

Zur Schichtung und Beschaffenheit des Grundwassers im Bereich der fassungsnahen Elbtalwanne bei Torgau

Rolf Trettin

1 Einführung

Aus heutiger Sicht ist die Produktion von Trinkwasser nicht allein ein technischer Prozeß. Da eine Grundwasserentnahme einen Eingriff in den Wasserhaushalt eines Natursystems darstellt, müssen die Folgen auch aus ästhetischer und ökologischer Sicht vertretbar sein. Dazu gehört die langfristige Sicherung einer adäquaten Rohwasserbeschaffenheit. Dies kann nur gelingen, wenn stabile Bedingungen existieren, die den Stoffeintrag in das Grundwasser, Stoffumsätze und den Stofftransport kontrollieren. Grundwasservorräte haben sich oftmals über viele Jahre oder gar Jahrtausende gebildet. Bei der Wasserentnahme werden alte Wässer beschleunigt in den Wasserkreislauf einbezogen bzw. schneller durch jüngere Wässer ersetzt. So entsteht die Frage, welche Konsequenzen für die Rohwassergüte mit der jeweiligen Form der Wasserbewirtschaftung auf kurze und lange Sicht verbunden sind. Um dies zu beantworten, müssen

- die hydraulischen Verhältnisse und geologischen Randbedingungen bekannt sein, denen die Wasser- und Stoffströme unterworfen sind und aus denen sowohl Aussagen zur Geschütztheit gegenüber diffusen und lokalen Kontaminationen als auch zum langfristigen Systemverhalten hervorgehen,
- die Quellen der im Wasser enthaltenen Stoffe untersucht werden, die den Fließ- und Mischungsprozessen folgend am Entnahmeort mit unterschiedlicher Verzögerung gegenüber primären Einträgen wirksam werden, wobei zwischen geogenen und anthropogenen Anteilen zu unterscheiden ist,
- die stofflichen Wandlungen und deren Randbedingungen in der ungesättigten und gesättigten Zone des Einzugsgebietes verstanden werden,
- insbesondere die Langzeitauswirkungen verschiedener Szenarien der Landnutzung und Wasserbewirtschaftung für die Grundwasserqualität erfaßt und in den Kategorien Qualitätsziele und Ökonomie bewertet werden.

In Talgrundwasserleitern mit Uferfiltration stellt das regionale Grundwasser nur eine Komponente dar. Bei der Uferfiltration werden stoffliche Quellen und hydraulische Randbedingungen wesentlich durch den Fluß bestimmt. In den elbnahen Brunnen des Trinkwassergewinnungsstandortes Elbaue-Torgau wird ein Uferfiltratanteil von $\geq 50\%$ erwartet. Dabei wirkt sich die Flußwasserqualität je nach Strömungsverhältnissen, Stoffart und Milieubedingungen stark auf die Rohwasserbeschaffenheit aus. Mindestabstände zwischen Fluß und Brunnen werden zwar anhand der 50-Tage-Linie theoretisch berechnet, jedoch sind die hydrogeologischen Detailkenntnisse oft lückenhaft. Bei langgezogenen Fassungen muß zudem mit einer entsprechenden Diversität der Infiltrations- und Fließbedingungen gerechnet werden.

Insbesondere Fragen der Uferfiltration wurden am Standort Torgau in der Vergangenheit bereits intensiv untersucht. Ebenso wurde in den letzten Jahren viel für die Erfassung und das Verständnis der Verhältnisse im landseitigen Grundwasser getan. Das betrifft das allgemeine Grundwassermonitoring und die Qualitätsüberwachung seitens des Wasserwerksbetreibers wie auch umfangreiche Programme zur Erkundung spezieller Altlasten (Rüstungsalast bei Elsnig). Dennoch bestehen auf dem Wege zu einer Bewirtschaftungskonzeption auf der Basis der Nachhaltigkeit für den Torgauer Raum auch aus naturwissenschaftlicher Sicht noch beträchtliche Wissensdefizite.

Der nachfolgende Beitrag gibt einleitend eine kurze Einführung in die hydrogeologischen Verhältnisse im Trinkwassergewinnungsgebiet in der Elbaue bei Torgau unter Beschränkung auf den elbnahen Raum. Auf Fragen und Ergebnisse zur Uferfiltration wird kurz eingegangen. Als Beispiele für die Stoffverteilung und Stockwerkskommunikation im landseitigen Aquiferbereich werden zwei Vertikalschnitte mit den Parametern Nitrat, Sulfat und Tritium betrachtet.

Für die Bemessung von Schutzzonen ist in den Wasserwerksbereichen von Torgau auch die Frage von Bedeutung, ob und in welchem Maße Grundwasser die Elbe unterqueren kann. Ist dies in signifikantem Maße der Fall und würde man z. B. eine Kiesgewinnung auf der anderen Elbseite tolerieren, so könnten Oberflächenwässer aus den entstehenden Baggerseen bis in die Fassungen gelangen.

2 Hydrogeologische Verhältnisse und Meßstellen

2.1 Lagerungsverhältnisse der quartären Grundwasserleiter

Die Trinkwasserförderung im Raum Torgau erfolgt längs der Elbe aus einer elstereiszeitlich angelegten Exarationswanne, die bis zu einer Tiefe von ca. 50 m unter Gelände mit gut grundwasserleitenden, überwiegend sandig-kiesigen und weitgehend karbonatfreien Sedimenten aufgefüllt ist. Grischek et al. (1995) geben für Torgau-Ost Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) von $2 \cdot 10^{-3}$ bis $3 \cdot 10^{-4}$ an. Die Entstehung der Elbtal-Glazialwanne und die Lagerungsverhältnisse im Quartär des mittleren Elbegebietes sind z. B. in Müller (1988) ausführlich beschrieben.

