

GIS-gestützte Raumbewertung und Umweltbewertung in Bergbaulandschaften Mitteldeutschlands

Wolfgang Besch-Frotscher¹ und Holger Goj¹

Abstract

The lignite mining has extremely changed the environmental situation in the southern surroundings of Leipzig. Actually there exist a lot of questions and problems of cultivation, flooding and suitable development in the post-mining landscape. Methods of data processing and geographic information systems can decisive support the complex processes of regional and environmental researches. The paper describes the structure and the using of the so named „Informationssystem Sanierungsbergbau Westsachse/Nordthüringen“. In addition to this are given recommendations to develop an environmental monitoring system.

1. Braunkohlenbergbau im Südraum Leipzig

Der Braunkohlenbergbau im Südraum Leipzig kann auf eine Geschichte bis in das 17. Jahrhundert zurückblicken. Durch Tief- und Tagebaue wurde im Raum zwischen Leipzig-Borna-Altenburg-Meuselwitz-Groitzsch eine Fläche von mehr als 230 km² direkt bergbaulich in Anspruch genommen. Das entspricht mehr als einem Drittel des Territoriums. Vor allem im 20. Jahrhundert hat die bergbauliche Beeinflussung des Natur- und Wirtschaftsraumes regionale Dimensionen erreicht (Tabelle 1). Von besonders gravierender Bedeutung im Hinblick auf die naturräumlichen und landschaftsökologischen Bedingungen sind nachstehende Umweltveränderungen (Berkner 1998, Frotscher 1999):

- die großräumige Grundwasserabsenkung und Oberflächenentwässerung ganzer Einzugsgebiete bzw. Teile davon;
- die komplette Umgestaltung des Fließgewässersystems in den Abbaugebieten und in deren Umfeld durch Überbaggerung, Kappung und Trockenfallen von Vorflutern, - weitgehend technogen geprägter Ausbau von Verlegungsabschnitten (u.a. Pleiße, Weiße Elster) usw.;

¹ Consultinggesellschaft für Umwelt und Infrastruktur mbH, Eisenbahnstraße 10, D-06132 Halle/S., email: cui-raumplanung@t-online.de

- die vollständige Abtragung der Boden- und Vegetationsdecke sowie des Abraums über den förderwürdigen Kohleflözen bei teilweise selektiver Verkipplungs- und Ablagerungsstrategie;
- die Erzeugung eines generellen Massendefizits (Depression) durch den Abtransport der Rohbraunkohle sowie der Begleitrohstoffe (u.a. Sande, Kiese, Tone);
- die Schaffung neuer, technogener Oberflächenformen wie Kippen, Halden, Restlöcher, Bermen und Böschungssysteme, die in Abhängigkeit von der technologischen Entstehung nach Form, Größe und Zusammensetzung verschieden aufgebaut sind;
- das Auftreten großräumiger Oberflächenabsenkungen über Tiefbaugebieten, im Bereich oberflächennah entwässerter Grundwasserleiter und auf Kippen.

Tagebau/Tagebaukomplex (Auswahl)	Betriebszeitraum	Tagebau/Tagebaukomplex (Auswahl)	Betriebszeitraum
Espenhain ² (4001ha)	1937-1994	Gertrud I und II	1908-1916, 1917-1932
Böhlen/Zwenkau ² (2749ha)	1921-1999	Leonard I (Wuitz)	1909-1919
Witznitz I und II ² (1819ha)	1945-1986, 1945-1993	Leonard II (Sedan)	1918-1926
Schleenhain ² (2175ha)	seit 1950 in Betrieb	Heureka	1910-1919
Borna/Borna-Ost/Bockwitz ²	1901-1991	Rusendorf	1911-1940
Delitzsch-SW ² (1427ha)	bis 1993	Adelheid I und II	1911-1913, 1913-1928
Peres ² (1355ha)	1964-1991	Pahna	1915-1955
Haselbach ² (1088ha)	1957-1977	Neuglück (Rehmsdorf)	1920-1927
Domsen ² (675ha)		Fortschritt	1922-1933
Groitzscher Dreieck ² (560ha)	1975-1991	Augusta	1928-1946
Phönix-Nord ² (371ha)	1962-1968	Phönix-Falkenhain	1928-1942
Breitenfeld ² (360ha)	bis 1991	Gertrud III (Zechau)	1931-1959
Cospuden ² (306ha)	1980-1991	Petergrube	1931-1941
Neukirchen-Wyhra		Großzössen	1932-1943
Schäde I und II (Brossen)	1902-1934, 1931-1939	Marie II (Wintersdorf-Gröba)	1935-1950
Bismarck I	1905-1911	Leonard III (Zipsendorf-West)	1938-1952
Phönix-Mummsdorf	1905-1929	Phönix-Hemmendorf	1938-1952
Ramsdorf	1905-1963	Phönix-Ost	1940-1963
Kraft I und II (Deutzen)	1907-1941, 1912-1960	Thräna	1942-1962
Victoria/Dorau und Helene	1907-1939	Marie III (Ruppertsdorf)	1944-1957
Regis I bis IV	1907-1946	Zipsendorf-Süd	1948-1964
Marie I (Waltersdorf)	1910-1935	Blumroda	1948-1954

