

alten Grundwässern inmitten der Dahleener Heide gefunden (33,8 pMC in MP 3/75, 7 km südlich von Mehderitzsch).

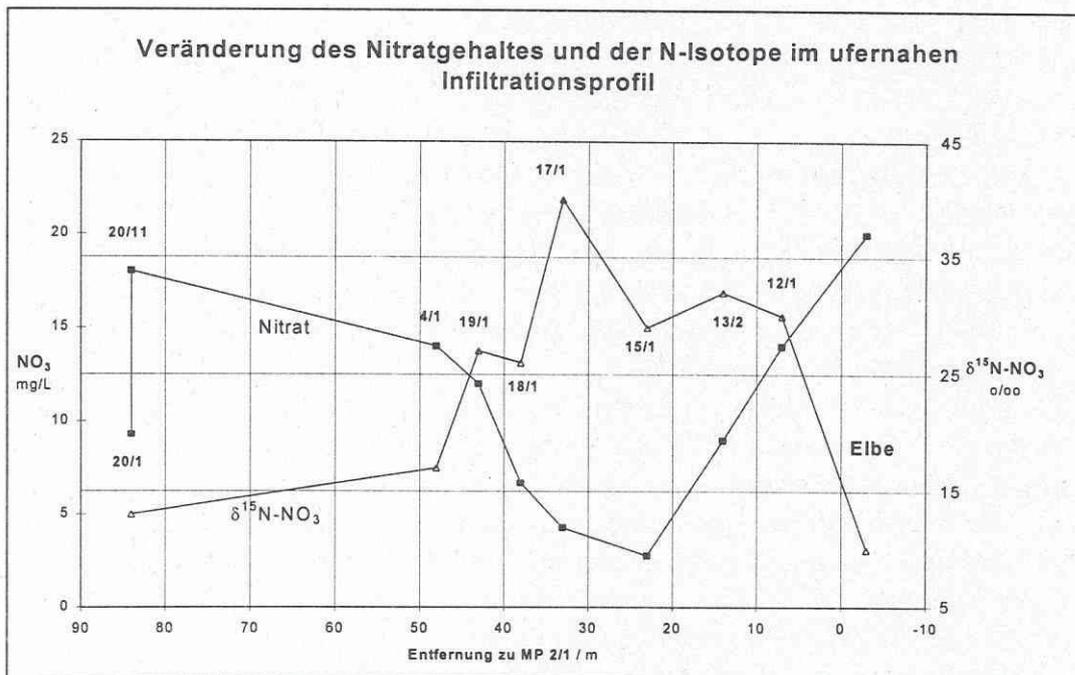
#### 6.4.4 Stoffumsetzungen im ufernahen Bereich und im landseitigen Zustrom

G. Mallén, G. Strauch (UFZ), T. Grischek (HTW)

##### Ufernahes Infiltrationsmeßprofil

Am 24.07.1996 wurde während einer Probenahme zwischen den Meßstellen 2 und 20 (vgl. Abb. 3.1.3-5) entlang des Infiltrationsmeßprofils von Torgau-Ost I die isotopische Zusammensetzung der reaktiven Komponenten Nitrat, Sulfat und DIC untersucht. Die Probenahme erfolgte in einer Phase eines zurückgehenden Hochwassers, wodurch es zu stagnierenden Fließverhältnissen bzw. Exfiltration kam und der Einfluß des vertikalen Wassertransportes zunahm.

Neben den Auswirkung der Prozesse in der Kolmationszone auf die Isotopenverhältnisse des  $\text{SO}_4$ , des DIC und vor allem des  $\text{NO}_3$ , lassen die Analyseergebnisse den Einfluß des Sickerwassers bzw. der Auswaschung der ungesättigten Zone bei dem zuvor herrschenden Hochwasser auf die Uferfiltratbeschaffenheit erkennen.