In der Elbtalwanne setzt sich der quartäre Grundwasserleiter (GWL) aus folgenden Schichten zusammen:

- auf die Elbaue beschränkte, grobsandig-kiesige holozäne Schotter (fQHo), die am Auenrand an frühsaaleglaziale Schotter (fQS1) der Hauptterrasse grenzen, während die Ablagerungen der weichselglazialen Niederterrasse fast vollständig erodiert sind. Das ca. 10 m mächtige Holozän wird von bis zu 3 m mächtigem, sandig-schluffigem Auenlehm überdeckt.
- sandige, fluviatil-glazifluviatil gemischte Nachschubschotter der E2-Vereisung, die mit über 30 m Mächtigkeit den Hauptteil des Aquifers bilden („mittlere, feinkörnige Folge“, f-gf QE2n).

- 10 m mächtige, zwischen E1- und E2-Vereisung akkumulierte Flußschotter („untere, grobe Folge des Torgauer Fluviatils“, f(-gf) QE1n-2v).

Neben der stratigraphischen findet man für den holozänen Teilgrundwasserleiterbereich verschiedentlich auch die vereinfachende Bezeichnung GWL 1.1, während GWL 1.2 ... 1.4 die saaleiszeitlich und GWL 1.6 (Hauptaquiferbereich an den Fassungen) und 1.8 (außerhalb der Wanne) die elstereiszeitlich gebildeten Teilaquifere bezeichnen.

Im Liegenden grenzt der Aquifer an die extrem geringdurchlässigen tertiären Seetone der Spremberger Schichten (Normalprofil für Nordwestsachsen z. B. in: Geologische Übersichtskarte des Freistaates Sachsen, 1 : 400.000). In Zonen geringer Tertiärmächtigkeit (geologische Fenster) und subrosiver Störungen steigt lokal wie bei Weßnig im Einzugsgebiet Torgau-Ost (Tonndorf 1989) tieferes Grundwasser aus dem Unteren Buntsandstein und Zechstein an die Quartärbasis.

Das Trinkwassereinzugsgebiet Torgau-Ost wird stromauf im Südosten durch aufragende Tertiärtone bei Belgern („Belgernsche Insel“) gegen das ehemalige Vorbehaltsgebiet von Liebersee und im Nordwesten durch anstehenden Quarzporphyr im Stadtgebiet von Torgau gegen das Trinkwasserfördergebiet Mockritz abgegrenzt.

Im Raum südlich von Torgau sorgt eine breite Querrinne (Beckwitzer Rinne) für ein Auskeilen des Grundwasserleiters der Elbtalwanne nach Westen. Dadurch wird eine partielle Entwässerung der Hochschollen nach Norden (Dahlener Heide) bzw. Süden möglich. Im allgemeinen jedoch streicht die Exarationsrinne im Abstand von 1-3 km zu den Brunnen bzw. der Elbe gegen Tertiär bzw. stark gestörte Schichtsysteme aus. Eine Höhendarstellung der Quartärbasis in Torgau-Ost ist in Grischek et al. (1995) gegeben. Der beidseitig der Niederung nach Westen hin zu verzeichnende Höhengewinn (Dahlener Heide, Dübener Heide) ist auf stark gestauchte Endmoränen, die z. T. verschleppte und in elstereiszeitliche Sande eingelagerte tertiäre Schollen (z. B. auch im Bereich WASAG; vgl. Schichtenverzeichnisse zu den Bohrungen HySpiz 109/90; HyMkzTo 23/74 von Hydrogeologie GmbH, NL Torgau) zurückzuführen. Bilden die quartären Sande und Kiese im westlichen Wannenbereich mit lokalen Ausnahmen einen zusammenhängenden GWL, so ist dies bereits im Übergangsbereich und im Bereich der Hochflächen nicht mehr der Fall. Die komplizierte, oft kleinräumig schwankende und daher stets unzureichend bekannte, hydrogeologische Struktur ist ein wesentlicher Grund für Schwierigkeiten bei der Modellierung der Grundwasserdynamik in stark belasteten Teilgebieten westlich der Wanne (z. B. ehemaliges WASAG-Gelände, ehemaliges militärisches Übungsgebiet bei Puschwitz).

Für die Ausbildung der Grundwasserbeschaffenheitsmuster in Abhängigkeit von der Teufe sind die Stoffquellen in Verbindung mit den geologischen und hydrodynamischen Verhältnissen verantwortlich. Die zunächst durch Grundwasserentlastung in Richtung der Elbe gekennzeichnete Hydrodynamik (vgl. Hydrogeologische Karte der DDR, 1 : 50.000) wird mit Annäherung an die Förderbrunnen zunehmend durch die GW-Absenkung bestimmt.

Dementsprechend spielt neben der Anordnung der Brunnen auch das Betriebsregime der Grundwasserförderung eine große Rolle für die laterale und vertikale Grundwasserbewegung.

Darüber hinaus werden die Verhältnisse in der Aue signifikant durch den variablen Elbwasserstand beeinflusst. Dies und die variable Grundwasserneubildung sind bei einem experimentellen Nachweis förderungsbedingter Absenkungsbeträge zu beachten. Für verschiedene Szenarien berechnete Fließtrajektorien für den Mockritzter Raum wurden z. B. von TGU (1997) angegeben.

Alle derzeit genutzten Brunnengalerien von Torgau-Ost und Mockritz mit Ausnahme der Fassung Mockritz I (Abstand ca. 2 km) sind weniger als 400 m von der Elbe entfernt. Infolgedessen fördern die Brunnen neben regional gebildetem Grundwasser vor allem Uferfiltrat. Einen Überblick über die Lage der Fassungen erhält man aus Abbildung 1 und 2.

Zwischen Elbe und Fassungen wird das Fließgeschehen unter „Umkehrung“ der natürlichen Fließrichtung durch die Brunnen und den Wasserstandsgang der Elbe bestimmt.