Tabelle 1
Zusammenstellung wesentlicher Tagebaue im Südraum Leipzig
Quelle: CUI 1993

² Sanierungstagebaue

Mit dem wirtschafts- und energiepolitisch bedingten Übergang vom dominierend aktiven Braunkohlenbergbau (Rohstoffgewinnung) zum Sanierungsbergbau in den zurückliegenden 90er Jahren des 20. Jahrhunderts – diese Entwicklung setzt sich noch bis etwa in die Mitte des 21. Jahrhunderts fort – sind vorrangig auch Fragen einer nachhaltigen Umweltgestaltung und Raumentwicklung zu klären.

Von den o.g. Folgen des Bergbaus und Wirkungen der Sanierungsmaßnahmen betroffen bzw. an der Entwicklung des Raumes beteiligt sind die Unternehmen, die Fachbehörden, die Kommunen und nicht zuletzt die Bürger. Es entsteht eine neue regionale Identität. Die Planung und Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft und die damit im Zusammenhang stehenden Aufgaben der Regionalentwicklung sind deshalb von gesamtgesellschaftlichem Interesse.

Wesentliche Voraussetzungen und Entscheidungshilfen können in diesem Gesamtprozess durch eine problemorientierte und zielführende Raumbewertung sowie Umweltbewertung geschaffen werden. Speziell in bergbaugeprägten Regionen – so auch im Südraum Leipzig – sind Raum- und Umweltinformationen die notwendige Basis des Handelns überhaupt. Erst das Wissen z.B. über Umweltzustände, Umweltgefahren oder Raumentwicklungspotentiale ermöglicht verantwortungsvolles Planen und Entscheiden.

2. Datenzusammenführung in komplexen Informationssystemen zur Raumbewertung

Durch die genannten Entwicklungen sind mehrere Teilsysteme – bestehend aus Sach- und Geometriedaten – entstanden, die jeweils spezifische Aufgaben erfüllen und nachfolgend kurz beschrieben werden.

Teilsystem „Handlungs- und Planungskataster“ (HPS)

Sowohl regional als auch tagesbaubezogen sind die wesentlichsten territorialen Auswirkungen des Braunkohlenbergbaus darstellbar. Einzelne oder im Komplex können die folgenden Sachebenen abgerufen werden: Betriebsgrenzen, Grund- und Oberflächenwasserendzustand nach der Flutung der Restlöcher, Altlasten, Tiefbaugelände, Kippen- und Haldenverbreitung, bebaute Gebiete, Bergbaufolgelandschaft, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, Liegenschaftsgrenzen. Dieses Teilsystem ermöglicht es, Konflikte und Potentiale für die zukünftige Nutzung von Flächen in der Bergbaufolgelandschaft aufzuzeigen.

Teilsystem „Mittelfristplanung“ (MP)

In diesem Teilsystem werden für die bestehenden Sanierungstagebaue die jährlichen Sanierungsmaßnahmen (u.a. Erdbaumaßnahmen, Meliorationsmaßnahmen, Bepflanzungs- und Pflegemaßnahmen, Flutungsmaßnahmen) bis zum geplanten Endzustand flächenkonkret dokumentiert.

Teilsystem Naturschutzfachliche Objekte in der Bergbaufolgelandschaft (Biotopkataster)

Im Rahmen von Forschungsprojekten und Ingenieuraufgaben ist ein Biotopkataster aufgebaut worden, welches eine flächendeckende Charakterisierung sowie Bewertung abiotischer und biotischer Grundpotentiale ermöglicht. Darüber hinaus existieren Datenbankstrukturen zur Aufnahme konkreter floristischer, faunistischer und Biotopdaten (Hildmann et al. 1997). Abbildung 1 stellt beispielsweise für das Restloch 13 (ehemaliger Tagebau Böhlen) im 3D-Modell die Abgrenzung in Physiotope (geomorphologische Bezugseinheiten) dar, denen in Datenbanken entsprechende Sachinformationen zugeordnet werden. Das Foto in der Abbildung 2 zeigt einen Blick in das unsanierte Restloch 13, welches auf Grund seiner jahrzehntelangen ungestörten Sukzessionsentwicklung sich zu einem naturschutzfachlich wertvollen Gebiet in der Bergbaufolgelandschaft des Südraumes Leipzig entwickelt hat.

