Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft

Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft

Band: 63 (2009)

Artikel: Das regionale Grundwassermodell : ein Instrument für die nachhaltige Bewirtschaftung des Thurtaler Grundwassers

Autor: Baumann, Marco / Hoehn, Eduard / Holzschuh, Robert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593756

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das regionale Grundwassermodell – ein Instrument für die nachhaltige Bewirtschaftung des Thurtaler Grundwassers

Marco Baumann, Eduard Hoehn, Robert Holzschuh, Peter Jordan, Emil Kuratli und Othmar Rist

Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63
13 Seiten • 5 Abbildungen, 4 Tabellen • Frauenfeld 2009

1 Einführung

Anlass für die Erarbeitung des Grundwassermodells des Thurtals war die 2. Thurgauer Thurkorrektion *(Baumann 2009, Baumann et al. 2009a; Gmünder & Spring 2009a, AfU TG 2008)*. Das Modell umfasst den gesamten Grundwasserstrom des Thurtals zwischen Bürglen und Niederneunforn. Es dient der Beurteilung und Optimierung von projektierten Hochwasserschutzmassnahmen im Hinblick auf den qualitativen und quantitativen Schutz des Grundwassers, kann aber auch – in Verbindung mit dem im Rahmen der durchgeführten Untersuchung ausgebauten und optimierten Umweltbeobachtungsnetz *(Wyss & Dünnenberger 2009, Scholtis & Hoehn 2009)* – für andere Aufgaben, insbesondere die nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwasservorkommens eingesetzt werden.

Dabei steht einerseits das eigentliche numerische Computermodell als Simulations- und Prognoseinstrument im Vordergrund *(AfU TG 2008, Gmünder & Spring 2009a)*. Andererseits bilden auch die für die Modellierung erarbeiteten Grundlagen wertvolle Entscheidungshilfen. Hervorzuheben ist die Aktualisierung der hydrogeologischen regionalen Synthese von *Büchi & Müller (1988)* aufgrund neuer Bohrungsdaten und jüngster sedimentgenetischer Konzepte *(Naef & Frank 2009)*. Im Weiteren wurde das für den Grundwasserhaushalt des Thurtals essentielle, komplexe System Thur – Nebengewässer – Grundwasser eingehend studiert und in ein kohärentes Modell eingearbeitet *(Jecklin & Hunziker 2009, Gmünder & Spring 2009b, Hoehn 2009, Scholtis & Hoehn 2009)*. Aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung und mit Blick auf den Schutz der Grundwasserfassungen sind zudem die Modellierungen zum Einzugsbereich von Grundwasserfassungen von Bedeutung *(Gmünder 2009)*.

2 Aktuelle Nutzung des Thurtaler Grundwasserstroms

Für den Kanton Thurgau ist das Grundwasservorkommen des Thurtals zwischen Bürglen und der Zürcher Schwelle bei Niederneunforn (durchschnittliche jährliche Fördermenge: 12 Mio. m^3, das sind 34% des Gesamtbedarfs) nach dem Bodensee (13 Mio. m^3/Jahr, 40%) der wichtigste Trink- und Brauchwasserlieferant *(Baumann 2009)*. Rund 100 000 Einwohner werden im Kanton Thurgau dauernd oder zeitweise mit Grundwasser aus dem Thurtal versorgt *(Abbildung 1)*. Einen Überblick über die Nutzung des Grundwassers geben die Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25 000 *(AfU TG 2003)*. Mit den im Rahmen der Stichtagmessungen zur Kalibrierung des Grundwassermodells gesammelten Daten *(Wyss & Dünnenberger 2009)* konnten die Kenntnisse weiter ausgebaut werden.

Im Thurtal bestehen für über 250 Entnahmestellen Bewilligungen zur Grundwasserförderung. Dabei handelt es sich um Fassungen der öffentlichen Wasserversorgungen, um Anlagen zur gewerblichen Brauchwasserförderung, um Fassungen für die landwirtschaftliche Bewässerung und in vereinzelten Fällen um Brunnen für die dezentrale, private Trinkwasserversorgung *(Tabelle 1)*. In den meisten Fällen ist die Entnahmestelle als Vertikalfilterbrunnen ausgebaut (*Abbil-*