2.2 Gütemeßnetz

Speziell zur Erfassung der Vorgänge bei der Uferfiltration wurden 1991-1993 im Rahmen eines Forschungsprojektes mit Unterstützung der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH (FWV) zwei zweckspezifische Meßprofile (Torgau-Ost I und II) eingerichtet (Griseck et al. 1995). Jedes Profil besteht aus einem System von Grundwassermeßstellen, die entlang einer prognostizierten Fließtrajektorie abgeteuft wurden und es gestatten, den quartären Grundwasserleiter insbesondere im Abschnitt zwischen Elbe und Wasserfassung (WF),

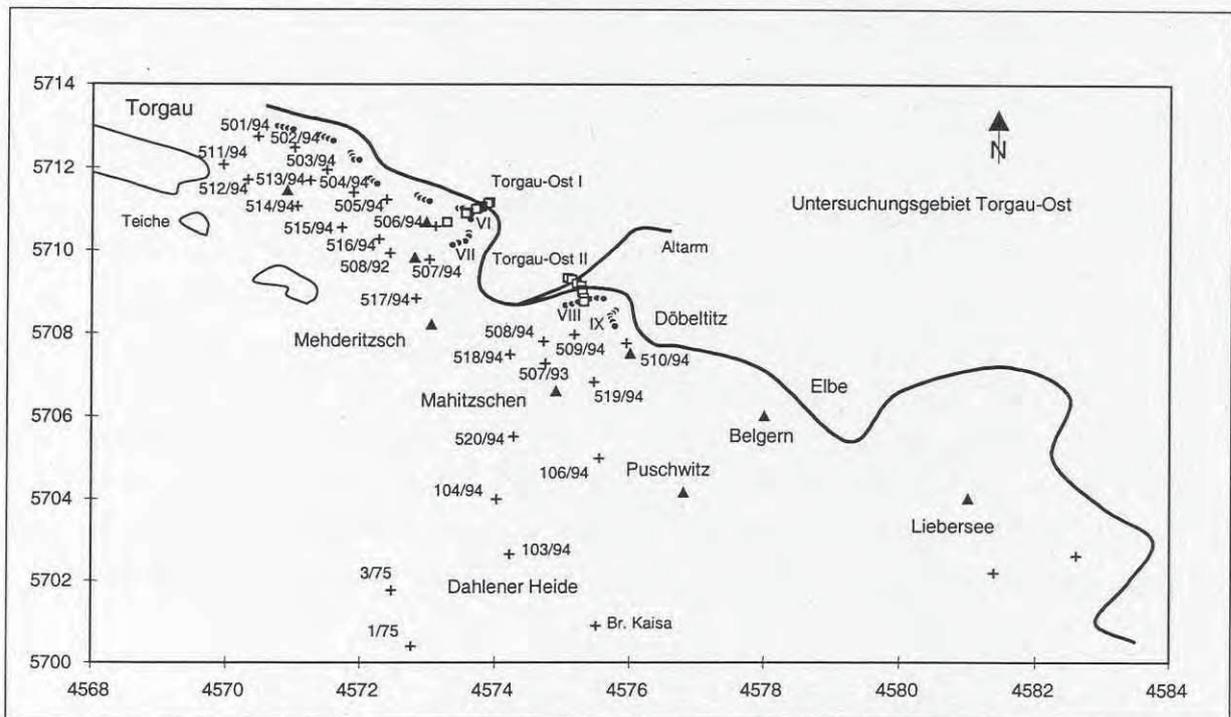


Abb. 1: Anordnung der Gütemeßstellen der FWV Elbaue-Ostharz GmbH sowie einiger Ergänzungsmesspunkte sowie der Meßprofile Torgau-Ost I und II (schw. Dreieck symbolisiert Ortslagen, + kennzeichnet Meßstellen, 501/94-520/94 und 507/93 gehören zum regulären Gütemeßnetz mit halbjährlicher Beprobung).

aber auch im Anstrom auf die Elbe von Osten und im Anstrom auf die Fassung von Westen in bis zu 5 Teufenstufen zu beproben. 1995 wurde das Profil Torgau-Ost I durch ein System ufernaher Meßstellen untersetzt (Nestler et al. 1998).

