

FLÄCHENRECYCLING - integrierte Flächennutzung ehemaliger Bergbau-Standorte

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Herbert Klapperich
Institut für Geotechnik der TU Bergakademie Freiberg & CiF e. V., Freiberg - Berlin -
Aachen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Drebenstedt
Institut für Bergbau und Spezialtiefbau der TU Bergakademie Freiberg

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil. Claudia Werner
FG Raumbezogene Informationsverarbeitung und Modellbildung (RIM) der TU Dortmund &
CiF e. V.

EINBETTUNG

Seit einigen Jahren unterstützen wir - dem Themenkomplex gerecht werdend - mit interdisziplinären Beiträgen die Rubrik "Flächenrecycling/Brownfields" im Glückauf seitens der TU Bergakademie Freiberg sowie des CiF e. V.

Die Befassung mit der Entwicklung von Brachen zur Wiedernutzung im "Standort/Immobilien-Kreislauf" ist eine Fortsetzungsgeschichte mit stetiger Wechselwirkung in der fachtechnischen Bearbeitung und vor allem in der politischen und wirtschaftlichen Herausforderung zur Gestaltung ganzer Regionen.

Das Zusammenspiel von Eigner, Planer, Investor plus Finanzierung im Kontext "Nutzungsstrategien" stellt die zielführende Basis eines Projektes dar.

Bergbaufolgelandschaften und deren bergrechtliche Sanierung, Sicherung und Gestaltung vollzieht sich gemäß Bundesberggesetz (BBergG) zunächst zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung auf den stillgelegten Anlagen und Flächen sowie zur ordnungsgemäßen Gestaltung unter Beachtung des öffentlichen Rechts.

Hierzu gehören im Sanierungsbergbau die Basisaufgaben:

- Erstellen von Abschlussbetriebsplänen
- Betreiben des Sanierungsbergbaus des bergrechtlich Verantwortlichen mit Planung, Ausschreibung, Vergabe und Abnahme der Sanierungsarbeiten mit dem Ziel der Beendigung der Bergaufsicht
- Schaffung der Voraussetzungen zur Herstellung eines ausgeglichenen, sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts
- Mitwirkung bei der Wiedereingliederung der Bergbauflächen in eine regionale Entwicklung
- Verwertung der sanierten Liegenschaften - Industrie, Gewerbe, Naturräume, Freizeit und Tourismus (z. B. Seenlandschaften).

Der interdisziplinäre Ansatz der Problem-Erfassung und Bearbeitung spiegelt sich in den Beiträgen im Rückblick dieser Rubrik wie auch der aktuellen Literatur zu Forschung und Praxis. Technik, Ökologie, Ökonomie und Recht sind die Strukturelemente bei der Rückführung der Brache in den Wirtschaftskreislauf - mit Planungsrahmen und Umsetzungsstrategien.

Der vorliegende Beitrag fokussiert auf die Rahmengrößen und die Rekultivierung im ostdeutschen Braunkohletagebau sowie auf klimatische und soziale Funktionen bei der Mobilisierung von Brachflächenpotentialen.

REKULTIVIERUNG

Die Aufgaben der Rekultivierung - bergmännisch - geotechnisch - biologisch, mit dem Fokus der Wiedernutzbarmachung gemäß Bundesberggesetz, orientieren sich an regional spezifischen Voraussetzungen.

Bergbautechnik

Begünstigt durch die relativ oberflächennahen Ablagerungsverhältnisse der Kohle und lockerer Deckgebirgsschichten ist mit der Entwicklung der Bergbautechnik seit Beginn des 20. Jahrhunderts der Tagebau die bestimmende Abbaumethode der Braunkohle. Abhängig vom Lagerstättentyp ergeben sich Unterschiede in den Abbauverfahren.

Auf der Grundlage der Ablagerungsverhältnisse bieten sich drei wesentliche Abbauverfahren im Tagebau an (Abb. 1 a - c):

- Abraumförderbrücken oder Direktversturzkombinationen für großflächige, weitestgehend ungestörte Lagerstätten (epirogenetischer Typ) mit in der Regel einem Flöz mittlerer Mächtigkeit und einem hohen Anteil nichtkohäsiver Lockersedimente (Abb. 1 a)
- Schaufelradbagger-Bandbetrieb für Mehrflözlagerstätten und Lagerstätten mit komplizierteren Ablagerungsverhältnissen und einem hohen bindigen Anteil bzw. verfestigten Sedimenten im Abraum (halotektonischer und tektonischer Typ) sowie hohen Leistungsanforderungen (Abb. 1 b)
- "shovel & truck" (Abb. 1 c) für kleine Lagerstätten und extrem gestörte Lagerungsverhältnisse, die einen kontinuierlichen Massenstrom nicht zulassen (z. B. tektonischer Typ)

