

Stellungnahme zur Einleitung salzhaltigen Wassers in das Flußsystem Werra-Fulda-Weser für die Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH) im Rahmen der öffentlichen mündlichen Anhörung des Hessischen Landtags, Ausschuß für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Jochen Wulfhorst

Kassel, gedruckt am 12. März 2007

Am 24. Februar ging die schriftliche Bitte des Hessischen Landtags in der Geschäftsstelle der BVNH ein, bis zum 12. März schriftlich zum Fragenkatalog zur Einleitung salzhaltigen Wassers in das Werra-Fulda-Weser-System Stellung zu nehmen. Diese Frist von 17 Tagen ist zu kurz für eine umfassende Stellungnahme. Dies gilt insbesondere für einen ehrenamtlich arbeitenden Verband wie die BVNH.

Zur Frage 3: Erhöhung des Grenzwerts für Gesamthärte und Verschlechterungsverbot der Wasserrahmenrichtlinie

Die Erhöhung von Immissions- oder Emissions-Grenzwerten widerspricht grundsätzlich dem Verschlechterungsverbot und dem Verbesserungsgebot der Wasserrahmenrichtlinie (RICHTLINIE 2000/60/EG). Im besonderen Fall der zulässigen Härtegrade in der Werra ist dies besonders schwerwiegend, weil der Grenzwert um 80 % angehoben wurde.

Zur Frage 5: Verpressung von Kalilaugen im Untergrund

Grundsätzlich ist die Verpressung von Kalilauge im Untergrund sehr bedenklich, da dabei der sichere Einschluß über geologische Zeiträume nicht gewährleistet ist. Seit mehreren Jahren gelangt verpresste Lauge wieder in das bodennahe Grundwasser und kleine Flüsse im Einzugsgebiet von Fulda und Werra (s. a. Frage 6). Daß geologische Prognosen eine hohe Unsicherheit haben, zeigt folgendes Beispiel: Ein Erdwärme-Projekt in Basel ist vor wenigen Wochen abgebrochen worden, weil entgegen der Vorhersage der Geologen durch die Bohrungen mehrere Erdbeben ausgelöst worden sind. Bei der Verpressung von Kalilauge wird gegen folgende Leitlinien der Risikoabschätzung bzgl. Fehlern oder Versagen des technischen Systems verstoßen; das technische System muß folgendermaßen beschaffen sein:

- ein aufgetretener Fehler kann behoben werden, das Instrumentarium dafür muß vorhanden sein;
- die Eintrittswahrscheinlichkeit für den Fehler ist geringer als bei alternativen Techniken;
- die Auswirkungen des Fehlers sind weniger schwerwiegend als bei alternativen Techniken;
- ein oder mehrere Sicherungssysteme sind vorhanden, ihre Funktionsfähigkeit ist immer gewährleistet, so daß der aufgetretene Fehler vom Gesamt-System abgefangen wird (Redundanz-Prinzip).

Zur Frage 6: Wer soll die Gewässergüte kontrollieren?

Eine externe Überwachung durch private Institute im Auftrag der staatlichen Umweltverwaltung ist fragwürdig, weil auch Gutachter in der Realität nicht völlig unabhängig sind, sondern Interessen-gesteuert handeln. Dafür spricht bereits, daß sich zu jedem Gutachten ein Gegen-Gutachten erstellt werden kann.

Auch eine staatliche Umweltverwaltung ist kein Garant für eine unabhängige Überwachung. Der damals zuständige Limnologe in der Hessischen Landesanstalt für Umwelt hat sich bei Vorträgen auf Tagungen der Deutschen Gesellschaft für Limnologie sowie in anderen Fachkreisen mehrfach darüber beklagt, daß er zwar amtsintern immer wieder auf die nicht akzeptable Salzverschmutzung von osthessischen Bächen infolge der Laugenverpressung hingewiesen habe, daß aber seine Vorgesetzten diese Befunde gegen seinen internen Protest mißachtet und verharmlost hätten.

Zur Frage 7a: Sind die Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte europarechtlich und biologisch akzeptabel?

siehe auch Frage 3.