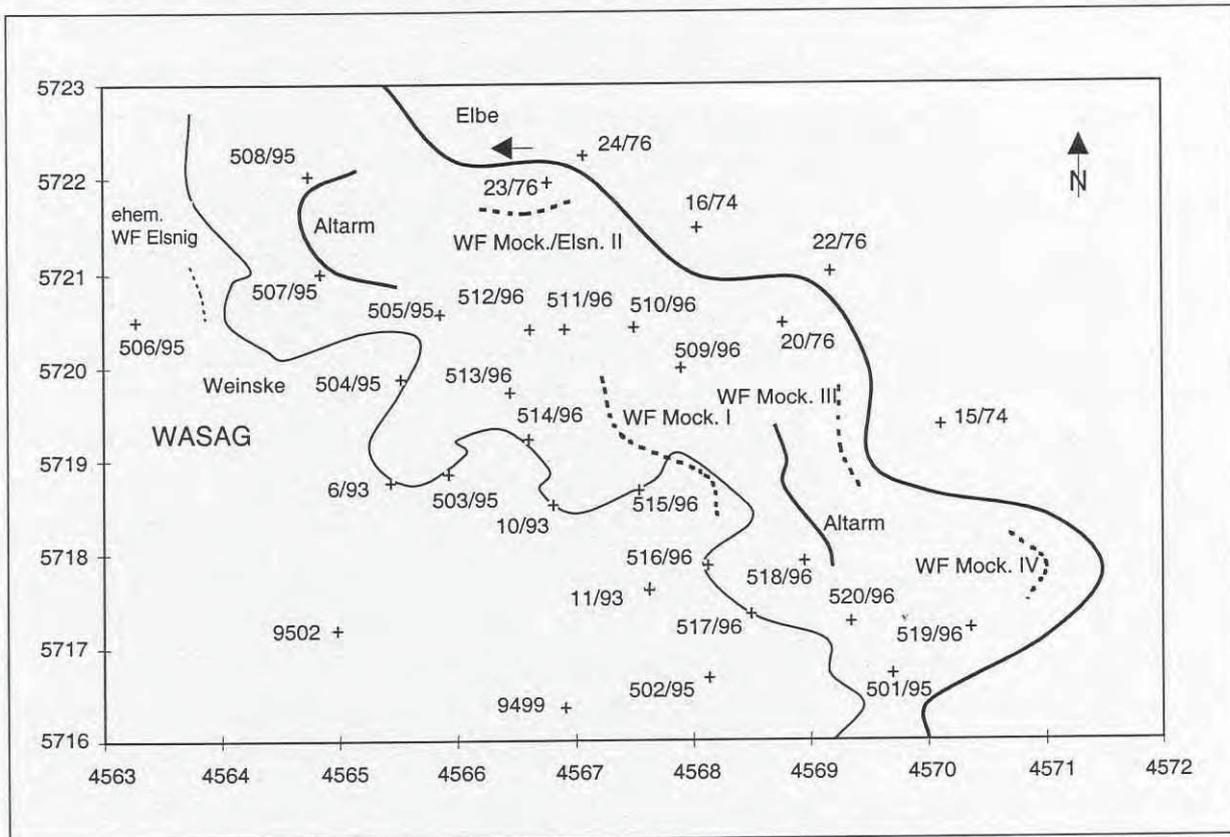


Abb. 2: Lage der Güte- (mit dem Jahreszusatz /93, /95, /96) sowie einiger Alt- bzw. Ergänzungsmessstellen im Umfeld der Fassungen (gestrichelte Linien) von Torgau-Mockritz.

Zwischen 1992 und 1996 wurden durch die FWV im landseitigen Anstrom beider Fassungskomplexe insgesamt rund 50 Meßstellen mit Beprobungsmöglichkeiten in jeweils bis zu drei Teufen eingerichtet. Eine Lageübersicht ist in den Abbildungen 1 und 2 gegeben. Vereinfacht gesehen handelt es sich jeweils um eine innere Meßstellenkette, die z. T. bereits deutlich im Wirkungsbereich der Brunnen liegt und einen äußeren Meßstellenring, der - soweit vorhanden - dem Rand der Elbtalwanne folgt und den Eintrag von Westen in die Wanne erfassen soll. Diese Meßstellen bilden den Kern derzeitiger Monitoringprogramme der Wasserwerke zur Erfassung und Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit im Grundwasseranstrom von Westen und im fassungsnäheren Einzugsgebiet. Die Wasserfassung Elsnig im Raum Mockritz existierte bis 1998.

3 Zur Grundwasserdynamik im Nahbereich der Elbe - Elbunterquerung

Die Schichtungs- und Fließverhältnisse im elbseitigen Vorfeld wurden in den letzten Jahren an den Beispielen Meßprofil I - WF Torgau-Ost VI und Meßprofil II - WF Torgau-Ost-VIII (vgl. die mit Kästchen gekennzeichneten Bohransatzpunkte in Abb. 1) intensiv untersucht und

zusammenfassend dokumentiert (Nestler et al. 1998). Aus diesen Untersuchungen resultiert ein umfangreiches Datenmaterial zur Beschaffenheit des Elbewassers und zu den Prozessen bei der Uferfiltration.

Nach Osten hin bildet die Elbe zumindest im oberen Aquiferbereich eine Randbedingung, d. h. die hydraulischen Verhältnisse werden wegen geringer Kolmation des Elbebettes durch den Elbwasserspiegel bestimmt. Für den unteren Aquiferbereich ist die Situation differenziert zu betrachten. Darüber hinaus wurde gefunden, daß der Prozeß der Flußwasserinfiltration selbst stark von den Pegelstandsänderungen abhängt (Trettin et al. 1999).

Die Verhältnisse in den untersuchten Beispielen verkörpern jeweils einen Fall mit vorhandenem und einen Fall mit fehlendem (nicht signifikantem) Brunnendurchgriff auf das Grundwasser der rechten Elbseite.

Im Meßprofil I, das die WF Torgau-Ost VI kreuzt, existiert unter der Elbe ein geringmächtiger Zwischenstauer, der den vertikalen Wasseraustausch unter der Elbe hemmt. Dieser ist aber nicht durchgehend verbreitet. Es ist anzunehmen, daß derartige Strukturen infolge ihrer Kleinräumigkeit nicht immer bekannt sind und daher nicht auszuschließen ist, daß sie auch anderenorts auftreten. Im Profil I wurde ostelbisch an der Aquiferbasis eine Altwasserlamelle vorgefunden, die sich unter der Elbe fortsetzt und bis in Brunnennähe verfolgt werden kann. Dies ist einer von mehreren experimentellen Belegen für die Elbunterquerung. Das Alter der bodennahen Wasserschicht beträgt > 40 Jahre und spricht für einen sehr zögernden vertikalen Austausch bzw. lange Fließwege des Grundwassers bereits vor Erreichen des rechten Elbufers. Bei einer Fassungsabschaltung steigt dieses Wasser langsam durch den dünnen Stauer unter der Elbe in höhere Lagen auf, was zeigt, daß - zumindest lokal - auch der unterste Aquiferbereich in den normalen Entlastungsprozeß zur Vorflut einbezogen ist.

Am zweiten Standort (Profil II, WF Torgau-Ost VIII) fehlt der Zwischenstauer. Hier wird ostelbisch im Quartärtiefsten ein etwa 20 Jahre altes Wasser angetroffen. Zwischen Elbe und Fassung erreicht das Wasser in einigen aber nicht in allen Parametern die rezenten Erwartungswerte der Elbe. Letzteres betrifft z. B. einige Isotopenparameter (u. a. den Tritiumgehalt). Die Diskrepanz wird dadurch erklärt, daß am grundnahen Wasser nicht nur jüngere, sondern auch ältere Elbeinfiltrate (Mischwasser) beteiligt sein könnten. Zudem kann ein geringer Grundwasseranteil nicht völlig ausgeschlossen werden.