Der weltweite Abbau der Braunkohle erlebte in Deutschland seit Mitte des 19. Jahrhunderts seine stärkste Entwicklung und erhielt einen nachhaltigen Schub durch die Einführung der kontinuierlichen Tagebautechnik (1885 Eimerkettenbagger, 1897 Direktversturzkombination, 1916 Schaufelradbagger und 1924 Abraumförderbrücke).



Abb. 1: Abbausysteme im Tagebau

Ab den 70-er Jahren des 20. Jahrhunderts löste der Bandbetrieb zunehmend den Zugbetrieb als Fördertechnologie ab. Diese Technologie ist bis heute dominierend für den Braunkohlenbergbau.

Eine besonders effektive Form des Abraumtransports und der Abraumverkipfung erfolgt auf kürzestem Weg, über den offenen Tagebau hinweg, im Direktversturz. Dazu wurden Abraumförderbrücken entwickelt, die zunächst eine relativ weite Verbreitung erhielten, heute aber nur noch unter den speziellen Bedingungen des Lausitzer Reviers eingesetzt werden. Die größten Abraumförderbrücken vom Typ F60 nehmen den Abraum von in der Regel drei Eimerkettenbaggern auf, die eine Gesamtabtragsmächtigkeit von gut 60 m erreichen können.

Weitere Typenförderbrücken für 34 m (gesteigert bis 42 m) und 45 m (gesteigert bis 54 m) Abtrag wurden in den Mitteldeutschen und Lausitzer Braunkohlenrevieren nach 1945 eingesetzt. Bis dahin waren die Förderbrücken Sonderkonstruktionen, angepasst an die Lagerstätte.

Die über die Abtragsmächtigkeit der Förderbrücke hinaus gehenden Abraummächtigkeiten werden in der Regel im Schaufelradbagger-Bandbetrieb abgetragen.

Der Einsatz mobiler Technik, der "shovel & truck" Betrieb, besetzt ebenfalls eine Nische neben den Großtagebauen, wird aber auch lokal mit der Schaufelradbagger-Band-Technologie kombiniert, z.B. bei der Ausbaggerung tiefer Mulden im Mitteldeutschen Revier. Für eine hochselektive Gewinnung werden auch Surface Miner in Verbindung mit SLKW eingesetzt.

Der historische Einsatz der Technik zur Abraumbeseitigung bestimmt wesentliche Aufgaben der späteren Sanierung und Rekultivierung, da er Einfluss auf die Möglichkeiten der selektiven Gewinnung und Verkippung geeigneter Bodensubstrate sowie die Reliefgestaltung und die hydrologischen und hydrogeochemischen Prozesse ausübt (Tabelle 1).

Technologische Komplexe			Bewertung aus Sicht der Wiedernutzbarmachung			
Gewinnung	Transport	Verkippung	Selektive		Massen- Disposition	Relief- Gestaltung
			Gewinnung	Verkippung		
Schaufelradbagger	Förderbrücke		+	0	-	0
	Absetzer		+	0	0	0
	Band/Zug	Absetzer	+	+	+	+
	Zug	Pflugkippe	+	+	+	0
	Zug	Spülkippe	+	-	0	-
Eimerkettenbagger	Förderbrücke		0	0	-	0
	Band/Zug	Absetzer	0	+	+	+
	Zug	Pflugkippe	0	+	+	0
	Zug	Spülkippe	0	-	0	-
Eingefäßbagger	Zug	Pflugkippe	+	+	+	0
	Lastkraftwagen		+	+	+	+

Tabelle 1. Bewertung technologischer Komplexe aus Sicht der Wiedernutzbarmachung

Im Tagebau bedeutet die Landinanspruchnahme den offensichtlichsten und gravierendsten Eingriff, gehen doch im Bereich der Abgrabung, Aufschüttung oder Tagebaurandbebauung vorherige Nutzungen zunächst vollständig verloren.