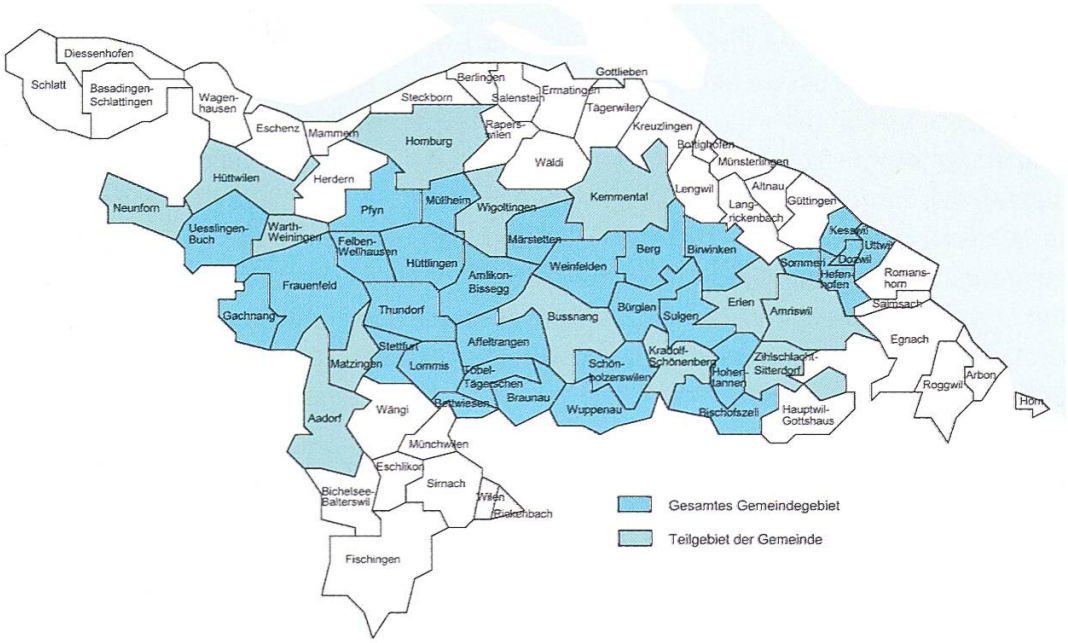


Abbildung 1: Gemeinden, die mit Thurtaler Grundwasser dauernd oder zeitweise versorgt werden (Stand 31. Dezember 2008). Einige der aufgeführten Gemeinden beziehen das Wasser nur in Ausnahmefällen (Notversorgung bei Betriebsstörungen oder lokalem Wassermangel).

dung 2). Dabei handelt es sich entweder um einen Schacht oder ein senkrecht in den Boden vorgetriebenes Rohr (in der Fachsprache ebenfalls als «Schacht» bezeichnet), das über seine gesamte Länge, über einen bestimmten Abschnitt (Filterstrecke) oder an seinem unteren Ende den Zutritt von Grundwasser aus den umgebenden Schotter zulässt *(Abbildung 2)*. Das Rohr oder der Schacht bietet Platz für die Grundwasserpumpe, welche permanent installiert ist oder bei Bedarf eingebracht werden kann. Das Spektrum von Vertikalfilterbrunnen reicht im Thurtal von einfachen Hausbrunnen bis zu grossen Anlagen der Industrie oder der öffentlichen Wasserversorgung.

Bei den Horizontalfilterbrunnen werden von einem zentralen, undurchlässigen Schacht, welcher die Pumpen beherbergt, sternförmig waagrechte, verfilterte, das heisst durchlässige Rohre in den Schotter vorgetrieben, die das Grund-

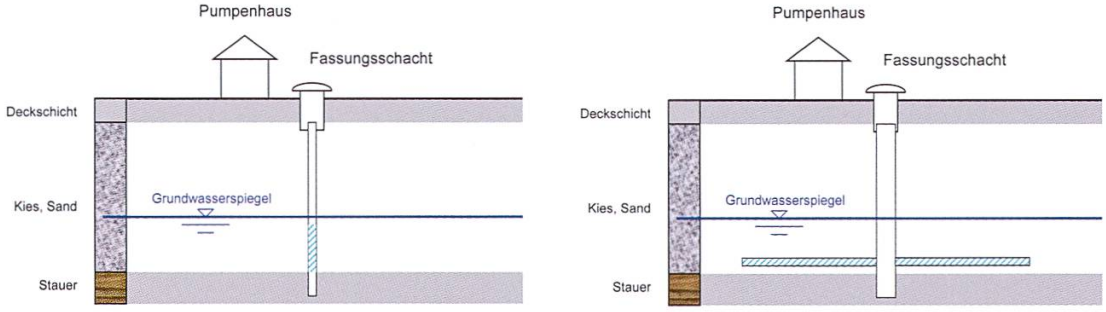
Entnahmeort	Anzahl Konzessionen
Oberflächengewässer*)	9
Weiher**)	9
Grundwasserfassungen	236
– davon Pumpwerke der Wasserversorgungen***)	22

Tabelle 1: Anzahl von Konzessionen, aufgeschlüsselt nach Entnahmeorten.

*) *Grundwassergespiesene Bäche (Binnenkanal, Gillgraben, Mosskanal, Furtgraben)*
**) *Grundwassergespiesene Weiher*
***) *Öffentliche Wasserversorgung*

wasser sammeln und dem Hauptschacht zuführen *(Abbildung 2)*. Die in ihrer Erstellung aufwändigen und somit teuren Horizontalfilterbrunnen werden vor allem dort eingesetzt, wo sehr grosse Wassermengen aus einem relativ geringmächtigen Vorkommen (geringer Abstand zwischen Grundwasserspiegel und Stauer) entnommen werden sollen. So ist eine der grössten Trinkwasserfassungen des Thurtals, das Pumpwerk «Widen III» in Felben-Wellhausen sowie das projektierte Pumpwerk «Schachen» in Weinfelden als Horizontalfilterbrunnen ausgebaut bzw. geplant. Eine Besonderheit stellen die Wasserbezüge aus Weiher und Oberflächengewässer dar, welche ausschliesslich und unmittelbar aus Grundwasser gespiesen werden. Der Wasserbezug aus diesen Gewässern wird entsprechend als Grundwasserbezug klassiert und konzessioniert.

