

## Die Weiße Elster: Flußeinzugsgebiet im Umbruch – Erscheinungsbild und naturwissenschaftlicher Forschungsbedarf

Wilfried Richter und Walter Gläßer

*UFZ, Sektion Hydrogeologie*

**ZUSAMMENFASSUNG:** Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union setzt neue Maßstäbe im Management der lebenswichtigen Ressource Wasser. Eine besondere Bewertung müssen die Einflußbereiche der Braunkohlentagebaue erfahren. Erhebliche Versäumnisse bei der Gestaltung einer nutzungsfähigen Bergbaufolgelandschaft wurden im Osten Deutschlands in den neunziger Jahren mit hohen finanziellen Aufwendungen weitgehend beseitigt. Die Konzepte der Landschaftsgestaltung lassen die Entstehung neuer Regionen mit besonderen sozio-ökonomischen und physisch-geographischen Merkmalen erkennen. Am Beispiel des Südraumes Leipzig wird erläutert, welche Ausmaße der Landschaftsverbrauch angenommen hat und welche Neuorientierungen die Sanierung der Bergbaulandschaft bietet. Neben den sichtbaren Erfolgen bleibt eine Reihe von gravierenden Problemen für den Stoffhaushalt der neuen Landschaft. Das betrifft vor allem Fragen der Neubildung von Grundwasser in den verbliebenen Aquiferen, in und unter Kippen, dessen Dynamik, Hydraulik und Wechselbeziehung mit künftigen Bergbauseen. Darüber hinaus kommt den chemischen Prozessen durch die Pyrit-/Markasitoxidation, den davon ausgehenden Gefahren der Gewässerversauerung und der Reversibilität dieses Prozeßgeschehens und Fragen der Altlasten Bedeutung zu. Auch auf den Gebieten des Hochwasserschutzes, der Wiedervernässung von Auenregionen und der Wiederherstellung von Auenökosystemen sowie ihrem Verbund besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der geowissenschaftlichen Relevanz wie der Auswirkung auf sozioökonomische Fragestellungen innerhalb des Managements von Flußeinzugsgebieten.

### 1 Einleitung

In dem umfangreichen Handbuch „Braunkohlentagebau und Rekultivierung“ (Pflug 1998) wird einführend dessen Auswirkung auf die Landschaft wie folgt beschrieben: *„Gewinnung von Braunkohle im Tagebau bedeutet den Verlust der über den abzubauenen Lagerstätten in Jahrhunderten gewachsenen Kulturlandschaft. Nicht nur die gewohnte Oberflächengestalt und die Kulturböden, auch das in geologischen Zeiträumen entstandene Gestein wird bis in größere Tiefen abgebaggert. Die Grundwasserverhältnisse werden gestört oder verändern sich vollkommen. Die für die Landschaft des Abbaugebietes typischen Pflanzen und Pflanzengemeinschaften verlieren ihre Lebensgrundlagen, ebenso die wild lebenden Tiere, soweit sie nicht ausweichen können“* (S. 1). Damit wird, wenn auch nicht annähernd erschöpfend, auf den durch den Bergbau ausgelösten Landschaftsverbrauch hingewiesen. Der negative Anstrich dieser Aussage läßt sich andererseits mit einem Zitat von R. Heusohn (1929), im Umkehrschluß in ein modernes Verständnis umwandeln (wenn auch die Aussage erst in abgeleiteter Form stimmt, denn Bergbau dieser Art vernichtet sehr wohl erst einmal gewachsene Landschaft): *„Der Bergbau vernichtet im Durchschnitt nichts, sondern schafft neue Kulturwerte.“* Mit anderen Worten: *„...daß auch menschlich geprägte Landschaften Natur sind, auch Bergbaufolgelandschaften...“* (Eissmann 1999), die als neu zu gestaltende und nutzbare Elemente inmitten von in säkularen Zeiträumen gewachsenen Räumen liegen.

Dem Wasser kommt in diesen Landschaften neuen Typs sowohl in der Phase des aktiven Bergbaus wie in seiner Folge ober- und unterirdisch eine besondere Bedeutung zu, nicht nur, weil es mit am stärksten von den Landschaftsumbrüchen betroffen ist. Es besitzt als Ausgangspunkt und Grundlage des Lebens, Lösungs-, Stofftransport- und Produktionsmittel so-

wie als wichtiger Energieüberträger eine globale und nicht ersetzbare Bedeutung (Miller 1996). Die Bewahrung der Gewässer der Erde nach Menge und Güte, die Verbesserung ihrer Qualität, die Erhaltung und Förderung ihrer Ökosysteme sowie der weitreichende Schutz vor gefahrbringendem Überfluß und Mangel sind Anliegen, die wesentliche Grundlagen für die Zukunft der Menschheit bilden und eine länderübergreifende Behandlung erfordern.

