sind am Stollende grosse, meist gut gerundete Gerölle aufgeschlossen. Diese Ablagerungen weisen somit besser durchlässiges Material auf als die feinkörnigen Seeablagerungen.

Markierversuche (LIENERT & HAERING AG, 1994) im engeren Einzugsgebiet der Quellen Lochershaus–Bürglen belegen, dass Wasser sowohl durch die Moräne, wie auch durch die feinkörnigen Deltaablagerungen sickern kann. Niederschläge, die im unmittelbaren Fassungsbereich versickern, gelangen innert 5–8 Tagen in das Grund- und Quellwasser. In den scheinbar schlecht durchlässigen Sedimenten zirkuliert das Wasser mit mittleren Abstandsgeschwindigkeiten von wenigen Metern pro Tag.

5 GRUNDWASSER

5.1 GRUNDWASSERNEUBILDUNG

Das Grundwasser wird in unserer Klimaregion hauptsächlich durch versickernde Niederschläge und durch Infiltration der Oberflächengewässer neu gebildet. Auf das gesamte Gebiet der Schweiz fallen jährlich ungefähr 60 km³ Wasser in Form von Regen und Schnee. Wie viel Prozent der Niederschläge schliesslich versickern, ist von verschiedenen Faktoren, wie Klima, Topographie, Bodenbeschaffenheit oder Vegetation abhängig. Die Versickerung nimmt je nach Vegetationsdichte von Wald zu Wiese zu Acker zu. Annäherungsweise darf davon ausgegangen werden, dass knapp ein Drittel der Niederschläge als Grundwasser in durchlässige Bodenschichten versickert, ungefähr ein Drittel fliesst offen in Bächen, Flüssen und Seen ab und gut ein Drittel der Niederschläge verdunstet.

Die Grundwasserneubildung ist kein stetiger Vorgang. Der Übertritt von versickertem Niederschlagswasser setzt in Mitteleuropa in den Herbstmonaten zwischen Oktober und Dezember allmählich ein und dauert bis März/April an. Während der Vegetationszeit kommt es nur in niederschlagsreichen Jahren zu einer nennenswerten Grundwasserneubildung.

5.2 GRUNDWASSERDARGEBOT

Ohne detaillierte Untersuchungen kann keine genaue Wasserbilanz erstellt werden. Für eine grobe Schätzung der Grundwasserneubildung dient die Faustregel, dass rund ein Drittel der Niederschläge versickern und Grundwasser bilden.

Im Einzugsgebiet der Quellen Bürglen und Lochershaus (Ebene zwischen Schocherswil und Zihlschlacht) fallen im Durchschnitt rund 950 mm Niederschlag pro Jahr. Versickert ein knappes Drittel der Niederschläge in den durchlässigen Bodenschichten und bildet Grundwasser, so ergibt dies pro Hektare eine mittlere Grundwasserneubildung von 5–6 l/min. Aus der mittleren Schüttungsmenge der Quellen Bürglen und Lochershaus

und der Grundwasserneubildungsrate lässt sich ein Einzugsgebiet von gut 80 ha berechnen.

6 GRUNDWASSERSCHUTZ

6.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Grund- und Quellwasser ist mit einem Anteil von über 80% der wichtigste und wertvollste Rohstoff für die Trinkwasserversorgung der Schweiz. Ein Schutz des Grundwassers ist von grosser Bedeutung, damit es auch kommenden Generationen in ausreichenden Mengen und guter Qualität zur Verfügung steht.

Die zunehmende Gefährdung des Trinkwassers durch wassergefährdende Stoffe hat das Parlament zur Schaffung des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) veranlasst.

Gestützt auf das GSchG trat am 1. Januar 1999 die Gewässerschutzverordnung (GSchV) in Kraft. In Art. 29 der GSchV wird festgehalten, dass die Kantone zum Schutz der im öffentlichen Interesse liegenden Quell- und Grundwasserfassungen Grundwasserschutzzonen (Art. 20 GSchG) ausscheiden müssen.