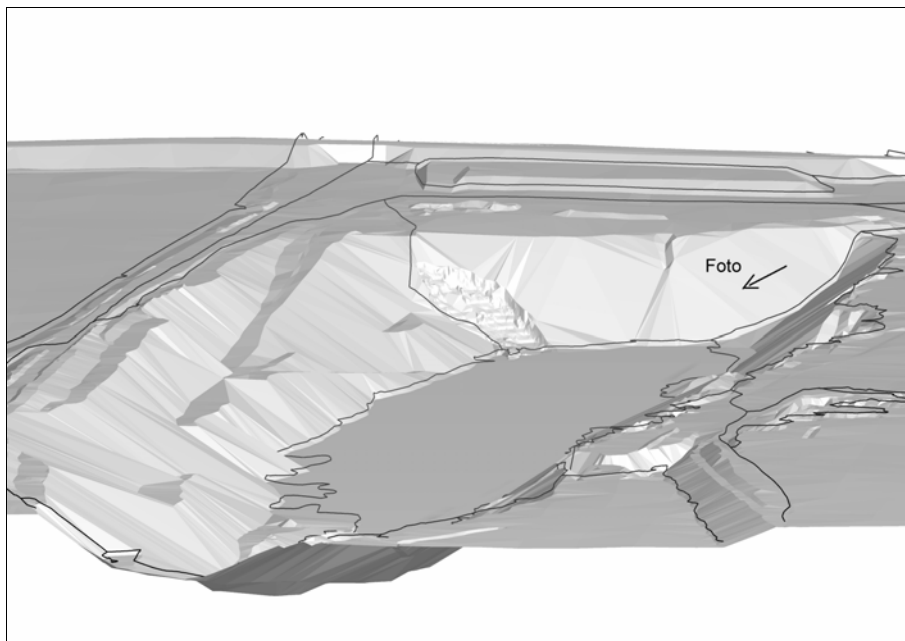


Abbildung 1
3D-Modell des Restloches 13 mit überlagerten Physiotopgrenzen



Abbildung 2

Blick in das Restloch 13 mit unsanierten Böschungssystemen und zahlreichen wertvollen Sukzessionsstrukturen (Wasserspiegel derzeit bei +100m NN, Endwasserspiegel nach Flutung bei ca. +117m NN)

Teilsystem Umweltverträglichkeit (UVU)

Dieses im Aufbau befindliche Teilsystem dient insbesondere der schutzgutbezogenen Analyse der Auswirkungen von bergbaulichen Sanierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit den raumordnerisch vorgeschriebenen Planfeststellungsverfahren bei der Flutung.

Die genannten Teilsysteme sind zunächst eigenständig entwickelt worden, sind im Sanierungsunternehmen (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, LMBV) installiert bzw. sind zur Installation vorgesehen und werden für sanierungsbergbauliche Planungen und Maßnahmen als wesentliche Informationsbasis genutzt. Sie nehmen dabei fachlich aufeinander Bezug und nutzen die gleiche Geodatenbasis. Um die Datenhaltung zu effektivieren, aber auch um komplexe Betrachtungen (teilsystemübergreifend) vornehmen zu können, werden die einzelnen „Bausteine“ in dem komplexen „Informationssystem Sanierungsbergbau Westsachsen/Nordthüringen“ (ISS) zusammengeführt. Das Grundschemata verdeutlicht Abbildung 3.