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union (WRR, vgl. Rat der Europäischen Union 1999) hat für ihren Einflußbereich als erstes Vorhaben dieser Art entsprechende Regeln vorgelegt. Im festländischen Bereich orientiert sie sich auf die natürlichen Einheiten der Flußeinzugsgebiete, die gleichzeitig wesentliche Teilen des festländischen Wasserkreislaufes darstellen. Sie löst sich damit von politischen und wirtschaftlichen Länderstrukturen und strebt naturraumbezogenes wasserwirtschaftliches Management für die Bearbeitung der anstehenden Fragen an.

Die Flußeinzugsgebiete sind als Komponenten der Natur in vielfältiger Weise mit der Kulturlandschaft verknüpft und in mehr oder weniger großen Teilen auch erheblich beeinflußt oder verändert. Art und Umfang der anthropogenen Einflüsse hängen ganz wesentlich vom Charakter und der Dauer der Einwirkungen ab. In großen Maßstab gilt das in der Bundesrepublik Deutschland vor allem für die durch den Braunkohlenbergbau betroffenen 5 Regionen. In ihnen hat der Bergmann im 20. Jahrhundert vor allem im Rheinischen, Mitteldeutschen und Lausitzer Revier Landschaftsumbrüche in geologischer Dimension bewirkt, die auch mit erheblichen raumzeitlichen Einflüssen auf die Gewässer nach Menge, Güte und Ökologie verbunden sind. Für die Wasserbewirtschaftung und Sozioökonomie derartiger Gebiete räumt die EU-Richtlinie wegen der vielen Besonderheiten, die sich vor allem in den drastischen Abweichungen von der gewachsenen Natur- und Kulturlandschaft ausdrücken, einen Sonderstatus ein. Da die bergmännischen Eingriffe anhalten und die Sanierung der Bergbaufolgelandschaft noch nicht abgeschlossen ist, gibt es eine erhebliche Anzahl offener Fragen zur Geo- und Hydrodynamik der bergbaulich beanspruchten und beeinflußten Gebiete. Das betrifft insbesondere die veränderten Bedingungen bei der Wiederauffüllung der Grundwasserleiter und Kippen, das im weitesten Sinne geochemische Prozeßgeschehen (Versauerung von Kippböden, Sedimenten und Gewässern) und dessen Reversibilität sowie die Hydrologie der Fließ- und Standgewässer (künstliche Abflußgerinne, neue Flußbetten, Bergbaurestseen) in ihrer komplexen Wechselbeziehung und Wechselwirkung. Für das näher zu charakterisierende Weißelsterbecken im Südraum von Leipzig sind in der gegenwärtigen Umbruchphase schließlich noch Fragen der Landschafts- und Gewässerökologie von allgemeiner Relevanz.

Für alle Komplexe gibt es neben den erfolgreich gelösten Aufgaben oder solchen, für die sich Lösungen in naher Zukunft abzeichnen, erheblichen Forschungsbedarf, wenn auch in unterschiedlicher Weise. Der noch laufende Prozeß des Umbruchs von in Jahrmlionen gewachsenen Naturräumen, die weitgehende Vernichtung ausgedehnter, überwiegend agrarisch genutzter Kulturlandschaft und die völlig neue Qualität der geo- und hydrosphärischen Kompartimente in der Bergbaufolgelandschaft erfordern eine Reihe von Untersuchungen, die neben den neuen Nutzungskonzepten letztlich auch die Basis zum Verständnis der Region und

ihren besonderen Merkmalen im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie und dem damit verknüpften Einzugsgebietsmanagement bildet.

## 2 Wasserrahmenrichtlinie und Bergbaufolgelandschaft

Der Entwurf der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union verfolgt gemäß Artikel 1 als „Hauptziel...die Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers“ zwecks

- a) Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete in Hinblick auf deren Wasserhaushalt,
- b) Förderung eines nachhaltigen Wassergebrauchs auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen,
- c) Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren.“

Die Handhabung der WRR soll einen Beitrag liefern zu „einer ausreichenden Versorgung mit Oberflächen- und Grundwasser guter Qualität“, zum „Schutz der Hohheits- ... und Meeresgewässer“ sowie zur Durchsetzung einschlägiger internationaler Übereinkommen zur Vermeidung und Beseitigung von Gewässerverschmutzungen.