Die Grenzwerte von $2500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ Chlorid und von 90 °dH Gesamthärte liegen weit außerhalb eines natürlichen Wasserchemismus und verhindern auch kleinste Verbesserungen in Richtung eines guten ökologischen Zustands der Werra und ihrer Auen-Ökosysteme.

Im übrigen gibt es in der Wasserrahmenrichtlinie nicht nur ein Verschlechterungsverbot, sondern auch ein Verbesserungsgebot.

Zur Frage 8: Einfluß der Kalilauge aus der Laugen-Pipeline NeuhoF – Philippstal auf das Ökosystem der Werra (und Weser)

siehe auch Frage 13.

Die Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH) lehnt die Einleitung von Kalilauge in die Werra ab.

Bei der Bewertung des strittigen Vorhabens selbst sowie der punktuellen und diffusen Einleitungen von Kalilauge an weiteren Stellen in den Einzugsgebieten von Fulda und Werra kann man folgende Maßstäbe anlegen:

1. **Der historische Referenz-Zustand:** Die Artenverarmung in der Weser setzte in den 50er Jahren ein (BÄTHER 1992). FESEL et al. (1996) datierten diesen Wendepunkt für die Werra auf 1929/30. Problem ist dabei, daß es nur sehr wenige Untersuchungen gibt, die den ursprünglichen Zustand ohne Salzverschmutzung dokumentierten (HÜBNER & BRAUKMANN 2006). Da bereits seit der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts einige Fluß-Arten in Mitteleuropa verschollen sind, sollte der historische Referenz-Zustand bzgl. des natürlichen Arteninventars auf das Jahr 1900 festgesetzt werden.
2. **Die biogeographischen Referenz-Gewässer:** Für den Vergleich bzgl. der aquati-

schen Lebensgemeinschaften der Werra ist besonders die Fulda geeignet, für die Weser können Rhein, Elbe, Main, Donau oder Elbe herangezogen werden. Der Vergleich mit diesen Flüssen zeigt aber nur den potentiellen Zustand von Werra und Weser ohne Salzverschmutzung, aber mit den unten aufgeführten weiteren menschlichen Belastungen. Dieser Referenz-Zustand entspricht nicht dem sehr guten oder guten ökologischen Zustand der Wasserrahmenrichtlinie.

In der Werra sind alle Süßwasser-Makrophyten außer einer Art ausgestorben, es sind 2 Salzwasser-Arten eingewandert (BAIER 1983, zitiert in WOLFF & HERMANN 1986). Die Röhricht-Zone am Ufer der Werra hat aufgrund der Salzbelastung Lücken bekommen (WOLFF & HERMANN 1986). In der Weser fehlen submerse Makrophyten „fast völlig“ (BÄTKE 1992), es kommen nur noch die Großalgen *Cladophora plumosus* und *Enteromorpha intestinalis* vor. Dagegen notierte WORBES (1985) 22 Arten im Epipotamon der Fulda.

Werra bzw. Weser haben in allen Gruppen der wirbellosen Tiere deutlich weniger Arten als vergleichbare mitteleuropäische Flüsse (Makroinvertebraten: z. B. BÄTKE 1992 für die Weser versus BARLAS 1988 für der Fulda).

3. **Der ökologische Referenz-Zustand:** Dies ist der potentiell natürliche Zustand ohne störende Einflüsse des Menschen. In der Terminologie der Wasserrahmenrichtlinie ist dies der sehr gute ökologische Zustand.

Wichtiger als die Artenzahlen sind weitere Parameter, z. B. die prozentuale Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, der Altersaufbau der Populationen, Fortpflanzungsmöglichkeiten im und am Gewässer, Verfügbarkeit von Nahrung, Verhältnis von Biomasse zu Körperlänge (Korpulenz-Index).

Abgelehnt wird der Versuch, über die Definition eines Werra-eigenen Referenz-Zustands die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie aufzuweichen, wie es z. B. HÜBNER & BRAUKMANN (2006) mit dem Zustand maximaler Naturnähe unter Salzbelastung anstrebten.

