



# UFZ-Bericht

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GMBH

Nr. 34/1999

---

**Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen  
Entwicklung von Stadtregionen**

auf der Basis von urbanen Raumstrukturen und  
deren ökologischer, umweltepidemiologischer und  
sozialer Indikation

---

Zwischenbericht

Jürgen Breuste und Monika Wächter

UFZ-Umweltforschungszentrum  
Leipzig-Halle GmbH

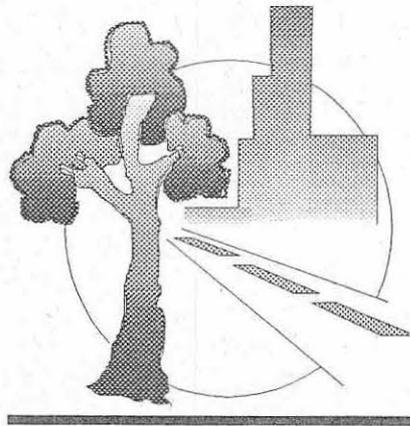
Projektbereich Urbane Landschaften

# Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen

auf der Basis von urbanen Raumstrukturen und deren ökologischer, umweltepidemiologischer und sozialer Indikation

Jürgen Breuste u. Monika Wächter

*Archiv*



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 FORSCHUNGSFELD STADTÖKOLOGIE UND STADTENTWICKLUNG</b>	<b>3</b>
<b>2 ZIELSTELLUNG DES VERBUNDPROJEKTES</b>	<b>5</b>
2.1 Themenschwerpunkte und Leitfragen	5
2.2 Wissenschaftliche Vorgeschichte des Verbundprojektes	8
<b>3 VERBUNDPROJEKTKONZEPTION</b>	<b>9</b>
3.1 Problemlösungsstrategien (Methoden)	9
3.2 Integration in die nationale und internationale Forschung	10
<b>4 TEILTHEMA „ENTWICKLUNG VON NATUR UND LANDSCHAFT“</b>	<b>14</b>
4.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen	14
4.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse	15
4.2.1 Leitbilder und Umweltqualitätsziele für Stadtstrukturtypen	15
4.2.2 Nutzungswandel und Umweltwirkungen	18
4.2.3 Analyse und Beurteilung umweltplanerischer Instrumente	40
<b>5 TEILTHEMA „UMWELT UND GESELLSCHAFT“</b>	<b>50</b>
5.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen	50
5.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse	52
5.2.1 Sozialräumliche Differenzierung	52
5.2.2 Ökonomische Instrumente und soziale Akzeptanz	65
5.2.3 Ökonomisch-fiskalische Rahmenbedingungen kommunaler Umweltpolitik	69
5.2.4 Naturvorstellungen und ökologisches Handeln	71
<b>6 TEILTHEMA „STADTUMWELT UND GESUNDHEIT“</b>	<b>73</b>
6.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen	73
6.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse	75
6.2.1 Dynamik und Bewertung innerstädtischer Luftbelastung	75
6.2.2 Gesundheitliche Effekte stadtbedingter Expositionen	87
<b>7 PERSPEKTIVEN DER FORSCHUNG</b>	<b>97</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1: Zu- und Abgänge der einzelnen Klassen für den bitemporalen Datensatz 1989 - 1997	23
Tab. 4-2: Bedeutung von Faktoren für die Standortwahl (Schulnoten 1-5) (eigene Erhebung)	26
Tab. 4-3: Umweltstandards für Böden in den Untersuchungsgebieten, Schwermetalle & PAK	34
Tab. 6-1: Mittelwerte der Benzenkonzentrationen an den 24 Meßstandorten	79
Tab. 6-2: Endogene Marker für den Nachweis exogener Expositionen	93

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Themenschwerpunkte (Teilthemen)	7
Abb. 4-1: Ableitung stadtstrukturtypenbezogener Qualitätsziele	15
Abb. 4-2: Qualitätsziel und -standards zum Versiegelungsgrad	17
Abb. 4-3: Chi <sup>2</sup> -Werte des Frequenzvergleichs der Arten der Städte und der Umländer (Links der Nulllinie Arten mit größerer Häufigkeit im Umland; Rechts Arten mit größerer Häufigkeit in Städten).	30
Abb. 4-4: Kurz- und langwelliger Strahlungshaushalt am Beispiel einer Parkanlage mit angrenzender Bebauung	36
Abb. 4-5: Bodenbiologische Prozesse nach einer Gasleckage	39
Abb. 4-6: Akteure und Folgen bei der Anwendung der Eingriffsregelung	41
Abb. 5-1: Prozentuale Nutzung ausgewählter Einrichtungen im eigenen Nahbereich	60
Abb. 5-2: Fördermittel für Naturschutz und Landschaftspflege in Sachsen 1992 - 1996 (LfUG 1997, Agrarberichte 1993 - 1997, SML)	68
Abb. 6-1: Verteilung der Entfernungsklassen der Einzugsgebiete der drei Einkaufszentren	84
Abb. 6-2: Vergleich der Prävalenzen für Asthma, Allergie und Bronchitis der Vorschulkinder mit der Einschulkinderstudie in Abhängigkeit von Belastungsindikatoren	91
Abb. 6-3: VOC-Belastungen in unterschiedlichen städtischen Aufenthaltsräumen (Leipzig)	92
Abb. 6-4: Zusammenhang zwischen dem Anteil an Einfamilienhäusern und dem Gehalt an polychlorierten Phenylen im Hausstaub	93

# 1 Forschungsfeld Stadtökologie und Stadtentwicklung

## Problemhintergrund: Städte im Umbruch

Städte sind wirtschaftliche, soziale und kulturelle Konzentrationsräume von hoher Effizienz und Entwicklungsdynamik. Sie sind die Leistungsmotoren der Gesellschaft. Gleichzeitig sind sie in ihrer komplexen Entwicklung immer schwerer steuerbar. Immer mehr unvorhergesehene Entwicklungen und unbeabsichtigte „Nebenwirkungen“ direkter Steuerung oder indirekter gesellschaftlicher Regulierung treten auf und machen Städte weltweit zu komplexen Problemräumen (MITSCHERLICH 1971, WINTER u. MACK 1988).

In Mitteleuropa gehören zur allgemeinen Problempalette: Finanzschwäche der Stadtwirtschaften, Stadt-Umland-Konkurrenzen, soziale Disparitäten, Segregation, Kriminalität, Gentrifikation, Bevölkerungsabwanderung sowie Arbeitsmarktprobleme durch Deindustrialisierung. Sie wird ergänzt durch Stadtumweltprobleme wie: Stadtteilverfall, stadtre-gionale Differenzierung, unzureichende Lebensqualität, gesundheitliche Risiken, Zunahme der Umweltbelastungen durch Kraftfahrzeugverkehr, Verlust an erlebbarer Natur, Landschaftszerstörung durch Flächenwachstum ins Umland u.v.m.

Zunehmend konzentrieren sich in Städten Umweltprobleme, die direkt die Lebensqualität der Bewohner beeinflussen und die zukünftige Funktionsfähigkeit in Frage stellen. Andererseits bieten sich gerade in städtischen Ballungsräumen auch Chancen, mit ökologisch orientierten Planungsinstrumenten dem fortschreitenden globalen Ressourcenverbrauch wirkungsvoll gegenzusteuern. Dies wird seit Anfang der 80er Jahre durch eine ökologisch orientierte Stadtplanung versucht. Es fehlt jedoch trotz vieler Modellprojekte und auch neuer kommunaler Initiativen der 90er Jahre (Nachhaltige Stadtentwicklung, Umweltqualitätsziel-Konzepte und Lokale Agenden 21) an anwendungsorientierter Grundlagenforschung in vielen Bereichen.

Die gesellschaftlichen Trends in Deutschland (teilweise vergleichbar mit anderen entwickelten Industriestaaten):

- Überalterung („ergraute Gesellschaft“),
- Wertewandel (Individualisierung, differenzierte Lebensstilgruppen), Ende der „nivellierten Mittelstandsgesellschaft“,
- sich verfestigende Arbeitslosigkeit („Ende der Arbeitsgesellschaft“),
- Globalisierung (mit verschärfter Konkurrenz der Standorte) und

- verminderte Steuerungsfähigkeit der Stadtregionen

führt insgesamt zu neuen, erheblichen Transformationen der Stadtregionen. Deindustrialisierung mit weiteren Arbeitsplatzverlusten (besonders im Osten Deutschlands), wachsende Armutskonzentration und internationale Wanderungen (besonders im Westen Deutschlands) führen dazu, daß die Grenzen ökonomischer und sozialer Handlungsfähigkeit besonders der Großstadtregionen bereits erreicht oder schon überschritten sind (MÄDING 1997).

Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung wurde als Handlungsprogramm durch die UNO-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 (Agenda 21) beschlossen. Ihm kommt in den Kommunen eine besondere Bedeutung zukommt (§ 28). In den letzten sieben Jahren wurde weltweit am Leitbild „Sustainable Urban Development“ („Nachhaltige Stadtentwicklung“) als kommunalem Leitbild gearbeitet (BUND/MISEREOR 1998 BMU 1997, DASCHKEIT u. SCHRÖDER 1998, UMWELTBUNDESAMT 1997). Bisher zeichnen sich dazu erst die Konturen ab. Eine wirkliche komplexe Operationalisierung in raum-zeitlich konkreten untereinander abgestimmten Handlungsbezügen steht weltweit noch aus. Sie ist selbstverständlich stark von nationalen, kulturellen und historischen Voraussetzungen abhängig und kann kaum als generelle Handlungsanweisung verstanden werden. Operationalisierung heißt jedoch nicht nur Suche nach lokal gültigen wissenschaftlich begründeten Umweltqualitätszielen und Handlungsbezügen, sondern auch methodische Forschung, wie unter unterschiedlichen Bedingungen Umweltqualitätsziele definiert, raum-zeitlich bezogen, in Standards abrechenbar und in Handlungszielen konkret zu fassen sind. Im internationalen wissenschaftlichen Diskurs steht diese Aufgabe immer noch zur Lösung an. Daran will sich das UFZ mit seinem Verbundprojekt 3.1 „Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen“ beteiligen.

### Zitierte Literatur

BUND/MISEREOR (Hrsg.) (1996): Zukunftsfähiges Deutschland: Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Basel

DASCHKEIT, A.; SCHRÖDER, W. (Hrsg.) (1998): Umweltforschung quergedacht: Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin

MÄDING, H. (1997): Entwicklungsperspektiven für die Stadt – Trends und Chancen. Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) - Aktuelle Informationen, Dezember 1997

MITSCHERLICH, A. (1971): Thesen zur Stadt der Zukunft. Frankfurt

UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (1997): Nachhaltiges Deutschland. Berlin

WINTER, J.; MACK, J. (Hrsg.) (1988): Herausforderung Stadt. Frankfurt

## 2 Zielstellung des Verbundprojektes

### 2.1 Themenschwerpunkte und Leitfragen

Zielstellung des Verbundprojektes 3.1 „Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen“ ist es, zur Schließung sichtbarer Lücken in der anwendungsorientierten Forschung zu Stadtökologie und Stadtentwicklung in den Kompetenzfeldern des UFZ:

- Natur- und Landschaftsentwicklung in urbanen Landschaften,
- umweltrelevante sozioökonomische Prozesse in Städten und
- Humanexposition in städtischer Umwelt (bes. Luftbelastungen) und gesundheitliche Wirkungen

beizutragen.

Der Forschungsbeitrag soll durch Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen durch das Zusammenwirken verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen erbracht werden. Schwerpunkt sind:

- räumlich (stadtstrukturell) konkrete Umweltqualitätsziele und darauf bezogenes Management,
- Betrachtung von Stadt und Umland als Stadtregionen,
- Entwicklung von konzeptionellen Struktur- und Prozeßmodellen urbaner Kulturlandschaft und
- Konzentration auf die Lebensraumanprüche der Stadtbewohner und Erfahrbarkeit von Umweltverbesserungen.

Das Verbundprojekt gliedert sich in drei thematische Schwerpunkte (Teilthemen):

#### *Teilthema 1: Entwicklung von Natur und Landschaft*

Das Teilthema beinhaltet die Analyse, Bewertung und Modellierung von ökologischen Strukturen und Prozessen unter dem Einfluß intensiver Nutzung. Die Analyse und Beurteilung umweltplanerischer Instrumente ermöglicht erst Handlungsempfehlungen und Strategieentwicklung. Bei der Entwicklung von raumbezogenen Leitbildern und Umweltqualitätszielen rücken neben den ökologischen die sozialen Funktionen von Freiräumen und Stadtnatur in den Mittelpunkt. Dem Teilthema sind auch die Arbeiten zu Umweltqualitätszielkonzepten der Städte Leipzig und Halle sowie für den suburbanen Raum zugeordnet, die vielfältige Anknüpfungspunkte zu den beiden anderen Teilthemen aufweisen.

Leitfrage ist:

Welche Funktionen haben Natur und Landschaft (Strukturen und Prozesse) in Stadtregionen und wie können sie räumlich differenziert modelliert und entwickelt werden?

*Teilthema 2: Umwelt und Gesellschaft*

Am Beispiel ausgewählter Stadtteile in Leipzig werden unter Bezug auf empirische Untersuchungen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen baulichen, sozialen und Wohnumfeldkomponenten aufgezeigt. Es wird untersucht, inwieweit sozialräumliche Differenzierung mit der stadtteilbezogenen Umweltsituation in Verbindung steht. Dazu tragen auch Untersuchungen zum Zusammenhang von Naturvorstellungen und ökologischem Handeln bei. Am Beispiel der Stadtregion Leipzig erfolgt aus interdisziplinärer Sicht eine Analyse umweltpolitischer Instrumente (ökologisch-ökonomische Anreizsysteme) unter besonderer Berücksichtigung ihrer sozialen Akzeptanz.

Leitfrage ist:

Welche räumlich differenzierten Interdependenzen bestehen in Städten zwischen natürlicher, gebauter und sozialer Umwelt und wie wirken kommunale und umweltpolitische Instrumente für die Zielstellung nachhaltige Stadtentwicklung?

*Teilthema 3: Stadtumwelt und Gesundheit*

Untersuchung der Expositionsbedingungen: Die Aufklärung des Spektrums organischer Substanzen, die bei der Verbrennung von Braunkohlebriketts in Hausbrandfeuerstätten emittiert werden und die Untersuchung organischer Schadstoffimmissionen in dichtbesiedelten Stadtregionen (Kfz-Abgase und Hausbrand) sollen unter Einsatz der Modellierung der Dynamik innerstädtischer Luftbelastungen gesundheitsorientierte Bewertungen ermöglichen. Untersuchungen zu Luftbelastungen städtischer Grün- und Freiflächen lassen Aussagen zum Aufenthaltswert zu.

Epidemiologische Forschung: Anhand von ausgewählten Kindergruppen sollen Erkenntnisse über umweltbedingte gesundheitliche Risiken, insbesondere in Bezug auf respiratorische und Stoffwechselerkrankungen gewonnen werden. Beziehungen dieser Risiken zu Wohn- und Lebensbedingungen sollen aufgeklärt werden.

Leitfrage ist:

Welcher Zusammenhang besteht zwischen räumlich differenzierten Expositionsbedingungen (insbesondere Luftbelastungen) in Städten und ihren gesundheitlichen Wirkungen?

Wichtigste Partner für eine *anwendungsorientierte Stadtforschung* sind die städtischen Planungs- und Verwaltungseinrichtungen. Die Zusammenarbeit mit verschiedenen Ämtern der Stadt Leipzig und dem Projektbereich Urbane Landschaften am UFZ verläuft kooperativ und produktiv. Teilergebnisse der Forschung fanden bisher rasch Eingang in die planungspraktische Arbeit oder flossen in städtische Veröffentlichungen, z.B. in den Umweltkatalog, den Ortsteilkatalog Leipzig und in das UQZ-Konzept der Stadt Leipzig ein. Die Zusammenarbeit wird aktuell im Rahmen der Lokalen Agenda 21 fortgesetzt.

**VP 3.1: Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen**  
- auf der Basis von urbanen Raumstrukturen und deren ökologischer,  
umweltepidemiologischer und sozialer Indikation -

**Entwicklung von Natur und  
Landschaft**

Leitbilder und Umweltqualitätsziele  
für Stadtstrukturen

•  
Nutzungswandel und  
Umweltwirkungen

•  
Analyse und Beurteilung umwelt-  
planerischer Instrumentarien

**Umwelt und Gesellschaft**

Sozialräumliche Differenzierung

•  
Ökonomische Instrumente und  
soziale Akzeptanz

•  
Ökonomisch-fiskalische  
Rahmenbedingungen kommunaler  
Umweltpolitik

•  
Naturvorstellungen und  
ökologisches Handeln

**Stadtumwelt und Gesundheit**

Dynamik und Bewertung  
innerstädtischer Luftbelastung

•  
Gesundheitliche Effekte  
stadtbedingter Expositionen

## 2.2 Wissenschaftliche Vorgeschichte des Verbundprojektes

Zwischen 1992 und 1995 wurde ein erstes *Verbundprojekt* „*Stadtökologischer Strukturwandel der Stadtregion Leipzig*“ am UFZ bearbeitet. Das Verbundprojekt war aus einem von der Akademie der Wissenschaften der DDR (Institut für Geographie und Geoökologie) organisierten Projektverbund heraus entstanden, dessen Koordinierung 1992 durch das BMBF an das UFZ übertragen wurde.

Ziel war es, die ökologischen Auswirkungen des ostdeutschen Stadtstrukturwandels nach der Wende am Beispiel Leipzigs zu untersuchen, dabei Beziehungen zwischen wirtschafts-, sozialstrukturellem und Umweltwandel zu bilanzieren und die Beeinflussung einzelner Umweltmedien zu erfassen und zu bewerten. Bearbeitet wurden: Lufthygiene, Stadtklima, Bodenbelastung, Mobilität, Grün- und Freiraumentwicklung, Flächennutzungsstruktur, Sozioökonomie und Gesundheitsbelastungen.

Es zeigte sich, daß der vorgesehene Zeitraum von vier Jahren für die Bilanzierung des städtischen Strukturwandels keineswegs ausreichte. Trotzdem sind die Untersuchungen der Anfangsphase dieses Strukturwandels von großer Bedeutung. Deutlich wurde, daß die Umweltveränderungen in Leipzig ambivalente Züge tragen und auch nicht generell nur Entwicklungen in den alten Bundesländern nachvollziehen. Abbau von Altbelastungen und neue Belastungen stehen sich gegenüber. Der zu beobachtende bedeutende Rückgang der Umweltbelastung in entscheidenden Umweltmedien, wie Luft (z.B. Schwefeldioxid) und Wasser, ist aber in wesentlichen Teilen nicht das Ergebnis zielgerichteter Sanierung, sondern Folge der Deindustrialisierung. Neue Umweltbelastungen entstehen besonders durch den Kraftfahrzeugverkehr, der beispielsweise eine deutliche Steigerung der Empfindlichkeit von Kindern gegenüber Allergien hervorrief. Umweltschäden der Industrie-Vergangenheit, wie Bodenbelastungen, wirken weiter fort. Der Flächenverbrauch im Stadtumland, die Verkehrsbelastung oder das Abfallaufkommen nahmen bei abnehmender Bevölkerung weiter zu. Immer weniger Menschen verbrauchen immer mehr Ressourcen. Insbesondere hinsichtlich der wachsenden Bedeutung sogenannter „weicher Standortfaktoren“ von Städten ist dies eine bedenkliche Entwicklung nicht nur für Leipzig. Die Ergebnisse der ersten Forschungsphase wurden in einer Buchpublikation zusammengefaßt (BREUSTE 1996).

### Zitierte Literatur

BREUSTE, J. (Hrsg.) (1996): Stadtökologie und Stadtentwicklung. Das Beispiel Leipzig. Analytica, Berlin

## 3 Verbundprojektkonzeption

### 3.1 Problemlösungsstrategien (Methoden)

Der eklatante Mangel einer Operationalisierung des Leitbildes Nachhaltige Stadtentwicklung führt im Verbundprojekt 3.1 „Konzepte zu umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen“ zu der Überlegung, sowohl inhaltliche Beiträge zur Nachhaltigen Stadtentwicklung, als auch besonders methodische Beiträge zu einer solchen sinnvollen und anwendungsorientierten Operationalisierung zu leisten. Gemeinsame Arbeitsgrundlagen sind dabei die räumlich differenzierte Betrachtung von Stadt und Umland und die Charakterisierung von Raumtypen durch Indikatoren für ausgewählte Umweltmedien. Umweltqualitätsziele sollen dann die Grundlage von zu erarbeitenden Nutzungskonzepten bilden.

*Gemeinsame Arbeitsgrundlagen*, auf die sich alle Verbundprojektpartner verständigt haben sind:

- *räumlich differenzierte Betrachtung* der Stadt und ihres funktionalen Umlandes,
- Sicherung der Übertragbarkeit von Erkenntnissen durch *Raumtypisierung*,
- *fachbezogene Indikation* von umweltrelevanten Prozessen und Strukturen des urbanen Raumsystems,
- wissenschaftliche Beiträge zur Entwicklung von *räumlich differenzierten Umweltqualitätszielen* als Bezugssystem im urbanen Managementprozeß,
- Beiträge zu (verbesserten) *Nutzungskonzepten* des Stadtsystems.

Zu erarbeitende Nutzungskonzepte orientieren sich an Umweltqualitätszielen, die teilweise selbst entwickelt, teilweise aus wissenschaftlicher und gesellschaftspolitischer Diskussion übernommen und konkretisiert wurden.

Dies bedeutet: Es wird ermittelt, ob sich raumstrukturelle Zusammenhänge durch *Raumstrukturtypen* erfassen, modellieren und zielorientiert gestalten lassen.

Zu klären sind Effizienz und Umweltwirkungen neuer nutzungsbezogener Raumstrukturen (z.B. im Stadtumland) und ihre ökologische Wirkung ebenso wie die Potentiale und Belastungen, einschließlich gesundheitlicher Beeinträchtigungen (am Beispiel der Risikogruppen Neugeborene und Kleinkinder), die mit langfristig gewachsenen urbanen Strukturen der Kernräume verbunden sind. Die komplexen Wirkungen neuer diffuser suburbaner Landschaftsstrukturen sind im Gegensatz zur bisherigen urbanen Kompaktheit zu bewerten. Umweltprozesse (z.B. Strukturwandlungsprozesse) und Umweltzustände sollen durch Definition, Ermittlung und Anwendung von *fachgebietsbezogenen Indikatoren* ökologisch, umweltepidemiologisch und sozial bewertet und fachübergreifend komplex interpretiert und modelliert werden. Dabei kommt der Rolle der *Flächennutzung* als zentralem Gegen-

stand und unmittelbarem Ergebnis des Zusammenwirkens ökologischer und sozioökonomischer Faktoren besondere Aufmerksamkeit zu. Sie wird als zentraler Indikator und als Steuerungsinstrument der umwelt- und sozialverträglichen Stadtentwicklung betrachtet.

Für unterschiedliche Strukturräume sind *Umweltqualitätsziele als Maßstab und Orientierungshilfe im Managementprozeß* notwendig. Bestehende städtische Umweltqualitätsziele werden durch wissenschaftliche Beiträge konkretisiert und auf ihre Integrationsfähigkeit in den Planungsprozeß hin geprüft.

Die *Transformationsfähigkeit der Forschungsergebnisse* ist ein Schwerpunkt des Verbundprojektes. Obwohl viele der Untersuchungen im Ballungsraum Halle-Leipzig durchgeführt werden, wird besonderer Wert darauf gelegt, daß die hier erzielten Ergebnisse über ihren Raumbezug auf vergleichbare Situationen (besonders altindustrialisierte Städte Mitteleuropas) übertragbar sind. In einem Forschungsprojekt des Freistaates Sachsen zum Thema Nachhaltiger Wohnbaustrukturen in Mittelstädten Sachsens wird der Strukturtypenansatz gegenwärtig unterhalb des Großstadtniveaus in kleineren Städten modifiziert.

Die in Entwicklung befindliche Methodik zur differenzierten stadtstrukturbezogenen Umweltqualitätszieldefinition soll jedoch an die regionalen Bedingungen anderer kulturräumlicher Zusammenhänge anpaßbar sein. Ziel ist es, ausgehend von einer Grundmethodik (s.o.) regionale Variationen unter Berücksichtigung der örtlichen Datenlage, Umweltbedingungen, Umweltinformationen und Planungsbedingungen, die generelle Anwendbarkeit auch in Schwellen- und Entwicklungsländern mit weit größeren Umweltproblemen zu erproben. In Kooperation mit lokalen Forschungspartnern in den *lateinamerikanischen Schwellenländern Argentinien/Mendoza und Chile/Conception* erfolgt zur Zeit eine Anwendung in speziellen Projekten. Es zeigt sich, daß die auf die Bestimmung von Umweltqualitätszielen orientierte Analyse von Stadtstrukturen mittels Indikatoren zur Ableitung von Handlungsoptionen unter Einbeziehung verfügbarer Instrumente und Anreize gute Chancen hat, den Prozeß des Stadt-Umweltmanagements in anderen Ländern zu unterstützen oder zu verbessern. Vorgesehen ist, unter wesentlich schwierigeren Bedingungen in *Entwicklungsländern am Beispiel Indiens* zusätzliche Erfahrungen zu gewinnen. Als Forschungspartner wurde dazu bereits die Aligarh Muslim University gewonnen.

### **3.2 Integration in die nationale und internationale Forschung**

Die im Verbundprojekt als gemeinsames Ziel verfolgte Fragestellung der Definition stadtstruktur-/stadtlandschaftsbezogener, wissenschaftlich begründeter Nutzungskonzepte auf der Basis von Umweltqualitätszielen ist von internationaler Relevanz. Durch den Rio-Gipfel ist die Diskussion um Agenden 21 (in Deutschland relativ spät) in Gang gekommen und

verlangt nach geeigneten Methoden und Konzepten um Nachhaltigkeit oder Nachhaltige Stadtentwicklung operationalisierbar zu machen.

Daß die Problematik generell in der jüngsten Vergangenheit und auch gegenwärtig und in absehbarer Zukunft von großer Relevanz ist, davon zeugen eine Reihe von internationalen politischen und kommunalen Aktivitäten wie der Agenda 21-Prozeß, die Charta europäischer Städte auf dem Weg zur Zukunftsbeständigkeit von Aalborg 1994 (Beteiligung des UFZ), der Lissabonner Aktionsplan für städtische Nachhaltigkeit 1996, die internationale Habitat II – Konferenz 1996 (UFZ als NGO vertreten) und andere Initiativen.

Auch im wissenschaftlichen Forschungsbereich haben sich eine Reihe von Kongressen und Workshops dem Thema integrative Stadtökologie und Stadtumweltmanagement in den letzten Jahren verstärkt gewidmet. Zu den Initiatoren zählen die Internationale Gesellschaft für Ökologie (INTECOL) mit einem speziellen Thementag 1998 in Florenz, die International Association for Landscape Ecology mit ihrem Weltkongreß 1999 in den USA. Der Weltarchitekturkongreß Urban 2000 in Berlin (UFZ in der Organisationsgruppe vertreten) und der Geographenkongreß 2001 in Leipzig zum Thema „Entwicklung von Stadtregionen“ zeigen die nicht nachlassende zukünftige Bedeutung.

#### *Aktivitäten auf internationaler Ebene*

Das UFZ hat sich in die internationale Diskussion durch eigene Veranstaltungen eingebracht:

- „*International Conference Urban Ecology*“ 1997 in Leipzig. An der Tagung nahmen 400 Personen aus Wissenschaft und Praxis aus insgesamt 48 Staaten teil. Die Beiträge wurden in einem Buch publiziert (BREUSTE, FELDMANN, u. UHLMANN (Hrsg.) 1998). Die Ergebnisse der Konferenz als Zusammenfassung der vielfältigen, behandelten Teilthemen geben ein richtungsweisendes Bild für Forschung und Anwendung.
- *Internationale UFZ-Sommerschule „Ecological Economics and Regional Sustainability - New Frontiers in Interdisciplinary Research ?“*, im Juni 1998, unter Leitung von Dr. Irene Ring, Abteilung ÖKUS. Als Ergebnis ist eine Buchpublikation im Druck (RING, KLAUER, WÄTZOLD (Hrsg.) 1998).

#### *Aktivitäten auf europäischer Ebene*

Auf *europäischer Ebene* erfährt das Thema Stadtökologie und nachhaltige Stadtentwicklung derzeit mit der Ausschreibung des 5. *Rahmenprogramms der Forschungsförderung durch die EU* mit einer Schlüsselaktion „*Cities of tomorrow*“ große Beachtung (projektführender Antrag des UFZ ist in Vorbereitung).

Im Rahmen von mehreren *COST-Programmen* der EU erfolgte eine mehrjährige Mitarbeit. Die Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie ist eingebunden in das SATURN-Projekt (aus COST 615 hervorgegangen), das sich insbesondere mit Luftverunreinigungs-

vorhersagen und den daraus resultierenden gesundheitlichen Risiken befaßt. Beteiligt sind u.a. die Universität Thessaloniki (Griechenland), die Universität Brescia (Italien) und wissenschaftliche Einrichtungen in Budapest (Ungarn) und Prag (Tschechische Republik). Kooperation zum Thema Urban Indicators erfolgt mit dem renommierten International Institute for the Urban Environment (Prof. Tjeerd Deelstra, Delft/The Netherlands) und mit der Universität Sofia (Bulgarien). Zum Thema Naturerlebnissräume und Naturschutz besteht Austausch mit der London Ecology Unit (Prof. David Goode) und der University of Central England in Birmingham (Dept. of Urban Planning).

#### *Forschungskooperation mit Lateinamerika*

Eine enge Forschungskooperation und regelmäßiger Wissenschaftleraustausch besteht mit mehreren Instituten in Argentinien und Chile:

Die Abteilung ÖKUS arbeitet in Abstimmung mit dem PB Urbane Landschaften am Themenkomplex „Sozialräumliche Differenzierung“. Kooperationspartner ist die Universidad de Cuyo in Mendoza/Argentinien. Von ihr wurde das am UFZ erarbeitete methodische Konzept zur Erstellung eines „Sozialatlas“ für Mendoza übernommen (s. Kap. 5.2.1)

In Fragen der Modellanwendung (Qualitätsziele für Stadtstrukturtypen zur Operationalisierung einer nachhaltigen Stadtentwicklung) arbeitet der PB Urbane Landschaften z.Z. mit Argentinien und Chile zusammen.

Die Auswirkung stadttypischer Belastungen auf bestimmte Atemwegserkrankungen und Allergien von Schulkindern wird parallel zu Leipzig mit Partnern der Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie in Mendoza untersucht (s. Kap. 6.2.2). Ebenfalls in der Partnerstadt Mendoza werden vergleichende Untersuchungen zu Biomonitoringsystemen durch die Sektion Chemische Ökotoxikologie durchgeführt (s. Kap. 6.2.1).

#### *Aktivitäten auf nationaler Ebene*

In der nationalen Forschungslandschaft hat sich das UFZ mit dem Verbundprojekt 1 (1992 – 1995) im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts Stadtökologie positioniert. Weitere Mitarbeit erfolgt in der GFÖ-Arbeitsgruppe Stadtökologie seit 1994. Mit einer Reihe von Forschungseinrichtungen (besonders Institute der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz Blaue (WGL)) wie Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin, Institut für Ökologische Raumentwicklung, Dresden, Institut für Raumplanung und Strukturforchung, Erkner, u.a. erfolgt ein regelmäßiger Austausch und eine Abstimmung im Forschungsprogramm.

Das Zentrum für Umweltmedizin an der Universität Leipzig ist eine Gemeinschaftseinrichtung zwischen UFZ und Universität, an dem die Sektion Expositionsforschung maßgeblich beteiligt ist. Die Sektion ist darüber hinaus in den Sonderforschungsbereich der

Universität Köln eingegliedert und führt gemeinsam mit der GSF und der Universität Leipzig das Forschungsprojekt „Public Health“ durch.

Dem Austausch von Wissenschaftlern und Planern ist das vom PB Urbane Landschaften seit 1994 im Zweijahresturnus durchgeführte Leipziger Symposium Stadtökologie gewidmet. Mit den bisherigen Themen „Strukturwandel“ (1994), „Suburbanisierung“ (1996) und „Stadtnatur“ (1998) sind die Veranstaltungen überregional auf breites Interesse gestoßen. 1996 wurde durch die Abt. ÖKUS die erste UFZ-Sommerschule „Lebensqualität und Umweltverhalten in urbanen Räumen (Leitung Dr. Sigrun Kabisch), an der über 30 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler teilnahmen, durchgeführt.

### **Zitierte Literatur**

BREUSTE, J.; FELDMANN, H.; UHLMANN, O. (Hrsg.) (1998): Urban Ecology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

RING, I.; KLAUER, B.; WÄTZOLD, F.; MANSSON, B. (Hrsg.) (1999): Regional Sustainability. Contributions to Economics. Physica, Berlin, Heidelberg (im Druck)

## 4 Teilthema „Entwicklung von Natur und Landschaft“

### 4.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen

Die Arbeiten im Teilthema „Entwicklung von Natur und Landschaft“ beziehen sich im weiteren Sinn auf die Struktur der Stadtlandschaft und ihre durch Nutzungen beeinflussten Naturprozesse. Weiterhin werden Instrumentarien, mit denen die Stadtnatur gestaltend beeinflusst wird, in ihrer Wirksamkeit untersucht. Dem Teilthema sind auch methodische Arbeiten zu Leitbildern und Umweltqualitätszielen zugeordnet, die für das Gesamtprojekt von Bedeutung sind. Die Arbeiten stehen in fachlichem Austausch untereinander und mit Projekten aus dem Teilthema „Umwelt und Gesellschaft“.

Durch Zusammenarbeit von Wissenschaft, Verwaltung, Verbänden und engagierten Bürgern wurden in einigen deutschen Kommunen bereits *Leitbilder und Umweltqualitätszielkonzepte* für eine nachhaltige Stadtentwicklung erarbeitet. Jedoch mangelt es an Konzepten, wie diese operationalisiert werden können. Anhand von zwei methodischen Studien, die in enger Kooperation mit den Stadtverwaltungen Leipzig und Halle durchgeführt wurden, wurde die Übertragbarkeit globaler und gesamtstädtischer Umweltqualitätsziele auf die lokal faßbare Ebene von städtischen Struktur(teil)räumen erprobt. Wissenschaftlich ist dies besonders in Hinsicht auf die Entwicklung einer Methode, die die Übertragbarkeit von Ergebnissen auf andere Städte gewährleistet, von Interesse. Mit der Erarbeitung einer Modellstudie *Stadtstrukturtypenkarte* für das Leipziger Stadtgebiet wurde gleichzeitig eine Grundlage für Vergleichbarkeit und Integrierbarkeit der Untersuchungsergebnisse im gesamten Verbundprojekt gelegt.

Ein wesentlicher Schwerpunkt des Teilthemas „Entwicklung von Natur und Landschaft“ widmet sich dem *Nutzungswandel* und den damit verbundenen *Wirkungen auf Strukturen und Prozesse der urbanen Landschaften* (z.B. Florentwicklung, Infiltrationsleistungen von Versiegelungsflächen, Leistungsfähigkeit von Stadtböden usw.). Für einen Großteil dieser Untersuchungen ist ein Zugang über Strukturtypen gut möglich, womit das Datenetz zu strukturtypenbezogenen Umweltqualitätszielen verdichtet wird. Themenbereiche, für die im Verbundprojekt *Indikatoren* identifiziert werden sollen, sind: *Nutzung* (Bsp. Flächenwachstum, Gewerbenutzung, Naturwahrnehmung), *Vegetation* (Bsp. gepflanzte Gehölzvegetation), *Stadtklima* (Bsp. human-biometeorologische Bewertung) und *Stadtböden* (Bsp. Bodenversiegelungen, Schadstoffbelastung)

Im Schwerpunkt *Analyse und Beurteilung umweltplanerischer Instrumentarien* werden sowohl modell-basierte Entscheidungshilfen für die Anwendung in der konkreten Naturschutzpraxis (Beispiel Grüner Ring Leipzig) erarbeitet, als auch kommunale Planungsin-

strumente und Grün-Förderstrategien hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu Entwicklung und Erhalt von Natur in städtischen Wohngebietsstrukturen geprüft.

## 4.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse

### 4.2.1 Leitbilder und Umweltqualitätsziele für Stadtstrukturtypen

#### Qualitätszielkonzepte für Stadtstrukturtypen (Beispiele Leipzig und Halle)

Zielstellung und Forschungsprojektes war die Entwicklung einer *Methodik zur Erarbeitung eines räumlich differenzierten Qualitätszielkonzeptes* für eine nachhaltige Stadtentwicklung am Beispiel der Städte Leipzig und Halle. Die Basis für die Ableitung von Qualitätszielen bilden homogene Strukturräume, sogenannte »Stadtstrukturtypen«, die für das Stadtgebiet von Leipzig flächendeckend interpretiert wurden. Mit diesem Forschungsansatz wurden Möglichkeiten und Grenzen der Operationalisierung von Nachhaltigkeitszielen auf kleinräumiger, stadtgliedernder Ebene untersucht.

Handlungsbezüge sind: die Ebene der Gesamtstadt und die Ebene der Stadtstrukturtypen (s. Abb. 4-1).

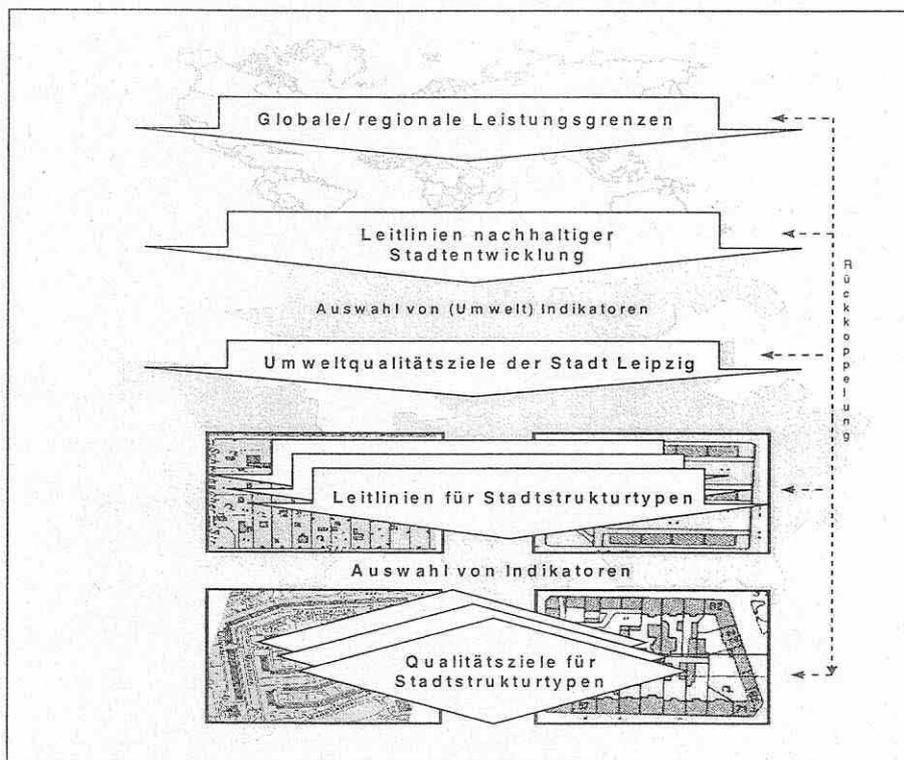


Abb. 4-1: Ableitung stadtstrukturtypenbezogener Qualitätsziele von Zielen nachhaltiger Entwicklung

Die *gesamtstädtische Betrachtung* diente der Ableitung von Indikatoren für die Ebene der Stadtstrukturtypen sowie der Einbettung der stadtstrukturtypenbezogenen Qualitätsziele in den gesamtstädtischen Kontext. Als erster Schritt wurden, ausgehend von globalen und regionalen Leistungsgrenzen, Leitlinien nachhaltiger Stadtentwicklung formuliert. Daran schloß sich die Operationalisierung der qualitativen Zielvorstellungen mittels Indikatoren, die den Zustand des komplexen Systems Stadt repräsentieren und die die spezifische Situation der Stadt Leipzig einbeziehen, an. Abschließend wurde das beschlossene Umweltqualitätszielkonzept der Stadt Leipzig (STADT LEIPZIG 1996) auf die Kompatibilität mit den entwickelten Indikatoren geprüft.

Die *Erarbeitung eines Raumtypenmodells* als Grundlage zur Entwicklung von räumlich differenzierten Qualitätszielen stellte den nächsten Schritt dar. Für charakteristische Stadtstrukturtypen der Wohnbebauung wurden Leitlinien formuliert. Im Anschluß daran erfolgte eine *Ableitung stadtstrukturtypenspezifischer Indikatoren*, ausgehend von gesamtstädtischen Indikatoren, die der Analyse und Bewertung des Status-quo der Untersuchungsgebiete dienen. Dieses Indikatorenset, welches im Hinblick auf das Leitbild Aspekte der natürlichen, gebauten und sozialen Umwelt berücksichtigt, bildet das Gerüst für die *Formulierung von Qualitätszielen und -standards für Stadtstrukturtypen*. Um eine Umsetzung der Ziele und Standards zu ermöglichen, wurden diese in einer weiteren Zielebene mit *Maßnahmen und Instrumenten* konkretisiert.

Ausgehend von dem gesamtstädtischen Strukturtypenmodell wurden *vier Untersuchungsgebiete* mit charakteristischen Stadtstrukturtypen der Wohnbebauung der Stadt Leipzig ausgewählt.

Bei der Auswahl der Indikatoren handelt es sich u.a. um ‘vorgeschaltete’ Indikatoren, die bereits auf der Ebene der Eingriffswirkung (z. B. Versiegelungsgrad) ansetzen. Ferner finden Indikatoren Berücksichtigung, die die Versorgung bzw. Ausstattung der Stadtstrukturtypen widerspiegeln.

### *Ergebnisse*

Qualitätsziele wurden in Anlehnung an die drei Umweltbereiche (natürliche, gebaute und soziale Umwelt) formuliert. Wechselwirkungen konnten über Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Zielen aufgezeigt werden. Die Qualitätsziele wurden zunächst für alle Wohnsiedlungsbereiche gemeinsam formuliert; eine räumliche und sachliche Konkretisierung der Ziele erfolgte durch die Aufstellung von Qualitätsstandards:

- konkrete, nach Stadtstrukturtypen unterschiedlich differenzierte Qualitätsstandards (s. Abb. 4-2),
- Qualitätsstandards, die für alle Stadtstrukturtypen gemeinsam gelten. Differenzierungen ergeben sich aus den unterschiedlichen Zielerreichungsgraden,

- Handlungsorientierungen, wenn sich aus der Analyse des Status-quo kein Standard ableiten läßt, aber dennoch unterschiedlicher Handlungsbedarf zur Umsetzung des Qualitätsziels in den Stadtstrukturtypen besteht.

Qualitätsziel: Erhalt bzw. Reduzierung des Versiegelungsgrades.			
Stadtstrukturtyp	Versiegelungsgrad (%) (1997)	UQZ Stadt Leipzig (%)	Qualitätsstandard (%)
Geschlossene Blockbebauung	81	60	70/60
Geschlossene Blockrandbebauung	73		60
Offene Blockbebauung	65		60
Offene Blockrandbebauung	59		60
Großwohnsiedlung	54	50	50
Ein-/Zweifamilienhausbebauung	51	40	40
Villen	31		30

Abb. 4-2: Qualitätsziel und -standards zum Versiegelungsgrad

Es zeigte sich, daß im urbanen Raum aufgrund der Komplexität der betrachteten Probleme und Prozesse vielfältige Wechselbeziehungen und Verknüpfungen zwischen den *Indikatoren* bestehen. Beispielsweise beeinflussen die Indikatoren der Städtebaustruktur (Nutzungsmischung, Nachverdichtungspotentiale etc.) nahezu alle Indikatoren der natürlichen und sozialen Umwelt. Für einen überwiegenden Teil der Indikatoren zeigten sich klare stadtstrukturtypenspezifische Abhängigkeiten.

Um eine Umsetzung der Ziele und Standards zu ermöglichen, wurden diese in einer letzten Zielebene mit *Maßnahmen und Instrumenten* konkretisiert. Diesen Maßnahmen wurden sowohl allgemeine kommunale Instrumente als auch konkrete Beispielinstrumente aus der Stadt Leipzig zugeordnet. Die ausgewählten Maßnahmen wurden inhaltlich und zeitlich einer Prioritätensetzung unterzogen. Besonders dringender Handlungsbedarf sowie Verknüpfungen aber auch Konkurrenzen einzelner Maßnahmen wurden herausgearbeitet. Die zentrale Bedeutung der Indikatoren des Hauptthemenbereichs 'Städtebaustruktur' zeigte sich bei der Aufstellung von Maßnahmen. Es ließen sich wesentliche, dringend zu realisierende Maßnahmen identifizieren, die klar nach Stadtstrukturtypen differenziert sind. Andere Maßnahmen gelten für alle Wohnsiedlungsbereiche. Dies belegt die Nutzbarkeit der ermittelten Methodik.

Ziel der Arbeiten in einem weiteren *Stadtbeispiel (Halle/Saale)* war es, die Entwicklung von Leitbildern und Qualitätszielen methodisch zu operationalisieren und mit dem Vorgehen in Leipzig zu vergleichen.

Für die Arbeit wurde deshalb der gleiche methodische Ansatz wie im Leipziger Projekt zugrunde gelegt. Da sich jedoch der Prozeß der Lokalen Agenda 21 in Halle noch in der Anfangsphase befindet und, im Gegensatz zu Leipzig, auf der administrativen Ebene noch

kein Umweltqualitätszielkonzept verabschiedet wurde, setzt das Projekt bereits bei der Erarbeitung von gesamtstädtischen Leitlinien an. In weiteren Schritten werden auch für die Stadt Halle Qualitäts- und Handlungsziele auf der Handlungsebene des Baublocks anhand von Strukturtypen konkretisiert.

#### 4.2.2 Nutzungswandel und Umweltwirkungen

##### Naturbewußtsein und Naturerleben in der Stadt

###### *Zielstellung*

"Naturschutz in der Stadt dient nicht in erster Linie dem Schutz bedrohter Pflanzen- und Tierarten; seine Aufgabe besteht vielmehr darin, Lebewesen und Lebensgemeinschaften als Grundlage für den unmittelbaren Kontakt der Stadtbewohner mit natürlichen Elementen ihrer Umgebung gezielt zu erhalten" (SUKOPP u. WEILER 1986, S. 25). Grundlage für einen erfolgreichen Naturschutz in urbanen Landschaften muß deshalb der soziale Bezug von Natur sein. Dazu gehören neben Naturangeboten, Zugänglichkeit, Erreichbarkeit, Naturbewußtsein und Naturakzeptanz. Dafür sind Naturausstattungsmerkmale der Stadtlandschaft ebenso wie allgemeine Wertorientierungen und konkretes naturbezogenes Handeln in beispielhaften Stadtstrukturräumen zu ermitteln, zu bewerten und Perspektiven möglicher Entwicklungen zu einem engeren Naturbezug im Stadtleben zu entwickeln.

###### *Methode*

Empirische Untersuchungen werden in Halle in zwei für ostdeutsche Städte typischen Wohnbaustrukturen durchgeführt, die neben ihrer inneren Naturausstattung beide in ihrer Nahumgebung über zusätzlich nutzbare naturnahe Bereiche als Naturangebote verfügen. Es handelt sich um ein *Gründerzeitliches Altbauwohngebiet* und eine *Großwohnsiedlung*.

Folgende Arbeitsschritte werden durchgeführt:

- Dokumentation der Naturangebote (Kartierung, Beschreibung und Bewertung),
- Erfassung und Bewertung der Benutzung der Naturangebote im Wohngebiet und in wohngebietsnahen naturbelassenen Flächen durch standardisierte, teilnehmende Beobachtung,
- Befragung von Bewohnern der beiden Untersuchungsgebiete (ca. 400 Interviews) zur Ermittlung der Naturakzeptanz, der Nutzung vorhandener Naturangebote und von naturbezogenen Wertorientierungen und Verhaltensweisen,
- Integrative Schlußfolgerungen und Konzeptionen für einen auf Naturerleben orientierten, stadtstrukturbezogenen Stadt-Naturschutz

## *Ergebnisse*

Viele *Altstadtviertel* erfahren gegenwärtig einen deutlichen Nutzungswandel durch Sanierung. Dieser ist mit einer Neugestaltung der Grundstücksfreiflächen verbunden. Charakteristisch sind: Entkernung der Blockinnenräume und Anlage neuer, repräsentativer Freiraumstrukturen und eine generelle autogerechtere Freiraumgestaltung. Dadurch sind typische Naturelemente der Altbauwohngebiete, u.a. alte Obstgärten, Vorgärten, Stadtbäume und kleine öffentliche Grünflächen, gefährdet.

*Großwohnsiedlungen* weisen große strukturarme Freiflächen ohne direkten Nutzungs- und Gebäudebezug auf. Besonders mangelt es an strukturierendem Baumbestand. Die Freiraumausstattung ist unter Bezug auf die hohe Wohndichte sehr gering. Die älteren Teile der Wohngebiete haben meist eine reichere Grünausstattung und günstigere Freiraumversorgung als jüngere und jüngste Ausbauten.

Großwohnsiedlungen erfahren gegenwärtig keinen bedeutenden Nutzungswandel. Generelle Trends im Umgang mit Natur sind:

- Grün ist der Konkurrenz kraftfahrzeugbezogener Nutzungen ausgesetzt,
- Pflegeminderung bei aufgegebenen Nutzungen (Leerstand öffentlicher Gebäude),
- Grünzerstörung/-gefährdung durch zu hohe Nutzungsintensitäten und
- Zunahme der Versiegelung.

Anhand der untersuchten Beispielgebiete lassen sich folgende generelle Thesen zur Naturentwicklung in der Stadt aufbauen:

- Durch Aufgabe von Nutzungen kommt Wildgrün auf, dessen Beseitigung im Vergleich zu Nutzgrün leicht vorgenommen und akzeptiert wird.
- Gehobener Wohn- und Geschäftsstatus wird neben Gebäudeausstattung durch Repräsentationsgrün unterstrichen (Statusgrün).
- Wildgrün ist immer noch weitgehend unakzeptiertes Grün (= Unwert).
- Nutzung bedeutet Inanspruchnahme, Pflege und damit Akzeptanz durch bewußte Gestaltung und trägt zur Sicherung von Naturausstattungen wesentlich bei.
- Die Inwertsetzung aller Flächen- und Naturpotentiale hängt direkt von einer generellen Veränderung im Umgang mit Kraftfahrzeugen im Wohngebiet ab. Die größten Gefahren für Stadtgrün bestehen in der Nutzung von Kraftfahrzeugen innerhalb der Stadtviertel. Mehr Grün kann im Straßenfreiraum gewonnen, Grünverlust in Innenhöfen vermieden werden.

Die *teilnehmenden Beobachtungen* in je einer ausgewählten *Grünfläche im Wohnumfeld* und je einem naturnahen Bereich in Wohngebietsnähe brachten hinsichtlich der Nutzung dieser Naturangebote folgende Ergebnisse, die unter Hinzuziehung der Befragungsauswertung weiter überprüft werden:

Die Nutzungsintensität hängt von Lage, Angebot und Attraktivität der Naturangebote (Nutzungsangebote, Pflegezustand) ab. Hauptnutzer von Grünräumen im Wohnumfeld sind

Kinder, kinderbetreuende Erwachsene, Hundehalter und Senioren. Die Hauptnutzung erfolgt nachmittags, besonders intensiv an arbeitsfreien Tagen mit gutem Wetter. In Auswertung von kontinuierlichen Besucherzählungen ist die intensivste Nutzung an Schönettertagen nach winterlicher Kälte im Vorfrühling zu erwarten (maximale Realnutzung).

Grünflächen im Wohnumfeld werden abends zunehmend von Jugendlichen genutzt. Grünräume werden ab Einbruch der Dämmerung als unsicher angesehen.

Grünräume mit hoher Attraktivität für Kinder werden wegen mangelnder Angebote in der Umgebung häufig zu intensiv genutzt und dadurch beeinträchtigt.

Eine gute Pflege von Wohngrünflächen wird durch die meisten Nutzer erwartet. Eine spezielle Ausstattung der Flächen - außer durch Spielflächen und -geräte für Kinder - ist weniger von Bedeutung. Strukturierte und abwechslungsreich gestaltete Naturangebote werden durch Nutzer gern angenommen. Vandalismus führt verbreitet zu Schäden in den Grünanlagen.

*Naturnahe Bereiche im Wohnumfeld* werden nur gering genutzt. Hauptnutzer sind Spaziergänger, am Wochenende oft mit Kindern, vielfach auch Hundehalter. Eine vielfältige Naturaustattung der Naturräume wird durch die Nutzer geschätzt. Sie ist oft Hauptmotiv der Nutzung.

Die Nutzer sind in der Regel nicht auf eine spezialisierte Naturnutzung eingestellt oder vorbereitet. Sie sind eher allgemein an ästhetischen Aspekten interessiert. Beschwerliche Zugänglichkeit und Unerschlossenheit wirkt nutzungsmindernd. Eine gute und attraktive Wegeerschließung (Rundwege sollten möglich sein) ist eine Voraussetzung für mehr Nutzung. Störende und unberechtigte Fahrzeugnutzung (z.B. Motorräder) und intensive Nutzung auf kleinen Flächen (z.B. durch Rodeln und Mountainbiking) führt bereits jetzt zu Naturschäden. Die Wirksamkeit von Naturerklärung (z.B. Lehrpfade) bei der Naturnutzung ist unklar. Vandalismus führt zu Schäden an Natur und Ausstattung der Gebiete.

## **Erkundung von Urbanisierungsprozessen und ihrer ökologischen Folgen mit Fernerkundungsmethoden am Beispiel der Stadtregion Leipzig**

### *Zielstellung*

Am Beispiel der Stadtregion Leipzig sollte untersucht werden, inwieweit satellitengestützte Fernerkundungsmethoden für die Beurteilung von Urbanisierungsprozessen und ihrer ökologischen Folgen eingesetzt werden können. Ziel war es, die Vor- und Nachteile sowie die genauen Grenzen und Möglichkeiten der Anwendung der verschiedenen Fernerkundungsdatenprodukte und -methoden aufzuzeigen.

### *Methode*

Verschiedene Fernerkundungsdatenprodukte wurden hinsichtlich der Erkennbarkeit urbaner Oberflächenstrukturen und ökologischer Komponenten getestet und hinsichtlich ihrer

Möglichkeiten im Monitoring der Urbanisierungsprozesse eingesetzt. Die Entwicklung und/oder Erprobung möglichst anwendungsfreundlicher Methoden, der Test verschiedener Sensoren und der Ausblick auf neue Sensoren wurden vorgenommen.

### *Ergebnisse*

Besonders nutzungsbestimmte Oberflächenstrukturen eignen sich für das Monitoring von Urbanisierungsprozessen. Neben der wichtigen visuellen Interpretation kann mit einer hierarchischen Klassifikation die städtische Oberflächenbedeckung analysiert und der Urbanisierungsprozeß im Fernerkundungsdatenprodukt monosensoral nachvollzogen werden. Bei geometrisch hoch auflösenden Datensätzen empfiehlt sich die Hinzunahme synthetischer Kanäle. Demgegenüber führen konventionelle Bildverbesserungen, Texturanalysen, Hauptkomponententransformationen und die Klassifikation mit EBIS zu keinem Informationsgewinn. Die Verschneidung von Bilddaten hoher geometrischer und geringer spektraler Auflösung mit denen geringer geometrischer und hoher spektraler ergibt, nach vorheriger spezieller Kantenfilterung, für die visuelle Interpretation urbaner Flächen die besten Ergebnisse. Weitere Bildverarbeitungen führen zu keiner Verbesserung. Städtische Raumstrukturen können visuell mit den aus Fernerkundungsdaten ableitbaren ökologischen Parametern (Vegetationsdynamik und Oberflächenstrahlungstemperatur) unterschieden und bewertet werden. Durch den temporalen Vergleich werden Veränderungen sichtbar, die Hinweise auf Flächennutzungsänderungen und somit auf Urbanisierungsprozesse sowie deren Auswirkungen auf die Ökologie geben. Der Bezug zu bestimmten Raumeinheiten wird mittels Raster-Vektor-Verknüpfungen ermöglicht. Für den innerstädtischen Bereich haben Kantenanalysen keine zufriedenstellenden Ergebnisse gezeigt. Hingegen ermöglicht die Berechnung der Überbauungsdichte die Abgrenzung zwischen überbauten und nicht überbauten Flächen und die Lokalisation signifikanter Veränderungen. Damit werden Ergänzungen und Verifikationen von Luftbilddaten, die Korrektur und Nachführung definierter Gebiets- und Flächenabgrenzungen sowie Kartenfortführungen unter dem Gesichtspunkt von Urbanisierungsprozessen ermöglicht. Mit der Berechnung des Wohnumgebungspotentials lassen sich Veränderungen in der Einwohnerzahl/-dichte und in den ökologischen Komponenten multitemporal analysieren und erkennen.

Für die „Erkennbarkeit unterschiedlicher Oberflächenstrukturen in definierten Raumeinheiten“, „Ökologische Faktoren“ und „ausgewählte Urbanisierungsprozesse“ erfolgte eine Gegenüberstellung der Methoden und eine vergleichende Wertung in drei Stufen. Eine Kartenserie zum „Abbildungsverhalten der Oberflächenbedeckung in ausgewählten Fernerkundungsdatenprodukten“ bietet zusätzliche, auch optische Vergleichsmöglichkeiten. Darüber hinaus werden die Ergebnisse in komplexen, anwenderbezogenen Flußdiagrammen zu den Themen „Flächennutzungskategorien“, „Stadtträumliche Merkmale“, „Ökologisch relevante Oberflächen und Oberflächeninformation“ zusammengefaßt, die eine Ab-

schätzung der Einsatzmöglichkeiten der satellitengestützten Fernerkundung für die Themenstellung ermöglichen.

## **Untersuchung städtischer Veränderung am Beispiel Bitterfeld-Wolfen**

### *Zielstellung*

Ziel des Projektes ist es, war es ein geeignetes Verfahren der Bildverbesserung und automatischen Klassifikation so anzuwenden, daß eine einfache Bilanzierung von Nutzungsänderungen möglich ist und diese an einem Beispielraum zu überprüfen.

Dies ist für hochdynamischen Räume wie den urbanen Raum von Bitterfeld und Wolfen (Sachsen/Anhalt) von besonderer Bedeutung, da hier Umstrukturierungsprozesse altindustrieller Räume in wenigen Jahren ablaufen und dafür geeignete Monitoringverfahren notwendig sind.

### *Methode*

Mittels Klassifikation von multisensoralen und multitemporalen Satellitenbildern in den Maßstäben 1:100.000 bis 1:50.000 wurden die flächenhafte Umstrukturierung dieses altindustriellen Raumes erfaßt und analysiert. In drei Zeitschnitten (1989, 1994 und 1997) wurden Nutzungsänderungen im bebauten Bereich ermittelt und bilanziert.

### *Ergebnisse*

Neben Bildverbesserungsverfahren (Hauptkomponentenanalyse, Farbtransformation, Filteroperationen, Verschmelzen von multispektralen und panchromatischen Bildern), die die räumliche Auflösung und somit die Detailgenauigkeit im Satellitenbild erhöhen, liegt der methodische Schwerpunkt in der automatischen Klassifikation nach dem Maximum-Likelihood Verfahren. Zur Erfassung des Strukturwandels kommt den Klassen Bebauung und Freifläche eine besondere Bedeutung zu. Während unter Bebauung eine bereits vorhandene, vollendete Bebauung zu verstehen ist, werden unter dem Begriff Freifläche alle zum Aufnahmezeitpunkt noch nicht vollendete Bebauungen zusammengefaßt. Zweckmäßigen Objektklassen sind Bebauung, Freifläche, Gewässer, Tagebau, Wald, Wiese (einschließlich Acker mit Vegetationsbestand) und Acker (unbegrünt).

Mit Methoden der Fernerkundung können quantitative Aussagen getroffen werden. Der weitaus größte Flächenanteil (83,0%) blieb ohne Nutzungsänderung. Die versiegelungsrelevanten Nutzungsänderungen betragen von der Gesamtfläche nur 3,0%. Nicht versiegelungsrelevante Flächennutzungsänderungen betragen 14,0%.

Desweiteren fällt die nur geringe Ausdehnung der bebauten Fläche auf. Sie hat sich gegenüber 1989 nur um 52,4 ha vergrößert. Die tatsächliche Expansion liegt allerdings deutlich

höher, da die Freiflächen mit 153 ha größtenteils auf ehemals bebauten Flächen entstanden sind (s. Tab. 4-1).

**Tab. 4-1:** Zu- und Abgänge der einzelnen Klassen für den bitemporalen Datensatz 1989 - 1997

Klasse	Flächenanteile in ha				
	1989	Abgang	Zugang	1997	Veränderung
Bebauung	2.286,1	122,5	174,9	2.338,5	+52,4
Freifläche	0,2	0,0	152,9	153,1	+152,9
Gewässer	189,8	17,1	96,0	268,7	+78,9
Tagebau	330,9	185,5	51,2	196,6	-134,3
Wald	1.508,1	160,3	67,3	1.415,1	-93,0
Wiese/ Acker (begrünt)	6.056,1	1.034,1	673,7	5.695,7	-360,4
Acker (unbegrünt)	1.100,1	436,6	740,2	1.403,7	303,6
	11.471,3	1956,1	1956,2	11.471,4	0,1

## Nachhaltige Regionalentwicklung als Leitbild für altindustrialisierte Regionen?

### *Zielstellung und Methode*

Aktuelle ökologische und ökonomische Entwicklungstendenzen auf Altindustrieflächen sollten unter dem Gesichtspunkt Nachhaltiger Regionalentwicklung untersucht und überprüft werden.

### *Methode*

Es wurde ein Untersuchungsraum mit besonders regional bedeutenden, ausgedehnten und in tiefgreifender Umgestaltung befindlicher Altindustrieflächen als Beispielgebiet ausgewählt. Dazu bot sich der Raum *Bitterfeld-Wolfen* unter besonderer Berücksichtigung der Umstrukturierungsprozesse auf den Altindustriearalen des ehemaligen „Chemiekombinates Bitterfeld“ und der ehemaligen „Filmfabrik Wolfen“ an.

Die methodische Vorgehensweise bestand aus einer Kombination mehrerer methodischer Ansätze, so zum Beispiel der Auswertung von Literatur, Statistiken, Kartenmaterial sowie einer qualitativen Befragung (explorative Interviews bzw. Experteninterviews). Mit GIS-Methoden wurden Karten der Altindustriearale im Maßstab 1:10.000 bis 1:15.000 erstellt. Die Bewertung der erfolgten Umstrukturierung erfolgte anhand von vier Kriterien: Entwicklung des Flächenverbrauchs und Flächenrecycling, Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur, innovative Unternehmenspotentiale, Erhalt alter Industriearchitektur zur Förderung regionaler Identität.

### *Ergebnisse*

Die Ergebnisse zeigen ein widersprüchliches Bild: Obwohl entsprechend dem propagierten 'Erhalt industrieller Kerne' zwischenzeitlich zahlreiche namhafte Industrieunternehmen

angesiedelt werden konnten, ist die Region Bitterfeld-Wolfen von gravierender Arbeitslosigkeit (kapitalintensive Unternehmen mit geringen beschäftigungspolitischen Effekten) und der Standort Bitterfeld vom Vorherrschen der wenig innovativen und strukturell umweltbelastenden Grundstoffchemie gekennzeichnet. Produktketten etablierten sich nur gering. Dagegen fehlt dem Standort Wolfen derzeit ein eigenständiges Produktionsprofil, da hier nach der deutschen Wiedervereinigung zu lange an einer Gesamtprivatisierung der Filmfabrik festgehalten wurde und damit viele alternative Möglichkeiten zur Entwicklung der Industrieareale unberücksichtigt blieben.

Versucht man, die erfolgte Umstrukturierung auf den Industriearealen im Hinblick auf die Anforderungen einer nachhaltigen Regionalentwicklung zu bewerten, ergibt sich folgendes Bild: Positiv ist generell die Entscheidung zur Um- und Wiedernutzung der bestehenden Industrieareale zu bewerten. Die Ansiedlung neuer Unternehmen vor allem auf Flächen außerhalb der ursprünglichen Industrieareale fand vor allem Anfang der 90er Jahre statt. Verstärkt durch den Masterplan wird seit 1996 jedoch von den kommunalen Akteuren eine Innenentwicklung angestrebt. Wegen Überalterung der Anlagen oder weil Platz für Neuan siedler geschaffen werden sollte, wurde ein Großteil der Gebäude abgerissen. Eine Wiedernutzung vorhandener Bausubstanz fand somit nur in Ausnahmefällen statt. Baubranche und Dienstleistungssektor dominieren. Obwohl sich eine Vielzahl weiterer Unternehmen, die eine Diversifizierung der Produktionsstruktur bewirken, ansiedelte, konnten sie dem Standort bislang kein eigenständiges Produktionsprofil geben. Ebenso ist eine moderne Umweltindustrie bislang nicht dominierend an den Standorten vorhanden.

Ausgehend von den zugrunde gelegten Kriterien verlief die bisherige Umstrukturierung der Standorte weitestgehend unter Mißachtung von Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung. Die Abstimmung der Standortentwicklung unter Einbeziehung der Kommunen fand bisher unzureichend statt. Notwendig ist, unabhängig von klassischer Ansiedlungsstrategie und an Stelle von „nachholender Modernisierung“, Regionalentwicklung zu betreiben, die ökonomische, ökologische und soziale Gesichtspunkte gleichermaßen einbezieht.

### **Umweltwirkungen (Flächennutzung und Verkehr) gewerblicher Nutzungen - Beispiele aus der Stadtregion Leipzig-Halle**

#### *Zielstellung*

Die im Stadtbereich begonnenen Arbeiten zu Umweltqualitätszielen für Stadtstrukturtypen sollen auf Gebiete im Umland von Großstädten ausgeweitet werden. Als beispielhafter Strukturtyp im suburbanen Raum ostdeutscher Städte sind die seit der Wende neu entstandenen *Gewerbegebiete* von besonderem Interesse. Untersucht werden die Folgen der Gewerbesuburbanisierung hinsichtlich der Flächennutzung und der Verkehrssituation am Beispiel der Stadtregion Leipzig-Halle.

### Methoden

Nach einer Gesamterfassung der in der Untersuchungsregion entstandenen neuen Gewerbeansiedlungen erfolgt eine detaillierte *Flächennutzungskartierung* ausgewählter Beispielgebiete. Die Methodik baut auf die im UFZ erprobte Vorgehensweise (MÜNCHOW et al. 1996 u. 1997) auf. Weiterhin werden die durch die Gebiete induzierten *Verkehrsströme analysiert*. *Befragungen* zur Gewerbesituation und zum Verkehr in zwei Gewerbegebieten:

- Gerichshain (15km östlich von Leipzig an der Bundesstraße 6, Erschließung unmittelbar nach 1990, sehr hoher Belegungsgrad) und
- Leipzig-Nordost (größtes neu erschlossenes Gebiet noch innerhalb der Stadtgrenze Leipzigs vor 1999, mittlerer Belegungsgrad, gute Verkehrsanbindung)

ergänzen die kartierten Informationen.

Auf der Basis dieser umweltrelevanten Nutzungsdifferenzierung von Gewerbegebieten werden *Nutzungsempfehlungen* und Zielstellungen für bestimmte Strukturräume abgeleitet. Vorschläge zur Verbesserung raumplanerischer Instrumente und eine beispielhafte Überprüfung der Empfehlungen schließen das Projekt ab. Die Entwicklung des Untersuchungsansatzes erfolgte ergänzend zu anderen Forschungen im suburbanen Raum (z.B. „Neue räumliche Nähe“, s. Kap. 5.2.1).

### Ergebnisse

Die *Kartierung* zeigt, daß sich die im Großraum Leipzig-Halle seit 1990 entstandenen Gewerbegebiete hinsichtlich der Lage, Größe und der Belegung (Brachflächenanteil, angesiedelte Gewerbestruktur und Größe der Betriebe) erheblich unterscheiden (s. BRAUSE u. GRUNDMANN 1994, SCHMIDT 1993). Allgemein sind die zuerst ausgewiesenen Gebiete aufgrund der damaligen größeren Nachfrage nach Flächen besser belegt. Oftmals befinden sich gerade diese Standorte in ungünstigen Lagen, abseits von großen Verkehrsachsen am Rand sehr kleiner, damals noch selbständiger Gemeinden.

Die *Befragungen* zeigen bezüglich der Verkehrsmittelwahl der Mitarbeiter erhebliche Unterschiede. In Gerichshain sind andere Verkehrsträger neben privaten KFZ (92,5%) ohne Bedeutung (ÖPNV 3%, Rad 3,4%). Dagegen erreichen den Leipziger Standort immerhin 21,5% der Beschäftigten mit dem ÖPNV und 6,5% mit dem Fahrrad, so daß der Anteil KFZ „nur noch“ 72% beträgt. Die Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel steht somit in unmittelbarem Zusammenhang mit der Lage der Gebiete.

Tab. 4-2 bewertet die Bedeutung einzelner Faktoren (Standortfaktoren) für die befragten Gewerbeansiedlungen.

Allgemein ist zu erkennen, daß weiche Standortfaktoren wie Nähe zu Wohnmöglichkeiten in der Umgebung nicht entscheidend für eine Ansiedlung sind. Im Vergleich beider Gewerbegebiete schneidet die kleine Gemeinde Gerichshain deutlich besser ab (Durchschnittsbenotung). Auch hinsichtlich der Rangfolge einzelner Faktoren im Vergleich beider

Gewerbestandorte lassen sich Unterschiede feststellen. Der Mietpreis und das Entgegenkommen der Gemeinde ist in Gerichshain beispielsweise erheblich günstiger bewertet worden.

Tab. 4-2: Bedeutung von Faktoren für die Standortwahl (Schulnoten 1-5) (eigene Erhebung)

Leipzig-Nordost	Nennungen	Ø-Note	4.2.3 Gerichshain	Nennungen	Ø-Note
Verkehrsanschluß	6	1,67	Nähe zum Absatzmarkt	19	1,47
Nähe zum Absatzmarkt	5	2,40	Flächenverfügbarkeit	16	1,69
Qualifizierte Arbeitskräfte	7	2,43	Verkehrsanschluß	20	1,75
Flächenverfügbarkeit	6	3,00	Entgegenkommen der Gemeinde	19	1,84
Investitionsförderungen	6	3,00	Grundstückspreis/Mietpreis	17	1,94
Nähe zu Geschäftspartnern	6	3,00	qualifizierte Arbeitskräfte	16	2,19
Grundstückspreis/Mietpreis	6	3,33	Nähe zu Geschäftspartnern	20	2,35
Betriebskosten	6	3,50	Investitionsförderungen	13	2,54
Steuer- und Abgabenhöhe	6	3,50	Betriebskosten	16	2,75
Anschluß an ÖPNV	6	3,67	Steuer- und Abgabenhöhe	13	2,92
Regionales Lohnkostenniveau	7	3,71	Regionales Lohnkostenniveau	17	3,00
Wohnmöglichkeiten in der Umgebung	6	4,00	Anschluß an ÖPNV	15	3,47
Entgegenkommen der Gemeinde	5	4,40	Wohnmöglichkeiten in der Umgebung	16	3,50

## Gesetzmäßigkeiten der Florenzentwicklung in Städten

### Zielstellung

Die städtische Flora und Vegetation ist ein wesentliches Element der Stadtnatur und hat somit große Bedeutung für das physische und psychische Wohlbefinden des Menschen, ist gleichzeitig aber auch Indikator für ökologische Verhältnisse in der Stadt. Die Analyse städtischer Flora und Vegetation liefert sowohl Aussagen zur ökologischen Situation im Sinne einer Bioindikation als auch Grunddaten zur Charakterisierung von Eigenschaften und Merkmalen der Stadtumwelt, die für das Wohlbefinden des Menschen von Bedeutung sind. Hieraus ergeben sich auch die wesentlichen Argumente für den Naturschutz in der Stadt.

Stadtflora und -vegetation gliedern sich in den vom Menschen direkt geschaffenen Teil, der als gepflanzte Vegetation bezeichnet werden soll und in die Spontanflora und -vegetation, d. h. die Gesamtheit der spontan sich entwickelnden Vegetationsstrukturen. Zwischen beiden Teilen bestehen enge Wechselbeziehungen, die untersucht werden.

Entsprechend dieser Gliederung ergeben sich zwei Teilaufgaben:

Ein Ziel ist die ökologische Analyse des gepflanzten Vegetationsbestandes (gepflanzte Gehölze) am Beispiel der Stadt Halle und ihr Vergleich mit der Gehölzvegetation der Stadt Leipzig. Grundlage hierfür ist die Erfassung der Gehölze in ausgewählten Testgebieten der Stadt Halle und die Erfassung und Bewertung gehölzökologischer Daten in Hinblick auf

ihre Bindung an bauliche, historische und nutzungsspezifische Stadtstrukturtypen. Vergleichbare Daten zur gepflanzten Vegetation in Leipzig sind in einem Vorläuferprojekt erhoben worden (WINKLER 1996, BREUSTE u. WINKLER 1999).

Damit diese Daten in einem Gesamtkontext besser ausgewertet und bewertet werden können, sind eine Übersicht der in Deutschland eingeführten Gehölze erarbeitet und Angaben über häufig angepflanzte Arten (Angaben aus Pflanzlisten und Baumschulen) zusammengestellt worden. Besonderer Schwerpunkt wurde auf die Charakterisierung der geographischen Herkünfte und die Einführungszeit gelegt, weil diese Daten für die Prognose von spontanen Ausbreitungsvorgängen, d.h. für die Wechselbeziehungen zur Spontanflora von großem Interesse sind.

Durch die klare Definition der Testflächen auf der Basis von Stadtstrukturtypen, charakterisiert als stadtoökologische Raumeinheiten, wird die Grundlage zur Verknüpfung der Daten mit anderen Untersuchungen geschaffen.

Zentrale Fragen des Projektes sind:

- Welche Arten werden in den verschiedenen Raumeinheiten der Städte gepflanzt?
- Differenzieren sich die urbanen Raumeinheiten hinsichtlich ihrer gepflanzten Vegetation?
- Gibt es Wechselbeziehungen zwischen dem Alter der Raumeinheiten und ihrer Artenzusammensetzung?
- Ist die gepflanzte Gehölzvegetation stadtspezifisch oder gibt es große Gemeinsamkeiten zwischen den Städten?
- Wie groß ist das Verwilderungspotential der gepflanzten Gehölze und wovon hängt es ab?

Ein weiteres Ziel ist die Analyse städtischer Spontanflora in Hinblick auf ihren Indikatorwert für urbane Bedingungen. Da bisher derartige Untersuchungen sich meist auf Einzelstädte bezogen, die dann miteinander verglichen wurden, besteht das Ziel dieses Projektes in der vergleichenden Analyse der Flora der wichtigsten urbanen Räume Ostdeutschlands.

Im Zentrum standen die folgenden Fragen:

- Welche Arten sind als typisch urbane Elemente in Ostdeutschland zu charakterisieren?
- Welchen Beitrag leisten urbane Gebiete für die Artenvielfalt der Kulturlandschaft?
- Welche ökologischen Merkmale kennzeichnen Stadtfloren im Vergleich zu den Floren der Umländer?

Der generelle Zugang zum Problem wurde durch Vergleich von Diversitätsmustern und biologisch-ökologischen Merkmalen der einheimischen und neophytischen Flora der Städte mit denen der Umländer gesucht.

### *Methoden*

Für die erste Teilaufgabe sind charakteristische Stadtstrukturtypen ausgewählt worden. Hierzu gehören die geschlossene Blockbebauung, die offene Blockbebauung, die Zeilenbe-

bauung, Großwohnsiedlungen und Flächen öffentlicher Einrichtungen. Auf jeweils acht Testflächen wurden die Gehölze erfaßt. Die Charakterisierung der gepflanzten Gehölze erfolgte durch Angaben zur Herkunft, Häufigkeit in den Flächen, Vitalität, generative und/oder vegetative Vermehrung usw.

Für die vergleichende Florenanalyse der Spontanvegetation wurden eigene Daten erhoben sowie eine große Anzahl von Literaturquellen und Datenbanken ausgewertet.

### *Ergebnisse*

#### *Die Bedeutung gepflanzter Vegetation für die Entwicklung urbaner Räume*

Die Zahl der angepflanzten Gehölzarten ist in den beiden Städten (Halle 315 und Leipzig 384 Gehölzarten) sehr hoch. Von den erfaßten Arten sind die meisten fremdländischen Ursprungs bzw. stellen Kultivare von Wildarten dar (72,7%). Während unter den dreißig häufigsten Baumarten lediglich zehn fremdländische Arten vertreten sind, dominieren sie bei den Straucharten (25).

Am artenreichsten sind die Großwohnsiedlungen (Plattenbausiedlungen der DDR-Zeit), am artenärmsten ist der Stadtstrukturtyp geschlossene Blockbebauung. Dies ist insofern erstaunlich, weil die Großwohnsiedlungen in ihrer Struktur sehr ähnlich und homogen und auch die jüngsten Stadtgebiete sind.

Hinsichtlich der Artenzusammensetzung der Stadtstrukturtypen differenzieren sich lediglich die Großwohnsiedlungen deutlich von den anderen stadtökologischen Raumeinheiten. Hauptfaktor für diese Differenzierung ist die höhere Artenzahl (Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse). Begünstigend kommt hinzu, daß in den Großwohnsiedlungen auch die größte potentielle Vegetationsfläche zur Verfügung steht. Alle anderen untersuchten stadtökologischen Raumeinheiten differenzieren sich kaum. Auf Grund der enormen Umgestaltungsmaßnahmen in den älteren Stadtstrukturtypen existiert kaum noch ein historisch begründeter Gehölzbestand. Artenkombinationen historischer Freiraumgestaltungen verschwinden immer mehr.

Eine klare Typisierung von Stadtstrukturtypen nach gehölzökologischen Gesichtspunkten ist nur bedingt möglich. Je jünger die Stadtstrukturtypen einer Stadt (Großwohnsiedlungen) sind, desto artenreicher, aber auch untypischer ist die Gehölzvegetation. Historische Bebauung findet nur noch sehr bedingt ihre Entsprechung in historisch gewachsener Vegetationsstruktur.

Durch Vergleiche mit Leipzig und anderen mitteleuropäischen Städten konnte eine gute Übereinstimmung der fremdländischen Gehölzvegetation in Hinsicht auf Herkunftsspektrum, Lebensformenkombination und andere ökologische Merkmale festgestellt werden. Klimatische Gradienten wirken sich jedoch auch auf die Zusammensetzung der gepflanzten Gehölzvegetation aus.

Von den 314 Gehölzarten in den Testgebieten der Stadt Halle zeigen immerhin 18,8% (59 Arten) eine Tendenz zur Spontanausbreitung. Unter den 20 häufigsten, spontan vorkommenden Gehölzarten sind in Halle 10 und in Leipzig 7 fremdländische Arten. Insgesamt sind in Halle 59,3% (35 Arten) der spontan vorkommenden Gehölzarten fremdländischer Herkunft. Das bedeutet, daß von den 229 in den Testgebieten festgestellten fremdländischen Arten und Kultivaren lediglich 15% sich spontan ausbreiten können. Bei den einheimischen Arten ist die spontane Ausbreitung erwartungsgemäß viel höher. Sie liegt bei 30%. Diese Zahlen belegen einerseits, daß die Gefahr der spontanen Vermehrung gepflanzter Arten geringer ist als oft angenommen wird, andererseits für die einheimischen Arten die Bedingungen zum Aufbau spontaner Populationen erheblich eingeschränkt sind. Das Potential sich spontan vermehrender einheimischer und fremdländischer Arten bildet die Basis für urbane Vorwälder.

Die Analyse der Einführungs-geschichte der Gehölze in Mitteleuropa erbrachte überraschende Resultate. Die Annahme, daß die Zahl fremdländischer Arten, die in die Städte als Ziergehölze neu eingeführt werden, gegenwärtig durch verbesserten weltweiten Pflanzenaustausch und verbesserte gärtnerische Vermehrungsverfahren stark zunimmt, ist falsch. Von den ca. 3330 Gehölzarten, die bis heute nach Mitteleuropa eingeführt wurden, waren bis 1920 bereits über 95 % in Mitteleuropa präsent. Schon Ende des 17. Jahrhunderts war ein regelrechter Boom der Einführung insbesondere von nordamerikanischen Gehölzarten zu verzeichnen. Im 19. Jahrhundert kam es dann zu massenhaften Gehölzeinführungen aus Asien.

Dieses Ergebnis läßt folgende Schlußfolgerungen zu:

- Der Höhepunkt des Zustroms von fremdländischen Gehölzarten nach Mitteleuropa ist überschritten.
- Mit der Zunahme der Artenzahlen durch Neueinführungen ist nicht zu rechnen.
- Die Züchtung von neuen Kultivaren geht weiter. Diese spielen bei Neupflanzungen eine immer größere Rolle.
- Durch die Häufung des Vorkommens von fremdländischen Gehölzarten in den Städten werden diese immer mehr zu Ausgangspunkten für biologische Invasionen in naturnähere Biotope.

#### *Charakteristik der spontanen Flora der Städte*

Die Analyse der Florenlisten von 13 ost- und mitteldeutschen Städten und der Vergleich der Florenlisten der Meßtischblattquadranten der Florenkartierung Ostdeutschlands zeigte deutlich, daß urbane Räume (Quadranten von 17 ost- und mitteldeutschen Großstädten) deutlich artenreicher als vergleichbare Gebiete der Kulturlandschaft sind. Dieses Ergebnis läßt sich mit der standörtlichen Heterogenität in urbanen Ökosystemen erklären. Urbane Räume sind ein Mosaik von typisch urbanen Biotopen und von Resten nichturbaner Land-

schaftstypen. In den Städten trifft man oft noch Reste von natürlichen Biotopen, von landwirtschaftlichen Flächen und verschiedene Umwandlungsstadien ehemals natürlicher Lebensräume. Durch die zahlreichen Transportmöglichkeiten aber auch die zahlreichen Pflanzungen in Gärten und Parks sind Städte meist die ersten Einwanderungsorte für fremdländische Pflanzenarten. In Großstädten über 100.000 Einwohner ist mit mindestens 900 Arten höherer Pflanzen zu rechnen.

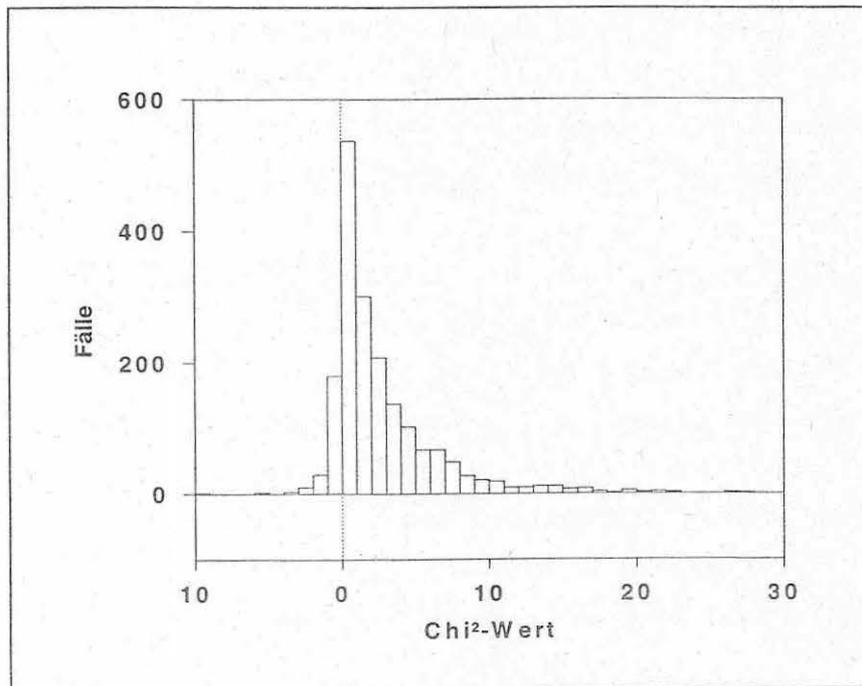


Abb. 4-3: Chi<sup>2</sup>-Werte des Frequenzvergleichs der Arten der Städte und der Umländer (Links der Nulllinie Arten mit größerer Häufigkeit im Umland; Rechts Arten mit größerer Häufigkeit in Städten).

Bei den signifikant häufigeren Arten in Städten im Vergleich zum Umland handelt es sich zum Großteil um Neophyten, d. h. Arten die erst nach 1500 eingewandert sind.

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen war der Vergleich der biologisch-ökologischen Merkmale der Stadt- und Umlandflora. Mit Hilfe dieser Vergleiche konnten die ökologischen Besonderheiten der Städte genauer definiert werden. Diese Arbeiten sollen bis zu einem Indikationssystem für die Umweltbedingungen in Städten fortgeführt werden. Praktische Umsetzung finden die Ergebnisse u.a. in der Aufstellung von Arten- und Biotopschutzprogrammen für Städte (KLOTZ u. STOLLE 1998).

## **Bodenbeanspruchung durch Versiegelungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Wasserdurchlässigkeit und der bodenbiologischen Aktivität**

### *Zielstellung*

Bodenschutz ist ein vorrangiges Naturschutzziel und im Bundes-Bodenschutzgesetz (BodSchG) und im Freistaat Sachsen im Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Bodenschutz (1991) festgeschrieben. Auch die Umweltqualitätsziele und -standards der Stadt Leipzig (1996) beinhalten den Bodenschutz. Gerade in Städten kann über Art und Umfang der Versiegelung auf die Bodenqualität eingewirkt werden. Anhand der Indikatoren *Versiegelungsgrad und -art, hydraulisch-physikalische Eigenschaften von Belagsarten* und *Bodenbiologie* wurde der Bodenbeanspruchung durch Versiegelungsmaßnahmen überprüft.

### *Methode*

In ausgewählten Stadtstrukturtypen in Leipzig und Dresden wurden im Maßstab 1:500 *Detaillkartierungen* zu den Merkmalsgruppen Nutzungsart, Belagsart und Entwässerungsart unter dem Gesichtspunkt hydrologischer Charakterisierung durchgeführt

Um Aussagen über das *Infiltrationsverhalten verschiedener Versiegelungsarten* unter Berücksichtigung der Alterung treffen zu können, wurden *Beregnungsversuche* in situ in Leipzig mit einem Sprinklerinfiltrimeter durchgeführt. Die insgesamt 21 Untersuchungsstandorte sollten möglichst typische und häufig vorkommende Belagsarten wie Mosaikpflaster oder Natursteinplatten berücksichtigen, zum anderen neue, alternative Befestigungsarten wie Rasengittersteine oder Betonpflaster mit Sickeröffnungen einschließen. Nach der Durchführung der Beregnungsversuche wurden die Beläge entfernt und gestörte *Bodenproben* aus dem Fugenbereich bzw. den Deckschichten entnommen und daraus die Korngrößenverteilung und der Gehalt an organischer Substanz ( $C_{org}$ ) bestimmt.

Bodenmikrobiologische und -zoologische sowie bodenchemische Untersuchungen wurden auf fünf Parkplätzen mit Rasengittersteinbelägen durchgeführt.

### *Ergebnisse*

Die *Bestandsanalyse zum Ausmaß der Bodenversiegelung* in ausgewählten Stadtstrukturtypen zeigte, daß die Grundstücke der gründerzeitlichen Blockbebauung, des Stadtzentrums, der neueren Gewerbegebiete und der revitalisierten Industriegebiete am stärksten von Versiegelungsmaßnahmen betroffen sind. Die Detaillkartierung erbrachte für die Stadtstrukturtypen gründerzeitliche Blockrandbebauung, Randbebauung der 20/30er Jahre, Zeilenbebauung der 50/60er Jahre, Großwohnsiedlungen der 70/80er Jahre, Villen/Stadthäuser und Doppelhäuser einen vergleichsweise hohen Anteil an unversiegelten Böden. Es zeigte sich aber, daß diese Böden durch Nachverdichtungsmaßnahmen gefährdet sind.

Ein wichtiger Aspekt der Bodenversiegelung ist die negative Beeinflussung der natürlichen örtlichen Versickerung des Niederschlags. Die Folge dieser Beeinträchtigung ist ein er-

höherer Oberflächenabfluß Auf der Grundlage von Ergebnissen aus *Beregnungsversuchen* vor Ort wurde im zweiten Untersuchungsschwerpunkt die Wasserdurchlässigkeit von unterschiedliche Flächenbefestigungen beurteilt. Ältere Gehwegbefestigungen wie Mosaik- und Kopfsteinpflaster, Granit-, Beton- und Großformatplatten ließen keine gravierenden Unterschiede im Infiltrationsverhalten erkennen. Das Infiltrationsvermögen der neueren Flächenbefestigungen stieg für die begrünten Systeme (Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster) mit einer Zunahme der Bewuchsdichte an. Hohe Infiltrationsleistungen erreichte das Betonpflaster mit Feinkies gefüllten Sickeröffnungen. Die niedrigsten Infiltrationsraten ergaben sich bei den wassergebundenen Decken mit einem geringen Sand/Skelettanteil bzw. hohem Anteil abschlämmbarer Korngrößen in den Deck- und Tragschichten. Höhere Infiltrationskapazitäten erzielte die kunstharzgebundene Decke. Diese Erkenntnisse über das Infiltrationsverhalten und die Abflußeigenschaften der Flächenbefestigungen bildeten die Basis für die Entwicklung eines Bewertungskonzeptes, das anhand von verschiedenen Fallbeispielen erprobt wurde. Es zeigte sich, daß bei der Beurteilung des Niederschlagsrückhaltes von befestigten Flächen die Alterung, die Bauausführung und die zu erwartende Nutzungsintensität sowie das zugrunde gelegte Regenereignis von besonderer Relevanz sind.

Die *Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen*, die über den Werten von Böden aus agrarisch genutzten Landschaften lag, wurde nicht durch eine Zunahme der Nutzungsintensität verringert. Hingegen spielt das Alter der Fläche und die damit verbundene Anreicherung von organischem Material für die mikrobiellen Aktivitäten eine entscheidende Rolle. Höhere Kohlenstoffgehalte und eine geringere Verdichtung sind ferner die bestimmenden Bodenkenngrößen für die höheren Umsatzleistungen der Rasengittersteinböden im Vergleich zu den Aktivitäten der meisten unversiegelten Böden. Dieses unterschiedliche Niveau spiegelt sich aber für die Mehrzahl der Böden nicht im metabolischen Quotienten wider. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, werden die Rasengittersteinböden von den Collembolen als Lebensraum angenommen. Es konnte nachgewiesen werden, daß der Nutzungsdruck auf dem stark frequentierten Parkplatz in Form einer veränderten Vegetationsbedeckung negative Auswirkungen auf die Höhe der Besiedlungsdichte hat. Im Vergleich zu den Grünflächen wurden für die Rasengittersteinböden ähnliche Abundanzwerte ermittelt. Für die Grünflächen zeigte sich aber, daß vor allem eine zunehmende Verdichtung der Böden zu einer Verringerung der Besiedlungsdichten führt. Eine Beeinträchtigung der bodenbiologischen Aktivität der Flächen durch die verschiedenen Schadstoffe konnte nicht belegt werden.

## Geoökologische Untersuchungen an städtischen Freilandböden von Großwohnsiedlungen

### *Zielstellung*

Seit der Herausgabe der ersten Kartieranleitung für Stadtböden 1989 gibt es zwar eine Vielzahl von Vorschlägen und Diskussionen zur Klassifizierung städtischer Böden, aber ein Ansatz, der auch die geoökologische Beurteilung oder Bewertung von innerstädtischen Freiflächen mit einbezieht, existiert bislang nicht. Es fehlen sowohl wissenschaftlich ausreichend begründete Grenzwerte als auch Bewertungsverfahren, welche die Nutzung des Bodens sowie das Schutzziel berücksichtigen.

### *Methode*

Ausgehend von Literaturrecherchen wurde ein schadstoffbezogenes und schutzgutorientiertes quantitatives Bewertungsverfahren für Schwermetalle und PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) in städtischen Freiflächenböden abgeleitet.

Großwohnsiedlungen verfügen über einen hohen Freiflächenanteil und wurden deshalb als beispielhafter Stadtstrukturtyp ausgewählt. Die Untersuchungen wurden an 32 Standorten in den Großwohnsiedlungen Halle-Neustadt, Halle-Silberhöhe und Leipzig-Grünau durchgeführt.

Gelände- und Laborarbeiten:

Analysiert wurden die Bodenparameter pH-Wert, Humus-, Kalk-, Wassergehalt und Korngröße sowie die Gehalte der Schwermetalle Cadmium, Kupfer, Blei und Zink im Königswasseraufschluß (Gesamtgehalte) und in  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NHNO}_3$  (pflanzenverfügbar) und  $\text{H}_2\text{O}$ . Für alle A-Horizonte und einige tiefere Horizonte wurden die Gehalte der 16 PAK der EPA-Liste bestimmt.

### *Ergebnisse*

#### *Schwermetalle:*

- Blei ist im Oberboden als Indikator für Emissionen aus dem Kfz-Verkehr nutzbar.
- Kupfer und Blei zeigen gleiche Tiefenverteilungsmuster. Die Verlagerung von Schwermetallen ist nicht prinzipiell nachweisbar.
- In der Regel sind weniger als 2% der Gesamtschwermetallgehalte mobilisierbar, jedoch wird für die Bleigehalte eine extreme Mobilisierung festgestellt.
- Die untersuchten Leitprofile zeigen aufgrund der Gehalte in den eingebrachten Substraten weder quasi-natürliche Tiefenfunktionen von Schadstoffen noch ist ein zeitlicher Einfluß auf die Entwicklung der Tiefenfunktionen nachweisbar.
- Die Grenzwerte für Schwermetallgesamtgehalte und PAK (Prüfwerte der Sachsen-Anhalt-Liste bzw. der Eikmann-Kloke-Werte) werden für alle Horizonte deutlich unterschritten.

- Es zeigt sich beim Vergleich der Untersuchungsgebiete (Oberböden), daß es für die Gesamtgehalte von Kupfer und Blei signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test, 95%-Niveau) gibt, wobei im Mittel in Neustadt die höheren Werte zu erwarten sind.

*Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:*

- Bis auf die vielringigen PAK korrelieren die übrigen untereinander auf dem 99%-Niveau. Dabei fungiert das kanzerogene Benzo(a)pyren (statistisch abgesichert) als Leitparameter bzw. Indikator.
- Erhöhte PAK-Gehalte in tieferen Horizonten sind nicht bodengenetisch (Verlagerung) bedingt, sondern durch Umlagerung von (vor-) belastetem Substrat. Die PAK-Gehalte ermöglichen die Charakterisierung von Horizonten, die geogene Hintergrundgehalte repräsentieren. Ein zeitlicher Einfluß auf die Entwicklung der Tiefenfunktionen ist nicht nachweisbar.
- Unter Einschränkungen (Alter und Vorbelastung der Fläche) können PAK im Oberboden als Indikatoren für erhöhte Gehalte durch den Kfz-Verkehr genutzt werden.
- Es zeigen sich beim Vergleich der Untersuchungsgebiete keine signifikanten Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test, 95%-Niveau) der PAK-Gehalte in den Oberböden.

*Boden-Umweltstandards:*

Aufgrund der Untersuchungen und der Berechnung von Hintergrundwerten wurden Standards für Schwermetalle und PAK abgeleitet, die als Handlungsziele für die nächsten 10 Jahre verstanden werden.

Tab. 4-3: Umweltstandards für Böden in den Untersuchungsgebieten, Schwermetalle & PAK

	Schwermetallgesamtgehalte [mg/kg]				PAK [ng/g]	
	Cadmium	Kupfer	Blei	Zink	BaP	Σ PAK
Halle-Neustadt	1	25	60	130	130	2.000
Halle-Silberhöhe	1	20	50	120	70	1.400
Leipzig-Grünau	1	20	50	130	190	3.300
Methode	DIN				EPA	

### Mikrometeorologische Analyse und Bewertung kleinräumiger Stadtstrukturen

*Zielstellung*

Viele stadtklimatologische Arbeiten belegen, daß sich der urbane Raum aus einem Mosaik von Mikroklimaten zusammensetzt, die durch die Wechselwirkungen zwischen Stadt und Umland und durch die Anordnung von Baukörper-, Vegetations- und Freiflächenstrukturen geprägt sind. Da die Gestaltung und Beschaffenheit von Oberflächenstrukturen und die Meteorologie der bodennahen Luftschichten in einem engen kausalen Zusammenhang stehen, ist für human-biometeorologische Fragestellungen besonders der Bereich zwischen dem Boden und dem mittleren Dachniveau von Bedeutung. Ein hoher Versiegelungsgrad,

eine ungünstige Anordnung von Gebäuden oder eine fehlende Vegetationsausstattung kann Ursache dafür sein, daß für den Menschen thermophysiologisch ungünstige Witterungsbedingungen noch verstärkt werden.

Ziel ist es, die räumliche und zeitliche Variabilität mikrometeorologischer Bedingungen in verschiedenen gestalteten Stadtstrukturen an Beispielen in der Stadt Leipzig zu untersuchen und unter human-biometeorologischen Aspekten zu bewerten. Die Untersuchungsschwerpunkte beziehen sich auf den thermischen Wirkungskomplex während sommerlicher Strahlungswetterlagen, um Extremsituationen thermischer Wärmebelastung in Siedlungsräumen zu erfassen. Methodisch steht die Verknüpfung von experimentellen und modellhaften Untersuchungsmethoden zur mikro-meteorologischen Analyse und Bewertung von kleinräumigen Stadtstrukturen im Vordergrund. Bearbeitet werden Untersuchungsbeispiele innerhalb einer gründerzeitlichen Blockbebauung, einer Großwohnsiedlung und einer städtischen Parkanlage.

### *Methoden*

Neben kontinuierlichen Klimamessungen an fünf Referenzstandorten wurden vor allem kleinräumig mobile Messungen durchgeführt, wobei alle für den Wärme- und Energiehaushalt des Menschen wichtigen meteorologischen Kenngrößen wie Lufttemperatur, Dampfdruck, Windgeschwindigkeit und mittlere Strahlungstemperatur erfaßt werden (nach HÖPPE 1992). Zusätzlich wird bodengestützte Infrarotthermographie eingesetzt, um den Einfluß vertikaler und horizontaler Umgebungsflächen auf den langwelligen Strahlungshaushalt zu zeigen. Zur human-biometeorologischen Bewertung des thermischen Wirkungskomplexes werden die Methoden der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 1998 (Teil 1 Klima) verwendet.

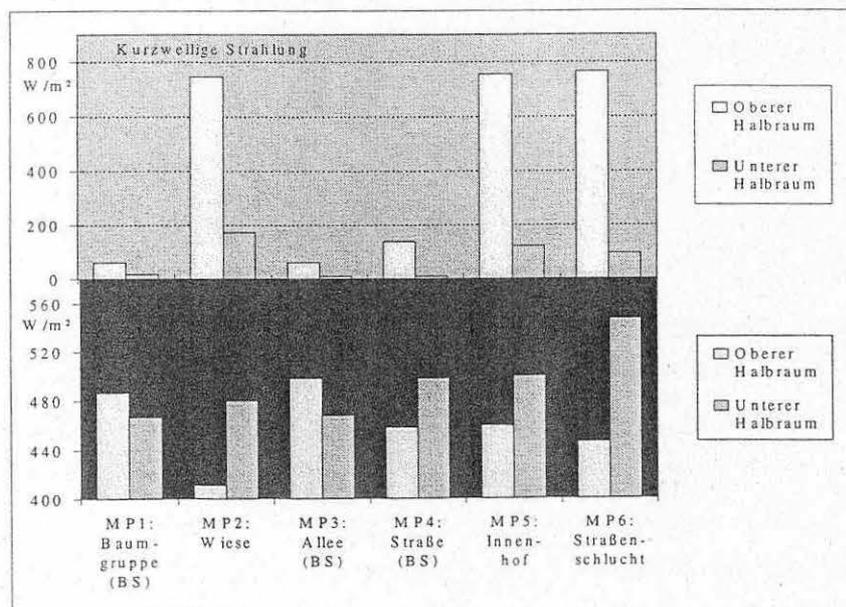
### *Ergebnisse*

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen belegen, daß bei der human-biometeorologischen Bewertung eine hohe Dominanz des kurz- und langwelligen Strahlungshaushaltes und daraus abgeleitet der mittleren Strahlungstemperatur zu erkennen ist. Bezüglich der Variabilität meteorologischer Kenngrößen in den untersuchten Stadtstrukturen wurde deutlich, daß selbst bei autochtonen Wetterlagen während der Tagesstunden die Lufttemperatur und der Dampfdruck kleinräumig relativ homogen verteilt sind. Windgeschwindigkeit und mittlere Strahlungstemperatur hingegen sind in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen durch eine große Differenzierung gekennzeichnet, was die stadtklimatische Bedeutung von vertikalen Umgebungsflächen unterstreicht. Mit Hilfe der Infrarotaufnahmen wird eine Visualisierung der horizontalen und vertikalen Oberflächenstrahlungstemperaturen möglich. So können relativ schnell und unkompliziert räumliche Aussagen über die thermischen Bedingungen in Stadtstrukturen gewonnen und Bereiche mit

starken Überwärmungen und erwartungsgemäß hohen PET-Werten (Physiologisch Äquivalente Temperatur) erkannt werden.

An einem Untersuchungsbeispiel zum Strahlungshaushalt (s. Abb. 4-4) wird deutlich, daß Vegetationsstrukturen ein erhebliches Potential an stadtklimatischen Verbesserungsmöglichkeiten beinhalten. So zeigt sich, daß in der fast vegetationslosen Straßenschlucht bedingt durch höhere Oberflächentemperaturen die höchsten langwelligen Strahlungsflüsse gemessen werden, die damit zusätzlich zu hohen Lufttemperaturen und reduzierten Strömungsverhältnissen zu einer höheren thermischen Belastung beitragen.

Für die räumliche Beurteilung von Windfeld und Strahlungshaushalt bietet sich die Unterstützung numerischer Modelle an. Eine flächendeckende Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur ist wegen der Komplexität der Strahlungsflüsse schwer möglich und bleibt ebenfalls auf Einzelsituationen beschränkt. Als Indikator wird deshalb die kurzwellige Einstrahlung mit dem Modell SHADOW (BRUSE 1995) simuliert. Für die Windfeldberechnung steht das Modell MISKAM (EICHHORN 1989) zur Verfügung. Obwohl alleine durch die eingesetzten Modelle keine genauen Berechnungen von PET möglich sind, können die Modellergebnisse dazu beitragen, Problembereiche mit potentiell hohen PET-Werten aufzuzeigen, und machen so deutlich, wo der Einsatz klimatischer Ausgleichsmaßnahmen erforderlich sein kann. Der experimentelle Meßaufwand bei der human-biometeorologischen Analyse kleinräumiger Stadtstrukturen läßt sich durch diese Modellanwendungen erheblich reduzieren.



**Abb. 4-4:** Kurz- und langwelliger Strahlungshaushalt am Beispiel einer Parkanlage mit angrenzender Bebauung (Leipzig - Mariannenpark; mobile Messungen am 21.08.96; 12:00 MEZ; BS = Baumschatten)

## **Auswirkungen von Erdgasaustritten auf Boden und Großgrün**

### *Zielstellung*

Erdgasaustritte sind schon früh als Ursache für Schäden und vorzeitiges Absterben von Straßenbäumen erkannt worden. In den Niederlanden konnten während der Umstellungsphase bis zu 90% aller Straßenbaumschäden auf das Ausströmen von Erdgas zurückgeführt werden (HOEKS 1972). In mehreren westdeutschen Städten sind während der Umstellung von Stadt- auf Erdgas ganze Baumreihen verschwunden. Seit der Umstellung von Stadt- auf Erdgas in den neuen Bundesländern ist es zu einer Renaissance der Meldungen von Baumschäden durch Erdgasaustritt gekommen (BALDER u. KRÜGER 1992; LEH 1993; NOE et al. 1994 u. 1997; BILLHARZ u. SIEGERT 1997).

Der häufig als alleinige Ursache bisher angenommene Sauerstoffmangel dürfte das Schadbild jedoch nur unzureichend erklären. Inwiefern Stoffwechselprodukte, die bei der Oxidation des Methans durch methanotrophe Bakterien gebildet werden (Methanol, Formaldehyd, Ameisensäure und deren höhere Homologe), an der Schädigung der Pflanzen beteiligt sind, ist nicht bekannt. Nicht hinreichend untersucht worden ist außerdem, welche nachhaltigen Wirkungen Erdgasleckagen auf bodenchemische, -biologische und -physikalische Eigenschaften ausüben, welches im Hinblick auf eventuell durchzuführende Sanierungsmaßnahmen unabdingbar ist.

In Leipzig sollen nun, angeregt durch das Grünflächenamt der Stadt Leipzig und durch die Stadtwerke Leipzig die Auswirkungen von Erdgasaustritten auf die Böden als Standorte der Bäume untersucht und Bodensanierungsmaßnahmen entwickelt werden.

### *Methode*

Zur Anwendung gelangen sowohl umfangreiche bodenphysikalische und bodenbiologische als auch mikrobiologische Untersuchungsmethoden. Die Untersuchungen werden sowohl in situ an erdgasbelasteten Baumstandorten in Leipzig als auch in einer Gefäßversuchsstation auf dem Gelände des UFZ durchgeführt. Aus ausgewählten Proben wurden methanotrophe Bakterien angereichert und isoliert, um Hinweise auf ihre Beteiligung bei der Bildung pflanzentoxischer Stoffe zu gewinnen.

Bei den Untersuchungsstandorten handelt es sich um die Windscheidstraße (Erdgasaustritte bis zum Oktober 1996) und die Karl-Tauchnitz-Straße (Erdgas auch nach Stilllegung der Leitung im Juli 1998 in sehr hoher Konzentration nachweisbar). Es wurde bei der Auswahl der Standorte darauf geachtet, daß sowohl Baumscheiben vitaler als auch geschädigter Alt- und Jungbäume sowie sanierte und nicht sanierte Böden oder vitale und geschädigte Altbaum- und Referenzstandorte in die Untersuchungen mit einbezogen werden.

### *Ergebnisse*

Bisher konnte nur an wenigen Standorten sicher festgestellt werden, daß ausströmendes Erdgas negative Effekte auf die Bodenfunktionen, insbesondere repräsentiert durch die Reduktion von Eisen-, Mangan und Stickstoffverbindungen ausübt.

Die ersten bodenbiologischen Ergebnisse zeigen, daß die mikrobielle Aktivität in den untersuchten Baumscheiben sehr stark differiert, überwiegend aber sehr gering ist. Eine Wirkung von Erdgas auf die biologische Aktivität des Bodens, dokumentiert durch die mikrobielle Biomasse, konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden. Hauptursache für die geringe biologische Aktivität der Böden ist mit Sicherheit der in diesen Böden bzw. Substraten herrschende Nährstoffmangel, der auf ungeeignetes Substrat und zu kleine Baumscheiben zurückzuführen ist.

Nach einem Jahr monatlich durchgeführter Meßkampagnen zeigen die Ergebnisse zu den Bodengaszusammensetzungen relativ eindeutig, daß es zu erhöhten CO<sub>2</sub>- und niedrigen O<sub>2</sub>-Konzentrationen im Boden mit zunehmender Temperatur kommt. So führt die Erwärmung des Bodens vom Frühjahr bis zum Sommer wahrscheinlich zu einer verstärkt einsetzenden mikrobiellen Aktivität im Boden, die mit einer erhöhten CO<sub>2</sub>-Respiration verbunden ist. Insbesondere die Böden der unsanierten Baumscheiben weisen CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Werte auf, die für das Wurzelwachstum von Bäumen als schädlich gelten.

Ergänzende Untersuchungen mit Hilfe der <sup>12</sup>C/<sup>13</sup>C-Isotopentechnik sollen zeigen, ob die CO<sub>2</sub>-Bildung beziehungsweise die O<sub>2</sub>-Verarmung im Boden infolge mikrobieller Methanoxidation in der Nähe von Gaslecks stattfindet oder ob der in situ vorhandene Humus beziehungsweise die im Boden befindlichen Wurzelreste von den Mikroorganismen veratmet werden und zum Teil zu pflanzenschädigend wirkenden Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentrationen im Boden führen.

Die Absenkung des Redoxpotentials aufgrund von Methanaustritten in die Böden läßt sich bei den geschädigten oder abgestorbenen Platanenstandorten in der Karl-Tauchnitz-Straße zum Teil sehr deutlich durch das Vorhandensein von sehr hohen mobilen Mangankonzentrationen und durch die Anwesenheit von Ammonium als mineralischer Stickstoffform belegen. So lassen sich in den Böden, die auch heute noch nach Stilllegung der Gasleitung hohe Methanwerte aufweisen, bis zu 35 mg mobiles Mangan/kg Boden nachweisen, welches Vorsorge- oder Prüfwerte für das Pflanzenwachstum übertrifft.