6.2 ZIEL UND ZWECK DER SCHUTZZONEN

Grundwasserschutzzonen haben die Aufgabe, Trinkwasserfassungen vor wassergefährdenden Stoffen zu schützen. Sie sollten gewährleisten, dass die Entnahme von Wasser aus bestehenden Fassungen zum Zweck der Trink- und Brauchwasserversorgung heute und in Zukunft sichergestellt ist. Da die Gefährdung einer Fassung mit zunehmender Entfernung vom Verschmutzungsherd abnimmt, wird die Grundwasserschutzzone S in drei Zonen mit abgestuften Vorschriften unterteilt:

- Zone S1 (Fassungsbereich)
- Zone S2 (Engere Schutzzone)
- Zone S3 (Weitere Schutzzone)

Die *Zone S1* umfasst die unmittelbare Umgebung einer Trinkwasserfassung. Mit einem Bau- und Nutzungsverbot im Fassungsbereich soll gewährleistet werden, dass innerhalb eines Umkreises von 10 bis 20 m keine menschlichen Aktivitäten stattfindet und somit keine Fremdstoffe (z.B. tierische Dünger) direkt in die Fassung gelangen können.

Die *Zone S2* wird bei Lockergesteinsgrundwasser so dimensioniert, dass die Fließdauer des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Fassung mindestens zehn Tage beträgt. Die Zone S2 soll verhindern, dass Keime und Viren in die Trinkwasserfassung gelangen oder das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt, bzw. der Grundwasserfluss unterbrochen wird.

Für den Abbau von persistenten Stoffen, wie z.B. Nitrat, Pestizide oder toxischen Chemikalien (z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe) reichen die mit den Schutzzonen S1 und S2 eingehaltenen Abstände gewöhnlich nicht aus. Die weitere *Schutzzone S3* hat deshalb die Funktion einer Pufferzone, deren Aufgabe unter anderem darin besteht, besonders gefährliche Substanzen in einem weiteren Umkreis von der Fassung fernzuhalten.

7 GRUNDWASSERVERSCHMUTZUNGEN

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers werden einerseits durch Gestein und Boden im Einzugsgebiet und im Grundwasserleiter, andererseits aber auch durch menschliche (anthropogene) Einflüsse, vor allem durch Abgänge aus Haushalt, Gewerbe, Industrie, Verkehr und Landwirtschaft, massgebend bestimmt.

Die meisten Verunreinigungen in den Trinkwasserversorgungen sind eine Folge der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden. Ungünstige hydrogeologische Verhältnisse (z.B. gut durchlässige Deckschichten oder hochliegende Fassungsleitungen), unglückliche Umstände (z.B. intensives Sommergewitter nach dem Jaucheaustrag), aber auch Fahrlässigkeit (z.B. «Entsorgung» überschüssiger Jauche) führen dazu, dass Grund- und Quellwasser durch Fäkalbakterien aus Gülle und Mist für Tage und Wochen ungeniessbar wird. Seltener, aber weit gefährlicher, sind Verunreinigungen durch chemische Produkte. Im Gegensatz zu natürlichem Dünger bauen sich chemische Substanzen im Boden nur sehr langsam oder gar nicht ab. Kommt es zu einer Verunreinigung des Grundwassers durch Pestizide oder Ölprodukte, so ist das Grundwasser meist auf Monate bis Jahre ungeniessbar.

Die Bodenschichten stellen einen natürlichen Filter dar, die Schadstoffe zurückhalten und abbauen können. Schleichende Verschmutzungen, verursacht z.B. durch verschmutztes Strassenwasser, Deponiesickerwasser oder ausgeschwemmte Jauche, belasten die Böden heute jedoch derart stark, dass gewisse Schadstoffe nicht oder nur noch ungenügend abgebaut werden können.

Die Grundwasserleiter sind von Verunreinigungen aus der Atmosphäre, von der Bodenoberfläche und aus Oberflächengewässern durch verschiedene natürliche Barrieren (z.B. ungesättigte Deckschichten) geschützt. Die Wirksamkeit dieses Schutzes hängt stark von der Mächtigkeit und dem Aufbau dieser Barrieren ab. Innerhalb des Grundwasserleiters können Verschmutzungen zudem durch zahlreiche physikalische, chemische und mikrobiologische Prozesse beeinflusst und dadurch zurückgehalten oder abgebaut werden. Trotz diesen natürlichen Schutzmechanismen werden heute in Grundwasserleitern anthropogen bedingte Qualitätsveränderungen festgestellt. Je mobiler und persistenter ein Stoff ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass er bis ins Grundwasser vordringen kann.