Werra und Weser sind in grotesker Weise einmalige Flüsse in Mitteleuropa. Die diffuse und punktuelle Einleitung von Kalilauge hat diese beiden Süßwasser-Flüsse auf etwa 400 Fließ-km zu einem Brackwasser-Ökosystem gemacht, dessen Versalzung auch auf die Fluß-Aue und das Grundwasser ausstrahlt. Einer ähnlich drastischen Veränderung des Ökosystem waren die mitteleuropäischen Flüsse in den 50er bis 80er des vorigen Jahrhunderts unterworfen, als sie zu Abfallgruben für kommunale und industrielle Abwässer degradiert waren. Seit dem verstärkten Bau von Kläranlagen in den 60er bis 80er Jahren des letzten Jahrhunderts sind aber Flüsse in Mitteleuropa nur noch mäßigem bis kritischem anthropogenen Streß unterworfen, vor allem durch nicht völlig abgebaute bzw. gereinigte kommunale und industrielle Abwässer, diffuse Einträge von Nährstoffen und Pestiziden, Aufstau und andere wasserbauliche Maßnahmen.

Die Kläranlagen wurden gebaut, obwohl dadurch angeblich die Existenz von vielen tausend Industriebetrieben mit mehreren Millionen Arbeitsplätzen entlang von Rhein, Main, Donau, Elbe und Weser bedroht waren. Im Fall der Salzverschmutzung von Werra und Weser geht es jedoch nur um eine einzige große Firma und um wenige 1000 Arbeitsplätzen. Es ist erstaunlich, daß es eine einzelne Firma bisher geschafft hat, über einen so langen Zeitraum einen mitteleuropäischen Fluß über 400 Fließ-km ökologisch degradieren zu dürfen.

Gewässerökologisch problematisch ist die Salzverschmutzung nicht nur wegen der absoluten Höhe der Salz-Gehalte – die Werra und Weser sind vom Menschen von einem Süßwasser- in ein Brackwasser-Ökosystem verwandelt worden –, sondern auch wegen der stark wechselnden Salinität (BÄTKE 1992; GALLE 1997) und wegen der Versalzung von Fluß-Aue und Grundwasser.

WOLFF & HERMANN (1985/86) sowie WOLFF & SCHLOTTER (1985) maßen in Baggerseen der Werra-Aue Chlorid-Gehalte von bis zu 6664.6 mg · l⁻¹. WOLFF & SCHLOTTER (1983/84) sowie WOLFF et al. (1983) stellten eine Versalzung des bodennahen Grundwassers in der Werra-Aue fest. Die Böden der Werra-Aue sind teilweise so stark versalzen, daß WOLFF et al. (1986/86) letale und subletale Schädigungen an Kulturpflanzen in der Werra-Aue vorfanden, z. T. in mehreren 100 m Entfernung vom Fluß-Ufer; die Versalzung der Böden erreicht teilweise für Kulturpflanzen toxische Ausmaße (WOLFF & INTLEKOFER 1982/83).

Nach Schließung der Kaliwerke in der DDR in den 90er Jahren hat es zwar eine leichte Erholung der Lebensgemeinschaften in der Werra und Weser gegeben (BÄTKE 1997; FESEL et al. 1996; HÜBNER & BRAUKMANN 2006). Es fehlen aber weiterhin ganze Gruppen von Süßwasser-Arten, z.B. Eintagsfliegen, Steinfliegen und Käfer (FESEL et al. 1996). Zwar sind die Artenzahlen und Besiedlungsdichten angestiegen, die Lebensgemeinschaften sind aber weiterhin durch die Massenvermehrung von Brackwasser-Arten geprägt (BÄTKE 1992; HÜBNER & BRAUKMANN 2006). Es fehlen aber weiterhin Salz-empfindliche Arten,

- weil Werra und Weser Brackwasser-Ökosysteme geblieben sind,
- weil das Niveau der Grundbelastung mit Salzen immer noch für Süßwasser-Flüsse zu hoch ist,
- weil die relative Zusammensetzung der Ionen nicht dem von Süßwasser entspricht,
- und weil die Salzgehalte stark schwanken. Während FESEL et al. (1996) 1995 an mehreren Stellen in der versalzten Zone der Werra den Süßwasserflohkrebs *Gammarus pulex* in spärlichen Dichten fanden, stellten HÜBNER & BRAUKMANN (2005, 2006) diese Arten zwischen 2001 und 2003 dort nicht mehr (?) fest. Dies ist ein Hinweis darauf, daß Süßwasser-Arten zwar kurzzeitig in die versalzte Werra einwandern oder gedriftet werden können, daß ihr Bestand aber nicht von Dauer ist.