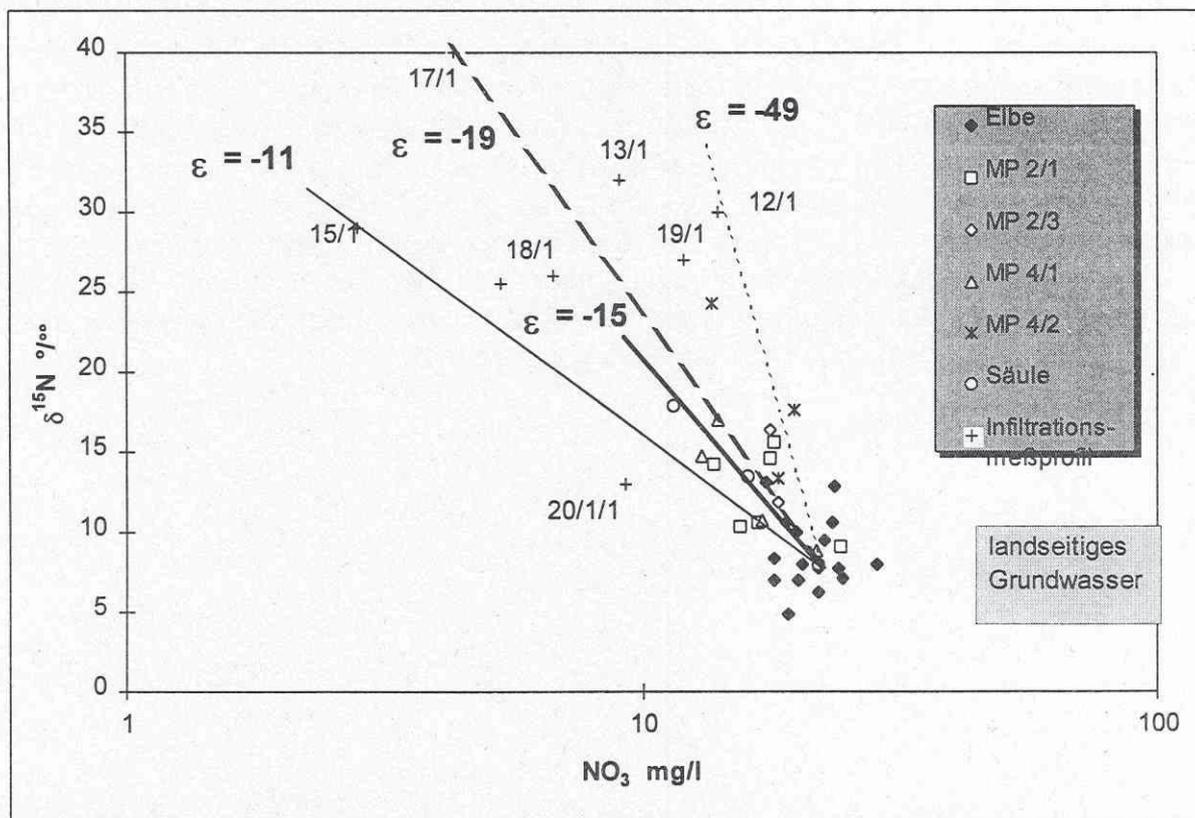
**Abb. 6.4.4-1:** Veränderung der Nitratkonzentration und des  $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$  im oberen ufernahen Infiltrationsmeßprofil von Torgau-Ost I am 24.07.1996.

Die Durchströmung der mikrobiell hochaktiven Kolmationszone hat eine durch Denitrifikation hervorgerufene Anreicherung des  $^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$  um über 20 ‰ zur Folge (Abb. 6.4.4-1: MP 12/1 und 13/1 im Vergleich zur Elbe). Da sich die Denitrifikation auf dem weiteren Fließweg fortsetzt, wird in I-17/1 sogar eine Anreicherung um 30 ‰ erreicht. Die Denitrifikation läuft als Rayleigh-typischer Prozeß ab, so daß sich daraus eine Isotopenfraktionierung  $\epsilon_{\text{N}_2\text{-NO}_3}$  für den Durchgang durch die Kolmationszone und den flußbett nahen Bereich ermitteln läßt. Für die Meßstellen 13/2 bis 17/1 ergibt sich ein Fraktionierungsfaktor  $\epsilon$  zwischen -27 ‰ und -11 ‰, in der Meßstelle 12/1 bis -49 ‰, wobei die Nitratkonzentration der Elbe mit 22 mg/l und

$\delta^{15}\text{N} = +8 \text{ ‰}$  als mittlere Ausgangswerte gelten (vgl. Säulenversuch). Ein mittlerer Fraktionierungsfaktor von  $-26 \text{ ‰}$  entspricht einer niedrigen Denitrifikationsrate. Im landseitigen Grundwasser des Talgrundwasserleiters wurde ein  $\epsilon$  mit bis  $-4 \text{ ‰}$  (METSCHIES, 1996) nachgewiesen, was einer hohen Denitrifikationsrate entspricht. Ergebnisse von Messungen im Juni 1995 ergaben an den Meßpunkten 4/1 und 4/2 eine deutlich geringere Denitrifikation.

Bei einem Säulenversuch gemäß Abb. 3.3.4-1 mit einer Gesamtaufenthaltszeit des Elbewassers von 10 Tagen und Anfangswerten von  $22 \text{ mg/l NO}_3$  und  $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3} = +8 \text{ ‰}$  konnte eindeutig eine Nitratzunahme infolge Denitrifikation auf  $11,5 \text{ mg/l}$  nachgewiesen werden. Der  $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ -Wert stieg auf  $+17,8 \text{ ‰}$  an. Bereits nach dem Auslauf der die Kolmationszone simulierenden Keramiksäule betrug der Sauerstoffgehalt  $<0,5 \text{ mg/l}$ . Die Chlorid- und Sulfatkonzentrationen änderten sich nicht.

Die Darstellung von  $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$  gegen den Nitratgehalt (ln-Skala) in Abb. 6.4.4-2 zeigt, daß die beobachtete Denitrifikation einem Fraktionierungsfaktor  $\epsilon$  von  $-14,6 \text{ ‰}$  entspricht. Dagegen zeigen die Ergebnisse der Uferfiltratanalysen eine starke Schwankungsbreite, die unter anderem auf die Schwankungen der Werte im Elbewasser zurückzuführen ist. Generell besteht jedoch Übereinstimmung mit dem im Säulenversuch nachgewiesenen Trend der  $^{15}\text{N}$ -Anreicherung im Nitrat sowie mit Literaturdaten. SMITH et al. (1991) ermittelten für den Cape Cod Aquifer (Sande, Kiese) einen Anreicherungsfaktor von  $-13,9 \text{ ‰}$ . Für das Fuhrberger Feld geben BÖTTCHER u.a. (1990)  $\epsilon$  mit  $-15,9 \text{ ‰}$  an. Im Grundwasser und in der Bodenzone kann  $\epsilon$  zwischen  $-4$  und  $-30 \text{ ‰}$  variieren (MARIOTTI et al., 1988).