Stellvertretend für andere bekannte Verunreinigungen sei an den Beispielen Nitrat und Fäkalbakterien die Art der Verunreinigung erläutert.

Nitrat

Nitrat ist ein natürlicherweise in den meisten Trinkwassern vorkommender Inhaltsstoff. Nitrat selbst ist nicht gesundheitsgefährdend. Problematisch werden erhöhte Gehalte dann, wenn das Nitrat im menschlichen Körper bakteriell zu Nitrit (NO_2^-) umgewandelt wird, das vor allem für Säuglinge schädlich ist.

Pflanzen können den für das Wachstum nötigen Stickstoff in der Form von Nitrat, Nitrit und Ammonium aufnehmen. Der im Handelsdünger vorhandene Stickstoff (als Nitrat) kann direkt von den Pflanzen aufgenommen werden.

Für Pflanzen verfügbarer Stickstoff kann über komplexe, durch Mikroorganismen geförderte Reaktionen aus organisch gebundenem Stickstoff freigesetzt werden. Der organisch gebundene Stickstoff wird v.a. in der Form von leicht abbaubarem Nährhumus (Hofdünger, Gründünger, Ernterückstände, Klärschlamm, Kompost) auf den Boden ausgebracht.

Überschüssiges Nitrat, das von den Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, gelangt durch Auswaschung ins Grundwasser. Einmal ins Grundwasser gelangtes Nitrat ist dort äusserst beständig und kann nur unter ganz bestimmten Bedingungen durch Mikroorganismen abgebaut werden.

Die Hauptursachen der Nitratauswaschung ins Grundwasser sind hohe Sickerwassermengen, flachgründige und grobkörnige Böden, geringe biologische Aktivität des Bodens, mengenmässig unangepasste und generell überhöhte Düngung, Düngung zum falschen Zeitpunkt (Herbst und Winter, durchnässter oder ausgetrockneter Boden), Bracheperioden des Bodens (besonders Winterbrache), Grünlandumbruch, Waldrodung und Aufforstung.

Fäkalbakterien

Während das Quellwasser in der Ostschweiz eher selten erhöhte Nitratwerte aufweist, stellen in dieser Region die bakteriologischen Verunreinigungen bedeutend mehr Probleme dar. Zu den grössten Gefahren, die dem Trinkwasser drohen, ist die Verunreinigung durch menschliche Fäkalien zu zählen, weil sich darin Erreger gefährlicher Infektionskrankheiten befinden können. Ebenso können tierische Ausscheidungen für den Menschen gefährliche Krankheitserreger enthalten.

Es ist vom Aufwand her nicht möglich, das Trinkwasser routinemässig auf all die verschiedenen Krankheitserreger (Bakterien, Viren, Parasiten, Würmer) zu untersuchen. Daher bedient man sich stattdessen sogenannter Indikator-(Zeiger)Keime, um eine stattgefundene Verunreinigung mit Fäkalstoffen nachzuweisen. Zum Nachweis von Fäkalien dienen bei uns meist die Indikatorbakterien *Escherichia coli* (*E. coli*) und Enterokokken.

E. coli und Enterokokken gehören zur normalen Darmflora bei Warmblütern. Sie sind in Fäkalien meist in grossen Mengen vorhanden. Enterokokken verursachen in der Regel keine Krankheiten. *E. coli* können zu Durchfall unterschiedlicher Dauer und Schwere (Darmgrippe) führen.

Verläuft der Nachweis dieser Indikatorkeime negativ, so liegt eine fäkale Verunreinigung offensichtlich nicht vor und es darf mit einiger Sicherheit angenommen werden, dass auch keine pathogenen (= krankheitserregende) Keime im Trinkwasser vorhanden sind.

Nitrat und Fäkalbakterien sind nur zwei Beispiele für eine Belastung des Grund- und Trinkwassers. Eine Verunreinigung des Grund- und Trinkwassers muss wenn immer möglich verhindert werden, denn sauberes Wasser ist lebensnotwendig und kann durch nichts ersetzt werden. Als Folge der Grundwasserverunreinigungen müssen Trinkwasserfassungen vorübergehend oder für immer stillgelegt werden. Wir alle müssen deshalb gemeinsam zur Umwelt Sorge tragen, damit auch die kommenden Generationen ausreichend gutes Trinkwasser für das Leben besitzen.