Gemessen an der Anzahl Nutzungen ist die Landwirtschaft der wichtigste Grundwasserkonsument *(Tabelle 2)*. Allerdings handelt es sich hier überwiegend um relativ kleine Entnahmestellen *(Tabelle 3, Abbildung 3)*, welche zudem nur saisonal betrieben werden. Die zweitgrösste Gruppe bilden die Privatversor-



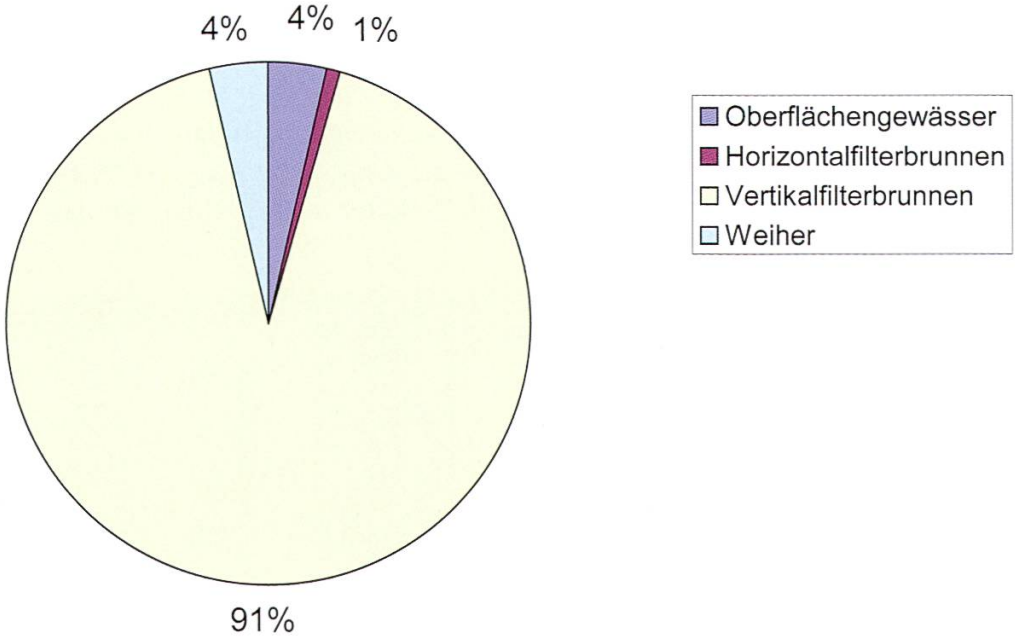


Abbildung 2: Diagramm der Entnahmeorte mit Angaben in Prozent und Schema Vertikalfilterbrunnen (links) bzw. Horizontalfilterbrunnen (rechts).

Nutzung	Anzahl	%
Industrie und Gewerbe	6	2 %
Kies-, Betonwerk	5	2 %
Landwirtschaft	124	50 %
Privatversorgung*)	79	31 %
Wasserversorgung**)	22	9 %
Wärmenutzung	15	6 %

Tabelle 2: Anzahl und Anteil von Konzessionen, aufgeschlüsselt nach Nutzungsart.
**) private Trink- und Brauchwasserversorgung*
***) öffentliche Wasserversorgung*

gungen. Bei diesen Kleinstbezügern handelt es sich mehrheitlich um konzessionierte, private Wasserversorgungen im Raum Bonau – Hüsern (Politische Gemeinde Wigoltingen). Diese Nutzung des Grundwassers für den Eigengebrauch hat sich dort vor mehr als 30 Jahren etabliert, weil in diesem Gebiet der Grundwasserspiegel sehr oberflächennah liegt. Diese Situation ist aus heutiger Sicht nicht optimal, da für die Förderung des Lebensmittels Trinkwasser aus qualitativer Sicht gewisse gesetzliche Grundanforderungen zu erfüllen sind (Schutzzonenpflicht gemäss Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Qualitätsvorgaben gemäss Lebensmittelgesetzgebung und auch die Forderungen der Löschwasserversorgung sind zu berücksichtigen). In den letzten Jahren wurde die öffentliche Wasserversorgung im Gebiet Bonau – Hüsern durch die Politische Gemeinde Wigoltingen ausgebaut. Daher werden die heute noch vorhandenen Nutzungsrechte für die Privatwasserversorgung nach Ablauf der Konzession nicht mehr erneuert.

Von der konzessionierten Fördermenge her ins Gewicht fallen nur einige wenige landwirtschaftliche (v. a. Gemüseanbau) und die gewerblichen Entnahmestellen sowie vor allem die Pumpwerke der öffentlichen Wasserversorgung, welche mit ca. 20 000 000 m^3 pro Jahr ca. 90% des gesamten konzessionierten Grundwassers beanspruchen *(Tabelle 4)*.