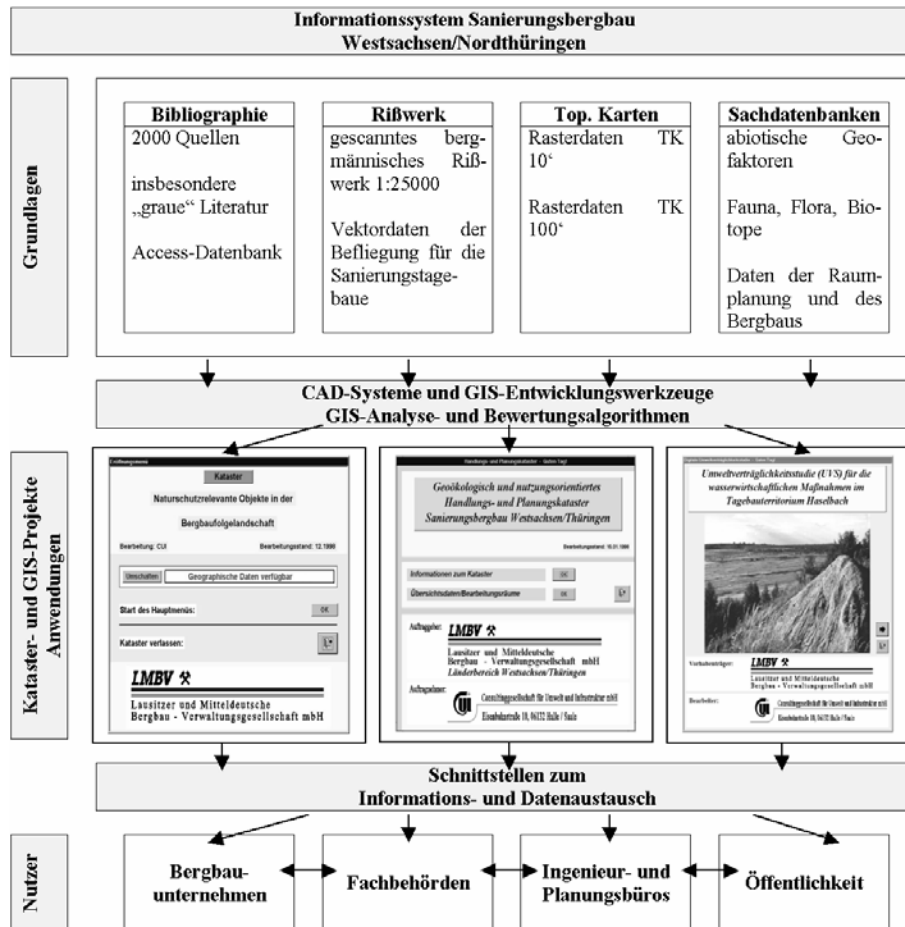


Abbildung 3

Teilsysteme und Struktur des Informationssystems Sanierungsbergbau Westsachsen/Nordthüringen

Entwickelt wurde das Informationssystem mit den Softwarekomponenten Microstation/Intergraph/Oracle, weil diese in den Unternehmen des aktiven und Sanierungsbergbaus verwendet werden. Dadurch ist die Kompatibilität zum gegenwärtigen Hauptnutzer sichergestellt. Entsprechende Schnittstellen zu anderen Systemen (z.B. Arc/Info in den verschiedenen Fachbehörden) sind entweder bereits vorhanden bzw. werden in Fortsetzung der Arbeiten bedarfsweise geschaffen. Nähere technische Angaben werden von Goj/Frotscher 1998 sowie Frotscher et al. 1999 gemacht.

3. Konzept eines integrierten Umweltmonitoringsystems (UMS)

Aus den Erfahrungen beim Aufbau und Einsatz des Informationssystems Sanierungsbergbau Westsachsen/Nordthüringen (ISS) heraus und in Kenntnis der betrieblichen sowie behördlichen Anforderungen an die Umweltbeobachtung wurde als nächster Schritt ein Umweltmonitoringsystem Bergbaufolgelandschaft (UMS) konzipiert (Abbildung 4). Dieses Konzept wird derzeit den Unternehmen, Regionalplanungs- und Umweltbehörden als Weiterentwicklung vorgestellt.

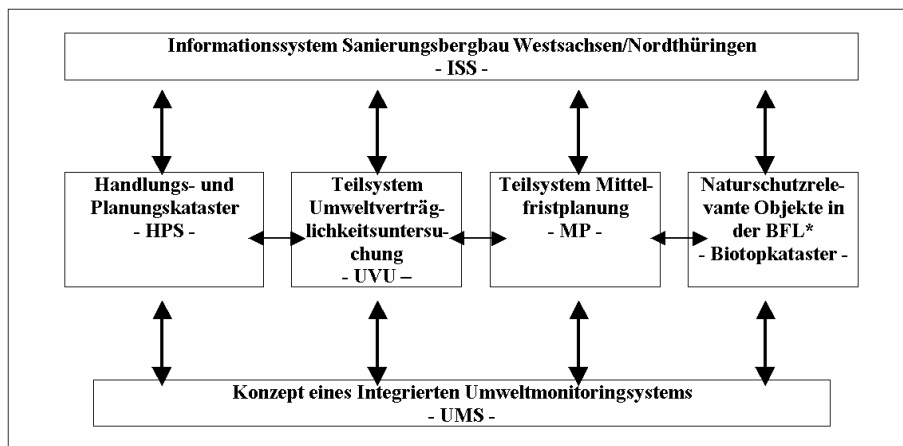


Abbildung 4

GIS-Struktur zum Aufbau eines Integrierten Umweltmonitoringsystems für die Bergbaufolgelandschaft im Südraum Leipzig

Umweltmonitoring stellt sich in diesem Zusammenhang das Ziel, die einzelnen Einflußfaktoren zu erfassen und zu beschreiben, sie in ihrem Wirkungsgefüge zu analysieren, die Umweltauswirkungen zu bewerten und die Entwicklungsvorgänge dabei zu berücksichtigen. Aus den laufenden Erkenntnissen des Umweltmonitorings sind maßnahmenbezogene Schlußfolgerungen für die unternehmerischen und behördlichen Aufgaben zur nachhaltigen Regionalentwicklung der Bergbaufolgelandschaft abzuleiten (Tabelle 2).

Interessen und Aufgaben der Umwelt- und Regionalbehörden sowie Fachämter	Interessen und Aufgaben der Sanierungs- und Bergbauunternehmen
<ul style="list-style-type: none"> - regionaler Gesamtüberblick über das Umweltsystem Bergbaufolgelandschaft - flächen- und standortkonkrete Dokumentation (Nachweis) von Umweltzuständen, Umweltkonflikten und Entwicklungspotentialen - Beobachtung und Bewertung von Umweltveränderungen - Zusammenführung von Regional- und Umweltdaten der Bergbaufolgelandschaft zu einem komplexen Datensystem mit Bedeutung z.B. für flächenbezogene Maßnahmen und Entscheidungen 	
Aufzeigen der regionalen, bergbaubedingten Umweltsituation, der geoökologischen Flächenkonflikte und –potentiale (Umwelt- und Regionalbehörden allgemein)	Unterstützung des Auslauf- und Sanierungsbergbaus sowie des aktiven Bergbaus in Planung und Umsetzung bei der Entwicklung und Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft
Ablauf und territoriale Auswirkungen der Flutung der Restlöcher sowie Vorflutbindung und –gestaltung (Wasserbehörden)	<ul style="list-style-type: none"> - komplexe Umweltanalysen und –bewertungen des bergbaulichen Eingriffs - Umweltverträglichkeitsuntersuchungen von Flutungsvorhaben - naturschutzfachliche Begleitung der Sanierung
Dokumentation und Nachweis von Sanierungs- und Rekultivierungsständen sowie der Flächenentwicklung (Bergbehörden, Regionalplanungsbehörden)	Qualifizierung der Liegenschaftsentwicklung <ul style="list-style-type: none"> - Schaffung von Voraussetzungen für eine nachhaltige Folgenutzung und Flächenverwertung - Durchführung von Freistellungsverfahren
Informationen zu Altlastenstandorten und zum Stand der Altlastensanierung (Abfallbehörden)	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung als Nachweis von Vollzugsaufgaben
Dokumentation und Nachweis naturschutzfachlich wertvoller Bereiche (Naturschutzbehörden)	Unterstützung des Liegenschaftsmanagements <ul style="list-style-type: none"> - Liegenschaftsdokumentation und –verwaltung - Flächenvermarktung - Entlassung aus Bergaufsicht
<ul style="list-style-type: none"> - öffentliches Interesse der Gemeinden und Zweckverbände (z.B. Wasserverbände, Tourismusverbände), die für die Erfüllung ihrer planungshoheitlichen Entwicklungsaufgaben und ihrer Vorhaben in der Bergbaufolgelandschaft auch Monitoringergebnisse benötigen 	

Tabelle 2

Unterstützung von behördlichen und unternehmerischen Aufgaben durch ein integrierendes Umweltmonitoringsystem (UMS)

Dabei wird deutlich, dass neben den jeweils betriebs- bzw. ämterspezifischen Aufgaben und Verantwortungen vor allem gemeinsame Interessen durch ein Umweltmonitoringsystem bedient werden können. Die Inhalte, die an ein derartiges Monitoringsystem zu stellen sind, ergeben sich insbesondere aus den fachlichen Anforder-

rungen. Dabei lassen sich die Umweltauswirkungen des Braunkohlenbergbaus in fünf Umweltbereiche zusammenfassen:

geotechnische Auswirkungen	geotechnisches Monitoring;
hydrologische Auswirkungen	hydrologisches Monitoring;
ökologische Auswirkungen	ökologisches Monitoring;
Auswirkungen infolge Altlasten	Altlastenmonitoring;
Auswirkungen auf die Flächennutzung	nutzungsbezogenes Monitoring.