Aufgaben der Rekultivierung

In der europäischen Praxis hat sich eine Einteilung in bergmännische und biologische Rekultivierung bewährt. Beide Schritte sind für die Rekultivierung im Sinne der Gestaltung einer neuen Kulturlandschaft nach dem Bergbau notwendig. Hierbei erfolgt die bergmännische Rekultivierung entsprechend der Aufgaben der Wiedernutzbarmachung zur ordnungsgemäßen Gestaltung der Oberfläche gemäß Bundesberggesetz (BBergG). Hierfür ist der Bergbautreibende zuständig, wodurch er auf die er im Rahmen des Bergbaubetriebes unter Berücksichtigung der Nutzungsziele Einfluss nehmen kann, z. B. durch:

- Schüttung geeigneter Substrate an die Oberfläche
- Verbesserung der Kippsubstrate, soweit sie Mängel aufweisen
- stand- und erosionssichere Reliefausformung
- Gewährleistung der Oberflächenentwässerung
- Erschließung der Oberfläche mit einem Wegesystem.

Die Aufgabe des Bergbaus endet fachlich, wenn er den Nachweis erbringt, dass die festgelegten Voraussetzungen für die geplante Folgenutzung erfüllt sind. Nun ist es Sache anderer Fachleute, z. B. der Landwirtschaft oder der Forst, die Flächen in Kultur zu bringen, zu pflegen und zu bewirtschaften. In diesem Sinne ist das Vorgehen in allen europäischen Braunkohlenländern gleich. Unterschiede gibt es bei der praktischen Handhabung dieser inhaltlichen Trennung sogar innerhalb Deutschlands. Einige Bergbauunternehmen bewirtschaften land- und forstwirtschaftliche Flächen vor einer Übergabe an Dritte mit eigenen Fachleuten zunächst selbst, andere lassen dies durch Dritte erledigen. Auch die Übergabe der Flächen unmittelbar nach der bergmännischen Rekultivierung an einen Dritten zur Weiterbewirtschaftung ist Praxis. Die Fallentscheidung hängt von den handelnden Partnern und den behördlichen Regelungen ab. Für die biologischen Aufgaben z. B. ist das Bergamt eigentlich nicht zuständige Behörde obwohl in der deutschen Praxis die Bergaufsicht oftmals, z. B. in der Forstwirtschaft, erst mit dem Nachweis einer gesicherten Kultur endet.

Die Qualität der Rekultivierung kann in allen mittel- und osteuropäischen Braunkohlenrevieren als hoch eingeschätzt werden. Maßnahmen, z. B.

- Einschätzung des Kulturwertes der Deckgebirgsschichten zur Berücksichtigung bei technologischen Vorgaben der Gewinnung und Verkipfung
- Bodenkundliche Gutachten der Kippen zur Ableitung von Meliorationsmaßnahmen und deren Bemessung
- Fruchtfolgegestaltung zur Humusanreicherung auf landwirtschaftlichen Flächen

werden weitestgehend einheitlich unter Berücksichtigung der standortspezifischen Bedingungen durchgeführt.

Reliefausformung

Die Abraumverteilung ist differenziert nach den konkreten Ablagerungsverhältnissen und in Revieren tagebauübergreifend entsprechend den Nutzungszielen langfristig zu planen.

Zum Aufschluss einer Lagerstätte muss der anfallende Abraum zunächst auf Gelände geschüttet werden. Abhängig von der Tiefenlage des Flözes und des Platzbedarfes kann es notwendig sein, mehrere zehn Millionen m³ Abraum in Außenkippen (Halden) unter zu bringen. Alternativ kann dies auch in einem benachbarten Tagebau als Innenkippe geschehen. Sind z. B. mehrere Flöze aufzuschließen, werden mächtige Flöze abgebaut oder lassen die geotechnischen Bedingungen, insbesondere das Einfallen und die Materialeigenschaften, den Aufbau einer Innenkippe nicht zu, vergrößert sich der Anteil der Außenverkipfung entsprechend. Haldenkomplexe mit mehreren hundert Millionen m³ Inhalt sind die Folge. Es kann ein großer und tiefer Restraum neben hohen Halden entstehen. Dies ist z. B. für tektonische oder tektonisch überprägte Lagerstätten typisch.