Nutzung/Ort	100	200	500	750	1000	5000	10000	> 10000
Privatversorgung*)	73	3						
Wasserversorgung**)	1		5	3	1	8	2	2
Landwirtschaft***)	1		32	28	10	2		

Tabelle 3: Anzahl von Konzessionen, aufgeschlüsselt in Bezug auf die installierte Förderleistung (in l/min), ohne Gewerbliche Nutzung (Kies, Betonwerk, Industrie und Gewerbe).
**) private Trink- und Brauchwasserversorgung; 3 konzessionierte Nutzungen enthalten keine Angaben zur Förderleistung*
***) öffentliche Wasserversorgung*
****) 51 konzessionierte Nutzungen enthalten keine Angaben zur Förderleistung, da es sich um bewilligte Bezugsorte (zusätzliche Lokalität) handelt, an denen das Grundwasser gemäss Konzession gefördert wegen kann (Einsatz von mobilen Pumpanlagen).*

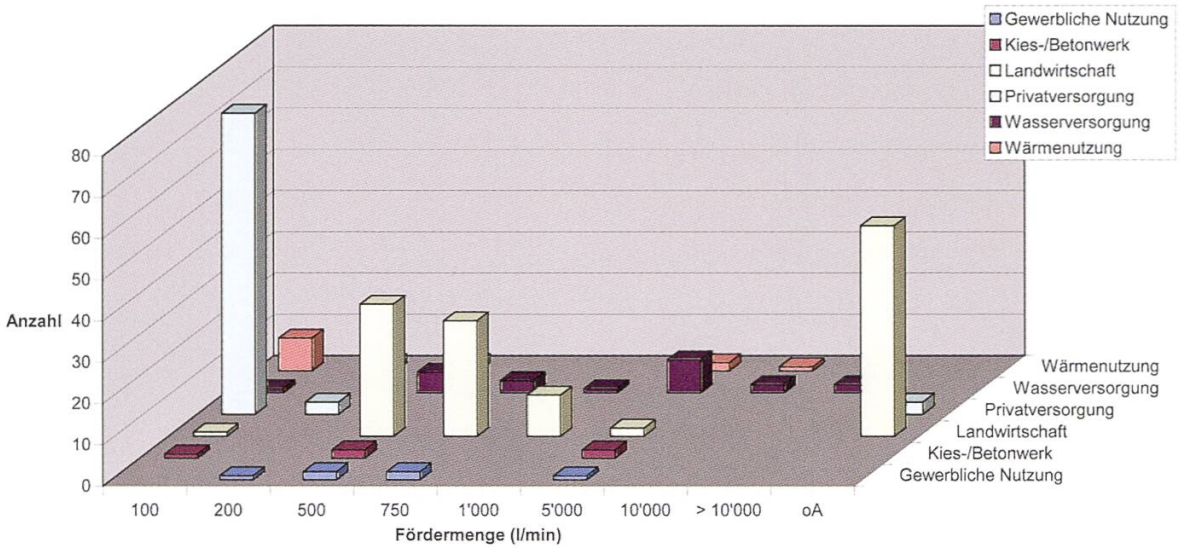


Abbildung 3: Diagramm der Anzahl von Konzessionen, aufgeschlüsselt in Bezug auf die installierte Förderleistung und Nutzungsart (oA = ohne Angaben).

Rund 80% der konzessionierten Gesamtmenge für die Wasserversorgung werden dabei in den 12 grössten Fassungsanlagen gefördert. Von besonderer Bedeutung für die Wasserversorgung sind die beiden grössten Fassungsanlagen:

- Pumpwerk «Gugel», Märstetten, der Regional-Wasserversorgung Mittelthurgau (RVM-Nord und RVM-Süd), mit einer konzessionierten Förderleistung von 30 000 l/min, bzw. 13 Mio. m^3/Jahr
- Pumpwerk «Widen», Felben-Wellhausen, der Wasserversorgung Frauenfeld (Werkbetriebe Frauenfeld), mit einer konzessionierten Förderleistung von 18 200 l/min, bzw. 3,5 Mio. m^3/Jahr

3 Grundwasserbilanz

Eine wichtige Grösse bei der Bewirtschaftung eines Grundwasservorkommens ist die Bilanz. Es ist einfach nachzuvollziehen, dass nicht mehr Grundwasser zur Förderung freigegeben werden dürfte, als sich natürlich neu bildet (Prinzip der

Nutzung	Jahreskontingent m^3	In %
Industrie und Gewerbe	150 000	1 %
Kies-, Betonwerk	500 000	2 %
Landwirtschaft	1 000 000	5 %
Privatversorgung	50 000	
Wasserversorgung	20 000 000	91 %
Wärmenutzung	150 000	1 %

Tabelle 4: Konzessionierte Jahreskontingente nach Nutzungsart.

Nachhaltigkeit). Im Weiteren ist die Rolle des Grundwassers für verschiedene ökologische Prozesse zu berücksichtigen. So darf auch beim Grundwasser eine gewisse Restwassermenge nicht genutzt werden.

Die tägliche Fördermenge aller konzessionierten Wasserentnahmen des Thurtals schwankt zwischen 25 000 m^3/Tag und mehr als 50 000 m^3/Tag. Diese Spitzenwerte werden vor allem in trockenen Sommerperioden erreicht, wo der Bedarf für die landwirtschaftliche Bewässerung gross und das Angebot an Oberflächenwasser eingeschränkt ist. Die tatsächliche Jahresförderleistung beträgt heute gegen 12 Mio. m^3, d.h. etwa 50% der konzessionierten Menge.