In einer weiteren Unterteilung werden die entscheidenden Faktoren-Komplexe erfaßt, die bei der ganzheitlichen Untersuchung zu betrachten sind (Abbildung 5).

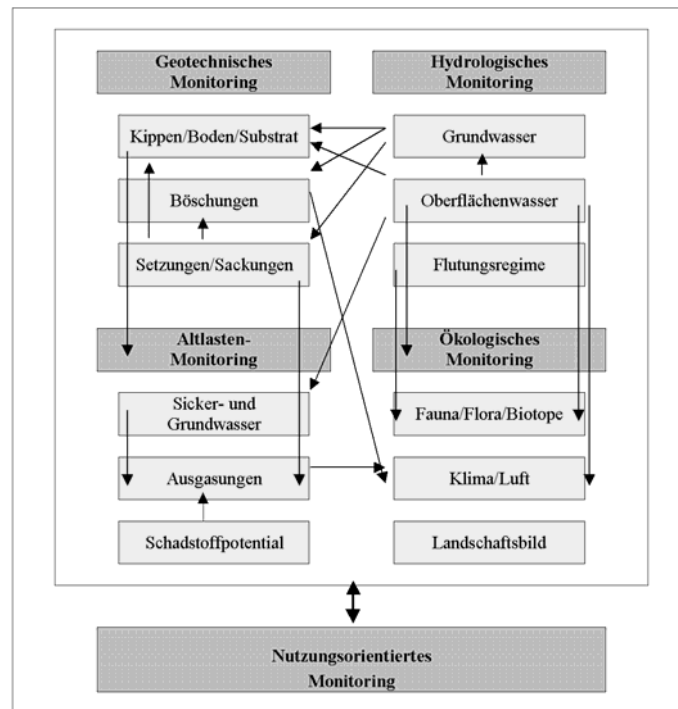


Abbildung 5
Umweltbereiche und Faktoren-Komplexe im UMS (schematisch)

Eine ganz entscheidende Aufgabe muß es sein, das Umweltmodell zu entwickeln – d.h., wie die Faktoren zueinander in Beziehung stehen – und dem Umweltmonitoring als fachliche Basis zugrundezulegen. Es wird die Vielfalt und Komplexität der Zusammenhänge deutlich, die mit einem ganzheitlich ausgerichteten Umweltmonitoringsystem betrachtet werden müssen. Zwischen den Einzelfaktoren, die insbesonde-

re durch Messwerte, Beschreibungen und Kartierungen belegt werden, besteht teilweise ein sehr enger Zusammenhang, der bei der Beurteilung von Maßnahmen erkannt und bewertet werden muß. Das Umweltmonitoringsystem ist für inhaltliche Ergänzungen und Veränderungen offen (Tabelle 3).