Für epirogenetische Lagerstätten, die den Einsatz von Direktversturztechnologien, z. B. Abraumförderbrücken, ermöglichen, erfolgt zwangsweise eine Innenverkipfung, die jedoch im Regelfall zunächst auf Grund der fehlenden Kohlenmächtigkeit eine Höhenlage unterhalb des ursprünglichen Geländeniveaus und Grundwasserspiegels einnimmt, so dass die Herstellung von nutzbarer Innenkippenfläche nur möglich ist, wenn eine weitere Kippe über der Direktversturzkippe angelegt wird. Dies ist Regeltechnologie und erfolgt durch eine Absetzerkippe aus einem Vorschnitt. Trotzdem entsteht ein Massendefizit, das nicht aus dem eigenen Tagebau ausgeglichen werden kann. Es entsteht ein Restraum, der sich mit Wasser füllt oder ge-

füllt wird. Durch Zufuhr von Abraum aus anderen Tagebauen oder von bergbaufremdem Material, z. B. Aushub- oder Abbruchmaterial, kann der Restraum verringert oder vermieden werden. Auch die Rückverfüllung von Material der eigenen Außenhalden oder von Kraftwerksasche, kann das Massendefizit verringern.

Kippsubstrate

Die Deckgebirgsschichten bestehen in den Braunkohlenlagerstätten Mittel- und Osteuropas überwiegend aus Lockersedimenten der Entstehungszeit der Lagerstätten, dem Tertiär, und der späteren Überlagerungen aus dem jüngeren Quartär. Entsprechend der Entstehungsbedingungen ist die Deckgebirgsszusammensetzung grundsätzlich differenziert:

- die paralischen Lagerstätten der Norddeutsch-polnischen Senke weisen in der Regel größere Abraummächtigkeiten mit einem höheren Anteil an rolligem, sandig-kiesigem Material auf, nicht zuletzt, da die norddeutschen Lagerstätten durch die quartären Eiszeiten erreicht wurden, die in Urstromtälern mächtige Ablagerungen von rolligen Lockersedimenten hinterließen bzw. in Endmoränen mit einem höheren Anteil bindigen Sedimente (Tone, Schluffe) in Wechsellagerung
- die terrestrischen, tektonischen Lagerstätten weisen meist geringere quartäre Überdeckungen auf und die mächtigen tertiären Sedimente, in die die Kohleflöze eingebettet sind, sind überwiegend schluffig-tonig bei schwankenden Mächtigkeiten

Für alle Reviere gilt, dass die tertiären Sedimente auf Grund ihrer ungünstigen chemischen und teilweise physikalischen Eigenschaften für die Kippenabschlusschüttung und Inkulturnahme schlecht geeignet sind und zusätzliche bodenverbessernde, meliorative Maßnahmen bedingen. Dafür wurden substratabhängige Verfahren in den Revieren entwickelt und praktiziert.

Als potentiell fruchtbar werden die quartären Sedimente, bevorzugt mit hohem Schluffanteil, angesehen, da kiesige und tonige Böden einen geringeren Kulturwert aufweisen. Diese Sedimente werden in allen Revieren, soweit in ausreichendem Maße vorhanden, zur Kippenabschlusschüttung in ausreichender (mindestens 2 m) Mächtigkeit aufgebracht.

Sind die quartären Sedimente geringmächtig und sehr fruchtbar, z.B. Schwarzerden, werden diese in einigen Revieren, z. B. Maritza-Ost in Bulgarien oder der Ukraine, selektiv gewonnen und nach Zwischenlagerung auf die Kippe wieder geringmächtig (0,6 m) über potentiell fruchtbaren Sedimenten zur landwirtschaftlichen Nutzung aufgetragen. Hier besteht ein Unterschied, z. B. zur deutschen Praxis, wo die Mutterbodenwirtschaft als nicht wirtschaftlich angesehen wird, da sich gleiche Erträge auch auf quartären Sedimenten erzielen lassen, die sich effektiv im Regelbetrieb, seltener im Sonderbetrieb, gewinnen lassen.

Nutzungen

Bereits dem ersten sächsischen Erlass zur Rekultivierung von Braunkohlengruben im Mitteldeutschen Revier in der Mitte des 18. Jahrhunderts lag die Motivation zu Grunde, nach dem Auskohlen wieder Flächen für die Landwirtschaft als wichtigen Erwerbszweig zurück zu gewinnen. Die komplizierten Standortverhältnisse auf Kippen ließen in den anderen deutschen Revieren zunächst nur die forstliche Rekultivierung zu, deren systematischen Anfänge ca. 100 Jahre zurück reichen. Die planmäßige Rekultivierung begann mit der Schaffung wissenschaftlicher und gesetzlicher Grundlagen in den 60-er Jahren des 20. Jahrhunderts. Im Vordergrund

stand die Etablierung leistungsfähiger land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen, in den 70-er Jahren ergänzt durch Gestaltung von Restseen zur Erholungsnutzung in den frühen Tagebauen. Zu diesem Zeitpunkt fehlten vergleichbare Erfahrungen in den anderen Mittel- und Osteuropäischen Ländern, da die Tagebaue sich noch in der Entwicklung befanden und kaum Flächen für eine Rekultivierung vorhanden waren. Zudem bedingen die tektonischen Lagerstätten Außenkippen, die teilweise über Jahrzehnte betrieben werden und eine vollständige Rekultivierung erst spät ermöglichen.