Diese Zahl kann der Bilanz des Grundwassermodells entgegengestellt werden. Das Grundwassermodell geht von einem jährlichen Umsatz von rund 125 Mio. m^3 aus (berechnet für den Zeitabschnitt 1.04.2006 bis 31.03.2007, *Gmünder & Spring 2009a)*. Verglichen mit dieser Zahl werden nur rund 10% des vorhandenen Wassers genutzt. Würden die Konzessionen voll ausgeschöpft, wären es somit 20%. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass rund $^2/_3$ des Umsatzes auf den Bereich Thur – Binnenkanäle im Abschnitt Fahrhof – Pfyn entfällt *(Abbildung 4)* und somit für die Trinkwassernutzung nicht zur Verfügung steht. Die aktuelle Nutzung beträgt somit etwa 30% des Grundwasserumsatzes ausserhalb des Systems Thur – Binnenkanäle. Dies entspricht etwa der Menge an Grundwasser, welche direkt durch versickernde Niederschläge gebildet wird (also ohne Infiltration von Oberflächengewässern).

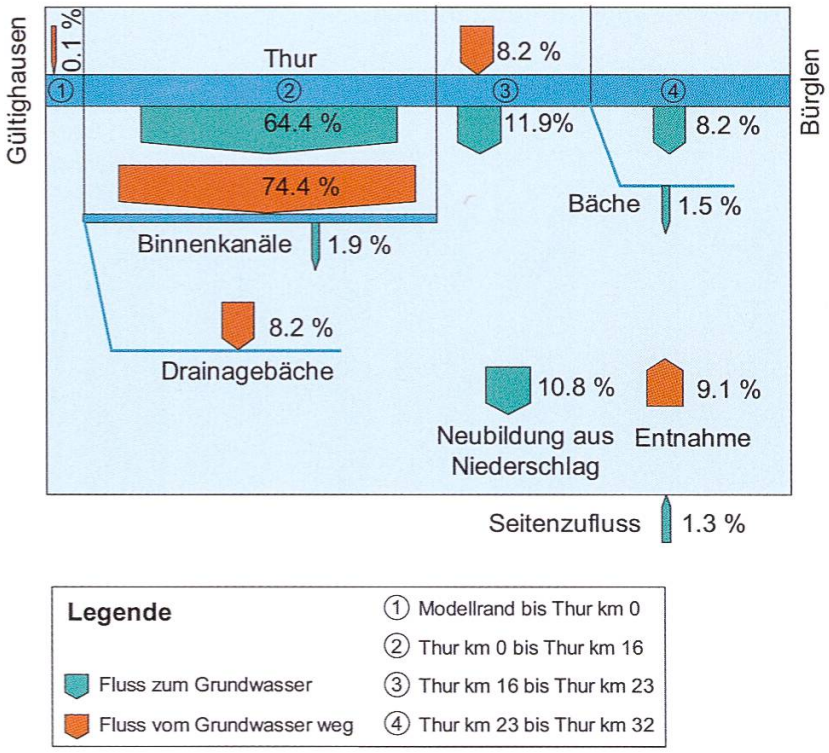


Abbildung 4: Wasserbilanz für den Zeitabschnitt 1.04.2006 bis 31.03.2007 (nach Gmünder & Spring 2009). 100% entsprechen 125 Mio. m^3. Der Seitenzufluss (1,3 %) ist nicht dargestellt.

Die Grundwasserförderung schwankt im Jahresverlauf stark und erreicht gerade während Trockenzeiten Spitzenwerte. In Trockenzeiten liegen die Grundwasserspiegel aber oft tief. Die Bilanzierung darf also nicht nur übers ganze Jahr und den ganzen Grundwasserstrom erfolgen. Vielmehr muss sie regional, fassungsspezifisch und über kürzere Zeitintervalle durchgeführt werden. Hierzu stellt das neu erarbeitete Grundwassermodell ein geeignetes Instrument dar.

Die Grundwasserneubildung variiert im Laufe der Zeit erheblich. Sie ist abhängig von der stark schwankenden Thurwasserführung und dem Anteil des Niederschlags, der tatsächlich zur Grundwasserneubildung beiträgt. Ein tiefer Grundwasserstand zusammen mit einer lang andauernden Trockenheit oder Regen zur Unzeit (siehe unten) sowie ausbleibendes Hochwasser können insbesondere im oberen, östlichen Teil des Thurtals vorübergehend zu kritisch tiefen Grundwasserständen führen.

Bei der Bilanzierung eines Grundwasservorkommens sind auch die längerfristigen Tendenzen bei Verbrauch und Neubildung zu betrachten. Bis in die 1980er-Jahre nahm der Trink- und Brauchwasserbedarf stetig zu. Entsprechend erachteten *Büchi & Müller (1988)* die Nachhaltigkeit der Nutzung des Thurgauer Grundwasserstroms als mittelfristig gefährdet. Glücklicherweise wurde dieser Trend aber zwischenzeitlich gebrochen. Seit einiger Zeit nimmt der Bedarf tendenziell wieder ab *(Abbildung 5)*. Das ist in erster Linie auf einen sorgsameren Umgang mit Wasser im Gewerbe sowie auf den Rückgang besonders wasserintensiver Gewerbezweige zurückzuführen.