Umweltbereich	Faktoren-Komplex	Einzelfaktoren		
I. Geotechnik/ Geomechanik	I.1 Kippen/Boden/ Substrat	I.1.1 Verkippsungs- und Rekultivierungstechnologie		
		I.1.2 Substratzusammensetzung und Bodenparameter		
		I.1.3 Standfestigkeit		
	I.2 Böschungen	I.2.1 Böschungsparameter		
		I.2.2 Erosionsprozesse		
	I.3 Sackungen/ Setzungen	I.3.1 Sackungs-/Setzungsbeträge		
		I.3.2 Tiefbau-/Entwässerungsstrecken		
	II. Hydrologie	II.1 Grundwasser	II.1.1 Grundwassergüte	
			II.1.2 Grundwasserströmung	
II.1.3 Grundwasseranstieg				
II.2 Oberflächen- wasser		II.2.1 Einzugsgebiet/Vorflutsystem		
		II.2.2 Gewässergüte		
		II.2.3 Gewässermenge		
II.3 Flutungsregime		II.3.1 Flutungsablauf		
		II.3.2 Flutungsmenge		
		II.3.3 Wasseranstieg		
III. Altlasten	III.1 Sicker- und Grundwasser	III.1.1 Wassermengen		
		III.1.2 Strömungsverhältnisse		
		III.1.3 Güteparameter		
	III.2 Ausgasungen	III.2.1 Meßpunkte		
		III.3.1 Schadstoffinhalte (Messungen)		
	III.3 Schadstoffpo- tential	III.3.2 Gefährdungspotential und Wirkpfade		
		III.3.2 Gefährdungspotential und Wirkpfade		
	Nutzung und Geökologie	IV. Flächen- nutzung	IV.1 Sanierung (BFL)	IV.1.1 Grenzen der Sanierungsflächen
				IV.1.2 Gestaltungsplanungen
IV.2 Liegenschaften			IV.2.1 Flächengrenzen	
			IV.2.2 Eigentümer	
IV.3 Kommunal-/ Regi- onalplanung			IV.3.1 Flächengrenzen	
			IV.3.2 Nutzungs (Bestand)	
		IV.3.3 Nutzung (Planung)		
V. Land- schaft Natur- raum		V.1 Fauna/Flora/ Biotope	V.1.1 Biotop- und Artenausstattung	
			V.1.2 Naturschutzfachliche Bewertung	
		V.2 Klima/Luft	V.2.1 Lokal- und Mikroklimagebiete	
			V.2.2 Klimaparameter	
		V.3 Landschaftsbild	V.3.1 Landschaftselemente/Strukturen	
			V.3.2 Geomorphologie	
			V.3.3 Landschaftsbildbewertung	
		V.4 Boden	V.4.1 Bodenarten	
			V.4.2 Zustand und Beeinflussung	
		V.5 Wasser	V.5.1 Gewässerverteilung/Wasserhaushalt	
			V.5.2 Zustand und Beeinflussung	
	V.6 Kultur- und Sachgüter	V.6.1 Verbreitung der Kultur- und Sachgüter		
V.6.2 Zustand und Beeinflussung				

Tabelle 3

Entscheidungserhebliche Einzelfaktoren in einem Umweltmonitoringsystem Bergbaufolgelandschaft (Vorschlag)

4. Anwendungsaspekte und Umsetzungsprobleme

Die Konzeption des beschriebenen Informationssystems Sanierungsbergbau Westsachsen/Nordthüringen, der schrittweise Aufbau und die Nutzung von Teilsystemen vollziehen sich in einem inzwischen 5jährigen und nicht problemfreien Prozess. In die Entwicklung und die praktische Einführung der Teilsysteme ist ein vielfältiges unternehmerisches, fachbehördliches und wissenschaftliches Know-how geflossen. Nachfolgend sollen einige wesentliche Erfahrungen beim Einsatz und bei der Nutzung der Systeme, bei der Datenbereitstellung sowie –pflege als auch zur Akzeptanz stichpunktartig genannt werden.

1. Das Informationssystem Sanierungsbergbau Westsachsen/Nordthüringen ist in der LMBV installiert. Es wird operativ als Informationsquelle genutzt und z.B. bei der naturschutzfachlichen Begleitung von Sanierungsmaßnahmen fortgeschrieben. Aktuelle Reißwerkdaten stehen automatisch (über Netzwerk) zur Verfügung. Die Verknüpfung bzw. Anbindung an weitere unternehmerische bzw. behördliche Datenbanken (z.B. Altlasten, Liegenschaften, Kippböden) ist prinzipiell möglich. Gegenwärtig werden allerdings die komplexen GIS-Funktionalitäten noch zu wenig angewendet. Es ist ein neuer Arbeitsplatztyp entstanden, worauf die Arbeitgeber u.a. im Rahmen von Aus- und Weiterbildung sowie ggf. durch Neueinstellungen reagieren sollten.
2. Auf Grund der spezifischen Umweltproblematik im Braunkohlenbergbau kann nicht auf eine Standardsoftware zurückgegriffen werden. So erfordern auch zukünftige Entwicklungen für die Schaffung eines Integrierenden Umweltmonitoringsystems weitere konzeptionelle und finanzielle Aufwendungen. Dazu ist Überzeugungsarbeit nötig, da sowohl in den Bergbauunternehmen als auch in den Fachbehörden die Tagesaufgaben im Vordergrund stehen und die Effekte eines Monitorings sicherlich erst mittelfristig wirksam werden.
3. Digitale Daten stehen inzwischen für fast alle zu betrachtenden Umweltbereiche in großer Menge zur Verfügung. Nach wie vor besteht jedoch ein erheblicher Bedarf an der Organisation eines effektiven Datenmanagements. Dieses umfasst u.a. solche Aufgaben wie die zentrale Datenhaltung, Datenfortschreibung und Datenpflege, den Datenabgleich sowie die Datenhomogenisierung zwischen den verschiedenen System (Quellen), die gemeinsame Festlegung von Regeln zum Datenschutz bzw. Datenzugriff aber auch weitere Programmierarbeiten (u.a. Schnittstellen, neue Datenbanken, GIS-Funktionalitäten). Die Einsicht in die damit verbundenen Notwendigkeit der Schaffung von Arbeitsplätzen (für Datenservice, Systempflege, GIS-Dienstleistungen) ist angesichts der knappen Kassen derzeit schwer vermittelbar.
4. Umweltmonitoring in den Bergbaufolgelandschaften kann nur dann erfolgreich durchgeführt werden, wenn die entscheidenden Einflussfaktoren im Komplex und in ihren jeweiligen Wechselwirkungen betrachtet werden. Dem stehen die