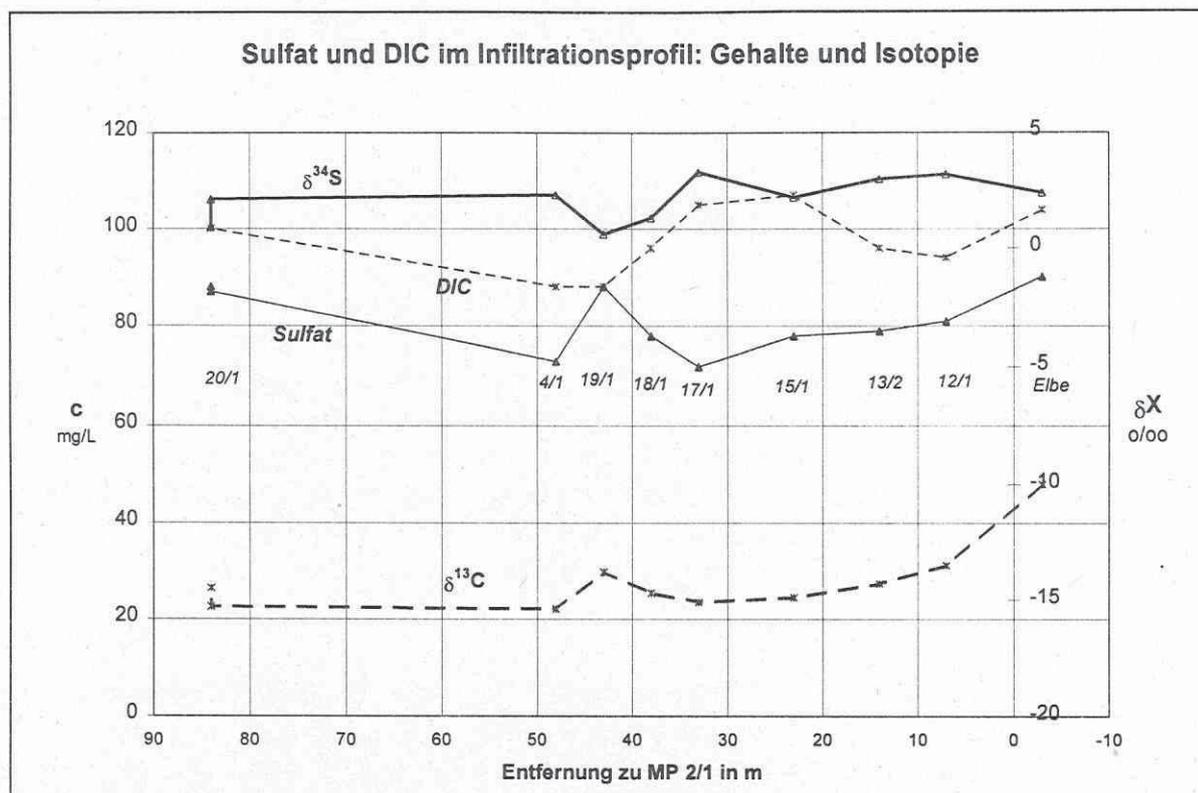


**Abb. 6.4.4-2:** N-Isotopenfraktionierung im Nitrat bei Denitrifikation; Daten von 1995: Elbe, 2/1, 2/3, 18/1, 4/1, 4/2; Daten von 1996: Elbe, Infiltrationsmeßprofil, 4/1; die Linien bezeichnen die unterschiedlichen Fraktionierungsfaktoren  $\epsilon$  (in ‰)

Die Umsetzung des organischen Kohlenstoffs in der Kolmationszone zeigt sich sowohl in der DOC-Abnahme zwischen Elbe und den Kolmationsmeßstellen (vgl. 6.2.1) als auch im  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Rückgang um 3-6 ‰. Die  $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Verteilung im oberen Infiltrationsmeßprofil (Abb. 6.4.4-3) und die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Mittelwerte im gesamten Uferfiltrat lassen erkennen, daß die  $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Anreicherung und damit die Oxidation des  $\text{C}_{\text{org}}$  in den wenigen Dezimetern der Kolmationszone stärker ist, als auf der gesamten weiteren Fließstrecke des Uferfiltrats zu den Fassungen VI und VIII (siehe Kap. 4.2.2).