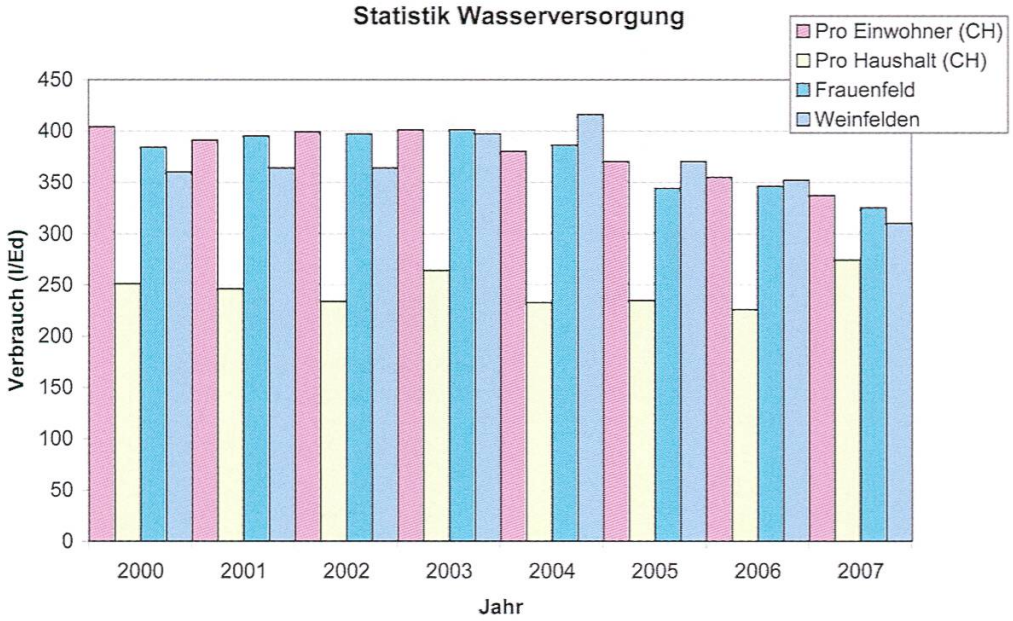


Abbildung 5: Statistik Wasserverbrauch.
Rot und gelb: Angaben zum mittleren Gesamtverbrauch pro Einwohner und pro Haushalt, jeweils in L/E·d (Liter pro Einwohner und Tag) und inklusive Kleingewerbe, Daten für die Schweiz, Quelle SVGW.
Dunkel- und hellblau: Angaben zum mittleren Verbrauch in Liter pro Einwohner und Tag für die Wasserversorgung Frauenfeld und Weinfelden (Hauptbezug aus Thurtalgrundwasser).

In den letzten Jahren nahm demgegenüber die Bedeutung der landwirtschaftlichen Bewässerung zu. Die Klimaerwärmung und der zunehmende Produktionsdruck in der Landwirtschaft können langfristig zu einem zunehmenden Wasserbedarf führen.

Die Grundwasserneubildung durch Niederschläge hängt vom Jahresniederschlag, von der Verteilung dieser Niederschläge über die Jahresperioden und von der Möglichkeit der Versickerung ab. Während der winterlichen Vegetationsruhe trägt – insbesondere auf Brachland – ein beachtlicher Teil des Niederschlags zur Grundwasserbildung bei. Während der Vegetationsperiode wird praktisch der gesamte nicht oberflächlich abfliessende Niederschlag von den Pflanzen zurückgehalten oder zur Verdunstung gebracht. Eine Verschiebung der Hauptniederschlagsperioden oder eine Abnahme der Jahresniederschlagsmenge aufgrund klimatischer Veränderungen kann also zu einem Rückgang der Grundwasserneubildung führen. Einen ähnlichen Effekt hat das langsame aber stetige Verschwinden versickerungsfähiger Böden durch Überbauung mit Strassen, Vorplätzen, Häusern etc., die sogenannte Oberflächenversiegelung.

Zu verschiedenen Zeiten bestanden und bestehen so Befürchtungen, dass das Grundwasser aufgrund eines steigenden Verbrauchs oder einer abnehmenden Neubildung übernutzt werden könnte. Da der Thurabfluss heute und wohl auch in absehbarer Zukunft zu jedem Zeitpunkt ein Mehrfaches des Grundwasserumsatzes beträgt, wurde verschiedentlich, so auch von *Büchi & Müller (1988)* für die Sicherstellung der Grundwassernutzung die Idee einer künstlichen Grundwasseranreicherung durch Thurwasser lanciert.