Die Richtlinie orientiert sich im Bereich des Festlandes auf naturräumlich vorgegebene, in ihrer Hydrologie und Ökologie zusammenhängende Flußgebietseinheiten. Sie löst sich damit in ihrem Programm von den in der Gegenwart verbreiteten rein politischen Aufsichts- und Managementstrukturen der Bewirtschaftung und Nutzung der Gewässer, die den terrestrischen Kompartimenten des Wasserkreislaufes als einem globalen Stoff- und Transportsystem wegen der spezifischen Verteilung in Raum und Zeit nicht optimal angepaßt sind.

Zur Realisierung der vorgegebenen umfassenden Aufgaben dient eine Reihe anspruchsvoller Umweltziele (siehe Art. 4 der WRR), die, ausgehend von der Aufgabe der Vermeidung der Güteverschlechterung in Oberflächen- und Grundwässern, ein gutes ökologisches Potential und guten chemischen Zustand zum Ziel hat.

## 3 Deutschlands Braunkohlenbergbau: Landschaftsverbrauch und -gestaltung

Das Tertiär ist außerhalb der Gebirgszone Deutschlands mit Sedimenten verschiedenster Fazies weit verbreitet. In fünf produktiven Regionen (Rheinisches, Wetterauer, Helmstedter, Mitteldeutsches und Lausitzer Braunkohlenrevier, siehe Atlas Bundesrepublik Deutschland, Pilotband 1997, S. 66-69; Pflug 1998, Abb. 1, S. 7) entwickelten sich mehr oder weniger ausgedehnte Tagebaulandschaften. Neben dem Ziel der Ausbeutung des gewünschten Energieträgers (und untergeordnet begehrten organischen wie mineralischen Begleitrohstoffen, z. B. Torf, Steine und Erden der Hangendsedimente und Zwischenmittel der Flöze) führte das auf Tausenden Quadratkilometern zu einem einmaligen Verlust gewachsener Strukturen in der Geologie, zur Landschaftsvernichtung und negativen Beeinflussung tangierender Räume. Die in der Bergbaufolge hinterlassenen Gebiete sind hinsichtlich ihrer Größe, Ausstattung und

Nachnutzungsmöglichkeit genauso unikal wie die vorangegangenen bergmännischen Eingriffe, die in weniger als einem Jahrhundert geologische Dimensionen erreicht haben, vergleichbar etwa mit den Massentransporten und Aufschüttungen der letzten Eiszeit.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Daten aus der Sicht der Rekultivierung zusammengestellt. Lediglich zweidimensional, liefern sie allerdings keine unmittelbaren Angaben über die bewegten Massen, die gewonnene Kohle, das Ausmaß der zerstörten und gestörten Grundwasserleiter sowie die durch Grundwasserhebung dem Wasserkreislauf entzogenen Mengen, die Vernichtung kulturfähiger Böden und den unwiederbringlichen Ressourcenverlust an lagerstättenbegleitenden mineralischen Rohstoffen. Darüber hinaus eignen sich die weit verbreiteten Angaben zum Bergbaugeschehen im allgemeinen auch nicht zur Bewertung geogenen, hydrodynamischen, hydrostatischen und hydrochemischen Prozeßgeschehens, das in erheblichem Maße zum nutzungsbeeinflussenden Problempotential in der Bergbaufolgelandschaft gehört, speziell hinsichtlich seiner Wirkungen auf Bodenfruchtbarkeit und Grundwassergüte. Hierfür fehlen im allgemeinen noch detaillierte Angaben z. B. zum Versauerungspotential in Kippen, Halden und belüftetem, unverritztem Sediment und Kohle, zum Anteil an oxidierbarer kohligter Substanz als CO<sub>2</sub>-Klimafaktor, dem komplexen Prozeßgeschehen bei der Aufsättigung der Kippböden mit Dominanz bindiger Korngrößen etc.

Tab. 1: Landinanspruchnahme und Wiedernutzbarmachung in den deutschen Braunkohlenrevieren, alle Flächenangaben in km<sup>2</sup> (Stand: 31.12.1996)

Revier	Landinanspruchnahme	Wiedernutzbarmachung					Betriebsfläche
		Gesamt	Landnutzung	FN	WN	Sonstiges	
Rheinland	264,664	173,733	82,651	71,603	8,066	11,413	90,931
Lausitz	775,578	406,604	87,077	246,645	31,831	41,051	368,974
Mitteldeutschland	500,221	261,391	104,997	105,065	25,756	25,573	238,830
Helmstedt	24,915	14,557	5,945	5,329	0,555	2,728	10,358
Hessen/Bayern	53,116	51,314	20,088	17,217	13,400	1,519	1,802
Gesamt	1618,494	907,599	299,758	445,859	79,708	82,274	710,895