Es bestehen erhebliche Zweifel daran, daß die von der K + S Kali GmbH angestrebte Vergleichsmäßigung der Salzbelastung der Werra erreicht werden kann:

- Fließgewässer sind hochdynamische Ökosysteme. Es widerspricht jeglichem limnologischer Erfahrung zu glauben, man könne in einen Fluß technisch eine gleichmäßige Salzbelastung erreichen. Abflussschwankungen können auch in einem Fluß wie der Werra schnell auftreten, z. B. bei plötzlicher Schneeschmelze oder starken Sommergewittern.
- Wegen des Weltklimawandels wird die Zahl und Dauer extremer Trockenperioden im Sommer zunehmen. Soll dann über viele Wochen keine Lauge mehr in die Werra gepumpt werden?
- Eine Havarie der Salzlaugen-Leitung kann nicht ausgeschlossen werden.

Die zusätzliche Einleitung von Kalilauge in die Werra würde das Niveau der Salzbelastung wieder anheben. Dies wäre ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot der Wasserrahmenrichtlinie.

Sämtliche Grenzwerte und wasseranalytischen Parameter, die in den für die Anhörung zur Verfügung gestellten Unterlagen genannt werden, stehen einer Rückkehr der Lebensgemeinschaften entgegen, die dem naturnahen oder natürlichen Zustand entsprechen, die Grenzwerte sind vielfach höher als bei Fehlen einer Salzverschmutzung, sie widersprechen also in der umweltrechtlichen Terminologie der Wasserrahmenrichtlinie dem guten ökologischen Zustand:

1. Chlorid-Gehalt = $2500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ am Pegel Gerstungen: Der geogene Chlorid-Gehalt, d. h. der natürliche Hintergrund-Gehalt, liegt in der Weser bei $45 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (KERP 1919, zitiert in BÄTHER 1992). Der Chlorid-Gehalt in der Werra oberhalb der Kali-Gruben liegt bei $20\text{--}50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (FESEL et al. 1996; HÜBNER & BRAUKMANN 2005).
2. Gesamthärte = $90 \text{ }^\circ\text{dH}$ am Pegel Gerstungen: HÜBNER & BRAUKMANN (2006) maßen in der Werra oberhalb der Salzverschmutzung Gesamthärte-Werte von $6\text{--}9 \text{ }^\circ\text{dH}$.
3. Ca : Mg-Verhältnis < 1 : Bereits DITTMAR (1953a, 1953b) erklärte das Fehlen von Gammarus-Arten (Flohkrebse) im Süßwasser mit einem CaO : MgO-Quotienten < 2 . Diese Beobachtung wurde in den 80er Jahren bestätigt: Gammarus-Populationen verschwanden in versauerten Bächen, als der CaO : MgO-Quotient infolge dieser Versauerung unter 2 sank. In der Werra und Weser liegt dieser Quotient deutlich unter 1 (BÄTHER 1992). BÄTHER (1992) wies auch auf die negativen Folgen der relativ erhöhten Kalium- und Magnesium-Ionenanteile für die aquatischen Lebensgemeinschaften hin.
4. Kalium-Gehalt = $150 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$: In der Werra oberhalb der Salzeinleitungen liegt der Kalium-Gehalt zwischen $4.7\text{--}5.1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (HÜBNER & BRAUKMANN 2006).

Die Salzbelastung wirkt sich negativ auf den Abbau organischer Stoffe in der Werra und Weser aus. In Mischzonen von Süß- und Brackwasser, z. B. an der Mündung von Nebenflüssen, wird die Abbauleistung der Mikroorganismen-Lebensgemeinschaften gehemmt (BÄTHER 1992; HERBST 1997). Auch die wechselnden Salz-Gehalte hemmen deren Abbauleistung.