Konkretisiert hat sich diese Idee bei der Planung der Grundwasserfassung «Auholz II» durch die Wasserversorgung der Gemeinde Sulgen. Nachdem ein erster Färbeversuch im Jahr 1992 eine ausreichende Verweildauer des Grundwassers zwischen dem potenziellen Anreicherungsgebiet und dem Versuchsbrunnen ergab (beide ausserhalb des aktuellen Modellgebietes, zwischen Sulgen und Kradolf, vgl. *AfU 2003*), wurde ein Projekt für eine Grundwasseranreicherungsanlage «Auholz» ausgearbeitet und realisiert. Die Anlage besteht aus den folgenden Komponenten:

- Entnahme von Thurwasser aus dem Fabrikkanal der «Kammgarnspinnerei Bürglen» bei Auwiesen, Förderleistung von ca. 6 000 l/min
- Transport des Thurwassers via Druckleitung zu einem Absetz- bzw. Versickerungsbecken im «Auholz»
- Überlauf aus dem Absetzbecken in eine natürliche Geländemulde im «Auholz», wo das Restwasser versickern kann.

Die Anreicherungsanlage wird nur bei tiefen Grundwasserständen betrieben, so z.B. während dem trockenen Sommer von 2003. Die künstliche Grundwasseranreicherung mit Thurwasser kommt nicht nur den Fassungen «Auholz» der Wasserversorgung Sulgen zugute, sie verbessert auch die Ergiebigkeit des gesamten Grundwasserstromes zwischen Kradolf und Bürglen. Bei Varianten-

studien für geplante Hochwasserschutz- und -rückhaltemassnahmen im Raum Bürglen – Weinfelden zeigte sich, dass deren Umsetzung zu einer Erhöhung der Thur-Infiltration führen könnte *(Baumann et al. 2009b)*. Aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung könnte eine solche Anreicherung eventuell erwünscht sein. Die genauen langfristigen Auswirkungen auf das Grundwasser, auch mit Blick auf dessen Qualität (Chemismus, Verweilzeit, Verunreinigung), können allerdings nur mit einem Grundwassermodell sorgfältig analysiert werden *(Baumann et al. 2009b)*.

4 Grundwasserqualität

Bei der Bewirtschaftung des Grundwassers spielt nicht nur die Quantität sondern auch dessen Qualität eine wichtige Rolle. Bei der Erarbeitung des Grundwassermodells, dessen Auslöser, wie eingangs erwähnt, die 2. Thurgauer Thurkorrektion war, wurde auch die qualitative Beeinflussung des Grundwassers durch die Thur ausgeleuchtet *(Hoehn 2009, Scholtis & Hoehn 2009)*. Hier zeigte sich, dass die Beeinflussung mit zunehmender Distanz erwartungsgemäss abnimmt, also alleine das Mass der Distanz zur Thur gewisse Aussagen zur lokalen Grundwasserqualität zulässt *(Scholtis & Hoehn 2009)*. Während allerdings das Grundwasser in Thurnähe einen vergleichsweise einheitlichen «Thur-Charakter» hat, wird seine Qualität in Thur-Ferne von verschiedenen lokalen Grössen bestimmt. Ungünstige Einflüsse können hier aus verschiedenen Quellen stammen: belastete Standorte, aktuelle gewerbliche und landwirtschaftliche Nutzung, schadhafte Abwasseranlagen, Verkehr usw. Der qualitative Aspekt muss hier jeweils lokal, problem- und objektspezifisch abgeklärt werden. Das aktuelle Grundwassermodell bildet dazu eine wichtige Grundlage. Ein in diesem Zusammenhang beachtenswertes Ergebnis der bisherigen Untersuchungen *(Hoehn 2009, Scholtis & Hoehn 2009)* ist der mögliche Einfluss einer zunehmenden Klimaerwärmung auf die Qualität des Grundwassers. Der Wärmeeintrag erfolgt dabei vor allem via Thur-Infiltrat und Niederschläge sowie über Wärmepumpen, die zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden.

5 Ausblick

Das neue regionale Grundwassermodell *(AfU TG 2008, Gmünder & Spring 2009a)* erlaubt die Nachbildung der Grundwasserverhältnisse und hilft, die dynamischen Prozesse der Grundwasserbilanz zu verstehen. So kann das Modell als Basis für detaillierte Studien im Umfeld von bestehenden und geplanten Grundwasserfassungen dienen (sogenannte «Modelllupen»). Hier bietet sich namentlich die Erweiterung des Strömungs- zu einem Stofftransportmodell an. Während sich im Massstab des gesamten Thurtal-Grundwasserstroms ein 2D-Modell als zweckmässig erwiesen hat, kann im Nahbereich von Grundwasserfassungen ein Ausbau zu einem 3D-Modell sinnvoll sein, wenn die Auswirkungen einer heterogenen Sedimentarchitektur auf Fliesswege und Stofftransport genau abgeklärt werden müssen. Das vorliegende regionale Grundwassermodell kann für die folgenden Aufgaben eingesetzt werden:

- Bestimmung der Einzugsbereiche von bestehenden oder zukünftigen Fassungen
- Festlegung von Förderleistungen und Jahreskontingenten bei Neukonzessionierungen
- Prognose von Auswirkungen von Eingriffen in Oberflächengewässern und in den Grundwasserhaushalt insbesondere auch von Einbauten in das Grundwasser
- Planung von Erkundungs- und Überwachungsprogrammen
- Interpretation und Visualisierung beobachteter Grundwasserstände und Grundwasserqualitäten
- Risikoabschätzung bei Altlastenuntersuchungen und Planungen von Sicherungs- und Sanierungsmassnahmen
- Erstellung von Wärmelastplänen für die Wärmenutzung des Grundwassers