Auf Grund der naturräumlichen Bedingungen sind die Braunkohlenreviere Mittel- und Osteuropas ursprünglich Standort von Laubmischwäldern. Bei komplizierten Substratverhältnissen haben sie sich anspruchslose Baumarten als Pioniere auf Kippen durchgesetzt. Da auf Außenkippen zudem ackerbaulich ungünstige Böschungsneigungen vorherrschen, dominieren hier Forste das Bild der Rekultivierung, die auf den Plateaus bei entsprechendem Substratangebot durch landwirtschaftliche Flächen ergänzt werden. Eine Möglichkeit der Nutzung durch Erholungsuchende ist in der Regel durch eine entsprechende Ausgestaltung möglich. Speziell in der Tschechischen Republik verdienen die Nutzungen von Halden um Most als Aerodrom, Autodrom oder Hippodrom besondere Erwähnung. Die Kippen sind so nicht nur bewaldete Geländeerhebungen, die zum Wandern einladen, sondern eröffnen einer Region neue Entwicklungsmöglichkeiten und ein ansprechendes Lebensumfeld, das zugleich Akzeptanz schafft.

Sind ausreichend fruchtbare Substrate vorhanden und können großflächig plane Kippen geschüttet werden, lassen die naturräumlichen Bedingungen des Betrachtungsgebietes in der Regel eine landwirtschaftliche Nutzung zu. Großflächige plane Kippen sind für Innenkippen der epirogenetischen oder halotektonischen und weniger für tektonische Lagerstätten typisch. Beispielhaft sind die Innenkippen des Rheinischen und Mitteldeutschen Reviers sowie in Ungarn zu nennen. Im Rheinischen Revier wurden dabei frühe Tagebaue tektonischen Ursprungs durch Massen aus anderen Tagebauen verfüllt.

Während in Deutschland bereits zahlreiche Resträume in Alttagebauen, die nicht verfüllt werden konnten, als Gewässer genutzt werden, steht dies in vielen Revieren erst bevor. Die Nutzung als Gewässer setzt entsprechende hydrologische Gegebenheiten voraus.

Aspekte des Naturschutzes bei der Rekultivierung gehen zunächst auf die Natur selbst zurück, die sich der extremen Standorte schnell annimmt und zur Ansiedlung seltener Arten führt. Solche, mehr zufällig entstandenen Sonderstandorte werden nicht selten in vielen Revieren unter Schutz gestellt. Naturschutz als bewusste Aufgabe der Rekultivierung gewinnt erst in den 90-er Jahren des 20. Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung. Gründe sind zum einen auf schwierigen Standorten schwer zu realisierende wettbewerbsfähige Nutzungen, so dass die Flächennachfrage zurück geht, und zum anderen das zunehmende Bewusstsein der Menschen auch in wirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten Raum für Artenvielfalt und damit Lebensqualität zu schaffen. Da der Bergbautreibende aber auch diese Flächen letzten Endes aus seiner Verantwortung geben will, müssen sich geeignete Träger finden.

Zusammenfassung

Geologisch lassen sich die Mittel- und Osteuropäischen Lagerstätten in zwei Gruppen unterteilen, zum einen in die paralischen Lagerstätten der Norddeutsch-polnischen Senke, deren Entstehung epirogenetische oder salttektonische Absenkungen verursachten und zum anderen in die terrestrischen Lagerstätten, die durch tektonische Absenkungen während der alpinen

Gebirgsbildung im Tertiär entstanden. Die verhältnismäßig großflächigen und einfachen Lagerungsverhältnisse der epirogenetischen Einflözlagerstätten mit einem höheren rolligen Abraumanteil, lassen den Einsatz von Abraumförderbrücken, einen schnellen Übergang zur Innenverkippung und die Schüttung quartärer Substrate im Regelbetrieb an die Kippenoberfläche zu. Die dominierende Gewinnungstechnologie in den großen Tagebauen ist aber der Schaufelradbagger-Bandbetrieb, der auch in den überwiegend tektonischen Lagerstätten Mittel- und Osteuropas bei hohen Leistungsanforderungen unter komplizierten Ablagerungsverhältnisse, in Mehrflözlagerstätten und bei hohem bindigen Abraumanteil effektiv einsetzbar ist. Für die tektonischen Lagerstätten sind große Außenkippen und der späte Übergang zur Innenverkippung typisch. Fruchtbare Böden werden teilweise im Sonderbetrieb aufgenommen und wieder aufgetragen. In kleineren Lagerstätten tektonischen Ursprungs oder ergänzend kommt auch mobile Technik zum Einsatz.