8 MASSNAHMEN IN SCHUTZZONEN

Im GSchG wird festgehalten, dass Anlagen, in denen wassergefährdende Stoffe produziert oder gelagert werden, grundsätzlich dicht sein müssen. Die Erfahrung zeigt aber, dass insbesondere kleinere Anlagen oft erst dann auf ihre Dichtigkeit kontrolliert werden, wenn der zwingende Verdacht besteht, dass sie undicht sind.

Zum Schutz des Grundwassers werden im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen regelmässige Dichtigkeitsprüfungen bei Bauten und Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten (Kanalisationen, Jauchekästen, Tankanlagen) vorgeschrieben. Wie wichtig die Überprüfung der einzelnen Anlagen ist, zeigen Überprüfungen bei Jauchekästen. Mehrere Abklärungen im Zusammenhang mit der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen belegen, dass nahezu jeder zweite Jauchekasten undicht ist und somit eine unmittelbare Gefahr für das Grund- und Trinkwasser darstellt (LIENERT & HAERING, 2001: Überprüfung der Gefahrenherde im Einzugsgebiet der Quelfassungen Rain).

Eine weitere Massnahme zum Schutz des Trinkwassers ist ein Verbot für das Ausbringen von flüssigem Hofdünger im engeren Einzugsgebiet der Fassungen (Schutzzone S2). Quellen sind im Gegensatz zu Grundwasserfassungen oft oberflächlich gefasst oder entspringen Klüften. Die geologischen Verhältnisse bieten dann meist ungünstige Voraussetzungen für einen optimalen Grundwasserschutz. Das Flüssigdüngerverbot hilft, bakteriologische Verunreinigungen von den Fassungen fernzuhalten.

Die Quellen Lochershaus und Bürglen in Amriswil weisen ein Einzugsgebiet von über 80 ha auf. Demgegenüber steht das durch die Schutzzonen geschützte Gebiet (Zone S3). Mit den Schutzzonen (7,5 ha) werden knapp 10% des gesamten Quelleinzugsgebietes geschützt. Oft reichen die Schutzzonen und die getroffenen Massnahmen nicht aus, um das Grund- und Quellwasser nachhaltig vor chemischen und bakteriologischen Verunreinigungen zu schützen, weshalb zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität das Trinkwasser vielerorts aufbereitet werden muss.

Die geologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Quellen Lochershaus und Bürglen, die getroffenen Schutzmassnahmen, die weitsichtige Bewirtschaftung und die fachmännische Pflege der Quellanlagen Lochershaus und Bürglen erlauben eine Quellanutzung wie vor Jahrzehnten und gewähren auch ohne Aufbereitung eine einwandfreie Trinkwasserqualität.

LITERATUR

- BÜCHI & MÜLLER (1991): Untersuchungen des Areals Hau, Gemeinde Amriswil, als Standort für eine Reaktordeponie. 4–17, Beilagen
HANTKE, R. (1980): Eiszeitalter, Band 2. – Ott, Thun.
HIPPEL, R. (1992): Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmooses und seiner näheren Umgehung. – Mitt. thurg. naturf. Ges. **51**, 9–27.
HOFMANN, F. (1973): Geologischer Atlas der Schweiz Blatt Nr. 65 Bischofszell (LK 1074) 1:25'000, mit Erläuterungen – Schweiz. geol. Komm.
KEMPF, T. (1980): Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt 28: Bodensee, 1:100'000. – Schweiz. geotech. Komm.

- KOZEL, R. (1995): Zur Problematik der Grundwasserbelastung in der Schweiz am Beispiel von Nitrat.
- LIENERT, O. & HAERING, C. (2001): Überprüfung der Gefahrenherde im Einzugsgebiet der Quelfassungen Rain, Gde. Gossau. 4–7, unpubl. Bericht.
- LIENERT, O. & HAERING, H. (2002): Grundwasserschutz zonen um die Quelfassungen Lochershaus und Bürglen, Gde. Amriswil. 1–10, unpubl. Bericht
- NAEF, H. (1997): Das Geotop-Inventar im Kanton Thurgau. – Amt für Raumplanung TG, Frauenfeld.
- SCHW. VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES SVGW (2002): Jahrbuch 2002/2003.

Adresse des Autors:
Christoph Haering, Geologiebüro Lienert & Haering AG,
Postfach 61, 8592 Uttwil, lh.uttwil@haering-geo.ch