Anmerkungen: Landinanspruchnahme: Verritztes (Tagebaue) und unverritztes (im wesentlichen durch die Grundwasserabsenkungen von Bergbau betroffenes) Land ; Wiedernutzbarmachung: LN – landwirtschaftlich nutzbare Flächen, FN – aufgeforstete Flächen, WN – Flächen mit wasserwirtschaftlicher Nutzung, Sonstiges: Wohnsiedlungen, Gewerbeflächen, Mülldeponien, Verkehrswege etc. , Betriebsfläche: durch den Bergbau direkt betroffene Flächen, d. h. Areale, gewöhnlich mit intensiver Lagerungsstörung (Kippen, Halden) sowie Resthohlformen (Pflug 1998).

Quelle: Deutscher Braunkohlen-Industrieverein e. V. 1997; in: Pflug 1998, S. 8

Darüber hinaus sind die Auswirkungen der Braunkohlegewinnung im Tagebaubetrieb für die Folgelandschaft in Abhängigkeit von den vorgefundenen geologischen Bedingungen von Revier zu Revier verschieden. Das gilt nicht nur für die Geometrie der Schüttkörper (Kippen

und Halden) und Hohlformen (Tagebaurestlöcher und Seen), sondern auch für deren unterschiedliche bodenchemische, -physikalische und hydrologische Bedingungen, die ihrerseits die natürliche biologische Besiedlung, Gestaltung und Nutzung der Bergbaufolgelandschaft, und damit sozioökonomische Belange, nachhaltig beeinflussen. Umfangreiche Literatur zu Fragestellungen der Kippböden und ihrer Kulturfähigkeit, der Kippenmelioration und Wiedernutzbarmachung ausgekohlter Tagebaulandschaften, ihre Erholungsnutzung und die vielfältigen Probleme und Herausforderungen für den Naturschutz vermitteln eine scheinbare Sicherheit hinsichtlich der Beherrschbarkeit bei der Gestaltung und der Nutzung dieser „Landschaften vom Reißbrett“, für die es keine Parallelen in der gewachsenen Erdoberfläche Mitteleuropas gibt. Am Beispiel des Weißelsterbeckens im Süden von Leipzig soll versucht werden, die Einflüsse raumgreifenden Braunkohlenbergbaus auf die Ressource Wasser eingehender zu beleuchten, die Auswirkungen hinsichtlich der Ziele der WRR hervorzuheben und daraus ableitbaren geowissenschaftlichen Forschungsbedarf zu umreißen.

#### 4 Die Weiße Elster: Flusseinzugsgebiet im Umbruch

Die Quellregion der Weißen Elster befindet sich im Vogtland im äußersten Südwesten Sachsens. Als wichtigstem rechtsseitigen Zufluß der Saale umfaßt ihr Einzugsgebiet 5384 km<sup>2</sup>. Davon entfallen bis Leipzig inklusive Pleiße 4915 km<sup>2</sup>. Die mittleren Abflüsse liegen bei 18 m<sup>3</sup>/s. Der Schutz vor Wassergefahren ist weit entwickelt und Hochwässer können mit einem HQ bis 550 m<sup>3</sup>/s, insbesondere durch die durchgehende Eindeichung (speziell der Hochflutanlagen) des Flusses zwischen Zwenkau und dem mündungsnahen Raum zwischen Döllnitz und Burgliebenau schadlos für Leipzig abgeführt werden.

Nordwest-Sachsen, in dem wesentliche Teile des Einzugsgebietes der Weißen Elster liegen, wurde im 20. Jahrhundert zu einer Region intensivster Nutzung der Braunkohlevorräte zur Energiegewinnung und karbochemischen Veredlung. Allein im Südraum Leipzig haben die bergbaubedingten Devastierungen zu folgenden Auswirkungen geführt: Gesamtflächenentzug von 250 km<sup>2</sup> zur Gewinnung von mehr als 3,3\*10<sup>9</sup> t Braunkohle und über 12 km<sup>3</sup> Abraumbewegung. Ca. 50 % der beanspruchten Fläche sind rekultiviert und unterschiedlichen Nachnutzungsformen zugänglich (Satellitenbildkarte Leipzig-Halle, Banzhaff & Kindler 1997, Banzhaf & Kasperidus 1998, Braunkohlenplanung in Westsachsen 1998, a), dito: Karte Südraum Leipzig 1998, b) etc.). Im Ergebnis der mehr als 70 Jahre umgehenden Großtagebaue entstanden erhebliche Massendefizite. Als Tagebaurestlöcher nehmen sie ein Gesamtvolumen von 3 km<sup>3</sup> ein mit Flächen von 2-10 km<sup>2</sup>, Volumina zwischen 20 und 350\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> und Tiefen zwischen 30 und mehr als 100 m. Die bergmännischen Eingriffe haben das Relief der Altmoränenlandschaft mit Übertiefungen auf 40...70 m NN und Bergbauhalden bis 228 m NN entscheidend neu geprägt.