Der extrem langsam ablaufende Prozeß der Desulfurikation ist weder im Uferfiltrat noch im landseitigen GW des Profils Torgau-Ost I bis hinab zur Aquiferbasis nachweisbar. Daher ist das inverse Verhalten von Sulfat und  $\delta^{34}\text{S}$  zwischen den Meßpunkten I-17/1 und -20/1 (Abb. 6.4.4-4) nicht wie beim Nitrat auf unterschiedlich weit fortgeschrittene Fraktionierungen durch Reduktion zurückzuführen, sondern wird durch Mischungsprozesse infolge der Wasserstandsschwankungen sowie Auswaschung der zeitweise ungesättigten Zone (Eintrag isotopisch leichten Sulfates) verursacht. Wie beim Nitrat macht sich der Sickerwassereinfluß ab MP I-18/1 bemerkbar. Davor behält das Sulfat die unverändert aus der Elbe übernommenen Konzentrationen und Isotopenverhältnisse bei. Die zwischen Elbe und MP I-17/1 kontinuierlich abnehmende  $\text{SO}_4$ -Konzentration ist auf einen in Richtung des Brunnens zunehmenden Anteil sulfatärmeren Elbewassers zurückzuführen, da dem Beprobungstichtag (24.07.96) ein einwöchiges Hochwasserereignis Mitte Juli mit bis zu 2 m höherem Wasserstand und damit einhergehendem Verdünnungseffekt vorausging.

Die mit dem Hochwasserereignis zusammenhängenden lateralen Inhomogenitäten des Uferfiltrats entlang des Infiltrationsmeßprofiles sind vermutlich verantwortlich für die Schwankungen der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Werte am Beprobungstag. Anders als bei Nitrat und Sulfat ist es daher nicht möglich, sickertwasserbeeinflusstes und "reines" Uferfiltrat anhand des DIC voneinander zu unterscheiden. Hingegen erlauben die Isotopenverhältnisse des DIC aus Zeitreihenanalysen im Uferfiltrat zwischen Elbe und Fassung VI eine deutliche Unterscheidung. In der Regel erweist sich  $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  sogar als der verlässlichste Parameter, um Zumischungen von Sickerwasser oder landseitigen Grundwässern in das Uferfiltrat zu erkennen.



**Abb. 6.4.4-3:** Veränderung der Sulfat- und DIC-Konzentration und der Isotopenvariationen in  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  und  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  im oberen ufernahen Infiltrationsmeßprofil von Torgau-Ost I am 24.07.1996.

### Veränderung von DIC und Sulfat durch Sickerwasserzumischung aus der ungesättigten Zone ins Uferfiltrat

Der hohe  $\text{CO}_2$ -Partialdruck in der ungesättigten Zone bzw. das im Sickerwasser mitgeführte  $\text{CO}_2$  aus der Bodenzone ( $\delta^{13}\text{C} = -23$  ‰ PDB) führen zur  $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Abreicherung und zu steigenden DIC-Gehalten im oberflächennah anströmenden Uferfiltrat (MP I-5/1 und I-6/1 bis -6/3). In diesem DIC werden bei  $10^\circ\text{C}$   $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Werte von etwa  $-24$  ‰ für das gelöste  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$  und etwa  $-12$  ‰ für das Hydrogencarbonat erwartet. Der Anteil des DIC aus  $\text{CO}_2$  steigt infolge des zunehmenden  $\text{CO}_2$ -Druckes und senkt den pH-Wert auf dem Fließweg des Uferfiltrats in Teufe 1.

Die Zunahme an isotopisch leichtem DIC kann nicht auf eine Oxidation von gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) oder partikulärem Kohlenstoff zwischen den Filterstrecken zurückgeführt werden. Dieser mikrobiell gesteuerte Prozeß innerhalb der gesättigten Zone beschränkt sich überwiegend auf die Kolmationszone und leistet vom Mengenumsatz her nur einen kleinen Beitrag zum DIC-Pool. Darüberhinaus erscheint die erforderliche Verweilzeit für einen mikrobiell gesteuerten Stoffumsatz mit merklicher Konzentrationserhöhung an DIC nicht ausreichend angesichts der raschen Uferfiltratströmung im oberen Aquifer.

Selbst im deutlich langsamer, vertikal fließenden Uferfiltrat zu den tieferen elbnahen Meßpunkten bleiben die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Werte nahezu konstant, obwohl bis in die zweite und teilweise dritte Filtertiefe Nitrat nachweisbar ist. Jenseits der Kolmationszone entsteht nur wenig DIC aus der DOC-Oxidation und die Denitrifikation erfolgt eher durch Sulfidoxidation als durch den Abbau organischen Kohlenstoffs.

Durch Sickerwassereintrag steigt auch die Sulfatkonzentration in den Beobachtungsbrunnen I-5/1 und -6/1. Die damit verbundene  $\delta^{34}\text{S}$ -Abnahme zeigt,

daß ein im Vergleich zum Elbe-Sulfat isotopisch etwas leichteres Sulfat für den Konzentrationsanstieg verantwortlich ist. Dessen  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert läßt sich nach Mischungsrechnungen, mit Elbe-Sulfat als Ausgangskomponente, zwischen -6 ‰ und +2 ‰ eingrenzen.