Die beiden Beispiele zeigen, daß die Verhältnisse entlang der Elbe differenziert betrachtet werden müssen.

Im Fördergebiet Mockritz gibt es ufernah keine zweckspezifisch konzipierten Vergleichsmeßstellen zur näheren Untersuchung der Elbeunterquerung und Uferfiltration. An vier 1991/92 beprobten ostelbischen Meßstellen (Abb. 2) wurde eine deutliche Altersschichtung mit dominierendem Anteil an altem, d. h. tritiumfreiem Wasser an der Quartärbasis gefunden, wie es in diesem Gebiet auch erwartet wird. Insbesondere in Eintiefungen bzw. im Übergangsbereich zum Tertiär muß mit Verweilzeiten im Bereich von Jahrhunderten und mehr gerechnet werden, so daß jüngere anthropogene Effekte nur im mittleren und oberen Teufbereich eine Rolle spielen können. Im Vergleich der Meßstellen auf beiden Elbseiten gab es 1991/92 Hinweise auf eine Elbunterquerung bzw. den Zuzug basisnahen alten Wassers auch

im Bereich der Fassung Mockritz-Elsnig II und ebenfalls südöstlich davon im gemeinsamen Vorfeld der Fassungen Mockritz I und III. Hier fehlen jedoch systematische Meßreihen unter Kombination hydrochemischer (insbesondere auch elbetypischer Inhaltsstoffe) und Isotopenparameter.

Damit ist derzeit von der Situation auszugehen, daß eine Grundwasserunterquerung der Elbe lokal möglich und auch auf verschiedene Weise experimentell nachgewiesen ist, hiervon aber vor allem tiefere Wässer betroffen sind, die infolge einer hohen Verweilzeit bisher recht gut geschützt und damit in der Regel anthropogen noch nicht oder wenig belastet sind.

Die Zusammensetzung des von Osten zu den Brunnen gelangenden Wassers nach Hauptionen wird naturgemäß durch die Elbe dominiert. Bereits bei der Passage des Flußbettes treten insbesondere beim gelösten organischen und anorganischen Kohlenstoff (DIC, DOC) Veränderungen auf. Auf dem Wege zu den Brunnen erfolgt bei tieferen Fließbahnen (und damit auch wachsenden Fließzeiten, die im Bereich der Testprofile etwa ein Jahr erreichen) ein Abbau des Elbenitrats. Im Profil Torgau-Ost I wurde - möglicherweise bedingt durch Erhöhung der Förderquote - Sulfidoxidation nachgewiesen, die aber für das Schwefelbudget des Systems insgesamt unerheblich war.

4 Zur Grundwasserschichtung und Stoffverteilung in der Elbtalwanne

4.1 Torgau-Ost

1995 bis 1997 wurden durch das UFZ und seine Partner auch isopenanalytische und hydrochemische Untersuchungen zur Grundwasserschichtung und -kommunikation durchgeführt. Insgesamt erstreckt sich der Verweilzeitbereich der in den Einzugsgebieten vorkommenden Grundwässer zwischen rezent und mehreren Jahrtausenden. Obwohl die ältesten Wässer auf gut geschützte Teilaquifere und den Kontaktbereich zum Tertiär beschränkt und hinsichtlich ihres Zuflußanteils zu den Wasserfassungen untergeordnet sind, zeigt sich die große Bedeutung des Faktors Zeit für die Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse in den Aquiferen und deren Ursachen. Wird für ein Wasser eine hohe Verweilzeit ermittelt, so bedeutet dies, daß es sich unter stabilen Fließbedingungen nur langsam erneuert wird. Lange Verweilzeiten erhöhen in Systemen mit reaktiven Depots auch die Chance zum Stoffabbau. So wurde z. B. für das Fuhrberger Feld bei Hannover eine Halbwertszeit des reduktiven Sulfatabbaus von 76 bis 100 Jahren geschätzt (Böttcher et al. 1992). Unter nichtstationären hydrodynamischen Verhältnissen sind längere Beobachtungszeiten unentbehrlich. Anzustreben ist stets die Kombination einer mathematischen Modellierung mit Validierung über Tracermethoden. Für Torgau liegt so etwas bisher nicht vor. Ein Teil der bisher vorhandenen Isotopendaten ist in Nestler et al. (1998) enthalten. Die im Vorfeld angetroffenen Verhältnisse und Probleme können hier lediglich angerissen werden.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß eine Entlastung von Liegendwässern in den Elbeaquifer eine untergeordnete Rolle spielt. Definitiv nachgewiesen wurde dieser Effekt bisher nur lokal im Meßprofil Torgau-Ost I.

Der laterale Wasserzufluß ist von den Verhältnissen am Rand der Elbtalwanne abhängig. In Abbildung 3 wird als Beispiel die Verteilung der Konzentrationen von Tritium, Nitrat und Sulfat in einem Vertikalschnitt entlang der äußeren Meßstellenkette des Gütemeßnetzes von Torgau-Ost gezeigt. Während Tertiär in der elbnahen Wanne bis rund 35 m über NN erodiert wurde, findet man es in Torgau-Ost südlich Döbeltitz (siehe 519/94, Abb. 3) bereits bei ca. 75 m über NN. In vielen Bohrungen in der Dahleener Heide wurden Tertiärschollen über Quartär angetroffen. Eine deutliche Entlastung gespannten Wassers in die Wanne wurde am Standort der Meßstelle 507/93 festgestellt. Derartiges Wasser, das unterhalb eines Stauers (d. h. unterhalb des oberen quartären Sedimentpaketes) in die Wanne eintritt, sollte in der Regel „tritiumalt“ (> 40 Jahre) und daher anthropogen wenig oder unbelastet sein.