Neben der Zerstörung des Ertragspotentials ehemals fruchtbarer Ackerflächen, der Vernichtung von Wald und weiten Auengebieten im Raum Zwenkau-Leipzig sowie 70 Siedlungen mit etwa 24.000 Einwohnern führten die anthropogenen Eingriffe auch zu schweren Beeinträchtigungen der Stand- und Fließgewässer und einer weiträumigen Grundwasserabsen-

kung auf einer Fläche von insgesamt  $500 \text{ km}^2$ . Auf dem Höhepunkt der Bergbautätigkeit im Jahre 1989 belief sich die Gesamtwasserhebung in Mitteldeutschland auf etwa  $500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr (davon rund 60 % in Westsachsen), also fast  $5 \text{ m}^3$  pro Tonne Rohbraunkohle. Dem Grundwasser wurden damit über Jahrzehnte viele Milliarden Kubikmeter Wasser entzogen, das sich nach der Stilllegung in den unverritzten Gebieten nur allmählich und unter weitgehender Verschlechterung seiner Güte regenerieren wird.

Parallel zur unwiederbringlichen Zerstörung ehemals ausgedehnter Grundwasserleiter im Bereich der aktiven Tagebaue hat die Belastung von Luft, Boden und Wasser in der Vergangenheit zu schwerwiegenden Folgen für die Kulturlandschaft geführt. So emittierten z. B. im Jahre 1989 im Landkreis Borna ( $364 \text{ km}^2$ ) 134.000 t Staub und 691.000 t  $\text{SO}_2$ . Die Gesamt-Abwasserbelastung belief sich im selben Gebiet auf 1,5 Millionen Einwohnergleichwerte.

Der Südraum von Leipzig unterlag damit in weniger als einem Jahrhundert einem grundlegenden Wandel in Landschaft und Hydrologie. Diese veränderten Bedingungen erfordern ein komplexes neues wasserwirtschaftliches Management unter Einbeziehung der vielfältigen neuen sozioökonomischen Belange, der Landschaftsgestaltung und des Naturschutzes. Das betrifft neben der Renaturierung von Fließgewässerstrecken vor allem die Flutung und Integration der künftig  $70 \text{ km}^2$  Fläche umfassenden Seen der Bergbauhohlformen, für die es seitens der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH bereits umfangreiche Vorarbeiten gibt, dokumentiert bei Haferkorn et al. (1999). Mit einem Verdunstungsverlust von  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$  verschärft sich zwar die angespannte Wasserhaushaltsbilanz des Einzugsgebietes der Weißen Elster im Mittel- und Unterlauf, durch geschickten Gewässerverbund und die Möglichkeiten der Hochwasserspeicherung bieten sich sie aber auch prinzipiell neue Aspekte der wasserwirtschaftlichen Nutzung der Folgelandschaft mit prinzipiell neuen Möglichkeiten des Hochwasserschutzes und der Wiedervernässung der biologisch besonders wertvollen Auenregion bei Leipzig und die Beeinflussung anthropogen überprägter Stoffflüsse.

## 5 Geowissenschaftliche Forschungsaufgaben

Mit milliardenschweren Sanierungsleistungen und großer Intensität wurden seit der politischen Wende in Deutschland in den neunziger Jahren die gravierenden Versäumnisse in Sicherungs-, Gestaltungs- und Nachnutzungsfragen der Folgelandschaften des ostdeutschen Braunkohlenbergbaus weitgehend behoben. Daß dem freien Spiel der Selbstheilungskräfte der Natur wenig Chancen eingeräumt wurden und ungewöhnliche Landschaftsformen als Bergbaudokumente den rigiden Egalisierungsmaßnahmen zum Opfer fielen (Eissmann 1999), berührt die Anliegen und Aufgaben der Wasserrahmenrichtlinie allenfalls untergeordnet. Umfangreiche Forschungen in den laufenden Tagebauen und umgebagerten Landschaften liefen parallel zur Arbeit der Planiertrauben. Schon frühzeitig war erkennbar, daß die Sanierungsleistungen in wenigen Legislaturperioden politischer Arbeit Visionen neuer Landschaften zur Realisierung verhelfen können. Aber diese Aktivitäten bilden sich in erster Linie nur als öf-

fentlichkeitswirksame Gestaltungen ab (siehe z. B. LAUBAG/LBV 1995, Regionaler Planungsverband Westsachsen 1998, Haferkorn et al. 1999). Die diffizilen Verhältnisse im Kompartiment Wasser des Landschaftshaushaltes, und da besonders im unterirdischen Bereich, entziehen sich dem Blick bzw. sind nur den Fachleuten als Problem und Umweltbelastung erkennbar. Wasserwirtschaftlich-ökologische Forderungen für den Braunkohlenabbau sind z. B. im Positionspapier DVWK Materialien 2/1999 niedergelegt.

Wissensdefizite über Geodynamik und Prozeßgeschehen in den Folgelandschaften des mitteldeutschen Braunkohlebergbaus zeichneten sich im Ergebnis der parallel zur Sanierung laufenden Forschung relativ früh ab. Auf wesentliche Untersuchungsfelder hat schon vor Jahren Gläßer (1995) hingewiesen. Die dort formulierten Aufgaben lassen sich aus dem heutigen Kenntnisstand wie folgt formulieren.

## 1. Hydrologische Verhältnisse nach dem Braunkohleabbau

### 1.1 Großraumverhalten im Grundwasser

Für die großen ostdeutschen Braunkohlenreviere wird das Wiederanstiegsverhalten des Grundwassers auf der Basis von hydrologischen Großraummodellen mit der Möglichkeit von Lupenvergrößerungen untersucht. Die Modellierungen und Aktualisierungen sind ein wesentlicher Bestandteil der Nachsorgebeobachtungen stillgelegter und sanierter Tagebaugebiete. Jahrelange Erfahrungen und regelmäßige Ergänzungen ermöglichen eine den Anforderungen entsprechende Prognose für die in Auffüllung befindlichen, nicht lagerungsgestörten Grundwasserleiter. Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Wechselbeziehungen tiefliegender Grundwasserleiter und deren bergbaubedingten Veränderung in der Altersstruktur und Hydrochemie der Wässer sowie dem Anstiegsverhalten in den nicht zerstörten, durch die bergmännische Wasserhaltung tief abgesenkten Grundwasserleiter.

### 1.2 Aufsättigung und Grundwasserneubildung in Kippböden

Durch die Abbautechnologie bedingt sind die meisten Kippen und Halden im Weißelsterbecken hochgradig gestörte Ablagerungen der beim Kohleabbau anfallenden quartären und tertiären Sedimente. Der gemischte Versturz und das Vorherrschen stärker schluffiger und toniger Korngrößen führt zu erheblichen Verzögerungen bei der natürlichen Aufsättigung der Kippkörper und der unter Kippen stattfindenden Grundwasserneubildung. Es besteht erheblicher Forschungsbedarf bei der Beobachtung bzw. Fortführung von Beobachtungen sowie der Modellierung des komplexen hydrologischen Prozeßgeschehens.

### 1.3 Hydraulische Kurzschlüsse und ihre Folgen

Die Großtagebaue der Braunkohle haben die Möglichkeiten für umfangreiche hydraulische Kurzschlüsse ehemals gut voneinander getrennte Grundwasserleiter geschaffen. Ungenügend bekannt bzw. völlig unklar sind die mit vollendeter Flutung eintretenden Beziehungen zwischen Ihnen und den Restlochseen sowie die Ausbreitung von Schadstoffen aus Altlasten

(siehe Pkt. 2). An die hydraulischen Verbindungen sind stoffliche Transport- und Umsetzungsprozesse gebunden, über deren Einfluß auf die Ressource Wasser bisher kaum Kenntnisse vorliegen. Forschungsbedarf besteht auch im Sinne der WRR der EU hinsichtlich der Charakterisierung, der Art und des Umfangs dieser Beziehungen sowie ihrer Modellierung.

#### 1.4 Restlochfüllung, Abflußmanagement

Das Aufgehen der ausgekohlten Tagebaurestlöcher im Grundwasser ist ein langsamer natürlicher Prozeß. Aus Gründen der öffentlichkeitsgefährdenden Probleme bei der Böschungs- und Uferstandsicherheit, der angestrebten Wasserqualität, der Restlochgestaltung und nicht zuletzt wegen des dringenden Bedarfs für die Erholungsnutzung wird die Füllung entsprechend den Möglichkeiten mit qualitativ geeignetem Oberflächen- und Grundwasser an ausgewählten Objekten beschleunigt. Andere Restlöcher sind in die Maßnahmenpläne der Hochwasserspeicherung eingebunden. Insgesamt bietet sich das System der künftigen Seen für eine dynamische Bewirtschaftung und ein neues Konzept des Hochwasserschutzes für die Stadt Leipzig an (etwa durch Kappung der Hochwasserscheitel in einer entsprechend aufzubauenden Speicherkaskade des Südraumes Leipzig). Dieses könnte wiederum Möglichkeiten für gezielte Wiedervernässungen der Auenregion als Grundlage einer dringend erforderlichen Revitalisierung eröffnen.

#### 1.5 Prozeßgeschehen im Anstehenden und Tagebaubereich

Die bergmännischen Eingriffe in das Regime des Grundwassers und die Lagerungsverhältnisse der Sedimentfolgen im Einflußbereich der Tagebaue haben neben den Auswirkungen auf Hydrologie und Hydraulik des Wassers eine Reihe von für die Bergbaufolgelandschaften folgenschwere hydrochemische und biochemische Prozesse ausgelöst. Sie können zu einer entscheidenden Einflußgröße auf die Bodenmechanik werden (z. B. durch Gefährdung der Böschungsstandsicherheit), stellen aber vor allem durch Versauerung und die Mobilisierung von Schwermetallen eine hohe, die Güte von Oberflächen- und Grundwasser belastende Gefahr dar. Forschungsbedarf besteht auf mehreren Gebieten. Neben der Ermittlung des Säurebildungspotentials durch den mikrobiologisch forcierten Abbau von Pyrit und Markasit in den belüfteten, unverritzten tertiären Sedimentfolgen sowie in den (durchweg belüfteten und mehr oder weniger bergfeuchten) Versturzmassen der Kippen und Halden sind vor allem Untersuchungen und Modellierungen zur Reversibilität des oxidativen Prozeßgeschehens notwendig. Damit ist im Zuge der Wiederauffüllung bei gegenwärtig unbekanntem Zeitmaßstab in den unverritzten Grundwasserleitern, der Seenfüllung und Kippenaufsättigung zu rechnen.

Diese Prozesse werden am Rande berührt von Aufgaben zur Untersuchung der Gasumsetzungen in den Kippen, vor allem hinsichtlich der Voraussetzungen und Grenzen mikrobiologischer Oxidation disperser kohligter Substanz, die in der Größenordnung der bereits für energetische Zwecke abgebauten Braunkohle in den Kippen vorliegt und einen unerwünschten Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Erhöhung in der Erdatmosphäre leistet.

## 2. Altlasten in Tagebauen

Wie jede durch Abgrabungstätigkeit entstandene Hohlform sind Tagebaue zur Braunkohलगewinnung in ausgedehntem Maße auch als Orte für die Ablage unterschiedlichster Altlasten lukrativ gewesen. Darüber hinaus können derartige geotechnische Anlagen durch künstliche hydraulische Fenster zur Mobilisierung von in den tieferen Untergrund versenkten Altlasten, wie Prozeßabwässern der karbochemischen Industrie, beitragen. Bei erheblichen Einflüssen kann Sanierungsbedarf zur Gefahrenabwendung für die Ressource Wasser und die Öffentlichkeit bestehen. Aufgaben für die Forschung leiten sich generell aus der Untersuchung der Gefährdungspotentiale, vor allem hinsichtlich der spezifischen Stoffbestände, ihrer Wandlung und Ausbreitung ab. Darüber hinaus erlangen der Stoffbestand und das Auslaugungsverhalten potentiell subhydrischer Deponien in Zukunft zunehmende Bedeutung.

## 3. Restaurierung und Verbund von Auenökosystemen

Die Wasserrahmenrichtlinie räumt dem Schutz der wassergebundenen Lebensräume neben den allgemeinen Schutz der Ressource Wasser nach Menge und Güte einen besonderen Stellenwert ein. Der Braunkohlenbergbau hat durch seine ausgedehnten Tagebaue unter dem Zwang der vollständigen Entwässerung ganze Flußauen durchschnitten, ihre Biosphäre vernichtet und zur weiteren Biotopverinselung beigetragen. Besondere Forschungsaufgaben leiten sich aus der an den Umweltfaktor Wasser orientierten Biozönoseforschung aus dem Studium der Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen in Auenökosystemen ab. Darüber hinaus gibt es erhebliche Wissensdefizite bei der Wiederherstellung von Auenökosystemen und der Biotopvernetzung in der konstruierten Landschaft der Bergbaufolge.

## Literatur

- Banzhaf, E.; Kindler, A. (1997): Satellitenbildkarte Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld mit einem Maßstab von 1:100.000 (Aufnahme: Landsat-5-TM vom 21.07.1994, Spot panchromatisch vom 16.05.1994). UFZ Leipzig-Halle. Sektion Angewandte Landschaftsökologie. AG Geoinformation. Siehe auch: Banzhaf, Kasperidus (1998)
- Banzhaf, E.; Kasperidus, H. D. (1998): Erfassung und Auswertung der Landnutzung und ihrer Veränderungen mit Methoden der Fernerkundung und geographischen Informationssystemen im Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld. UFZ Leipzig-Halle GmbH. Sektion Angewandte Landschaftsökologie. AG Regionale Zukunftsmodelle. UFZ-Bericht Nr. 2/1998
- DVWK (1999): Wasserwirtschaftlich-ökologische Forderungen für den Braunkohlenabbau. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK). Materialien 2/1999
- Eissmann, L. (1999): Rekultivierung läßt Geologie-Professor Eissmann frösteln. Wissenschaftskritik. In: Leipziger Volkszeitung vom 09.04.99; Leipzig
- Gläßer, W. (1995): Der Einfluß des Braunkohlenbergbaus auf Grund- und Oberflächenwasser. Geowissenschaften 13 (H. 8-9), S. 291-296
- Haferkorn, B. et al. (1999): Schaffung von Tagebauseen im mitteldeutschen Bergbaurevier. Die Wiederherstellung eines sich selbst regulierenden Wasserhaushaltes in den Braunkohleabbaugebieten des Freistaates Sachsen (Nordwestsachsen), des Landes Sachsen-Anhalt und des Freistaates Thüringen. LMBV – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (Auftragnehmer) – DGFZ e. V. und IBGW GmbH (Auftragnehmer). Berlin/Dresden/Leipzig, Mai 1999
- Heusohn, R. (1929): Praktische Kulturvorschläge für Kippen, Bruchfelder, Dünen und Ödländereien. Verlag von J. Neumann-Neudamm. Siehe auch: Faksimile-Druck durch Lausitzer Braunkohlenwerke (Hrsg.), Senftenberg
- Miller, G. T., Jr. (1996): Living in the environment: principles, connections, and solutions. 9<sup>th</sup> ed. Wadsworth Pub. Comp., Belmont, Albany, Bonn et al.

- Institut für Länderkunde Leipzig (Hrsg.) (1997): Stein- und Braunkohlenbergbau. In: Atlas Bundesrepublik Deutschland, Pilotband; Leipzig
- LAUBAG/LBV (1995): Lausitzer Braunkohlerevier. Bergbaufolgelandschaften im Lausitzer Revier. Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (LAUBAG), Lausitzer Bergbau- Verwaltungsgesellschaft mbH (LBV). Senftenberg/Brieske
- Pflug, W. (Hrsg.) (1998): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie-Folgenutzung-Naturschutz. Springer. Berlin, Heidelberg
- Rat der Europäischen Union (1999): Geänderter Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik - gemeinsamer Standpunkt. Dokument 6404/99 ENV 68 PRO-COOP vom 2.3.99, Brüssel
- Regionaler Planungsverband Westsachsen (Hrsg.) (1998a): Karte Südraum Leipzig – Realnutzung unter besonderer Berücksichtigung von bergbaulicher Flächeninanspruchnahme und Wiedernutzbarmachung. Maßstab 1:50 000, 2. Aufl., Leipzig
- Regionaler Planungsverband Westsachsen (Hrsg.) (1998b): Braunkohlenplanung in Westsachsen. Leipzig
- Satellitenbildkarte Raum Leipzig-Halle. Landnutzung und Landschaftsverbrauch in einem hochbelasteten Ballungsraum (Aufnahmestand: 1989). 1:100 000. M. Seger, Inst. f. Geographie der Universität Klagenfurt, Österreich, in Kooperation mit der Sektion für Angewandte Landschaftsökologie des UFZ Leipzig-Halle GmbH. Klagenfurt 1993

---

**Flußeinzugsgebietsmanagement und Sozioökonomie:  
Konfliktbewertung und Lösungsansätze**

---

Ergebnisse des Workshops  
vom 1. und 2. Juli 1999  
am UFZ-Umweltforschungszentrum  
Leipzig-Halle GmbH

Helga Horsch<sup>1</sup>, Frank Messner<sup>1</sup>, Sigrun Kabisch<sup>1</sup>, Michael Rode<sup>2</sup> (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

<sup>1</sup> Abteilung Ökologische Ökonomie und Umweltsoziologie

<sup>2</sup> Projektbereich Fluß- und Seenlandschaften