Da Nitrat und Sauerstoff auch bei Fassungsruhe durch Sickerwasser und infiltrierende Verhältnisse bei Hochwässern in das oberflächennahe GW gelangen, muß die Sulfidkonzentration im ersten Filterniveau schon vor Beginn der Trinkwasserförderung vermindert oder nahe Null gewesen sein. Daher spielt die Sulfidoxidation in Teufe 1 noch keine Rolle. Sie setzt erst ab Filtertiefe 2 deutlich ein. Die niedrigen  $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Gehalte im oberen Uferfiltrat setzen sich in I-6/2 und I-6/3 fort, da mit Annäherung an den Brunnen der vertikale Strömungsvektor zunimmt und infolgedessen das mit dem Sickerwasser vermischte Uferfiltrat bis unter das dritte Filtertiefenniveau und in den Förderbrunnen gelangt. Dagegen wird das ebenfalls aus dem Sickerwasser eingetragene oberflächennahe Sulfat dort bereits durch sekundäres Sulfat aus der Sulfidoxidation überdeckt.

### Sulfidoxidation im Uferfiltrat

Der Anstieg der  $\text{SO}_4$ -Konzentration entlang der Fließstrecke des Uferfiltrats zwischen Elbe ( $86 \pm 20 \text{ mg/l}$ ) und Fassungsanlagen ( $>100 \text{ mg/l}$ ) wird aufgrund der  $^{34}\text{S}$ -Signatur auf die Oxidation reduzierten anorganischen Schwefels (RIS), der als  $\text{FeS}_2$  (Pyrit und Markasit) und Monosulfid von Eisen und Mangan vorliegt, zurückgeführt. Bei den Sulfiden im nun vom Uferfiltrat durchflossenen Aquiferbereich handelt es sich um feindispers verteilte sekundäre Bildungen, die vor Inbetriebnahme der Fassungsanlagen (1985-87) in sulfatreduzierendem Milieu in situ gebildet wurden. Dabei nutzen die auf Desulfurikation spezialisierten Mikroorganismen (z.B. *Desulfovibrio desulfuricans* und *Desulfotomaculum spp.*) den vorhandenen organischen Kohlenstoff kleiner Holz-, Torf- und Braunkohlebruchstücke sowie weiterer sedimentär im Aquifer eingebetteter Organika zur Sulfatreduktion.

Im Gegensatz zu DIC und  $\text{NO}_3$  behält das aus der Elbe kommende Sulfat während der Passage durch die Kolmationszone seine isotopische Zusammensetzung bei. Auch im oberen Grundwasserleiterbereich (Teufe 1, MP I-5/1 und -6/1) findet noch keine Sulfidoxidation statt. Dort treten Einträge aus der ungesättigten Zone mit ähnlicher Signatur wie das Elbe- $\text{SO}_4$  in den Vordergrund (Abb. 6.4.4-5). Eine Überlagerung beider Effekte ist nur in MP I-6/2 erkennbar.

Aus den Isotopenverhältnissen und Konzentrationen des Sulfates geht hervor, daß die Sulfidoxidation über dem zweiten Filtertiefenniveau einsetzt und der überwiegende Teil des isotopisch leichten sekundären Sulfates aus der Zone zwischen zweiter und dritter Filtertiefe, in der gleichzeitig das Restnitrat abgebaut wird, hinzutritt. Da der Sauerstoff in der zweiten Filtertiefe schon weitgehend abgebaut ist, kann die Sulfidoxidation im wesentlichen auf autotrophe Denitrifikation zurückgeführt werden.

Je länger die Verweilzeit des Uferfiltrats bis zum Erreichen eines Meßpunktes ist, desto höher ist darin die Konzentration des aufgenommenen sekundären Sulfates. Daher weist das Grundwasser in den an der langsam durchströmten Peripherie des uferfiltratbeeinflussten Bereiches liegenden MP I-3/3 und I-4/3 die deutlichste  $^{34}\text{S}$ -Anreicherung auf. Möglicherweise ist dort der Abbau des Sulfidreservoirs noch nicht so weit fortgeschritten wie im brunnennahen Aquiferraum.

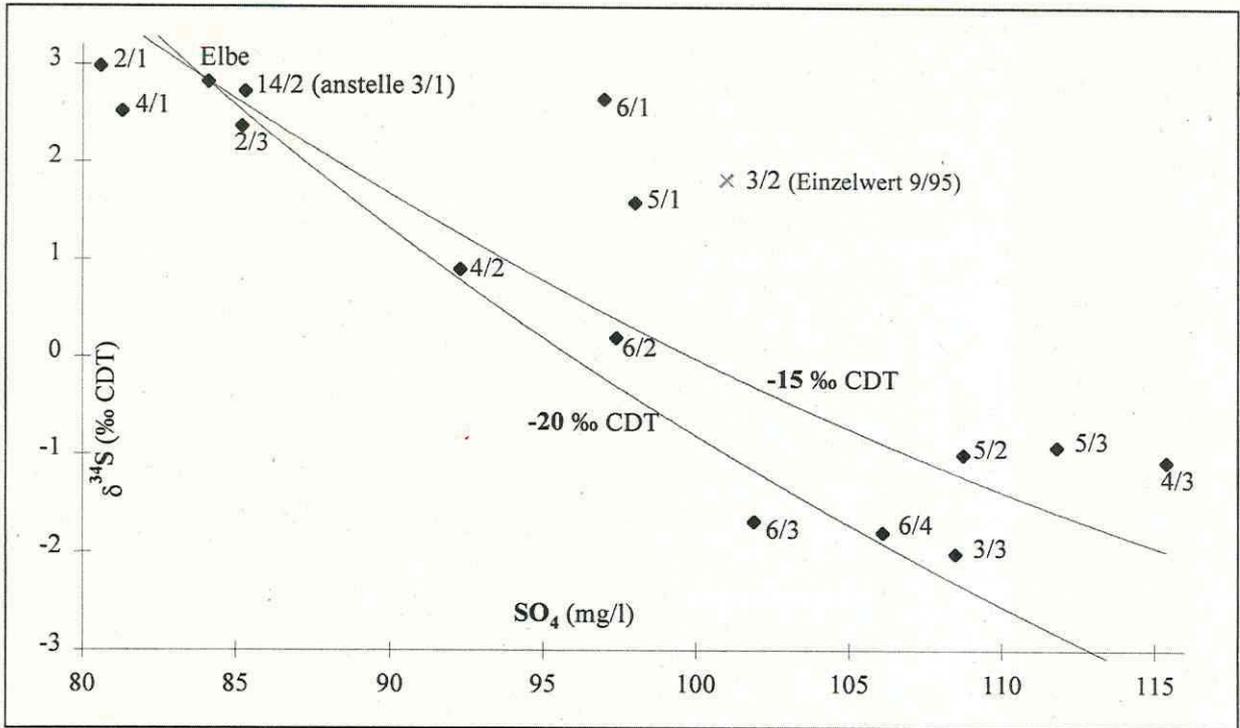
Legt man für das sekundäre Sulfat, das fraktionierungsfrei aus eisenhaltigen Sulfiden entstanden ist, einen  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert von -15 ‰ bis -20 ‰ zugrunde, so korrespondieren

der Konzentrationsanstieg im Sulfat und die gleichzeitig damit einhergehende  $\delta^{34}\text{S}$ -Abnahme im Uferfiltrat relativ gut miteinander (Abb. 6.4.4-4). Auch naßchemische Extraktionen des sedimentären Gesamtschwefels ergaben bei Proben aus mittlerer Aquifertiefe  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte in diesem Bereich.

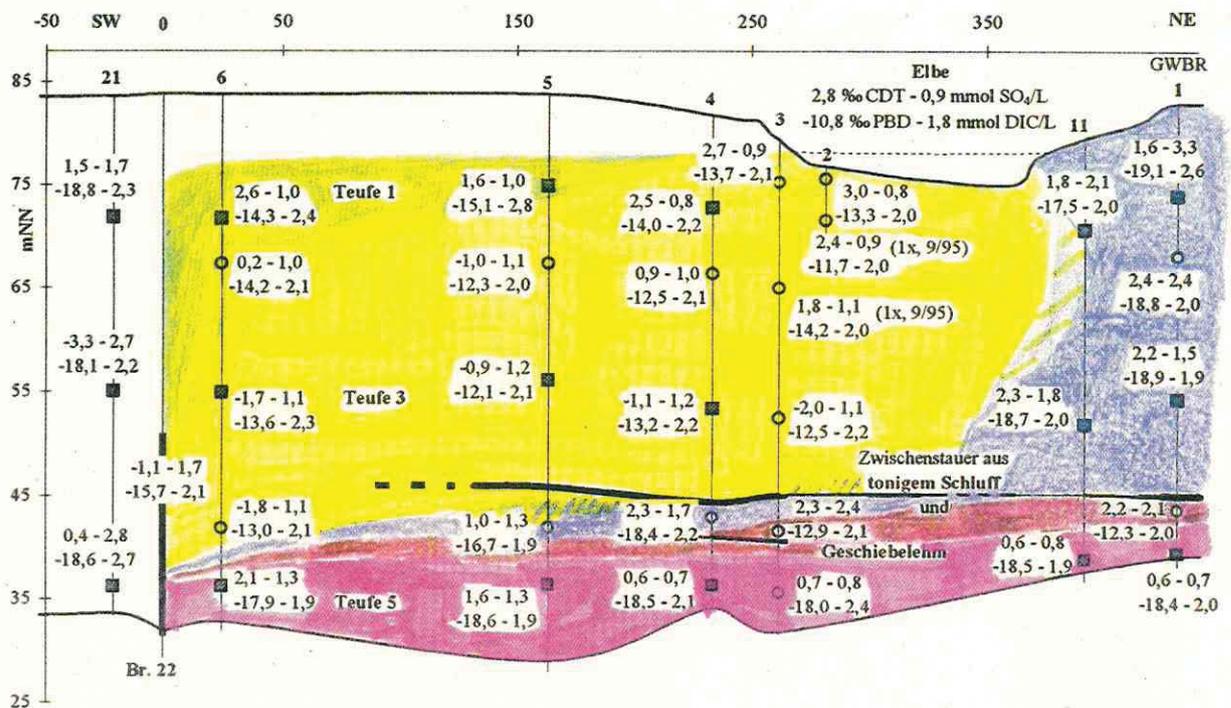
Nichtsulfidische,  $^{34}\text{S}$ -angereicherte Schwefelverbindungen sind im gesamten känozoischen Lockergestein weder bei Umsetzungsprozessen im Aquifer noch bei naßchemischen Extraktionen des sedimentären Gesamtschwefels zu berücksichtigen, weil:

- Gips, Anhydrit, Baryt oder sonstige Sulfatminerale im känozoischen Lockergestein vollkommen fehlen und
- eine mögliche Oxidation organischen Schwefels in den überwiegend schwer abbaubaren sedimentären und gelösten Organika vernachlässigbar ist, da im quartären Lockergestein TOC mit nur ca. 150 ppm und einem durchschnittlichen S:C-Verhältnisses  $< 1:100$  (NIELSEN u. a., 1991) vorkommt.

In den MP I-4/3 und I-5/3 liegen die  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte niedriger, als aus dem Sulfatanstieg durch Sulfidoxidation zu erwarten wäre (Abb. 6.4.4-4). Dort muß bis zu 30 % des Sulfatanstiegs andere Ursachen haben. Offensichtlich sind hier noch Anteile exfiltrierenden, sulfatreichen landseitigen Grundwassers vorhanden, die neben den zeitlichen Schwankungen im Uferfiltrat mitverantwortlich für die stark variierenden Isotopenverhältnisse in diesen Meßpunkten sind. Temporäre Zumischungen rechtselbischen Grundwassers in den uferfiltratbeeinflußten Aquiferraum dieser Punkte sind bei Umschlägen von infiltrierenden zu exfiltrierenden Stömungsverhältnissen nach Fassungsabschaltungen dokumentiert, wenn das unter dem Zwischenstauer zur Fassung fließende, basisnahe, rechtselbische GW aufgrund von Druckpotentialverschiebungen der Elbe zuströmt (Kap. 4.5). Möglicherweise können trotz Fassungsbetrieb auch rascher fallende Wasserstände der Elbe Auslöser exfiltrierender Verhältnisse sein oder kurzzeitige Zumischungen rechtselbischen Grundwassers über dem Zwischenstauer herbeiführen.



**Abb. 6.4.4-4:** Mittelwerte der Sulfatkonzentrationen und der  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte im Uferfiltrat im Vergleich zu einem erwarteten  $\delta^{34}\text{S}$ -Rückgang bei Zumischung von sekundärem Sulfat mit  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4} = -15$  ‰ bzw.  $-20$  ‰ CDT.



**Abb. 6.4.4-5:** Verteilung der  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ -Werte (‰ CDT) und Sulfatkonzentrationen (mmol/L) sowie der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Werte (‰ PDB) und DIC-Konzentrationen (mmol/L) in Torgau-Ost I (Mittelwerte bei Fassungsbetrieb).

## Sulfidoxidation im landseitigen Zustrom der Fassung VI

Stärker als das Uferfiltrat wird das brunnennahe landseitige Grundwasser in MP I-21/3 durch Sulfidoxidation beeinflusst. Die hohe Konzentration isotopisch leichten Sulfats in I-21/3 weist auf durch Nitrat- und möglicherweise sogar O<sub>2</sub>-Eintrag ausgelöste Sulfidoxidation in einem vor Beginn der Trinkwasserförderung sulfatreduzierenden Milieu hin. Diese Verschiebung der Redoxzonen nach unten wird durch Absenkung des Grundwasser-Spiegels und mehr noch durch den zunehmenden vertikalen Fließvektor mit Annäherung an den Absenktrichter von Brunnen 22 hervorgerufen.

In MP II-6/3, der zum Br. 33 der Fassung VIII ähnlich positioniert ist wie I-21/3 zu Br. 22, wird <sup>34</sup>S nicht oder nur unwesentlich durch Sulfidoxidation abgereichert. Lediglich in MP II-6/1 kann der etwas niedrigere  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert ein Indiz dafür sein, daß ein kleiner Teil des erheblichen Sulfatkonzentrationsanstieges im dortigen Grundwasser auf Sulfidoxidation zurückzuführen ist. Ansonsten gibt es weder im Uferfiltrat noch im landseitig zuströmenden Grundwasser Hinweise auf Sulfidoxidation. Da die drei laufenden Brunnen der Fassung VIII im Profil Torgau-Ost II mit geringerer Förderleistung arbeiten (ca 150 m<sup>3</sup>/h je Brunnen), liegt es nahe, die höhere Förderleistung aller fünf Brunnen der Fassung VI seit März 1995 (durchschnittlich 230 m<sup>3</sup>/h) für die ausgeprägte Sulfidoxidation in Torgau-Ost I verantwortlich zu machen. Denkbar ist, daß seither vor allem das Nitrat rascher in größere Tiefen eingetragen wird und somit vor dem vollständigen Abbau bislang unerreichte sulfidreiche Aquiferzonen durchströmt. Daß dabei die Auswirkung im landseitigen Zustrom der Fassung stärker als im Uferfiltrat ist, mag damit zusammenhängen, daß zwischen Elbe und Fassung VI der Aufbrauch des Sulfidreservoirs weiter fortgeschritten sein kann, da bereits vor der Steigerung der Förderleistung dieser Aquiferraum vom Uferfiltrat durchflossen wurde. Überraschend sind dennoch die starken zeitlichen Variationen der Beschaffenheit im landseitigen Zustrom.

MP I-21/3 wird von oberflächennahem Grundwasser aus dem Bereich zwischen den MP I-7/1 und I-21/1 angeströmt, das in den Absenktrichter des nur 20 m entfernt liegenden Br. 22 fällt. Dies bestätigen auch Druckpotential- und Temperaturmessungen (Kap. 4.2 und 4.3.3). Da das Gebiet zwischen dem Deich (nahe Meßstelle I-7 bei Kunzwerda) und der Fassung VI relativ einheitlich und mit besonderen Auflagen für die Mineraldüngerapplikation bewirtschaftet wird, kann angenommen werden, daß sich die Konzentration und isotopische Zusammensetzung des Sulfats im oberflächennahen Grundwasser lateral nicht wesentlich ändert. Die Analysen aus den beiden einzigen oberflächennahen Meßpunkten I-7/1 und I-21/1 in diesem Gebiet bekräftigen diese Annahme. Die Beschaffenheitsunterschiede treten in erster Linie in der vertikalen Abfolge der 5 Filtertiefen (vgl. Meßstelle I-7; Teilbericht 8.4.1 und 2), d.h. in Grundwässern aus unterschiedlichen Neubildungsgebieten auf.

Daher können die Mittelwerte der Sulfatkonzentrationen und  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte in I-7/1 oder I-21/1 näherungsweise als Ausgangsparameter für Mischungsrechnungen nach Gl. 6.4.4-1 herangezogen werden, wobei vereinfachend von einer Zwei-Komponenten-Mischung ausgegangen wird. Da das Sulfat auf dem Fließweg zur I-21/3 durch Sulfidoxidation zugemischt wird ohne den Wasserkörper zu verdrängen, kann der Volumenanteil ( $p_1$ ) des oberflächennahen Grundwassers der angenommenen Beschaffenheit von MP I-7/1 oder -21/1 gleich Eins gesetzt werden. Würde das isotopisch leichte Sulfat aus einem anderen, sich zumischenden Wasser stammen, so wäre  $p_1 < 1$ .

$$\delta_2 = \delta_1 + c * \frac{\delta - \delta_1}{c - p_1 * c_1} \quad \text{für } p_1 = 1 \quad (6.4.4-1)$$

und mit

- $\delta_1$ :  $\delta^{34}\text{S}$ -Mittelwert in MP I-7/1 bzw. -21/1 (‰ CDT);
- $\delta$ :  $\delta^{34}\text{S}$ -Mittelwert in der Mischung des MP I-21/3;
- $\delta_2$ :  $\delta^{34}\text{S}$ -Wert des zusätzlich eingetragenen sekundären  $\text{SO}_4$  in MP I-21/3;
- $c_1$ : mittlere  $\text{SO}_4$ -Konzentration in MP I-7/1 bzw. -21/3 (mg/l oder mmol/l);
- $c$ : mittlere  $\text{SO}_4$ -Konzentration in der Mischung des MP I-21/3.

**Tab. 6.4.4-2:** Mittelwerte und Standardabweichungen ( $1\sigma$ ) aus 3 Beprobungen bei Fassungsbetrieb.

Meßpunkt	$\delta^{34}\text{S}$ (‰ CDT)	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)
I-7/1	$0,7 \pm 0,5$	$181 \pm 22$
I-21/1	$1,5 \pm 0,7$	$166 \pm 66$
I-21/3	$-3,3 \pm 1,1$	$256 \pm 92$

# **Wassergewinnung in Talgrundwasserleitern im Einzugsgebiet der Elbe**

Gemeinsamer Abschlußbericht  
zum Verbundforschungsvorhaben des Bundesministeriums  
für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie  
(02 WT 9454)

Leitung des Verbundvorhabens  
W. Nestler

## **Teilprojekt 1:**

### **Charakterisierung der Mischungsverhältnisse im Grundwasserleiter/Verhalten der Summenparameter AOS und DOC bei der Uferfiltration**

W. Nestler (Projektleiter), J. Dehnert, T. Grischek  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, LB Geotechnik & Wasserwesen  
Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden

## **Teilprojekt 2:**

### **Verhalten von Einzelstoffen (Sulfonsäuren und halogenierten Carbonsäuren) bei der Uferfiltration**

W. Walter (Projektleiter), P. Neitzel  
Technische Universität Dresden, Institut für Grundwasserwirtschaft  
Mommsenstraße 13, 01062 Dresden

## **Teilprojekt 3:**

### **Dreidimensionale Beobachtung von Strömungsprozessen im Grundwasserleiter mittels geoelektrischer Computertomographie**

F. Jacobs (Projektleiter), C. Reißmann  
Universität Leipzig, Institut für Geophysik und Geologie  
Augustusplatz 10 - 11, 04109 Leipzig

## **Teilprojekt 4:**

### **Entwicklung und Anwendung isopenanalytischer Methoden zur Beurteilung von Herkunft und Bewegung von Grundwasser und Inhaltsstoffen**

R. Trettin, K. Freyer (Projektleiter)  
H.C. Treutler, G. Mallén, G. Strauch  
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Sektion Hydrogeologie, Hallesche Straße 44, 06246 Bad Lauchstädt  
Sektion Analytik, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig