

5 Die Analyse der Landnutzung und ihrer Veränderungen in verschiedenen Maßstabsebenen

5.1 Ökologische Folgen von Landnutzungsänderungen - Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf den Gebietswasserhaushalt

Rudolf Krönert & Steffi Erfurth

Einleitung

Die Höhe der Evapotranspiration wird vom Niederschlag, der nutzbaren Feldkapazität des Bodens, dem Grundwasserstand, der Bodenbedeckung einschließlich Bodenversiegelung (engl. land cover) und der für die Verdunstung verfügbaren Energie bestimmt. Ändert sich eine der Größen, dann ändert sich die Evapotranspiration und damit der Abfluß. Großräumig ändert sich die Bodenbedeckung nur über lange Zeiträume, kleinräumig und lokal kann es aber zur Veränderung der Landbedeckung mit erheblichen Auswirkungen auf die Grundgrößen des Wasserhaushaltes kommen. Es liegt daher nahe, das Landnutzungsmonitoring durch satellitengestützte Fernerkundung und damit der Feststellung von Änderungen der Landbedeckung mit Modellrechnungen zum Gebietswasserhaushalt zu verknüpfen. Ziel dieses Abschnittes ist es zu zeigen, wie sich Landnutzungsänderungen auf den Gebietswasserhaushalt auswirken. Damit soll ein weiteres Argument für die Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit des Landschafts- bzw. Landnutzungsmonitoring als Bestandteile des Umweltmonitoring mit Fernerkundungsmethoden beigebracht werden.

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen hat erneut darauf aufmerksam gemacht, daß er den Aufbau einer erweiterten integrierten Umweltbeobachtung für unverzichtbar hält. „Bestehende sektorale Beobachtungsnetze müssen dabei vervollständigt, harmonisiert und zusammengeführt und durch eine *ökosystemar orientierte Umweltbeobachtung ergänzt* werden (Hervorhebung durch die Autoren). Die Ergebnisse der Umweltbeobachtung sollten in Umweltinformationssysteme münden ...“ (SONDERGUTACHTEN 1996, S. 54). An anderer Stelle heißt es: „Der endgültige Charakter von Plänen als Handlungsanleitungen für den Naturschutz entspricht nicht mehr den vorhandenen planungstechnischen Potentialen (geographisches Informationssystem, Umwelt- bzw. Landschaftsinformationssysteme) und entsprach sachlich nur bedingt den dynamischen Strukturen der Natur- und Kulturlandschaften bzw. der Dynamik im politisch-administrativen Bereich. Eine Entwicklung von Planung zu Management bedarf einer stärkeren Verankerung und Institutionalisierung *dynamischer Planungsinstrumente* Eine wesentliche Voraussetzung für eine Stärkung der Landschaftsplanung ... ist ein *kontinuierliches Umweltmonitoring*“ (SONDERGUTACHTEN 1996, S.65/66).

Der Vergleich jeder Satellitenbildkarte oder Satellitenbildszene des mitteldeutschen Raumes mit den Karten der realen Evapotranspiration und des Abflusses (vgl. Farbabb.) zeigt eine weitgehende Korrespondenz der Landnutzung mit diesen Grundgrößen des Gebietswasserhaushaltes.

Die Wasserflächen heben sich durch höchste Verdunstungswerte ab. Flußauen fallen durch hohe Verdunstungswerte auf. Die Siedlungsflächen bilden sich durch hohe Abflußwerte ab. Die offenen Tagebaue ohne Vegetationsbedeckung verdunsten weniger als die umliegenden

Agrar- bzw. Forstflächen. Der große Truppenübungsplatz in der Oranienbaumer Heide fällt durch geringe Verdunstungswerte auf. Forstflächen verdunsten mehr als umliegende Agrarflächen. Die Differenzierung der Verdunstung auf Agrarflächen resultiert aus Boden- und Niederschlagsunterschieden. Die Evapotranspiration wurde nach dem Bagrov-Verfahren in der Version Glugla/König (DVWK, 1996; GLUGLA & KÖNIG, 1989) berechnet. Die Daten (Bearbeitungsstand etwa 1988) wurden uns für die weitere Bearbeitung vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt in Halle zur Verfügung gestellt.

In der Region Leipzig-Halle-Bitterfeld sind Veränderungen in der Landnutzung vor allem auf den ehemaligen Bergbauflächen durch Flutung der Tagebaue und durch Aufforstung bzw. Selbstbegrünung und in den Stadtregionen mit starker Suburbanisation zu erwarten. Im erstgenannten Falle wird es zu einer Erhöhung der Verdunstung, im zweiten Falle wegen zunehmender Versiegelung zu einer Abnahme der Verdunstung kommen. Das kann in Überschlagsrechnungen nach dem Bagrov-Verfahren gezeigt werden.

Eingangsgrößen für die Verdunstung in der Bergbaufolgelandschaft (nur bergbaubeeinflusste Flächen):

- Mittlere nutzbare Feldkapazität 20 % (z. T. Sand, z. T. Lehme, gemittelt)
- Mittlerer Gebietsniederschlag 600 mm
- Mittlerer korrigierter Gebietsniederschlag 654 mm
- Verdunstung von freien Wasserflächen 700 mm
- Potentielle Evapotranspiration 600 mm
- Anteile der Landnutzungskategorien (1993) geschätzt, in Anlehnung an BERKNER (1995)
- Annahmen zur Landnutzung für den Zeitpunkt t_2 nach Beendigung des Abbaus und vollständiger Rekultivierung
- Bagrov-Koeffizienten und Verhältnis der realen zur potentiellen Verdunstung nach DVKW (1996, S. 43/44)

Tab. 1: Evapotranspiration und Abfluß von Bergbaufolgeflächen im Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld

Landnutzung	Evapotranspiration [mm]	Flächenanteile [%]		
		1993	Jahr t_{1n}	Jahr t_2
Wald (30 Jahre alt)	558	18		35
Landwirtschaftsfläche unbedeckter Boden	492	25	Übergangszustände	20
Wasser	372	50		5
Wasser	700	7		40
mittlere Evapotranspiration in der Re- gion [mm]		458		592
mittlerer Abfluß in der Region [mm]		196		62

Eine vollständige Veränderung der Landnutzung in den Bergbaufolgelandschaften führt zu einer starken Veränderung der Verdunstungs-Abfluß-Relationen. Weil die Evapotranspiration im Jahre t_2 gegenüber 1993 stark zunimmt, erreicht der Abfluß im Jahre t_2 gegenüber 1993 nur noch 31,6 %. Vom gegenwärtigen Zustand der Landnutzung bis zu einem relativen End-

zustand wird es Übergangsstadien der Landnutzung geben, für deren Feststellung die satellitengestützte Fernerkundung hervorragend geeignet ist.

Ganz anders ist die Situation in der Stadtregion Leipzig für das 122 km² große unmittelbare Umland der Stadt Leipzig (Tab. 2 und 3). Bei der gegenwärtigen Landnutzung, ermittelt aus LANDSAT-TM-Daten (HEINZ, 1996 und in Kap. 5.3.2) und einer mittleren nutzbaren Feldkapazität von 23 % für nicht bebaute Flächen, errechnet sich bei einem mittleren korrigierten Niederschlag von 654 mm/a eine Evapotranspiration von 472 mm/a und ein Abfluß von 182 mm/a. Bei einer erwarteten Zunahme der Siedlungsfläche um 40 km² zu Lasten der Landwirtschaftsfläche und damit einer Zunahme der versiegelten Fläche um 20 km², errechnet sich eine mittlere Evapotranspiration von nur noch 409 mm/a. Der Abfluß steigt dann auf 245 mm/a im Durchschnitt des Umlandes an. Weil die Evapotranspiration in den Jahren t₁ und t₂ gegenüber 1994 deutlich abnimmt, steigt der Abfluß und erreicht im Jahre t₁ 117 % und im Jahre t₂ 135 % des Abflusses von 1994. Das sind Größenordnungen, denen mit einer Durchgrünung entgegengewirkt werden muß, um die Kanalisation nicht überdimensioniert ausbauen zu müssen. Außerdem sollte einer Versiegelung von Boden zur Erhaltung seiner Regulationsfunktion entschieden entgegengewirkt werden.

Tab. 2: Bebaute Fläche und Versiegelungsgrad im Umland von Leipzig (1994) (Quellen: Bebaute Fläche nach HEINZ 1996, Versiegelungsgrade für Landnutzungsklassen nach SCHEFFLER 1989, berücksichtigte Gesamtfläche 122,02 km²)

Landnutzungsklassen	Anteil der Fläche [%]	davon versiegelt [%]	davon grün bzw. unversiegelt [%]
geringe Verdichtung	15,96	30	70
mittlere Verdichtung	3,91	50	50
hohe Verdichtung	0,90	90	10
Großblockbauweise	7,93	60	40
bebaute Fläche insgesamt	28,70	43,2	56,8

Tab. 3: Evapotranspiration und Abfluß im Umland von Leipzig (Landnutzung 1994 nach HEINZ 1996, berücksichtigte Gesamtfläche (ohne Bergbauflächen) 122,02 km²)

Landnutzung	Evapotranspiration [mm]	Flächenanteile [%]		
		1994	t ₁	t ₂
versiegelte Siedlungsfläche	132	12,4	20,6	28,7
grüne Siedlungsfläche	516	16,3	24,5	32,6
Wald	558	6,0	6,0	6,0
Wasser	700	0,4	0,4	0,4
Landwirtschaftsfläche	516	64,9	48,5	32,3
mittlere Evapotranspiration in der Region [mm]		472	440	409
mittlerer Abfluß in der Region [mm]		182	214	245

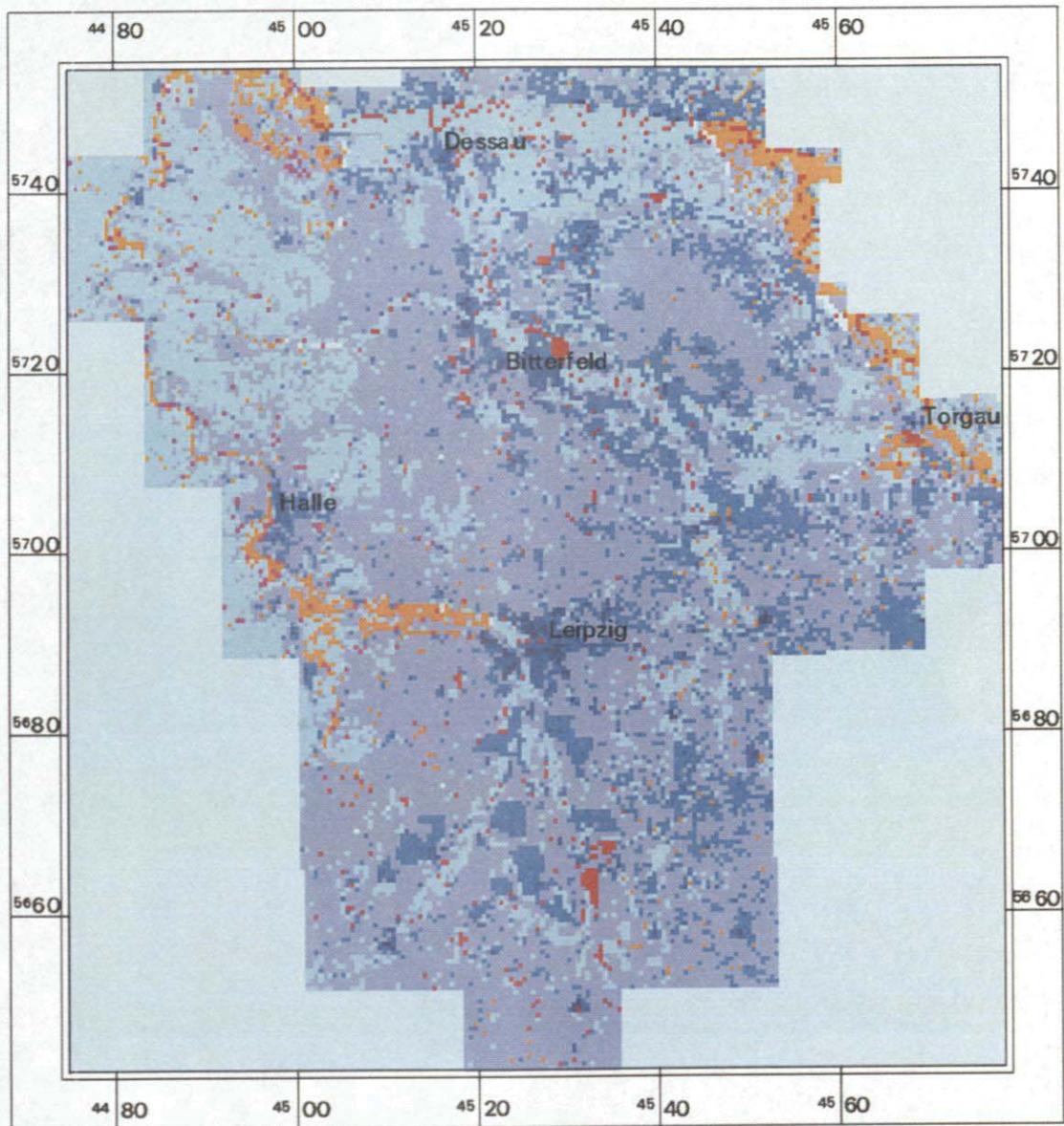
Beide Beispiele machen deutlich, daß die Daten der Fernerkundung in Kombination mit Daten anderer Herkunft nicht nur Landschaftsveränderungen zu analysieren gestatten, sondern auch

ermöglichen, Berechnungen zur Veränderung des Gebietswasserhaushaltes durchzuführen, die durch Landnutzungsänderungen ausgelöst werden.

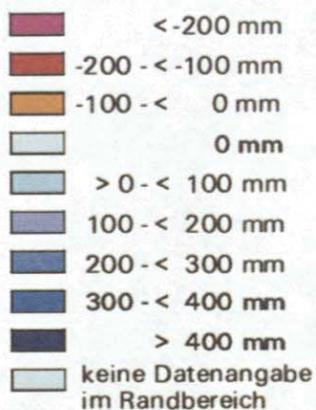
Literatur

- BERKNER, A. (1995): Der Braunkohlenbergbau in Mitteldeutschland. - Zeitschrift für den Erdkundeunterricht 47, H. 4, S. 151-162.
- DVWK (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. - Bonn. H. 238.
- GLUGLA, G. & B. KÖNIG (1989): Der mikrorechnergestützte Arbeitsplatz Grundwasserdargebot. - Wasserwirtschaft - Wassertechnik 39, S. 178-181.
- HEINZ, V. (1996): Die Flächennutzung der Stadt Leipzig im klassifizierten Landsat-TM-Bild. - UFZ-Bericht Nr. 9. Leipzig.
- SCHEFFLER, A. (1989): Dokumentation. Strukturschlüssel zur Dechiffrierung und Interpretation von städtischen Nutzflächengefügen. - Akademie der Wissenschaften der DDR, Inst. f. Geographie und Geoökologie, Leipzig.
- SONDERGUTACHTEN (1996): Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. - Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/4109.

Abfluß im Raum Leipzig - Halle - Bitterfeld



Legende



Maßstab

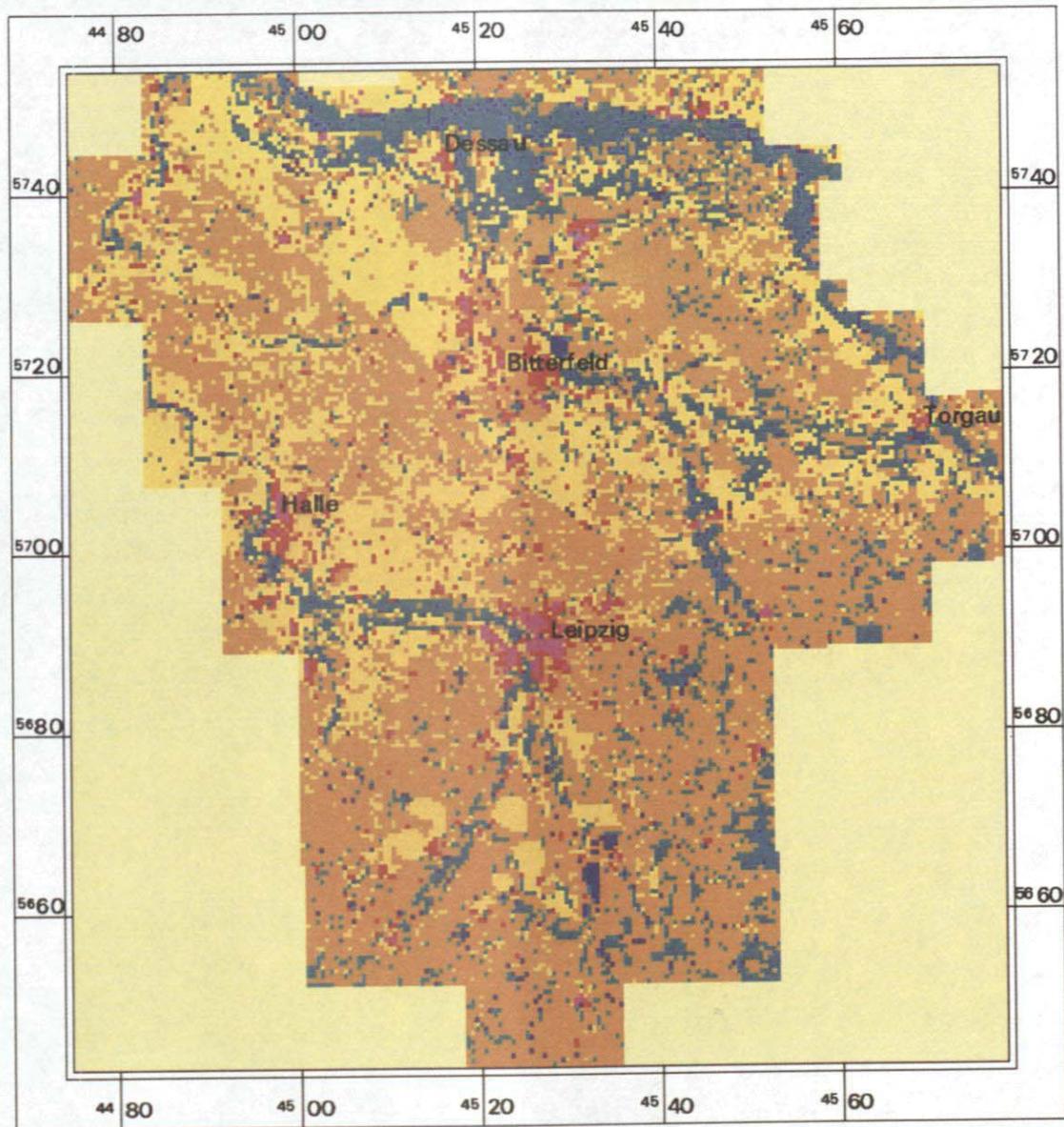


Daten: Landesamt für Umweltschutz
Sachsen-Anhalt (1989)



Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie
Datenaufbereitung und Kartographie: S. Erfurth

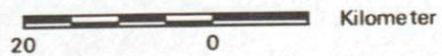
Evapotranspiration im Raum Leipzig - Halle - Bitterfeld



Legende

- 130 - < 233 mm
- 233 - < 337 mm
- 337 - < 441 mm
- 441 - < 545 mm
- 545 - < 649 mm
- 649 - 750 mm
- keine Datenangabe

Maßstab



Daten: Landesamt für Umweltschutz
Sachsen-Anhalt (1989)



Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie
Datenaufbereitung und Kartographie: S. Erfurth

**Erfassung und Auswertung
der Landnutzung und ihrer Veränderungen
mit Methoden der Fernerkundung
und geographischen Informationssystemen
im Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld**

Herausgeber

Ellen Banzhaf¹ und Hans Dieter Kasperidus²

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

¹ Sektion Angewandte Landschaftsökologie

² Arbeitsgruppe Regionale Zukunftsmodelle

Leipzig, Januar 1998