überwiegend sektoral arbeitenden Betriebs- und Behördenstrukturen gegenüber. Neue, fachübergreifende und die verschiedensten Einrichtungen zusammenführende Organisationsstrukturen mit entsprechender Verantwortung und Entscheidungskompetenz sind anzustreben (z.B. über Rahmenvereinbarungen). Die zentrale Rolle kommt dabei den Umwelt- und/oder Regionalbehörden zu.

5. Von der Entwicklung der Bergbaufolgelandschaft ist eine breite Fachwelt und natürlich die Öffentlichkeit betroffen. Es bestehen noch erhebliche Reserven, die Möglichkeiten der GIS-Technologien für den Verständigungsprozess zwischen den Beteiligten und Betroffenen besser zu gestalten (z.B. Netzwerke, Internet-Lösungen, Multimediatechniken).
6. Umwelt- und GIS-Arbeit ist Teamarbeit. Ohne das integrierende Wissen der verschiedenen Fachbereiche – vor allem Bergbau, Informatik, Geologie, Geographie, Biologie, Hydrologie, Raumordnung – kann das Umweltmonitoringsystem nicht entwickelt und aufgebaut werden. Entsprechende interdisziplinäre Arbeitsgruppen sind zu schaffen.

5. Ausblick

Die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit von umfassenden Raum- sowie Umweltbeobachtungen in den sich nach wie vor sehr dynamisch entwickelnden Folgelandschaften des Braunkohlenbergbaus ist allgemein anerkannt. Bestehende Datenbank- und GIS-Systeme liefern bereits wesentliche Entscheidungsgrundlagen (Daten, Modelle, Prognosen) für die weitere Gestaltung dieser Räume. Zukünftig sind insbesondere in Regie der verantwortlichen Behörden (Raumplanungs- und Umweltbehörden) Anstrengungen erforderlich, die bestehenden fachlichen und informationstechnischen Potentiale im Interesse eines effektiven und ganzheitlichen Umweltmonitorings zusammenzuführen und weiterzuentwickeln. Diese Aufgabe trägt mittel- bis langfristigen Charakter und kann ohne organisatorische sowie finanzielle Unterstützung nicht realisiert werden.

6. Literatur

- Berkner, A. (1998): Naturraum und ausgewählte Geofaktoren im Mitteldeutschen Förderraum - Ausgangszustand, bergbaubedingte Veränderungen, Zielvorstellungen, in: W. Pflug (Hrsg.): Braunkohlenbergbau und Rekultivierung: Landschaftsökologie - Folgenutzung - Naturschutz, S. 767-779.
- CUI (1993): Zuarbeit zum Regionalen Rahmenbetriebsplan Südraum Leipzig - Teilthema Landschaft -, Halle.
- Frotscher, W. (1999): Großmaßstäbige Landschaftsgliederung von Braunkohlentagebauen für geökologische und naturschutzfachliche Untersuchungen in Mitteldeutschland - Me-

- thodik und Anwendungsbeispiele -, in: Hallesches Jahrb. Geowiss., R.A, Bd. 21, S. 115-131.
- Frotscher, W., Knahl, G., Tienz, B.-S. und Wille, M. (1999): Informationssystem zur Lösung ökologischer und regionalplanerischer Aufgaben in der Bergbaufolgelandschaft, in: Freiburger Forschungshefte, D 205 Wirtschaftswissenschaften, S. 251-268.
- Goj, H. und Frotscher, W. (1998): Aufgaben, Struktur und Ziele des Einsatzes eines GIS in den Braunkohlenlandschaften Mitteldeutschlands, in: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 1998 - Sonderheft 1, S. 5-24.
- Hildmann, E., Knahl, G., Goj, H., Frotscher, W. (1997): Aufbau eines Biotopkatasters für die Bergbaufolgelandschaft - Inhalte, Ziele und Möglichkeiten des Einsatzes -, in: Braunkohle, 49, S. 387-394.