Weiter nach Nordwesten entlang der äußeren Meßstellenkette fällt das Tertiär bis auf etwa 35 m über NN ab bzw. wächst die Mächtigkeit der quartären Sedimente entsprechend bis ca. 45 m an (Beckwitzer Rinne).

In der Abbildung 3 wurden anstelle der gemessenen Konzentrationen Gehaltsklassen verwendet, wobei für die Klassifizierung bei Tritium nur Einzelbestimmungen, bei den Inhaltsstoffen aber Medianwerte für den Zeitraum 1995-1997 zugrunde gelegt werden konnten. Dies ist ausreichend, da die Situation hier weitgehend qualitativ und ohne Berücksichtigung der Veränderungen skizziert werden soll. Bei Tritium werden die Klassen 0 \equiv 0-2 TU (TU = Tritium Unit) (enthält mindestens 80% tritiumfreies Wasser mit einer Verweilzeit > 40 Jahre), 1 \equiv 3-10 TU (es handelt sich um eine Mischung aus jüngerem sowie tritiumfreiem Wasser), 2 \equiv 11-15 TU (dies ist im Untersuchungszeitraum in der Elbaue der typische Wertebereich für oberflächennahe Grundwässer unterschiedlichen Mischungsgrades) und 3 \equiv > 15 TU (mit hoher Wahrscheinlichkeit sind auch Wässer mittleren Alters aus Zeiten vor etwa 1980 in der Probe enthalten) unterschieden. Die Klasseneinteilung bei Nitrat und Sulfat ist so gewählt, daß die Klasse 3 Konzentrationen oberhalb der Grenzwerte nach der Trinkwasserverordnung kennzeichnet. Klasse 2 beinhaltet bei Sulfat Werte im Bereich um den EU-Trinkwassergrenzwert (250 mg/l).

Man erkennt aus Abbildung 3, daß das Wasser im tieferen Quartär (Niveau um 40 m über NN) mit Ausnahme von 508/92 hinsichtlich Nitrat und Sulfat unbelastet ist. Dieses Wasser ist alt oder ein Mischwasser nach Tritiumklasse 1 mit signifikanten Anteilen aus dem Bildungsbereich > 40 Jahre. Untersuchungen mit stabilen Isotopen haben ergeben, daß die Proben zumindest aus dem untersten Beprobungsniveau der Meßstellen im Nordosten zudem anteilig Oberflächenwasser enthalten, von dem anzunehmen ist, daß es aus den Fischteichen stammt. Das Alter dieser Komponente ist unklar. Im Bereich von Meßstelle 508/92 (kein Nitrat aber 200-300 mg/l Sulfat) dominiert jüngerer Wasser auch an der Quartärbasis, was man anhand des im Rezentbereich befindlichen Tritiumgehaltes erkennen kann.

Auch im mittleren Niveau (m) wird häufig kein oder nur sehr wenig Nitrat gefunden. Bei einigen Punkten wie 507/93m und 518/94m erklärt sich dies durch eine höhere Verweilzeit. Andererseits besitzen auch nicht alle jüngeren Wässer Nitrat. Ebenso ist aus den Daten keine Korrelation zwischen dem Sulfat- und dem Nitratgehalt festzustellen, obwohl natürlich im Durchschnitt im obersten Beprobungsniveau die höchsten Konzentrationen gefunden werden.