Die bodenphysikalischen Eigenschaften der geschädigten und vitalen Altbaumstandorte zeigen sehr hohe Lagerungsdichten, geringe Gesamtporenvolumina, einen sehr niedrigen Anteil an sehr weiten und weiten Grobporen und einen vergleichsweise mittleren Anteil weiter und enger Mittelporen. Dies bedeutet, daß bei einer mittleren Feldkapazität der Böden die Wasserversorgung der Bäume gewährleistet ist, im Gegensatz dazu die Durchlüftung der Böden und damit auch der Gasaustausch gar nicht oder nur eingeschränkt abläuft.

Letzteres ist sicherlich auch die Ursache dafür, daß fünf Monate nach Stilllegung der Gasleitungen immer noch Methan in Konzentrationen bis zu 90% im Boden vorkommt.

Die Untersuchungen der Gaskonzentrationen in den unterschiedlichen Böden lassen bislang noch keinen Jahresgang einer möglichen Gaszusammensetzungsänderung erkennen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, daß seit August sieben der zehn Untersuchungsstandorte, wovon wiederum zwei als Referenzstandorte ohne Gaseinfluß anzusehen sind, zum Teil sehr hohe Methan-, hohe Kohlendioxid- und sehr niedrige Sauerstoffkonzentrationen im Boden aufweisen, die als pflanzenschädigend anzusehen sind und zu den o.g. Bodenveränderungen geführt haben.

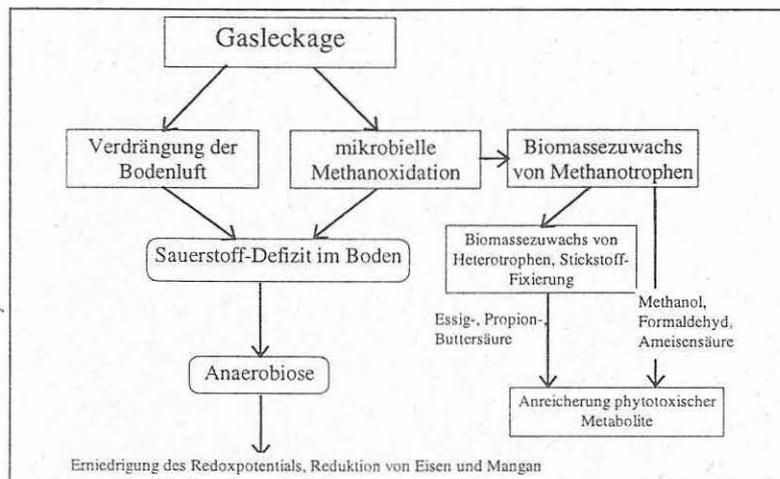


Abb. 4-5: Bodenbiologische Prozesse nach einer Gasleckage

Aus Standorten, wo Methankonzentrationen > 15 Vol.-% nachgewiesen werden konnten, wurden methanotrophe Bakterien angereichert und isoliert, wobei einige Misch- und vier Reinkulturen erhalten wurden; unter diesen befindet sich ein sMMO-positiver Stamm, wie sich sowohl im Naphthalin-Oxidationstest (KOH et al., 1993) als auch mittels PCR nachweisen ließ. Das Vorhandensein dieser löslichen Form der Methanmonooxygenase (MMO), die den ersten Schritt der Methanoxidation, die Umsetzung von Methan zu Methanol katalysiert, befähigt zur Cometabolisierung einer Vielzahl von Verbindungen (Biodegradation chlorierter Kohlenwasserstoffe). Die Kulturen werden charakterisiert und dienen als Modellorganismen für Untersuchungen zur Methan-Oxidations-Kinetik und Stoffwechselphysiologie (Anreicherung von Metaboliten in der Kultur).

Die Phytotoxizität von Bodeneluaten aus der Karl-Tauchnitz-Straße konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Als Metabolit der Oxidation von Methan zu  $\text{CO}_2$  wurde bisher Ameisensäure untersucht. Das Wachstum von *Lemna minor* wird bei einer Konzentration von 0,122 g/l Ameisensäure vollständig inhibiert. Die freie Ameisensäure besitzt aufgrund ihrer Azidität ein höheres toxisches Potential als das Salz (BUA, 1992), da sie den pH-Wert im Cytosol der Pflanzenzelle erniedrigt (MENGEL, 1991). Allerdings kommt es auf-

grund der hohen pH-Werte im Boden (pH über 7 in den Böden beider Straßen) zu einer Neutralisation möglicher Säureschübe. Für Formiat ergab sich eine phytotoxische Konzentration von 0,6 g/l Formiat (39% Wachstum der Kontrollansätze gemessen als Blattanzahl und Blattfläche). Diese Konzentration würde im Boden bei 30 Vol.-% CH<sub>4</sub> entstehen, wenn man von einer vollständigen Umsetzung des Methans zu Formiat ausgehen würde. In der gegenwärtigen Phase des Projektes werden gezielt Sanierungsmaßnahmen, aufbauend auf den gewonnen Erkenntnissen, entwickelt.

#### 4.2.3 Analyse und Beurteilung umweltplanerischer Instrumente

##### **Die Wirksamkeit der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Instrument der Raum- und Umweltplanung**

###### *Zielstellung und Methode*

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung (§ 8 BNatSchG) steht seit einigen Jahren in der Kritik. Hervorzuheben ist dabei vor allem die Feststellung des Sachverständigenrates für Umweltfragen in seinem Umweltgutachten 1987, daß die Eingriffsregelung praktisch keine Wirkung erzielt habe (SRU 1987). Einerseits wird also festgestellt, daß es die Eingriffsregelung nicht vermocht hat, Verschlechterungen des Zustandes von Natur und Landschaft zu verhindern. Andererseits zeigen die Tendenzen zur Verfahrensvereinfachung und Planungsbeschleunigung seit Anfang der neunziger Jahre, daß die Instrumente des Umwelt- und Naturschutzes durchaus als Hemmnisse für die wirtschaftliche Entwicklung angesehen werden.

Aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege scheinen grundsätzlich zwei Strategien zur Vereinheitlichung und Qualifizierung der Anwendung der Eingriffsregelung denkbar:

- Vereinbarungen mit Vorhabenträgern und Nutzergruppen abzuschließen und/oder,
- eine planerische Vorbereitung der Anwendung der durch die eigene Fachplanung des Naturschutzes, die Landschaftsplanung zu betreiben.

Speziell seit Anfang der neunziger Jahre wurde durch grundsätzliche methodische Arbeiten (z.B. HABER et al. 1993), Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) und die Landesanstalten und -ämter (ARGE EINGRIFFSREGELUNG 1988, 1995) und Aktivitäten von Landesnaturschutzverwaltungen (LANA 1994, 1996a,b; z.B. in Thüringen TMUL 1994) versucht, einheitliche methodische Anforderungen an die Anwendung der Eingriffsregelung zu erarbeiten

Während durch die genannten Untersuchungen zumindest Konventionsvorschläge für die methodischen Anforderungen vorliegen, wird die Praxis durch eine zunehmende Anzahl von Eingriffsvorhaben und durch Konkurrenzen um geeignete Flächen für Ausgleichs- und

Ersatzmaßnahmen bestimmt. Die erste Strategie hat vor allem im Straßenbau zur Qualifizierung der Anwendung der Eingriffsregelung beigetragen, es jedoch nicht vermocht, die Vollzugsprobleme der Eingriffsregelung zu lösen.

Die Untersuchung stellt die zweite Strategie in den Mittelpunkt und basiert auf folgender Grundthese:

”Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung wird selbst bei einer hochqualifizierten landschaftspflegerischen Begleitplanung und bei bestehendem Willen zur Zusammenarbeit von Eingreifern, Genehmigungs- und Naturschutzbehörden nur dann einen wirksamen Beitrag zur Sicherung der Umweltqualität leisten können, wenn die Anforderungen von Naturschutz und Landschaftspflege an ihre Anwendung frühzeitig und flächendeckend räumlich konkretisiert und mit anderen Nutzungsanforderungen koordiniert werden.”

Es wird davon ausgegangen, daß positive Impulse für eine wirksame Anwendung der Eingriffsregelung eine planerische Vorbereitung bereits auf regionaler Ebene erfordern. Das betrifft sowohl die Koordinierung raumbedeutsamer Entwicklungsvorhaben als auch die daraus erforderlichen Kompensationsmaßnahmen. Das erscheint auch deshalb erforderlich, weil auf der Zulassungsebene wegen der verschiedenen behördlichen Zuständigkeiten eine Koordinierung schwierig ist (s. Abb. 4-6).

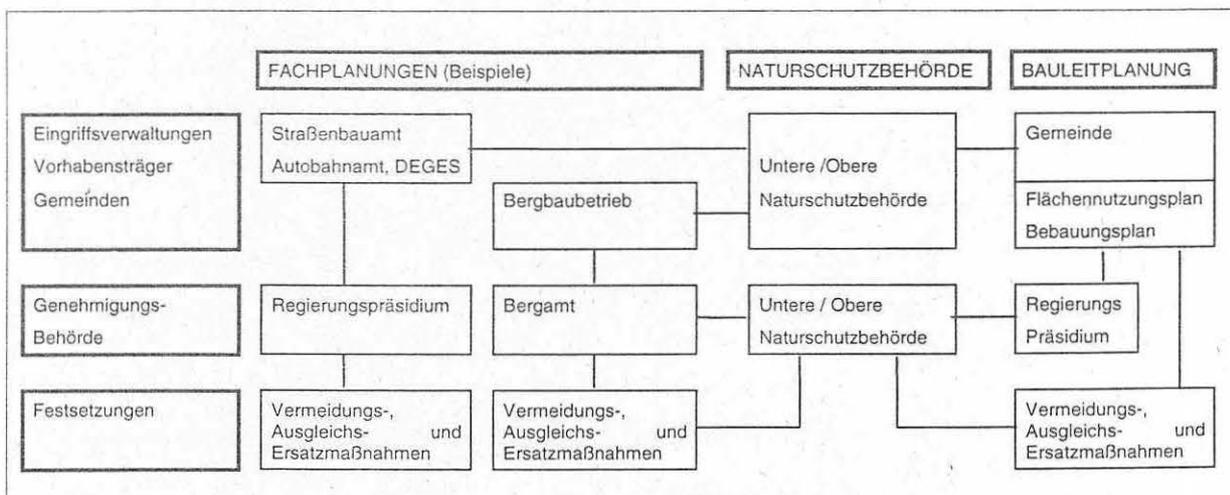


Abb. 4-6: Akteure und Folgen bei der Anwendung der Eingriffsregelung und Beteiligung von Naturschutzbehörden

In zwei Beispielegebieten in den Bundesländern Sachsen und Sachsen-Anhalt wird die Anwendung der Eingriffsregelung in der kommunalen Bauleitplanung und den fachrechtlichen Zulassungsverfahren untersucht. In Ergänzung dieses traditionellen Untersuchungsansatzes betrachtet das Vorhaben auch die raumbezogenen Wirkungen der Eingriffe und Kompensationsmaßnahmen in den Beispielgebieten.

### Ergebnisse

Die Wirkungsanalyse verdeutlichte, daß die Ermittlung, Prognose und Bewertung vorhabenbedingter Auswirkungen uneinheitlich und unvollständig erfolgt und im Einzelfall

große Schwierigkeiten verursacht. Vorhandene Umweltqualitätsziele werden in den Beispielgebieten bei den Planungen und behördlichen Entscheidungen nur unzureichend berücksichtigt. Bei der Auswahl und Umsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen wurden erhebliche methodische und Vollzugsdefizite festgestellt.

Die Analyse der Aufgabenspektren der umweltbezogener Planungen auf regionaler Ebene verdeutlichte, daß vor allem die Landschaftsrahmenplanung und die Regionalplanung inhaltliche Anknüpfungspunkte und rechtliche Steuerungsmöglichkeiten bieten. Durch das Forschungsvorhaben wurden Anforderungen für die fachlich-inhaltliche Vorbereitung der Eingriffsregelung durch die Landschaftsrahmenplanung ermittelt.

Die Landschaftsrahmenplanung wird sowohl ihre Bestanderfassungen als auch die Bewertungsmaßstäbe stärker auf die Bedürfnisse der landschaftspflegerischen Begleitplanungen und der Bauleitplanung ausrichten müssen. Insbesondere sind räumlich-funktionale Einheiten, wie Einzugsgebiete von Gewässern oder Biotop- und Lebensraumkomplexe stärker herauszuarbeiten. Für eine nachvollziehbare Anwendung der Eingriffsregelung ist es erforderlich, die naturschutzfachlichen Kriterien für die Ausgleichbarkeit oder Nichtausgleichbarkeit von Beeinträchtigungen in bestimmten Landschaftseinheiten in der Landschaftsrahmenplanung zu konkretisieren. Zudem sind planerische Vorschläge und Wirkungsprognosen für räumlich und naturschutzfachlichen geeignete Maßnahmen für die Kompensation von Beeinträchtigungen zu treffen.

Die Untersuchung ermittelte Strategien für die Umsetzung der Vorschläge in rechtlich unterschiedlich organisierten Planungssystemen. Am Beispiel der Planungssysteme Sachsens und Sachsen-Anhalts wurde erprobt, wie die Anforderungen zur planerischen Vorbereitung der Eingriffsregelung in der Planungspraxis umgesetzt werden können. Zu den Ergebnissen des Forschungsvorhabens gibt es einen engen Arbeitskontakt mit dem Bundesamt für Naturschutz und den Naturschutzfachbehörden und den Trägern der Regionalplanung in Sachsen und Sachsen-Anhalt.

### **Leitbilder, Konzeptionen und Wirksamkeit kommunaler Planung zur Förderung von Natur im urbanen Raum**

#### *Zielstellung und Methode*

Grünflächen stellen gerade im urbanen Raum die zentralen Leistungsträger der Natur dar. Ihnen kommen in diesem, von anthropogenen Einflüssen überformten Raum, neben ihren ökologischen Funktionen verstärkt soziale, ökonomische und gestalterisch-ästhetische Aufgaben zu (DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE 1992). Eine funktions- und bedarfsorientierte Ausstattung eines urbanen Raumes mit Grünflächen in quantitativer und qualitativer Hinsicht, ist damit unbedingte Voraussetzung für die Verwirklichung einer nachhaltigen Stadtentwicklung (FINKE 1993).

Zu überprüfen ist daher, ob kommunale Planungsinstrumente, speziell Bauleit- und Landschaftsplanung, die Sicherung, Entwicklung und Gestaltung von Grünflächen im urbanen Raum ausreichend gewährleisten.

Diese Überprüfung erfolgt anhand von drei thematischen Schwerpunkten sowie der Analyse von Praxisbeispielen:

- Darstellung und *Kategorisierung von Grünflächen* in urbanen Räumen,
- *Analyse der angewandten Methoden* zur Bedarfsermittlung von Grünflächen im urbanen Raum statt (ILS 1980; RICHTER 1981),
- *Prüfung kommunaler Planungsinstrumente* hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Grünflächenentwicklung (MITSCHANG 1993; GREIVING 1998).

Auf der Grundlage der hieraus entwickelten Aussagen werden unterschiedliche Analyseschritte an *Praxisbeispielen* durchgeführt. Die Untersuchungen beziehen sich zum einen auf die Stadt Leipzig, zum anderen auf weitere Großstädte in den neuen Bundesländern.

Folgende Themen beinhaltet sowohl die *Analyse der Planungen* in der Stadt Leipzig als auch die Untersuchungen in den weiteren Beispielkommunen:

- Erarbeitungsstand der kommunalen Landschaftsplanung und der vorbereitenden Bauleitplanung,
- Zielstellungen für die Grünflächenausstattung in der Bauleit- und Landschaftsplanung,
- Methodenapplication bei der Ermittlung der Grünflächenausstattung in der Bauleit- und Landschaftsplanung und
- Strategien für die Sicherung und Entwicklung von Grünflächen bei der verbindlichen Bauleitplanung/Grünordnungsplanung sowie Einbeziehung ergänzender Instrumente.

Über diesen Vergleich hinaus werden durch die Analyse beispielhafter Förderungsstrategien zu Grünflächen in urbanen Räumen Anregungen für die Bewertung und darauf aufbauende Handlungshinweise formuliert.

### *Ergebnisse*

Die *Teilergebnisse* aus den Analysen in der Stadt Leipzig zeigen, daß die rechtlich vorgegebenen und in den Zielstellungen geforderte Grünflächenentwicklung zumeist nicht Bestandteil der verbindlichen Bauleitplanung und Grünordnungsplanung ist. Die sich hier abzeichnenden Mängel in der Ausnutzung der rechtlichen Instrumente bedarf der weiteren Überprüfung anhand der Ergebnisse aus den Vergleichsstädten.

Aufgrund der o. g. Analysen werden Empfehlungen bezüglich

- der effizienten Umsetzung der vorgegebenen rechtlichen Grundlagen zur Förderung von Grünflächen in der kommunalen Planung,
- notwendiger Erweiterungen der rechtlichen Vorgaben zur Förderung von Grünflächen in der städtebaulichen Planung,

- zur Erweiterung und konsequenten Anwendung von Methoden zur Bewertung der Grünversorgung urbaner Teilräume ausgearbeitet.

Die Ergebnisdarstellung wird in Form von *Handlungsempfehlungen zur weiteren Integration der Förderung von Grünflächen in die kommunale Planung*, speziell der Bauleitplanung und der Landschaftsplanung, stattfinden.

Das Forschungsvorhaben baut auf Ergebnisse des Projektes „Qualitätszielkonzept für Stadtstrukturtypen am Beispiel der Stadt Leipzig“ auf und steht im wissenschaftlicher Austausch mit dem Projekt „Die Wirksamkeit der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Instrument der Raum- und Umweltplanung“.

### **Wirkung der kommunalen Gebietsreform auf die Umweltentwicklung kreisfreier Städte am Beispiel von Thüringen (Erfurt)**

#### *Zielstellung und Methode*

Stadtregionen werden als entscheidende Motoren der räumlichen Entwicklung angesehen. Es liegt daher im Interesse der Landespolitik, die weitere Entwicklung kreisfreier Städte mit Territorialreformen durch gesetzliche Regelungen zu sichern und zu stärken. Aus diesem Grund wurden in Gebietsreformen in den neuen Ländern Eingemeindungen in kreisfreie Städte in großem Umfang durchgeführt (Thüringen, Sachsen).

Aus territorialen Neuordnungen im Zuge von Eingemeindungen resultieren Verschiebungen der Handlungsmöglichkeiten von Städten. Erweiterte Zuständigkeiten und räumliche Zugriffsmöglichkeiten können zu neuen Wirkungen auf Raum und Umwelt führen

Erfahrungen über Wirkungen der Gebietsreformen in den alten Bundesländern liegen vor. Jedoch wurden in den wissenschaftlichen Analysen Folgewirkungen auf die Raumentwicklung und die Umwelt, wenn überhaupt, nur am Rande diskutiert. Aus der Gebietsreform in Thüringen sollten daher Erfahrungen gewonnen und für die in Sachsen anstehenden Neugliederungen genutzt werden.

Untersucht wurden die im Zuge von Eingemeindungen ausgehenden Wirkungen auf den Bereich der *Planungs- und Umweltverwaltung* und auf die *Umweltsituation* im Bereich der eingemeindeten Kommunen. Der Schwerpunkt lag auf der Erfassung von Änderungen, die sich hinsichtlich Struktur, Aufgaben und Arbeitsergebnisse der Planungs- und Umweltverwaltung ergeben. Gleichzeitig wurde untersucht, ob raumstrukturelle Veränderungen stattfanden und ob diese ursächlich mit den im Zuge der Eingemeindungen erfolgten Planungen in Verbindung stehen (Umwelt-, Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung).

Durchgeführt wurde eine *Fallstudie in Erfurt*. Die beispielhaften Ergebnisse der Untersuchungen in Erfurt wurden anhand von Gesprächen mit Umweltamtsleitern der Thüringer Städte Weimar, Jena und Gera bewertet.

## Ergebnisse

Der *Eingemeindungsprozeß* wurde ohne Vorbereitung oder Betreuung durch die Landesregierung von den kreisfreien Städten unabhängig und selbstständig durchgeführt. Die Städte lösten ihre Probleme individuell, ohne untereinander Erfahrungen auszutauschen.

Mit dem Erfurter Modell der „*Ortschaftsbetreuung*“ lassen sich Spannungen abbauen, Ortskompetenz personell in die Verwaltung integrieren und in Planungs- und Verwaltungsvorgänge einbeziehen

Die Aufgabendichte nimmt kurz- bis mittelfristig stark zu. Es besteht insgesamt zusätzlicher Personalbedarf. Aufgrund der erhöhten Arbeitsbelastung kann es zu einem Bearbeitungsstau und damit zu zeitlichen Verzögerungen kommen. Mittel- bis langfristig ist mit einer Abnahme der Vorgänge in einigen Arbeitsbereichen, in anderen dagegen mit einer Zunahme zu rechnen.

Die Qualität der Arbeit der städtischen Umweltverwaltung wird im Vergleich zu den Arbeiten der Landkreisverwaltungen bzw. der Planungsbüros höher eingeschätzt. Größere Personaldichte und Fachkompetenz und die aufgrund der Einbettung in den städtischen Verwaltungsapparat erweiterten Möglichkeiten (Kooperation mit Querschnittsbereichen in der Stadtverwaltung, leistungsfähige EDV) sind die Stichworte. Durch die Fachkompetenz, aber auch durch die größere Dauer der Ämterabstimmung sinkt die Gefahr von rasch durchgeführten Fehlplanungen.

Die Analyse der Bevölkerungsentwicklung und -wanderung in Erfurt zeigt, daß die Gebietsreform dem allgemeinen *Trend der Abwanderung* auf Neubaustandorte nichts entgegengesetzt hat. Wanderungsziele sind die neuen Ortsteile und das Stadtumland. Die Bevölkerung nimmt aufgrund des Geburtendefizits und der anhaltenden Abwanderung weiter ab. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Entwicklungsplanungen zurückzustellen und es entsteht die Möglichkeit, im Sinne einer flächensparenden Raumentwicklungspolitik korrigierend auf die Raumentwicklung Einfluß zu nehmen. Dringendstes kurzfristiges Problem im Umweltsektor war die *Sicherung/ Unterschützstellung von Landschaftsteilen*. Es kommt insgesamt zu einer *Zunahme von Schutzgebieten* und entsprechenden personellen und finanziellen Belastungen. Durch die Planungshoheit können in einigen Arbeitsbereichen (Biotopverbindungen, Ausgleichsflächen, Hochwasserschutz) übergreifende Konzepte für die Planung entworfen werden. Durch einen Zuwachs an schützenswerter und entwickelbarer Fläche (insbesondere Gewässerläufe und größere zusammenhängende Landschaftsstrukturen) wird die Ausweisung von Ausgleichsflächen und die Aufstellung von Konzepten zu deren räumlicher Konzentration erleichtert. Wasserschutzgebiete können durch die Umstrukturierung der Wasserversorgung an Bedeutung verlieren. Bei B- und V+E-Plänen konnten umweltrelevante Nachbesserungen erreicht werden, bis hin zur Aufhebung und Einstellung von Planungen.

Die unabgestimmten und überdimensionierten Entwicklungsplanungen der Gemeinden werden heute korrigiert und der Überhang an Planungen einem sinkenden Wohn-, Büro-

und Gewerbeflächenbedarf angepaßt, wobei die Stadt Erfurt sich zukünftig verstärkt auf die Entwicklung des alten Stadtgebietes konzentrieren wird. Insofern ist von einem verminderten Flächen- und damit Landschaftsverbrauch als Reaktion auf veränderte Randbedingungen und als Folge einer räumlich abgestimmten Planung durch Machtkonzentration und politische Umbewertung auszugehen. Die Aufgabenkonzentration kann damit als ein wesentlicher Vorteil der Gebietsreform angesehen werden. Indirekte Wirkungen sind langfristig angelegte Verbesserungen durch konzeptionelle Planungen (Biotopverbund, Ausgleichsflächen, Erholungsvorsorge, Verkehrsplanung u.a.).

Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte für eine Prognose darüber, welche Entwicklungen im Zuge der Eingemeindungen in Sachsen erwartet werden können, welche Konsequenzen und Probleme daraus für die Umwelt- und Planungsverwaltung entstehen und zeigen Handlungsmöglichkeiten auf..

### **Modell-basierte Entscheidungshilfen für Naturschutz- und Landschaftsplanung**

#### *Zielstellung und Methode*

Mit Hilfe von Modellen werden Entscheidungshilfen für Naturschutz und Landschaftsplanung in urbanen Räumen entwickelt und diese in Kooperation mit Praxispartnern auf ausgewählte konkrete Fragestellungen angewandt. Schwerpunkt der Forschung ist die Entwicklung von Entscheidungshilfen für einen Problemkreis, der besonderer Relevanz in urbanen Räumen ist, nämlich die Anlage, den Erhalt und die Pflege von Grünverbänden. Ein weiteres Ziel ist die Fertigstellung von Anwendersoftware für Naturschutz und Landschaftsplanung.

Mathematische Modelle können Entscheidungsprozesse in Bereich Naturschutz in vielerlei Hinsicht unterstützen: Biodiversitätsmaße können quantifiziert werden; alternative Szenarien von landschaftsverändernden Eingriffen können simuliert und in ihrem ökologischen Effekt vergleichend bewertet werden, so daß sich die Option mit dem größten positiven oder dem geringsten negativen Effekt bestimmen läßt.

Entscheidungshilfen dieses Typs sind z.B. *Abschätzformeln* für das interessierende Biodiversitätsmaß oder *Faustregeln* der Form "Unter Bedingung X, realisiere Eingriff Y". Die Ableitung von Faustregeln und Abschätzformeln sowie die Entwicklung von Anwendersoftware für den Problemkreis "Grünverbund" steht daher im Zentrum der Forschungsarbeit.

#### *Ergebnisse*

Auf der Basis eines am UFZ zu einem früheren Zeitpunkt entwickelten generischen, räumlich expliziten Metapopulationsmodells konnten weitere *räumlich differenzierte Faustregeln* für ein optimales Management von Habitatverbundsystemen abgeleitet werden. Das charakterisierte Optimum liefert eine Art Leitbild, das angibt, in welche Richtung Land-

schaftsveränderungen gehen müßten, um den größten positiven oder den geringsten negativen Effekt für das Überleben einer Art zu erzielen. Auf diesem Wege läßt sich entscheiden, wo Prioritäten für Vernetzung und Habitatmanagement zu setzen sind, was besonders dann zum Tragen kommt, wenn für derartige Maßnahmen nur beschränkte finanzielle Mittel zur Verfügung stehen.

Nach ausführlicher Modellanalyse ist es im Laufe des vergangenen Jahres gelungen, eine *Abschätzformel* für die mittlere Lebensdauer einer Metapopulation anzugeben. Diese Formel gibt an, wie Art- und Landschaftscharakteristika miteinander verknüpft werden müssen, um Prognosen über die Überlebensfähigkeit der Art abgeben zu können, ohne das Modell selbst nutzen zu müssen. Die relativ einfache Formel enthält den Extrakt des gesamten Modells, was den zukünftigen Anwendern sehr entgegen kommen dürfte. Viel wichtiger ist jedoch der Sachverhalt, daß es durch die gefundene Formel erstmals möglich wird, völlig unterschiedliche Habitatverbundsysteme in ihrem Effekt für das Überleben der betroffenen Arten zu vergleichen und graduell abzustufen. Alternative Eingriffe, die zu Habitatverlust und Fragmentierung in der Landschaft führen, können in ihrem ökologischen Effekt vergleichend bewertet und die Option mit dem geringsten Negativeffekt identifiziert werden (wenn Eingriff unvermeidbar, dann besser hier und nicht dort), was insbesondere im Zusammenhang mit Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) wichtig wird. Auf diese Weise lassen sich auch Optionen einer nachhaltigen Landnutzung herausarbeiten, was vor allem in Situationen bedeutsam wird, wo eine Vorrangstellung des Naturschutz nicht möglich ist (z.B. im urbanen Raum).

Schließlich ist es im letzten Jahr gelungen, die Arbeiten an der nutzerfreundlichen *Anwendersoftware* zur Gefährdungsanalyse von Klein- und Metapopulationen (META-X und EXI) abzuschließen. Beide Produkte, die in Kooperation mit dem Oldenburger Forschungsinstitut für Informatikwerkzeuge und -systeme (OFFIS) entstanden sind, sind auf die Bedürfnisse von Entscheidungsträgern in Naturschutz und Landschaftsplanung zugeschnitten und unterstützen eine vergleichende Bewertung von alternativen Eingriffsszenarien. Erste Reaktionen geben Anlaß zur Hoffnung, daß sich sowohl EXI als auch META-X als Entscheidungshilfen für die Praxis bewähren.

Des weiteren wurde eine modell-basierte Methode zur Bewertung der ökologischen Effektivität von Förderprogrammen mit Relevanz für den Naturschutz entwickelt und beispielhaft auf ausgewählte Sächsische Förderprogramme angewendet. Kern der Methode ist ein Modell, das es erlaubt, ökologische und ökonomische Charakteristika gleichermaßen zu berücksichtigen und alternative Szenarien der räumlichen Allokation von finanziellen Ressourcen bzgl. ihres ökologischen Effekt vergleichend zu bewerten. Diese Methode wird in Kooperation mit dem Projekt "Ökologisch-ökonomische Anreizsysteme und deren soziale Akzeptanz" im Teilthema „Umwelt und Gesellschaft“ angewandt.

## Zitierte Literatur

- ARGE EINGRIFFSREGELUNG (1995): Empfehlungen zum Vollzug der Eingriffsregelung Teil II - Inhaltlich-methodische Anforderungen an Erfassungen und Bewertungen
- BALDER, H.; KRÜGER, G. (1992): Vitalität des Öffentlichen Grüns - ein Ost-/Westvergleich.- Gesunde Pflanzen. 44, 9: S. 291-295
- BILLHARZ, J.; SIEGBERT, B. (1997): Baumtod durch Erdgas. Landschaftsarchitektur, 4: S. 29-31
- BRAUSE, G.; GRUNDMANN, L. (1994): Funktion und Struktur im Wandel – der Nordwesten der Stadtregion Leipzig. In: Europa Regional. Band 2, Heft 2, S. 10–22
- BREUSTE, J.; WINKLER, M. (1999): Charakterisierung von Stadtbiootypen durch ihren Gehölzbestand - Untersuchungen in Leipzig. Petermanns Geographische Mitteilungen 143: S. 45-47
- BRUSE, M. (1995): Handbuch „Shadow“ Version 2.1. Universität Bochum
- BUA (Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe der Gesellschaft Deutscher Chemiker) (Hrsg.) (1992): BUA-Stoffberichte - Ameisensäure, Formiate. Nr. 81, Weinheim
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (1992): Natur in der Stadt. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege Heft 61/92
- EICHHORN, J. (1989): Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Klimamodells. Dissertation Universität Mainz
- FINKE, L. (1993): Stadtentwicklung unter ökologisch veränderten Rahmenbedingungen. In: Wüstenrotstiftung (Hrsg.) : Zukunft Stadt 2000 - Stand und Perspektiven der Stadtentwicklung. Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- GREIVING, S. (1998): Bauleitplanung zwischen Rechtsstaatlichkeit und Praktikabilität. Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, Dortmund
- HABER, W.; LANG, W.; JESSEL, B.; SPANDAU, L.; KÖPPEL, J.; SCHALLER, J. (1993): Entwicklung von Methoden zur Beurteilung von Eingriffen nach § 8 Bundesnaturschutzgesetz. Baden-Baden
- HOEKS, J. (1972): Effect of leaking natural gas on soil and vegetation in urban areas.- In: Agricultural Research Reports. 778, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen
- HÖPPE, P. (1992): Ein neues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur im Freien. Sonderdruck aus Wetter und Leben. Bd. 44. H. 1-3: S.147-151
- INSTITUT FÜR LANDES- UND STADTENTWICKLUNGSFORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (ILS) (Hrsg.) (1980): Entscheidungshilfen für die Freiraumplanung. Schriftenreihe des ILS. Stadtentwicklung, Städtebau. Bd. 2.026, Dortmund
- KLOTZ, S.; STOLLE, J. (1998): Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). In: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt. Stadt Halle (Saale). Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. Sonderheft 4, 1998: S. 155-168 u. 371-381
- KOH, S.-C.; BOWMAN, J. P.; SAYLER, G. S. (1993): Soluble methane monooxygenase production and trichlorethylene degradation by type I methanotroph. *Methylomonas methanica* - Appl. Environ. Microbiol., 59: S. 960-967
- LANA (1996b): Methodik der Eingriffsregelung-Gutachten zur Methodik der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft, zur Bemessung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie von Ausgleichszahlungen, Teil III - Vorschläge. Schriftenreihe LANA 6, Stuttgart

- LEH, H.-O. (1993): Zur Diagnose von Schäden an Straßenbäumen durch abiotische Belastungsfaktoren. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 45: S. 201-207
- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena
- MITSCANG, S. (1993): Die Belange von Natur und Landschaft in der kommunalen Bauleitplanung. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- MÜNCHOW, B.; KEIDEL, T.; NETZBAND, M.; SCHRAMM, M.; BREUSTE, J.; MEINEL, G. (1996): Erfassung und Bewertung des Versiegelungsgrades befestigter Flächen. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt. UFZ-Bericht 12/96, Leipzig
- MÜNCHOW, B.; KEIDEL, T.; SCHRAMM, M.; BREUSTE, J. (1997): Erfassung und Bewertung des Versiegelungsgrades befestigter Flächen. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt, Leipzig
- NOE, H.; KRÜGER, G.; BALDER, H. (1994): Langzeitbelastung durch Gas an Straßenbaumstandorten in Berlin. In: Sächsisches Staatsministerium Für Umwelt Und Landesentwicklung (Hrsg.) (1994): Stadtökologie in Sachsen. S. 153-155, Dresden
- NOE, H.; BALDER, H.; KRÜGER, G. (1997): Zum Umgang mit wertvollen Baumbeständen nach Gasschädigung. In: BREUSTE, J. (Hrsg.): Stadtökologische Forschungen. UFZ-Bericht Nr. 7/97: S. 101-103, Leipzig
- RICHTER, G. (1981): Handbuch Stadtgrün - Landschaftsarchitektur im städtischen Freiraum. BLV, München, Wien, Zürich
- SÄCHSISCHE STAATSKANZLEI (1991): Erstes Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Bodenschutz im Freistaat Sachsen (EGAB). Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt, Nr. 22/91, Dresden
- SCHMIDT, R. (Hrsg.) (1993): Entwicklungstendenzen im Umland großer Städte in den neuen Bundesländern am Anfang der 90er Jahre. IÖR-Schriften, Heft 1, Dresden
- STADT LEIPZIG, DEZERNAT FÜR UMWELT ORDNUNG UND WOHNEN (1996): Umweltqualitätsziele und -standards für die Stadt Leipzig. Leipzig
- STELLUNGNAHME DES RATES FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (1987): Umweltgutachten 1987. Stuttgart
- SUKOPP, H.; WEILER, S. (1986): Biotopkartierung im besiedelten Bereich der Bundesrepublik Deutschland. In: Landschaft u. Stadt 18 1: S. 25 – 38
- THÜRINGER MINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESPLANUNG (TMUL) (1994): Leitfaden Eingriffsregelung und Umweltverträglichkeitsprüfung in Thüringen
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1998): Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung Teil I: Klima. VDI Richtlinie 3787, Blatt 2
- WINKLER, M. (1996): Untersuchungen zur gepflanzten Vegetation und ihrer ökologischen Bedeutung. Stadtökologische Forschungen, UFZ-Bericht Nr. 5/96

## 5 Teilthema „Umwelt und Gesellschaft“

### 5.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen

Die sozialen und wirtschaftlichen Begleiterscheinungen und Auswirkungen des stadtökologischen Strukturwandels sowie die enge Verknüpfung von naturwissenschaftlichen Ergebnissen aus den Teilthemen „Entwicklung von Natur und Landschaft“ und „Stadtumwelt und Gesundheit“ mit umweltökonomischen und umweltsoziologischen Analysen stehen im Zentrum der Projekte, die unter dem Teilthema „Umwelt und Gesellschaft“ zusammengefaßt sind. Dabei werden einerseits den Formen, *Einflußfaktoren und Auswirkungen des Prozesses der sozialräumlichen Differenzierung* besonderes Gewicht verliehen, andererseits *umwelt- und kommunalpolitische Instrumente und Anreizsysteme* in Hinblick auf ihren Beitrag zu einer lokalen und regionalen Nachhaltigkeit untersucht.

Das Hauptuntersuchungsfeld ist die Stadtregion Leipzig. Da die beiden weiteren Teilthemen des Verbundprojektes ebenfalls schwerpunktmäßig auf Leipzig konzentriert sind, ist damit die räumliche Basis für vergleichende Untersuchungen geschaffen. Im Verlauf der wissenschaftlichen Arbeit konnte die räumliche Bezugsebene verändert und im Rahmen internationaler Kooperation erweitert werden (Sozialatlas für die Stadt Mendoza, Argentinien).

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete die Bestandsaufnahme der sozialen und baulichen Strukturen Leipzigs. Aufgrund der fehlenden Tradition einer ortsteilbezogenen Kommunalstatistik und dem dadurch beschränkten Fundus an Daten war es erforderlich, eine Ausgangsbasis für anschließende Interpretationen und Vergleichsuntersuchungen zu erarbeiten. Dies erfolgte in Form des „*Sozialatlas der Stadt Leipzig*“, der 1997 veröffentlicht werden konnte.

Die konzeptionelle Orientierung der wissenschaftlichen Arbeit richtete sich außerdem auf eine verstärkte Beachtung der ökologischen Ausstattungsmerkmale, um sozialräumliche Differenzierungsprozesse in ihrer Komplexität besser beurteilen zu können. Dementsprechend erfolgte ein Austausch mit Partnern im Verbundprojekt, die sich mit stadtgeographischen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigten. Vorrangig wurden die *Flächennutzung* und die erarbeiteten *Stadtstrukturtypen* in die Auswertung einbezogen. Weiterhin fanden Untersuchungsergebnisse zur Verkehrsbelastung und damit zusammenhängend zur Luftbelastung Berücksichtigung. Im Ergebnis der kombinierten Auswertungen konnten erste Aufwertungs- und Abwertungsprozesse in Teilräumen festgestellt und belegt werden. Es konnte nachgewiesen werden, daß soziale Merkmale (z.B. Qualifikation, Einkommen) in hohem Maße mit den Merkmalen des Wohnstandortes (z.B. Bauzustand, Grünausstattung) korrespondieren, und daß der sozialstrukturelle Differenzierungsprozeß sich unmittelbar räumlich niederschlägt. Allerdings sind, entgegen den Prognosen kurz

nach der Vereinigung der beiden deutschen Staaten, zwischenzeitlich noch keine extremen Segregationserscheinungen zu verzeichnen. Damit sind auch Chancen für eine ausgewogene Stadtentwicklung vorhanden.

Um Chancen auszuloten, ist im weiteren Verlauf der Forschung die gesamtstädtische Ebene verlassen worden. In ausgewählten städtischen Teilgebieten wurde mit zwei *tiefenanalytischen Untersuchungen* begonnen.

Die räumliche Perspektive im Rahmen der Untersuchung sozialräumlicher Differenzierung wurde neben der Orientierung auf kleinteilige Strukturen in der Kernstadt auch auf den Suburbanraum gerichtet. In drei Projekten, die jeweils spezifische Forschungsfragen behandeln, wurde dem Prozeß der *Wohnsuburbanisierung* nachgegangen. Diese stadtsoziologisch bestimmten Arbeiten im Suburbanraum finden umfassend in dem, vom PB Urbane Landschaften und der Abteilung ÖKUS begründeten und geleiteten *Arbeitskreis „Suburbanisierung“* Beachtung.

Neben dem bisher beschriebenen Problemkomplex wird im Teilthema Umwelt und Gesellschaft als weiterer Schwerpunkt das Projekt *„Ökologisch-ökonomische Anreizsysteme im regionalen Kontext und deren soziale Akzeptanz“* bearbeitet. Das Projekt zielt auf die Ausgestaltung ökologisch-ökonomischer Anreizsysteme zum Schutz und der nachhaltigen Bewirtschaftung lokaler und regionaler Ressourcen sowie deren soziale Akzeptanz. In konkreter Zusammenarbeit mit dem Projekt *„Modell-basierte Entscheidungshilfen für Naturschutz und Landschaftsplanung in urbanen Räumen“* aus dem Teilthema „Entwicklung von Natur und Landschaft“ werden ökologische Fragestellungen mit ökonomischen und soziologischen Analysen vernetzt. Aus ökonomischer Perspektive stellt die Analyse und Bewertung existierender Instrumente kommunaler Umweltpolitik die Basis für eine Weiter- und Neuentwicklung entsprechender Instrumentarien dar. Möglichkeiten und Ansatzpunkte der Umsetzung werden im Hinblick auf ihre soziale Akzeptanz und potentielle Konfliktfelder untersucht.

Zum Teilthema „Umwelt und Gesellschaft“ gehören auch die Projekte *„Naturvorstellungen und ökologisches Handeln“* sowie *„Umweltökonomische Analysen zur lokalen Nachhaltigkeitspolitik“*. Das erstgenannte Projekt führt die umweltsoziologische Diskussion zum Naturbegriff fort und gleicht diese mit empirischen Untersuchungsergebnissen ab. Das letztgenannte Projekt untersucht die kommunale Gewerbepolitik unter Nachhaltigkeitsaspekten sowie den kommunalen Finanzausgleich und seine umwelt- und ressourcenökonomischen Implikationen. Des weiteren werden in Kooperation mit dem Teilthema „Stadtumwelt und Gesundheit“ umwelt- und gesundheitsökonomische Aspekte lokaler und überregionaler VOC Emissionswirkungen untersucht.

## 5.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse

### 5.2.1 Sozialräumliche Differenzierung

#### Sozialatlas der Stadt Leipzig

##### *Zielstellung und Methode*

Der Sozialatlas der Stadt Leipzig als Ergebnis einer interdisziplinären Zusammenarbeit ist der erste Sozialatlas für eine ostdeutsche Großstadt (außer Berlin).

Die wissenschaftliche Zielstellung besteht in der raumbezogenen Erfassung, kartographischen Darstellung und Bewertung der sozialen Eigenheiten des Transformationsprozesses von der sozialistischen Planwirtschaft zur sozialen Marktwirtschaft. Dabei bildet die Untersuchung von sozialräumlichen Differenzierungen einen Schwerpunkt der Untersuchungen. Mit dem Sozialatlas wird sowohl das Ziel verfolgt, den Ist-Zustand sozialräumlicher Differenzierung Anfang der 90er Jahre zu erfassen als auch ihre weitere Entwicklung im Verlauf des Transformationsprozesses zu analysieren.

Der Sozialatlas der Stadt Leipzig besteht aus einem Text-, einem Karten- und einem Folienteil.

Behandelt werden folgende Themen:

- Methodik und Aufbau des Sozialatlases,
- Segregation in ostdeutschen Großstädten (ausgewählte Prozesse wie Gentrification, Filtering down in Neubaugebieten, Suburbanisierung und ethnische Differenzierung,
- Sozialraumtypen,
- sozialräumliche Differenzierung in Leipzig (Prozesse der Aufwertung, Abwertung und Stabilisierung von Gebieten, die Herausarbeitung von möglichen sozialen Brennpunkten).

Der Kartenteil umfaßt 49 thematische Karten. Zehn Folien zur topographischen Situation, zur administrativen Gliederung, den Strukturtypen, den Grün- und Wasserflächen sowie den Sanierungsgebieten dienen der kombinierten Betrachtung von sozialen, baulichen und naturbezogenen Karteninhalten, um damit wechselseitige Zusammenhänge erfassen zu können.

Neben den rein statistischen Daten standen eine sehr detaillierte Flächennutzungskarte für 1992 im Maßstab 1:25.000 und eine Strukturtypenkarte im Maßstab 1:50.000 – beide erarbeitet im UFZ - für die Stadt Leipzig als Datenquelle zur Verfügung. Beide Karten wurden quantitativ und qualitativ ausgewertet, so daß im Ergebnis für jeden Ortsteil detaillierte Angaben über die Art, Anzahl und Größe der Flächennutzungsarten bzw. Strukturtypen gewonnen werden konnten.

Der Atlas ist Bestandteil eines im Aufbau befindlichen Geographischen Informationssystems des UFZ. Die digitale Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Laufendhaltung der

Daten einschließlich ihrer kartographischen Umsetzung erfolgte mit der GIS-Software Arc/Info, Version 7.0.3 auf Sun-Workstations.

### *Ergebnisse*

Zu Beginn der sozialwissenschaftlichen Untersuchungen wurde von folgender Hypothese ausgegangen: Im Prozeß der sozialräumlichen Differenzierung konzentrieren sich schrittweise Bewohnergruppen mit sozialstrukturell gleichen oder ähnlichen Merkmalen in spezifischen Wohngebieten der Stadt. Diese Gebiete verfügen über jeweils charakteristische Ausstattungspotentiale bezüglich ihrer Baustrukturen, Funktionen, Umweltmerkmale sowie Miet- und Eigentumsverhältnisse. Die Folge sind soziale und bauliche Aufwertungen, Abwertungen und Stabilisierungen städtischer Teilräume. Im Ergebnis führt dieser Prozeß zur sozialen Segregation von Stadtgebieten.

Die Auswertung der vorliegenden statistischen Daten und Karten gestatten eine erste Ausweisung sozial differenzierter Räume in Leipzig. Soziale Merkmale korrespondieren in hohem Maße mit baustrukturellen und natürlichen Ausstattungsmerkmalen. Die Qualität der Wohnbedingungen in den städtischen Teilräumen ist eine entscheidende Komponente im Prozeß der weiteren sozialräumlichen Differenzierung. Ausgeprägte soziale Segregation von Stadtgebieten konnte bisher für Leipzig nicht festgestellt werden. Einige Teilräume zeigen deutliche soziale und bauliche Aufwertungstendenzen. Hier sind das Waldstraßenviertel, Teile von Gohlis und Schleußig sowie das Musikviertel zu nennen. Andere Gebiete weisen Abwertungserscheinungen auf, z. B. Volkmarsdorf und das Sanierungsgebiet Plagwitz bzw. Grünau-Süd und Grünau-Nord. Der sozialen Stabilisierung kommt besondere Bedeutung zu.

Vor allem in den alten, gründerzeitlichen Arbeitervierteln wie Plagwitz, Lindenau oder Neustadt-Neuschönefeld ballen sich bauliche, soziale und ökologische Probleme. Diese Gebiete können durch einen hohen Anteil an leerstehenden Wohnungen, einen weiteren Verfall noch nicht sanierter Häuser, einen verstärkten Wegzug von Familien, eine überdurchschnittlich hohe Arbeitslosigkeit, eine ungünstige demographische Zusammensetzung der verbleibenden Bevölkerung, eine Vielzahl von Umweltbelastungen (Lärm, Immissionen) und eine geringe Ausstattung mit Grünflächen charakterisiert werden.

### *Weiterführende Arbeiten*

Der Atlas wurde als langfristiges Vorhaben konzipiert. Die vorliegende Fassung spiegelt den Stand der Arbeiten wider, verdeutlicht Lücken in der Datenbasis und verweist auf offene Forschungsfragen. Der Atlas wird kontinuierlich weitergeführt sowie in Abhängigkeit von zukünftig verfügbaren personellen Kapazitäten und Daten ergänzt und aktualisiert.

Die weitere Arbeit am Sozialatlas muß die laufenden administrativen Veränderungen, hervorgerufen durch die Gemeindegebietsreform und die damit verbundenen Eingemeindungen, berücksichtigen.

*Wissenschaftliche Kooperation*

Im Rahmen einer internationalen Forschungsk Kooperation mit der Universidad de Cuyo in Mendoza/Argentinien konnte das inhaltliche und methodische Konzept der Erarbeitung des Sozialatlas der Stadt Leipzig durch den Projektpartner übernommen werden. Mit Unterstützung des UFZ entstand 1998 der „Atlas socioeconomico de los departamentos del Gran Mendoza“. Er ist der erste Sozialatlas für eine argentinische Großstadt.

Gegenwärtig laufen Verhandlungen hinsichtlich der Erarbeitung eines Sozialatlas für die Stadt Halle zwischen dem dortigen Stadtplanungsamt und dem UFZ.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Sozialatlas der Stadt Leipzig sind von weiteren Projekten im Verbundprojekt 3.1 im Rahmen der Zusammenarbeit aufgegriffen und verarbeitet worden. So fanden sie u.a. im Projekt „Qualitätszielkonzept für Stadtstrukturtypen am Beispiel der Stadt Leipzig“ (1998) Anwendung.

In die Arbeit städtischer Ämter Leipzigs sind Ergebnisse aus dem Sozialatlas eingeflossen (u.a. in den „Jugendhilfeplan“ der Stadt Leipzig, 1996). Der Sozialatlas war ein wesentlicher Impuls für die Inangriffnahme eines Lebenslagenreports für die Stadt Leipzig

### **Interdependenzen von gebauter, sozialer und natürlicher Umwelt und deren Einfluß auf die Umsetzung quartiersbezogener Umweltqualitätsziele**

*Zielstellung*

Die Analyse und Bewertung der Interdependenzen zwischen natürlicher, gebauter und sozialer Umwelt dient der Verknüpfung stadtsoziologischer mit stadtökologischen Ansätzen. Im Kern geht es dabei um die Fragen, wie auf kleinteiliger Ebene der ökologische Strukturwandel sozialräumliche Differenzierungsprozesse beeinflusst und als segregierender Faktor wirkt. Im weiteren wird nach den dabei entscheidenden ökologischen Parametern gefragt.

*Methode*

Das methodische Konzept, welches dem Sozialatlas der Stadt Leipzig zugrunde liegt, wird weiterverfolgt und -entwickelt. Die räumliche Ebene stellt die Stadt Leipzig in ihrer administrativen Gliederung in Ortsteile dar, für die die Daten kontinuierlich fortgeschrieben werden.

Die zur Anwendung kommende Methodik ist eine Kombination geographischer und soziologischer Analyseverfahren. Auf der gesamtstädtischen Ebene werden mittels eines GIS Sozialstrukturkarten mit Umweltkarten kombiniert, um die Grobstruktur der Zusammenhänge im Zeitverlauf herauszuarbeiten. Die Feinstruktur wird durch kleinteilige, quartiersbezogene Analysen ermittelt

Ergänzend werden stadtsoziologische Befragungen durchgeführt, die die Sozialstruktur, Nutzungen sowie die subjektive Bewohnerperspektive auf die Wohn- und Umweltbedingungen in ihrer Gesamtheit abbilden. Eine Spezifik besteht darin, daß nicht mit den üblichen Verfahren der Zufallsauswahl gearbeitet wird (wie z.B. Random-Route), sondern eine gesteuerte Auswahl getroffen wird.

Die Untersuchungen dienen insbesondere der weiteren Spezifizierung und schrittweisen Verifizierung der wissenschaftlichen Hypothese von den Zusammenhängen und Wechselwirkungen zwischen baulicher und Sozialstruktur sowie der natürlichen Umwelt. Diese Arbeit wurde im Jahr 1997 mit einer Untersuchung im Ortsteil Leipzig-Stötteritz begonnen und 1998 mit einer Analyse in Leipzig-Connewitz fortgeführt.

### *Ergebnisse*

Im Ergebnis ließ sich durch die Daten und Karten ein Grobmuster abbilden. Großräumig sind die Gebiete mit hohen Umweltbelastungen (insbesondere Luft- und Lärmbelastungen) sowie geringer Grünausstattung weitgehend deckungsgleich mit den Gebieten mit armer Bevölkerung. Es gibt aber keinen Typ sozialer Räume, in dem entweder alle positiven oder alle negativen Merkmale zusammentreffen. Es lassen sich folgende Trends erkennen: der Typus repräsentative gründerzeitliche Bürgerviertel vereint eher positive, der Typ gründerzeitliche Arbeiterviertel dagegen eher negative Kumulationen, die übrigen Typen befinden sich auf einem Kontinuum dazwischen. Die Grünausstattung und Verkehrsemissionen ließen sich als die einflußreichsten ökologischen Faktoren in Bezug auf Segregation identifizieren. Sie machen sich als Lagemerkmale bei der Wohnstandortwahl (vermittelt über die Immobilien- und Mietpreise) geltend, wirken allerdings langfristig und sind derzeit erst in Ansätzen erkennbar. Es ist von unterschiedlichen Geschwindigkeiten des ökologischen Strukturwandels einerseits und sozialräumlichen Differenzierungsprozessen andererseits auszugehen. Der ökologische Strukturwandel trägt offenbar zur Ausbildung eines neuen Musters bei, in dem a) Gebiete aufgewertet werden, die von Entlastungen profitieren, b) Gebiete abgewertet werden, die von neuen Belastungen betroffen sind. Der enge Zusammenhang zwischen der Baustruktur und der Luftbelastung wird allerdings durch die Prozesse des ökologischen Strukturwandels nur graduell beeinflußt. Die kleinteiligen Untersuchungen zeigen, daß es auch innerhalb der einzelnen Typen sozialer Räume bzw. der Quartiere Differenzierungen gibt. Die Grenzen der ökologischen Belastung verlaufen nicht immer parallel zu baustrukturellen und sozialstrukturellen Grenzen. Hohe Luft- und Lärmbelastungen können selbst in attraktiven Gebieten zu baulichen und sozialen Abwertungsprozessen führen.

## **Ansätze für eine nachhaltigkeitsorientierte Entwicklung des Wohnungsbestandes in Sachsen - Entwicklungsszenarien ausgewählter Wohngebiete sächsischer Groß- und Mittelstädte unter besonderer Berücksichtigung ressourcen- und nutzungsorientierter Aspekte**

### *Zielstellung*

Nachhaltigkeitsorientierte Entwicklung des Wohnungsbestandes bedeutet eine sinnvolle Erhaltung und Ausnutzung des vorhandenen Wohnungsbestandes. Um dieses Ziel zu erreichen, ist der vorhandene Wohnungsbestand qualitativ so zu entwickeln, daß er weiterhin dem Bedarf entspricht. Es darf nicht übersehen werden, daß der Wohnungsbestand weiter wächst und daß sich Wohnbedürfnisse verändern. Mit dem anhaltenden Neubau entstehen Wohnangebote, mit deren Qualität sich der vorhandene Bestand messen lassen muß. Wohngebäude, die nicht mehr vermarktungsfähig sind und verfallen, müssen umgenutzt oder abgerissen werden. Es muß geprüft werden, ob und wo Abriß gezielt durchgeführt werden kann, um damit Chancen für eine Verbesserung des verbleibenden Bestandes zu eröffnen. Insbesondere Fragen der Wohnumfeldverbesserung wie der Erhöhung des wohnungsnahen Grünflächenanteils, eine Attraktivitätssteigerung des Stadtbildes oder die Suche nach bedarfsorientierten Umnutzungsmöglichkeiten sind zu berücksichtigen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Wohnungsbestand in seiner Einordnung in gebietliche Strukturen zu betrachten und die Dynamik von Wohngebieten zu berücksichtigen.

Ziel des interdisziplinären Forschungsvorhabens ist es, die Potentiale und Entwicklungsszenarien von Wohnbaustrukturen von Groß- und Mittelstädten in Sachsen hinsichtlich einer angestrebten nachhaltigen Entwicklung zu bewerten.

### *Methode*

Als Beispielstädte für die empirischen Erhebungen wurden Leipzig, Freiberg und Zittau ausgewählt. Der Stadtstrukturtypenansatz wurde als raumstruktureller Ansatz für die Untersuchungen als generell geeignet und entwicklungsfähig angesehen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, bereits erzielte methodische Forschungsergebnisse des Verbundprojektes 3.1 im Zusammenhang mit neuen wissenschaftlichen Fragestellungen zu erproben.

Die Operationalisierung des Konzeptes des Projektes muß von der Akteursebene ausgehen, um Zielorientierungen, Bedürfnisstrukturen, Urteile und Handlungsentscheidungen der in Wohngebieten agierenden Gruppen nachvollziehen, erklären und Einflußmöglichkeiten erkennen zu können.

### *Ergebnisse*

In der ersten Etappe des Projektes wurden zwei Themen bearbeitet:

- Analyse des Leerstandes im Wohnungsmarktzusammenhang
- Analyse und Bewertung von Mietentwicklungen.

*Zur Untersuchung des Leerstandes*

Anhand der Analyseergebnisse aus den drei Beispielstädten ist zu schlußfolgern, daß der Leerstand in den sächsischen Groß- und Mittelstädten bereits vom wohnungswirtschaftlichen zum städtebaulichen Problem geworden ist. Die wirtschaftlichen Rahmendaten und die natürliche Bevölkerungsbewegung lassen auch für die nahe Zukunft ein weiteres Absinken der quantitativen Wohnungsnachfrage fast flächendeckend in Sachsen erwarten.

Vor dem Hintergrund des sich zunehmend verschärfenden Wohnungsleerstandsproblems ist als städtebaulichen Lösung der Weg der Umnutzung, des Rückbaus und des Abrisses aus sozialen und ökonomischen Gründen gleichermaßen vorgegeben. Die vom Wohnungsleerstand besonders stark betroffenen Kommunen können die anstehenden Aufgaben nicht ohne Unterstützung des Bundes und Landes realisieren (Verhältnis Schulden zu Steuereinnahmen pro Jahr). Der Wohnungsleerstand konzentriert sich auf die Stadtstrukturtypen: Vorgründer- und Gründerzeitbestand in offener und geschlossener Blockbebauung, Blockrandbebauung und Zeilenbebauung; mehrgeschossiger innerstädtischer Wohnungsbau der 20er und 30er Jahre; Großsiedlungen. Aus städtebaulichen Erfordernissen ist es unabdingbar, die Beseitigung der Wohnungsleerstände in den Stadtzentren mit höchster Priorität zu versehen. Es ist erforderlich, mit den Interessenvertretern von Wohneigentümern und Mietern praktikable wohnungspolitische Orientierungen vorzugeben, die auf einem tragfähigen Finanzierungskonzept beruhen.

*Zur Analyse und Bewertung der Mietentwicklungen*

Für den überwiegenden Teil des Wohnungsbestandes galt bis Ende 1997 die Mietpreisbindung. Damit wurde ein schrittweiser Übergang der Wohnungsmieten auf marktwirtschaftliche Strukturen gesichert. Die Miete konnte während der Preisbindung ihre Funktion als Knappheitsindikator nicht erfüllen. Seit Aufhebung der Mietpreisbindung 1998 setzten differenzierte Entwicklungen in Abhängigkeit von der Angebots- und Nachfragesituation ein.

In den drei Untersuchungsstädten ist eine sehr unterschiedliche Mietpreisentwicklung bei Wohnungen unterschiedlichen Baualters und Ausstattung zu beobachten. Einerseits macht sich der Einfluß der Marktverhältnisse und andererseits ein unterschiedliches Mieterhöhungsverhalten der Vermieter bemerkbar.

Die Wohnwertmerkmale Größe und Lage gewinnen bei Mieterhöhungen immer stärkeren mietspreisrelevanten Einfluß. Die Umlage von Modernisierungskosten, die das geltende Mietrecht erlaubt, führte in hochverdichteten Standorten in einfachen Wohnlagen zu Mieten, die der Markt zur Zeit nicht hergibt. Die Verweigerung des Marktes ist ein deutliches Signal hinsichtlich Begrenzung des Modernisierungsumfangs.

## Städtische Armut in Leipzig - Analyse und Bewertung sozialer, ökonomischer und ökologischer Einflußfaktoren

### *Zielstellung und Methode*

Durch den Systemwandel in den neuen Bundesländern sind verschiedene soziale Gruppen in unterschiedlichem Ausmaß von Armut bedroht. Die Darstellung der räumlichen Verteilung von Armut innerhalb der Stadt ist ein wesentlicher Bestandteil der Armutsforschung und Grundlage für eine sozial- und umweltverträgliche Stadtentwicklung.

Armut darf nicht nur als 'Einkommensarmut' betrachtet, sondern muß mit Hilfe weiterer Indikatoren beschrieben werden. Dazu zählen z.B. die Bereiche Wohnen, Umweltbedingungen, Gesundheit, Bildung, Freizeit, soziale Netze, Partizipation am kulturellen Leben sowie Nutzungsmöglichkeiten städtischer Einrichtungen. Eine spezifische Frage für die Armutsforschung in den neuen Bundesländern ist die nach der 'sozialräumlichen Kontinuität' städtischer Armutszonen. Damit stellt sich die Frage, inwieweit es eine räumliche Verteilung von Armut in der Stadt schon vor der Wende 1989 gegeben hat und somit Persistenzen von Armutslagen bzw. Armutszonen bestehen.

Für die Untersuchung wurden vier Leipziger Ortsteile ausgewählt: Grünau-Mitte, Neustadt-Neuschönefeld, Südvorstadt und Gohlis-Süd.

### *Ergebnisse*

Grundlegende Arbeitsschritte waren eine theoretische Aufarbeitung des Themas 'Armut in der DDR vor 1989' und darauf aufbauend die Entwicklung der Arbeitsmethode sowie eine Spezifizierung der ausgewählten Stadtteile. 1997 wurde begleitend mit einer Diaserie begonnen, mit die baulich-räumlichen Strukturen des Wohnumfeldes dokumentiert werden. Die Inhalte der biographischen Interviews wurden in Anlehnung an den Lebenslagenansatz von HRADIL (1987) festgelegt:

- Einkommens- und Versorgungsspielraum,
- Kontakt- und Kooperationsspielraum,
- Lern- und Erfahrungsspielraum,
- Regenerations- und Mußenspielraum und
- Dispositionsspielraum.

Die Auswertung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die unterschiedlichen Lebenslagen sowie gegenwärtigen Handlungen stehen im jeweiligen Fall im engen Zusammenhang und starken Bezug zum Elternhaus (Elterngeneration, Erziehung).
- Der Grad und die Verfügbarkeit über materielle Güter (Einkommens- und Versorgungsspielraum) steht in engem Zusammenhang zu den anderen Handlungsspielräumen. Besonders deutlich wird die Relevanz des bisherigen (Einkommens-)Verlaufs und die antizipierten „Zukunftsaussichten“.

- Die Bedeutung des Stadtteils, in dem die/der 'Betroffene' zum Zeitpunkt des Interviews lebt (s. Regenerations- und Mußenspielraum), wächst mit dem Umfang der Handlungsspielräume:
  1. Eher marginal wird die Bedeutung des Stadtteils von denen angesehen, die über einen geringen Kontakt- und Kooperationsspielraum (z.B. geringes Maß an - privaten sozialen Kontakten), einen geringen Lern- und Erfahrungsspielraum (niedriger Bildungsabschluß, keine Weiterbildung, wenig Entscheidungsalternativen über Berufs- und Ausbildungsverläufe), einen geringen Regenerations- und Mußenspielraum (Extremfall keine eigene Wohnung) sowie einen geringen Dispositionsspielraum (Marginalisierung, wenig tatsächlicher Gestaltungseinfluß und Fähigkeiten, zustehende Rechte einzuklagen) verfügen.
  2. Eine erhebliche Bedeutung hat der Stadtteil für diejenigen, die große Handlungsspielräume besitzen.
- Es gibt keinen generellen Zusammenhang zwischen einer benachteiligten Wohnlage und einer ungünstigen Umweltsituation. Zudem werden Umweltbelastungen auch nur partiell wahrgenommen bzw. reflektiert.

### **Der Einfluß des Wohnstandortes auf Aktionsraum und Zeitbudget - ein akteursbezogener Ansatz zur Analyse von Suburbanisierungsprozessen)**

#### *Zielstellung*

Am Beispiel der Wohnsuburbanisierung in der Stadtregion Leipzig wird nach der Umwelt- und Sozialverträglichkeit des Prozesses gefragt. Zentraler Begriff ist hierbei die gelebte Nutzungsmischung, also die Frage, welche Rolle der Nahbereich im alltäglichen Leben spielt, welche Grundbedürfnisse dort befriedigt werden (können) und wie es um die soziale Integration bestellt ist.

Ziel dieser Arbeiten ist es, zu zeigen, wie sich die Angebotsseite des Wohnungsmarktes in der Stadtregion veränderte, welche Push- und Pull-Faktoren auf der Nachfragerseite wirkten und wie es letztendlich zu der starken Stadt-Umland-Wanderung kam und kommt.

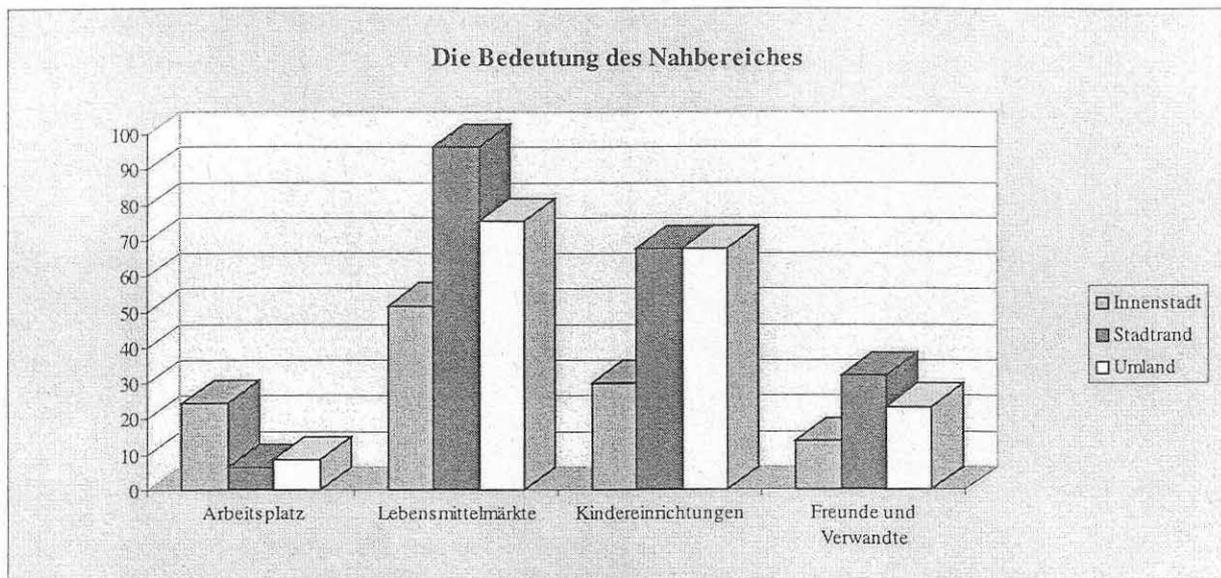
#### *Methode*

Es kommt ein akteursbezogener Ansatz zur Anwendung, der das räumliche Verhalten und die Muster der Stadtnutzung dreier Bewohnergruppen aus der Innenstadt, vom Stadtrand und aus dem Umland untersucht. Durch die Analyse und den Vergleich des alltäglichen räumlichen Verhaltens dieser Bewohnergruppen lassen sich Aussagen über Tendenzen der weiteren Stadtentwicklung sowie zur Eignung der untersuchten Strukturen für eine nachhaltige Lebensweise treffen. Parallel wird mittels Literaturrecherche, sekundärstatistischer Analyse und Expertengesprächen der Verlauf der Suburbanisierung von der Wende bis heute erarbeitet, wobei besonderes Gewicht auf die Rahmenbedingungen und Entscheidungsprozesse der beteiligten Akteure gelegt wird.

1997 wurden die empirischen Arbeiten durchgeführt. In den Neubaugebieten Borsdorf/Parthenaue, Leipzig/Kiebitzmark und Leipzig/Wohnpark Atrium, Lutherstraße wurden insgesamt knapp dreihundert Personen befragt, wobei ein standardisierter Fragebogen mit kartographischen Bestandteilen verwendet wurde. Mit ausgewählten Haushalten wurden außerdem leitfadengestützte Interviews geführt. Durch diesen Methodenmix konnte einerseits eine hinreichend große Stichprobe abgedeckt werden, andererseits eine ausreichende Genauigkeit und Tiefe der Daten erreicht werden.

### Ergebnisse

Ein erster Ergebniskomplex beschäftigt sich mit der Frage, welche Tätigkeiten unter den gegebenen Bedingungen (also: Konkurrenz hochspezialisierter Großeinrichtungen, preisgünstige und schnelle Entfernungsüberwindung) auch heute noch im Nahbereich nachgefragt werden. Es sind dies der Ergänzungseinkauf von kleineren Mengen von Waren des alltäglichen Bedarfs, alle Kindereinrichtungen, kleinere Freizeitunternehmungen wie Spaziergänge und Restaurantbesuche, außerdem spielt ein intaktes soziales Umfeld eine wichtige Rolle. Wenn diese Ausstattungsmerkmale nicht vorhanden sind, sind Ausweichbewegungen und eine mangelnde Integration am Wohnort mit all ihren negativen Folgewirkungen zu konstatieren. Es ist jedoch zu beachten, daß die Angebote im Nahbereich stets nur eine Ergänzungsfunktion wahrnehmen und auch bei guter Ausstattung keinesfalls die ausschließliche Versorgung übernehmen.



**Abb. 5-1:** Prozentuale Nutzung ausgewählter Einrichtungen im eigenen Nahbereich (Mehrfachnennungen waren möglich)

Neben der Nutzungsintensität des Nahbereiches stellen die Länge der zurückgelegten Wege, die Verkehrsmittelwahl und nicht zuletzt die Sichtweise der Bewohner weitere Indikatoren hinsichtlich der Bewertung der Eignung der ausgewählten Wohngebiete für eine nachhaltige Lebensweise dar. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden Stärken-Schwä-

chen-Profile der drei Untersuchungsgebiete erstellt. Dabei zeigt sich, daß sich die Probleme keinesfalls im Umland konzentrieren, sondern daß auch in der Innenstadt und am Stadtrand erhebliche Ausstattungsmängel bestehen, die durch das aktionsräumliche Verhalten der Bewohner ersichtlich werden.

In der Innenstadt ist die Ausstattung mit Infrastruktur aller Art durch die Nähe zum Stadtzentrum zwar gut, doch das unmittelbare Wohnumfeld weist große Defizite auf. Im Zusammenspiel mit der geringen Qualität des öffentlichen Raumes insbesondere für Fußgänger (Verkehrsbelastung, Erscheinungsbild, soziale Differenzen) führt dies in mehreren Lebensbereichen zu einer starken Pkw-Orientierung und zu einer Bevorzugung bequem mit dem Pkw erreichbarer Ziele, die oftmals am Stadtrand oder im Umland liegen. Das am Stadtrand gelegene Wohngebiet ist durch die Nachbarschaft zu einem überregional bedeutsamen Einkaufs- und Freizeitzentrum hervorragend ausgestattet und erschlossen, hier fehlen jedoch Angebote an öffentlichem und halböffentlichem Raum im unmittelbaren Wohnumfeld wie Spazierwege, Restaurants, Vereinsheime oder Nachbarschaftsläden. Die Identifikation mit dem Wohngebiet bleibt gering, es fehlen die Kontaktmöglichkeiten. Das im Umland gelegene Gebiet schließlich ist durch seine Lage am Rande einer gewachsenen Gemeinde ausreichend ausgestattet. Die Angebote vor Ort werden oftmals bewußt genutzt, da von vielen Befragten eine Integration in das Gemeindeleben angestrebt wird. Trotzdem spielen auch hier die großen, hochspezialisierten Angebote die Hauptrolle. Probleme ergeben sich vor allem im Bereich Verkehr, da die Anbindung sowohl über die Straße als auch über den ÖPNV mangelhaft ist und auch der ruhende Verkehr im Wohngebiet selbst eine starke Belastung ist.

### **"Neue Räumliche Nähe". Zur Qualität der Suburbanisierung im Entwicklungskorridor Leipzig - Halle**

#### *Zielstellung*

Suburbanisierung im Umland ostdeutscher Städte im Zuge der grundlegenden gesellschaftlichen Veränderungen nach 1989 weist im Vergleich zu westdeutschen Städten eine Reihe von Besonderheiten auf, wobei wiederum regionale Unterschiede zu verzeichnen sind. Vom Umfang und der Dynamik her hebt sich die Gewerbe- und Bevölkerungssuburbanisierung um Leipzig und Halle sowie entlang der Verbindungsachse zwischen beiden Städten auch im Vergleich zu anderen ostdeutschen Regionen ab. Bedingt ist dies durch die zentrale Lage im mitteldeutschen Raum, exponierte Großvorhaben und weitere Faktoren, so auch die geringe räumliche Entfernung beider Städte, aus der wiederum Überlagerungen und Synergieeffekte in Bezug auf die Suburbanisierung resultieren.

Untersucht werden die qualitativen Veränderungen im suburbanen Raum und dabei im speziellen die qualitativen Veränderungen und Auswirkungen für die Akteure und Betroffenen "vor Ort", resultierend aus den Verflechtungen bestehender Strukturen mit sich extensiv ausdehnenden neuen Gewerbe-, Einkaufs- und Wohngebieten. Die Formel "Neue

räumliche Nähe" wird im Sinne eines Leitbildes betrachtet, insofern als diese neuen Strukturen im suburbanen Raum eine neue Nähe von Arbeit, Konsum, Freizeit und Wohnen nach sich ziehen könnten. Somit bestünde die Chance, die historisch gewachsene, noch vorherrschende räumliche Trennung dieser Funktionen wieder aufzuheben oder zumindest zurückzudrängen.

### *Methode*

- Makroebene (regionale Betrachtungsebene: Kernstadt-Peripherie-Stadtumland/umgebender Landkreis, hier also Leipzig - Landkreis Leipziger Land bzw. Halle - Saalkreis in Bezug auf den Raum entlang der Verbindungsachse Leipzig - Halle),
- Mesoebene (Betrachtungsebene Umlandgemeinde: alte Siedlungsbereiche - neue Siedlungsbereiche/neue Gewerbegebiete),
- Mikroebene (akteursbezogene Betrachtungsebene innerhalb der Umlandgemeinden/Nachbarschaftsebene: Alteingesessene - Zugezogene).

Über die Makro- und Mesoebene werden Rahmenbedingungen und Einflußfaktoren in Bezug auf die ablaufenden Suburbanisierungsprozesse beschrieben. Sie charakterisieren das Umfeld der Mikroebene, den Handlungshintergrund für die Suburbanisierungsakteure bzw. -betroffenen. Zu den Akteuren und Betroffenen werden zum einen die Unternehmen und Einrichtungen gezählt, die im suburbanen Raum ansässig sind bzw. sich hier angesiedelt haben, zum anderen die Bewohner der Umlandgemeinden, die Alteingesessenen und Zugezogenen.

Ausgehend von Literaturrecherchen, Dokumentenanalysen und Ortsbegehungen in allen Umlandgemeinden im Entwicklungskorridor Leipzig-Halle wurden als konkrete Untersuchungsräume Bienitz (Rückmarsdorf, Burghausen, Dölzig) auf sächsischer Seite sowie Dieskau/Zwintschöna/Queis/Dölbau auf sachsen-anhaltinischer ausgewählt, und in diesen Orten Gespräche mit Vertretern der kommunalen Verwaltung geführt. Darauf aufbauend wurden Thesen zur "Neuen räumlichen Nähe" unter Berücksichtigung des 3-Ebenen-Modells formuliert. Die Thesen bildeten die Basis für eine Unternehmensbefragung Ende '97/Anfang '98 (Kombination von schriftlicher und mündlicher Befragung mittels standardisiertem Fragebogen) in Bienitz (Gewerbegebiet Leipzig-West-Dölzig und Löwen-Center an der B 181) und in Dieskau (Gewerbegebiet Dieskau und Industriepark Halle-Queis/Gewerbegebiet Dölbau-Queis). Die Thesen waren gleichermaßen Grundlage für eine im Frühjahr 1998 durchgeführte Haushaltsbefragung in Bienitz und Dieskau

### *Ergebnisse*

Aus der Unternehmensbefragung und einer noch vorläufigen Auswertung der Haushaltsbefragung lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Für die Ansiedlung von Unternehmen waren in erster Linie die sehr gute Anbindung an das bestehende Verkehrsnetz sowie die Nähe der beiden Großstädte Leipzig und Halle ausschlaggebend.
- Der vermutete Sogeffekt von Großvorhaben wurde nur von den Unternehmen in Bienitz bestätigt.
- Die neuen Gewerbe-, Dienstleistungs- und Einkaufszentren hatten keinen nennenswerten Einfluß auf die Beschäftigungssituation der Bevölkerung der Umlandgemeinden, weder auf die Alteingesessenen noch auf die Zugezogenen. Für die Unternehmen spielt der Wohnort der Arbeitnehmer und die Nähe der neuen Wohngebiete so gut wie keine Rolle. Halle und Leipzig waren und sind Schwerpunkte von Arbeitsplätzen gleichermaßen für Alteingesessene wie Zugezogene.
- Hauptgrund für den Umzug von der Stadt in das Umland war der Wunsch nach Verbesserung der Wohnverhältnisse und des Wohnumfeldes, die Nähe zu den Arbeitsmöglichkeiten in den neuen Gewerbegebieten spielt nur eine untergeordnete Rolle.
- Im neuentstandenen Eigenheimsektor konzentrieren sich gehobene soziale Schichten (Facharbeiter- bzw. Hochschulabschluß, minimale Arbeitslosigkeit, in über 50% der Haushalte sind beide Partner berufstätig). Bestätigt wurde, daß mit geregelter Einkommen die Realisierung der Wohnwünsche möglich wird.
- Die Suburbanisierungsgewinne, d.h. Einwohnerzuwächse resultieren hauptsächlich aus Wegzügen aus Leipzig und Halle und führten zu einer Verjüngung der Bevölkerung.
- Eine Eingemeindung von Dieskau nach Halle wird von der Mehrzahl abgelehnt, von Bienitz nach Leipzig sogar massiv (dieser Item sorgte in Bienitz für erheblichen Zündstoff).
- Suburbanisierung ist mit einem Anwachsen der Verkehrsströme insgesamt verbunden; die These, daß die Nähe von Gewerbe-, Einkaufs- und Wohnbereichen zu einer Reduzierung zumindest der innerörtlichen Verkehrsströme führt, wurde nicht bestätigt.
- Positiv gewertet wurden von Alteingesessenen wie Zugezogenen die neu entstandenen Einkaufsmöglichkeiten für die Versorgung mit Waren des kurzfristigen Bedarfs, sie befördern eine schnelle Umorientierung der Zugezogenen auf der neuen Wohnort.
- In Bezug auf die Nachbarschaftsbeziehungen bleiben die Alteingesessenen eher unter sich, die Zugezogenen zeigen sich offener gegenüber den anderen Zugezogenen und auch den Alteingesessenen.
- Daß sich ein aktives Vereinsleben positiv auf das Zusammenwachsen der Alteingesessenen und Zugezogenen auswirkt, wurde nicht bestätigt; allerdings sind ca. 60% der Alteingesessenen und 70% der Zugezogenen auch nicht Mitglied in Vereinen.

## **Suburbanisierung als Chance zur Revitalisierung des devastierten südlichen Umlandes von Leipzig**

### *Zielstellung*

Suburbanisierungsprozesse werden in der Regel unter negativem Vorzeichen und der Zielorientierung ihrer unbedingten Eindämmung bis Verhinderung diskutiert. Suburbanisierung umfaßt allerdings komplexe und miteinander verflochtene Prozesse, in deren Rahmen wirtschaftliche, soziale und ökologische Komponenten zu berücksichtigen sind

Das südliche Umland von Leipzig ist durch raumgreifende Tagebaue geprägt. Die hier ursprünglich vorhandenen Orte sind bergbaubedingt devastiert worden. Allein im Bereich des Tagebaus Espenhain waren 14 Ortschaften mit insgesamt 8200 Menschen davon betroffen. Die Mehrzahl dieser Bürger wurde mit Ersatzwohnungen an Standorten des sog. komplexen Wohnungsbaus in Städten wie Leipzig und Borna versorgt.

Desweiteren erfuhren zahlreiche Ortslagen tagesbaubedingt erhebliche Entwicklungsnachteile. Dies trifft insbesondere für Gemeinden zu, die jahrzehntelang mit der staatlichen Entscheidung, deren Gemarkung unter „Bergbauschutz“ zu stellen, ausgesetzt waren. Die damit verbundene mittel- bis langfristig mögliche Überbaggerung der Ortschaften im Zuge des Tagebaufortschritts hatte eine absolute Reduzierung staatlicher Investitionen für die Erhaltung und Erweiterung der Gebäude- und Infrastruktursubstanz zur Folge. Baulicher Verfall und Abwanderung der jüngeren Bevölkerung waren die Konsequenz.

Die Kleinstadt Zwenkau und die Dörfer Störmthal, Mölbis und Dreiskau-Muckern sind als Beispiele zu nennen, die in ihrer Biographie durch den Braunkohletagebau und die karbochemische Industrie an den Rand ihrer Existenz gelangten und gegenwärtig wieder entstehen bzw. ihre Existenz festigen. Die Aufwertung der Siedlungsstrukturen wird in diesem Raum durch Förderprogramme zur Dorf- und Stadterneuerung unterstützt.

Damit gelangen hier völlig andere Subventionen als im östlichen und nördlichen Umland Leipzigs zur Anwendung, die in erster Linie auf die Bestandserhaltung kleinstädtischer und dörflicher Strukturen in Großstadtnähe gerichtet sind.

### *Ergebnisse*

Die genannten Kommunen stehen exemplarisch für erste Erscheinungen einer Wohnsuburbanisierung im südlichen Umland Leipzigs. Die überwiegende Mehrzahl der Zuziehenden kommt aus Leipzig. Im Fall des Dorfes Mölbis ist diese Entwicklung um so erstaunlicher, da es bis zur Wende außerordentlich starken Schadstoffeinwirkungen durch den Tagebau Espenhain und das nahegelegene karbochemische Werk Espenhain ausgesetzt war.

Die soziologischen Untersuchungsergebnisse zur Revitalisierung von Dreiskau-Muckern, einem Ort in etwa 20 km Entfernung von Leipzig, der bis 1993 fast ausgesiedelt war und seitdem wieder aufgebaut und belebt wird, verdeutlichen die Ursachen des anhaltenden Einwohnerzuzugs. Die landschaftlichen Reize und weiter erwarteter Attraktivitätsgewinn der Landschaft (aufgeforsteter Grünzug, Nähe zum künftigen See im ehemaligen Tagebau

Espenhain), ein preiswerter Grundstückskauf und die Nutzung von Fördermitteln im Zuge der Stadt- und Dorferneuerung sind maßgebliche Motive für die Wohnstandortwahl in der Nähe Leipzigs.

Die sozialstrukturellen Merkmale der Zugezogenen unterscheiden sich in einigen markanten Punkten von denen der Alteingesessenen. So verfügen die Neuzugezogenen über einen vergleichsweise höheren Bildungsabschluß und über ein höheres Einkommen. Etwa die Hälfte der Zugezogenen arbeitet in Leipzig. Vor allem Familien mit Kindern sind zugezogen, was die Altersstruktur der Dorfbevölkerung erheblich verjüngt hat und wodurch entscheidende soziale Entwicklungspotentiale für die Kommune entstanden sind.

Es ist zu betonen, daß die Wohnangebote in diesen in Revitalisierung befindlichen Dörfern noch wesentlich mit dem traditionellen dörflichen Charakter der Wohnstandorte verbunden sind. Die baulichen Hüllen sind dörflich geprägt, aber die Bewohner füllen sie mit einer Kombination von ländlicher und urbaner Lebensweise aus.

Das südliche Umland Leipzigs ist untrennbarer Bestandteil der gesamten Stadtregion. Es beeinflußt durch seine spezifische Merkmalsstruktur deren Image. Somit muß es vitales Interesse der Kernstadt sein, diesen durch Tagebaue und Braunkohleverarbeitung gezeichneten Raum in dessen eigenen Zukunftsoptionen zu unterstützen. Das südliche Umland ist in seinen Entwicklungschancen unmittelbar abhängig von der Sanierung und Rekultivierung der Tagebauflächen und der Industriebrachen. Die Qualität der Landschaftsgestaltung entscheidet mit über die Entwicklungschancen dieses Raumes. Die hier zu registrierenden spezifischen Suburbanisierungsprozesse, die in ihrem Umfang wesentlich geringer sind als in den anderen Umlandsegmenten, sind ein unterstützender Faktor der regionalen Neuorientierung.

## 5.2.2 Ökonomische Instrumente und soziale Akzeptanz

### **Ökologisch-ökonomische Anreizsysteme im regionalen Kontext und deren soziale Akzeptanz**

#### *Zielstellung*

Trotz der theoretischen Bedeutung, die ökonomischen Instrumenten der Umweltpolitik in der wissenschaftlichen, und hier insbesondere der umweltökonomischen Literatur immer wieder beigemessen wird, haben diese lediglich eine marginale Umsetzung in praktische Umweltpolitik erfahren. Dies liegt darin begründet, daß alle umweltpolitischen Regelungsbereiche von einem ordnungsrechtlichen Eingriffsmuster geprägt sind und daß die Eingriffintensität inzwischen ein Ausmaß erreicht hat, das für andere Instrumente nur noch einen verhältnismäßig engen Spielraum läßt. Diesen Spielraum gilt es jedoch auszuloten.

Das Projekt zielt auf die Ausgestaltung ökologisch-ökonomischer Anreizsysteme zum Schutz und zur nachhaltigen Bewirtschaftung lokaler und regionaler Ressourcen sowie deren sozialer Akzeptanz. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf regional gebundene und zu bewirtschaftende Ressourcen wie z.B. Wasser, Boden und Fläche sowie mit Landschaft verbundenen Schutzfunktionen (Natur- und Landschaftsschutz). Die Kernfrage lautet: Welche Instrumente und Anreizsysteme können genutzt werden, um ökologisch notwendige oder wünschenswerte Entwicklungen als Beitrag zu einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung zu fördern?

Ausgangspunkt ist die Analyse des ökologischen Problemfeldes. In Kooperation mit dem Projekt "Modell-basierte Entscheidungshilfen für Naturschutz und Landschaftsplanung in urbanen Räumen") werden die laufenden sozioökonomischen Untersuchungen in Richtung Managementkonzepte für Grünverbände ausgerichtet.

### *Methoden*

Aus ökonomischer Perspektive stellt eine Analyse und Bewertung existierender Instrumente kommunaler Umweltpolitik die Basis für eine Weiter- und Neuentwicklung entsprechender Instrumentarien dar. Möglichkeiten und Ansatzpunkte der Umsetzung werden im Hinblick auf ihre soziale Akzeptanz und potentielle Konfliktfelder untersucht.

### *Bundesweite Städteumfrage*

Eine Untersuchung zum Einsatz ökonomischer Instrumente in der Naturschutz- und Umweltpolitik in deutschen Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern (39 Städte) erfolgte 1997 (BIELIG 1998; RING 1998). Ziel dieser empirischen Erhebung war die Erfassung, Analyse und Bewertung existierender ökonomischer Instrumente sowie die Bestimmung möglicher künftiger Einsatzfelder aus kommunaler Sicht. Die Städteumfrage zielte somit auf einen Beitrag zur Einschätzung ökonomischer Instrumente der Umweltpolitik aus der Sicht der betroffenen Akteure auf kommunaler Ebene.

Die Bewertung ökonomischer Instrumente aus der Sicht der jeweiligen kommunalen Umweltämter wurde im Kontext mit alternativen umweltpolitischen Instrumenten wie den ordnungsrechtlichen und planungsbezogenen Instrumenten, den kommunikativen (Runde Tische, Verhandlungen) sowie den informationsbezogenen Instrumenten (Information, Aufklärung, Beratung) vorgenommen. Bedingt durch die Konzentration auf Naturschutzfragen im Rahmen der interdisziplinären Kooperation im Verbundprojekt wurden die gegenwärtigen Einsatzfelder und künftigen Perspektiven ökonomischer Instrumente für die kommunale Naturschutzpolitik vertieft untersucht.

### *Tiefenuntersuchungen in Sachsen*

Aufbauend auf den Ergebnissen der bundesweiten Städteumfrage wurden für das Land Sachsen, die Stadt Leipzig und den Landkreis Leipziger Land exemplarisch empirische Tiefenuntersuchungen zum Einsatz positiver ökonomischer Anreize in Naturschutz und Landschaftspflege durchgeführt. Vergleichsdaten für den Kreis Torgau-Oschatz wurden

mit erhoben, um innerhalb des Regierungsbezirks Leipzig sowohl einen urbanen als auch einen ländlich geprägten Raum zu erfassen. Dabei standen die Richtlinie zur „Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege“, der Vertragsnaturschutz (Urheber für beide: SMU-Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landesentwicklung) sowie das Kulturlandschaftsprogramm (SML: Sächsisches Ministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten) im Mittelpunkt. Auf Landesebene wurden die verschiedenen Programme seit ihrer Einführung hinsichtlich der tatsächlich geflossenen Fördermittel und den geförderten Flächen verglichen (FRANK u. RING 1999). Auf regionaler Ebene wurden auf gemeindebezogener Basis Informationen über die Antragsteller, Angaben über die geförderten Flächen, die jeweils geförderten Maßnahmen und Höhe der Fördergelder erfaßt.

#### *Expertengespräche*

Von eminenter Wichtigkeit erweist sich des weiteren die Frage, warum ökonomische Instrumente bislang im Vergleich mit anderen umweltpolitischen Instrumenten in der Regel eine untergeordnete Rolle spielten. Hier verspricht eine ergänzende soziologische Analyse der Implementationswiderstände ökonomischer Instrumente wichtige Aufschlüsse, die zu einem wirkungsvolleren Einsatz und Vollzug derselben beitragen könnten. Zu diesem Zweck sind im Rahmen des Projektes nicht-standardisierte Expertengespräche mit Vollzugsakteuren innerhalb der Naturschutzbehörden durchgeführt worden.

#### *Ergebnisse*

##### *Bundesweite Städteumfrage*

Bezüglich der Einsatzfelder ökonomischer Instrumente in der Naturschutzpolitik wurde von den 39 untersuchten deutschen Städten am häufigsten auf positive ökonomische Anreize verwiesen, nämlich auf die Landesförderprogramme der jeweiligen Bundesländer, deren Fördermittel auch auf kommunaler Ebene vergeben werden. So wurden diverse Kulturlandschaftsprogramme erwähnt, Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes, Extensivierungsprogramme sowie Programme zur Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. An zweiter Stelle folgte die Nennung eines negativen ökonomischen Anreizes: das Instrument der „Eingriffs-/Ausgleichsregelung“ nach dem Bundesnaturschutzgesetz. Dieses Instrument ist primär der Kategorie Planung zuzurechnen. Kann allerdings kein materieller Ausgleich für verlorene naturschutzrelevante Flächen geleistet werden, so sehen einige Bundesländer Ausgleichsabgaben vor. Insofern stellt die Eingriffs-/Ausgleichsregelung einen gemischten Instrumententypus dar, der sowohl den planungsbezogenen als auch den ökonomischen Instrumenten (Verwirklichung des Verursacherprinzips) zugerechnet werden kann.

Im Zusammenhang mit den künftigen Perspektiven ökonomischer Instrumente in diesem Politikbereich wurden lediglich Aussagen zur Notwendigkeit von positiven Anreizen gemacht und die damit verbundenen Probleme herausgestellt. Positive Anreize wären unverzichtbar für die Mitwirkung der Betroffenen, zu ihren Lasten würde man den Erhalt bzw.

die ökologische Aufwertung von schützenswerten Landschaftsbereichen nicht erfolgreich durchsetzen können.

Die Perspektiven negativer finanzieller Anreize im Natur- und Landschaftsschutz wurden von den Kommunen vernachlässigt. Naturschutzpolitische Ziele können jedoch nicht ausschließlich über eine Förderung von Leistungen für den Naturschutz und in diesem Sinne über eine Anwendung des Gemeinlastprinzips erreicht werden. Daneben muß auch das Verursacherprinzip in der Naturschutzpolitik Berücksichtigung finden. Hier geht es einerseits um eine effektive Handhabung von existierenden Instrumenten, wie z.B. den Ausgleichszahlungen bei Eingriffen in Natur und Landschaft, andererseits um die Entwicklung und Ausgestaltung neuer Instrumente.

#### *Tiefenuntersuchungen in Sachsen*

Die Untersuchungen zum Einsatz positiver ökonomischer Anreize in Naturschutz und Landschaftspflege ermöglichen eine zeitlich und räumlich differenzierte Darstellung des Einsatzes und der Relevanz der unterschiedlichen Förderprogramme (s. Abb. 5.2).

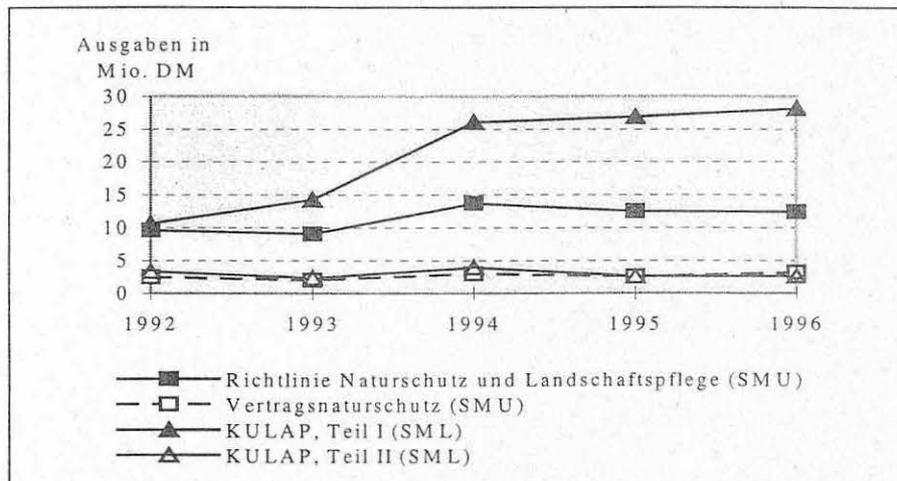


Abb. 5-2: Fördermittel für Naturschutz und Landschaftspflege in Sachsen 1992 - 1996 (LfUG 1997, Agrarberichte 1993 - 1997, SML)

Die Analyse, Bewertung und Weiterentwicklung ökonomischer Instrumente der Naturschutzpolitik kann durch die Vernetzung von ökologischen und ökonomischen Aspekten in erheblichem Maße an Relevanz gewinnen. Die ökologische Analyse des jeweiligen Problemfeldes erlaubt die Identifikation von exakten Zielvorstellungen, die häufig einen konkreten Raumbezug mit sich bringen. Genaue ökologische Zielvorstellungen erleichtern eine Erfolgskontrolle der jeweils eingesetzten Instrumente. Die Verknüpfung ökologischer und ökonomischer Fragestellungen kann deshalb zu einem ökologisch effektiveren Einsatz von existierenden ökonomischen Instrumenten wie z.B. Fördermitteln führen (RING, FRANK u. KNEER 1998; FRANK u. RING 1999).

#### *Expertengespräche*

Die vergleichende Auswertung zeigt spezifische Restriktionen der bisherigen Implementationspraxis auf, die die Wirksamkeit ökonomischer bzw. marktaloger Instrumente ein-

schränkt. Es läßt sich festhalten, daß administrative Vollzugsprobleme ein wesentlicher Grund mit dafür sind, daß von den beiden wichtigsten Anreizsystemen innerhalb des Natur- und Landschaftsschutzes, nämlich der Eingriffs- bzw. Ausgleichsabgabe einerseits, den Finanzhilfeprogrammen andererseits, bislang nur eine begrenzte Lenkungswirkung ausgeht (KNEER 1999). Konkrete Vorschläge zum Abbau der Implementations- und Akzeptanzprobleme können deshalb zu einer Effektivierung des Natur- und Landschaftsschutzes beitragen (RING, FRANK u. KNEER 1998).

#### *Weiterführende Arbeiten*

Inhaltlich sind zwei Erweiterungen mit jeweils disziplinspezifischer Schwerpunktbildung geplant. Aus ökonomischer Sicht rücken Kompensations- und Ausgleichsmechanismen zwischen urbanen und ländlichen Räumen in den Mittelpunkt des Interesses. Für den Bereich Naturschutz soll am Beispiel konkreter Räume die Möglichkeit der Erweiterung des kommunalen Finanzausgleiches in Sachsen um ökologische Elemente untersucht werden. In den Fokus der soziologischen Untersuchung werden Verfahren des Konfliktmanagements und der Konfliktvermittlung rücken. Die Analyse des Vollzugs naturschutzrechtlicher Maßnahmen hat gezeigt, daß die derzeitige Praxis von einer Vielzahl spezifischer Implementationsprobleme geprägt ist. Insbesondere die Umsetzung negativer ökonomischer Anreize (z.B. die Eingriffs- und Ausgleichsregel) birgt ein reichhaltiges Konfliktpotential (s. Projekt „Die Wirksamkeit der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Instrument der Raum- und Umweltplanung“ im Teilthema „Entwicklung von Natur und Landschaft“).

### **5.2.3 Ökonomisch-fiskalische Rahmenbedingungen kommunaler Umweltpolitik Kommunale Gewerbepolitik und ökologische Nachhaltigkeit**

#### *Zielstellung*

Mit der internationalen Etablierung eines „Lokale Agenda 21“-Prozesses ist die Kommunalebene ins Blickfeld der Diskussion um eine nachhaltige Entwicklung gerückt. Vor diesem Hintergrund wurden die folgenden Forschungsfelder ausgewählt:

- Wie sollte ein nachhaltigkeitskompatibles kommunales Zielsystem aussehen?
- Wie müßte das kommunale Gewerbeflächenmanagement konzipiert sein, um eine in qualitativer und quantitativer Hinsicht ökologisch verträgliche Flächennutzung sicherzustellen?
- Welche umwelt- und ressourcenökonomischen Implikationen ergeben sich im Rahmen der lokalen Infrastrukturpolitik sowie bei der fiskalischen Wirtschaftsförderung?
- Bei all diesen Fragestellungen spielen interkommunale Aspekte, wie etwa der Standortwettbewerb oder Fragen nachhaltigkeitskompatibler Zusammenarbeit, eine besondere Rolle.

*Methode*

Nach Auswertung statistischer Erhebungen und empirischer Untersuchungen erfolgt eine Modellierung relevanter Sachzusammenhänge, die Analyse von Instrumentaldefiziten und schließlich die Ableitung von Politikkonzepten.

*Ergebnisse*

Um eine simultane Umsetzung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen zu ermöglichen, wird für die deutschen Kommunen folgendes Konzept vorgeschlagen: Die vom Bund vorgegebenen wirtschaftsrechtlichen Rahmenbedingungen setzen für die Kommunen einen hinreichenden Anreiz, durch gewerbepolitische Aktivitäten ein „ökonomisch nachhaltiges“ Beschäftigungs- und Wertschöpfungsniveau anzustreben. In ähnlicher Weise ist durch die bundesstaatliche Ebene die Einhaltung einer sozialen Mindestsicherung für die Kommunalbevölkerung gewährleistet. Folglich erscheint im Rahmen des Lokale Agenda-Prozesses die Setzung sozialer und ökonomischer Mindeststandards nicht notwendig. Dies gilt jedoch nicht für die ökologische Nachhaltigkeitsdimension. Hier muß die Kommune, und zwar nach eigenen Nachhaltigkeitsvorstellungen, Mengenrestriktionen für die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen festsetzen, die dann Rückwirkungen auf den sozio-ökonomischen „Raum“ haben.

**Kommunaler Finanzausgleich: umwelt - und ressourcen-ökonomische Implikationen***Zielstellung*

Von zentraler Bedeutung für die Realisierbarkeit einer umweltverträglichen kommunalen Gewerbepolitik sind auch die föderalen Rahmenbedingungen. Dazu zählt der sogenannte „Kommunale Finanzausgleich“ (KFA), in dessen Rahmen die Bundesländer ihren Kommunen monetäre Zuweisungen gewähren. Da diese über 30% der Kommunaleinnahmen ausmachen, verbirgt sich dahinter ein enormes umweltpolitisches Steuerungspotential. Dies bildet den Hintergrund für folgende wissenschaftlichen Fragestellungen: Wie kann der kommunale Finanzausgleich stärker ökologisch ausgerichtet werden und welche Konflikte ergeben sich daraus in bezug auf andere KFA-Ziele (fiskalische und redistributive Zielsetzungen). Welche Auswirkungen hat eine KFA-Modifikation auf die Umweltqualitätszielkonzepte der Kommunal- bzw. Landesebene.

Die Arbeiten stehen in Bezug zu der in der Abteilung ÖKUS durchgeführten Analyse zu öko-fiskalischen Beziehungen zwischen Bundesländern und Kommunen.

*Methode*

Es erfolgt eine empirische Untersuchung der KFA-Mechanismen ausgewählter Bundesländer, eine Bewertung des Ist-Zustandes und die Erarbeitung konzeptioneller Alternativen.

*Ergebnisse*

Eine noch nicht abgeschlossene Untersuchung der KFA-Mechanismen verschiedener Bundesländer verdeutlicht die vielfältige Beeinflussbarkeit des umweltrelevanten Kommunalverhaltens durch die Gewährung zweckgebundener Finanzaufweisungen. Als weitere Folgerung ergibt sich, daß der in der Nachhaltigkeitsdiskussion bisher weitgehend vernachlässigte Bereich der ungebundenen Zuweisungen nicht unwesentliche Öko-Bezüge aufweist.

**5.2.4 Naturvorstellungen und ökologisches Handeln***Zielstellung*

Vor allem von der neueren Milieu- und Lebensstilforschung hat sich die Umweltsoziologie die Einsicht entliehen, daß die Analyse ökologischer Einstellungen und Wertmuster allein nicht ausreicht, sondern daß es darauf ankommt, umweltrelevantes Verhalten in seinen konkreten sozialen, kulturellen und räumlichen Bezügen zu untersuchen, daß es also gilt, milieuspezifische Hemmnisse und fördernde Faktoren umweltgerechten Verhaltens zu analysieren.

Mit der Verwendung des Naturbegriffs ist die Hypothese verbunden, daß Naturvorstellung und Umweltbewußtsein bzw. Verhalten gegenüber Natur und Umweltverhalten etwas miteinander zu tun haben, wobei mit Natur aber ein speziellerer begrenzter Sachverhalt angesprochen ist. Umweltsoziologische Forschung, die den sozialen Ursachen ökologischer Probleme und den gesellschaftlichen Reaktionen auf ökologische Probleme nachgeht, hat sich aus diesem Grunde gerade auch für soziale Naturvorstellungen und Naturbilder zu interessieren.

Die Analyse der Zusammenhänge von Milieu und Natur fußen auf einer Klassifikation gängiger Naturvorstellungen und -bilder, wie sie in unterschiedlichen gesellschaftlichen Diskurszusammenhängen verwendet werden. Darauf aufbauend wurden milieuspezifische Naturvorstellungen exploriert.

Naturvorstellungen formen sich vorrangig in bestimmten menschlichen Handlungsbereichen. Diese sind immer weniger in der Arbeitssphäre angesiedelt, sondern vornehmlich im Freizeitbereich zu verorten. Als zentral werden dabei die Bereiche Tourismus, Gärten und Freizeitparks angesehen. Die Auswahl dieser Bereiche ist mit dem Anspruch verknüpft, alle Milieus abzudecken und die Varianz innerhalb einzelner Milieus zu erfassen.

*Methode*

Auf der Tagung "Kulturelle Voraussetzungen ökologischen Handelns" vom 1.-4. Mai 1997 in Bitterfeld erfolgte eine Präsentation des Konzepts. Im Herbst und Winter 1997 wurden dann die *leitfadengestützten Interviews* durchgeführt und ausgewertet.

*Ergebnisse*

Die Untersuchung zeigte, daß sich bei den Befragten die Naturvorstellungen relativ früh, zumeist in der Kindheit, herausgebildet haben. Auch Jahre bzw. Jahrzehnte später sind die in der Kindheit geprägten Naturvorstellungen für die Befragten nach wie vor aktuell. Naturvorstellungen werden somit als relativ stabile, nur schwer zu veränderbare Semantikformen präsentiert. Aus einer milieutheoretischen Perspektive ist interessant, daß offenbar das Herkunftsmilieu bei der Ausbildung und Verfestigung von Naturvorstellungen eine zentrale Rolle spielt. Die Befragung von Jugendlichen bzw. jungen Erwachsenen aus dem subkulturellen Milieu erlaubte die Rekonstruktion eines spezifischen, womöglich neuen Typus. Dieser läßt sich durch die Kombination von vier Merkmalen beschreiben: Das individuelle Erleben von Natur, ihre Nutzung zur eigenen Stilisierung (sie bildet eine Kulisse, die zur Steigerung positiver Erlebnisse beiträgt), ihr Exotismus und ihre Unberührtheit.

**Zitierte Literatur**

BIELIG, A. (1998): Ökonomische Instrumente der Umweltpolitik auf kommunaler Ebene. Diplomarbeit, Universität Leipzig und UFZ Leipzig-Halle

HRADIL, S. (1987): Sozialstrukturanalyse in einer fortgeschrittenen Gesellschaft. Von Klassen und Schichten zu Lagen und Milieus. Leske und Budrich, Opladen.

FRANK, K.; RING, I. (1999): Model-based criteria for the effectiveness of conservation strategies: an evaluation of incentive programs in Saxony (Germany). In: RING, I., KLAUER, B., WÄTZOLD, F., MÅNSSON, B. (Hrsg.): Regional Sustainability. Contributions to Economics. Physica-Verlag, Berlin Heidelberg

KNEER, G. (1999): Nature conservation in urban landscapes. Implementation and acceptance issues. In: RING, I., KLAUER, B., WÄTZOLD, F., MÅNSSON, B. (Hrsg.): Regional Sustainability. Contributions to Economics. Physica-Verlag, Berlin Heidelberg (eingereicht)

RING, I., FRANK, K., KNEER, G. (1998): Incentives for nature conservation in urban landscapes. UFZ-Discussion Papers No. 4/1998, Leipzig, 27 p.

RING, I. (1998): Zum Einsatz ökonomischer Instrumente der Umweltpolitik: Ausgewählte Ergebnisse der Städteumfrage 1997. UFZ-Diskussionspapiere Nr. 5/1998, Leipzig

RING, I.; FRANK, K.; KNEER, G. (1999): Supporting nature conservation in urban landscapes: An interdisciplinary approach. Open House International, Special Issue: Sustainable Human Settlements (im Druck)

RING, I.; KNEER, G.; FRANK, K. (1999): Incentives for nature conservation in urban landscapes. Environment and Planning C (eingereicht)

## 6 Teilthema „Stadtumwelt und Gesundheit“

### 6.1 Ziele und übergeordnete Fragestellungen

Das Teilthema „Stadtumwelt und Gesundheit“ befaßt sich mit Fragen der Wirkung bestimmter Umweltfaktoren auf Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen. Dies ist besonders in städtischen Räumen von Bedeutung, da hier eine große Anzahl von Menschen konzentriert ist, und auf Grund der Aktivitäten des Menschen auch mit Belastungen und damit mit Expositionen zu rechnen ist. Hinsichtlich der Belastungen hat man grundsätzlich zu unterscheiden zwischen solchen, denen der Mensch passiv ausgesetzt ist, dazu zählen in erster Linie Belastungen, die über den Luftpfad an den Menschen herangetragen werden und solchen, denen er sich gelegentlich entziehen kann. Dies sind vor allem Belastungen, die über den Ernährungspfad laufen, einschließlich Trinkwasser. Auch kann, insbesondere bezogen auf den „Stadtmenschen“, unterschieden werden zwischen Belastungen innerhalb von geschlossenen Räumen, seien dies nun Arbeitsplätze, Wohnräume oder öffentliche Einrichtungen wie Kinderkrippen, Kindergärten, Schulen, und Belastungen im Außenbereich. Um die vielfältigen Expositionsszenarien zu erfassen, ist inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit Voraussetzung. An den Arbeiten sind drei Sektionen des UFZ beteiligt.

Die *Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie* befaßt sich im Rahmen des Verbundprojektes 3.1 mit der *komplexen humannahen Belastung des Menschen*, d. h. mit der unmittelbaren *Belastung der an epidemiologischen Studien teilnehmenden Personen*, und den daraus resultierenden *gesundheitlichen Effekten*. Zu den unmittelbaren Belastungen zählen sowohl physikalische (z. B. Stäube oder Klimate), chemische („klassische“, chemische Belastungen über den Luftpfad, wie SO<sub>2</sub>, oder flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC)) und biologische (z. B. Aeroallergene oder sonstige biologische Aerosole).

Die *Sektion Analytik* legt besonderes Augenmerk auf spezifische *Expositionsszenarien* wie *Hausbrandemissionen* (schwerflüchtige organische Verbindungen) und *Verkehrsimmissionen*. Die Untersuchungen werden in Stadtstrukturen durchgeführt, die besonders stark von Fußgängern frequentiert sind (Gehwege an Verkehrsstraßen, Gewerbegebiete, Parkanlagen). Eine direkte Verbindung zum unmittelbar betroffenen Individuum wird dabei zunächst nicht hergestellt. Zur Bewertung der Situation wird auf Toxizitätsäquivalente der untersuchten Verbindungen (Dioxine/Furane, polychlorierte Biphenyle, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) zurückgegriffen. Zu den Zielen, die gemeinsam mit der Universität Leipzig angestrebt werden, gehört auch die mikroskalige Modellierung der Immissionsituation in Gewerbegebieten sowie in städtischen Grün- und Freiflächen.

Im Zentrum der Arbeiten der *Sektion Chemische Ökotoxikologie (CÖ)* steht die Erprobung des *Bioindikators „Kiefernadel“* in Hinsicht auf stadttypische Schadstoffe. Ausgangspunkt der Untersuchungen ist die im letzten Jahrzehnt zu beobachtende Änderung der Im-

missionssituation und der damit verbundenen Expositionsmuster in der Region Leipzig-Halle. „Klassische“ Immissionen, hervorgerufen durch Verbrennung von Braunkohle, werden beispielsweise durch verkehrsbedingte Emissionen ersetzt. In der Stadt Leipzig selbst erfolgt eine Umstellung im Hausbrand mit sukzessiver Abnahme der Braunkohlenfeuerung (gleichzeitig Rückgang der Flugstaubbelastung) zugunsten der Öl- und Gasheizung.

Einen weiteren „städtischen“ *Belastungsschwerpunkt* stellen *Innenräume* dar. Sie sind Hauptaufenthaltsbereich der Menschen. Aus diesem Grund sind die Forschungen sowohl der *Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie* als auch die der *Universität Leipzig, Institut für Meteorologie*, auf die Beschreibung der besonderen Verhältnisse in Innenräumen ausgerichtet. Detailliert wird auf die unterschiedlichen Belastungsszenarien in den Einzelberichten eingegangen.

Da, wie anfangs ausgeführt, die über den *Luftpfad* laufenden Expositionen keine Alternative bieten, d. h. man muß die angebotene Luft einatmen, ob man will oder nicht, wurde auf den Luftpfad besondere Aufmerksamkeit gelegt. Im Zusammenhang mit den weltweit ansteigenden Prävalenzen und Inzidenzen im Fall von Allergien und Atemwegserkrankungen gilt dieser Erkrankungsgruppe besondere Beachtung. Deshalb befaßt sich die Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie vor allem mit der Beeinflussung dieser Krankheitsbilder durch exogene Faktoren. Hinzu kommen die Untersuchungen zu Stoffwechselfunktionsänderungen im Hinblick auf eine Überbeanspruchung des metabolischen Systems in Folge einer akut hohen oder einer chronischen Belastung.

Entsprechend dem Ziel der differentialräumlichen Untersuchungen wurden die Arbeiten in der Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie auch darauf ausgerichtet, durch möglichst kleinräumige Untersuchungen *stadtstrukturspezifische Besonderheiten* im Hinblick auf die *Expositionsszenarien* und deren evtl. Einfluß auf o. g. Erkrankungen zu eruieren. Wie die Untersuchungen der Sektion in der Vergangenheit zeigten und dies auch andere Arbeiten international belegen, bestehen innerhalb einer Stadt oftmals größere Unterschiede in den Expositionen als zwischen den Städten. Von daher ist es besonders wichtig, nach Möglichkeit *wenig mobile Personengruppen* innerhalb eines Stadtgebietes zu erfassen und diese bezüglich der Haupteinflußfaktoren zu charakterisieren. Zu derart wenig mobilen Personengruppen zählen in erster Linie *Kleinst- und Kleinkinder*, weshalb auch die Untersuchungen bezüglich stadtstrukturspezifischer Einflüsse vorzugsweise auf Kindergartenkinder ausgerichtet wurden.

Hauptziel aller Untersuchungen ist es, Risikogruppen und stadttypische Risikofaktoren zu identifizieren, um gezielte Prävention betreiben zu können. Vergleichsstudien finden in Mendoza/Argentinien statt.

## 6.2 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse

### 6.2.1 Dynamik und Bewertung innerstädtischer Luftbelastung

#### Rauchgasemissionen organischer Komponenten aus braunkohle-gefeuerten Hausbrandfeuerstellen

##### *Zielstellung*

Ausgangspunkt für die Untersuchungen war die Tatsache, daß in den Ballungsgebieten der neuen Bundesländer Emissionen aus Hausbrandfeuerstätten nach wie vor in den Wintermonaten maßgeblich an der großflächigen Belastung dichtbesiedelter Wohngebiete mit luftgetragenen Schadstoffen beteiligt sind und daß Wissensdefizite hinsichtlich der Emissionen schwerflüchtiger Organika bestehen.

##### *Methode*

Die untersuchten Substanzgruppen waren polychlorierte Dioxine und -furane (PCDD/F) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), von denen den bisher zu wenig untersuchten Schwefel-PAH (PASH) besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

PCDD/F bestehen aus insgesamt 210 Einzelverbindungen, von denen die 17 Kongeneren mit 2,3,7,8-Substitution toxikologisch besonders relevant sind: das 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (auch als Seveso-Dioxin bezeichnet) gilt als das „toxischste jemals synthetisierte, nicht natürlich vorkommende Molekül“ (FIEDLER u. HUTZINGER 1991). In Emissionen aus Braunkohlefeuerung wurden über 170 Verbindungen der Stoffklasse der PAH nachgewiesen (GRIMMER et al. 1992), von denen die meisten Einzelkomponenten mutagene und kanzerogene Wirkungen besitzen, so daß ihr Eintrag in die Lebensumwelt des Menschen von hoher Brisanz ist.

Ziel der Arbeiten war es, die Konzentrationen von PCDD/F in den Rauchgasemissionen der in Sachsen-Anhalt meist verbrannten Kohlesorten (MIBRAG-Additivkohle und Lausitzer Kohle) zu bestimmen und hinsichtlich der PAH eine möglichst weitgehende Aufklärung der Anteile der toxisch relevanten Verbindungen und insbesondere der PASH zu erreichen, so daß im Sinne einer „Hochrechnung“ der Emissionen auf das Land Sachsen-Anhalt Gefährdungspotentiale abgeschätzt werden können. Orientierende Untersuchungen gelten der Erfassung von polychlorierten Naphthalinen, polychlorierten Thianthrenen, polychlorierten Dibenzothiophenen und polychlorierten Diphenylsulfiden, die toxikologisch durchaus relevant sind und über deren Auftreten in Emissionsproben bisher wenig bekannt ist.

### *Ergebnisse*

Eine qualitative Übersichtsanalyse unter Verwendung beider Kohlesorten ergab, daß neben zahlreichen toxikologisch weniger relevanten aliphatischen Verbindungen 70 Komponenten identifiziert wurden, deren Vorhandensein als Hinweis auf verschiedene Stoffgruppen höherer toxikologischer Relevanz zu deuten ist.

Die Mittelwerte der PCDD/F- Emissionen der beiden untersuchten Kohlesorten liegen mit ca. 9pg iTE/m<sup>3</sup> (MIBRAG- Kohle) und 11pg iTE/m<sup>3</sup> in der gleichen Größenordnung wie frühere Messungen, die Rostaschen beider Kohlesorten weisen mit 93 pg iTE/kg (Lausitzer Kohle) bzw. 72 pg iTE/kg (MIBRAG-Kohle) PCDD/F-Konzentrationen auf, die als sehr gering eingeschätzt werden können. Die Werte liegen weit unter dem in Deutschland gültigen Grenzwert für die uneingeschränkte Nutzung (5000 pg iTE/kg).

Hinsichtlich der PAH und PASH wurde eine große Zahl von Einzelkomponenten identifiziert und quantifiziert. Der Summenwert der PAH-Emissionskonzentrationen beträgt für die Lausitzer Kohle etwa 4300 µg/m<sup>3</sup> und für die MIBRAG-Kohle ca. 7000 µg/m<sup>3</sup>. Hinsichtlich der wenig untersuchten Klasse der PASH konnte gezeigt werden, daß diese Verbindungen in erheblichen Konzentrationen im Rauchgas von Hausbrandfeuerstätten emittiert werden (Summenwert der Emissionskonzentrationen ca. 165 µg/m<sup>3</sup> für die Lausitzer, ca. 1030 µg/m<sup>3</sup> für die MIBRAG-Kohle). Aus den Ergebnissen läßt sich eine klare Beziehung zwischen dem Schwefelgehalt der Kohlen und den PASH-Konzentrationen im Rauchgas ableiten.

## **Organische Schadstoffimmissionen in dichtbesiedelten Stadtregionen**

### *Zielstellung*

Die Untersuchungen dienten dazu, den Kenntnisstand über die Immissionskonzentrationen schwerflüchtiger und toxikologisch relevanter Organika in dichtbesiedelten Stadtregionen zu erweitern, um abschätzen zu können, ob unter worst-case Bedingungen (austauscharme Wetterlagen) Gefährdungssituationen zu erwarten sind.

### *Methode*

Die Untersuchungen wurden an zwei Standorten im Stadtgebiet von Halle (Burgstraße, Paulusschule) durchgeführt. Die Planung war im Sinne einer worst-case Studie angelegt, so daß mit den gesammelten Luftproben sowohl örtlich als auch zeitlich die maximal auftretenden Konzentrationen erfaßt wurden. Die Probenahme erfolgte in den Wintermonaten während austauscharmer Wetterlagen und in den Sommermonaten während ausgeprägter Hochdruckwetterlagen. Die Proben wurden analog zu den Rauchgasemissionsmessungen auf PCDD/F und PAH untersucht. Parallel wurden zu ausgewählten Zeitpunkten die BTEX-Konzentrationen an den Standorten gemessen.

### *Ergebnisse*

Eine Übersichtsanalyse der an beiden Standorten gesammelten Luftproben zeigte, daß der Hauptteil der organischen Komponenten aus Alkanen besteht. Weiterhin wurde eine große Zahl von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bis hin zu 6-Ring Aromaten gefunden. Alkylierte Aromaten sowie Sauerstoff- und Schwefelheterocyclen, die auch in den Rauchgasemissionsproben identifiziert wurden, konnten ebenfalls nachgewiesen werden.

Die gemessenen Konzentrationen der PCDD/F in den Immissionsproben variieren über einen großen Bereich. Die niedrigsten Werte wurden immer im Sommer, die höchsten in den Wintermonaten gefunden, was dem üblichen Trend eines Jahresganges der PCDD/F-Konzentration in der Atmosphäre entspricht. Die Proben der Wintermonate wiesen bei Inversionswetterlagen relativ hohe Konzentrationswerte auf. Die höchsten gemessenen PCDD/F-Werte lagen bei über  $15 \text{ pg/Nm}^3$  bzw. über  $0,3 \text{ pg iTE/Nm}^3$ . Die Werte, die während der austauscharmen Wetterlagen gemessen wurden, lagen - wie zu erwarten - zum Teil deutlich über den Monatsmittelwerten, die in den Wintermonaten 96/97 in Halle bestimmt wurden, liegen aber in der gleichen Größenordnung, wie sie z. B. aus Messungen während Inversionswetterlagen in Graz bekannt wurden (THANNER u. MOCHE 1995). Die Schwankung der Werte zeigt deutlich den Einfluß der bei diesen Wetterlagen fehlenden Austausch- und Verteilungsprozesse in der Atmosphäre und somit auch, daß der Hausbrand mindestens lokal für die Immissionssituation bezüglich der PCDD/F von Bedeutung ist.

Ein anderer wichtiger Gesichtspunkt ergibt sich aus der Auswertung der Muster der PCDD/F. Zum einen bestehen zwischen den beiden Standorten keine signifikanten Unterschiede in den Mustern, zum anderen aber sind die Differenzen zwischen den Sommer- und den Winterwerten gravierend. Dies bedeutet, daß der Kraftfahrzeugverkehr keinen nennenswerten Einfluß auf die PCDD/F-Konzentration in der Atmosphäre besitzt. Zusammen mit den jahreszeitlichen Konzentrationsunterschieden können die Musterunterschiede in erster Näherung dem direkten Einfluß winteraktiver Quellen zugeschrieben werden. Da die Anzahl solcher Quellen im Stadtgebiet von Halle relativ begrenzt ist, kann mit recht hoher Sicherheit dem Hausbrand der entscheidende Beitrag für die höheren Immissionskonzentrationen an PCDD/F in den Wintermonaten zugeschrieben werden.

Zu ähnlichen Aussagen, wie sie aus den Ergebnissen der Immissionsuntersuchungen abgeleitet wurden, kann man bei der Auswertung der PCDD/F-Depositionsraten kommen. Die Muster- und Konzentrationsunterschiede sind jedoch nicht so deutlich ausgeprägt, was mit den Mechanismen der Verteilung und des Austrages aus der Atmosphäre erklärt werden kann. Die Werte zeigen dennoch, daß die lokalen Emittenten direkt zu einer Belastung weiterer Umweltkompartimente beitragen können.

Bei den BTEX-Messungen traten in den Verhältnissen der einzelnen Komponenten an den Standorten Unterschiede auf. In den Wintermonaten konnte bei den ruhigen Wetterlagen

anhand der Verschiebung des Toluol/Benzol-Verhältnisses ein deutlicher Einfluß des Hausbrandes am Standort Paulusschule nachgewiesen werden. Am Standort Burgstraße/Gr.Brunnenstraße dominiert der Einfluß des Kraftfahrzeugverkehrs.

Die Ergebnisse der Messungen während austauscharmer Wetterlagen weisen einen Anstieg der Immissionskonzentration bis auf das Vierfache der Monatsmittel am selben Standort auf. Der Einfluß der meteorologischen Bedingungen auf die gemessenen Konzentrationen äußert sich auch in der Höhe der gemessenen Depositionsraten der PAH recht deutlich. Folgerungen aus den Immissionsmessungen in Halle sind, daß in Wohngebieten mit starken Hausbrandanteilen, enger Bebauung und hoher Verkehrsdichte (Stadtstrukturtyp: Geschlossene Blockbebauung) immer noch erhebliche Schadstoffbelastungen auftreten und die Umstellung der Energieträger zügig weitergeführt werden sollte.

## **Untersuchungen zur Umweltsituation städtischer Grün- und Freiflächen**

### *Zielstellung*

Die oben dargestellten Arbeiten dienten insbesondere zur Aufklärung der Belastungssituation in dicht bebauten Stadtstrukturen. Als Ziel der nachfolgenden Untersuchungen wurden ganz bewußt städtische Grün- und Freiflächen gewählt, die der Erholung dienen sollen, aber andererseits auch spezifischen Belastungen ausgesetzt sind. Ziele der Arbeiten sind Analyse, Modellierung und Bewertung der Immissionssituation solcher innerstädtischer Erholungsräume und die Ableitung von Nutzungs- und Gestaltungsempfehlungen.

### *Methode*

Folgende Arbeitsschritte werden durchgeführt:

- Analyse der Immissionssituation ausgewählter Grün- und Freiflächen,
- Modellierung der Wirkungskette: Verkehr - Emission – Immission,
- Übertragung dieser Modelle auf analoge Stadtstrukturen,
- Aufzeigen von Konflikten, die sich aus der Situationsbewertung ergeben und
- Schlußfolgerungen in Bezug auf die Umweltqualitätsziele der Stadt Leipzig.

Das Thema ist eng verbunden mit den Projekten:

- „Neue Aspekte bei der Bewertung der lufthygieinischen Situation in ausgewählten Stadtstrukturen“
- „Modellhafte Beschreibung verkehrsbedingter Emissions- und Immissionssituationen bei Suburbanisierungsprozessen und Auswirkungen auf die Belastung städtischer Grün- und Freiflächen“.

Als Untersuchungsgebiete wurden in Leipzig ausgewählt:

- der Mariannenpark als Parkanlage, die sowohl an stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen als auch an Verkehrsflächen und geschlossene Blockbebauung angrenzt,

- der zentrale Clara-Zetkin-Park, der stark frequentiert wird und von einigen Straßen mit hoher Verkehrsdichte umgeben bzw. durchzogen ist,
- die Moritzbastei als eng begrenzte innerstädtische Parkanlage, die vermutlich erheblich vom Verkehr des innerstädtischen Rings beeinflusst wird und
- die Etzoldsche Sandgrube, an der als einzige nennenswerte Verkehrsader die Prager Straße vorbeigeht und die ansonsten von Ein- und Zweifamilienhausbebauung umgeben ist.

*Ergebnisse*

Die Analyse der Immissionssituation erfolgte durch flächendeckende (24 Meßpunkte) Messungen von Benzen, Toluol, Ethylbenzen, m/p-Xylen und o-Xylen (BTEX) innerhalb und am Rande der Anlagen durch die Sektion Analytik, die punktuelle umfassende Charakterisierung der Immissionssituation leichtflüchtiger Organika in ausgewählten Parkanlagen durch die Universität Leipzig, die Messung und Bewertung der Ozon- und NO<sub>x</sub>-Gehalte besonders an Kinderspielplätzen unter Regie der Sektion Expositionsfor-schung/Epidemiologie und Verkehrszählungen im Umfeld der Parkanlagen durch die Uni-versität Leipzig unterstützt durch die Sektion Analytik.

Die Messungen wurden durchweg in der Jahreszeit durchgeführt, in der die städtischen Anlagen zum Zweck der Erholung und Freizeitgestaltung genutzt werden, insbesondere von Müttern mit Kleinkindern, von Rentnern und von Studenten (Moritzbastei), also zwi-schen Anfang Mai und Mitte Oktober. Dabei wurde darauf geachtet, daß alle Meßpunkte zwischen 7:00h und 18:00h mit nahezu gleicher Häufigkeit angefahren wurden.

**Tab. 6-1:** Mittelwerte der Benzenkonzentrationen an den 24 Meßstandorten

Meßstandort	c (µg/m <sup>3</sup> )	Meßstandort	c(µg/m <sup>3</sup> )
<b>Etzoldsche Sandgrube</b>		<b>Moritzbastei</b>	
Prager Straße	1,9	Einfahrt Gewandhaus	5,0
Containerhotel	1,4	Parkplatz Gewandhaus	2,3
Spielplatz	1,0	Schumanndenkmal	2,0
Augustinerstraße	1,0	Leibnizdenkmal	1,9
Göldengossaer Straße	1,5	Roßplatz	7,7
<b>Mariannenpark</b>		<b>Clara-Zetkin-Park</b>	
Schwimmbhalle	1,2	Beethovenstraße	3,8
Weg zu Sportanlagen	1,1	Parkplatz Rennbahn	1,9
Lindenallee	1,2	Schleußiger Weg	2,0
Stannebeinplatz	5,6	Verkehrsgarten	1,5
Weg zum Staudengarten	1,1	Sachsenbrücke	1,2
Rohrteichstraße	1,8	Brahmsplatz	1,1
		Käthe-Kollwitz-Straße	4,3
		Elsterwehr	1,4

In der Tabelle 6-1 wurde das kanzerogene Benzen als Indikator für die Immissionssituation flüchtiger Organika gewählt. Angegeben sind die Mittelwerte der Konzentrationen c(µg/m<sup>3</sup>) an den einzelnen Meßstellen über alle Meßeinsätze der Jahre 1997/98.

Der Grenzwert für Benzen (Jahresmittelwert nach 23. BImSchV) liegt zur Zeit bei  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ , soll aber auf  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  abgesenkt werden. Dementsprechend hat die Stadt Leipzig diesen Wert auch in ihre Umweltqualitätsziele für 2000 aufgenommen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß innerhalb der Parkanlagen, selbst an der Moritzbastei, Mittelwerte von  $2\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Am Rande der Anlagen, die von stark befahrenen Straßen tangiert werden, steigen die Mittelwerte bis auf maximal  $7,7\mu\text{g}/\text{m}^3$  an, so daß unter der Voraussetzung, daß das gegenwärtige Verkehrsaufkommen beibehalten wird, gesichert ist, daß während der warmen Jahreszeit selbst im Bereich der Innenstadt mit unkritischen organischen Belastungen gerechnet werden kann. Hervorzuheben ist die Wirkung, die durch abschirmende Baumbestände und die Entfernung von den Emittenten (Kraftfahrzeuge) erzielt wird. Während z.B. am Stannebeinplatz Benzenmittelwerte von  $5,6\mu\text{g}/\text{m}^3$  errechnet wurden, betragen diese, wenn man 100m ins Parkinnere vordringt nur noch  $1,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Es ist anzunehmen, daß die Modellrechnungen, die zur Zeit an der Universität Leipzig durchgeführt werden, den Konzentrationsabfall von Straßen zum Parkinneren gut wiedergeben.

Wesentlich sind die Folgerungen aus den Ozonmessungen. Die räumliche Differenzierung der Ozonbelastung ist bekannt. Sie nimmt von den Kernbereichen großer Städte über Stadtrandgebiete zu den Reinluftgebieten zu. Ein Umweltqualitätsziel der Stadt Leipzig ist es, den 8h-Grenzwert  $110\mu\text{g}/\text{m}^3$  zum Schutz der menschlichen Gesundheit einzuhalten (22.BImSchV). Dieses Ziel ist zur Zeit nicht erreichbar. Selbst in der innerstädtischen Grünfläche Moritzbastei steigen die Werte an warmen Sommertagen bereits gegen 10:00h weit über  $110\mu\text{g}/\text{m}^3$  an und sinken erst in den Abendstunden wieder. An Stadtrandgebieten (Etzoldsche Sandgrube), in denen der Ozonabbau durch emittiertes NO weniger stark erfolgt, ist dieser Anstieg noch drastischer. Hier werden an heißen Sommertagen Werte um oder über  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. Die einzig mögliche Maßnahme zur Verringerung der Ozonkonzentrationen ist Verkehrsminderung in gesamten Stadtgebiet und Stadtumland z.B. durch attraktiven Nahverkehr und gut angelegte Radwege.

### **Neue Aspekte bei der Bewertung der lufthygienischen Situation in ausgewählten Leipziger Stadtstrukturen**

#### *Zielstellung und Methode*

Ergänzend zu den Arbeiten der Sektion Analytik werden am Fachbereich Chemie der Universität Leipzig Immissionsmessungen flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) im Stadtaerosol unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse durchgeführt. Als Analysenmethode dient die adsorptive Anreicherung an verschiedenen, in Richtung steigender Adsorptionskraft seriell gekoppelten Kohlenstoffadsorbentien, mit nachfolgender Thermo-desorption und kapillargaschromatographischer Trennung.

In den Meßkampagnen wurden über 80 flüchtige organische Verbindungen im Siedepunktsbereich von Propan bis Hexadecan qualitativ und quantitativ bestimmt. In den Meßkampagnen des Jahres 1998 wurden zusätzlich zu den Kohlenwasserstoffen flüchtige Carbonylverbindungen untersucht (DNPH- Methode).

### *Ergebnisse*

Die bisherigen Ergebnisse haben gezeigt, daß erwartungsgemäß die VOC - Konzentrationen in den Grün- bzw. Freiflächen zum Teil deutlich geringer sind als an dem straßenseitigen Meßpunkt. Dies ist zum einen durch Verteilungsprozesse (Konvektion, Wind), atmosphärenchemische Reaktionen aber auch durch Abschirmeffekte aufgrund der Bebauung und des Vegetationsgürtel bedingt.

Neben den Feldmessungen wurden umfangreiche Laboruntersuchungen zur Qualitätssicherung durchgeführt. Es wurden die Eignung verschiedene Adsorbentien zur Anreicherung reaktiver niedrigsiedender Kohlenwasserstoffe untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß die getesteten Kohlenstoffmolekularsiebe, die bisher fast ausschließlich zur Anreicherung niedermolekularer Kohlenwasserstoffe verwendet wurden, zu signifikanten Minderbestimmungen reaktiver Verbindungen, wie z. B. 1,3-Butadien und Isopren führen. Es wurde eine Abnahme der Wiederfindungsraten von 1,3-Butadien und Isopren mit der Lagerungsdauer der belegten Adsorptionsröhrchen festgestellt, so betrug beispielsweise die Wiederfindung von 1,3 Butadien bei Adsorption auf dem Kohlenstoffmolekularsieb Carbosieve SIII nach sieben Tagen nur noch 20%. Dies bedeutet, daß alle 1,3-Butadien Werte aus der Literatur, die unter Verwendung entsprechender Kohlenstoffmolekularsiebe erhalten wurden, höchstwahrscheinlich zu niedrig sind und einer kritischen Neubewertung bedürfen. Dies ist besonders bedeutsam, da 1,3-Butadien im Verdacht steht, kancerogen zu wirken und außerdem atmosphärenchemisch äußerst reaktiv ist. Bei Anreicherung der reaktiven Verbindungen auf dem ebenfalls getesteten graphitierte Ruß Carbotrap X wurden keine Minderbefund festgestellt. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurde die verwendete Probenahmestrategie modifiziert und in den Messungen ab 1998 eingesetzt.

### **Modellhafte Beschreibung verkehrsbedingter Emissions- und Immissionsituationen bei Suburbanisierungsprozessen und Auswirkungen auf die Belastung städtischer Grün- und Freiflächen**

#### *Zielstellung*

Das Vorhaben hat das Ziel, die Wirkungskette "Verkehr - Emissionen - Immissionen" an Fallbeispielen modellhaft zu bearbeiten. Dabei sollen besonders die zusätzliche Verkehrsentstehung an ausgewählten Einkaufszentren (Globus-Markt Wachau, Löwen-Center Burghausen und Paunsdorf-Center) am Stadtrand von Leipzig bzw. im suburbanen Raum

untersucht und mögliche Auswirkungen auf ausgewählte innerstädtische Grün- und andere Freiflächen nachgewiesen werden.

Weiterhin sind Modelle vorgesehen, aus denen Empfehlungen für eine städtische Standortplanung resultieren, wie durch dezentralisierte Zentren eine Verkehrs- und Emissionsreduzierung und damit auch eine Verringerung der Schadstoffbelastung an sensiblen Bezugspunkten erreicht werden kann.

### *Methode*

Die zur Projektbearbeitung erforderlichen Primärdaten werden durch Verkehrszählungen und Kundenbefragungen erhoben. Damit können die von den großen Einkaufszentren verursachten wachsenden zentrifugalen, zentripetalen und tangentialen Verkehrsströme in der Kernstadt und im Umland modelliert werden (zum Umland werden hier auch die Orte gezählt, auf deren Territorium sich die Einkaufszentren befinden sowie die Orte, die erst zum 01.01.99 zu Leipzig eingemeindet wurden).

Die Verkehrszählungen an den ausgewählten Grün- und Freiflächen erfolgten so detailliert, daß auf allen umgebenden Straßen die durchschnittlichen Tagesgänge der Verkehrsströme bekannt sind, Tagesgänge der Emissionen berechnet und mit den von der Sektion Analytik des UFZ durchgeführten Immissionsmessungen korreliert werden können. Diese Modellierungen sowie Zusammenhänge mit der Verkehrserzeugung durch die Einkaufszentren sind noch nicht abgeschlossen bzw. hergestellt.

### *Ergebnisse*

Das im Osten Leipzigs an der B 6 liegende *Paunsdorf-Center (P.C.)* wird durchschnittlich täglich von ca. 12.300 Kundenfahrzeugen angefahren (im Weihnachtsgeschäft zeitweise über 20.000). Das ist ein durch das Einkaufszentrum erzeugter zusätzlicher Verkehrsstrom und entspricht 41% des Gesamtverkehrs (nur während der Öffnungszeiten ermittelt und bewertet).

Die bisher ausgewerteten Daten am *Globus-Markt* in Wachau wurden bereits 1994/95 ermittelt, als die B 186 umgeleitet wurde und durch das Untersuchungsgebiet führte. Der zusätzliche Verkehr betrug ca. 8250 Kfz/Tag. Das entsprach trotz des durch die Umleitung der B 186 erhöhten Gesamtverkehrs sogar 44% des Gesamtverkehrs.

Das im Westen Leipzigs an der B 87 liegende *Löwen-Center* in Burghausen wird durchschnittlich täglich von ca. 5.000 Kundenfahrzeugen angefahren. Dieser durch das Einkaufszentrum erzeugte zusätzliche Verkehrsstrom entspricht hier aber nur 23 % des Gesamtverkehrs (Nähe zur Autobahn A 9).

Die Kundenbefragungen dienen der Ermittlung der Einzugsgebiete. Erfragt wurden der Wohnort (Kunden aus dem Umland) bzw. von Leipziger Kunden die Adresse (Straße), die Einkaufsfrequenz (Einkäufe/Woche bzw. Einkäufe/Monat) im Einkaufszentrum und das benutzte Verkehrsmittel.

Am *Globus-Markt* wurden bisher 2.661 Personen befragt. Nicht in die Auswertung aufgenommen wurden Datensätze von Besuchern, die angaben, definitiv nur einmalig (z.B. Durchreise) im *Globus-Markt* zu sein (nur 10 Datensätze). Alle anderen Kunden - auch aus entfernten Orten - waren schon mehrfach dort oder bekundeten die Absicht wiederzukommen und wurden deshalb in die Auswertung aufgenommen. Der *Globus-Markt* wird fast ausschließlich mit dem Pkw angefahren, auch von Kunden aus nächster Nähe. Nur 0,4% der Kunden benutzten zur Anfahrt keinen Pkw (!).

Am *Löwen-Center* Burghausen waren bei der ersten Befragung im Frühjahr 1998 von den befragten Kunden 1.656 zur Mitarbeit bereit.

Nur 4% der Kunden benutzten zur Anfahrt keinen Pkw (15 zu Fuß, 34 mit Fahrrad und 18 mit ÖPNV). 9 Besucher wurden aus der Wertung genommen (z.B. Durchreise).

Die Zahl der ausgewerteten Datensätze am *Paunsdorf-Center* beträgt bisher 1.858. Davon gingen 33 nicht in die Auswertung ein. Der Anteil der Pkw-Kunden ist zwar wie in den anderen Einkaufszentren auch sehr hoch, mit 82% aber deutlich niedriger als im *Löwen-Center* oder im *Globus-Markt*. Der Anteil der mit öffentlichen Verkehrsmitteln fahrenden Kunden beträgt immerhin 12,6%, aber auch Fußgänger (0,9%) und Radfahrer (2,0%) wurden erfaßt.

Die Auswertung zu den Einzugsgebieten erfolgte getrennt nach Kunden aus Leipzig und Kunden aus dem Umland.

Das größte Einzugsgebiet weist das *Paunsdorf-Center* auf. Der Anteil der Kunden aus dem Umland beträgt 35,5% (43,1% der Pkw-Kunden). Die Einkaufsfahrten (und die dabei zurückgelegten Strecken) wurden mit der erfragten Einkaufsfrequenz gewichtet. Danach entfallen 79,4% der Einkaufsfahrten auf Kunden aus 15 Orten mit mindestens 1,5% Anteil, der Rest verteilt sich auf weitere 129 Orte. Für das *Paunsdorf-Center* ergibt sich eine mittlere Entfernung von 11,6 km. Die mit der Einkaufsfrequenz gewichtete Verteilung der Entfernungsklassen ist in Abb. 6-1 dargestellt (die Darstellung wurde bei 30 km abgebrochen; es kommen noch Entfernungen bis 200 km vor).

Beim *Globus-Markt* beträgt die mittlere Entfernung 8,2 km. Der Anteil der Kunden aus dem Umland beträgt hier 36,8%. Auf 12 Orte (mit mehr als 1,5% Anteil) entfallen 77,1% der Einkaufsfahrten, hinzu kamen noch weitere 86 Orte.

Der Anteil der Kunden aus dem Umland beträgt im *Löwen-Center* 42,6% (44,7% der Pkw-Kunden). Dieser im Vergleich der 3 Einkaufszentren höchste Wert kommt vor allem durch Kunden aus Burghausen und Rückmarsdorf zustande und signalisiert eine eher lokale Bedeutung dieses Einkaufszentrums (das *Löwen-Center* konkurriert bezüglich des Einzugsgebietes mit dem *Saale-Park* in Günthersdorf !). Hier entfallen auf 10 Orte bereits 85% der Kunden und nur 15% auf weitere 72 Orte. Die mittlere Entfernung beträgt 6,7 km.

Aus dem ermittelten Verkehr und den durchschnittlichen Entfernungen ergeben sich folgende zusätzlich gefahrenen Kilometer/Woche:

Paunsdorf-Center	1.570.000 km
Globus-Markt	740.000 km
Löwen-Center	370.000 km

Nach Abschluß der Auswertung der Daten bezüglich der Leipziger Kunden werden Modellierungen der Emissionsverteilung auf den Zufahrtsstrecken sowie der Immissionsbelastung in der Nähe der von den Hauptzufahrtstrassen berührten Grünflächen Clara-Zetkin-Park, Mariannenpark, Freundschaftspark/Südfriedhof und der Freifläche um die Moritzbastei vorgenommen.

Die noch zu ermittelnden Einzugsgebiete der drei Einkaufszentren in der Kernstadt erlauben Simulationen einer potentiellen Kundenumverteilung auf (nähere) Stadtteilzentren (bereits vorhandene oder geplante). Ob sich der Kunde in Zukunft anders entscheidet, wird wesentlich von der Attraktivität dieser Stadtteilzentren abhängen. Eine deutliche Abkehr vom Pkw ist nach den bisherigen Erkenntnissen leider eher unwahrscheinlich.

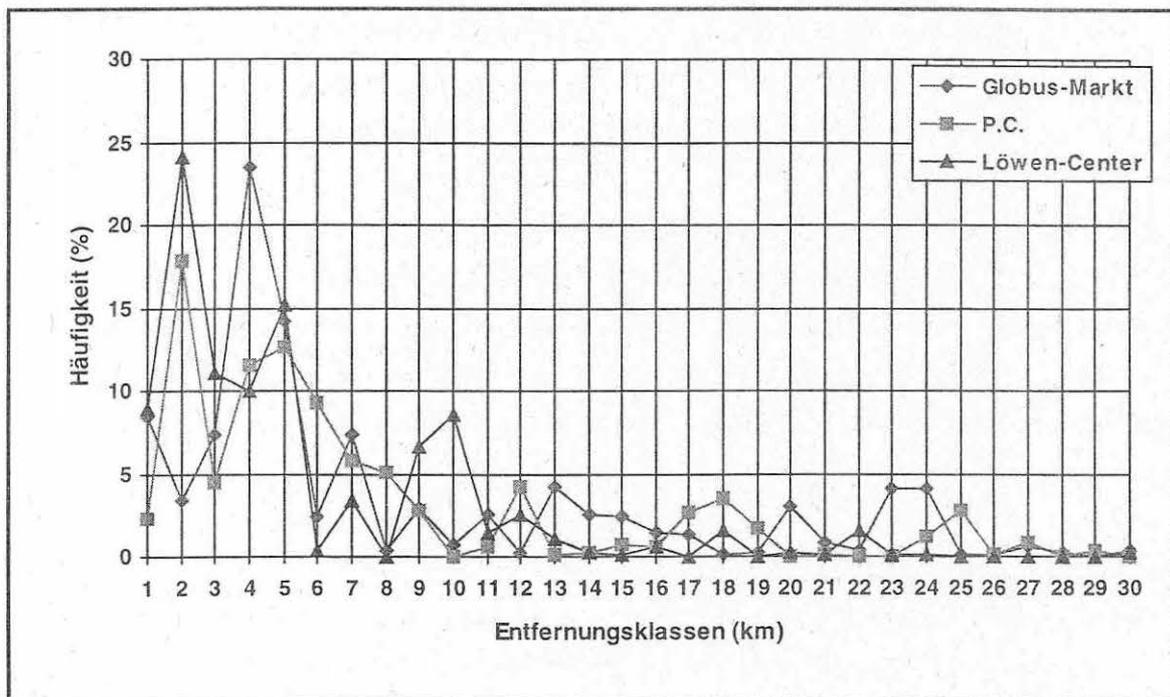


Abb. 6-1: Verteilung der Entfernungsklassen der Einzugsgebiete der drei Einkaufszentren

## **Urbane Schadstoffemissionen und ihr Einfluß auf Vegetationsvertreter des Umlandes am Beispiel der Städte Leipzig und Mendoza (Argentinien)**

### *Zielstellung und Methode*

Chemische Stoffe können, wenn sie bei ihrer Produktion und vor allem bei ihrer Verwendung in die Umwelt gelangen, zu Belastungen führen, sei es durch direkte toxische Wirkungen oder allein dadurch, daß sie sich in unerwünschter Weise in den Umweltkompartimenten anreichern. Dabei können entsprechende Schadwirkungen z.T. erst nach Jahren manifest werden. Chemische Leitsubstanzen als Indikatoren ermöglichen eine frühzeitige Bewertung des Umweltgefährdungspotentials.

Zu den generellen langfristigen Zielen der Arbeiten zählen deshalb die Erfassung von Wechselwirkungen städtischer Immissionen (Hexachlorbenzol [HCB, Cl<sub>6</sub>-Benzen], polychlorierte Biphenyle [PCBs], polyzyklische Aromaten [PAHs] und Rußpartikeln) mit der Vegetation der jeweiligen Stadumländer unter Verwendung des Bioindikationssystems Kiefernnadel. Darüber hinaus erfolgt die Beschreibung und Interpretation der jeweiligen stoffspezifischen Immissionssituation und der stadtspezifischen Emittentenstruktur der Städte Leipzig und Mendoza.

Im Lee von Leipzig sollte längerfristig die zeitliche Veränderung der urbanen Schadstoffimmissions-Zusammensetzung beobachtet werden. Von besonderem Interesse war dabei die „positive“ Technologiefolgeabschätzung der Ablösung des Kohlehausbrandes in der Stadt Leipzig durch Gas-, Heizöl- bzw. Fernwärmeheizung auf die innerstädtische Immissionssituation und deren Wechselwirkung über atmogene Transportwege mit Vegetationsvertretern des städtischen Umlandes.

Da bei Verbrennung von organischer Substanz, so auch Braunkohlen-Briketts in Gegenwart von Chlor bzw. seinen Verbindungen grundsätzlich das gasförmig transportierte, toxische HCB als Emission entsteht, diese Kombination aber nur bei der bisher üblichen Kohlefeuerungsart vorliegt, ist diese Substanz als Indikator für das umweltrelevante Wirksamwerden dieser Heiztechnologieumstellung besonders gut geeignet. Die Konzentration im Bioindikatorsystem Kiefernnadel entlang des Transektes Leipzig-Torgau wurde ab 1992 erfaßt. Als Leitsubstanzen für diese ökotoxikologischen Freilandexperimente wurden neben dem schon erwähnten HCB Vertreter der PAHs und der Gruppe der PCBs ausgewählt. Es war zu überprüfen, ob Korrelationen zwischen der Anzahl der entsprechenden Kohlefeuerstätten bzw. verfeuerten Kohlemenge in der Stadt und dem jeweiligen Schadstoffgehalt in dem gewählten Biomonitoringsystem Kiefernnadel der im Umland festgelegten Meßstandorte bestehen.

Ziel der Untersuchungen von Rußpartikel-Depositionen auf pflanzlichen Oberflächen war es, eindeutige Wechselwirkungen zwischen Kfz-Immissionen und Vertretern der Vegetation der untersuchten Städte bzw. ihrer Umländer zu erkennen. Darüber hinaus sollte die

Eignung von Biomonitoring-Verfahren zur Erfassung von Rußpartikeln in der unteren Troposphäre überprüft werden.

### *Ergebnisse*

#### *Biomonitoring-Untersuchungen:*

Aus den Ergebnissen lassen sich folgende immissionsökologischen Bewertungen ableiten:

- Die HCB-Konzentrationen im Umland der Städte Halle und Leipzig sind gegenüber denen des Stadtgebietes von Groß-Mendoza um das Drei- bis Fünffache erhöht. Dies ist v.a. auf den höheren industriellen Entwicklungsstand zurückzuführen. Die geringeren Gehalte an HCB in den Biomonitoringpflanzen in Groß-Mendoza spiegeln dagegen den ausschließlichen Hausbrand mit Gasfeuerungsanlagen und seinen anderen Abgaszusammensetzungen wider. Die dynamische Entwicklung der HCB-Konzentration in Kiefernadeln von Meßstandorten im Lee von Leipzig zeigt, korrelierend mit der verstärkten Nutzung von Öl und Gas als Energieträger im städtischen Bereich, seit 1997 einen starken Konzentrationsrückgang. Sie entspricht inzwischen den Nadelkonzentrationen an Meßstandorten in Groß-Mendoza mit seinem diesbezüglich typischen Immissionsbild.
- Die PAH-Konzentrationen in den als Biomonitoringsystem für Luftschadstoffe benutzten Kiefernadeln liegen in Groß-Mendoza im Vergleich zu Leipzig/Halle bis zum Fünffachen höher. Dies weist auf den Gebrauch technologisch veralteter Kraftfahrzeuge mit ihren hohen Schadstoff-Immissionen in Groß-Mendoza hin.
- Die PCB-Gehalte in den Biomonitoring-Pflanzen lagen in beiden von uns untersuchten Stadtregionen mit ihren Umländern etwa in vergleichbaren Bereichen. Die Gehalte der toxikologisch besonders relevanten PCBs lassen diesbezüglich ein gleiches gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung annehmen.

Die Schadstoffe HCB und PAH sowie die dynamische Entwicklung ihrer luftgetragenen Anteile geben Hinweise auf die positive Veränderung des Umweltqualitätszieles Luftqualität im Untersuchungszeitraum 1997/98 im Raum Leipzig/Halle und seinem Umland.

Diese Konzentrationsabnahme kann mit der Verdünnung während des fortschreitenden vertikalen Transportes zwischen Quelle und den jeweiligen Meßstandorten begründet werden.

*Immissionsmessungen* erfolgten während zweier Feldmeßkampagnen in Mendoza an verschieden stark belasteten Standorten über die Zeitdauer von jeweils einer Woche. In Leipzig wurden Immissionsmessungen innerstädtisch in unmittelbarer Nähe der stark frequentierten Kreuzung Permoserstraße/Torgauerstraße durchgeführt. Außerstädtische Immissionsmessungen chlororganischer Schadstoffe und PAHs wurden an drei Standorten gemessen.

Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Die HCB-Immission liegt in Leipzig im Vergleich zu Mendoza um das 2,5 bis 4 fache höher als in Mendoza. Dies weist u.a. auf die zu dieser Zeit noch gebräuchlichen unterschiedlichen Technologien der Energieerzeugung in Industrie und Haushalt hin. Diese "Kurzzeit"-Werte stimmen sehr gut mit den Biomonitoring-Untersuchungen der gleichen Meßstandorte überein (s. Abschnitt Biomonitoring) und sind in gleicher Weise zu interpretieren.
- Das gleiche läßt sich aus den um das Doppelte erhöhten Konzentrationen für die kanzerogene Substanz Benzo(a)pyren in der Stadtluft von Mendoza ableiten.
- Die Konzentration von Rußpartikeln ist in der Stadtluft von Mendoza und Leipzig im Vergleich zur jeweiligen "Umlandluft" ähnlich erhöht. Der Gesamtgehalt an organischen Verbindungen ( $C[mg/Nm^3]$ ) ist jedoch in der Stadtmission von Mendoza fast doppelt so hoch wie in vergleichbaren Luftproben der Stadt Leipzig. Da in der Gruppe der von Partikeln extrahierbaren organischen Verbindungen u.a. auch alle weniger flüchtigen, aber toxikologisch bedenklichen Substanzen erfaßt werden, ist davon auszugehen, daß diese Substanzen mit den lungengängigen Rußpartikeln auch vom Menschen aufgenommen werden und somit für Mendoza u.a. ein höheres humantoxikologisches Risiko angenommen werden kann.
- Die auf Grund der verschiedenartigen geographischen Lage der Städte Leipzig und Mendoza und der vor allem in der Strahlungsbilanz bedingten klimatischen Unterschiede lassen für Mendoza hypothetisch einen verstärkten Umbau und Abbau der auf der Oberfläche der luftgetragenen Rußpartikeln adsorbierten organischen Substanzen vermuten. Dabei können Chemikalien sowohl mit verringerter als auch mit erhöhter Toxizität entstehen.

## 6.2.2 Gesundheitliche Effekte stadtbedingter Expositionen

### *Zielstellung*

In den Städten konzentriert sich die Bevölkerung. Von daher ist es besonders wichtig, mögliche gesundheitliche Beeinflussungen, die durch stadtypische Umweltbedingungen entstehen, zu kennen, um diese minimieren zu können. Umweltbelastungen spielen insbesondere im Zusammenhang mit Atemwegserkrankungen, Allergien und Stoffwechselstörungen eine wesentliche Rolle. Gerade bei diesen Erkrankungen beobachtet man weltweit ein Ansteigen der Inzidenz und Prävalenz. Nur wenn Risikogruppen und Risikofaktoren, die mit spezifischen Erkrankungen in Verbindung gebracht werden können, erkannt werden, wird es möglich sein, eine zielgerichtete Prävention betreiben zu können.

Die drei genannten Zielgrößen Atemwegserkrankungen, Allergien und Stoffwechselstörungen wurden deshalb ausgewählt, weil sich die Anzeichen mehren, daß bestimmte Umweltfaktoren sowohl die Zahl als auch Schwere der Erkrankungen bedingen und, weil diese Erkrankungen, sofern sie nicht rechtzeitig behandelt werden, zu einer lebenslangen Einschränkung der Gesundheit führen können und damit auch für die Gesundheitssysteme eine nicht unwesentliche ökonomische Belastung darstellen.

Die in der Vergangenheit durchgeführten Untersuchungen der Sektion Expositionsfor- schung und Epidemiologie zeigten, daß der Luftpfad ein wesentlicher Weg für die Übertra- gung von Schadstoffen und damit die Beeinflussung der Gesundheit und des Wohlbefin- dens darstellt. Prinzipiell ist es nicht möglich, sich der normalerweise vorhandenen atmo- sphärischen Situation zu entziehen, woraus folgt, daß im Gegensatz zu beispielsweise Le- bensmitteln oder Trinkwasser keine Alternativen im jeweiligen Lebensraum möglich sind. Von daher ist es besonders wichtig, aus der Luft stammende Einflußfaktoren für die ge- nannten Krankheitsbilder zu kennen, um letztendlich der Administration Entscheidungshil- fen zu geben, welche primärpräventiven Schritte ggf. in Bezug auf die genannten gesund- heitlichen Effekte von wesentlicher Bedeutung sind. In diesem Zusammenhang sind solche Aktivitäten wie die Aufstellung eines Luftreinhalteplanes im Rahmen der vom Bundesim- missionsschutzgesetz geforderten Maßnahmen von Bedeutung.

### *Methoden*

Zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen Exposition und möglichen gesundheitli- chen Effekten werden epidemiologische Untersuchungen sowohl zeitlich als auch räumlich aufgelöst durchgeführt. Es liegt in der Natur der Sache, daß die Untersuchungen der Expo- sition Bestandteil der epidemiologischen Erhebungen sind.

### *Expositionsuntersuchungen*

Die Expositionen gilt es, sowohl personennah als auch dem multifaktoriellen Geschehen entsprechend hinsichtlich der biologischen und auch der chemischen und physikalischen Komponenten zu untersuchen. Daher wurden als chemische Komponenten im Rahmen der epidemiologischen Untersuchungen vor allem flüchtige organische Kohlenwasserstoffe erfaßt und an Staub gebundene, weniger flüchtige Kohlenwasserstoffe und klassische luft- verunreinigende Komponenten wie  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$  untersucht. Unter den biologischen Komponenten galt aeroallergener und bakterieller Kontamination besondere Aufmerksam- keit. Hinsichtlich der physikalischen Komponenten wurde vor allem Staub im Hinblick auf seine morphologischen Eigenschaften und Korngrößenverteilung besondere Bedeutung beigemessen.

Die Untersuchungen erfolgten sowohl im Außenbereich, d.h. in der freien Atmosphäre, als auch im Innenbereich, d.h. in den Wohnungen oder Hauptaufenthaltsbereichen der jeweils untersuchten Population.

### *Epidemiologie*

Auf Grund der sich auch aus den eigenen Untersuchungen ergebenden Hinweise wurde als Zielpopulation Kinder ausgewählt, wobei zwischen Neugeborenen, Vorschulkindern und Einschulkindern unterschieden wurde. Andere und eigene Ergebnisse legen nahe, daß der Grundstein für die Entwicklung einer späteren Erkrankung im frühen Lebensalter gelegt wird und die Möglichkeiten der Triggerung durch Umweltfaktoren besonders in dieser Lebensperiode eine große Rolle spielen. Insgesamt wurden zwei Neugeborenenstudien, eine Vorschulkinderstudie und zwei Einschulkinderstudien durchgeführt, wobei der zweite Teil der Einschulkinderstudie auch das Stadtumland berücksichtigt.

### **Umweltepideimiologische und Expositions-Studien in Städten (Vorschulkinderstudie)**

#### *Ergebnisse*

Inwieweit sich stadttypische Belastungen auf bestimmte Atemwegserkrankungen auswirken und ob es unter der Gruppe der Vorschulkinder besondere Risikogruppen gibt, ist weitgehend ungeklärt. Da intrastädtisch meist größere Expositionsunterschiede bestehen als interstädtisch wurde versucht, diese Einflüsse mikroskalig nachzuweisen. Gleichzeitig wurden Innenraumbelastungen in Betracht gezogen. Ca. 1.000 Kinder, lebend in unterschiedlich belasteten Arealen der Großstädte Leipzig (und u.a. in Mendoza (Argentinien)), wurden mittels Fragebogen, täglicher Registrierung des subjektiven Gesundheitszustandes in Befindlichkeitstagebüchern, Analyse der inneren (nichtinvasiv) und personennahen äußeren Exposition und medizinischer Untersuchungen in eine longitudinale Studie mit Interventionscharakter einbezogen. Ein Vergleich der beiden Großstädte erfolgte nicht. Es wurden jeweils innerhalb der Städte die Prävalenzen und Inzidenzen in belasteten und unbelasteten Arealen miteinander verglichen. In einer der beiden Großstädte konnten hausbrandtypische Immissionen weitgehend ausgeschlossen werden. Verkehrstypische Immissionen wirken sich primär auf Asthma- (Odds Ratio (OR): 1,7) und Allergieprävalenz (OR: 1,8) aus, wobei familiär prädisponierte Kinder bezüglich Asthma besonders betroffen sind (OR: 3). Hinsichtlich Allergien sind prädisponierte und nicht prädisponierte Kinder gleich betroffen (OR: 1,9 bzw. 1,7). Hausbrandtypische Immissionen haben einen dominierenden Einfluß auf Bronchitis (OR: 1,5). Alle Effekte werden verstärkt, wenn die Kinder zu Fuß an verkehrsreichen Straßen den Weg zwischen Wohnung und Kindergarten zurücklegen. Es scheint möglich, durch gezielte Expositionsprophylaxe einer Exacerbation der Krankheit vorzubeugen. Auch innerhalb der Gruppe der Kinder sind Risikogruppen abgrenzbar. Mikroskalige umweltepideimiologische Analysen sind geeignet, diese Gruppen und Prävalenzunterschiede zu identifizieren.

Die Studie zeigte ferner einen Zusammenhang zwischen Erkrankung und Innenraumbelastung. Die beobachteten Risiken liegen in ähnlicher Größenordnung wie die durch

(wahrscheinlich extreme) Außenbelastungen hervorgerufenen Effekte. Gleichzeitig deutete sich an, daß Expositionen in früher Kindheit das Allergiegesehen maßgeblich zu beeinflussen scheinen.

Um diesen Sachverhalt und damit in Zusammenhang stehende Risikofaktoren, näher zu analysieren, wurde eine Neugeborenenstudie Studie mit "Allergie-Risiko-Neugeborenen" begonnen.

### **Einfluß von Schadstoffbelastungen im Raum Leipzig auf Entwicklungsparameter von Neugeborenen (Neugeborenenstudie I)**

#### *Ergebnisse*

Im Mittelpunkt dieser auf der Vorschulkinderstudie I aufbauenden Longitudinalstudie (Kooperationspartner u. a. Universitätskinderklinik, Institut für Klinische Immunologie und Transfusionsmedizin) steht die Frage, ob sich bei Allergierisikokindern und Frühgeborenen Einflüsse chemischer Exposition auf die Häufigkeit des Auftretens atopischer Erstmanifestationen (Milchschorf, Ekzem) nachweisen lassen. 1995/96 wurden aus allen Neugeborenen der Stadt Leipzig (n=3266) 286 allergiegefährdete Kinder mittels Nabelschnurblut-IgE-Screening und Erfragung der Atopie-Anamnese erfaßt und 107 Frühgeborene (Geburtsgewicht zwischen 1500 und 2500 g) rekrutiert. 348 dieser Risikokinder wurden in der 7. Lebenswoche, 310 Kinder nach einem Jahr klinisch nachuntersucht. Von 80 in den ersten vier Lebenswochen in den Kinderschlafzimmern bestimmten flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) wurden auf Grund der Vergleichbarkeit mit dem Umweltsurvey des Umweltbundesamtes 25 zur weiteren Beurteilung herangezogen. Logistische Modelle deuten an, daß zur Milchschorfzunahme (Atopieerstmanifestation) im Alter von 7 Wochen bei Frühgeborenen Rauchen in der Wohnung (OR = 3.4) beiträgt und daß überdurchschnittlich erhöhte VOC-Konzentrationen Milchschorf und Ekzem beeinflussen. Kinder mit erhöhtem Nabelschnur-IgE-Wert (Immunglobulin E) zeigen bei einem über dem Durchschnitt liegenden Benzolwert (Indikator) ( $> 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) im Kinderzimmer nach einem Jahr eine Zunahme der Ekzem-Häufigkeit (OR = 4.2). Allergiepräventive Maßnahmen, zu denen die Vermeidung chemischer Luftbelastungen z.B. mit Zigarettenrauch und VOC gehört, sollten also bei Säuglingen bereits von den ersten Lebenswochen an stärker beachtet werden.

## Einschulkinder-Studie zu umweltbeeinflussten Erkrankungen

### I. Atemwegserkrankungen und Allergien

### II. *Helicobacter pylori*-Infektion

#### Ergebnisse

Die Auswertungen zum ersten Teil der Studie laufen zur Zeit. Interessant ist die Veränderung der Bronchitishäufigkeit, verglichen mit der Vorschulkinder-Studie.

Mit dem deutlichen Absinken der SO<sub>2</sub>-Belastung als Marker der allgemeinen lufthygienischen Situation wurde auch ein signifikantes Absinken der Bronchitishäufigkeit verzeichnet.

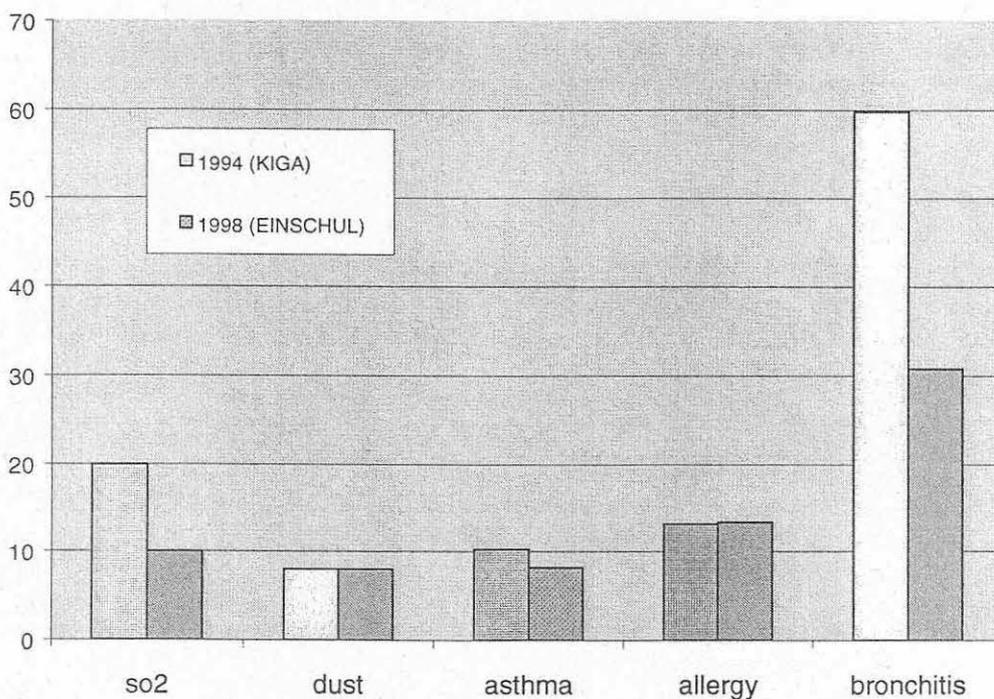


Abb. 6-2: Vergleich der Prävalenzen für Asthma, Allergie und Bronchitis der Vorschulkinder mit der Einschulkinderstudie in Abhängigkeit von Belastungsindikatoren

Der zweite Teil der Studie widmet sich der Frage umweltrelevanter Infektionspfade hinsichtlich *Helicobacter pylori*-Infektionen

Nach der Testung von 2228 sechsjährigen Kindern (94 % aller Leipziger Schulanfänger des Jahres 1998) auf eine *Helicobacter-pylori*-Infektion und Auswertung von 1902 umweltepidemiologischen Fragebögen (80,4 %) wurden bisher u. a. folgende besonders umweltrelevante Infektionspfade ermittelt:

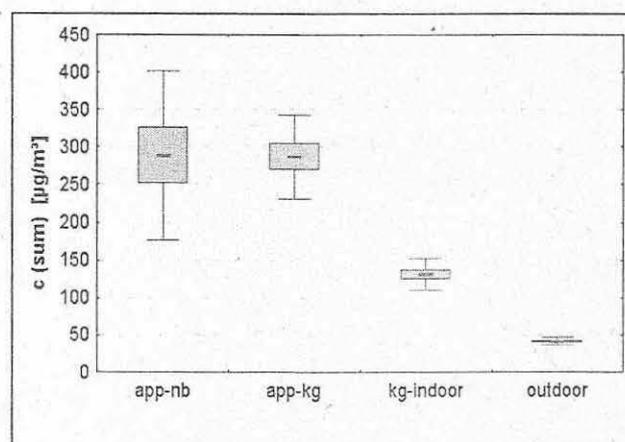
- Kontakt zu Brunnenwasser (als Trinkwasser),
- Kontakte zu bestimmten Haustieren (Hamster, Meerschwein).

Hier liegen die Infektionsraten (Prävalenzen) signifikant über der durchschnittlichen Infektionsrate Leipziger Sechsjähriger von 6,9 %. Schlußfolgernd werden diese Untersuchungen weitergeführt mit dem Ziel, umweltmedizinisch-primärprophylaktische Maßnahmen im Rahmen der Vorschuluntersuchung einzuführen.

#### *Untersuchungen zu städtischen Expositionsmustern*

Parallel zu den epidemiologischen Studien erfolgten Expositionsuntersuchungen zu den vermutlich gesundheitsbeeinflussenden Komponenten. Wie die Untersuchungen von ca. 80 flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in 313 Wohnungen von Neugeborenen, 88 Wohnungen von Kindergartenkindern und in 13 Kindergärten und deren Umgebung zeigten, spielen VOC in Innenräumen, eine bedeutende Rolle.

Charakteristische Expositionsmuster konnten mittels Clusteranalyse in Abhängigkeit vom



app-nb - Wohnungen der Kinder der Neugeborenenstudie (Indoor-Exposition)  
 app-kg - Wohnungen der Kinder der Vorschulkinderstudie (Indoor-Exposition)  
 kg-indoor - Indoor-Belastungen in den Kindergärten  
 outdoor - Außenluftbelastungen

**Abb. 6-3:** VOC-Belastungen in unterschiedlichen städtischen Aufenthaltsräumen (Leipzig) (Summenbelastung durch 26 VOC)

Nutzungs-, Bau-, Renovierungszustand und Umgebungsbedingungen nachgewiesen werden. Unterschiedliche Aktivitäten können aber auch ähnliche Belastungsmuster nach sich ziehen. So zeigen verkehrsbeeinflusste Wohnungen analoge Muster, wie sie nach Renovierung auftreten. Aus dem Expositionsmuster kann daher nicht zwangsläufig auf die Quellen geschlossen werden.

#### *Untersuchungen zum Zusammenhang der äußeren Exposition mit der inneren Belastung*

Wie die Untersuchungen zu den VOC-Mustern zeigten, läßt die Kenntnis der Expositionsbelastung allein noch keinen Rückschluß auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung zu. Ausgehend von diesen Ergebnissen und jenen Substanzen, die mengenmäßig und toxikologisch die größte Bedeutung im Hinblick auf Innenraumbelastungen im städtischen Bereich und im Hinblick auf spezifische Belastungen aus industriellen Quellen

(Verbundprojekte 1.1 und 1.3) haben, wurde nach möglichen endogenen Markern für den Nachweis dieser exogenen Expositionen gesucht.

Tab. 6-2: Endogene Marker für den Nachweis exogener Expositionen

Exposition	Marker	Exposition	Marker	Exposition	Marker
Benzol	SPMA	Permethrin	3-PBA	PAH	1-Hydroxypyren
Toluol	SBMA	DDT	DDA	Nikotin	Cotinin
PCP	PCP				

- SPMA S-Phenylmerkaptursäure
- SBMA S-Benzylmerkaptursäure
- PCP Pentachlorphenol
- DDA 4,4' – Dichlordiphenylelessigsäure
- 3-PBA 3 – Phenoxybenzoesäure
- DDT 4,4' – Dichlordiphenyltrichlorethan
- PAK Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Während für Benzol ein Zusammenhang zum Luftpfad nachgewiesen werden konnte, war dies für Toluol nicht möglich. Daraus folgt, daß hinsichtlich Benzol ein dominierender Beitrag über die Luft erfolgt, hinsichtlich Toluol jedoch andere Quellen von erheblicher Bedeutung zu sein scheinen. Auch diese Ergebnisse bestätigen, daß die Messungen der äußeren Exposition, sofern sie nicht komplex und personennah, sondern nur in einem Medium erfolgen, nicht zur Charakterisierung des entstehenden gesundheitlichen Risikos ausreichen.

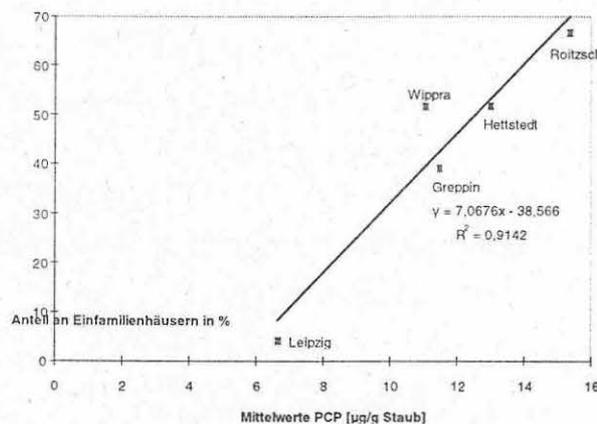


Abb. 6-4: Zusammenhang zwischen dem Anteil an Einfamilienhäusern und dem Gehalt an polychlorierten Phenylen im Hausstaub

Hinsichtlich PCP wurde gefunden, daß der Hausstaubgehalt an PCP im Mittel mit dem Anteil an Einfamilienhäusern korreliert, woraus auf den Umgang mit Holzschutzmitteln rückgeschlossen werden kann. Eine Korrelation zu den PCP-Gehalten im Urin wurde jedoch nicht nachgewiesen.

*Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:*

Die mit epidemiologischen und den von der Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie speziell entwickelten sensitiven nichtinvasiven Diagnosemethoden untersuchten Phänomene zu Atemwegserkrankungen, Allergien und StoffwechsellLeistungen scheinen durch spezielle industrielle und stadttypische, insbesondere aber durch Innenraumbelastungen beeinflußt zu werden. Die Innenraumexpositionen sind mit Risiken verbunden, die die Risiken durch Außenbelastungen übertreffen. Die Untersuchungen zeigen ferner, daß der alleinige Nachweis äußere Expositionen, sofern nicht alle Pfade berücksichtigt werden, zur Einstufung möglicher Risiken nicht ausreichend ist. Hierzu ist die Kenntnis der inneren Belastung bzw. der durch sie bewirkten Effekte notwendig. Daraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß die von den spezifischen Betreibern von Meßnetzen gewonnenen Daten zur Beurteilung der gesundheitlichen Risiken auch innerhalb von städtischen Gebieten nur eingeschränkt herangezogen werden können.

### **Mikroklima in ausgewählten Innenräumen**

#### *Zielstellung*

Angesichts der Tatsache, daß der moderne Stadtmensch einen großen Teil seines Lebens - im allgemeinen 90% und mehr - in geschlossenen Räumen zubringt, stellt das Raumklima einen wesentlichen Umweltfaktor dar. Im Projekt wurden mikroklimatische Untersuchungen in ausgewählten Leipziger Innenräumen vorgenommen, deren Ergebnisse in die Bewertung und Beurteilung der Untersuchungen zu Stadtumwelt und Gesundheit einfließen. Die Indooruntersuchungen in Kindereinrichtungen sind mit den epidemiologischen Projekten der Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie eng verknüpft.

Ziel ist die Erfassung, Bewertung und Normierung der thermischen Belastung von Probanden in ausgewählten Innenräumen - Kindereinrichtungen, Wohnungen, Büroräumen Straßenbahnen und Bussen sowie Personenkraftwagen,

#### *Methode*

- Erfassung der relevanten raumklimatischen Parameter,
- Messung der außenklimatischen Einflußgrößen,
- Befragung der Probanden (Behaglichkeitsfragebogen),
- Modellierung der thermischen Belastung,
- Bewertung der thermischen Belastung.

#### *Ergebnisse*

##### *Winterliche Verhältnisse*

- In zentralbeheizten Wohn- bzw. Aufenthaltsräumen ergeben sich zeitlich und räumlich weitgehend konstante Indoorklimate; das Innentemperaturregime wird nur in geringem

Maße vom Außenklima beeinflusst. Räume mit Ofenheizung und intensiver Lüftung weisen starke Raumklimaschwankungen auf.

- Der in den Umweltqualitätszielen für öffentliche Gebäude angegebene Bereich der relativen Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60 % wird insbesondere im Winterhalbjahr unterschritten.
- Lüftungsversuche in Wohnungen ergaben bei modernen, abgedichteten Fenstern sehr geringe Frischluftströme. Die aus energetischen Gründen erfolgten bautechnischen Veränderungen führen zu lufthygienischen Belastungen. Geschlossene Fenster gewährleisten nicht den erforderlichen Frischluftbedarf, eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft und
- eine Unterschreitung des Taupunktes an Außenwänden (Gefahr von Pilzbildung) bei unzureichender Wärmedämmung werden gefunden.
- Die in Straßenbahnen und Bussen des ÖNV vorgefundenen Innentemperaturen liegen je nach Modernisierungsstand der Fahrzeuge zirka 7-17 K über den Außentemperaturen. Gleiches läßt sich auch über das Raumklima von Kaufhallen und Großmärkten sagen.

#### *Sommerliche Verhältnisse*

- Große thermische Belastungen treten bei hochsommerlichen Außenbedingungen in Nahverkehrsmitteln auf. Die vorgefundenen Innentemperaturen lagen zirka 3 bis 7 K über den Außenwerten und erreichten im Extremfall 37 °C . Wie die Fahrgastbefragungen zeigten, kann die unter hochsommerlichen Außenverhältnissen auftretende thermische Belastung durch angepaßte Bekleidung nicht kompensiert werden.

#### **Zitierte Literatur**

FIEDLER, H.; HUTZINGER, O. (1991): Literaturstudie: Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF), Organohalogen Compounds, Volume 5, Bayreuth, ECO-Informa Press.

THANNER, G.; MOCHE, W. (1995): Dioxine in der Luft bei Inversionswetterlagen: Ergebnisse von vier Meßstellen in Graz, Reports Umweltbundesamt, UBA: S. 95-113.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1998): Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima. VDI-Richtlinie 3787; Blatt 2, Beuth, Berlin

Grimmer, G. (1992): Eintrag, Monitoring und Bewertung der kanzerogenen Umweltbelastung durch polychlorierte, aromatisierte Kohlenwasserstoffe. GIT, 1/1992: S. 12-21



## 7 Perspektiven der Forschung

Die bisherigen Arbeiten im Verbundprojekt zur Erstellung umwelt- und sozialverträglicher Nutzungskonzepte für Stadtregionen sind noch nicht beendet. Planmäßig bis zum Jahr 2000 sollen alle Projekte und das gesamte Verbundprojekt mit einem gemeinsamen Ergebnis abgeschlossen werden. Es zeigt sich aber bereits jetzt, daß weiterhin anwendungsorientierte Beiträge zum Management urbaner Landschaften sinnvoll sind.

Neue Schwerpunkte integrativer Verbundprojektforschung am UFZ im Forschungsschwerpunkt „Stadtökologie und Stadtentwicklung“ können bereits jetzt identifiziert werden. Dabei kann an gewonnene fachliche Kompetenz im UFZ angeknüpft werden.

Drei thematische Schwerpunkte zukünftiger Arbeit können sein:

### **Schwerpunkt 1: Raumstrukturelle Modellierung urbaner Kulturlandschaft**

Es bedarf nicht nur der Zusammenarbeit mit Planung und Verwaltung im Umweltbereich, sondern auch der *Modellierung* des Zielsystems „Ökologische Stadt“ oder „Nachhaltige Stadt“. Gefragt sind realistische Szenarien der Entwicklung, die Anforderungen an den neuen suburbanen und alten kern-urbanen Lebensraum aus der Sicht der Stadtbewohner sowie Tragfähigkeitsgrenzen intensiv genutzter Ökosysteme berücksichtigen.

Damit gewinnt die Frage, wie ein Landschaftsmodell für urbane Landschaften aussehen kann, das „Nachfrager-“, (Stadtbewohner) und „Angebotsseite“ (Ressourcen, landschaftsökologische Tragfähigkeit) ausreichend berücksichtigt, zunehmend an Bedeutung. Die *neue Kulturlandschaft Stadt – Umland – Region* kann nicht nur durch Planung allein, sondern viel mehr noch durch Anreize, Akteure und Wirtschaftlichkeit gesteuert werden. Dieser Teil möglicher Steuerung muß wesentlich mehr als bisher beachtet werden. Dies muß beim Einsatz klassischer Steuerungsinstrumente berücksichtigt werden und ggf. Grund zur Entwicklung neuer Instrumente sein. In diesem Zusammenhang ist den Themen Naturbezug und Umweltverhalten (u.a. Akzeptanzforschung) größere Bedeutung zuzumessen.

Anzustrebende *Kulturlandschaftsdiversität* bedeutet Repräsentanz von Landschaftstypen, Zugänglichkeit und Erfahrbarkeit, aber auch Struktur- und Prozeßdiversität in urbanen Landschaften als Ziel zu begreifen. Dafür bedarf es sowohl landschaftsökologischer Untersuchungen zur Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit von intensiv genutzten urbanen Land-

schaften. Integrative, fachübergreifende Zusammenarbeit, wie sie im Verbundprojekt bereits realisiert ist, wird dafür dringend benötigt.

### **Schwerpunkt 2: Humanexposition und Gesundheitsbelastungen in urbanen Lebenssituationen**

Die bisherigen Untersuchungen im Teilthema „Stadtumwelt und Gesundheit“ haben gezeigt, daß Atemwegserkrankungen, Allergien und Stoffwechselleistungen insbesondere durch Innenraumbelastungen beeinflusst werden. Die Exposition im städtischen Freiraum tritt als Risikofaktor hinter die Belastung in Innenräumen deutlich zurück. Diese Erkenntnis muß unsere Schwerpunktsetzung in der Forschung beeinflussen. Denkbar sind Untersuchungen zur Spezifik von Innenraumbelastungen im Zusammenhang mit Gebäudearten unterschiedlicher Materialienverwendung. Die Diskussion dazu wird jetzt begonnen.

### **Schwerpunkt 3: Wirkung städtischer Nutzungen auf aquatische Systeme (nutzungsbezogenes hydrologisches Management in urbanen Landschaften)**

Die Analyse der wassergebundenen städtischen Prozeßabläufe, der mit ihnen zusammenhängenden Stofftransporte, Transportwege und möglichen Gefährdungen gewinnt zunehmend im Rahmen einer derzeit vornehmlich naturwissenschaftlichen Stadthydrologie an Bedeutung. Gleichzeitig ergibt sich die Notwendigkeit – und Möglichkeit – der gebiets- und transportpfadorientierten Modellierung in urbanen Landschaften mit wirklicher Erfolgsaussicht. Mögliche Themen in diesem Zusammenhang sind:

- Stofflicher Einfluß von Baustrukturen auf aquatische Systeme
- Wirkung von Baustoffen auf die Grundwasserqualität,
- Stoffeintrag in den Boden durch Versiegelungsflächen und möglicher mikrobieller Abbau,

Stoffaufnahme und –transport von Niederschlagswasser über Bau- und Versiegelungsoberflächen, Nutzbarkeit dieser Wässer, Nutzungsbeschränkungen,

Nutzung von Stand- und Fließgewässern in urbanen Landschaften (Naturerlebnisangebote/Naherholung, Stoffeintrag, Erhalt ökologischer Qualität, Belastungsgrenzen, Multifunktionalität),

Austrag von Stoffen ins Stadtumland und Eintrag in andere Landschaftssysteme und Gebietsmodellierung – Stadtstrukturen als Stoffquellen/Stoffsenken und Transportbahnen.

**Herausgeber: Professor Dr. Jürgen Breuste**  
**Redaktion: Dr. Raimund Krumm**

**UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH**  
**Projektbereich Urbane Landschaften**  
**Postfach 2, 04301 Leipzig**  
**Tel. 0341/235-2843; Fax 0341/235-2534**