Unter den vorgenannten Voraussetzungen ist Wald die vorrangige Nutzungsform der rekultivierten Flächen der Braunkohlentagebaue Mittel- und Osteuropas. Unter besonders günstigen Bedingungen ist auch Landwirtschaft möglich. Für den Erholungssuchenden werden Angebote auf den Flächen integriert. Große Gewässer in ehemaligen Tagebauresträumen sind bisher vor allem in Deutschland realisiert, ebenso die Beachtung spezieller Anforderungen des Naturschutzes.

URBANE GRÜNFLÄCHENENTWICKLUNG - STADTWALD AUF BRACHEN

- Klimarelevanz, Grüngürtel, Urbanität -

Im Beitrag von Freytag, Pulz, Neumann "Braunkohlentagebau Cottbus-Nord - Kompensationsmaßnahmen außerhalb der Bergbaufolgelandschaft (Glückauf 143, 2007) wird das Verhältnis von Bergbau und dem Naturschutz aufgegriffen:

- Wiedernutzbarmachung mit Blick auf nationales und europäisches Naturschutzrecht
- Beeinträchtigung eines FFH-Gebiets mit Ausgleich, bereits vor der Wiedernutzbarmachung außerhalb der Bergbaufolgelandschaft, zur Aufwertung des Naturhaushalts
- Renaturierung eines Abschnitts der Spree.

Quecke/Mattes-Christiani "Von der Kohle zur Geothermie - neue Energien auf alten Bergbaustandorten" (Glückauf 143, 2007) stellen Möglichkeiten dar, wie die frei werdenden Industrieflächen unter Einbeziehung ihrer jeweiligen Standortfaktoren und unter Berücksichtigung des meist urbanen Umfelds für die Energiegewinnung mit neuen, umweltfreundlichen Energiequellen genutzt werden können - Beispiele BIOMASSE:

- Bioenergiezentrum auf dem ehemaligen Bergwerk Warndt, Saarland
- Zeche Hugo, Gelsenkirchen
Pilotprojekt der Montan-Immobilien GmbH zum Entwicklungs- und Wertschöpfungspotenzial des Produkts Kurzumtrieb für holzartige Biomasse auf Altstandorten

Urbane Grünflächenentwicklung

- Problemstellung und Forschungsbedarf -

Im Rahmen des Klimawandels sind Grünflächen in der Zukunft von zunehmender Bedeutung, um die Lebensbedingungen in der Stadt zu verbessern. Die Folgen des Klimawandels werden

weltweit und auch in Deutschland voraussichtlich schwächere bzw. sensible Bevölkerungsgruppen treffen. Folgen wie Hitze, Trockenheit oder schwere Naturkatastrophen werden zunehmen und alle Bereiche des öffentlichen und privaten Lebens beeinflussen. Hiervon werden Städte in hohem Maße betroffen sein. Insbesondere stark verdichtete Räume mit geringen Anteilen an Grün- und Wasserflächen, Fassaden- und Dachbegrünungen werden als Aufenthaltsorte für Menschen aufgrund von Hitzeentwicklung (Hitzeinseln in Städten) zunehmend unattraktiv und gesundheitsschädigend sein. Da in Deutschland ein Großteil der Bevölkerung in Städten, und schwache sowie sensible Bevölkerungsgruppen häufig in besonders dichten und wenig durchgrüneten Gebieten leben und arbeiten, sind die Folgen des Klimawandels in diesem Zusammenhang besonders gravierend.

Der Dichte innerstädtischer Lagen, welche oft als Lebensraum sozial benachteiligter Gruppen in deutschen Städten dienen, steht andererseits eine hohe Anzahl innerstädtischer Brachen gegenüber. Mit der Schließung großer industrieller Standorte, der Aufgabe von Bahnhöfen und Gleistrassen, sowie dem Rückgang der Montanindustrie stehen im Zuge des Strukturwandels oft im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit den ehemaligen Arbeitervierteln der Städte Brachflächen zur Verfügung, von denen eine Vielzahl durch Entwicklung verschiedenen neuen Nutzungen zugefügt wird. Insbesondere die Anlage städtischer Grünflächen bringt hierbei als eine Nachnutzung vielerlei positive Effekte mit sich und führt zu einer Verbesserung der Lebensbedingungen in der Stadt und zur Minderung der Folgen des Klimawandels.

Unter Planungsaspekten stellt sich die Frage, ob nicht bei der in Deutschland zur Zeit gern postulierten Innenverdichtung der Aspekt von Brachflächenentwicklung zur Verbesserung der Umweltgerechtigkeit eine Möglichkeit darstellt. Da die klimatischen Verbesserungsmöglichkeiten auf konkreten Brachflächen eng mit den ökologischen Funktionen und den wirtschaftlichen Möglichkeiten verbunden sind, kann eine Entwicklung, die die Ökopunkte Erreichung einbezieht, eine reizvolle Maßnahme für die Grundstücksbesitzer oder Kommunen sein. Gleichzeitig ist diese ökologische Entwicklung mit den Bedürfnissen der AnwohnerInnen abzustimmen um das Quartier nachhaltig zu gestalten. In der Diskussion um gesellschaftliche Integration werden in Verbindung mit dem aktuellen Stadtumbau zunehmend Fragen nach Formen städtischer Integrationsräume gestellt. Es zeigt sich, dass die Zurverfügungstellung von Grün- und Freiraum einen der wesentlichen Aspekte darstellt. Dabei wird ihr gesellschaftliches Potential wesentlich durch die Lage, Art, Funktion und Gestaltung geprägt. Bei der Bewertung der Brachflächenpotentiale sind daher diese einzubeziehen.

Brachen in der Stadt bieten ein hohes Potential zur Grünflächenentwicklung in verdichteten Räumen und besitzen somit unter klimatischen Gesichtspunkten eine besondere Relevanz. Gleichzeitig bietet die Mobilisierung von Brachflächenpotentialen eine Möglichkeit der Verknüpfung räumlicher und sozialer Aspekte. Hier sind es insbesondere die gestalterischen sowie edukativen Maßnahmen, welche einerseits die bisherigen Trennwirkungen der Brachflächen aufheben und zur städtebaulichen, ökologischen Aufwertung und zur sozialen Stabilisierung des Umfeldes beitragen. In ökonomischer Sicht ist die Wiedernutzung von Brachflächen mit Wertsteigerungen verbunden. Die Wirtschaftlichkeit stellt eine der Grundsatzbedingungen für die Art der Nutzung dar. Die Einbindung städtischer Grünflächen in den Emissionshandel, z. B. im Rahmen der geplanten "Certified Emission Reduction Certificates" der Europäischen Union (European Energy Exchange) ist ein Aspekt, der die Wirtschaftlichkeit sozialökonomischer Aufwertungen unterstützen soll, da von ihm sowohl private als auch öffentliche Eigentümer von Brachflächen profitieren können.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den städtischen Bereich sind mittlerweile durch umweltmeteorologische und stadtökologische Forschungen relativ gut bekannt. So sind Kühlungseffekte oder die Niederschlagsaufnahmekapazitäten von Grünflächen ökologisch bedeutend und werden in Zukunft regional eine verstärkte Rolle spielen. Bei Planungen werden bereits gelegentlich klimatische Größen einbezogen, so dass zu den Informationen über Lärm oder Luftschadstoffe zusätzliche Faktoren der Durchlüftung und Kaltluftzufuhr u. ä. berücksichtigt werden. Ein Beispiel ist die Plattform "urbane Waldnutzung" - ein Projekt des Masterplans "Emscher Landschaftspark 2010".

Die neue Anlage einer Umtriebsplantage, verbunden mit Grünflächen und Gehölzstrukturen auf der Brache "Zeche Hugo", Stadt Gelsenkirchen, eignet sich besonders gut für die Ermittlung der sozialen Funktionen. Der umliegenden Bevölkerung wird hiermit erstmalig ein neues Angebot der Freizeit- und Erholungsnutzung zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus zeigt Zeche Hugo, dass es möglich ist, soziale, ökologische und ökonomische Faktoren im Sinne der Nachhaltigkeit zu verknüpfen. Die Produktion von Energiepflanzen auf der 25 ha großen Brachfläche steht nicht in Konkurrenz zu landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Die Grünflächenentwicklung ist im internationalen Kontext von Bedeutung. Dies betrifft sowohl die Metropolen der europäischen Mitgliedsstaaten als auch die wachsenden Megacities in den Entwicklungsländern, die in besonderem Maße vom Klimawandel betroffen sind. Grünflächen werden hier in Zukunft eine besondere Rolle spielen. Dass die Wiedernutzung von Brachflächen in der Europäischen Union ein wichtiges Schwerpunktthema ist, zeigt das EU-Forschungsvorhaben CABERNET - Concerted Action Brownfield Economic Redevelopment-Network (2004 - 2007).

LITERATUR

- K. Ebersbach, H. Klapperich "Bergbaufolgelandschaft - Wiedernutzung gestalten - Chancen für die Region". Altlasten-Spektrum, Erich Schmidt Verlag, Heft 5, 2002
- H. Klapperich "Flächenrecycling - Brachflächenpolitik zur Wiedernutzung". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- H. Klapperich, D. Jacob, R. Azzam, R. Wolf "Flächenrecycling - Partnerschaften in Forschung und Wissenschaft". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- D. Grimski "Aktuelle Arbeiten des Umweltbundesamts zum Flächenrecycling - Mehrwert für die Nachhaltigkeit?". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- G. Kmoch "Flächenrecycling als gemeinsame Aufgabe von Staat und Wirtschaft". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- U. Ferber, J. Brüggeman "Planungsrahmen und Umsetzungsstrategien im Flächenrecycling". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- D. Jacob, C. Stuhr, K. Schröter "Basel II und vorgenutzte Immobilien als Kreditsicherheit sowie Neuerung durch die IAS (IFRS)". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- K. Ebersbach "Voraussetzungen der Flächenaktivierung von Industrialtstandorten im Prozess der Gestaltung von Bergbaufolgelandschaften". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- J. Hermanns "Haldenstrukturkonzept Saarland". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- C. Buhrow, B. Aigner, R. Otparlik "Flächenrekultivierung und -recycling im Bergbau und dessen Umfeld". Glückauf 139 (2003) Nr. 11
- H.-P. Noll "Beispielhafte Stadtquartiersentwicklung - Consolidation 3/4/9 in Gelsenkirchen-Bismarck". Glückauf 143 (2007) Nr. 10
- W. Quecke, C. Mattes-Christiani "Von der Kohle zur Geothermie - neue Energien auf alten Bergbaustandorten". Glückauf 143 (2007) Nr. 10

- H. Klapperich, R. Otparlik, C. Drebenstedt "Nachhaltige Flächennutzung - Ein Beitrag zum Flächenmanagement". Glückauf 143 (2007) Nr. 10
- K. Freytag, K. Pulz, U. Neumann "Braunkohlentagebau Cottbus-Nord - Kompensationsmaßnahmen außerhalb der Bergbaufolgelandschaft". Glückauf 143 (2007) Nr. 10
- H. Klapperich, R. Katzenbach, K. J. Witt, D. Griebel (Hrsg.) "4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium & Fachausstellung". 4./5. Juni 2009, Freiberg
- F. von Bismarck "Das ostdeutsche Braunkohle-Sanierungsprogramm". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- C. Drebenstedt "Bergbau und Bergbaufolgelandschaft". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- F.-C. Benthous "Geotechnische und wasserwirtschaftliche Herausforderungen bei der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- M. Wittig "Abbaubedingte Deformationen an Tagebauböschungen". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- A. M. Galperin, Y. I. Kutepov "Development of filled man-made massifs at mining enterprises". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- P. Pavlov, L. Totev, D. Tondera "A research of the possibilities for building of a depot for industrial waste on the territory of the mines "Mini Maritsa Iztok". 4. Symposium Umweltgeotechnik & 5. Freiburger Geotechnik-Kolloquium, Freiberg, 4./5. Juni 2009
- C. Werner "Renaturierung und Rekultivierung – Umweltplanung mit Fernerkundung und GIS". Veröffentlichungen des Instituts für Geotechnik der Technischen Universität der Bergakademie Freiberg, Heft 2008-1, S. 195 - 207
- C. Werner "Sustainable land use and water protection". ECI-Conference "Challenges & Opportunities in Sustainability", Naples (FI), USA, 2007
- C. Werner, H. Kenneweg "Landschaftsmonitoring mit Fernerkundung und GIS am Beispiel eines Truppenübungsplatzes". - in: Umweltsystemanalyse - Dynamik natürlicher und anthropogener Systeme und ihre Wechselwirkungen. GeoÖkon 1999, S. 75 - 78, TU Braunschweig.