Eine kursorische Umfrage unter ortskundigen und erfahrenen Mitgliedern der BVNH hat ergeben, daß es nur wenig Wissen über die Folgen der Versalzung der Werra-Aue für die terrestrische und amphibische Flora gibt. In diesem Punkt besteht erheblicher Bedarf an Untersuchungen.

Zur Frage 9: Transport der Kalilauge aus einem Wassereinzugsgebiet in das benachbarte Gebiet

Aus geomorphologischer und grundwasserkundlicher Sicht sind Wassereinzugsgebiete fest umrissen. Ihre Grenzen bleiben bestehen, solange sich nicht die Fließrichtung des Wassers durch gewaltige geologische Ereignisse (z.B. die Auffaltung der Alpen seit 100 Millionen Jahren) ändert.

Zur Frage 13: Einfluß der Einleitung der Kalilauge auf die Gewässer und die Landwirtschaft

Wasser schmeckt bei einem Chlorid-Gehalt von größer als $200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ Chlorid salzig. Für Chlorid ist in der TRINKWASSERVERORDNUNG ein Grenzwert von $250 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ festgesetzt worden. Der überwiegende Teil der von WOLFF et al. (1985/86), WOLFF & HERMANN (1985/86) sowie der von WOLFF & SCHLOTTER (1985) auf Chlorid analysierten Wasserproben aus dem oberflächennahen Grundwasser bzw. aus grundwasser gespeisten Baggerseen der Werra-Aue wies Gehalte auf, die höher als dieser Grenzwert waren. Das Trinkwasser für mehrere 100 000 Menschen kann seit vielen Jahrzehnten nicht mehr in der Aue von Werra und Weser gewonnen werden, sondern muß aus größerer Entfernung herangepumpt werden, z. B. über eine Fernleitung aus Talsperren im Harz.

Zu den Fragen 12 und 16: Alternativen zur Laugenleitung

Kurz-, mittel- und langfristig kommen folgende alternativen Maßnahmen in Frage:

1. Die Haldenabdeckung ist eine sinnvolle kurzfristige Maßnahme zur Minderung der Salzauswaschung. Allerdings kann die Haldenabdeckung das Problem der Salzauswaschung nicht vollständig lösen. Solange die Halden nicht abgetragen sind, muß die Dichtigkeit der Abdeckung gewährleistet sein, wenn nötig für geologische Zeiträume. Es sollte untersucht werden, ob nicht nur der waagerechte Gipfel der Halden, sondern auch die schrägen Hänge der Halden abgedeckt werden können. Dabei sollte nicht nur an Erde, sondern auch an Geotextilien und wasserdichte Gewebeplanen gedacht werden. Geprüft werden sollte auch eine Einhausung der Halden.
2. Die Verpressung von Salzlauge im Untergrund ist äußerst risikoreich, siehe die Punkte 5, 20 und 21.
3. Verfüllung alter Stollen mit dem Haldenmaterial. Diese Maßnahme sollte mit Hochdruck vorangetrieben werden. Die Salze würden dabei an ihren Ausgangsort zurückgebracht.
4. Transport der Salzlauge mit Güterzügen oder einer Druckleitung in die Nordsee. Der Transport auf der Straße wird schon wegen der höheren Lärm- und Abgasbelastung (Feinstaub, Weltklimawechsel usw.) abgelehnt. Der Transport mit der Bahn ist kurzfristig machbar, Planung und Bau einer Druckleitung würden dagegen mehrere Jahre dauern. Unter Emissionsgesichtspunkten ist eine Druckleitung weniger umweltschädlich als der Transport mit der Bahn. Die Eingriffe durch den Leitungsbau und der Ausschluß potentieller Nutzung im näheren Umfeld der Leitung (z. B. Bauverbot) sind insgesamt weniger schwerwiegend als der Transport mit der Bahn. Leckagen infolge der korrosiven Salzlauge können jedoch beim Bahntransport leichter entdeckt und vermieden werden und haben weniger negative Auswirkungen für die Umwelt, insbesondere für das Grundwasser, als der Transport in einer Leitung. (Anmerkung: Die Stoffe in der Kalilauge sind als wassergefährdende Stoffe eingestuft.) Bei der Einleitung der Kalilauge bzw. bei der Verklappung körnigen Haldenmaterials in die Nordsee ist zu beachten, daß die Konzentrationsunterschiede von Transportgut und Nordsee-Wasser möglichst gering sind bzw. möglichst schnell und kleinräumig ausgeglichen werden. Denkbar wäre dies im Mündungsbereich der Unterweser in die Nordsee. Diese und weitere Aspekte

der Umweltfolgen sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

5. Rück- und Umbau des Kali-Bergbaus: Mineralische Dünger sind das Rückgrat der konventionellen industriellen Landwirtschaft. Wenn der Anteil der ökologischen Landwirtschaft deutlich erhöht würde, und wenn der Mineraldünger-Verbrauch in der noch vorhandenen konventionellen Landwirtschaft deutlich verringert würde, könnte der Kali-Bergbau eingeschränkt werden. Es wäre auch sinnvoll, in der ursprünglich landwirtschaftlich geprägten Region des ostthessischen Kali-Bergbaus die bäuerliche Landwirtschaft zu fördern, um auch neue Arbeitsplätze in der Region zu schaffen.
6. Z. Z. ist es für die K + S Kali GmbH lukrativ, in ausgebeuteten Stollen Sondermüll, Filterstäube aus Müllverbrennungsanlagen u. ä. einzulagern. Um möglichst viel Platz für Haldenmaterial zu haben, wäre es sinnvoll, das Volumen des Sondermülls zu verringern. Einige exemplarische Beispiele:
 - Das Land Hessen sorgt in Zusammenarbeit mit den Herstellern und dem Elektrohandel dafür, daß die Zahl der verkauften Batterien zurückgeht.
 - Das Land Hessen sorgt im Zusammenarbeit mit der Pharmaindustrie, den Kassenärztlichen Vereinigungen und den Apotheken dafür, daß weniger Medikamenten-Packungen nach dem Verfallsdatum noch nicht verbraucht sind.
 - der Trend zu steigenden Müll-Mengen wird umgedreht, z. B. durch starke Erhöhung der Mehrwegquote bei Getränken und der erweiterten Kompostierung oder Vergasung von organischem Müll.

Zur Frage 14: Arbeitsplätze

Die Kali + Salz AG hat in den 90er Jahren durch die Schließung mehrerer Bergwerke in der ehemaligen DDR tausende Arbeitsplätze vernichtet. Diese Firma hat sich damit als Partnerin bei der Erhaltung und Schaffung von Arbeitsplätzen diskreditiert.

Zur Frage 17: Finanzielle Rückstellungen für die Folgekosten der Kalihalden

Es müssen nicht nur die Kalihalden, sondern auch die Fluß-Auen von Werra und Weser einschließlich ihres Grundwasser-Ökosystems saniert werden, siehe Punkt 28. Die Rückstellungen müssen also deutlich höher sein als für die Sanierung der Kalihalden allein. Es muß verhindert werden, daß die K + S Kali GmbH sich durch Ausgründung von Tochter- oder Nachfolgesellschaften oder durch Konkurs aus der Verantwortung für die Kalihalden stiehlt. Die Gründung der K + S Kali GmbH, also einer Gesellschaft mit **beschränkter Haftung** deutet auf eine solche Gefahr hin.

Zu den Frage 20 und 21: Diffuse Einträge von Kalilauge in die Gewässer

BARLAS (1988) stellte 1984 und 1985 die höchsten Chlorid-Gehalte im Längslauf der Fulda in Friedlos, also unterhalb der diffusen Einschwemmungen von Kalilauge bei Breitzbachsmühle fest. BARLAS (1988) und WORBES (1985) maßen dort einen deutlichen Anstieg der Gesamthärte verglichen mit ihren oberhalb gelegenen Probestellen. Dies deutet auf eine Einschwemmung von Kalilauge in das Fulda-System bei Breitzbachsmühle seit mehreren Jahrzehnten hin.

Zur Frage 22: Auswirkungen eines Chlorid-Gehalts von $1\,400\text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ am Pegel Hann.Münden

Die Auswirkungen eines Chlorid-Gehalts von $1\,400\text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ am Pegel Hann. Münden ähneln denen eines Chlorid-Gehalts von $2\,500\text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ am Pegel Gerstungen: Die Weser bleibt damit ein anthropogenes Brackwasser-Ökosystem, siehe auch Punkt Nr. 8.

Die Flußgebietsgemeinschaft Weser hat sich das Ziel gesetzt, bis zum 22. 12.2015 für die Gewässer ihres Arbeitsgebiets den guten ökologischen Zustand zu erreichen. Dies kann nur erreicht werden, wenn die Grenzwerte für Chlorid auf $50\text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ und für die Gesamthärte auf 10 °dH nach Durchmischung in der Werra herabgesetzt werden.

Zur Frage 28: Reduzierung der Kalihalden und Haldenabwässer, Alternativen zur Einleitung der Kalilauge

Bei der Sanierung der Flüsse Werra und Weser und ihrer Fluß-Auen ist zu beachten, daß Salzverschmutzung einen grundsätzlich anderen Charakter als die Verschmutzung mit organischen Abwässern hat:

- **Szenario der Sanierung eines mit kommunalen Abwässern belasteten Fließgewässers:** Wenn in einer Stadt, die bisher keine Kläranlage hatte, alle Haushalte und Betriebe an eine neue Kläranlage mit 1. bis 3. Reinigungsstufe angeschlossen werden, wird sich das Fließgewässer-Ökosystem, an dem die Stadt liegt, innerhalb weniger Jahre von dieser groben Abwasserbelastung erholen. Die biologische Gewässergüte wird sich von *übermäßig verschmutzt* (Gütestufe IV = polysaprob) auf *mäßig belastet* (Gütestufe II = mäßig belastet) verbessern.
- **Szenario der Sanierung eines mit Kalilauge belasteten Fließgewässers:** Kalilauge ist im Gegensatz zu fäkalischen Abwässern nicht abbaubar, Salze sind nur verdünnbar oder können biologisch oder chemisch gebunden werden. Die Kalilauge muß – ohne auf dem Transport Schäden im Ökosystem anzurichten – dorthin transportiert werden, wo sie keine negativen Auswirkungen mehr hat. Wenn die diffuse und punktuelle Einleitung von Kalilauge in die Fließgewässer gestoppt ist, wird sich im Fluß selbst die Rückkehr zu einem Süßwasser-Ökosystem höchstens sehr verzögert einstellen. Die aus Nebenbächen eingewanderten ursprünglichen Süßwasser-Arten werden nur sehr langsam die eingewanderten salzwassertoleranten Brackwasser-Arten verdrängen, die derzeit Massenvorkommen in Weser und Werra bilden. Es ist fraglich, ob alle euryhalinen Brackwasser-Arten verschwinden werden. Dieser Floren- und Faunenwechsel wird auch dadurch verzögert, daß das diffuse Einsickern von Kalilauge aus der Verpressung nicht ohne weiteres zu unterbinden ist. Noch schwieriger als die Gesundung des Fließwasser-Ökosystems in Werra und Weser selbst wird sich die der Fluß-Auen und ihres Grundwassers gestalten. Es wird viele Jahrzehnte dauern, bis das Salz in den Fluß gespült und von dort in die Nordsee geschwemmt worden ist. Vermutlich wird das versalzte Grundwasser abgepumpt werden müssen. Diese Altlast ist viel großflächiger als klassische Altlasten an ehemaligen Müllkippen oder Gaswerken. Sie erstreckt sich auf etwa 400 Fließ-km von Werra und Weser sowie auf 400 km Fluß-Aue.

Literaturverzeichnis

- BÄTHER, J. 1992: Die Makroinvertebratenfauna der Weser. Ökologische Analyse eines hochbelasteten, anthropogenen Ökosystems. Ekopan, Witzenhausen. VII + 266 Seiten + Anhang.
- BARLAS, M. 1988: Limnologische Untersuchungen an der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der Fischparasiten, ihrer Wirtsspektren und der Wassergüte. Dissertation, Gesamthochschule Kassel. II + 138 Seiten.
- DITTMAR, H. 1953a: Hat das Verhältnis von Kalzium zu Magnesium einen Einfluß auf die Besiedlung der Forellengewässer mit dem Bachflohkrebs (*Gammarus pulex fossarum* KOCH)? – *Natur und Heimat*, **13**, Münster: 56–60.
- DITTMAR, H. 1953b: Die Bedeutung des Ca- und Mg-Gehaltes für die Fauna fließender Gewässer. – *Berichte der Limnologischen Flußstation Freudenthal*, **4**, Hann. Münden: 20–23.
- FESEL, U. W. KLÖß & W. MEINEL 1996: Vergleichende chemische und biologische Untersuchungen an der Werra (Juli 1991 und Juli 1995). – *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **213**, Wiesbaden: 131 Seiten.
- GALLE, P. 1997: Die Versalzung der Werra (Deutschland): Ursachen, Stand und Tendenzen. – *Limnologica*, **27** (1), Jena: 3–8.
- HERBST, V. 1997: The confluence of the Rivers Werra and Fulda, physical processes and heterotrophic microbial activity in the Upper Weser (Germany). – *Limnologica*, **27** (1), Jena: 37–42.
- HÜBNER, G. & U. BRAUKMANN 2005: Referenzorientierte ökologische Bewertung der salzbelasteten Werra anhand des Makrozoobenthos. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR LIMNOLOGIE (Hg.), Tagungsbericht 2004 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL) und der deutschsprachigen Sektion der Societas Internationalis Limnologiae (SIL), Potsdam, 20.–24. September 2004: 120–124 (ISBN 3-89998-060-3).
- HÜBNER, G. & U. BRAUKMANN 2006: Leitbild, Referenz und Wiederbesiedlungspotential – ein Bewertungsrahmen für Erfolgskontrollen an der salzbelasteten unteren Werra. – *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen*, **26** (2), Hannover: 137–144.
- RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. – *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften*, **43** (L 327), Luxemburg: 73 Seiten.
- VERORDNUNG ZUR NOVELLIERUNG DER TRINKWASSERVERORDNUNG vom 21. Mai 2001. – *Bundesgesetzblatt, Teil I*, **2001** (24), Bonn: 959–980.
- WOLFF, P., R. BRAUN, H. WESCHE und G. LABENSKI 1985/86: Zum Einfluß der Werraversalzung auf den Boden und das Grundwasser in der Wendershäuser Aue. – *Arbeiten und Berichte, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Gesamthochschule Kassel*, **10**, Witzenhausen: 18 Seiten.
- WOLFF, P. & U. HERMANN 1985/86: Zur Salzbelastung der Baggerseen im Werratal. – *Arbeiten und Berichte, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft*, **13**, Witzenhausen: 13 Seiten + 5 Anlagen.
- WOLFF, P. & U. HERMANN 1986: Einfluß der Werraversalzung auf die Ökologie des unteren Werratal. – *Landschaft und Stadt*, **18** (1), Stuttgart: 38–41.

- WOLFF, P. & B. INTLEKOFER 1982/83: Der Einfluß der Werraversalzung auf den Boden der Uferzonen im Raum Witzenhausen. – Arbeiten und Berichte, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, **1**, Witzenhausen: 8 Seiten + 2 Anlagen.
- WOLFF, P., B. INTLEKOFER und G. LABENSKI 1983: Zum Einfluß der Werraversalzung auf den Boden und das Grundwasser der ufernahen Bereiche im Raum Witzenhausen. – Arbeiten und Berichte, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, **3**, Witzenhausen: 8 Seiten + 4 Anlagen.
- WOLFF, P. & G. SCHLOTTER 1983/1984: Der Einfluß der Werraversalzung auf die Qualität des Gießwassers der Gartenanlage des Kleingartenvereins Witzenhausen. – Arbeiten und Berichte, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, **4**, Witzenhausen: 10 Seiten.
- WOLFF, P. & G. SCHLOTTER 1985: Zum Einfluß der Werraversalzung auf den Salzgehalt des Baggersees Freudenthal bei Witzenhausen. – Arbeiten und Berichte, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, **13**, Witzenhausen: 9 Seiten + 4 Anlagen.
- WORBES, M. 1985: Vegetation und Lebensbedingungen in der Fulda. – *Philippia*, **5** (3), Kassel: 206–235.