Für die konkrete Nutzung des Grundwassers namentlich zu Trinkwasserzwecken stellt das Grundwassermodell an sich *(Gmünder & Spring 2009)* und in Verbindung mit den überarbeiteten Hydrogeologischen Grundlagen *(Naef & Frank 2009)* sowie dem neu erarbeiteten Modell zur modellgestützten Ermittlung der Einzugsbereiche von Grundwasserfassungen *(Gmünder 2009)* ein hervorragendes Instrument dar. Es dient der Ermittlung des Zuströmbereichs von Trinkwasserfassungen, der Fliessrichtung und -geschwindigkeit des zuströmenden Wassers und seiner Verweilzeit im Untergrund von der Versickerung oder der Exfiltration aus der Thur bis zum Erreichen der Fassung. Mit den Fliesspfaden und Strömungslinien lassen sich insbesondere Resultate von Felduntersuchungen und chemische Daten besser interpretieren. Mit diesen Kenntnissen kann schliesslich bei Bedarf – zum Schutz der Fassung – eine Anpassung der Nutzung der betroffenen Fläche im Zuströmbereich angestrebt werden.

Die vorliegenden Untersuchungen und Modellierungen zeigen, dass in absehbarer Zukunft, evtl. im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung, kein Engpass bei der Nutzung des Thurtaler Grundwasserstroms zu befürchten ist. Die aktuell geförderte Wassermenge liegt in der Grössenordnung der Grundwasserneubildung durch Niederschlag, welche wiederum etwa einen Drittel der gesamten Neubildung ausmacht. Das vorhandene Grundwasserangebot wird also zurzeit nachhaltig genutzt. Die zukünftige Entwicklung des Grundwasserdargebots, der Grundwasserqualität und der Grundwassernutzung ist jedoch mit der gebührenden Sorgfalt und Weitsichtigkeit zu verfolgen. Hierzu bietet das aktuelle Grundwassermodell zusammen mit dem Umweltbeobachtungsnetz ein zentrales Instrument.

5 Literatur

- *AfU TG, 2003:* Die Grundwasservorkommen im Kanton Thurgau. Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25 000. Amt für Umwelt Kanton Thurgau.
- *AfU TG, 2008:* Schlussbericht zum regionalen Grundwassermodell Thurtal. Amt für Umwelt Kanton Thurgau.
- *Baumann M., 2009:* Die Thur und das Thurtal. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Baumann M., Hoehn E. & Jordan P., 2009a:* Die 2. Thurgauer Thurkorrektion erfordert einen neuen Blick auf das Thurtaler Grundwasser. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Baumann M., Hoehn E. & Jordan P., 2009b:* Einsatz des neuen Grundwassermodells im Rahmen der 2. Thurgauer Thurkorrektion. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Büchi & Müller AG, 1988:* Simulation und Bilanzierung der Grundwasserströmungen im Thurtal; mit 50 Beilagen. Ausgearbeitet im Auftrag des Amtes für Umweltschutz und Wasserwirtschaft des Kantons Thurgau. Frauenfeld, im Dezember 1988, unpubl. Bericht.
- *Gmünder Chr., 2009:* Modellgestützte Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwasserfassungen. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Gmünder Chr. & Spring U., 2009a:* Grundwasserströme und Grundwasserbilanz – Grundwassermodell Thurtal. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Gmünder Chr. & Spring U., 2009b:* Interaktion zwischen Thur und Grundwasser aus der Sicht der 2. Thurkorrektion. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Hoehn E., 2009:* Methoden zur Bestimmung der Wechselwirkungen zwischen Thur und Grundwasser – Wichtigste Ergebnisse von Untersuchungen der Eawag an der Thur. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Jecklin Chr. & Hunziker R., 2009:* Hydraulik der Oberflächengewässer im Thurtal. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Naef H. & Frank S., 2009:* Neue Erkenntnisse zur Entstehung und zum Aufbau des Thurtaler Grundwasserträgers zwischen Bürglen und Niederneunforn. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Scholtis A. & Hoehn E., 2009:* Beschaffenheit des Grundwassers im Thurtal. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.
- *Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs:* Grütlistrasse 44, 8002 Zürich, www.svgw.ch.
- *Wyss R. & Dünnenberger U., 2009:* Grundwassermonitoring – dem Grundwasser auf der Spur. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 63.

Adressen der Verfasser:

Dr. Marco Baumann
Leiter Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau,
Amt für Umwelt Kanton Thurgau
CH-8510 Frauenfeld

Dr. Eduard Hoehn
Hydrogeologe, Eawag, Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs
CH-8600 Dübendorf

Robert Holzschuh
Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau, Hydrometrie,
Amt für Umwelt Kanton Thurgau
CH-8510 Frauenfeld

Dr. Peter Jordan
Leiter Abteilung GIS/Geologie, Böhringer AG
CH-4104 Oberwil

Emil Kuratli
Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau, Wasserentnahmen,
Amt für Umwelt Kanton Thurgau
CH-8510 Frauenfeld

Othmar Rist
Abteilung Wasserwirtschaft/Wasserbau, Leiter Ressort Wasserwirtschaft,
Amt für Umwelt Kanton Thurgau
CH-8510 Frauenfeld