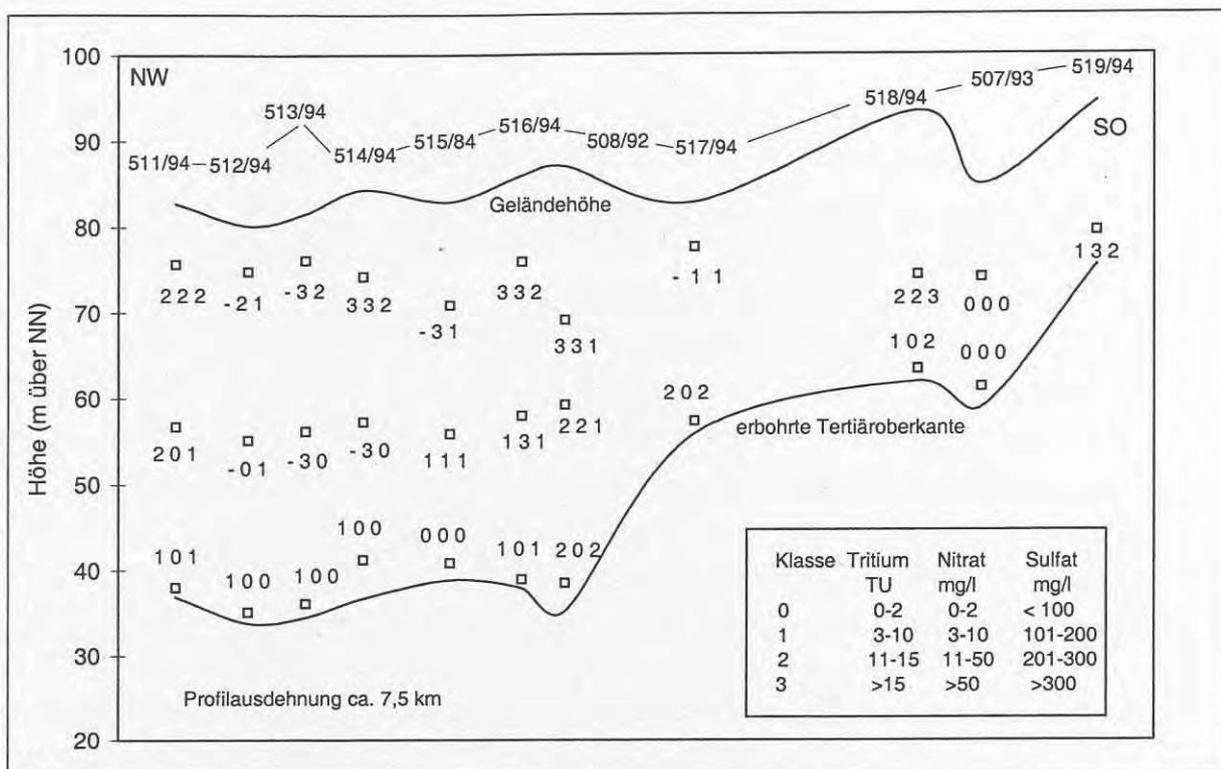


Abb. 3: Anhand von Konzentrationsklassen dargestelltes schematisches Verteilungsbild von Tritium/Nitrat/Sulfat-Gehalten in einem Vertikalschnitt durch die äußeren FWV-Grundwassergütemeßstellen von Torgau-Ost (vgl. Abb. 1). Die gezackte Verbindungslinie zwischen den Meßstellenbezeichnungen soll andeuten, daß die Meßstellen gemäß Abbildung 1 nicht auf einer Geraden liegen.

Betrachtet man die hier nicht dargestellten Verhältnisse im Bereich der inneren Meßstellen, so sind zwei Effekte hervorzuheben.

- Erwartungsgemäß gelangen verstärkt (jedoch nicht überall) Jungwässer durch die Wirkung der tiefen Brunnenfilter in den unteren Aquiferbereich. Dies begünstigt die Verfrachtung der Inhaltsstoffe in größere Teufenbereiche. Diese Verfrachtung ist jedoch nur bei Sulfat signifikant, während Nitrat häufiger nur in der oberen Teufe gefunden wird. Offensichtlich erfolgt beim Abstieg des Wassers in die sauerstofffreie Zone eine Nitratreduktion und ist die Reaktionszeit hierfür ausreichend.
- Die im äußeren Meßstellenriegel gefundenen Werte setzen sich auch bei Sulfat (auch bedingt durch die Meßstellendichte) in Richtung auf die Fassungen schlecht fort, d. h. es ist schwierig, die Fließbahnen anhand der Meßdaten im Detail zu erkennen. Die vertikale Konzentrationsabfolge ist erheblich komplizierter als im entfernteren Vorfeld. Das Verständnis der räumlichen Beschaffenheitsverteilung ist nur möglich, wenn man auch die Grundwasserneubildung im Nahbereich und die z. T. variablen hydraulischen Randbedingungen einbezieht.

4.2 Mockritz

Abbildung 4 zeigt ein zu Abbildung 3 adäquates Verteilungsbild in einem Vertikalschnitt entlang der äußeren FWV-Gütemeßstellen für Mockritz. Die grauen Felder symbolisieren das Auftreten schluffiger Schichten in der quartären Abfolge. Die klassifizierten Daten beruhen auf Stichtagsuntersuchungen 1995/96 und erfassen nicht die besonders im Jungwasser (Tritiumklasse 2) auftretenden zeitlichen Schwankungen.

Ebenso wie in Torgau-Ost gibt es im unteren Aquiferbereich (u) sowohl geschützte Lagen mit altem und daher bezüglich Sulfat und Nitrat weitgehend unbelastetem Wasser als auch Zonen, in denen junge und damit potentiell höher mineralisierte Wässer bis an die Aquiferbasis gelangen. Tritiumalte Wässer wurden im Tiefsten auch noch in einigen brunnennäheren Meßstellen (513/96u bis 517/96u) nachgewiesen. Nicht in jedem dieser Fälle entsprach jedoch der gemessene Sulfatgehalt den Erwartungswerten (Klassen 0 bis 1) für diesen Wassertyp. Eine höhere Sulfatkonzentration wurde weiterhin auch in 508/95 und 507/95 festgestellt. Die zugehörigen Tritiumgehalte (Klasse 3) zeigen mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Beteiligung von Komponenten aus dem Niederschlagszeitraum 1960-1980 an. Diese Befunde legen den Schluß nahe, daß es sich bei dem im Grundwasser enthaltenen Sulfat nicht nur um jüngere Einträge handelt und z. T. bedeutende Transferzeiten zu berücksichtigen sind. Beachtenswert ist die im Durchschnitt im Beobachtungszeitraum vorhandene sehr geringe Nitratbelastung der Grundwässer von Mockritz.

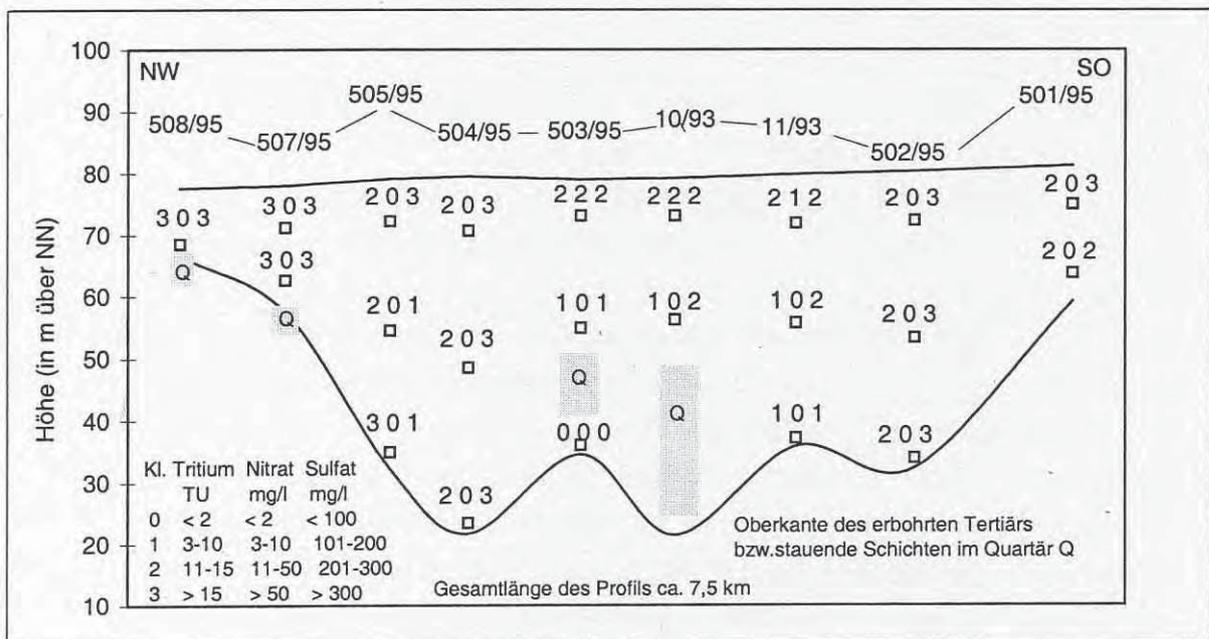


Abb. 4: Anhand von Konzentrationsklassen dargestelltes schematisches Verteilungsbild von Tritium/Nitrat/Sulfat-Gehalten in einer vertikalen Schnittfläche entlang der genannten Meßstellen im Flankenbereich der Elbtalwanne bei Torgau-Mockritz (vgl. Abb. 2).

Wie in Torgau-Ost wurde auch im Mockritzer Gütemeßnetz für die meisten Meßpunkte die Sauerstoffisotopenzusammensetzung ($\delta^{18}\text{O}$) des Wassers als Indikator für die Herkunft und den Bildungsmechanismus des Grundwassers bestimmt (Nestler et al. 1998). Bei einigen an

der Weinske/Schwarzer Graben und östlich davon abgeteufte Meßstellen (u. a. 505/95, 504/95, 503/95, 10/93) treten im oberen Aquiferbereich deutlich erhöhte $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf, die auf einen Oberflächenwassereinfluß zurückgeführt werden. Als Quelle kommt nur der nahe Vorfluter in Frage. Dies korrespondiert mit Sondierungsergebnissen zum Kolmationszustand des Flußbettes (Gehmlich 1997). An 518/96 und 509/96 wird ein Oberflächenwassereinfluß auch im mittleren Beprobungsniveau festgestellt, jedoch ist dies eher auf Kommunikation mit nahegelegenen Stillgewässern zurückzuführen. In beiden Fällen ist der gesamte Teufenbereich mit Jungwasser erfüllt.

5 Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen trotz scheinbar einfacher Struktur des Quartärs in der fassungsnahen Elbtalwanne für den Grundwasserzustrom aus Westen starke räumliche (z. T. auch zeitliche) Variationen in den Beschaffenheitswerten einschließlich einer mitunter inversiven Teufenabfolge. Die nähere Interpretation verlangt gleichermaßen die Berücksichtigung aktueller und historischer Stoffquellen im Kontext mit den hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnissen und der Betriebsweise der Wassergewinnung. Gegenwärtig nur von untergeordneter bzw. lokaler Relevanz ist Nitrat. Ein außerhalb dieses Verbundprojektes liegendes Aufgabefeld ist die Ursachenklärung für die derzeit angetroffene Stoffverteilung (insbesondere Sulfat) und die weitere (szenarienabhängige) Perspektive der Beschaffenheitsentwicklung.

Danksagung

Der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH danke ich für die jahrelange freundliche Unterstützung sowie einen Großteil der hier verwendeten hydrochemischen Datengrundlage zu den Vorfeldmeßstellen.

Literatur

- Böttcher, J., Strebel, O., Kölle, W. (1992): Redox conditions and microbial sulfur reactions in the Fuhrberger Feld sandy aquifer. In: Mattheß, G., Frimmel, F., Hirsch, P., Schulz, H.D., Usdowski, H.E. (eds.): Progress in Hydrochemistry. Springer Verlag. Berlin. Heidelberg
- Gehmlich, R. - HGN Hydrogeologie GmbH, NL Torgau (1997): persönliche Mitteilung
- Grischek, T., Dehnert, J., Nestler, W., Neitzel, P., Trettin, R. (1995): Groundwater Flow and Quality in an Alluvial Aquifer Recharged from River Bank Infiltration, Torgau-Basin, Germany. In: Brown, A.G. (ed.): Geomorphology and Groundwater. John Wiley & Sons Ltd. Chichester et al., pp. 21-35
- Müller, A. (1988): Das Quartär im mittleren Elbegebiet zwischen Riesa und Dessau. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle
- Nestler, W., Walther, W., Jacobs, F., Trettin, R., Freyer, K. (1998): Wassergewinnung in Talgrundwasserleitern im Einzugsgebiet der Elbe. UFZ-Bericht 7/1998
- TGU (1997): MOST-Projekt „Rüstungsaltnlast WASAG Elsnig“. Aktualisierung der Geohydraulischen und Schadstoffmodellierung für den Rüstungsstandort Torgau - Abschlußbericht. Technologieberatung Grundwasser und Umwelt GmbH, Niederlassung Erfurt, Brühler Herrenberg 2a, 99092 Erfurt
- Tonndorf, H. (1989): Resultate der Sucharbeiten von 1987-1988 in den Gebieten Zeitz-Wetterscheidt, Delitzsch, Schildau-Mühlberg und Berzdorf zum Nachweis laugbarer Uranvorräte im Känozoikum, mit Schlußfolgerungen zur Lagerstättenhoffigkeit des Tertiärs der südlichen DDR. Unveröffentlichter Bericht (Nr. 54838). Wismut AG. Chemnitz

Trettin, R., Grischek, T., Strauch, G., Mallen, G., Nestler, W. (1999): Zur Eignung und Anwendung von ^{18}O und Chlorid als natürliche Tracer für Uferfiltrate an der mittleren Elbe. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft (im Druck)

Naturressourcenschutz und wirtschaftliche Entwicklung

**Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung
im Elbeeinzugsgebiet**

Helga Horsch und Irene Ring (Hrsg.)

GIS und Kartographie: Annegret Kindler

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH