Markus Hesse, Rainer Lucas

Umweltpotentiale und Umweltbelastung in der Region 'Bergische Großstädte

Stärken und Schwächen aus der Sicht der ökologischen Regionalentwicklung

Schriftenreihe des IÖW 49/92

i | ö | w
INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Schriftenreihe des IÖW 49/92

Markus Hesse / Rainer Lucas

Umweltpotentiale und Umweltbelastung in der Region 'Bergische Großstädte'

Stärken und Schwächen aus der Sicht einer ökologischen Regionalentwicklung

Berlin / Wuppertal 1992

ISBN 3-926930-44-6

Inhaltsverzeichnis

	Vorbemerkung	1
1.	**Regionalentwicklung unter veränderten ökologischen Rahmenbedingungen**	5
2.	**Die natürlichen Potentiale der Region**	9
2.1	Einführung	9
2.2	Geo-, Biop- und Landschaftspotentiale	10
2.3	Erste Schlußfolgerungen	17
3.	**Ökologische Belastungen und Problemfelder der Region**	21
3.1	Stadtentwicklung und Stadtstrukturen	21
3.2	Ausgewählte Problemfelder der Umweltentwicklung	22
3.2.1	Flächennutzung	22
3.2.2	Altlasten	32
3.2.3	Immissionssituation	34
3.2.4	Waldschäden	36
3.2.5	Belastung von Grundwasser und Oberflächengewässer	38
3.2.6	Umweltverträglichkeitsprüfung	45
4.	**Analyse und Bewertung der Abfallsituation**	47
4.1	Problemaufriß	47
4.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen der Abfallwirtschaft	48
4.3	Akzente der 'Bergischen Abfallwirtschaft'	51
4.3.1	Abfallwirtschaftskonzept	51
4.3.2	Abfallaufkommen	52
4.3.3	Entsorgungskapazitäten	55
4.3.4	Maßnahmen	57
4.4	Stärken und Schwächen	59
5.	**Analyse und Bewertung der Energiesituation**	61
5.1	Problemverständnis und Grundorientierung	61
5.2	Akzente der regionalen Energiesituation	61
5.3	Mögliche Elemente einer regenerativen Energiepolitik	64

5.4	Energiewirtschaftliche Innovationsfelder im Rahmen des gegionalen Entwicklungskonzeptes	68
5.4.1	Innovationsfeld Wasserkraft	68
5.4.2	Innovationsfeld Kraft-Wärme-Kopplung in Gemengelagen	71
6.	**Stärken und Schwächen der Region - erste Hinweise auf ein Umweltprofil und Vorschläge für das Regionale Entwicklungskonzept**	73
6.1	Stärken und Schwächen der Region aus ökologischer Sicht	73
6.2	Ökologisch orientierte Handlungsfelder und Bausteine für das regioanle Entwicklungskonzept	76
6.2.1	Vorbemerkung	76
6.2.2	Handlungsfeld Wasser	77
6.2.3	Handlungsfeld Energie	82
6.2.4	Handlungsfeld Flächen Boden	86
6.2.5	Handlungsfeld Abfall	88
6.2.6	Handlungsfeld Verkehr	90
	Literatur	96
	Anhang	109

Vorbemerkung

Die Initiative zur Erarbeitung regionaler Entwicklungskonzepte geht in Nordrhein-Westfalen auf die Landesregierung zurück, die 1989 das Programm 'Zukunftsinitiative für die Regionen Nordrhein-Westfalens' (ZIN) ins Leben rief. Als Anspruch wurde formuliert "... Konzepte zur ökonomischen und ökologischen Erneuerung auf regionaler Ebene sich nicht lediglich auf Aspekte der Wirtschaftsförderung beziehen, sondern im Sinne eines übergreifenden Ansatzes alle regionalwirksamen Politikbereiche einbeziehen" (Zwischenbericht 1990, S. 20).

Der Prozess einer Regionalisierung der Strukturpolitik wurde in der Region Bergisches Städtedreieck früh als Chance begriffen, endogene Potentiale zu mobilisieren und hierbei neue Formen der regionalen Kooperation zu schaffen. Als verkleinertes Abbild der regionalen Konsensstrukturen wurde Anfang 1990 eine Lenkungsgruppe konstituiert, die die Erarbeitung des regionalen Entwicklungskonzeptes begleiten sollte.

In der ersten Konzeptphase wurden seitens der Bergischen Großstädte insgesamt vier Gutachten vergeben:

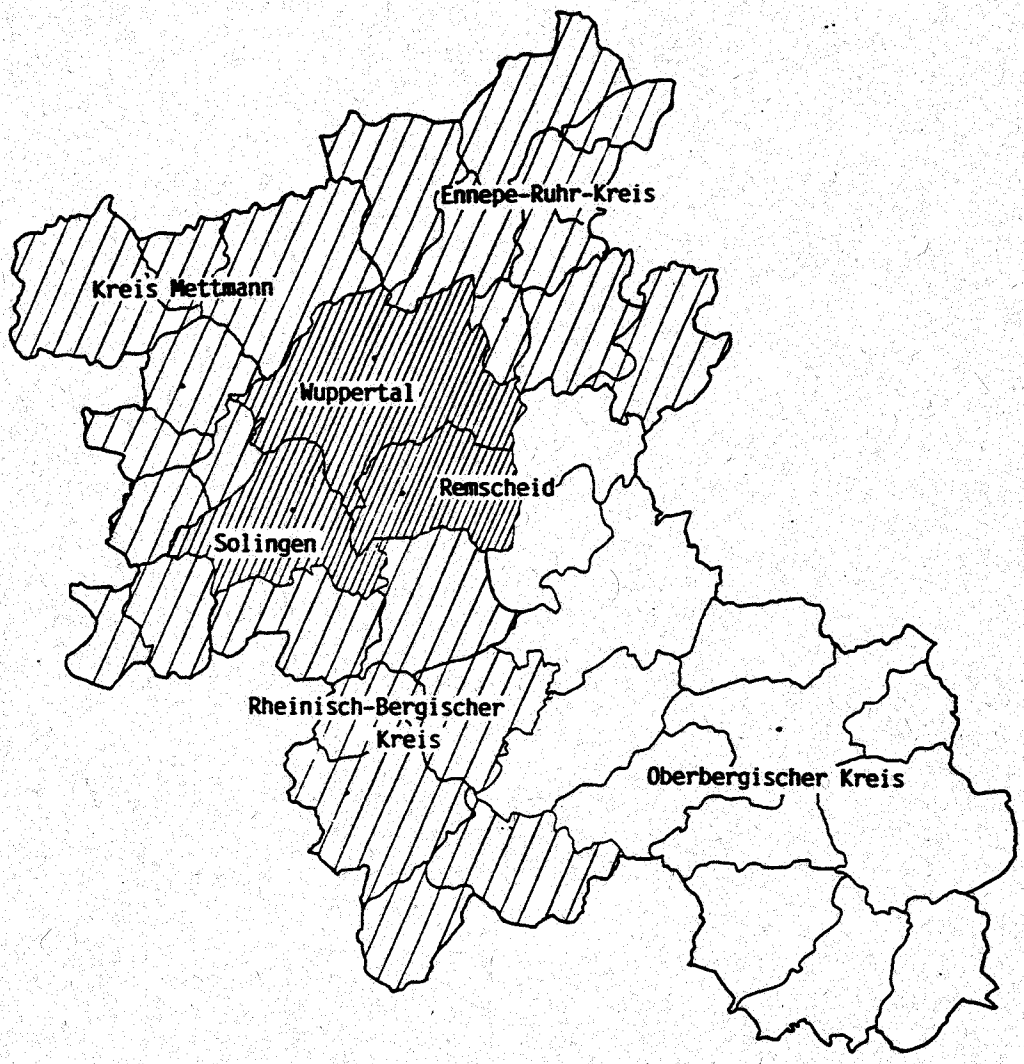
* Regionales Leitbild 'Bergisches Städtedreieck' (Grymer/Kappler 1991),
* Rahmenbedingungen und Perspektiven der Strukturellen Entwicklung der Region (Hödl, 1991),
* Standortprofil der Bergsichen Großstädte im Rahmen der europäischen Integration und Wiedervereinigung (Eckey/ Klemmer, 1991),
* Umwelt und Energie (IÖW, 1991).

In einer zweiten, deutlich handlungsorientierteren Konzeptphase wurde dann unter Beteiligung aller bedeutsamen regionalen Akteure (einschl. Umweltverbände und Frauengleichstellungs-stellen) für einzelne Handlungsfelder Projektvorschläge erarbeitet. Auch in dieser Phase war das IÖW durch eine wissenschaftliche Begleitung der Arbeitsgruppe 'Fläche/Umwelt/Energie' vertreten.In dieser Vröffentlichung sind nun beide Leistungen des IÖW, die im Rahmen des regionalen Entwicklungskonzepte 'Bergisches Städtedreieck' erstellt wurden enthalten, da das Ergebnis der Arbeitsgruppe im Anhang dokumentiert ist.

Für das Gutachten 'Umwelt und Energie' stellte sich die Aufgabe, das Potential des Naturraumes und die ökologischen Belastungen zu analysieren, ihre Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Region zu bewerten und erste Orientierungen für das regionale Entwicklungskonzept in Form von Leitprojekten in verschiedenen Handlungsfeldern zu entwickeln.

Räumliche Bezugsbasis des Regionalen Entwicklungskonzeptes Bergisch Land/Region Bergische Großstädte ist das Gebiet der drei kreisfreien Städte Wuppertal, Solingen und Remscheid. Sie sind Kernstädte der Raumordnungsregion "Verdichtungsraum Typ 1: hochverdichtet mit günstiger Struktur" (vgl. Abb. 1)

Abb. 1 : Die Untersuchungsregion 'Bergisches Städtedreieck und ihre umliegenden Landkreise



Gegenstand der Untersuchung ist ein hochverdichteter und hochindustrialisierter, städtischer Raum, der durch spezifische Belastungsmuster und Nutzungskonflikte gekennzeichnet ist. Da ein Agglomerationsraum wie das bergische Städtedreieck in ökonomischen, politischen und ökologischen Austauschbeziehungen zu seinen umliegenden Kreisen steht, geht die vorliegende Analyse in Teilbereichen (natürliche, ökologische Potentiale) auch auf die Situation im ländlichen Umland der Städte ein.

Die Analyse konzentriert sich auf die wichtigsten Grunddaten im Bereich Flächennutzung, Freiraum- und Landschaftsentwicklung, Emissionen, Abfall/Energie sowie einzelner Problemfelder (Altlasten, Waldschäden, Gewässergüte). Auf die kurze Einleitung in Kapitel 1 - in der die Untersuchungsaufgabe aus dem strukturpolitsichen Ansatz des IÖW abgeleitet wird -folgen die Ergebnisse der umweltorientierten Regionalanalyse. In Kapitel 2 werden zunächst die wichtigsten ökologischen Teilpotentiale dieses Raumes dargestellt und ansatzweise bewertet. Ausgehend von diesen Potentialen werden in Kapitel 3 einige zentrale ökologische Probleme und Belastungen der Region Bergische Großstädte analysiert und in einem sektoralen und räumlichen Vergleich bewertet. In Kapitel 4 folgt die ökologisch orientierte Analyse der Infrastrukturbereiche Abfall und Energie. Im Ausblick werden die wichtigsten Potentiale und Problemfelder der Umweltanalyse in einer ökologisch orientierten Stärken-und-Schwächen-Bilanz zusammengefaßt. Daraus ergeben sich wichtige Hinweise für ein Umweltprofil der Region und erste Vorschläge für integrierte ökonomisch-ökologische Leitprojekte, die im weiteren Verfahren Aufnahme in das regionale Entwicklungskonzept finden sollen.

Die Analyse der Umweltbelastungen basiert auf Erhebungen in der Zeit von November 1990 bis April 1991. Dabei wurde auf aktuelles Material der entsprechenden kommunalen Fachämter zurückgegriffen, weiterhin werden die Datenbestände des Landes NRW und des Umweltbundesamtes (Daten zur Umwelt) sowie in Einzelfällen fachspezifische Arbeiten mit regionalem Bezug ausgewertet.

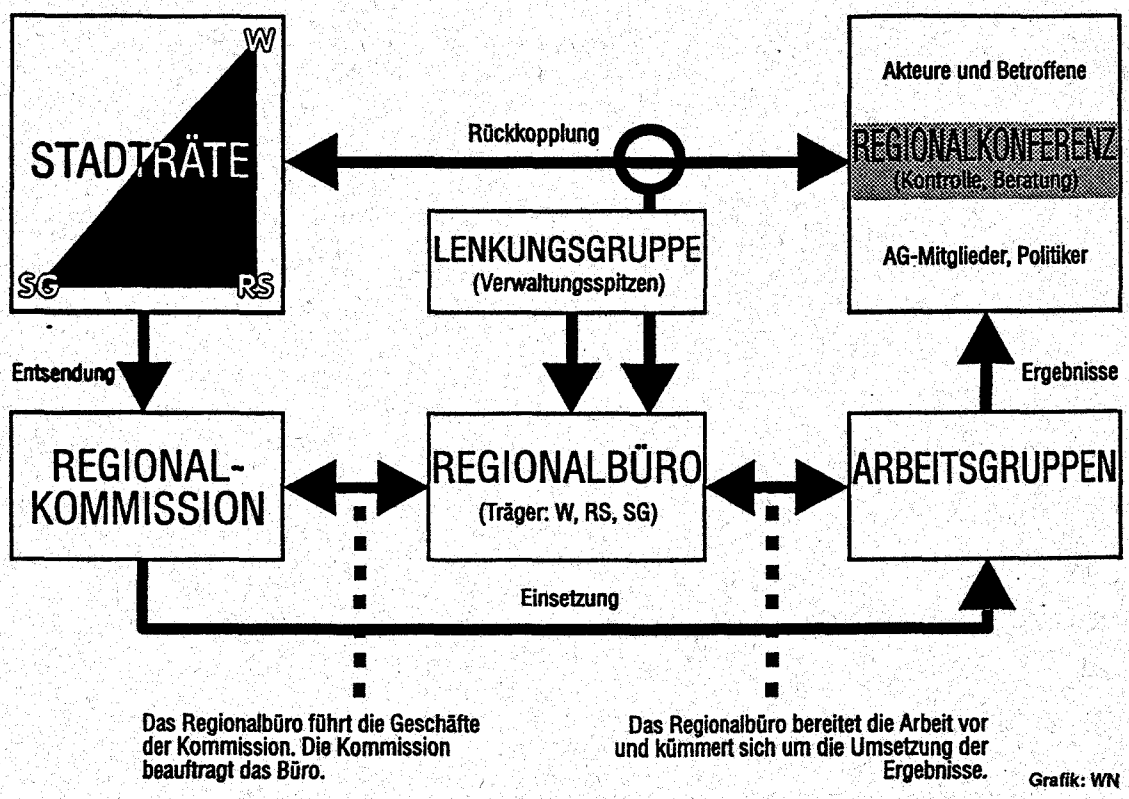
Die Möglichkeit zur Quantifizierung der Umweltsituation ist angesichts der allgemein unvollständigen Datenlage der Umweltberichterstattung in einzelnen Themenfeldern nur begrenzt gegeben, in einigen Fällen war dies abschließend auch nur auf einer hohen Aggregation zu leisten. Auch ist die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse für die drei Teilräume begrenzt. Die Einschätzung umweltpolitischer Potentiale, Probleme und Handlungsfelder konzentriert sich auftragsgemäß auf die tendenzielle Beurteilung der Umweltentwicklung hinsichtlich ihrer Konsequenzen für das Regionale Entwicklungskonzept. Insofern konnte eine zusammenfassende und systematisierende Darstellung wichtiger Determinanten der Umweltsituation dieses Raumes geleistet werde, allerdings ohne hiermit den Anspruch zu verbinden, einen flächendeckenden Umweltatlas vorlegen zu wollen.

Auf Basis der Umweltanalyse wurden in einem zweiten Arbeitsschritt einige Projektideen (Bausteine) in verschiedenen ökologisch orientierten Handlungsfeldern entwickelt; diese wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Arbeitsgruppe 'Fläche/ Umwelt/ Energie' eingebracht.Aus der im Anhang dokumentierten Projektliste ist zu ersehen, welche dieser Vorschläge durch die Arbeitsgruppe angenommen wurden und damit auch relevant für das weitere Verfahren sind. Die Berücksichtigung ökologischer Rahmenbedingungen in der Region, die schonende und nachhaltige Nutzung der natürlichen Potentiale sowie die Verringerung der Umweltbelastungen sollte jedoch nicht auf diese Projekte beschränkt bleiben, sondern als eine Querschnittsaufgabe verstanden werden, die es jenseits der Ressortstrukturen in den Verwaltungen auf regionaler Ebene zu bündeln gilt.

Inzwischen sind alle Elemente des regionalen Entwicklungskonzeptes zusammengetragen und unter dem Titel 'Bergisches Städtedreieck - Moderne Werkstattregion im Grünen' als Zwischenstand der regionalen Kooperationsarbeit der regionalen Öffentlichkeit vorgestellt worden. Wer an diesem Konzept Interesse hat, wende sich bitte direkt an die Stadt Wuppertal, Regionalbüro Bergisches Städtedreieck, Höhne 16, 56 Wuppertal - 2.

Markus Hesse, Rainer Lucas
Wuppertal 1992

IÖW Regionalbüro Wuppertal
Oberbergische Str. 4
5600 Wuppertal



1. Regionalentwicklung unter veränderten ökologischen Rahmenbedingungen

Die zukünftige Stadt- und Regionalentwicklung steht unter stark veränderten Rahmenbedingungen. Insbesondere die Öffnung Osteuropas und die Vollendung des EG-Binnenmarkts werden hier als zentrale politische und ökonomische Einflußfaktoren genannt. Die Regionalentwicklung steht jedoch zunehmend auch unter dem Einfluß wachsender ökologischer Restriktionen. Aus diesen Überlegungen heraus greift die vorliegende Umweltanalyse die ökologischen Rahmenbedingungen der Region Bergische Großstädte als wichtige Determinante der zukünftigen Entwicklung auf. Hierzu gehören erstens die natürlichen Potentiale dieses Raumes, zweitens die gegebenen Umweltbelastungen und drittens daran anknüpfende Maßnahme- und Projektvorschläge für ein regionales Entwicklungskonzept.

Ökologische Restriktionen ergeben sich insbesondere durch die Überformung natürlicher und naturnaher Systeme, durch Umweltnutzung und Wirtschaften.[1] Neue Rahmenbedingungen ergeben sich aus den vielfältigen technischen, ökonomischen und politischen Maßnahmen des staatlichen Handlungsfeldes 'Umweltschutz' sowie ihren konkreten Umsetzungsbedingungen und -erfahrungen. Ausgehend von der aktuellen Umweltdiskussion und möglichen künftigen ökologischen Risiken (verwiesen sei hier nur auf potentielle Konsequenzen der Klimaveränderungen) zielt die Berücksichtigung ökologischer Tatbestände in regionalen Entwicklungskonzepten vor allem auf die Entwicklung geeigneter Instrumente, Verfahren und Planungen für eine langfristige Umwelt-Vorsorge.[2]

Mit langfristiger Umweltvorsorge sind aber nicht nur die originären Handlungsfelder der Umweltpolitik gemeint (wie Gewässerschutz, Luftreinhaltung oder Artenschutz), sondern vor allem die investiven Aufgabenfelder, die sich dem unmittelbaren Einfluß der Umweltakteure und -verwaltungen vor Ort teilweise oder ganz entziehen, die Umweltqualität aber zu wesentlichen Teilen mitbestimmen. Hierzu gehören insbesondere die Bauleitplanung bzw. allgemein der Flächenverzehr, der Bereich der regionalen Wirtschaftspolitik und -förderung, aber auch wichtige Infrastrukturen wie Verkehr, Abfall und Energie. Genau hier liegt eine der zentralen Herausforderungen der kommunalen Umweltentwicklung: in der ökologischen Tragfähigkeit der räumlichen, technischen und ökonomischen Entwicklung steht die vorsorgende Berücksichtigung umweltrelevanter Tatbestände erst am Anfang.

---

1 vgl. zu den allgemeinen ökologischen Rahmenbedingungen und ihrer Bedeutung für die künftige Regionalentwicklung die im IÖW-Arbeitspapier zur Sitzung der Lenkungsgruppe am 04.12.1990 gegebenen Grundorientierungen.

2 vgl. zur Bedeutung der Umweltqualität für die Lebensbedingungen auch Thoss und Michels 1984 sowie zur Methodik der regionalen Umweltberichterstattung Karl, Klemmer und Micheel 1988.

Der Übergang von der Schadenbeseitigung und -nachsorge zum Vorsorge- und Vermeidungsgedanken gilt als ein wichtiges Element zukünftiger Umweltpolitik. Dies wird auch am Beispiel des Altlasten-Problems deutlich: Bodenkontaminationen aus alten Standorten von Industrie- und Gewerbebetrieben und alten Deponien stellen schon heute wichtige Planungs- und Entwicklungshemmnisse dar. Sie blockieren aber gleichzeitig auch notwendige Innovationen in der Umweltvorsorge, indem sie die in der Regel knapp bemessenen Mittel der Umweltpolitik im Nachsorgebereich binden. Daher stellt sich die Vermeidung von 'Neulasten' als ein wichtiger Schritt zur nachhaltigen Verbesserung der Umweltsituation und zur Effizienzsteigerung der kommunalen Umweltpolitik dar. Der Vorsorgegedanke sollte die einzelnen Handlungsfelder der Umweltpolitik als 'roter Faden' durchziehen, zumal sich die Umweltqualität immer stärker auch zum räumlichen (Standort-) Faktor entwickelt - sowohl hinsichtlich der individuellen Bedürfnisse nach gesunden Lebensbedingungen und attraktivem, naturnahem Wohnumfeld wie auch infolge von qualitativen, ökologischen Aspekten als Anforderung an die Ansiedlung und Gestaltung von Industrie- und Gewerbebetrieben.

In diesem Sinne wirkt sich die Umweltqualität immer stärker auf die ökonomische Attraktivität der Regionen aus. Die Innovationspotentiale in den Regionen werden sich daher zunehmend auf die Verbesserung der Umweltqualitäten richten müssen, wobei alle Umweltakteure hierzu einen Beitrag leisten können. Regionale Entwicklungskonzepte stellen hier eine besondere Chance dar. Denn sie sind sie auf einer Ebene angelegt, die sehr stark auf eine querschnittsorientierte, räumliche Planung und Entwicklung ausgerichtet ist (Raumordnung/-planung). Dieser wird künftig eine besondere Bedeutung für die Vermeidung von Umweltbelastungen und die Verbesserung des Wirkungsrahmens der Umweltpolitik zugewiesen (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 1987). Regionale Entwicklungskonzepte können in diesem Kontext ökologisch relevante Handlungsfelder jenseits der eingrenzten Möglichkeiten der kommunalen und regionalen Umweltpolitik neu definieren und besetzen. Die querschnittsorientierte Herangehensweise der Entwicklungskonzepte und ihre Verankerung im konkreten Politik- und Diskussionsprozeß vor Ort bringen aus ökologischer Sicht wichtige Vorteile mit sich: die integrative Problemorientierung könnte zu integrierten Lösungen verhelfen und 'Nebenfolgen' isoliert ansetzender Konzepte und Instrumente vermindern. Die kleinräumige Orientierung der Konzepte ermöglicht andererseits eine Anpassung an die jeweiligen Voraussetzungen und Milieus des konkreten Raumes, die überörtliche Konzepte vielfach nicht besitzen. Auch durch die Mobilisierung des ökologischen 'Humankapitals' der Regionen, also der Integration des Sachverstands der regionalen Umweltakteure in Verwaltungen, Unternehmen und Umweltverbänden, können Regionale Entwicklungskonzepte neue Wege zur Reduzierung der Umweltbelastung und zur Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität aufzeigen.

Diese Aufgabe stellt sich auch auf dem Gebiet der Bergischen Großstädte. Die wirtschaftliche und industrielle Entwicklung sowie das Bevölkerungswachstum der letzten 150 Jahre haben die Natur- und Kulturlandschaft der Region stark gezeichnet. Die drei Bergischen Städte stellen nicht nur das verdichtete Zentrum einer intensiv genutzten Region dar, sondern liegen auch im Randbereich des industriell-urbanen Ballungsraumes Rhein-Ruhr. Daraus ergeben sich besondere, lagebedingte Belastungen, die die Raumnutzung vor Ort und die historischen Erblasten noch überlagern. Wenn Lebens- und Standortqualität der Bergischen Großstädte verbessert werden sollen, wird sich die zukünftige Entwicklung der Region vor allem auf die Erhöhung der Umweltqualität richten müssen.

Die Voraussetzungen hierfür sind gegeben. Das Ziel der langfristigen Umweltverbesserung wurde in allen drei Bergischen Städten in ihre programmatischen Ansätze zur Stadtentwicklung aufgenommen:

> "In der dicht besiedelten alten Industriestadt Remscheid sind sich überlagernd Umweltschäden der Vergangenheit und gegenwärtig zu Besorgnis Analß gebende weitere Umweltbelastungen zu beobachten. Die Stadt Remscheid steht daher vor der Aufgabe, die Altlasten früherer Jahre aufzuarbeiten und gleichzeitig Umweltvorsorge für folgende Generationen zu betreiben. Besonders der Aspekt der Umweltvorsorge erfordert, die Belange des Umweltschutzes im weiteren Sinne bei allen Planungen und Maßnahmen insbesondere bei der Sicherung der Standorte der gewerblichen Wirtschaft verstärkt zu berücksichtigen" (Vorlage der Stadt Remscheid vom 02.09.1988 'Verknüpfung der Stadtentwicklungsplanung mit der mittelfristigen Investitionsplanung').

> "Der Schutz der Umwelt, die Sicherung der vorhandenen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze gehören zu den wichtigsten Aufgaben unserer Stadt. ... Durch die weiter zunehmende Belastung und damit letztlich die Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen wird uns täglich vor Augen geführt, daß wir mit unserer Art zu leben an existenzielle Grenzen stoßen. Der Handlungsbedarf im Bereich des Umweltschutzes wird sich zwangsläufig weiter erhöhen. Als Gebot der Zukunft muß eine neue ökologisch orientierte Stadtentwicklungspolitik betrieben werden" (Stadt Solingen 1989, Zukunftsinvestitionsprogramm Solingen).

> "Der Rückgang der Bevölkerung und die Veränderung der Wirtschaftsstruktur bieten nunmehr Chancen zu einer heutigen Umweltanforderungen gerechter werdenden Gestaltung der Stadt durch den Abbau von Belastungen. Es werden damit nicht nur Beiträge zum Erhalt der natürlichen Lebensbedingungen geleistet. Eine gesündere Umwelt ist darüber hinaus auch eine Voraussetzung zur Entwicklung der städtischen Lebensqualität sowie zur

Erreichung neuer Standortqualitäten für die wirtschaftliche Entwicklung. Als Grundlage für eine bessere Umweltvorsorgeplanung ist ein umfassendes Entwicklungskonzept für eine auch langfristig umweltgerechte Stadtentwicklung vorzulegen" (Stadt Wuppertal, Handlungsprogramm Stadtentwicklung 1988).

Mit dem Programm "Natur 2000" liegt außerdem ein anspruchsvoller Rahmen für Leitlinien und Leitbilder zur Weiterentwicklung von Natur und Landschaft im Jahr 2000 vor, mit dem die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen eine langfristige Politik zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen formuliert hat (Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NW 1990). Dieses Programm sowie die Bemühungen auf kommunaler Ebene bilden wichtige Anknüpfungspunkte für eine stärkere ökologische Akzentuierung der Entwicklung der drei Städte. Die vorliegenden Ansätze zu verstetigen, ist die Chance und Herausforderung, die das Regionale Entwicklungskonzept Bergisch Land/Region Bergische Großstädte aus der Sicht der Umwelt bietet.

2. Die natürlichen Potentiale der Region Bergisches Land

2.1 Einführung

Regionalentwicklung läßt sich nicht nur unter Bezug auf die wirtschaftliche Entwicklung ausgewählter Teilräume definieren. Thoss (1984, S. 22) nennt als Faktoren des Entwicklungspotentials eines Raumes neben dem sogenannten Angebotspotential (Arbeitskräfte-, Kapital- und Infrastrukturpotential) und dem Marktpotential als Nachfragepotential auch das Umwelt-, Flächen- und Landschaftspotential als sogenanntes ökologisches Potential. Neef (1968) zählt zu den natürlichen Voraussetzungen eines Raumes vor allem die Faktoren Klima, Boden, Wasser und Relief (Topographie) sowie die Vegetation. Beide Faktorengruppen können zur Wohlfahrtswirkung wirtschaftlich genutzt werden. Natürliche Faktoren können nach Thoss (ebda.) aber auch dann Nutzen stiften, wenn sie nicht zur Güter- oder Dienstleistungsproduktion verwendet, also ökonomisch 'ausgebeutet' werden. Auch wirtschaftliche Nichtverwendung gilt in diesem Zusammenhang als Nutzungsart des Potentials. Diese Unterscheidung ist für eine Potentialbewertung im Rahmen regionaler Entwicklungskonzepte von besonderer Bedeutung, denn das Naturraumpotential im Bergischen Land läßt sich nicht in jeder Hinsicht in ökonomischen Kategorien ausdrücken bzw. wirtschaftlich 'verwerten'. Dies gilt insbesondere für die immateriellen, ethischen Aspekte des Naturschutzes. Da mit der Nichtnutzung von natürlichen Potentialen in der Regel auch ein Einkommensverzicht verbunden ist, stellt die Sicherung dieser Potentiale vor allem auch ein ökonomisches Problem dar.

Finke (1984, S. 34) hat in einer erweiterten Aufstellung mindestens acht Teilpotentiale des natürlichen Potentials als wesentliche Bestandteile des Ökosystems angegeben. Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen sieht die Naturraumpotentiale als Ausgangsbasis für eine differenzierte Land- und Bodennutzung, stellt aber auch fest, daß eine systematische und flächendeckende Erfassung dieser Potentiale mit Ausnahme der Bodenschätzung bisher nicht vorliegt (Umweltgutachten 1987, Tz. 2135). Auch ökonomisch relevante Naturraumpotentiale wie das Wasserdargebot oder die Rohstoffressourcen entziehen sich derzeit noch einer quantitativ und qualitativ hinreichend abgesicherten Bilanzierung.

Wenn auch grundsätzlich unbestritten ist, daß ökologische Funktionen immer auch von ökonomischer Bedeutung sind, so gibt es über die wirtschaftlichen Dimensionen der Umweltsicherung bzw. der Umweltnutzung nur fragmentarische Erkenntnisse. Die bisherige Diskussion über die Möglichkeiten und Grenzen einer Monetarisierung von Natur und Umwelt hat aber verdeutlicht, daß ungeachtet der Erkenntnislücken und vieler methodischer Probleme von einem beachtlichen ökonomischen Beitrag der Umwelt auszu-

gehen ist (vgl. Beckenbach, Hampicke und Schulz 1989). Umgekehrt wissen wir auch, daß Umwelt-Belastung erhebliche ökonomische Risiken und Kosten mit sich bringt: Mönig (1988) hat am Beispiel der Umweltschutzinvestitionen in Wuppertal einen Teil der finanziellen Leistungsströme im Umweltbereich dargestellt. Aktuell in der Diskussion sind die hohen Aufwendungen der Kommunen für die Abwasserbehandlung und Gewässerreinhaltung. Erinnert sei hier auch an Wicke (1986), der die Kosten der Umweltverschmutzung als "ökologische Milliarden" bezeichnet hat und den monetären Gegenwert der Umweltbelastung in der (alten) BRD auf eine jährliche Summe von mindestens 103 Mrd.DM geschätzt hat; in den neuen Bundesländern wird auf dramatische Weise deutlich, welche ökonomischen Dimensionen die Umweltzerstörung heute haben kann. Eine rein ökonomisch orientierte Potentialbetrachtung droht jedoch schnell die vielen wichtigen nichtmonetarisierbaren Begründungen zum Natur- und Umweltschutz in den Hintergrund zu drängen (vgl. Bierhals 1984). Der Deutsche Rat für Landespflege (1985) hat ausführlich auf die Bandbreite der Begründungen zum Artenschutz hingewiesen und die besondere Bedeutung der nicht-quantifizierbaren Aspekte (Ethik, Evolution, Umwelterziehung, Schutz der Eigenrechte der Natur) herausgestellt (ausführlicher dazu auch Birnbacher 1980). Naturnahe, nicht bebaute bzw. extensiv genutzte Flächen erfüllen zahlreiche mittelbare und unmittelbare Wohlfahrtswirkungen für den Menschen. Diese Funktion sollte auch in Regionalen Entwicklungskonzepten berücksichtigt werden.

Auf der Basis der vorhandenen Grundlagenwerke der Landesplanung und einiger Datenreihen der Umweltberichterstattung lassen sich Aussagen zu den wichtigsten ökologischen Potentialen der Region und ihrer Stellung im Verhältnis zu anderen Teilräumen machen. Im folgenden werden daher einige wichtige Elemente des regionalen Naturraumpotentials benannt. Dabei sind drei wichtige Gruppen zu unterscheiden: erstens unmittelbar ökonomisch nutzbare Potentiale des Naturraums (Lagerstätten, Wasser, Boden/Landbau), zweitens mittelbar ökonomisch relevante Potentiale (Erholungsfunktion, Ressourcenschutzfunktion), die nicht allein, aber auch die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter berühren, sowie drittens ökologische Potentiale, die sich einer wirtschaftlichen Verwertung entziehen, jedoch für die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen in einer Region, für ethische und normative Aspekte des Naturschutzes, aber auch für das Landschaftsbild und die äußere Gestalt einer Region einen Stellenwert besitzen.

2.2 Die natürlichen Potentiale der Region Bergisches Land

Der Untersuchungsraum "Bergisches Städtedreieck" gehört zum Rheinischen Schiefergebirge und damit zur Mittelgebirgsregion Nordrhein-Westfalens. Höhenlagen von durchschnittlich 200-300 m, von West nach Ost terrassenförmig ansteigend und maximale Höhen von über 500 m erreichend, ein stark zertaltes und gegliedertes Relief und durch

die Luvlage zur Niederrheinischen Bucht bedingte extrem hohe Niederschläge (Jahressummen bis 1300 mm im Raum Remscheid) sind die prägenden geographischen Merkmale dieses Raumes. Zwei naturräumliche Haupteinheiten gliedern das Untersuchungsgebiet: die Wuppersenke und das nördlich gelegene niederbergische Land gehören zum Bergisch-Sauerländischen Unterland, während das sich südlich anschließende echte Bergland den Bergischen Hochflächen zugeordnet wird (Meynen und Schmithüsen 1962). Am südwestlichen Randbereich der Stadt Solingen beginnt der Übergang zur naturräumlichen Einheit der Bergischen Heideterrasse. Höchster Punkt im Remscheider Stadtgebiet ist Hohenhagen mit 378 m über N.N., die tiefste Stelle bildet die Wupper bei Wiesenkotten mit 96 m über N.N.. Ähnlich ausgeprägt ist die Höhendifferenz in Solingen (höchster Punkt: Wasserturm Gräfrath mit 276 m, tiefster Punkt: Ohligser Heide mit 53 m über N.N.) und Wuppertal (höchste Punkte: Lichtscheid und Ronsdorf mit 350 m über N.N., tiefster Punkt Wuppersohle bei Müngsten mit 100 m über N.N.).[1]

Die geologische Basis des Naturraums besteht aus stark gefalteten, paläozoischen Sedimenten, vorherrschend sind Sandsteine, Tonsteine, Schiefer und Grauwacken aus Unterem und Mittlerem Devon, die vor circa 400-370 Mio. Jahren entstanden sind. Eine ökonomische Verwertung dieser Gesteins-Rohstoffe ist in der Region nur bedingt möglich. Dagegen sind vor allem in der Wuppersenke längs des Wuppertals mächtige Massenkalkvorkommen aus dem Mitteldevon eingelagert, die heute vor allem außerhalb des Gebietes der drei Städte intensiv abgebaut werden (schwerpunktmäßig im Raum Wülfrath/Dornap). Die stärkere Nutzung von Lagerstätten steht allerdings in Widerspruch zu einer nachhaltigen, ökologisch verträglichen Entwicklung der Freiräume in den Ballungsgebieten. Auch wenn aufgelassene Lagerstätten vielfach zu einer Bereicherung der ökologischen Vielfalt beitragen, scheidet eine größere Nutzung der Geopotentiale angesichts der begrenzten Freiraumreserven der Region zunächst aus.

Für die Ermittlung und Bewertung des Naturraumpotentials besitzt die regionalen Bodengüte eine große Bedeutung, denn die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter wird in hohem Maße durch die Produktionskraft der Böden bestimmt. Vorherrschender Bodentyp der Region sind lehmige Braunerden, mittel- bis tiefgründige, i.d.R. mittlere Böden mit durchschnittlichem Skelettgehalt. Nordwestlich des Städtedreiecks sind auf ausgedehnten Lößdecken die einzigen ergiebigen Böden der Region zu finden. Die Bodenwertzahlen liegen im allgemeinen unter 50, die Ertragskraft liegt damit erheblich unter den Werten der Landwirtschaftsregionen (maximale relative Bodenwerte reichen bis 100). Das Mittelgebirgsklima des Bergischen Landes, die geringe Bodenwertigkeit und die starken Neigungsverhältnisse sind maßgebend für unterdurchschnittliche landwirtschaftliche Ertragsverhältnisse. Unter diesem Aspekt ist die Region gegenüber den landwirtschaftlichen In-

1 Angaben nach Stadt Remscheid, Statistisches Jahrbuch 1989, Stadt Solingen, Landschaftsplan 1987, Stadt Wuppertal, Jahresbericht Statistik 1986/87/88.

tensivräumen zweifellos benachteiligt. Eine Analyse der Landwirtschaft in der Gesamtregion unter Einbeziehung der Umlandkreise ergab allerdings ein hohes Versorgungspotential im Bereich der Milchwirtschaft (vgl. von Winterfeld 1987).

Die landwirtschaftliche Nutzung erfüllt in Mittelgebirgen jedoch auch wichtige ökologische Funktionen: so ist sie beispielsweise Voraussetzung für die Pflege der bäuerlichen Kulturlandschaft und die Sicherung halbnatürlicher, typischer Lebensräume wie die extensiv genutzten Wiesen und Weiden des südwestfälischen Berglandes. Diese zu den charakteristischen Merkmalen des Naturraumes zählenden sogenannten 'Kulturbiotope' würden bei einer Nutzungseinstellung zugunsten der potentiellen natürlichen Vegetation -dem Wald- zurückgehen, die ökologische und landschaftliche Vielfalt der Region würde dadurch reduziert. Die Sicherung einer naturverträglichen Landwirtschaft kann also nicht nur mit der Existenzsicherung bäuerlicher Betriebe, sondern auch mit ökologischen Maßgaben begründet werden. Hinzu kommt die Aufrechterhaltung der -auch ökonomisch relevanten- Eignung der Region als Erholungsraum: einer vielfältigen, abwechslungsreichen Landschaft mit kleinräumigen Nutzungsstrukturen wird im allgemeinen eine höhere Erholungsqualität zugesprochen als einer monotonen, ausgeräumten Landschaft. Die Landwirtschaft bekommt somit eine neue Rolle für die Sicherung der Umweltqualität und die Entwicklung der natürlichen Potentiale eines Raumes zugewiesen. Vorbedingung dafür ist jedoch, daß die heute als Umweltproblem anerkannte Intensivlandwirtschaft (sie gilt u.a. als Hauptursache des Artenrückgangs) auf naturverträgliche Wirtschaftsformen umgestellt wird. In bestimmten Fällen wird dazu auch finanzielle Unterstützung notwendig sein.

Neben der Landwirtschaft gehört auch die forstwirtschaftliche Nutzung zu den ökonomischen Elementen des natürlichen Potentials. Die Holz- und Forstwirtschaft hat vor allem im Oberbergischen und Rheinisch-Bergischen Kreis noch eine große Bedeutung als Wirtschaftsfaktor, denn das Mittelgebirge ist eine klassische Waldregion, die von den Klima- und Bodenverhältnissen her einen optimalen natürlichen Wuchsort und gute Voraussetzungen für die waldbauliche Nutzung bietet. In den Wäldern der drei bergischen Großstädte hingegen ist die wirtschaftliche Nutzung des Forstes in den Hintergrund getreten. Wie in der Landwirtschaft zeigt sich auch hier, daß unmittelbare ökonomische Funktionen gegenüber dem ökologischen und erholungswirksamen Stellenwert des Waldes an Bedeutung verlieren. Waldbestände können die Lebensbedingungen im Ballungsraum entscheidend verbessern. Die Flächenanteile des Waldes in den Bergischen Großstädten lagen 1989 bei 22,3% (Wuppertal), 23,0% (Solingen) und 28,3% (Remscheid). Alle drei Städte lagen damit erheblich über dem Durchschnitt der kreisfreien Städte des Landes NRW (14,5%), die Stadt Remscheid sogar über dem Landesdurchschnitt der Kreise (26,0%), (Daten nach LDS 1990).

Zum natürlichen Potential der Waldgebiete der Region gehören ferner die Bereiche mit besonderer forstwissenschaftlicher Bedeutung, die als Versuchsgüter, Naturwaldzelle o.ä. eingerichtet sind. Auf dem Gebiet der Bergischen Großstädte ist hier vor allem das 560 ha große Waldgebiet im Staatsforst Burgholz mit seinen Naturwaldzellen "Steinsieperhöh" und "Meersiepenkopf" zu nennen. Hinzu kommen auf dem Gebiet der Stadt Solingen einige kleinere kulturhistorisch wertvolle Waldbestände sowie ca. 30 ha Altholzinseln in Wuppertal.

Lage und Oberflächen des Naturraumes bestimmen das atlantische, feuchte Klima der Region. Die mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen Werten um 9.5°C am Westrand der Region und 6.5°-7.0°C in den höheren Lagen. Die mittlere Jahresschwankung der Temperatur liegt zwischen 15.5° und 16.5°C und zeigt die typischen Merkmale eines ausgeglichenen Klimatyps, der natürlicherweise nicht als Reizklima eingeordnet wird. Die Windverteilung entspricht der Luftdrucksituation im Jahresgang: im Sommer überwiegen die nordwestlichen, im Winterhalbjahr die südwestlichen Winde. Die hohe Reliefenergie führt zu einer starken geländeklimatologischen Differenzierung: Kaltluftentstehung, Nebelbildung und Inversionsneigung sind in den eingeschnittenen Tälern besonders ausgeprägt. Vor allem in der verdichteten Wuppersenke mit ihren hohen Belastungen treten diese Klimamodifikationen spürbar zutage. Hier haben die beiden wichtigsten südlichen Seitentäler (unteres Wuppertal, Blombachtal), die längs der Hauptwindrichtung streichen, eine wichtige Funktion als Frischluft- bzw. Ventilationssschneise (vgl. Gebietsentwicklungsplan Düsseldorf 1986). Gegenüber den häufig schlecht durchlüfteten Tallagen vor allem im Haupttal der Wupper kehren sich die Witterungsverhältnisse auf den Hochflächen im allgemeinen um. Dort sind zunehmende Windgeschwindigkeit und eine größere Zahl windoffener, immissionsärmerer Lagen festzustellen.

Klimatische Veränderungen resultieren aber auch aus der Flächennutzung: höhere Mitteltemperaturen, eine allgemein geringere Einstrahlung, geringere Luftfeuchtigkeit und höhere Niederschlagshäufigkeit (stärkere Nebelbildung und Wolkenbedeckung) sind die wichtigsten Kennzeichen des 'Stadtklimas'. Ursache sind die Energieumsätze der versiegelten Flächen und der Baukörper, die Abfuhr des Oberflächenwassers (herabgesetzte Verdunstung) sowie die gegenüber nichtstädtischen Ökosystemen zahlreichen klimarelevante Emittenden (Kraftwerke, Betriebe, Feuerungsanlagen, Motorfahrzeuge) (vgl. allem Sukopp 1973, Sukopp u.a. 1980). Nicht bebaute Flächen und Freiflächen mit Vegetationsbedeckung können diese unangenehmen Witterungserscheinungen positiv beeinflussen, indem sie Schadstoffe aus der Luft filtern, empfindliche Bereiche gegenüber Beeinträchtigungen abschirmen und die Temperaturerhöhung durch Verdunstung ausgleichen. Freiräume und Grünflächen können die klimatischen Verhältnisse in städtischen Ökosystemen also erheblich verbessern - auch dies sind unmittelbare Leistungen des natürlichen Potentials.

Witterung und Klima prägen die Eigenart der Bergischen Landschaft und sind verantwortlich für den großen Reichtum der Region: das Wasser. Ausschlaggebend dafür sind Jahresniederschläge von stellenweise über 1300 mm (im langjährigen Mittel) und die hohe Zahl von Regentagen (ca. 200/a) - die Region ist für ihr sprichwörtliches "Regenklima" bekannt. Bei den im Jahresablauf vorherrschenden Westwetterlagen ist das Bergland den einströmenden ozeanischen Luftmassen, die die reiche Niederschlagsspende in das Gebiet transportieren, ungeschützt ausgesetzt. Die im Osten und Südosten angrenzenden höheren Lagen bedingen einen zusätzlichen Staueffekt, der sich in Niederschlagshäufigkeit und Nebelbildung bemerkbar macht (Deutscher Wetterdienst 1960). Die Intensität des Niederschlags ist fast doppelt so hoch wie im Rheintal; innerhalb der einzelnen Städte gibt es kleinräumige Klimaunterschiede. Die hohen Jahressummen der Niederschläge haben zu einem Wasserreichtum in der Region geführt, der auch in deutlichem Gegensatz zum relativ geringen Produktionspotential der Böden steht. Das Oberflächenwasser kann in den zahlreichen Kerbtälern des Mittelgebirges sehr gut gespeichert werden, ein Umstand, der das Bergische Land zum Talsperrrengebiet par excellence gemacht hat. Als Standortfaktor hatte das reiche Wasserdargebot einen wegweisenden Einfluß auf die frühe Entwicklung von Industrie und Gewerbe im Bergischen Land. Mit dem Zwang zur Ausübung von Handwerks- und Gewerbetätigkeiten wurden die eher 'ungünstigen' Bodenverhältnisse ausgeglichen. Das kalkarme Wupperwasser schuf zudem die Ausgangsbedingungen für die Textilindustrie des heutigen Wuppertal, aus der sich mit der Farbenherstellung ein bedeutender Standort der Chemischen Industrie entwickelt hat. Der Oberflächenwasservorrat bekommt zur Trinkwasserversorgung eine wachsende Bedeutung. Die in regionalem Maßstab weniger bedeutenden Grundwasservorkommen können dagegen lokal durchaus beachtliche Größenordnungen erreichen. Sie werden zum Teil auf der Basis privater Entnahmen auch heute noch genutzt (Industrie). Aufgrund der insgesamt intensiven Raumnutzung bzw. der hohen Industriedichte scheiden sie jedoch als Trinkwasser-Lieferant in zunehmendem Maße aus. Außerdem sind die Grundwasserleiter in den Massenkalken im Raum Wuppertal sehr verschmutzungsempfindlich.

Trotz der reichen Verfügbarkeit des Oberflächenwassers ist der Selbstversorgungsgrad der Region mit Trinkwasser "allenfalls ausgeglichen" (Forschungsprojekt Regionale Technologiepolitik). Die Wasserversorgung drei Bergischen Städte beruht auf den Säulen Talsperrenwasser, Rheinuferfiltrat und Grundwasser. Die größte Bedeutung liegt bei den Talsperren, die Grundwasserförderung betrifft den städtischen Raum nicht nennenswert. Der regionale Selbstversorgungsgrad der einzelnen Städte bei der öffentlichen Wasserversorgung, also der Anteil des in den eigenen Talsperren gewonnenen Trinkwassers, lag 1989 bei 66% (Solingen; Gesamteigenförderung bei 91%) bzw. 69% (Wuppertal), bei steigender Tendenz; die Stadt Remscheid hat sich mit größeren Schwankungen vom Überschußgebiet (1975: 111%) zwischenzeitlich zum Importgebiet gewandelt, der Versorgungsgrad lag 1989 bei 94% (Angaben nach den Geschäftsberichten der drei Stadt-

werke). Die Versorgung der städtischen Bevölkerung beruht also zu einem großen Teil auf regionalen Ressourcen. Gut 33 % der Trinkwasserförderung der beiden Stadtwerke Wuppertal und Solingen werden durch die Wasserwerke Benrath (WSW) und Karnap (SWS) aus dem qualitativ geringerwertigen Rheinuferfiltrat bezogen. An dieser Stelle darf jedoch die erhebliche private Wasserentnahme (z.B. durch die Eigenförderung der Industriebetriebe, auch aus Grundwasser) nicht vergessen werden.

Die 'großen' bergischen Wasserlieferanten sind der Oberbergische und Rheinisch-Bergische Kreis. Die Region erhält aufgrund des reichen Ressourcenangebots eine zunehmende Reservefunktion als Trinkwasser-Lieferant für die benachbarten Ballungsräume der Rhein-Schiene, die bereits auch in die Landesplanung aufgenommen wurde. Vor allem der Bau der Großen Dhünn-Talsperre wurde mit einer Verbesserung der Versorgungssicherheit in den benachbarten Ballungsgebieten Köln und Düsseldorf begründet. Die regionalen Ressourcen sind im Rahmen der funktionsräumlichen Arbeitsteilung zunehmend in großräumige Verflechtungen einbezogen. Eine stärkere Nutzung des regionalen Wasserdargebotes könnte auch im Rahmen der naturverträglichen Nutzung vorhandener natürlicher Potentiale geschehen. Voraussetzung dafür ist allerdings eine angemessene 'Entlohnung' dieser Leistungen durch die Bezugsgebiete und, was unter ökologischen Aspekten ebenso wichtig erscheint: der sparsame Umgang mit der Wasserressource. Denn schwerwiegende Eingriffe in den Naturhaushalt bzw. die Landschaft durch weiteren Talsperrenbau sollten ebenso vermieden werden wie die verschwenderische Nutzung des Wassers.

Eine weitere wichtige Funktion der Wasserressourcen im Bergischen Land bestand in der Energiebereitstellung für die zahlreichen Hammerwerke, Schleifkotten und Schmieden. Bevor die Kohle des Ruhrkarbon (anfangs auch im niederbergischen Land) in großem Maßstab abgebaut werden konnte und sich damit zum Energieträger der Industrialisierung des Ruhrgebietes entwickelte, waren die Gewerbetreibenden auf die Wasserkraft angewiesen, die somit auch das typische Standortmuster der Bergischen Industrialisierung prägte. Heute spielt das Energiepotential des Naturraums faktisch kaum noch eine Rolle, obwohl die Region hier im Gegensatz zu den beiden anderen erneuerbaren Energieträgern (Wind und Sonne) durchaus über Nutzungsperspektiven verfügt. Die Stadtwerke Solingen nutzen die Wasserkraft seit einigen Jahren im Wasserwerk Glüder.

Die Kombination der bestimmenden Merkmale des Naturraumes -Wald, Wasser, Mittelgebirge- in relativ kurzer Entfernung zu den einwohnerstarken, verdichteten Ballungsräumen hat zu der großen Bedeutung der Region als Naherholungsraum geführt (vgl. Dach-Hamann 1977). Die Erholungsnutzung gilt in diesem Sinne als ein wichtiges Naturraumpotential, das auch ökonomisch relevant ist. Die Forderung nach einem verstärkten Ausbau der Erholungsfunktion bzw. der Steigerung ihrer Attraktivität ist unter diesem

Gesichtspunkt naheliegend. Mit einem Ausbau der Erholungsinfrastruktur können aber auch Qualitätseinbußen in der Attraktivität der Landschaft verbunden sein, wenn nicht eine möglichst verträgliche -und auch begrenzte- Erholungsnutzung angestrebt wird. Eine mögliche Option Erholungsnutzung in der Regionalentwicklung erfordert daher den Einsatz abgestimmter Instrumente zur Reduzierung baulicher, verkehrlicher und anderer nutzungsbedingter Eingriffe, wie es in den letzten Jahren z.B. verstärkt im Schwarzwald angestrebt wird. Insgesamt stellt sich die Frage, inwieweit der Naturraum im Bergischen Land stärker auf die Entwicklung von Angeboten im Bereich des 'Sanften Tourismus' ausgerichtet werden sollte bzw. könnte.

Wichtige ökologische Parameter des Naturraumpotentials sind die bioökologischen (Lebensraumfunktion) bzw. stadtökologischen Funktionen der Landschaft (s.o.) sowie die chemisch-physikalischen Regelungsfunktionen des Bodens. Dem unterdurchschnittlichen ökonomischen Produktionspotential der Böden im Bergischen Land steht insgesamt eine höhere ökologische Wertigkeit gegenüber. Gerade Sonderstandorte wie Magerwiesen, Moore und Quellfluren, naturnahe Bach- und Wiesentäler sind an die hier natürlich gegebenen geringen Nährstoffpotentiale gebunden. Sie werden vor allem durch anthropogene Stoffeinträge (Düngung) stark beeinträchtigt. Die Lebensraumfunktion steht in verdichteten Räumen in einer engen Beziehung zum Biotopverbund: eine große Bedeutung naturnaher Lebensstätten liegt in ihrer Funktion für die (Wieder-) Herstellung des Biotopverbundes und die Aufhebung der agglomerationstypischen Trennung und Zerschneidung naturnaher Biotope. Aufgrund der geringen Raumreserven und der hohen Nutzungskonkurrenz in den Städten verfügen die meisten naturnahen Lebensstätten über zu geringe Flächengrößen, um die Biotopansprüche vieler Arten und Gesellschaften befriedigen zu können, und sie sind zu weit voneinander entfernt bzw. die "Barrieren" zwischen ihnen sind zu stark, um den notwendigen Kontakt der Populationen untereinander zu gewährleisten. Einen Ausgleich können 'Trittsteinbiotope' sowie flächen- und linienhafte Landschaftselemente leisten, welche die Verbindung zwischen sonst getrennten Lebensräumen herstellen (Wolff-Straub 1984, Kaule 1986). Im Städtedreieck sind dies vor allem die Fließgewässer und ihre Randzonen.

Über die exakte Bedeutung des ökologischen Potentials dieser Region (zu dem außerdem hier noch die Regelungsfunktionen des Bodens im Ökosystem zu zählen sind, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll), gibt es angesichts der vielfältigen Wirkungsketten im Ökosystem und der unterschiedlichsten Anteile der jeweiligen Biotoptypen noch keine Kenntnis. Es ist jedoch davon auszugehen, daß der für Städte vergleichbarer Größenordnung noch -relativ- hohe Anteil von naturnahen, extensiv genutzten Flächen im bergischen Städtdreieck und insbesondere seinem Umland überdurchschnittliche positive Beiträge für den Naturhaushalt liefert. Diese werden allerdings in dem Umfang

gemindert, in dem naturnahe Standorte, Wald- und Landwirtschaftsflächen umgewandelt und verbaut werden. Je höher ihr Anteil in einer Stadtregion ist, umso größer sind ihre Effekte für den Naturhaushalt, aber auch ganz konkret für die Lebensqualität.

Auch die äußere Gestalt einer Landschaft bzw. eines Raumes wird zunehmend als Faktor des regionalen Entwicklungspotentials benannt. Dies gilt in besonderem Maße für die aus den vorhandenen Landschafts- und Nutzungsstrukturen resultierenden Landschaftsbilder. So ist das Vorhandensein der sogenannten "weichen Standortfaktoren" eng mit der Ästhetik von Stadt- und Landschaftsbildern verknüpft. Wie Curdes (1989) am Beispiel des Aachener Raumes gezeigt hat, wird die Einschätzung regionaler Entwicklungsperspektiven 'von außen' immer auch durch die Wahrnehmung äußerer Gestaltqualitäten eines Raumes bestimmt. Dort, wo das 'Bild' einer altindustriellen Region immer noch durch ihre konstituierenden Gestaltmerkmale geprägt wird, können diese potentiell auch als Hemmnis des wirtschaftlichen Strukturwandels auftreten.

Vergleicht man etwa die Region der Bergischen Großstädte mit dem benachbarten Ruhrgebiet, so stellt sich der Gestaltfaktor als ein entscheidender positiver Potentialfaktor des Bergischen Landes heraus. Dabei spielt auch die naturräumliche Struktur der Region eine besondere Rolle. Das Raumbild im Ruhrgebiet wird immer noch in hohem Maße durch die baulichen Strukturen der Montanindustrie bestimmt. Hochöfen, (wenn auch moderne) Schornsteine, Kühltürme und Leitungstrassen sind auch in den jüngeren Zonen der Ruhr-Industrialisierung (Hellweg- und vor allem Emscherzone) auffällige Gliederungselemente. Ihre Wahrnehmung wird begünstigt durch die naturräumlichen Gegebenheiten: die flache Niederungslandschaft der Hellweg-/Emscherregion läßt das Revier als ein intensiv genutztes, mehr oder weniger einheitliches Verdichtungsband erscheinen. Demgegenüber sind die natürlichen Voraussetzungen und Nutzungsmuster im Bergischen Land ganz anders: die kleinteilige Raumnutzung stellt in Verbindung mit der abwechslungsreichen Topographie des Mittelgebirges eine wesentlich höhere Wahrnehmungs- und Gestaltqualität der Region dar. Hierzu gehören neben natürlichen Faktoren auch Architektur und Städtebau, der regionale Baustil, technische Denkmale (z.B. Wassertürme) und Kulturdenkmale. Eine angestrebte Betonung der Funktionen "Wohnstandort und naturnahe Erholungsnutzung" für die Bergischen Großstädte würde durch die behutsame Pflege dieser Potentiale, ihre Berücksichtigung in der Bauleitplanung und ihre Verwertung im Rahmen regionaler und lokaler Marketingstrategien (in dieser Prioritätenfolge) sicher begünstigt.

2.3 Erste Schlußfolgerungen

Die natürlichen Potentiale dieses Raumes waren schon historisch gesehen Ausgangspunkte regionaler Innovationen. Die frühen industrie- und technologiepolitischen Aktivi-

täten zeichneten sich durch eine effektive Nutzung der natürlichen Potentiale und Ressourcen sowie eine geschickte Anpassung an die naturräumlichen Gegebenheiten, insbesondere die Topographie, aus. Die natürliche Ausstattung des Raumes wurde damit zu einem wichtigen und prägenden Faktor der bergischen Industrialisierung:

* Die aufgrund der kargen Böden wenig ertragreiche Landwirtschaft zwang viele Bauern dazu, zusätzliche Gewerbetätigkeiten aufzunehmen, um das Einkommen aufzubessern.
* Die stark zerklüftete Mittelgebirgslandschaft mit steilen Hängen und engen Tälern ließ wenig Raum für die flächenhafte Ausbreitung von Siedlung und Gewerbe und ist ein Grund für das dichte Nebeneinander von Betrieben und Wohnhäusern (Gemengelagen).
* Der Reichtum an Holz und Wasser stellte eine erste Basis für Kraftübertragung und Wärmeerzeugung dar. In der Frühphase der Industrialisierung wurde die Wasserkraft zum direkten Antrieb der Hämmer und Maschinen genutzt.

Stärken und Schwächen des Naturraumpotentials:

Landschaftsgliederung, Landschaftsstruktur	+
Gestalt, Raumstruktur	+
Wasserdargebot, insbes. Oberflächenwasser	+
Wald- und Vegetationsstruktur	+
Erholungsnutzung	+/o
Ertragspotential Landwirtschaft	o/-
Lagerstätten, Rohstoffe	-

Eine Steigerung der natürlichen Potentiale dieses Raumes war in der Vergangenheit mit der Fähigkeit zur Anpassung der wirtschaftlichen Tätigkeiten an die Bedingungen des Naturraumes verbunden und wird in Zukunft auch nur möglich sein, wenn entsprechende innovative Aktivitäten der Wirtschaftsakteure stattfinden. Eine solche Innovationsstrategie sollte die Bereiche Umweltvorsorge, Umweltplanung und Umwelttechnik umfassen und sollte nicht von vornherein als Restriktion verstanden werden, sondern als positive Möglichkeit zur Besetzung eines Zukunftsmarktes. Beispielhaft könnte eine solche Strategie im schonenden und behutsamen Umgang mit der natürlichen Ressource Wasser erprobt werden.

Bei der Sicherung und schonenden Weiterentwicklung der natürlichen Potentiale im Bergischen Land hätte eine naturverträgliche Landnutzung eine besondere Bedeutung. Land- und Forstwirtschaft, Naherholung, Biotopschutz sowie die Nutzung der Ressource

Wasser sind hier aufs engste miteinander verknüpft. Probleme und Potentiale dieser Bereiche sollten künftig hinsichtlich ihrer verträglichen und ertragreichen Nutzung integriert werden. Ausgehend von einer Kombination der verschiedenen Nutzungs- und Schutzfunktionen der Land- und Forstwirtschaft mit den Anforderungen des Biotopschutzes und der Wasserwirtschaft könnte auch die behutsame, nachhaltige Nutzung nachwachsender, sanfter Rohstoffe erprobt werden und zu einem integrierten Modell weiterentwickelt werden (s. Kap. 5).

3. Ökologische Belastungen und Problemfelder der Region

3.1 Stadtentwicklung und Stadtstrukturen

Die drei Bergischen Großstädte bilden einen Verdichtungsraum, in dem über 660.000 Einwohner auf einer Fläche von ca. 332 km^2 leben. Die Bevölkerungsdichte lag 1987 mit 1.939 EW/km^2 nur geringfügig unter dem Wert der Kernstädte des Agglomerationsraums Rhein-Ruhr (2.046, BfLR) und erheblich über dem Durchschnitt kreisfreier Städte des Landes NRW (1870 EW/km^2). In den letzten beiden Dekaden haben alle Städte erheblich an Bevölkerung verloren: zwischen 1970 und 1987 sank die Einwohnerzahl Remscheids von 138.326 um 13,2% auf 120.132 Einwohner, in Solingen von 178.670 um 11% auf 159.103 und in Wuppertal von 424.551 um 13,9% auf 365.662 (Zahlen nach den Ergebnissen der Volkszählungen 1970 und 1987). In den letzten Jahren sind jedoch wieder Zuwächse zu verzeichnen: zum 31.12.1989 werden für Remscheid 121.786, für Solingen 162.928 und für Wuppertal 378.312 Einwohnerinnen und Einwohner angegeben; die Bevölkerungsdichte liegt damit bei 1.994 EW/km^2 (LDS NW 1990). Die hohe Bevölkerungsdichte und die intensive Flächennutzung in allen drei Städten sind maßgebliche Determinanteen der Umweltbelastung in der Region. Siedlungs- und Verkehrsflächen nehmen in den drei Städten 37,2% (Remscheid), 41,7% (Solingen) bzw. 46,1% (Wuppertal) des Stadtgebietes ein (Ergebnisse der Flächenerhebung 1989). Im Vergleich zu den anderen Großstädten der (alten) Bundesrepublik belegen die Bergischen Städte -insbesondere Wuppertal- hinsichtlich der Einwohnerdichte hinter Städten wie Herne, Gelsenkirchen, Bochum und Nürnberg einen vorderen Rang (vgl. Klemmer und Eckey 1990).

Nach der aktualisierten Bevölkerungsprognose des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik NW von 1988 wird sich die Bevölkerung in den drei Städten bis zum Jahr 2000 weiter erhöhen. In Remscheid und Solingen wird bis zum Jahr 2005 mit einem weiteren Anstieg gerechnet (2,7 bzw. 5,7 Prozentpunkte gegenüber 1988), während in Wuppertal zwischen 2000 und 2005 eine Stagnation erwartet wird (Landesentwicklungsbericht NRW 1988, S. 153). Auch wenn derartige Prognosen aufgrund der aktuellen Wanderungsdynamik großen Unsicherheiten unterliegen, dürfte sicher sein, daß künftig mit weiteren Zugewinnen zu rechnen ist und die bis vor kurzem noch gültigen Annahmen über die zukünftigen Trends der Stadtentwicklung der 90er Jahre möglicherweise hinfällig werden. Zumindest die einwohnerabhängigen ökologischen Belastungen -Druck zur Ausweisung von Wohnbauland und Gewerbeflächen, Anstieg der Verkehrsdichte etc.- verbleiben auf einem hohen Niveau.

Auch werden sich die gesellschaftlichen, ökonomisch-technischen und ökologischen Rahmenbedingungen der zukünftigen Entwicklung von Städten und Stadtregionen weiter

wandeln (vgl. Gatzweiler 1987, S. 635 ff.). Gesellschaftlicher Wertewandel, wirtschaftlicher Strukturwandel, räumliche Diffusion neuer Techniken und erhöhte Anforderungen an die Infrastrukturen werden weiterhin auf die Stadtentwicklung einwirken. "Langfristig sind Veränderungen zukünftiger Stadtstrukturen vor allem auf der lokalen Ebene zu erwarten. Großräumig betrachtet, sind mittelfristig keine neuen spektakulären Veränderungen zu erwarten. Die Entwicklung wird weiter durch einen z.T. sich selbst verstärkenden Prozeß räumlicher Differenzierung gekennzeichnet sein. Die derzeit bestehenden Entwicklungsunterschiede zwischen den Verdichtungsregionen werden weiter bestehen bleiben. Die auf große Dienstleistungszentren orientierten historisch jüngeren Verdichtungsräume ... werden weiter begünstigt sein. Dagegen drohen strukturschwache altindustrialisierte Regionen weiter an Bedeutung zu verlieren. Die Bewältigung des wirtschaftsstrukturellen Wandels ist hier zwangsläufig mit Arbeitsplatzverlusten, Arbeitslosigkeit und einer weiteren Bevölkerungsabnahme verbunden. Zudem sind diese Regionen am stärksten von Umweltbelastungen als Folge vorangegangenen Wachstums betroffen" (ebenda).

Im Rahmen der Umstrukturierung altindustrieller Regionen wird "Investitionen in die Verbesserung der Umweltbedingungen" an gleicher Stelle eine besondere Funktion zugewiesen, die Anpassungsprobleme des strukturellen Wandels zu überbrücken. Dabei müssen die vorhandenen Raumstrukturen des Stdtedreiecks berücksichtigt werden: innerregional spielt die Entwicklung der einzelnen Räume und Funktionen der jeweiligen Städte eine Rolle, intraregional sind hier die kleinräumigen Stadtstrukturen von Bedeutung, die vermehrt zum Gegenstand der Raumbeobachtung gemacht werden. Gemeinsames Merkmal aller drei Städte ist der hohe Anteil an eigenständigen Nebenzentren bzw. Stadtteilen, die für sich jeweils separate Milieus darstellen und für künftige Stadtentwicklungskonzeptionen gemäß dem Leitbild einer "Dezentral-integrierten Stadtstruktur" (Neddens 1986) durchaus Anknüpfungspunkte für ökologisch tragfähige Entwicklungen besitzen (sparsame Flächenpolitik, Verkehrsreduzierung). Eine wichtige Voraussetzung für die Mobilisierung solcher Potentiale ist die Nutzung der kompakten Baustrukturen (Gemengelagen) sowie die qualitative Aufwertung der verdichteten Bereiche durch Maßnahmen der ökologischen Stadterneuerung.

3.2 Ausgewählte Problemfelder der Umweltentwicklung

3.2.1 Flächennutzung

Einer der wichtigsten Indikatoren für die Umweltbelastung in der Region ist die Flächennutzung in den drei Städten. Als Folge von Industrialisierung und intensiver Raum-

nutzung nicht zuletzt auch in den Gemengelagen ist ein hoher Anteil der Stadtgebiete in der Region überbaut und versiegelt. Die aktuelle Flächenbilanz wurde nach den Flächenerhebungen des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik (LDS (NW) auf Basis der Angaben der Vermessungsämter zusammengestellt, sie weist folgende Werte aus (Siedlungsflächen nach der Definition des Statistischen Bundesamtes):

1989	**Gesamt**	**Siedl./Verk.**	**Landw.**	**Wald/Wasser**
RS	7460	2796/37,4%	2409/32,3%	2202/29,5%
SG	8946	3730/41,7%	2944/32,8%	2175/24,3%
W	16837	7744/45,9%	4972/29,5%	3905/23,2%
NRW (kreisfr. Städte)		47,6%	33,3%	17,5%

Werte in ha; Quelle: LDS NW nach Angaben der Vermessungsämter, Flächenerhebung 1989; BfLR.

Die Erhebung 1981 kam zu folgenden Ergebnissen:

1981	**Gesamt**	**Siedl./Verk.**	**Landw.**	**Wald/Wasser**
RS	7460	2531/33,9%	2710/36,3%	2145/28,7%
SG	8945	3176/35,5%	3178/35,5%	2172/25,1%
W	16836	7254/43,0%	5434/32,2%	3923/23,3%

Werte in ha; Quelle: LDS NW nach Angaben der Vermessungsämter, Flächenerhebung 1981.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Flächenerhebung 1981 haben sich die Anteile von Siedlungsflächen und Verkehrsflächen deutlich erhöht, während die Landwirtschaftsfläche weiter abnimmt. Wald- und Wasserflächen sind bei insgesamt hohen Anteilen nahezu konstant geblieben. Eine nähere Aufschlüsselung der besiedelten Fläche zeigt einige interessante Merkmale der Wachstumsentwicklung im innerregionalen Vergleich. Das Wachstum von Siedlungs- und Verkehrsflächen betrug in den Kernstädten der Verdichtungsräume der alten Bundesrepublik zwischen 1981 und 1985 4,44%, im darauffolgenden Zeitraum 1985-1989 abgeschwächt 3,23% (BfLR 1990). Die Kernstädte des Bergischen Städtedreiecks haben sich -vom Wachstumstempo her zwar auch verlangsamt- dagegen sehr unterschiedlich und teilweise abweichend vom Bundestrend entwickelt:

1981-1985	Siedlung	Verkehr	Freiraum
Remscheid	+ 5,2 %	+ 6,6 %	- 3,9 %
Solingen	+ 15,5 %	+ 18,7 %	- 4,7 %
Wuppertal	+ 4,0 %	+ 0,8 %	- 2,7 %
NRW	+ 7,3 %	+ 3,5 %	- 1,3 %
Kernstädte Bund (nur Siedl./Verkehr): + 4,4 %			

Werte in Prozent, Veränderung 1985 gegenüber 1981; Quelle: LDS NW nach Angaben der Vermessungsämter, Flächenerhebung 1981, 1985.

1985-1989	Siedlung	Verkehr	Freiraum
Remscheid	+ 5,0 %	+ 3,3 %	- 1,1 %
Solingen	+ 0,5 %	+ 3,6 %	- 0,8 %
Wuppertal	+ 3,7 %	+ 2,4 %	- 2,6 %
NRW	+ 6,9 %	+ 3,7 %	- 1,4 %
Kernstädte Bund (nur Siedl./Verkehr): + 3,2 %			

Werte in Prozent, Veränderung 1989 gegenüber 1985; Quelle: LDS NW nach Angaben der Vermessungsämter, Flächenerhebung 1985, 1989.

Bei der Bewertung der Entwicklung des Flächenverbrauchs in den Bergischen Großstädten ist zunächst zu berücksichtigen, daß die Ausgangsbelastung aufgrund der historischen Entwicklung (frühe Industrialisierung) zwar hoch gewesen ist, im Vergleich mit anderen Städten insgesamt aber noch ein hoher Anteil unbebauter Flächen (LW, Wald) gegeben ist. Dies ist u.a. auch der in anderem Zusammenhang oft als Standortnachteil bezeichneten Topographie zu verdanken. In den achtziger Jahren hat die Flächenbeanspruchung, in den drei Städten jeweils unterschiedlich, zum Teil überdurchschnittlich stark zugenommen. Wie die Statistik zeigt, gehen die Zuwächse zum Teil deutlich auf das Konto der Bauflächen, während der Verkehrsraum mit Ausnahme Solingens (1981-1985)

durchschnittlich anstieg. Da das bundesweit verringerte Wachtumstempo im Flächenverbrauch allgemein auf die gesunkene Neubautätigkeit zurückgeführt wird (BfLR 1990), sprechen die Daten für eine überdurchschnittliche Siedlungsentwicklung in der Region. Dieser Trend wird sich in Zukunft allerdings noch verschärfen, denn der Druck zur Baulandausweisung für Wohngebiete hat bereits wieder spürbar zugenommen. Auch die Engpässe bei der Befriedigung des gewerblichen Flächenbedarfs werden nachhaltig auf die Freiraumreserven drücken.[1]

Der Anteil der bebauten Flächen in den Bergischen Großstädten wird daher in Zukunft vermutlich weiter wachsen. Eine Bewertung dieses Tatbestandes aus ökologischer Sicht muß sich vor allem mit dieser Entwicklungstendenz auseinandersetzen; sie sollte die Flächensituation mit dem im Verhältnis zu vergleichbaren Großstädten (noch) überdurchschnittlich hohen Anteil von Freiflächen am gesamten Stadtgebiet nicht als ökologisches Problem marginalisieren. Gerade vor dem Hintergrund künftiger Entwicklungen (zunehmende Nutzungskonflikte und -ansprüche) ist die Situation der Freiräume besorgniserregend und sollte konkrete Konsequenzen auch für Maßnahmen und Projekte des Regionalen Entwicklungskonzepts haben; vgl. zu dieser Einschätzung auch die Analyse der Flächenentwicklung am Beispiel der Stadt Wuppertal durch Mönig (1988, S. 109-119).

Da die Freiflächen nicht nur ökologisch relevant sind, sondern auch eine zentrale Bedeutung für die Attraktivität des Wohnstandortes und seine (Nah-) Erholungseignung besitzen, ist die Versorgung der Wohnbevölkerung mit Freiflächen ein weiterer Indikator für die Umweltsituation. Hierzu kann auf die laufende Raumbeobachtung der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) zurückgegriffen werden, die das Verhältnis von Einwohner zu Siedlungsfläche und Freifläche in allen Raumordnungsregionen widerspiegelt. Danach lag die Freiflächenversorgung in qm pro Einwohner der Raumordnungsregion Wuppertal (ROR 28), die dem Gebiet der drei bergischen Großstädte entspricht, Mitte der achtziger Jahre bei 309 qm/EW (BfLR 1989, S. 835 ff). Damit lag die Region nur geringfügig über der Freiraumversorgung des Durchschnitts der großen Kernstädte der Bundesrepublik (266 qm/EW), aber wesentlich unter den Werten der mittleren Kernstädte bzw. der anderen Regionen allgemein. Auch im Vergleich zu den entsprechenden Teilräumen des Ruhrgebietes ist die Versorgung in den drei bergischen Großstädten unterdurchschnittlich: so liegt der Wert im Agglomerationsraum Rhein-Ruhr-Mitte 617 qm/EW fast exakt doppelt so hoch wie im bergischen Städtedreieck (BfLR 1989, S. 822).

Die extreme Ausprägung dieser geringen Freiraumversorgung hängt neben der Bevölkerungsdichte zum Teil auch mit der Abgrenzung der Raumordnungsregionen zusam-

1 Vgl. den Entwurf des Handlungskonzepts Gewerbeflächen der Arbeitsgruppe 3 der Regionalkonferenz vom Januar 1990 mit Änderungen, Stand 02.11.1990.

men, wie auch allgemein die ökologische Bedeutung der Siedlungsverdichtung mit dem Verweis auf den Verlauf der Stadtgrenzen oder auf unterschiedliche statistische Zurechnungen (Bsp. Siedlungsfläche) häufig relativiert wird. Zweifellos ist das Maß der Verdichtung in den einzelnen Städten sehr unterschiedlich ausgeprägt und auch kleinräumig stark differenziert. Andererseits ist aber zu berücksichtigen, daß trotz fallweise größerer Freiraumreserven (etwa in Außenbereichen) die Funktionen von Freiflächen gesamtstädtisch in der Regel schon stark beeinträchtigt sind; dies gilt insbesondere für bioökologische Funktionen, die auf den kleinen Restflächen in der Regel nicht mehr gegeben sind. Auch physikalisch-chemische Funktionen sind vielfach reduziert, wie zum Beispiel die Verkehrsflächen zeigen: Verkehrsemissionen reichen mit ihren Belastungen auch auf angrenzende Flächen und führen tendenziell zu höheren Belastungen, als es statistisch ablesbar ist.

In diesem Kontext ist auch die Entwicklung der Verkehrsflächen in der Region ein interessanter allgemeiner Indikator. Die Versorgung der Stadtregion mit überörtlicher Straßenverkehrs-Infrastruktur ist außerordentlich gut: die Straßennetzdichte liegt mit 1.28 km Straßenlänge pro km2 Fläche über dem Durchschnitt der kreisfreien Städte des Landes NRW (1.19 km/km2), nur Remscheid liegt darunter. Das überörtliche Straßennetz hat eine Länge von zusammen fast 420 km, dazu gehören 39 km der besonders flächenzehrenden Autobahnen.

Überörtliches Straßennetz 1989

Stadt	km2	TSDEW	BAB	B	L	K	Su.	Str/km^2
RS	75	121	7.8	27.4	49.2	11.4	95.8	1.29
SG	89	162	1.8	19.6	52.1	23.1	96.6	1.02
W	168	378	31.0	44.1	111.6	49.1	235.8	1.38
SUMME:	332	663	40.6	91.1	212.9	83.6	428.2	1.28

Erläuterung: TSDEW = Einwohner in 1000; B = Bundesstraßen; K = Kreisstraßen; L = Landesstraßen; Str.km/km2 = Straßen-km pro km2 Fläche; Quellen: LDS-Kreisstandardzahlen NW 1990, eigene Berechnungen.

Parallel zum Zuwachs der Verkehrsflächen hat auch die Fahrzeug- und Verkehrsdichte zugenommen. In den drei Bergischen Städten sind heute mehr als 300.000 Pkw und über 13.000 Lkw zugelassen (Stand 01.07.1990). Der Fahrzeugbestand in der Region ist in der Zeit von 1971 bis 1990 stark angestiegen, in einzelnen Städten wuchs die Zahl der zugelassenen Pkw um über 80%, die Motorisierungsrate (Pkw/1000 EW) liegt heute

(Durchschnitt der Gebietskörperschaften) bei 455 Pkw/1000 EW und damit gerinfügig unter dem durchschnittlichen Niveau der alten Bundesrepublik (ca. 500 Pkw/1000 EW, eig. Berechnungen nach Bundesminister für Verkehr 1990). Darin drückt sich auch die gewaltige Motorisierungsdynamik der letzten drei Jahrzehnte aus. Auffallend ist darüber hinaus die im Vergleich zu den Kernstädten hohe Pkw-Dichte der ländlichen Umlandkreise (Rheinisch-Bergischer Kreis, Oberbergischer Kreis) mit einer Dichte von mehr als 500 Pkw/1000 EW.

Kfz-Bestand und Pkw-Dichte in der Region 1971 und 1990

01.01.1971

Stadt	Einw.	Pkw	Lkw	Pkw/1000 EW
Remscheid	139.000	31.115	2.227	225
Solingen	177.000	41.946	2.780	237
Wuppertal	415.000	91.678	7.704	221
Summe:	731.000	164.739	12.711	225

31.07.1990 (EW: 31.12.1989)

Stadt	Einw.	Pkw	Lkw	Pkw/1000EW	Pkw+
Remscheid	121.786	56.553	2.792	464	82%
Solingen	162.928	76.751	3.344	471	83%
Wuppertal	378.312	168.182	7.511	444	83%
Summe:	663.026	301.486	13.647	455	

Quellen: LDS-Kreisstandardzahlen NW 1990, LDS NRW 1990.

Die zukünftige Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur ist dadurch gekennzeichnet, daß der Ausbau des Straßennetzes in der Region weiter voranschreitet, während die Verkehrsflächen der ökologisch weitaus vorteilhafteren Eisenbahn stetig reduziert werden. Auch das relativ umweltschonende Stadtverkehrsmittel Strassenbahn, das im Bergischen Land mit einem der dichtesten regionalen Streckennetze Deutschlands vertreten war, gibt es nicht mehr. Sein Netz wurde komplett abgebaut, die letzte Zweigstrecke der

Bundesbahn in Wuppertal (die Rheinische Strecke) steht kurz vor der Stillegung. Wichtige Positivposten sind allerdings der Oberleitungsbus in Solingen und (natürlich) die Wuppertaler Schwebebahn. Aus ökologischer und städtebaulicher Sicht hat sich vor allem der Straßengüterverkehr zum Problem entwickelt, für den bereits kurzfristig hohe Wachstumsraten prognostiziert werden (EG-Binnenmarkt, Osteuropa), Steuerungskonzepte auf lokaler und regionaler Ebene ebenso wie technische Maßnahmen zur Reduktion von Schadstoffen beim Lkw-Verkehr im Gegensatz zum Pkw-Bereich noch unterentwickelt sind. Im Güterverkehr werden derzeit durch den Rückzug der Bundesbahn -von der Öffentlichkeit kaum registriert- Fakten geschaffen, die eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene immer unwahrscheinlicher machen; so aktuell durch Rückbau von Gleisanlagen und Kündigung der Gleisanschlüsse an der KBS 410.

Eine Auswertung der aktuellen Planungen im Straßenbau (Bundesverkehrswegeplan 1985, Landesstraßenausbaugesetz von 1987) kommt hinsichtlich des Fächenbedarfs überörtlicher Verkehrswege in der Region zu folgender Fortschreibung der Verkehrsflächen bis zum Jahr 2000 (Bezugsjahr 1985):

Verkehrsflächenzuwachs	in ha	in %
Remscheid	81,38	14,64
Solingen	50,91	7,52
Wuppertal	124,02	8,15

Quelle: Forschungsgruppe Stadtverkehr 1988

3.2.2 Freiraum- und Landschaftsentwicklung

Der wachsende Verbrauch von Freiflächen führt gerade in den Ballungsgebieten mit ihrem hohen Anteil von Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen zu wachsenden Konflikten mit dem Ziel der Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen. In Nordrhein-Westfalen gingen in den letzten 20 Jahren durchschnittlich 8 000 ha Freiraum pro Jahr verloren (Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft 1988). In ihrer Bodenschutzkonzeption hat die Bundesregierung deshalb als Leitlinie des Bodenschutzes eine "Trendwende im Landverbrauch" gefordert (Bundesminister des Innern 1985); weitere diesbezügliche Aussagen finden sich z.B. im § 2(1) Nr.7 Raumordnungsgesetz (ROG), im neuen § 2(1) Nr.10 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und auch im § 1(5) des Baugesetzbuches (BauGB). Erklärtes Ziel der Landesplanung in NRW

schließlich ist es, den Freiraum grundsätzlich zu schützen (Landesentwicklungsplan III: Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen; MURL 1988). Ausnahmen sollen nur im Fall des nachgewiesenen Bedarfsanspruches oder aber im Fall der Zuführung gleichwertiger, bisher anderweitig genutzter Flächen zum Freiraum zugelassen werden.

Für den Fall der unvermeidbaren Inanspruchnahme von Flächen sehen der §8 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und analog dazu der §4 des Landschaftsgesetzes Nordrhein-Westfalen (LG NW) den Ausgleich eines Eingriffs durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege vor. Ausgeglichen ist ein Eingriff danach, "wenn nach seiner Beendigung keine erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigung des Naturhaushaltes zurückbleibt und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist" (§4, Abs. 4 LG NW). Ein Eingriff ist zu untersagen, "wenn die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Rang vorgehen und die Beeinträchtigung nicht zu vermeiden oder nicht im erforderlichen Maße auszugleichen ist" (§4, Abs. 5 LG NW).

Mehr als 12 Jahre nach Einführung der Eingriffsregelung in das naturschutzrelevante Rahmengesetz (BNatSchG) und die entsprechenden Ländergesetze sieht es jedoch so aus, daß der praktische Vollzug dieser Regelung erhebliche qualitative und quantitative Mängel aufweist. Neben den vielfach geforderten Abschaffung der Landwirtschaftsklausel und einer Besserstellung der Landschaftsbehörden im Abwägungsprozeß mit den Fachplanungen wird immer wieder auch der Eindruck kritisiert, die Regelung von Ausgleich und Ersatz für Eingriffstatbestände könnte grundsätzlich jeden Eingriff des Menschen in Natur und Landschaft 'ausgleichen' bzw. 'ersetzen'. Daß dies aus ökologischer Sicht keinesfalls richtig ist, haben Kaule und Schober (1985) umfassend dargestellt und begründet. Die Unzulänglichkeit der Eingriffsregelung und das weitergehende Versagen der Landschaftsplanung sind nach Ansicht des Sachverständigenrates für Umweltfragen (Umweltgutachten 1987, Tz. 335 ff.) die wesentlichen Gründe für den nach wie vor ungebremsten Artenrückgang. Insgesamt stehen Naturschutz und Landschaftspflege einem wachsenden Druck ökonomischer Interessen gegenüber.

Unbefriedigende Kompromisse wie z.B. die überwiegende Regelung des §8 BNatSchG durch Ausgleich/Ersatz und der überwiegende Verzicht auf die Anwendung der Vermeidungsmöglichkeit werden von den personell und sachlich häufig nicht ausreichend ausgestatteten Landschaftsbehörden dann in aller Regel als 'real-politisch' maximal erreichbar dargestellt (Lüderwaldt 1988). (Bei der Vertretung ökologischer Belange in den Landschaftsbeiräten stellt sich außerdem das Problem, daß in den Beiräten Naturschützer und Naturnutzer vertreten sind und somit in Konfliktfällen schon auf dieser Ebene -und nicht erst in den politischen Entscheidungsgremien- eine Abwägung zwischen ökologischen und ökonomischen Ansprüchen stattfindet).

Bei der unzureichenden Handhabung der Eingriffsregelung laufen die Kommunen jedoch zunehmend Gefahr, die Flächenansprüche zum Beispiel im Bereich der Gewerbeansiedlung gerade aus diesen Gründen nicht mehr realisieren zu können: in der Bauleitplanung wird die qualifizierte Berücksichtigung ökologischer Belange nach der bestehenden Gesetzeslage durch den Regierungspräsidenten immer stärker zur Genehmigungs-Voraussetzung gemacht; die Berücksichtigung ökologischer Belange wird also immer stärker auch zu Problemen und Verzögerungen in der Planung führen (auch in den bergischen Städten gibt es entsprechende Beispiele dafür). Dies ist aber letztlich nur als Aufforderung zu einer fundierten ökologischen Absicherung der Stadtentwicklungsplanung zu verstehen.

Auch das Instrument der Landschaftspläne, mit denen Schutz und Entwicklung der Landschaft außerhalb der Bauleitplanung gesichert werden sollten, wird hinsichtlich seiner Fähigkeit zur Verbesserung der Situation von Natur und Landschaft kritisch bewertet. "Die von der Landesregierung 1985 eingeleitete Politik von Naturschutzfachprogrammen mit konkreter räumlicher Begrenzung wurde nötig, weil die Landschaftsplanung den Schutz und die landesweite Vernetzung bedrohter Biotoptypen nicht schnell genug verwirklichen konnte" (Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NW 1990, S. 60). Über die Effizienz der Landschaftsplanung wird daher seit einigen Jahren eine intensive Diskussion geführt.[2] In den Bergischen Großstädten ist der Stand der Landschaftsplanung sehr unterschiedlich fortgeschritten. Nur in Solingen konnte bisher ein Landschaftsplan in Kraft treten (1987, als landesweit zweiter Landschaftsplan einer kreisfreien Stadt); er erfaßt das gesamte Stadtgebiet, umfangreiche Planungen und Maßnahmen zur Umsetzung der Pflege- und Entwicklungsziele sind bereits relativ weit fortgeschritten. In Remscheid müßte die Landschaftsplanung nach Einschätzung des Umweltamtes aus Gründen der zeitlichen Überholung im Prinzip von Neuem beginnen, allerdings ist für 1991 die Auslegung eines Teilplans (Gelpe) vorgesehen. In Wuppertal wurde bisher einer von vier Landschaftsplänen (Ost) ausgelegt, für den Landschaftsplan 'Wuppertal-Gelpe' wurden die frühzeitige Bürgerbeteiligung und die Anhörung der Träger öffentlicher Belange durchgeführt. Die hohe Zahl von Einwendungen zum Landschaftsplan Ost (über 800) und die insgesamt viel zu geringen Bearbeitungskapazitäten im Planungsamt und im Garten- und Forstamt behindern jedoch eine zügige Realisierung. Der Stand der Landschaftsplanung ist daher insgesamt recht problematisch, die Konflikte ökologischer Zielsetzungen mit ökonomischen Nutzungsansprüchen (und umgekehrt) können dazu führen, daß dieses Instrument nicht mehr im ursprünglich anvisierten Maße zu nutzen ist. Eine Weiterentwicklung der Freiraumpolitik erscheint daher

2 Vgl. hierzu Tz. 410, 411, 412 im Umweltgutachten 1987 des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Bartelheimer und Copak 1989, die Beilage "Naturschutzforum NRW" zu Heft 4/1990 der LÖLF-Mitteilungen, sowie den Beitrag von Deixler in Landschaft und Stadt 3/1990 und zum gleichen Thema ein Gutachten von Kiemstedt (1990) im Auftrag des Bundesumweltministeriums.

dringend notwendig, sie sollte aber mit der Regelung des baulichen bzw. gewerblichen Flächenbedarfs und der Altlastensanierung verknüpt werden, die eng miteinander verknüpft sind: hier liegen sowohl Potentiale (Flächenrecycling) wie auch Restriktionen für den Schutz der Freiflächen.

Auch die Entwicklung der Bestandszahlen der wildlebenden Tiere bzw. wildwachsenden Pflanzen stellt einen Indikator für die Umweltveränderung dar. Zur Artenschutzbilanz der Bergischen Großstädte liegen Einzeluntersuchungen vor, die sich mit dem langfristigen Wandel der Pflanzenwelt in Wuppertal (Stieglitz 1987) und Solingen (Hölting und Martin 1990) befassen und einige eingeschränkte Aussagen dazu erlauben. Beide Untersuchungen bieten die Möglichkeit zum Vergleich mit älteren Arbeiten, so daß wichtige Tendenzen festgehalten werden. Stieglitz knüpft in seiner Untersuchung an die Arbeit von Schmidt (1887) an. Im Vergleich zu dieser Analyse wurden insgesamt 127 Pflanzenarten nicht mehr aufgefunden, bei weiteren 65 Arten wird von einem "auffälligen Rückgang" gegenüber früheren Angaben berichtet (Stieglitz 1987, S. 30). Gleichzeitig wurde die echte Zuwanderung von insgesamt 30 Arten festgestellt. Als Ursachen für den Artenrückgang werden durchweg nicht-natürliche Faktoren genannt, vor allem intensive Landwirtschaft (Düngung, Herbizide, Entwässerung) und Bebauung (Stieglitz 1987, S. 32 f.). Hölting und Martin (1990) bewerten das Ausmaß im Wandel der Solinger Pflanzenwelt über die letzten 150 Jahre als "erschreckend" (S. 111). Nach ihren Untersuchungen sind in dieser Zeit -im Vergleich zur Arbeit von Oligschläger (1837)- 166 Arten ausgestorben bzw. verschollen. Darüber hinaus sind viele rezente Arten nur noch an einem bzw. wenigen Standorten gefunden worden, so daß auch diese gefährdet sind. Der Veränderungsdruck wird vor allem für die letzten 50 Jahre als groß, der aktuelle Trend als ungebrochen eingeschätzt (S. 128). Diese Tendenz wird von Kolbe (mdl. Mitt.) auf der Basis langjähriger Beobachtungen am Staatsforst Burgholz bestätigt: bei zahlreichen Tierarten mit hohen Standortansprüchen sind Bestandsrückgänge zu verzeichnen, die vor allem auf die Nivellierung der Standortqualität, auf Nutzungsveränderung und -intensivierung sowie damit verbundene Schadstoffeinträge zurückzuführen sind.

Hölting u. Martin (1990) heben aber auch die besondere Bedeutung der noch vorhandenen naturnahen Lebensstätten hervor. Neben den Solinger Naturschutzgebieten (NSG) Ohligser Heide, Ober der Lehmkuhle und Bilsteiner Kotten nennen sie noch eine Reihe weiterer botanisch interessanter Objekte (u.a. Naturdenkmale) auf dem Stadtgebiet, wie auch in den übrigen Teilen der Region weitere ökologisch wertvolle, schutzwürdige und geschützte Biotope existieren (zum Beispiel Altholzinseln, die Dolinengelände in Wuppertal, vgl. Weber in Kolbe 1990). Vergessen werden darf auch nicht, daß viele städtisch oder dörflich überformte, aber eher extensiv oder nicht genutzte Standorte wie Schotterfluren, Wegränder, Bahngelände, Steinbrüche etc. heute wichtige Lebensraumfunktionen erfüllen. Gemeinsam mit den naturnahen Freiräumen, Hangfluren und Waldgebieten,

Fließgewässern, einer renaturierten Wupper u.a. könnten sie Ausgangspunkt eines neuen Biotopverbundes sein, der der Natur auch in diesem großen Verdichtungsraum noch einen Platz zuweist.

Die innerstädtischen Grünbereiche, Parkanlagen wie Hardt und Botanischer Garten in Wuppertal, aber auch das z.T. neu angelegte Straßengrün, Teile des Wupperufers etc. sind wichtige Bausteine einer stärker ökologisch ausgerichteten Stadtplanung und -entwicklung. Zur Sicherung und Weiterentwicklung dieser Elemente können Stadtbiotopkonzepte, wie sie beispielsweise in Solingen oder Wuppertal entwickelt wurden, eine wertvolle Hilfe sein (vgl. Stadt Solingen 1986, Stadt Wuppertal 1987).

3.2.2 Altlasten

Ökologische Belastungen haben immer auch eine zeitliche Dimension. Vor allem an den Hinterlassenschaften der Industrialisierung wird diese Dimension heute sichtbar. Alte Standorte gewerblicher und industrieller Produktion, alte Deponien, legale und illegale Kippen stellen als sogenannte Altstandorte und Altablagerungen ("Altlasten") eines der zentralen ökologischen Probleme dar. "Die Bewältigung des Altlastenproblems ist eine neue Aufgabe für die Umweltpolitik. Sie steht auch beispielhaft für die Weiterentwicklung von der sektoralen zur integralen Betrachtungsweise im Umweltschutz" (Sachverständigenrat für Umweltfragen, Sondergutachten Altlasten 1990, S. 3). Dies gilt in besonderem Maße für das Bergische Land: durch die kleinräumige, dichte Ballung stofflich relevanter Nutzungen und Betriebe ist das Städtedreieck von der Altlasten-Problematik übermäßig stark betroffen. In Nordrhein-Westfalen werden Altlasten bzw. Altlastverdachtsflächen von den Unteren Abfallbehörden der Kommunen und Kreise seit einigen Jahren systematisch erhoben und mit dem Ziel einer abgestuften Sanierungsplanung ständig aktualisiert. Mit fortschreitender Erfassung wächst die Zahl der kontaminierten Standorte, praktisch ist (fast) jeder Grundstückswechsel vom Atlasten-Problem betroffen. Da eine gewerbliche Weiternutzung der Flächen von der Sanierung abhängt, wie ein aktuelles Beispiel in Wuppertal (Speth) gezeigt hat, wird der Flächenengpaß der Bergischen Großstädte durch die Altlasten erheblich verschärft, zumal der Sanierungsaufwand auf kaum noch vertretbare Größenordnungen steigt.

Nach dem derzeitigen Stand unserer Erhebung wird die Zahl der Altlasten bzw. der Verdachtsflächen in den drei Städten wie folgt angesetzt:

Stand der Altlasten-Situation 1990

Remscheid	ca. 210 Altlasten, hohe Verdachtsziffer
Solingen	ca. 100 Ablagerungen, ca. 1.000 Standorte
Wuppertal	ca. 400 Ablagerungen bekannt, Zahl der Standorte wird auf 500 bis 1.000 geschätzt

Quelle: Angaben der zuständigen Fachämter der Verwaltungen

Diese Zahlen geben nur einen kleinen Einblick in die quantitative Dimension des Problems. Gegenüber unserer Erhebung aus dem Jahre 1987 (Remscheid: 77; Solingen: 93; Wuppertal: 65) hat sich ihre Zahl in jüngster Zeit drastisch erhöht.

Der Stand der Sanierungsplanung ist in den einzelnen Kommunen unterschiedlich, in der Regel wird eine abgestufte Vorgehensweise gewählt, um je nach Gefährdungs- und Größenordnungspriorität zumindest die wichtigsten Objekte untersuchen und sanieren zu können. Nach Angaben der Stadt Wuppertal gestaltet sich der Vollzug der Sanierungsplanung außerordentlich schwierig, da für diese Aufgabe zusätzliche Bearbeitungskapazitäten notwendig sind. Auch eine differenzierte qualitative Bewertung der Situation in den drei Städten ist derzeit kaum möglich, da die Kenntnisse über Flächen und Sanierungsaufwand/-methoden noch sehr lückenhaft sind. Erkennung und Risiko- bzw. Gefährdungsabschätzung von Altlasten gelten aber als Voraussetzung für die Sanierung, sie sind vorrangige Aufgaben der Sanierungsplanung in den Städten.

Die heute sehr hohe Zahl von Altlasten und Verdachtsflächen in der Region sollte aber auch nicht überschätzt werden: sie hängt zwangsläufig mit ihrer kleinräumigen Ausdehnung und diese wiederum mit der historisch gewachsenen Wirtschafts- und Betriebsstruktur der Region zusammen. Im Ruhrgebiet fällt die Zahl der kontaminierten Flächen gerade deshalb niedriger als im Bergischen Land aus, weil die Flächensituation anders gelagert ist - dort dominieren wenige, aber erheblich größere Flächen. Unabhängig davon ist die Sanierung der Altlasten eine umweltpolitische Pflichtaufgabe der kommenden Jahre, nicht nur zur Begrenzung akuter Gefahren, sondern auch zur Reduzierung des zusätzlichen, ausweichbedingten Flächenverbrauchs. Je höher die Zahl verunreinigter und nichtwiederverwertbarer Industrie- und Gewerbeflächen ist, umso stärker wird der Freiflächenverbrauch beschleunigt. Wiegandt (1989) bezeichnet Altlasten in diesem Sinne als "Restriktion für die Stadtentwicklung" (S. 257). Erst wenn

das Altlasten- und Flächenproblem in den drei Städten gelöst wird, erscheint eine sukzessive Verbesserung der Freiraumsituation und der damit einhergehenden Umwelt- und Standortqualität möglich. Ökologische und ökonomische Aspekte der Flächennutzung sind hier auf das Engste miteinander verknüpft.

3.2.3 Immissionssituation

Die intensive Flächennutzung hat weitere ökologische Auswirkungen durch die (indirekte) Belastung von Luftqualität und Kleinklima. Luftverunreinigung und hohe Schadstoffbelastung in Städten ("Stadtklima") hängen neben dem weiträumigen Schadstofftransport eng mit der Oberflächengestaltung und -nutzung zusammen. Dies gilt insbesondere für die verdichteten Zentren der Kernstädte sowie topographisch ungünstige Lagen. Ausgleichsmöglichkeiten bieten die innerstädtischen Waldgebiete und Freiflächen (s.o.).

Das Bergische Land, obwohl als Verdichtungsraum eingestuft, gehört nicht zu den 5 Luftbelastungsgebieten von NRW. Die Region liegt im Randbereich der Belastungsgebiete "Rheinschiene-Mitte" und "Rheinschiene-Süd" (Luftreinhalteplan NRW). Von der Smogverordnung des Landes NW ist die Region nicht betroffen, einem entsprechenden Anliegen der Stadt Wuppertal um Aufnahme in die Verordnung wurde nicht stattgegeben. Daher wird der Ausbau des stationären Meßsystems in den Städten zunehmend wichtiger. Einzelerhebungen und globale Berechnungen erlauben gleichwohl eine Einschätzung der Belastungssituation, wie sie Mitte der achtziger Jahre gegeben war. Für den langjährigen Trend der Emissionsbelastung erstellte Fränzle (1986) eine multivariate Klassifikation von insgesamt 14 Variablen, deren räumliche Verteilung aus den Produktions- und Verbrauchsziffern der Sektoren Industrie, Haushalt und Verkehr ermittelt wurde und für insgesamt 70 Bezugsflächen (Größe 55x70 km2) räumlich dargestellt wurden. Fränzle geht dabei von einer engen Korrelation zwischen Emission (Abgabe) und Immission (Einwirkung) der Schadstoffe aus. Das Ergebnis: der größte Teil der Region liegt (gemeinsam mit der benachbarten Raumeinheit Düsseldorf/Duisburg) im Wirkungsfeld maximaler Emissionsbelastung. Ein Überblick über die Entwicklung der Belastung von 1960-1980 zeigt zugleich die Kontiniutät der Belastung: auch in zurückliegenden Abschnitten hat die Region in dieser Hinsicht eine Spitzenstellung eingenommen.

Eine ähnliche Aussage liefert das Emissionskataster des Umweltbundesamtes; hier interessiert besonders die Belastung der Region mit SO2, NOx, CO, Staub und organischen Verbindungen im Vergleich zu anderen Räumen. Sowohl bei NOx als auch bei SO2 wurden für die Region die oberen Belastungsstufen in dem sechsstufigen Raster ausgewiesen. Der Vergleich der Werte von 1986 mit denen aus dem Jahr 1984 (bzw. 1980) zeigt eine Abnahme der SO2-Belastung und in Teilbereichen eine Zunahme der NOx-Emissionen

(Umweltbundesamt 1989). Mittelfristig wird die Bedeutung der Emittenten Kraftwerke und Hausbrand allerdings weiter zurückgehen, die der verkehrsbedingten Emissionen dagegen noch zunehmen.

Die Vielzahl von Emissionsquellen vor allem in Industrie, Gewerbe und Verkehr, der hohe Anteil des Kfz-Verkehrs am Stadtverkehr und letztlich die ausgeprägte Oberflächenstruktur des Bergischen Landes führen gerade in den drei Kernstädten zu einer Verschärfung der Vorbelastung durch die lokale Luftverschmutzung. Speziell bei stabilen Hochdruckwetterlagen, die häufig zu Temperaturinversionen führen können, wird der vertikale Luftmassenaustausch stark herabgesetzt. Vor allem in den engen Tälern lösen die Luftschadstoffe in Verbindung mit Witterung und Topographie eine Belastungskonzentration in Bodennähe aus, die sicher höher sein dürfte, als es in den räumlich und zeitlich gemittelten Meßreihen zum Ausdruck kommt.

Anhand der Verbreitung von Flechten wurde die Immissionssituation im Wuppertaler Stadtgebiet an 204 Stationen untersucht (Roeckner und Rabe 1987). Da diese Organismen sehr empfindlich gegenüber Luftverschmutzung sind, eignen sie sich in besonderer Weise als natürliche Indikatoren für die Luftgüte. Nach der Methode der Luftgütindices (LuGI) wurden die Untersuchungsergebnisse dann in Relation zu anderen Werten gesetzt. Die Ergebnisse weisen für die Stadt Wuppertal erstens eine starke Verarmung der Flechtenvegetation bei Überwiegen relativ immissionsresistenter Arten aus, zweitens zeigen die berechneten Luftgüteindices eine "mäßige bis ziemlich hohe Immissionsbelastung" an (Roeckner und Rabe 1987, S. 80). Die Luftgüteindices liegen in Wuppertal zwischen 0.9 und 1.6, Vergleichswerte aus anderen Regionen liegen nach Angaben von Roeckner und Rabe breit gestreut zwischen 0.7 (Zentrum des Ruhrgebiets) und 3.5 (Südschwarzwald) (Roeckner und Rabe 1987, ebenda).

Die Untersuchungsergebnisse werden von den Autoren zu einem großen Teil auf überörtliche Einflüsse zurückgeführt, die vor allem in der Wuppersenke bzw. der Talsohle der Wupper durch lokale Emissionen noch überlagert werden; insgesamt stehen die Ergebnisse nach Ansicht der Autoren in Übereinstimmung mit den Einzelmessungen der Wuppertaler Stadtverwaltung. Als Konsequenz empfehlen Roeckner und Rabe Maßnahmen zur Reduktion der Immissionsbelastung im Energie- und Verkehrssektor, Förderung der Durchgrünung in den Siedlungsbereichen, die Schaffung, Erhaltung und Gestaltung von Belüftungsschneisen zur Förderung des Luftaustauschs sowie die Vermeidung zusätzlicher lokaler Belastung, z.B. durch die bevorzugte Neuansiedlung von emissionsarmen Betrieben (S. 82).

3.2.5 Waldschäden

Auch die Waldschadenbilanz ist ein Indiz für die lufthygienische Situation in der Region. Der Zustand des Waldes gilt allgemein als einer der wichtigsten Bioindikatoren in Industrieländern. Die anhaltende Schädigung der Bäume durch die verschiedenen Luftverunreinigungen haben den Zustand der Wälder in den letzten Jahren erheblich beeinträchtigt. Die schweren Sturmschäden zu Beginn des vergangenen Jahres (bundesweit lagen die Verluste bei ca. 60 Mio. m3 Holz) sind ein untrügliches Zeichen für die eingeschränkte Widerstandsfähigkeit der Waldbestände. Im Jahr 1990 wurde auch in Nordrhein-Westfalen wieder eine Vollerhebung der Waldschäden durchgeführt. Nach dieser Erhebung hat sich in NRW die Waldschadenfläche 1990 um 3,1 % (= 26.500 ha) gegenüber dem Vorjahr erhöht. Damit sind nun 42,2% (= 359.600 ha) der Waldfläche des Landes NRW (insgesamt 854.000 ha) geschädigt (vgl. Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NW, Waldschadenerhebung 1990). Während sich die Schadenfläche bei den Laubhölzern um 5,1% auf 207.100 ha erhöhte, betrug der Anstieg der Schädigung bei den Nadelhölzern 1,5%, hier sind 1990 nun 152.500 ha geschädigt. Stark geschädigt sind die Buchenbestände (auf 67,6% der Gesamtfläche), die Eiche (51,6%) und die Kiefer (46,4%). Die Fichte, mit einem Anteil über 40% die wichtigste Baumart in NRW, ist auf 30,9% ihrer Wuchsfläche geschädigt. Als Hauptursachen für den Anstieg der Schadenfläche werden die Sommer-Trockenperiode sowie die hohe Ozon-Konzentration der bodennahen Luftschichten genannt, letzteres als Folge der Stickoxid-Belastung der Luft durch den steigenden Kfz.-Verkehr (ebenda, S. 2).

Aktuelle Daten zur Waldschaden-Situation in den bergischen Wäldern liegen aus Remscheid und Wuppertal vor. Die Solinger Daten bestehen dagegen aus Fortschreibungen der letzten kleinräumigen Erhebung von 1986. In beiden Stadtgebieten hat die Belastung im vergangenen Beobachtungszeitraum weiter zugenommen. In Remscheid hat sich vor allem die Situation der Fichtenbestände, die mit 29% den größten Anteil an den Waldflächen haben, weiter verschlechtert. Vor allem die alten Bestände sind mit zunehmender Tendenz stark geschädigt. Die Fichtenwälder werden daher verstärkt waldbaulich behandelt, insbesondere um mittelfristig eine bessere Altersmischung zu erzielen. Bei den Laubhölzern zeigen auch Eiche und Buche (mit 24% bzw. 22% der Remscheider Waldfläche ebenfalls Hauptbaumarten) gleichbleibend hohe (Eiche) bzw. zunehmende (Buche) Schäden. Genauere Schadenziffern für die einzelnen Baumarten liegen nicht vor. Im letzten Jahr wurden 275 ha Waldfläche in Remscheid mit Kalkmergel behandelt, um einer weiteren Versauerung des Bodens vorzubeugen. Für 1991 ist die Behandlung weiterer 170 ha vorgesehen, so daß damit alle kalkungsfähigen Flächen erstmals flächendekkend behandelt wurden. (Alle Angaben nach einem Bericht aus dem Umweltamt der Stadt Remscheid vom 23.10.1990).

Besonders alarmierend ist die Waldschadensituation in der Stadt Wuppertal. Die Schadenbilanz des Jahres 1990 hat den Trend früherer Jahre bestätigt: mehr als drei Viertel der Bäume im Stadtgebiet sind krank, die Schadstufen 1 bis 3 (kränkelnde, kranke und sehr kranke Bäume) sind auf 76% der Wuppertaler Waldfläche registriert worden. Nur ein knappes Viertel des Waldes, vor allem jüngere Exemplare, kann als gesund bezeichnet werden, von den mehr als 60 Jahre alten Beständen sind sogar nur 15% nicht geschädigt. Während die nur auf einer geringen Fläche wachsenden, nicht zu den heimischen Baumarten zählenden Roteichen noch relativ gering geschädigt sind, zeigen die Haupt-Laubhölzer Buche und Eiche, die zusammmen 52% der Wuppertaler Wälder ausmachen, mit 77% bzw. 85% geschädigten Bäumen überdurchschnittlich starke Beeinträchtigungen. Fast alle (94%) alten Buchen sind nicht mehr gesund! Auch die Fichte ist mit 88% Schädigung extrem belastet (alle Angaben nach dem Bericht des Garten- und Forstamtes der Stadt Wuppertal vom 23.20.1990). Die Belastung der Waldbestände im Bergischen Land scheint somit ein extrem hohes Niveau erreicht zu haben. Angesichts der auch im Landes- und Bundesvergleich überdurchschnittlich starken Waldschäden in Wuppertal ist davon auszugehen, daß die Belastung in den beiden benachbarten Städten auf vergleichbare Werte kommt. Der Anteil der geschädigten Waldfläche in Solingen 1986 lag nach Angaben des Umweltberichtes 1987 der Stadt Solingen bei 54%.

Über die Ursachen der Waldschäden und ihren weiteren Verlauf gibt es auch im siebten Jahr ihrer kontinuierlichen Erhebung noch keinen endgültigen wissenschaftlichen Beleg. Es ist jedoch unbestritten, daß der überwiegende Anteil der Schäden auf den Eintrag von Luftverunreinigungen und ihre Exposition an Blättern und Boden zurückzuführen ist. Auf dem 1. Internationalen Kongreß zur Waldschadensforschung in Friedrichshafen (Oktober 1989) gab es eine breite Übereinstimmung der Forstwissenschaftler in der Beurteilung der neuartigen Waldschäden: das Ursachengeflecht geht ihrer Ansicht nach - vor dem Hintergrund natürlicher Nährstoffarmut der Waldböden und längerer Trockenperioden- in der Hauptsache auf anthropogene Eingriffe wie saure Niederschläge, gasförmige Luftverunreinigungen und Krankheitserreger zurück. Vermutlich tragen die dem Ballungsraum Rhein-Ruhr zugewandte Exposition der Bergischen Wälder auf den Höhenlagen sowie die örtlichen Immissionen maßgeblich zur regionalen Ausprägung der Waldschäden bei. Unsicherheitsfaktoren bei der Erhebung der Schäden (Wahl der Bezugsflächen, Zählmethoden) führen darüber hinaus zu Mittelungseffekten, die über den tatsächlichen Schädigungsgrad womöglich noch hinwegtäuschen. So darf nicht vergessen werden, daß die abgestorbenen Exemplare der Schadstufe 4 ("tot") in der Regel aus Gründen des Forstschutzes den Beständen entnommen und bei der nächsten Zählung nicht mehr berücksichtigt werden. Dadurch wird der Flächenanteil der geschädigten Bestände künstlich vermindert. Insgesamt muß wohl von einer noch höheren Belastung ausgegangen werden.

Durch die wachsenden Bestandsschäden verliert der Wald wichtige ökologische Funktionen bzw. kann sie nicht mehr im ursprünglichen Umfang ausüben. Vor allem die Wasserschutzfunktionen des Waldes und hier insbesondere seine Leistungen bei der Speicherung und Rückhaltung des Oberflächenwassers sind durch die Immissionsschäden erheblich eingeschränkt. Damit wird auch die regionale Wasserresource beeinträchtigt.

3.2.5 Belastung von Grundwasser und Oberflächengewässern

3.2.5.1 Der ökologische Zustand der Wupper

Das bedeutendste Fließgewässer des Bergischen Landes ist die Wupper. Ihr Einzugsbereich hat eine Fläche von 827 km2, hier leben heute einschließlich der Bevölkerung der drei bergischen Großstädte ca. eine Million Menschen. Mit mehr als 100.000 Industriebeschäftigten (RP Düsseldorf 1989, S. 14) ist dieser Ballungsbereich einer der industriell geprägten Wirtschaftsräume des Landes Nordrhein-Westfalen, was nicht ohne Folgen für den Gewässerhaushalt blieb: Die Belastung der Wupper ist praktisch Symbol der ökologischen Folgen der Industrialisierung des Bergischen Landes. Über einen großen Teil ihrer Fließstrecke hat sie ihren ursprünglichen Gewässerkörper und ihre natürliche Wasserbeschaffenheit verloren. Das Wupperwasser fließt auf Wuppertaler Stadtgebiet in einem stellenweise eng bebauten Flußbett das Tal hinab. Einst ausschlaggebender Standortfaktor für die Entwicklung der Elberfelder Textilindustrie, ist ihr heutiger Zustand zwar noch verbesserungswürdig die Gewässergüte hat sich aber bereits erheblich verbessert. Zahlreiche Aktivitäten der Kommunen und des Wupperverbandes, von Initiativen, Verbänden und Privatleuten sind in den letzten Jahren auf die Verbesserung der Wupper gerichtet (vgl. die Aktionen zur ökologischen und städtebaulichen Verbesserung des Flußlaufes unter dem Thema "Lebensader Wupper" in Wuppertal).

Zur langfristigen Verbesserung der Wupper wurde im Planungsraum 'Untere Wupper' ein Bewirtschaftungsplan aufgestellt (vgl. StAWA Düsseldorf 1989), der mit einem Mittelaufwand von mindestens 750 Mio. DM (Stand 1989) folgende Bewirtschaftungsziele anstrebt, die im Zeitraum zwischen 2000 und 2005 erreicht sein sollen:

* Erhaltung oder Schaffung eines ökologisch intakten Gewässers
* Ermöglichung der vorgesehenen Hauptnutzungsarten
* Reduzierung der nährstoff- und Schadstoffrachten aus überregionaler Sicht (Belastung von Rhein und Nordsee)

Der Bewirtschaftungsplan bezieht sich auf einen 64 km langen Gewässerabschnitt von der Staumauer in Wuppertal-Beyenburg bis zur Mündung in den Rhein mit dem dazuge-

hörigen 570 km2 großen Einzugsgebiet. Dieser wasserwirtschaftliche Planungsraum umfaßt damit die Gebiete der Städte Wuppertal, Solingen, Remscheid und Leverkusen sowie Teilgebiete des Rheinisch-Bergischen Kreises und des Ennepe-Ruhr-Kreises. Der Bewirtschaftungsplan stellt das wohl umfangreichste und anspruchsvollste ökologische Sanierungsprojekt der Region dar, indem er die Gemeinden verbindlich zur Sanierung der Kanalnetze, zum Bau neuer Abwassersammler (Entlastungssammler Wuppertal) und zur Sicherstellung der Klärung des Regenwassers verpflichtet, aber auch Maßnahmen bei Direkteinleitern und Indirekteinleitern (Betrieben), beim Wupperverband (Ausbau der Klärwerke) sowie zahlreiche wasserbauliche Maßnahmen an der Wupper selbst vorsieht. Der Entwurf zum Bewirtschaftungsplan geht für die Zukunft von sechs Hauptnutzungsarten der Wupper aus: Abwassereinleitung, Wärmeableitung, Betriebswasserentnahme für Gewerbe und Industrie, Triebwasserentnahme, Freizeitgestaltung und Erholung sowie Freizeitfischerei. Diese Nutzungen sind heute real recht unterschiedlich ausgeprägt und schließen sich z.T. gegenseitig aus. Dominant ist die Nutzung der Unteren Wupper als Vorfluter für die Abwässer der Stadt Wuppertal und der hier ansässigen Betriebe. Im einzelnen leiten folgende Körperschaften und Unternehmen ihre Abwässer in die Wupper ein: die Städte Wuppertal, Solingen und Remscheid (Regen- und Mischwasser), der Wupperverband (Kläranlagen Buchenhofen, Kohlfurth und Burg), die Stadtwerke Wuppertal (Müllverbrennung), die Firmen Sachsenröder und die Bayer AG. Die Ableitung von Kühlwasser erfolgt durch die Wuppertaler Heizkraftwerke und durch die Firma Enka Glanzstoff (Akzo). Die Betriebswasserentnahme und die Triebwasserentnahme haben nur noch eine geringe Bedeutung. Der früher sehr fischreiche Fluß bietet heute nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Freizeitfischerei, obwohl in regelmäßigen Abständen neue Fischbestände ausgesetzt werden. Die Nutzungsart Freizeit und Erholung ist in den verschiedenen Landschaftsräumem durch den ökologischen Zustand des Gewässers beeinträchtigt.

Der Bewirtschaftungsplan formuliert ökologische Qualitätsziele (Mindestgüteanforderungen), mit denen die unterschiedlichen Nutzungsansprüche der Gesellschaft an das Gewässer berücksichtigt werden sollen und die entsprechend abgestufte Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität vorsehen. Erste Erfolge hinsichtlich einer Reduzierung der Belastungen konnten bereits registriert werden. Die Sicherstellung verschiedener Nutzungsarten führt jedoch weiterhin zu Zielkonflikten. Vor allem die Einhaltung der Gewässergüteklasse II (mäßig verschmutzt) als Voraussetzung für die Hauptnutzungsart Freizeitfischerei bringt erhebliche finanzielle Aufwendungen mit sich. Zur Zeit wird dieses Güteziel schon oberhalb der Hauptabwassereinleitungen nicht erreicht (Brechtel 1990). Die Wupper wird gegenwärtig vom Landesamt für Wasser und Abfall in ihrem Oberlauf bis Wuppertal der biologischen Gewässergüte nach als überwiegend mäßig bis kritisch belastet (Güteklasse II, II-III) eingestuft (LWA 1990). Unterhalb von Wuppertal, vor allem nach den Einleitungen der Kläranlagen Buchenhofen, Kohlfurth

und Burg sowie der betriebseigenen Kläranlage Rutenbeck, in der die Abwässer der Bayer AG behandelt werden, verschlechtert sich die Gewässergüte auf die Güteklasse III (stark verschmutzt). Damit hat sich der biologische Gütezustand der Wupper in den letzten Jahren erheblich verbessert, was vor allem auf verstärkte Anstrengungen bei der Reinhaltung bestimmter Abwässer der Bayer AG zurückzuführen ist. Da vereinzelt immer noch toxische Stoffe festgestellt werden, wird das LWA "die weitere Entwicklung der Wasserqualität der Wupper auch künftig besonders im Auge behalten" (Gewässergütebericht '89, S. 37).

Mit 60% sind die drei Kläranlagen Buchenhofen, Burg und Kohlfurth des Wupperverbandes an der gesamten Schmutzfracht der unteren Wupper beteiligt (gemessen in CSB und BSB5 = chemischer und biologischer Sauerstoffbedarf, vgl. Stadt Wuppertal 1987, S 9). Diese Anlagen erfüllen zwar seit Anfang der achtziger Jahre die gesetzlich vorgeschriebenen Reinigungsleistungen, sind aber i.d.R. nach den "allgemein anerkannten Regeln" bzw. dem "Stand der Technik", nicht nach der bestverfügbaren Technik ausgelegt. Die Reinigungsleistung bleibt vor allem bei Nitraten, Phosphaten und chemischen Fremdstoffen hinter den technischen Möglichkeiten zurück. Einen besonders großen Beitrag zur Wupperverschmutzung leistet die Stadt Wuppertal durch das ungeklärte Einleiten des Oberflächenwassers aus ihrem Stadtgebiet über die Trennkanalisation (zur Berechnung der Schadstoffeinträge siehe Mönig 1988, S. 84). Die anhaltende Belastung der Wupper über ihre Zuflüsse, insbesondere durch Schmutzfrachten aus der Kanalisation nach Starkniederschlägen, führt jedoch unter Umständen auch dazu, daß die verbesserte Wasserqualität der Wupper auf diese Weise wieder vermindert wird. Hier zeigt sich, daß die ersten Erfolge bei der Gewässerreinhaltung unbedingt auf das gesamte Gewässer-Ökosystem ausgeweitet werden müssen.

Noch problematischer als die Nährstoffe sind wassergefährdende Substanzen: schwer abbaubare bzw. akut und chronisch schädigende Stoffe, die in den Abwässern enthalten sind und die von den Kläranlagen nicht bzw. kaum abgebaut werden können.[3] Neben den giftigen und schwer abbaubaren organischen Chemikalien bilden die Schwermetalle die zweite große Problemgruppe. Das Flußsediment der Wupper gehört zu den am stärksten mit Schwermetallen belasteten in der BRD (vgl. Fauth u.a. 1985, S. 12 und 28 ff., Landesamt für Wasser und Abfall 1986 und Stadt Wuppertal 1984, S. 100). Zu den wichtigsten Verursachern gehören hier die metallverarbeitenden Betriebe, vor allem die Galvanik- und Floxalanlagen sowie die Farben- und Lackherstellung und die Textilveredelung, frü-

3 Die Kriterien für 'wassergefährdende Stoffe' sind vor allem Giftigkeit, Langlebigkeit und die Fähigkeit zur Anreicherung in Organismen und Ökosystemen. Wichtige 'wassergefährdende Stoffe' sind in der sogenannten 'schwarzen' und 'grauen' Liste im Anhang der EG-Gewässerschutzrichtlinie von 1976 aufgeführt, vgl. Wasserhaushaltsgesetz und Indirekteinleiterverordnung. Zum Stand der ökotoxikologischen Studien zur Untersuchung der Wirkung und der technischen Studien über Möglichkeiten der Verminderung bzw. Vermeidung des Einsatzes von 129 Stoffen der 'schwarzen Liste' vgl. Stöber 1988.

her auch die Papierverarbeitung. In den drei bergischen Städten wurden 1983 78 Eloxal-, Galvanik- und Textilfixierungsanlagen registriert (vgl. Grefen u.a. 1984 Bd. II, S. 108), auf deren Abwasser zurückgeht, daß der betroffene Flußabschnitt in die höchste Belastungsstufe eingruppiert wurde (ebd. Bd. I, S. 39). Auch die Überwachung von Betrieben der Metallindustrie durch den Wupperverband hat alarmierende Ergebnisse erbracht. Nur in 50% der Proben wurden die Grenzwerte eingehalten oder nur geringfügig überschritten. Extreme Überschreitungen lagen beim Mehrhundertfachen des erlaubten Grenzwerts (vgl. Wupperverband 1981). Allein in Wuppertal waren 1984 über die genannten Anlagen hinaus 31 Anlagen zum Erschmelzen von Eisen und Stahl, 43 Anlagen zur Chemischen Umwandlung, 9 Lackfabriken und 13 Lackierereien immissionsschutzrechtlich erfaßt worden (vgl. Mönig 1988, S. 180 f.). Bei einer Betriebsbefragung des Umweltamtes der Stadt Wuppertal stellte sich heraus, daß von 4.142 ausgewerteten Unternehmen 1.711 wassergefährdende Stoffe im Betrieb verwendeten und/oder lagerten. Abwassereinleitungen von wassergefährdenden Stoffen wurden in 165 Betrieben registriert, davon hatten 103 Betriebe keine Anlagen zur Vorbehandlung von Abwässern.

Die Belastungen in der Wupper können vor allem bei Niedrigwasser zum Problem werden. Bei witterungsbedingt niedriger Wasserführung kann die eingeleitete und mehr oder weniger gut geklärte Abwassermenge in der Wupper schnell das Fünffache der natürlichen Wasserführung betragen. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Niedrigwasserführung wird kontinuierlich Wasser aus der neuen Wuppertalsperre zugeführt. Die unzureichende Reinigungsleistung der Kläranlagen bleibt jedoch ein Problem, auch wenn Fortschritte erkennbar sind. Bei den organischen Summenparametern und Pflanzennährstoffen sowie beim Sauerstoffgehalt, die über eine Belastung mit schwer abbaubaren und hochgiftigen Stoffen (Chlorierte Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, Phosphorsäureester) wenig aussagen, also bei Stoffen, die von einer Kläranlage und in Grenzen sogar vom Fluß selbst bewältigt werden können, liegen die Werte der Wupper immer noch über denjenigen des hochbelasteten Rheins. Zu dem unzureichenden Wirkungsgrad der Kläranlagen und dem Einleiten ungeklärter Oberflächenwässer kommt noch hinzu, daß die Selbstreinigungskraft der Wupper durch ihren technischen Ausbau weitgehend reduziert wurde. Dies trifft auch für einen großen Teil der übrigen Fließgewässer der Region zu (vgl. zum Zustand der Unteren Wupper Sijben-Müller/Ueberbach 1987 und Weber 1987). Die Zuflüsse der Wupper sind z.T. ebenfalls stark belastet, allerdings nicht in dem Maße wie die Wupper selbst (vgl. zur Situation der Bäche auf Wuppertaler und Solinger Stadtgebiet Mönig 1988, S. 97 f., Stadt Solingen 1985, S. 65 f.). Neben der Einleitung von Schadstoffen trägt der technische Ausbau (hydraulisches Regelprofil) zur reduzierten Selbstreinigungskraft und zum Verlust ökologisch wertvoller Gewässerlebensräume bei. Mit Güteklassen von II bis II/III sind die meisten Wuppernebengewässer als durchschnittlich belastet eingestuft.

Das Chemische Untersuchungsinstitut für die Städte Wuppertal und Solingen hat in seinem Tätigkeitsbericht für das Jahr 1990 unmißverständlich auf den häufig unsachgemäßen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen hingewiesen (Chemisches Untersuchungsinstitut 1991, S. 107). Gerade bei den Wupperzuflüssen wie Schwelme, Schwarzbach, Mühlengraben, Auer und Mirker Bach wurden erhebliche Schmutzfrachten registriert. Ursache dafür ist die Zufuhr von organischen Substanzen, Ammoniumsalzen, Salzen und Phosphaten; registriert wurde auch der "offensichtlich sorglose Umgang mit Mineralölen, Lösemitteln, wie Kaltreinigern oder Nitroverdünnungen", der durch "die häufigen Mängelrügen" belegt werden konnte (ebda.). Kritisiert wurde auch die "Verfahrensweise, sich Abfällen auf dem Weg über Bachläufe, Regenkanäle und Sinkkästen zu entledigen" (ebda.). Fachliche Beratung zum richtigen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen scheint dringend notwendig zu sein: "Trotz vermehrter Abwasserkontrolle durch die Kriminalpolizei Wuppertal, die Untere Wasserbehörde, den Wupperverband und der gestiegenen Abwassergebühren, erhoben über das Abwasserabgabengesetz, wird in vielen kleinen und mittleren Werkzeug- und Galvanikbetrieben einschl. der Autohäuser und Tankstellen in Wuppertal und Solingen die Abwasservorbehandlung mangels Fachpersonal immer noch stiefmütterlich behandelt. Vor Ort ist man sehr an fachlicher Beratung interessiert, solange sie kostenlos ist" (Chemisches Untersuchungsinstitut 1991, S. 110).

3.2.5.2 Zustand und Belastung des Grundwassers

Die Beschaffenheit des Grund- und Quellwassers ist durch Nitrate und Pestizide aus der Landwirtschaft, durch Deponien, Altlasten und diffuse Emissionen aus Industrie- und Gewerbebetrieben, durch undichte Kanalisationen (vgl. Stein 1988), durch Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, durch Emissionen aus Siedlungen und dem Straßenverkehr, durch den sauren Regen (Bodenversauerung, Mobilisierung von Bodenmineralien) gefährdet. Die zunehmende Flächenversiegelung behindert die Grundwasserneubildung und entzieht dem Boden zudem das sauerstoffreiche Regenwasser.

Unter dem Gesichtspunkt des Gewässerschutzes ist die spezifische Industriestruktur des Bergischen Landes und vor allem der bergischen Städte mit ihren in den Anfängen extrem hohen Anteilen an metallverarbeitender und Textilveredelungsindustrie, später auch Farben- und Lackherstellung, Chemischer Industrie, kunststoffherstellender und -verarbeitender Industrie und Papier- und Zellstoffindustrie besonders problematisch. Die verbreitete Verwendung von chlorierten Kohlenwasserstoffen, zu denen allein 92 der 129 auf der 'Schwarzen Liste der wassergefährdenden Stoffe' der EG-Gewässerschutzrichtlinie stehenden Stoffe gehören, sowie vor allem die Verwendung von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen als Reinigungs- und Lösemittel in diesen Betrieben sowie in chemischen Reinigungen führten und führen zu gravierenden Grundwasserkontamina-

tionen. Ein großer Teil der im Rahmen der Grundwasserüberwachung in Nordrhein-Westfalen in der Region genommenen Proben war mit diesen leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen verunreinigt. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TVO) wurde an mehreren Stellen überschritten (25,6% der Proben, der Gesamtdurchschnitt der Untersuchungen lag bei 6,2%), an einigen Stellen lag die Verunreinigung über dem vierfachen des TVO-Grenzwerts (10% der Proben, Gesamtdurchschnitt 2,4%), an einer Probenentnahmestelle zwischen Wermelskirchen und Hilgen wurde der Grenzwert mehr als 40fach überschritten (entsprechend 1,7% der Proben, Gesamtdurchschnitt 0,8%) (vgl. den Grundwasserbericht des Landes NRW, Landesamt für Wasser und Abfall 1988).

Das Bergische Land gehört somit auch bezüglich des Zustands des Grundwassers neben dem Märkischen Kreis und dem Köln/Bonner Raum zu den höchstbelasteten Regionen Nordrhein-Westfalens (ebenda, S. 25). Regionale Schwerpunkte der Verunreinigungen liegen auch in den Bergischen Städten, vor allem in Wuppertal-Elberfeld, Solingen und Remscheid. Hohe Belastungen des Grundwassers mit leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen wurden auch in Teilen des Untergrunds Wuppertals festgestellt, zumal die Stoffe in den Massenkalken schnell und weiträumig transportiert werden. Neun von zwölf Proben waren hier positiv, in fast der Hälfte aller Proben wurde der Grenzwert der TVO überschritten (Umweltbericht der Stadt Wuppertal 1987).

Weitere wesentliche Quellen der Grundwasserverunreinigung sind die Landwirtschaft, der Verkehr und der Eintrag von Luftschadstoffen und saurem Regen. Die intensivierte und chemisierte Landwirtschaft führte zu starken Nitrateinträgen ins Grundwasser, so daß viele dezentrale Brunnen wegen Überschreitung des (immer noch hohen) Grenzwerts der TVO von 50 mg/l geschlossen werden müssen bzw. mußten. Nitratkonzentrationen wurden auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Wasserschutzzonen der Panzer- und Eschbachtalsperre (Stadt Remscheid) festgestellt. Die Jahresmittelwerte liegen zwischen 11 und 38 mg/l, die Monasmittelwerte zwischen 14 und 27 mg/l. Der Durchschnitt aller Meßstellen lag 1989 bei 20,36 mg/l, Überschreitungen des TVO-Grenzwerts wurden 1989 und 1988 nicht registriert, gegenüber den 88er Werten war die Belastung 1989 leicht rückläufig. Rückstände von Pestiziden sind auch im Grundwasser bzw. im Rohwasser der Wasserwerke vermehrt nachweisbar (Stadt Wuppertal 1988, S. 38 ff., wiederholt wird etwa Atrazin in Trinkwasserbrunnen festgestellt).

Dabei muß berücksichtigt werden, daß ein großer Teil der Pestizide und ihrer Abbauprodukte (Metabolite) nicht erfaßt werden.[4] Da Aktivkohlefilter diese Stoffe nur zum

4 1988 waren ca. 300 Wirkstoffe von der Biologischen Bundesanstalt zugelassen. Sie sind in ca. 1800 verschiedenen Mitteln enthalten (vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen 1985). Die jährlich auf die Felder aufgebrachten Wirkstoffmengen schwanken zwischen 1 kg und über 100 kg pro Hektar. Mit häufigen Werten zwischen 3 und 5 kg/ha muß also gerechnet werden (vgl. Diercks 1983).

Teil aus dem Rohwasser entfernen, diese aber nicht nur gesundheitliche Schäden im Trinkwasser anrichten, sondern auch ökologische Folgen an der Erdoberfläche und im Boden haben, hilft hier nur eine spürbare Verminderung des Pestizideinsatzes bzw. die Förderung einer biologischen Landwirtschaft, die auf Pestizide verzichtet. Nitrat-Belastungen führen im Verbund mit den gestiegenen gesetzlichen Anforderungen der Gewässerreinhaltung über die gestiegenen Aufbereitungskosten für das eigene Trinkwasser auch zu ökonomischen Belastungen der Region. Der ohnehin schon hohe Preis des Talsperrenwassers wird dadurch weiter steigen, vgl. die Diskussion über die notwendige und richtige (!) Verbesserung der Trinkwasseraufbereitung an der Herbringhauser Talsperre.

Auch der Verkehr und hier vor allem der Straßenverkehr gefährdet und verschmutzt das Grundwasser durch Unfälle beim Transport wassergefährdender Güter sowie laufend in einem bis zu 200 m breiten Streifen zu beiden Seiten durch Reifenabrieb, Treibstoffe, Verbrennungsrückstände (Blei, PAKs), Schmiermittel und Auftausalze (zu den Gefahrenquellen in Siedlungsbereichen vgl. Schmidt 1982). Schließlich führt der saure Regen dazu, daß natürlicherweise im Boden enthaltene Metallionen (z.B. Aluminium) und Sulfate freigesetzt (mobilisiert) und ins Grundwasser eingewaschen werden. Auch die intensive Düngung kann zu einer entsprechenden Bodenversauerung beitragen.

Die extreme Zersiedelung, die immer noch zunehmende Versiegelung der Flächen durch Bebauung und Verkehrsflächen beeinträchtigen in starkem Maße sowohl die Grundwasserneubildung als auch dessen Qualität. Ein Absinken des Grundwasserspiegels durch Entnahme und verminderte Neubildung ist dabei nicht nur von wasserwirtschaftlicher, sondern auch von ökologischer Bedeutung. Viele Pflanzen, insbesondere Bäume, überleben eine solche Absenkung nicht. Auch Gebäudeschäden als Folge von Grundwasserabsenkungen sind häufig. Während dem Grundwasser einerseits durch die Versiegelung der Flächen die wichtige Sauerstoffzufuhr durch das sauerstoffreiche Regenwasser entzogen wird (vgl. Matthes 1982), verschärft sich als Begleiteffekt die Hochwassergefahr, der dann wiederum durch einen weiteren technischen Ausbau der Gewässer zu begegnen versucht wird (vgl. als bisher größte Maßnahme in dieser Richtung den Bau der Wuppertalsperre).

3.2.6 Umweltverträglichkeitsprüfung

Zur Verbesserung der Umweltvorsorge und zur Überprüfung der ökologischen Verträglichkeit von Eingriffsvorhaben wurde in den 80er Jahren das Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) entwickelt (vgl. Spindler 1983, Hübler und Zimmermann 1989). Sie soll die Berücksichtigung ökologischer Belange und die Abwägung unterschiedlicher Interessen in Nutzungskonflikten verbessern. Nach der Übernahme der EG-Richtlinie zur Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung in die bundesdeutsche Gesetzgebung (UVP-Gesetz von 1988) wird in allen drei Bergischen Städten an der Anwendung der UVP gearbeitet. Aufgrund der kurzen Zeitspanne seit Einführung der UVP lassen sich -mit Ausnahme der Stadt Wuppertal- noch keine wichtigen Erfahrungen mit der Implementation der UVP dokumentieren. In Wuppertal soll nach einer ersten Erprobungsphase der Beschluß gefaßt werden, daß die UVP in der verbindlichen Bauleitplanung künftig stufenweise durchgeführt wird und das Ergebnis den Beschlußgremien vorzulegen ist (vgl. Drs. der Stadt Wuppertal Nr. 2502/90 vom 09.04.1990). Seit 1987 wurde unter circa 100 Bebauungsplanverfahren für 43 Pläne die Erforderlichkeit einer UVP festgestellt, mit 15 Prüfungen wurden bereits begonnen, 6 UVPs wurden den kommunalpolitischen Gremien vorgelegt.

Nach den ersten Erfahrungen soll das Instrument der UVP weiterentwickelt und vor allem hinsichtlich des Bearbeitungsrahmens optimiert werden. Wegen des mit der UVP verbundenen Aufwandes strebt das Remscheider Umweltamt eine Durchführung nur bei größeren Vorhaben an; in Solingen laufen die ersten Anwendungen, eine methodische Orientierung zur UVP-Durchführung wird derzeit erarbeitet.

Generell bleibt festzuhalten, daß die UVP ein wichtiges Instrument systematischen, vorsorgenden Umweltschutzes ist und die Abwägung der ökologischen Belange gegen konkurrierende Nutzungsansprüche wesentlich verbessern kann. Ihre erfolgreiche Anwendung ist mit erheblichen ökologischen und ökonomischen Vorteilen verbunden, ihre Umsetzung jedoch auch mit großem Abstimmungsbedarf innerhalb der planenden und bauenden Verwaltung verbunden. Langfristig ist es aus ökologischer Sicht wünschenswert, durch die Festlegung von Umweltqualitätszielen von der nachsorgenden Schadenbehandlung zur Umweltgüteplanung zu kommen und somit definierte Umweltqualitätsstandards in der Planung zu verankern und Schritt für Schritt umzusetzen (vgl. Fürst 1990, Kühling 1990). Damit würde auch dem Ziel der Umwelt-Vorsorge verstärkt Rechnung getragen.

4. Analyse und Bewertung der Abfallsituation

Aussagen zur abfallwirtschaftlichen Situation der Region 'Bergische Großstädte' müssen sich auf den bestehenden gesetzlichen und politischen Rahmen der Abfallwirtschaft beziehen und versuchen, die regionalen Probleme und Entwicklungen vor dem Hintergrund der allgemeinen Problemlagen im Abfallvereich zu bewerten. Im Rahmen eines vorsorgenden und ökologisch orientierten Ansatzes kommt den Fragen der Vermeidung und Verwertung von Abfällen ein besonderer Stellenwert zu. Insofern konzentrieren sich die folgenden Ausführungen auf diesen Aspekt, ohne allerdings die Fragen der schadlosen Entsorgung völlig zu vernachlässigen. Vorbemerkend sei auch noch einmal darauf hingewiesen, daß die Abfallsituation der 'Bergischen Großstädte' Gegenstand umfangreicher Gutachten im Rahmen der Erstellung eines gemeinsamen Abfallwirtschaftskonzeptes gewesen sind (vgl. AEW-Plan, Schlußbericht, 1988 und IFEU e.V., Analysen, 1987) und die nachfolgenden Ausführungen darauf aufbauen bzw. diese um einige ökologische und strukturpolitische Aspekte ergänzen. Es kann auch an dieser Stelle nicht darum zu gehen, einzelne Maßnahmen der Kommunen zu bewerten. Vielmehr ist beabsichtigt, ein die derzeitigen Problemlagen der Abfallwirtschaft so zusammenzufassen, daß sie im Rahmen des Regionalen Entwicklungskonzepts Berücksichtigung finden können. Bedarf und Defizite in einzelnen Handlungsfeldern werden aufgezeigt, um hieraus Optionen für gemeinsames Handeln der drei Städte und mögliche gemeinsame Projekte abzuleiten.

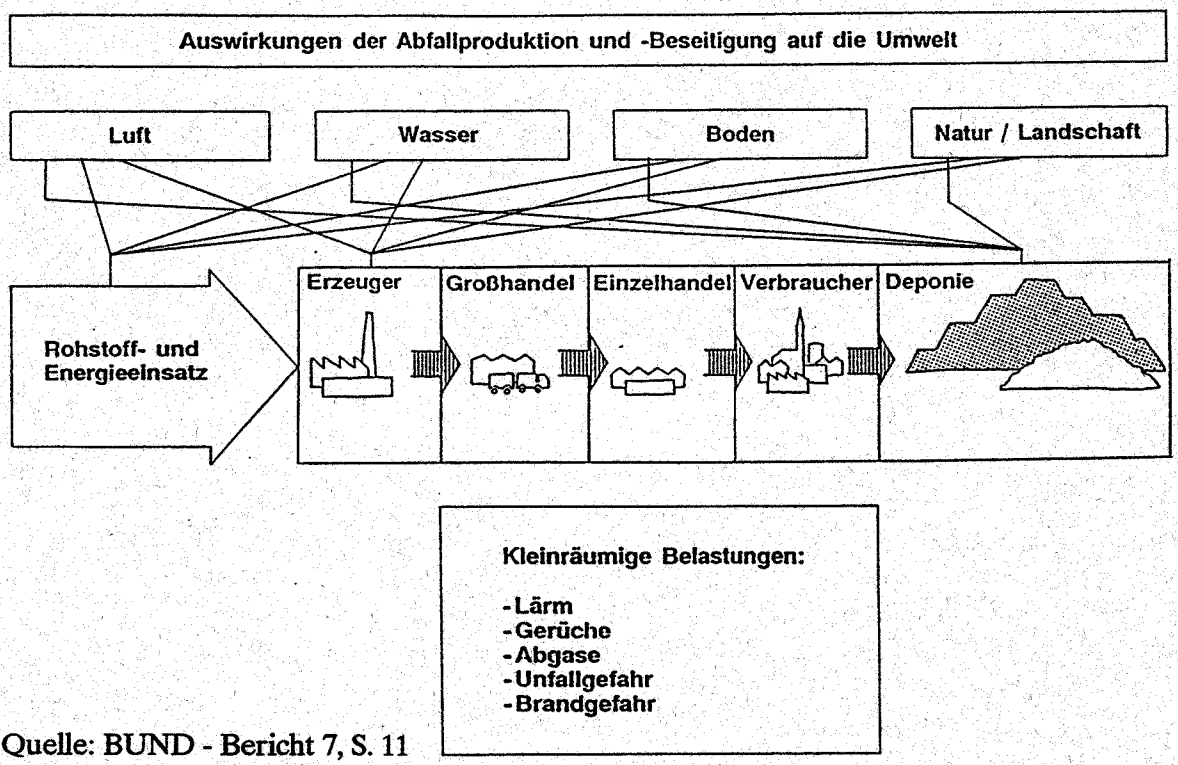
4.1 Problemaufriß

Wachsende Müllberge, ein hoher Schadstoffgehalt der Abfälle und knappe Entsorgungskapazitäten signalisieren die Dringlichkeit einer ökologischen Orientierung der Abfallwirtschaft. Das Entstehen von Abfall und dessen Beseitigung ist in der Regel mit negativen Auswirkungen für die Umwelt und damit die Lebensqualität in der Region verbunden. Wie nachfolgendes Schaubild zeigt, sind hiervon alle Umweltmedien berührt.

Um in Zukunft Entsorgungssicherheit, Umwelt- und Sozialverträglichkeit in der Abfallwirtschaft zu gewährleisten ist eine Blickwende notwendig: Nicht mehr die Entsorgung der Reststoffe sollte im Mittelpunkt abfallwirtschaftlicher Aktivitäten stehen, sondern die Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung (vgl. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Kurzfassung, 1990)."Jedoch sind die Potentiale zur Vermeidung und Verwertung in der Praxis bei weitem nicht ausgeschöpft." (ebd. S. 20) Hierbei ist in bezug auf die zu beeinflussenden Stoffprozesse aus ökologischer Sicht zu fragen, wie die Reststoffe (Abfälle und Wertstoffe) auf allen Stufen des Produktions- und Konsumtionsprozesses vermieden und schadlos in natürliche Stoffkreisläufe reintegriert werden können. Hinsichtlich der Produzenten und Konsumenten ist zu fragen, wie sie zu einem abfallarmen

Verhalten angeregt und hinsichtlich ihres Müllaufkommens stärker zur Verantwortung gezogen werden können.

Abb. 1



Quelle: BUND - Bericht 7, S. 11

Diese ökologische und soziale Orientierung sollte in zunehmenden Maße auch auf kommunaler Ebene bei der Planung, Organisation und Weiterentwicklung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen zum tragen kommen. Hierbei müssen neue Wege gegangen und neue sozial-ökologische Innovationen initiiert werden. Erst wenn diese Erweiterung des derzeitigen abfallwirtschaftlichen Instrumentarium weitgehend gelingt, sollte von einer sozial-ökologischen Abfallwirtschaft die Rede sein.

4.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen der Abfallwirtschaft

Durch die vierte Novelle des Abfallgesetzes (Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen - AbfG v. 1.11.1986) wurde der Abfallvermeidung und -verwertung bei der Entsorgung von Abfällen eingeschränkt Vorrang vor anderen Beseitigungverfahren eingeräumt. Der in das Gesetz neu aufgenommene § 1 a AbfG bestimmt in seinem ersten Absatz, daß Abfälle zu vermeiden sind, allerdings nur nach Maßgabe zusätzlicher Rechtsverordnungen, die von der Bundesregierung gemäß § 14 AbfG erlassen werden können. Der § 14 AbfG erlaubt Eingriffe bei Produkten, die aufgrund ihres Schadstoffgehaltes

oder ihrer Menge, Probleme bei der Abfallbeseitigung machen. Nach Ermächtigungsgrundlage darf die kennzeichnung, die Getrennthaltung und die Rücknahme von Abfällen vorgeschrieben werden. Das Vermeidungsgebot des § 1 hat zwar keine unmittelbar bindende rechtliche Wirkung, jedoch zielt er als rechtspolitischer Programmsatz auf eine Prioritätenfolge: Vermeidung geht vor Verwertung, Verwertung geht vor Beseitigung. Zur Abfallverwertung bestimmt § 3 des AbfG, daß die Abfallverwertung Vorrang vor der sonstigen Entsorgung hat, wenn sie technisch möglich ist, die dadurch entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Entsorgung nicht unzumutbar sind und für die gewonnenen Stoffe oder die gewonnene Energie ein Markt vorhanden ist oder geschaffen werden kann.

Neben dem Abfallgesetz befaßt sich auch das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mit der Beseitigung von Abfällen. Gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 3 sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, daß "Reststoffe vermieden werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder, soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder zumutbar sind, als Abfälle ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt." Die Erfüllung dieser Pflicht ist Genehmigungsvoraussetzung nach § 6 BImSchG. Das BImSchG definiert das Gebot der Abfallvermeidung weitergehender als das AbfG, da es nicht unter dem Vorbehalt einer Rechtsverordnung steht. Allerdings gilt es nur für den Betrieb genehmigungspflichtiger Anlagen gemäß § 4 BImSchG. Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen greift das Verwertungsgebot des AbfG § 3 Abs. 2 Satz 3, wobei Verwertungsmaßnahmen zum Teil Veimeidungsmaßnahmen im Sinne des BImSchG sind, da beide Gesetze mit unterschiedlichen Systemabgrenzungen arbeiten.[1]

Das AbfG enthält in § 4 Abs. 5 eine Ermächtigung der Bundesregierung, allgemeine Verwaltungsvorschriften über Anforderungen an die Entsorgung von Abfällen, vor allem für gefährliche Sonderabfälle nach dem Stand der Technik zu erlassen. In diesem Zusammenhang sind folgende bereits erarbeitete bzw. in Erarbeitung befindliche Verwaltungsvorschriften von Bedeutung:

- Verwaltungsvorschrift zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Reststoffen nach § 5 Abs.1 Nr BImSchG
- TA - Abfall
- Verwaltungsvorschriften zum BImSchG und AbfG für einzelne Abfallgruppen.

---

1 Nach BImSchG werden alle Maßnahmen, die außerhalb der Anlage ergriffen werden und zu einer Reduzierung der zu beseitigten Abfallmengen führen, als Verwertung bezeichnet. Hierzu zählt sowohl die betriebsinterne Verwertung im eigenen Produktionsbereich als auch die betriebsextewrne Verwertung. Die technischen Maßnahmen der anlagenbezogenen Verwertung nach AbfG werden nach BImSchG als Vermeidung angesehen. Im AbfG wird die Verwertung unabhängig von der Systemgrenze einer Anlage als Nutzung von Abfällen definiert.

Durch das in diesen Verwaltungsvorschriften durchgängig umgesetzte Vermeidungs- und Verwertungsgebot wird sich vor allem für die Sonderabfallentsorgung die Situation in mehrfacher Hinsicht verschärfen. In Zukunft wird Abfallminimierung sowie eine Abgas- und Abwasserreinigung als verbindliche Umweltschutzmaßnahme durchzuführen sein. Die Deponierung von Abfällen (Hausmüll, Klärschlamm und Gewerbeabfällen) wird in Zukunft nur noch zugelassen werden, wenn der Gehalt an organischen Inhaltsstoffen durch stoffliche und thermische Verwertung oder sonstige Behandlung nach dem Stand der Technik verringert worden ist. Entsprechend sind Vermeidungs- und Verwertungsverfahren zu implementieren. Diese Anforderungen gelten auch für den erweiterten Abfallartenkatalog der TA Sonderabfall, der nicht mehr 80, sondern ca. 360 Abfallarten als Sonderabfall umfassen soll.

Zur verstärkten Durchsetzung der abfallwirtschaftlichen Ziele ist mit dem Landesabfallgesetz (LAbfG) das Instrument 'Abfallwirtschaftskonzept' eingeführt worden. Nach § 5 Abs. 3 des LAbfG haben die kreisfreien Städte und Kreise für ihre Gebiete Abfallwirtschaftskonzepte aufzustellen, die folgende Elemente beinhalten sollen:

- notwendige Maßnahmen zur Vermeidung und zur Entsorgung mit dem Vorrang der Verwertung,
- bestehende und künftige Möglichkeiten der Nutzung von Energie und Abwärme.

Die Abfallwirtschaftskonzepte sollen sich dezidiert mit den Vermeidungs- Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten von mehr als 10 Abfallarten befassen und dabei die besonderen örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen. Im Aufbau der Konzepte ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Zielsetzung und Umsetzung. Die abfallrechtliche und abfallpolitische Zielsetzung enthält nach Auffassung der Landesregierung eine Zielhierarchie und damit eine Priorität in der Reihenfolge von Abfallvermeidung, Abfallverwertung und sonstiger Entsorgung. Die Umsetzung erfordere eine Gleichzeitigkeit, d.h. die Maßnahmen der Vermeidung, der Verwertung und er sonstigen Entsorgung müssen stets und ständig gleichzeitig ergriffen werden und einander ergänzen.

Auch wenn die Menge und Zusammensetzung der Abfälle wesentlich durch den Bundesgesetzgeber beeinflußt werden kann und dies bisher jedoch weitgehend unterblieben ist, haben die entsorgungspflichtigen Körperschaften (Städte und Kreise) einen gewissen Handlungsspielraum, Maßnahmen zur Abfallvermeidung und -verwertung zu ergreifen. Die Kommunen NRWs wurden durch die Landesregierung mehrfach aufgefordert, diesen Spielraum zu nutzen und insbesondere die notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung und zur Entsorgung mit dem Vorrang der Verwertung in den zu erstellenden Abfallwirtschaftskonzepten dezidiert darzulegen (vgl. u.a. Landtag NW, 1990 und MURL, 1990). Der Entwurf eines neuen Landesabfallgesetzes versucht desweiteren, die kommunalen Kompetenzen in verschiedenen Handlungsfeldern zu stärken.

4.3 Akzente der 'Bergischen Abfallwirtschaft'

4.3.1 Abfallwirtschaftskonzept

Remscheid, Solingen und Wuppertal verfolgen seit 1989 ein gemeinsames Abfallwirtschaftskonzept. Ein gemeinsames Arbeitspapier der Verwaltungen wurde von den Räten der drei Städte in gleichlautenden Beschlüssen gebilligt (vgl. Abfallwirtschaftskonzept Grundsätze, Drs. Nr. 2514/88). Eine solche Zusammenarbeit dreier kreisfreier Städte ist für Nordrhein-Westfalen ein Novum und signalisiert zunächst einmal die Überwindung der ansonst üblichen kommunalen Konkurrenz in einem wichtigen kommunalpolitischen Handlungsfeld. Die Gründe für dieses gemeinsame Vorgehen sind in verschiedenen Faktoren zu suchen, u.a. in der Zusammenfassung der drei Städte zu einer Entsorgungsregion im Abfallentsorgungsplan (AEP) des Regierungsbezirks Düsseldorf, in der gemeinsamen Nutzung von Deponien und Entsorgungsanlagen und ähnlichen Problemlagen beim Gewerbe- und Sondermüll.

Die gemeinsame Neuordnung der Abfallwirtschaft basiert auf umfassenden Gutachten der Institute AEW-Plan GmbH (Köln) und IFEU e.V. (Heidelberg). Diese enthalten neben der Analyse der abfallwirtschaftlichen Situation Vorschläge hinsichtlich der Vermeidung, Verminderung, Verwertung und Entsorgung der Abfälle und entsprechende Maßnahmen, die in Hinblick auf ihre abfallwirtschaftlichen Konsequenzen überprüft werden. Die Gutachten liegen seit Ende 1987 vor. Ihre Ziel- und Themenorientierung ist recht unterschiedlich. IFEU erstellte ein gesondertes Teilgutachten zum Thema der Abfallvermeidung und möglicher Maßnahmen in diesem Bereich (vgl. IFEU, Prüfung, 1987) und bewertete abschließend die Alternativen zum Abfallwirtschaftskonzept (vgl. IFEU, Analyse und Bewertungen, 1987). Das AEW-Plan Gutachten setzt sich dezidiert mit verschiedenen Entsorgungsvarianten auseinander. Durch das gutachterliche Verfahren wurde kein einheitliches Konzept entwickelt, sondern eine Vielzahl von Alternativen und Möglichkeiten für die Einführung neuer abfallwirtschaftlicher Maßnahmen vorgestellt. Insofern bestand und besteht für die Kommunen die Aufgabe, aus der Palette der möglichen Maßnahmen und Varianten ein Konzept zu erstellen, das angesichts des Entsorgungsengpasses bei Müll und Sondermüll zeitlich abgestufte und mengenmäßig konkretisierte Zielvorgaben entwickelt und Prioritäten hinsichtlich der Maßnahmen setzt.

Angesichts der aktuellen abfallwirtschaftlichen Diskussion in NRW (Stichworte: Ökologische Abfallwirtschaft, neues Landesabfallgesetz), der verabschiedeteten Verpakkungsverordnung (duales Abfallwirtschaftssystem) und der nach wie vor bestehenden Entsorgungsengpässe der Region halten wir eine Überarbeitung des derzeitigen Abfall-

wirtschaftskonzeptes für dringend erforderlich. Hierbei sollte insbesondere beachtet werden:

1. Eine Vereinheitlichung der Datengrundlagen und der Darstellungsformen der Abfallentwicklung in den drei Städten.
2. Eine systematische und gemeinsame Darstellung der Ziele und Maßnahmen (mit Gliederung) in ansprechender und öffentlichkeitswirksamer Form.
3. Eine Zuordnung der einzelnen Abfallarten zu den verursachenden Abfallakteuren, um den Zusammenhang zwischen Abfallursachen und Maßnahmen zu verdeutlichen.
4. Vereinheitlichung der Satzungs- und Gebührengestaltung mit dem Ziel die Abfallminimierung zu erleichtern und zu belohnen (vgl. Praml 1989). Dies sollte instrumenteller Kernpunkt der Maßnahmen sein. Als flankierende und unterstützende Maßnahmen können dann die Instrumente Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Wirtschafts- und Technologieförderung und Abfalllogistik eingesetzt werden (vgl. Both/Führ 1989)

Voraussetzung für den Erfolg eines Abfallwirtschaftskonzeptes ist neben der zeitlichen und akteursorientierten Abstimmung der Maßnahmen ein Mindestrahmen an sachlicher, personeller und organisatorischer Ausstattung. Auch diese Veränderungen und Notwendigkeiten sollten Gegenstand der konzeptionellen Darstellung sein. Dabei müssen die verschiedenen Aufgaben der Abfallwirtschaft für die Bürger und Bürgerinnen transparent und personell erkennbar sein. Das gesamte Erscheinungsbild der Bergischen Abfallwirtschaft sollte mit der Umsetzung des Konzeptes hin zu einem regionalen Netzwerk abgestimmter Abfalldienstleistungen verändert werden.

4.3.2 Abfallaufkommen

Die von uns gewählte mengenmäßige Betrachtung, mit der wir zum einen die Entwicklung des Hausmülls, des Sperrmülls und der Problemstoffe und und zum anderen das Wertstoffaufkommen, differenziert nach den einzelnen Fraktionen, ermittelt haben, erlaubt uns, das Abfallpotential des Hausmülls in etwa bestimmen zu können. Diese Vorgehensweise ist insofern von Bedeutung, als hierdurch das Müllaufkommen und das Wertstoffaufkommen zueinander in Beziehung gesetzt werden und somit die Verschiebungen vom Müll- in den Wertstoffbereich zu erkennen sind. Die Tendenzen in der Summe aus beiden Bereichen (Abfallpotential) macht letzlich erst deutlich, ob eine Politik der Abfallvermeidung tatsächlich greift.

TABELLE 1

HAUSMÜLL, WERTSTOFFE UND PROBLEMSTOFFE DER STADT WUPPERTAL

(1987 - 1989 in Tonnen)

Hausmüll und Wertstoffe		1987	1988	1989
Hausmüll*		110397	110968	110249
Sperrmüll		10500	11032	12751
Wertstoffe	Altglas	4210	4312	4999
	Altpapier	1312	1600	1493
	Altmetall	k.A.	k.A.	k.A.
	Kunststoffe	k.A.	k.A.	k.A.
	organische Abfälle	k.A.	k.A.	k.A.
Problemabfälle		k.A.	k.A.	k.A.
GESAMT	Abfallpotential	126419	127912	129492

TABELLE 2

HAUSMÜLL, WERTSTOFFE UND PROBLEMSTOFFE DER STADT SOLINGEN

(1987 - 1989 in Tonnen)

Hausmüll und Wertstoffe		1987	1988	1989
Hausmüll u. Sperrmüll		45962	46199	46094
Wertstoffe	Altglas*	2491	2563	2825
	Altpapier*	2300	2578	3032
	Altmetall+	117	167	208
	Kunststoffe+	63	71	83
	organische Abfälle+	265	330	360
Problemabfälle		57	51	48
GESAMT	Abfallpotential	51255	51959	52650

* eigene Sammlung (ca. 18.000 Einw.) u. Sammlung durch Dritte im restlichen Stadtgebiet

+ ausschl. eigene Sammlung (ca. 18.000 Einw.)

TABELLE 3

HAUSMÜLL, WERTSTOFFE UND PROBLEMSTOFFE DER STADT REMSCHEID

(1987 - 1989 in Tonnen)

Hausmüll und Wertstoffe		1987	1988	1989
Hausmüll		37717	38029	38098
Sperrmüll		1574	1683	1881
Wertstoffe	Altglas	1365	1480	1600
	Altpapier+	598	1170	1416
	Altmetall	k.A.	k.A.	k.A.
	Kunststoffe	k.A.	k.A.	k.A.
	organische Abfälle	k.A.	k.A.	k.A.
Problemabfälle*		72,24	73,20	55,50**
GESAMT	Abfallpotential			

\+ nur Sammlung der Fa. Rethmann ohne Berücksichtigung caritativer Sammlugen
* Angaben in m^3!
** Sammlung von 4/89 - 12/89

Ein weiterer Anstieg der Hausmüllmengen konnte in allen drei Städten erstmals 1989 verhindert werden (vgl. die Tabellen 1 - 3), allerdings liegt das pro Kopf Aufkommen Wuppertals und Remscheids 1989 mit ca. 330 kg/a wesentlich über dem von Solingen (287 kg/a).

Das Abfallaufkommen im produzierenden Gewerbe ist insgesamt leicht zurückgegangen, wobei berücksichtigt werden muß, daß eine gewichtsmäßige Betrachtung insbesondere den starken Schwankungen im Bereich Bauschutt ausgesetzt ist. Das Abfallaufkommen ist insofern ein Spiegelbild der Wirtschaftsstruktur, als Abfälle aus der chemischen Produktion, der Metall- und Textilverarbeitung ein besonderes Gewicht haben. Der industrielle Abfallkatalog umfaßt u.a. Galvanik-Schlämme aus der Metallveredelung, Neutralisationsschlämme, Salze aus Härtereien, Metallschleifschlämme und Rückstände aus der Rauchgasreinigung. Bedeutsam sind in Remscheid und Solingen die mineralischen Schlämme aus Gießereien und die sonstigen mineralischen Abfälle aus der Metallverarbeitung, eine Besonderheit in Wuppertal die speziellen Entsorgungsprobleme der Textilveredler. Im Vergleich zu den Nachbarstädten produzieren die Wuppertaler Firmen ein Mehrfaches ein Sondermüll.

In allen drei Städten wurde damit begonnen Betriebsbefragungen sowie laufenden Auswertungen sog. begleitscheinpflichtiger Abfälle durchzuführen. Hierdurch können die Abfallmengen und ihre stoffliche Zusammensetzung den Verursachern zugeordnet werden. Bisher wurden diese Erkenntnisse jedoch noch nicht genutzt, um die Betriebe gezielt in Richtung Vermeidung und Verwertung zu beraten. Eine dezidierte mengenmäßige Darstellung der Entwicklung ist uns aufgrund unvollständiger Datenunterlagen nicht möglich.

4.3.3 Entsorgungskapazitäten

Im Bereich der Bergischen Großstädte sind derzeit folgende Abfallentsorgungsanlagen vorhanden bzw. geplant:

a.) Stadt Remscheid

- Deponie Solinger Straße
(nicht abgedichteter und abgedichteter Teil)
- Bauschuttaufbereitungsanlage der Fa. Asphalt-Mischwerke
- Anlage für Baustellenmischabfälle der Fa. Seidel (geplant)
- Deponie der Fa. Diehl (Werksdeponie)

b.) Stadt Solingen

- Müllverbrennungsanlage
- Deponie Bärenloch (Ende der Laufzeit)
- Kompostierungsanlage Focher Straße
- Deponie Piepersberg

c.) Stadt Wuppertal

- Deponie Hahnenfuhrt (RWK/Stadt), geplant bis Klasse 4
- Deponien Kotzert 1 und 2 (Verbrennungsrückstände/ Schlacke)
- Müllverbrennungsanlage
- Deponie Kastenberg
- Bergische Recycling GmbH (Bauschutt)
- Klärschlammverbrennungsanl. Buchenhofen, Wupperverband
- Kompostierungsanlage Buchenhofener Straße (geplant)
- Anlage der Fa. Kugel Fischer

Die näheren Daten zu den Anlagen (Art, Laufzeit, Kapazität, Restlaufzeit/ Inbetriebnahme) sind im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Bei der Bewertung der Entsorgungssituation sind folgende Besonderheiten zu beachten:

Eine Engpaßsituation im Bereich der Industrieabfälle (Abfallklasse 4) ist durch den geänderten Planfestellungsbeschluß des RP Münster für die Zentraldeponie Emscherbruch entstanden. Dieser schloß eine Nutzung der Deponie für gewerbliche Abfälle außerhalb des Kommunalverbandes Ruhr (KVR) innerhalb bestimmter Fristen aus. Die Region Bergische Großstädte hatte 1989 ca. 16.000 t Gewerbe und Industrieabfälle nach Emscherbruch verbracht, wovon allerdings fast 12.000 t auf Klärschlämme aus der Abwasserreinigung entfielen. Die restlichen 4.000 t Abfall, die zur ZDE gelangten, stammten aus verschiedenen Unternehmen des Bergischen Raumes. (vgl. hierzu auch Stadt Wuppertal, Sonderabfall - Hearing, 1990)

Inzwischen wird eine Übergangslösung praktiziert, zu der sich die drei Städte per Ratsbeschluß verpflichtet haben:

"Die Städte Wuppertal, Remscheid, Solingen und die Industrie- und Handelskammer Wuppertal- Solingen - Remscheid verpflichten sich - im Einvernehmen mit dem Regierungspräsidenten Düsseldorf - gegenüber dem Regierungspräsidenten Münster, ab dem 1.07.1990 die auf die Zentraldeponie Emscherbruch zu verbringende Abfallmenge bis zum 31.12.1993 auf 8000 t jährlich zu begrenzen." (Stadtverwaltung Wuppertal, Drucksache Nr 2533/90) Darüberhinaus wurde in verbindlicher Form zugesagt, die notwendigen Maßnahmen zur Einrichtung von Deponievolumen der Klasse 4 und von Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung industrieller Abfallstoffe so voranzutreiben, daß ab diesem Zeitpunkt eine mengengleiche und kostenneutrale Rücknahme von Abfällen derselben Deponieklasse erfolgen wird."

Bis zum heutigen Tage ist allerdings die Standortfrage einer zusätzlichen Deponie bzw. die Umwidmung bestehender Deponien nicht endgültig geklärt .

Ein weiteres Problem stellt die begrenzte Kapazität der Wuppertaler Müllverbrennungsanlage dar. Diese ist seit 1975 ununterbrochen in Betrieb. Aufgrund der verschärften Auflagen der BImSchV für die Rauchgasreinigung sind weitgehende Umrüstungs- und Erneuerungsmaßnahmen erforderlich, die u.a. zur Folge haben, daß die Anlage in den nächsten Jahren nur ein begrenztes Müllvolumen von ca. 330.000 Jahrestonnen bewältigen kann. 1989 wurde diese Kapazitätsgrenze überschritten, da ca. 350.000 t verbrannt wurden.

Aufgrund vertraglicher Verpflichtungen wird das Hausmüllaufkommen der Stadt Wuppertal, der Stadt Remscheid und der Hausmüll und die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle aus den Städten Haan, Wülfrath und Mettmann ebenfalls in dieser MVA entsorgt. Hinzu kommt ein erheblicher Anteil gewerblicher Anlieferer (ca. 40 %). Inwieweit ab 1994 nach abgeschlossenem Umbau eine Option besteht, auch Industriemüll zu verbrennen, muß bezweifelt werden. Wir möchten nachdrücklich darauf hinweisen, daß dies nicht nur ein Kapazitätsproblem ist, welches durch die Müllvermeidung beim Hausmüll zu lösen wäre, sondern auch die Frage aufwirft, ob ein sehr viel schadstoffhaltiger Müll auf umwelt- und gesundheitsverträgliche Weise mit der gleichen Ausrüstung zu verbrennen ist.

Eine zentrale Kompostierungsanlage ist derzeit in Wuppertal in Planung, eine schnelle Realisierung droht derzeit jedoch an Einsprüchen privater Anlieger zu scheitern.

Da die Stadt Remscheid nicht über eine eigene Kläranlage verfügt, fallen aus Sicht der Abfallstatistik keine Klärschlämme an. Insofern ist zu beachten, daß in den entsprechenden Aufkommen von Solingen und Wuppertal auch ein Remscheider Klärschlammanteil enthalten ist, da die Stadt an die Kläranlagen des Wupperverbandes Wuppertal-Kohlfurt und Solingen-Burg angeschlossen ist.

Die zahlreichen ungeklärten Fragen hinsichtlich der Entsorgung von Industrieabfällen in der Region können zu einem Hemmnis für die weitere Regionalentwicklung werden. Negative Auswirkungen auf den Wirtschaftsstandort aber auch auf das Image hinsichtlich der Lebensqualität sind zu befürchten. Von daher kommt einer ökologisch orientierten Abfallpolitik eine herausragende Bedeutung auch für die Durchsetzung anderer Entwicklungsziele zu.

4.3.4 Maßnahmen

Der Schwerpunkt der Aktivitäten hinsichtlich des Hausmülls lag im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und der Wertstofferfassung (Glas, Papier, Weißblech). Erstmalig wurden im gesamten Stadtgebiet von Remscheid und Wuppertal entsprechende Sammelcontainer aufgestellt und damit die Containerdichte pro Einwohner erheblich verbessert. In Solingen wurde der bisher auf zwei Siedlungen beschränkte Modellversuch einer siebenfachen Sortierung der Hausmüllfraktion auf ca. 1/3 der Einwohnerschaft (40.000) Die eingesammelten Mengen übersteigen zum Teil die Absatzmöglichkeiten auf den Recyclingmärkten.

Für den Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurde weitgehend den Vorschlägen der Gutachter gefolgt und deren Umsetzung unmittelbar nach Beschlußfassung des Konzep-

tes in Angriff genommen. Im Auftrage der drei Städte entwarf eine Werbeagentur eine Plakatserie mit dem Motto 'Weniger Abfall - Mehr Umwelt'. Diese Plakate symbolisierten anhand ausgewählter Produkte und Verpackungen Entscheidungsalternativen für das Einkaufsverhalten der Konsumenten und Konsumentinnen. Sie wurden nach den NRW-Schulferien 1990 über mehrere Monate auf den Großflächen der Deutschen Städtereklame im Gebiet der drei Städte geklebt. Desweiteren wurde das Erscheinungsbild der Abfallwirtschaft verbessert. Ein gemeinsames Signet 'Bergische Abfallwirtschaft' wurde geschaffen, welches als Aufkleber an die Müllgefäße und Fahrzeuge angebracht wurde. Um die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen mit dem Schwerpunkt der Abfallvermeidung zu koordinieren, wurde von seiten der 3 Städte eine gemeinsame Arbeitsgruppe eingerichtet.

Angesichts der begrenzten Deponieflächen und Engpässen bei der Müllverbrennung kommt der Abfallvermeidung besondere Bedeutung zu. Insofern ist es nur schwer nachvollziebar, wenn hinsichtlich der Maßnahmen zur Abfallvermeidung die Vorschläge des IFEU-Teilgutachtens "Prüfung der Möglichkeiten zur Abfallvermeidung" (1987) in wesentlichen Punkten nur in unzureichender Weise umgesetzt sind. Bisher vernachlässigt wurden

- die Vorschläge zur Beratung und Durchführung von Modellvorhaben bei Handel und Gewerbe,
- die Vorschläge zur Abfallvermeidung durch entsprechende Beschaffungsrichtlinien der öffentlichen Verwaltung,
- die Empfehlung, die Beratung und Betreuung von Betrieben im Rahmen der Wirtschaftsförderung verstärkt an Umweltkriterien auszurichten,
- die Empfehlungen zur Neuorganisation der Verwaltung und zum Einsatz von mehr qualifiziertem Personal.

Eine Novellierung der Abfallsatzungen wird derzeit überprüft.

Der Schwerpunkt der weiteren Maßnahmenplanung liegt im Bereich der Verwertung und Schadstoffentfrachtung des Mülls. Für den Bereich Abfallvermeidung werden in einem Sachstandsbericht des Wuppertaler Umweltamtes folgende Punkte genannt (vgl. Amt für Umweltschutz, S. 3 ff.):

- Fortführung der Öffentlichkeitsarbeit zur Müllvermeidung,
- Einbeziehung des Handels und der Gastronomie in Richtung auf Zurücknahme oder Verbot von Einweg-Speise- und Getränkeverpackungen,
- Förderung der Eigenkompostierung in Hausgärten, Kleingärten und Friedhöfen,

- Werbung für die Verwendung von Recyclingprodukten aus Glas und Papier, u.a. durch bevorzugte Beschaffung im Bereich Stadtverwaltung und der städtischen Gesellschaften.

4.4 Stärken und Schwächen

Der Frage nach der Umsetzung und umweltpolitischen Wirkung der einzelnen abfallwirtschaftlichen Maßnahmen kann an dieser Stelle nicht nachgegangen werden. Dies würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Allerdings sind wir aufgrund der Sichtung des uns vorliegenden Materials aus den Verwaltungen in der Lage, eine erste Bewertung in konzeptioneller Hinsicht vorzunehmen.

*** Abfallvermeidung**

positiv:

- Abfallvermeidung wird in Zukunft über die Müllsatzungen belohnt,
- Kompostierung der Vegetablien ist in Solingen aufgrund des erweiterten Sortierungsprojektes am weitestens fortgeschritten, in Wuppertal und Remscheid in Vorbereitung.

negativ:

- Abfallberatung als wichtiges Mittel insbesondere für den gewerblichen Bereich unterentwickelt, zu wenig Planstellen,
- in wichtigen Handlungsfelder noch keine Aktivitäten, z.B. abfallarme Stadtfeste, abfallarmes Verwaltungsbüro,
- notwendige Kooperation mit der Wirtschaftsförderung unterentwickelt.

*** Abfallverwertung**

positiv:

- verstärkte Bemühungen, Glas, Papier und Weißblech in die stofflichen Kreisläufe zurückzuführen,
- Pilotprojekt zur Entsorgung von Kühlschränken und Elektrogroßgeräten (Wuppertal)
- Siebenfache Hausmüllsortierung für 1/3 der Einwohnerschaft (Solingen) als kombiniertes Hol/Bringsystem mit hoher Containerdichte.
- Entsorgung der Problemstoffe mit Hilfe von Schadstoffmobilen.

negativ:

- keine Recyclinghöfe, zu wenig dezentrale und integrierte Lösungen,
- in Remscheid und Wuppertal keine stadtteilbezogenen Pilotprojekte,
- keine gezielte Beratung von Kleingewerbe und Handel,

- bisher keine erkennbar Einbeziehung der Problemstellung in die kommunale Wirtschafts- und Technologieförderung,
- unzureichender Personalstand in den entsprechenden Fachabteilungen der Verwaltung.

*** Abfallentsorgung**

positiv:

- ausreichende Verbrennungskapazitäten im Bereich Hausmüll,
- verstärkte Zusammenarbeit der Kommunen zur Schaffung von ausreichendem Deponieraum,

negativ:

- begrenzte Deponieflächen für Industrieabfälle, Entsorgungsengpaß im Bereich Sondermüll,
- bisher keine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) der Entsorgungsanlagen.

Ein Projektvorschlag für ein Dienstleistungszentrum industrieller Abfallwirtschaft wird in Kapitel 6 unterbreitet.

5. Analyse und Bewertung der Energiesituation

5.1 Problemverständnis und Grundorientierung

Die heutige Energiesituation ist trotz vieler sinnvoller Korrekturen in Richtung einer rationelleren Energieverwendung noch immer durch Energieverschwendung geprägt. Stoffe, die die Natur in Jahrmillionen aufgebaut hat, werden in rasantem Tempo abgebaut, spezifische Energiespareffekte werden durch den insgesamt steigenden Verbrauch wieder kompensiert. Hochwertige Energieformen werden noch immer für niederwertige Energiedienstleistungen bereitgestellt, so z.B. Strom für Raumwärme oder Hochtemperatur für Trocknungsprozesse. Damit einher gehen relativ geringe Wirkungsgrade diesbezüglicher technischer Anlagen, beispielsweise in Höhe von 30% bei der Stromerzeugung aus Kohle.

Trotz Filteranlagen und anderen nachsorgenden Umwelttechniken kann von einer spürbaren Entlastung der Natur durch die Energiewirtschaft -insgesamt gesehen- noch nicht gesprochen werden. Die Probleme werden verschoben: relativ sauberere Luft wird erkauft mit neuen Risiken bei der Beseitigung der Filterstäube aus den entsprechenden Anlagen. Die Verbrennung fossiler Energieträger führt desweiteren zu einer allmählichen Aufheizung der Erdatmosphäre, die eine grundlegende Änderung des globalen Klimahaushaltes zur Folge haben wird.

Trotz der steigenden Probleme wird die bestehende Monostruktur der Energiewirtschaft durch die Bundespolitik nicht in Frage gestellt. In der Landesregierung NRW hat seit der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl ein Umdenken eingesetzt, das zu einer Neubewertung der Risiken der Kernenergie führte. Im Zuge dessen wurde auch der Hochtemperatur-Reaktor Hamm-Uentrop stillgelegt, an dem die Stadtwerke Wuppertal finanziell beteiligt waren. Das Bild der Energieerzeugung und -versorgung ist in NRW aber immer noch geprägt durch zentrale Großkraftwerke vor allem im rheinischen Braunkohlerevier und eine dominierende Stromwirtschaft. Die begleitende Energie- und Technologiepolitik fördert dabei den Aufbau eines Forschungsapparates und Industriekomplexes, der fast ausschließlich auf den Einsatz von Großtechniken setzt.

5.2 Akzente der regionalen Energiesituation

Ausgehend von den Leistungen der örtlichen EVUs stellt sich die Energieversorgung der drei Städte wie folgt dar:

Energieversorgungsstruktur der Bergischen Großstädte

Stadtwerke Remscheid

Sitz:	Remscheid
Rechtsform:	GmbH
in der Hand von:	Stadt Remscheid zu 100%

Energieabgabe an Endabnehmer in folgenden Orten:

Gemeinde/Stadt	Energiearten (G=Gas, E=Elektrizität, FW=Fernwärme)
Remscheid	E, G (E auch RWE)

Stadtwerk Solingen

Sitz:	Solingen
Rechtsform:	kommnunaler Eigenbetrieb
in der Hand von:	Stadt Solingen

Energieabgabe an Endabnehmer in folgenden Orten:

Gemeinde/Stadt	Energiearten (G=Gas, E=Elektrizität, FW=Fernwärme)
Solingen	E, G, FW (E auch RWE)

Stadtwerke Wuppertal

Sitz:	Wuppertal
Rechtsform:	AG
in der Hand von:	Stadt Wuppertal zu 99,5%, Stadt Velbert zu 0,5%

Energieabgabe an Endabnehmer in folgenden Orten:

Gemeinde/Stadt	Energiearten (G=Gas, E=Elektrizität, FW=Fernwärme)
Velbert	E (teilweise)
Wuppertal	E, G, FW (FW auch Favorit)

Die Stadtwerke der drei Städte sind sogenannte Querverbundunternehmen, d.h. die örtliche Verteilung von Strom und Gas erfolgt überwiegend durch das gemeindeeigene EVU. Dies sind zunächst einmal günstige institutionelle Voraussetzungen, um eine Energiepolitik zu betreiben, die dem Ziel der rationellen Energieverwendung verpflichtet ist. Möglich sind

- eine gemeinsame Planung der Energieversorgungsstruktur durch die Stadt und das Energieversorgungsunternehmen,
- der Ausbau eigener Energieerzeugungskapazitäten und eine umweltorientierte Gestaltung und Abstimmung des Angebots in den Sparten Strom, Gas, Fernwärme,
- die Möglichkeit energiepolitische und regionalwirtschaftliche Ziele über den Aufsichtsrat in die Unternehmenspolitik einzubringen.

In Wuppertal gibt es folgende energiepolitische Besonderheiten:

- größtes Querverbundunternehmen der Region
- nennenswerte eigene Energieerzeugung
- Heizkraftwerke
- historisches Fernwärmenetz
- Arbeitsgruppe Stadt/Stadtwerke

Bisher wurde hier in erster Linie die Erweiterung des Fernwärmenetzes auf private Haushalte verfolgt (vgl. Wuppertaler Stadtwerke 1986). Hierzu gab es Projekte, bei denen (leider nur bedingt erfolgreich) auch gezielt die Beratung und Einbeziehung der Bürger angestrebt wurde. Die Arbeitsgruppe hat mehrere Berichte mit Analysen und Arbeitsergebnissen über die stadtteilorientierten Projekte vorgelegt. Da die Arbeitsgruppe bisher ihre Projekte immer auf klar begrenzte Quartiere bezogen hat, fehlt für Wuppertal bisher ein umfassendes Energiekonzept.

Wichtig für die örtliche Bestandsaufnahme sind auch Daten zur Siedlungs- und Wohnstruktur sowie das Alter des Gebäudebestands, da sich hieraus Rückschlüsse auf den zukünftigen Bedarf ergeben und angepaßte quartiersbezogene Maßnahmen ableiten lassen. Der Weg quartiersbezogener Konzepte wurde seit 1982 vor allem in Wuppertal verfolgt (vgl. Richter/Ahrens 1988). Dies führte in einem Quartier zum verstärkten Ausbau der Fernwärme. Da die Fermwärme in Wuppertal hauptsächlich industriebezogen als Dampf in zwei Fernheizwerken erzeugt wird, mußte in dem Quartier ein Sekundärheißwassernetz aufgebaut werden.

Ein umfassendes, das gesamte Stadtgebiet und alle Energieträger umfassendes Energieversorgungskonzept liegt bisher nur für die Stadt Remscheid vor (vgl. GERTEC GmbH 1991). Schwerpunkte des Gutachtens sind:

- eine Bestandaufnahme der Energiesituation und Prognose

- Energiesparmaßnahmen im öffentlichen Gebäudebestand
- quartiersbezogene Sondererhebung Geschoßwohungsbau
- Potentialermittlung regenerative und anthropogene Energieträger
- Entwicklungsperspektiven der Raumwärme-Energieversorgung

Die Ergebnisse des Gutachtens sollten im Rahmen des Erfahrungsaustauschs zwischen den drei bergischen Städten genutzt werden. Für das regionale Entwicklungskonzept sind die Ausführungen zur Windkraftnutzung und zur Reaktivierung alter Wasserkraftanlagen von besondern Interesse, letzteres vor allem deshalb, weil aufgrund der Industriegeschichte ähnliche Anlagen auch in Solingen und Wuppertal zu finden sind.

Insgesamt bleibt hierzu festzuhalten: Die regionalen Potentiale hinsichtlich der Nutzung regenerativer Energiequellen sind vielfältig. Aufgrund der dichten Besiedlung und der Siedlungsstruktur (Mischfunktionen von Gewerbe und Wohnen) erscheint der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen besonders günstig. Auch bei der Nutzung der Wasserkraft sind aufgrund des Wasserreichtums und des starken Gefälles der Fließgewässer erhebliche Potentiale zu vermuten. Desweiteren ergibt sich aus der intensiven Gründlandwirtschaft und des starken Viehbesatzes ein weites Anwendungsfeld für die Biomassenutzung.

5.3 Mögliche Elemente einer regenerativen Energiepolitik

Inzwischen gibt es zahlreiche Beispiele für eine mehr eigenständige Energiepolitik der Kommunen, die als politsiche Strategie mit dem Begriff der 'Energiewende' verbunden sind (vgl. Hennicke u.a 1985). Für den regionalen Entwicklungsprozeß sind vor allem die technologischen und organisatorischen Elemente einer 'Rekommunalisierung' von Bedeutung, da hiervon wichtige Impulse in andere Bereiche (Wirtschaft, Haushalte) zu erwarten sind.

Technologiepolitisch geht es dabei um

* die rationelle Verwendung von Energie durch Vermeidung von Energieverlusten und Nutzung der Abwärme aller wärmeerzeugenden Anlagen,
* die angepaßte Verwendung von Energie durch die Anpassung der Wertigkeit des Energieangebotes an die nachgefragte Energiedienstleistung,
* die Nutzung regenerativer Energiequellen wie Biomasse, Sonne, Wind, Wasserkraft,
* die Nutzung lokal bzw. regional verfügbarer Energiequellen mittels angemessener und angepaßter Techniken.

Für die Nutzung dieser Energiequellen stehen verschiedene technische Systeme zur Verfügung (vgl. ETA Nr.2/88). Unterschieden werden müssen Anlagen zur direkten

Stromerzeugung sowie Anlagen, die Sekundärenergieträger produzieren, welche wiederum für die Elektrizitätserzeugung eingesetzt werden können.

Insbesondere bei der Windenergie, bei Wasserkraftwerken und Biogasanlagen und Blockheizkraftwerken weisen die Anlagen kleinerer und mittlerer Leistung einen ausgereiften technischen Standard auf. Hinsichtlich einer effektiven Nutzung dieser Techniken ist wichtig, daß die unterschiedlichen Systemkomponenten auf der Angebots- und Nachfrageseite in einem simultanen Prozeß optimiert werden, um eine maximale Bedarfsdekkung zu erreichen. Desweiteren sollten Erzeugung und Nutzung möglichst eng beieinanderliegen, denn die regenerativen Energiequellen sind aufgrund ihrer geringen Energiedichte nur im begrenzten Umfang transportierbar. Insofern ist die Erreichung eines hohen Ausnutzungsgrades an die räunliche Nähe gebunden.

Wichtige ökologische und soziale Kriterien zur Gestaltung der neuen Enegiesysteme sind:

* Die physische Größe und die Produktionskapazität einer energietechnischen Anlage sollte ausgehend von der kleinsten Versorgungseinheit bestimmt werden.
* Monostrukturen und eine räumliche Ballung einzelner technischer Lösungen sollte vermieden werden.
* Die Eigenständigkeit der Basissysteme sollte auch im Rahmen einer Vernetzung gewahrt bleiben (modularer Aufbau).
* Der Ort der Energieerzeugung sollte möglichst nah am Ort der Energieverwendung liegen.
* Der Endbenutzer sollte in die Lage versetzt werden, die Betriebsweise des Systems zu beeinflussen. Deshalb muß das System überschaubar, handhabbar und reparaturfreundlich sein.
* Das Versorgungssystem sollte die Benutzer nicht absolut abhängig machen. Technische und organisatorische Alternativen müssen möglich bleiben.

Am Beispiel der Nutzung der Sonnenenergie soll die mögliche Anwendung dieser Kriterien einmal illustriert werden.[1] Eine verstärkte Nutzung der Sonnenenergie ist nur im Rahmen eines Niederenergieszenarios denkbar. Ausgangspunkt ist das durchdachte solararchitektonische Haus mit einem großen Anteil von Fensterflächen, nach Süden ausgerichtet, mit Wärmedämmung und Wintergarten und an der richtigen Stelle von Bäumen umgeben. Erst auf dieser architektonischen Basis kommen vielfältige Energieeinspartechniken und solare Energieumwandlungstechniken zum Einsatz. Die Techniken sind ein bunter Strauß intelligenter Handwerkstechniken, die Dominanz von High-Tech wird vermieden.

1 vgl. Ullrich (1988): Widerstände und Illusionen in der Energie- und Umweltpolitik, Berlin.

Diese technischen Optionen einer dezentralen und lokalen Energieerzeugung/-verteilung müssen begleitet werden durch ein allseitiges Energiesparen, d.h. durch eine erhebliche Senkung des absoluten Verbrauchs.

In den bergischen Städten gibt es erste Aktivitäten, effiziente und regenerative Energiesysteme zum praktischen Einsatz zu bringen. In Remscheid haben die dortigen Stadtwerke Untersuchungsaufträge mit der Fragestellung erteilt, ob an fünf verschiedenen Standorten der Betrieb von Blockheizkraftwerken (BHKWs) sinnvoll und wirtschaftlich ist. Außerdem wird ein günstiger Standort für eine Windkraftanlage gesucht und die Nutzung der Wasserkraft der Eschbachtalsperre in Erwägung gezogen. In Wuppertal wurde in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Initiativkreis 'Energiewende' die erste Phase eines Windmeßprogramms abgeschlossen und eine erste Potentialabschätzung vorgenommen (vgl. Stadt Wuppertal, Drucksache 160/91) Der Einsatz der Solarenergie zur Warmwasserversorgung in einigen städtischen Einrichtungen ist beabsichtigt; eine Realisierung ist allerdings von Zuschussmitteln des Bundes abhängig ("1000 Dächer Photovoltaikprogramm"). Ähnliche Aktivitäten sind aus Solingen bekannt. Einschränkend ist allerdings festzustellen, daß das theoretische technische Potential unter nicht veränderten Rahmenbedingungen nur einen sehr geringen Beitrag zur CO2-Minderung leistet.

Vor allem den Fragen nach einer politischen, rechtlichen und organisatorischen Absicherung einer neuen, gemeinsamen Energiepolitik der drei Städte muß ein höheres Maß an Bedeutung zukommen als bisher. Die Bedingungen für den Einsatz regenerativer Energiequellen würden sich schlagartig verbessern, wenn die wirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen die Folgekosten der derzeit dominanten Energiesysteme berücksichtigen würden. Ein gewisser politischer und wirtschaftlicher Handlungsspielraum in Richtung einer effizenteren und umweltschonenderen Energieversorgung besteht allerdings auch auf der kommunalen Ebene. Vorraussetzung ist allerdings, daß sich die bisherige Geschäftspolitik der Stadtwerke an entscheidenden Punkten ändert. Hennicke (1986) hat hierzu vier grundsätzliche Punkte benannt:

- Bedarfs- statt Erwerbsprinzip,
- Nutzungs- statt Angebotsorientierung
- Demokratisierung statt unternehmerischer Verselbständigung
- Partizipation statt Verplanung.

Eine solche Umstrukturierung der kommunalen EVUs in EDUs sollte durch eine verstärkte regionale Zusammenarbeit der kommunalen Unternehmen begleitet werden. Es wäre zu überlegen, ob sich die drei Stadtwerke zu einem regionalen Zweckverband zusammenschließen sollten, um ihre Energieautonomie zu stärken. Ein solcher Zweckverband hätte zahlreiche Aufgaben:

* das Errichten neuer Stromerzeugungsysteme auf der Basis erneuerbarer Energiequellen.
* Gegenseitige Hilfe bei der Erstellung von Konzepten, zum Beispiel bei der Erfassung und Kontrolle von Energieflüssen über die Gemeindegrenzen hinweg, oder des "Imports" von nicht leitungsgebundenen Energieträgern
* Regionale Vernetzung als Ausgleich bei Schwankungen des Energieangebotes, die z.B. bei Einsatz von regenerativen Energiequellen eintreten können.

Die bisherigen Aktivitäten geben hierfür einen wichtigen Ansatzpunkt ab. Sehr wertvoll sind die bereits vereinzelt durchgeführten Analysen des Ist-Zustandes, die natürlich flächendeckend durchgeführt und in ihrer Aussagekraft erweitert werden müssen.

Desweiteren ist zu untersuchen, welche Barrieren regionsintern für einen rationellen, umwelt- und sozialverträglicehen Umgang mit Energie auf den verschiedenen betroffenen Ebenen (Haushalte, Betriebe, Verkehrsbetriebe, Energieversorgungsunternehmen, Verwaltungen) existieren. Damit diese Interessenartikulation überhaupt in Gang kommt, sollte ausgehend vom Regionalen Entwicklungskonzept ein Forum 'Sanfter Energiepfad Bergisch Land' ins Leben gerufen werden. Eine Schlüsselrolle hierbei spielen hierbei die jeweiligen Stadtwerke (vgl. Hennicke 1986). Sie stehen vor der Herausforderung, die Beziehungen zwischen den Anbietern von Energie und den Nutzern auf eine neue Basis zu stellen. Im Mittelpunkt der Aktivitäten sollte die kommunale Bereitstellung von Energiedienstleistungen stehen. Hierbei muß die Fähigkeit entwickelt werden, flexible auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer zu reagieren und den Nutzer bei seinen Problemen, ein effizientes Energiesystem auszuwählen und Energie zu sparen, zu beraten. Es gilt die Produktinformation und Werbung zu verbessern, aber auch Weiterbildungsmaßnahmen für Energiefachleute in Gewerbe und Industrie zu organisieren. Zur Hebung der Attraktivität regenerativer Energieträger ist es notwendig, spezielle Förderungsmöglichkeiten und Finanzierungshilfen anzubieten bzw. zu vermitteln, da es ja entsprechende Förderprogramme des Landes und des Bundes gibt (vgl. G.I.B. Info 7/90). Die Machbarkeit ist an Modellanlagen zu demonstrieren. Marketing darf in der kommunalen Energiewirtschaft nicht länger auf Absatzmaximierung in Kilowattstunden ausgerichtet sein, sondern sollte sich vorrangig damit befassen, Strategien effizienter Energienutzung verhaltenswirksam werden zu lassen. In der BRD sind es u.a. die Stadtwerke Saarbrücken und Rottweil, die erfolgreich den Weg vom Energieversorgungsunternehmen (EVU) zum Energiedienstleistungsunternehmen beschritten haben.

5.4 Energiewirtschaftliche Innovationsfelder im Rahmen des regionalen Entwicklungskonzeptes

5.4.1 Innovationsfeld Wasserkraft

Die Wasserkraft ist eine regenerative Energiequelle, die seit langem genutzt wird. Ihr weiterer Ausbau stagniert jedoch. Die Bruttostromerzeugung durch Wasserkraftwerke verteilte sich 1984 -aufgeteilt nach Kraftwerksarten- wie folgt:

Kraftwerksart	BRD	NRW
Laufwasserkraftwerke	15.705	383
Speicherkraftwerke	1.051	90
Pumpspeicherkraftwerke	1.715	138
	18.471	611

Angaben in Mio KWh
Quelle: Bundesminister f. Wirtschaft 1985, eigene Zusammenstellung

Das noch verfügbare Potential an Wasserkräften in der Bundesrepublik Deutschland wurde in einer gemeinsamen Studie des DIW und des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik (ISI) Karlsruhe abgeschätzt. Danach ist das zusätzlich wirtschaftlich nutzbare Potential an Wasserkräften (außer Pumpspeicherwerken) bis zum Jahr 2000 zwischen 1,9 und 3,1 Mrd KWh. Dies würde gegenüber dem Nutzungsstand von 1984 eine Steigerung von 11-18% bedeuten. Neben dieser allgemeinen Abschätzung gibt es eine verstärkte energiepolitische Diskussion und die Überlegung, das ungenutzte Potential kleiner Wasserkraftanlagen zu nutzen und alte Anlagen zu reaktivieren. Beispielhaft sind hier die Aktivitäten in Nordhessen und in NRW im Bereich der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe.[2]

Eine verstärkte Nutzung der Wasserkraft stößt im Bergischen Land auf sehr günstige Bedingungen. Die Region ist reich an Niederschlägen. Aus Sicht einer wasserwirtschaftlichen Nutzung ist jedoch nicht nur die Gesamtmenge der Niederschläge interessant; wich-

2 vgl. Dumont u.a. (1985): Wasserkraftpotential in Nordhessen. In: das wassertriebwerk, Heft 10/1985; Kaps (1987): Wiederentdeckung von Kleinwasserkraftanlagen im Bereich der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe. In: das wassertriebwerk, Heft 5/1987, S. 57-59. Zur allgemeinen Bedeutung der kleinen Wasserkraftanlagen für die Elektrizitätsversorgung vgl. Wagner (1987): Kleinwasserkraftanlagen für die öffentliche Elektrizitätsversorgung im Jahr 1986. In: Elektrizitätswirtschaft Jg. 86, H. 24, S. 1046-1048.

tig ist auch eine Regelmäßigkeit im Wasserdargebot im jahreszeitlichen Verlauf. Diese ist jedoch aus zwei Gründen im Bergischen Land nur eingeschränkt gegeben: einerseits treten die Niederschläge relativ unregelmäßig auf (Schauerwetter), zum anderen besteht der Untergrund überwiegend aus einer festen Schicht anstehenden Gesteins, die mit einer dünnen Lehmbedeckung nur eine geringe Wasserspeicher- und -rückhaltefähigkeit besitzt. Die Fließgewässer des Bergischen Landes weisen daher eine hohe Wasserführung auf, die jedoch im Jahresgang hohen Schwankungen unterliegt. Eine Ausnahme bildet hier die Wupper seit dem Bau der Wuppertalsperre. Diese wurde jedoch nicht aus Gründen der Triebwassernutzung gebaut, sondern um die kontinuierliche Wasserführung in der Wupper bezüglich der Vorfluterfunktion sicherzustellen.

Günstiger ist die hingegen die Strömungsgeschwindigkeit zu beurteilen. Aufgrund der topographischen Gegebenheiten (Mittelgebirgslandschaft) weisen alle Flüsse und Bäche ein für die Nutzung der Wasserkraft ausreichendes Gefälle auf. So überwindet die Wupper z.B. auf ihrer 110 km langen Strecke von der Quelle bis zur Mündung in den Rhein einen Höhenunterschied von nahezu 400 m.

Die Wasserkraftnutzung spielt heute in der Region nur noch eine untergeordnete Rolle. Zahlreiche alte Wasserrechte -auch zur Triebwasserentnahme- werden nicht mehr genutzt. Bei den verbliebenen Anlagen hat sich ein Wandel von der direkten mechanischen Nutzung, die früher eine große Bedeutung hatte, zur Umwandlung in leitungsgebundene elektrische Energie vollzogen.

Die mechanische Nutzung erfolgte durch Wasserräder. Prinzipiell ist es auch möglich, die Wasserräder mittels Getriebe zum Antrieb elektrischer Generatoren zu benutzen, doch haben sich für diesen Zweck geschlossene Turbinen durchgesetzt, die einen höheren Wirkungsgrad besitzen, die regelbar sind und durch die vielfältigen Bauformen und Leistungen für jeden Anwendungsfall erhältlich bzw. baubar. Die Leistung des Wassers ist proportional zum Produkt aus Fallhöhe und Durchflußmenge, deshalb unterscheidet man zwischen Anlagen, die bei niedriger Fallhöhe eine hohe Durchflußmenge haben (Laufwasserkraftwerke), und solchen, die bei großer Fallhöhe mit einem kleineren Durchfluß auskommen (Hochdruckanlagen). Die letzteren arbeiten meist mit einem erhöht liegenden Speicher (z.B. Talsperre), in dem das angestaute Wasser durch Rohre auf die Turbinen geleitet wird, während beim Laufwasserkraftwerk das durch ein Wehr angestaute Wasser eines Flusses auf die Turbinen geleitet wird. Man sieht, daß in beiden Fällen neben der eigentlichen Turbine noch umfangreiche wasserbauliche Maßnahmen zu leisten sind.

Die Netzeinspeisung von Wasserkraftanlagen kann bei kleineren Systemen netzgeführt mit Asynchronmaschinen geschehen (wie bei Windenergieanlagen). Wasserkraftwerke werden jedoch mit einem Synchrongenerator ausgerüstet, da die Drehzahl von Wasser-

turbinen leichter regelbar ist. Die Synchronmaschinen können in die Netzregelung einbezogen werden, d.h. zur Erhaltung eines starren Netzes beitragen. Das Wasserenergiedargebot ist schwankend. Es kann jedoch im Gegensatz zur Wind- oder Sonnenenergie durch Aufstauen direkt gespeichert werden, bei Laufwasserkraftwerken in geringerem, bei Speicherkraftwerken in höherem Maße.

Wasserkraftanlagen gelten als umweltfreundlich. Es gibt jedoch auch hier Auswirkungen, die zu berücksichtigen sind, neben der Installation der Turbine sind insbesondere die Auswirkungen von wassserbaulichen Maßnahmen zu nennen, die mit mit der Wasserkraftnutzung verbunden sind (Aufstauung oder Umleitung von Gewässern). Es lassen sich grob zwei Bereiche unterscheiden, die durch die Wasserkraftnutzung betroffen sind:

* direkte Beeinflussung des Fließgewässers durch Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit, Erhöhung der Wasserpegel, Umleitung und Trockenlegung von Gewässern, Beeinflussung der jahreszeitlichen Wasserführung, Eingriffe in die Gewässerökosysteme.
* Beeinträchtigung der Flußlandschaften durch Veränderung des Grundwasserspiegels, Überschwemmung der Flußauen durch Stauwerke, Veränderung des Mikroklimas, Eingriffe in das Landschaftsbild (z.B. durch Gebäude).

Diesen Risiken des Wasserbaus können einige positive Aspekte gegenübergestellt werden:

* durch die Aufstauung von Flüssen kann der Lebensraum Wasser auch bereichert werden, die Erweiterung von Gewässergebundenen Lebensräumen kann zur Bereicherung der landschaftlichen und ökologischen Vielfalt beitragen. Durch wasserbauliche Maßnahmen kann gleichzeitig auch eine gewünschte Regulierung des Wasserstandes herbeigeführt werden, die aber die Belange des Naturschutzes nicht mißachten darf.

Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt der Ökosysteme bzw. in die Landschaft können i.d.R. nur bei kleinen Anlagen in Grenzen gehalten werden. Für die Region Bergisches Land gilt darüber hinaus, daß entlang der Wupper von Beyenburg bis Sonnborn eine dichte gewerbliche Bebauung seit mehr als 150 Jahren beiderseits des Flußufers vorhanden ist und sich hier eher die Frage nach einer Renaturierung der Flußlandschaft als nach einer 'Unterschutzstellung' relevant ist.

Trotz dieser ökologischen Bedenken ist eine stärkere Nutzung der Wasserkraft in der Region Bergisches Land als ein wichtiger Baustein für eine Energiewende einzustufen. Entlang der Wupper könnten zahlreiche kleine Wassserkraftanlagen (wieder-) entstehen und einen wichtigen Beitrag zur Stromversorgung der Gemeinden im Bereich der Grundlast liefern. Auch sind zahlreiche Nutzungen von privater Seite denkbar. Hierzu müßten allerdings die Einspeisebedingungen für den Strom aus Wasserkraftanlagen verbessert werden. Um einen derartigen Innovationsprozess in Gang zu setzen, wären

zunächst die wichtigsten technischen Kenndaten zu ermitteln: aus der Wasserlaufgeschwindigkeit, der Wassermenge und der Gefällhöhe kann die theoretisch nutzbare Energie ermittelt werden. Wichtig ist außerdem die Ermittlung der Wasserrechte in bezug auf die einzelnen Fließgewässer. In einem zweiten Schritt wäre dann zu überprüfen, welche gewerblichen und privaten Nutzungen in Ufernähe einen besonders hohen Stromverbrauch aufweisen. Hier könnte die Wasserkraft dazu genutzt werden, die Spitzenlasten zu senken.

5.4.2 Kraft-Wärme-Kopplung in Gemengelagen

Mit Wirkungsgraden bis zu 97 % ist die dezentrale Wärme-Kraft- Kopplung am besten geignet, wertvolle Rohstoffe wie Kohle, Öl oder Gas einzusparen. Die Kraft-Wärme-Kopplung ist ein Nutzungsprinzip, welches bei Verbrennungsmotoren die erzeugte Kraft- und Abwärme gemeinsam zur Erzeugung von Heiz- und Prozeßwärme sowie umgekehrt vorhandene Prozeßwärme zur Krafterzeugung nutzt. Die Kraft-Wärme-Kopplung kann sowohl zentral mittels Heizkraftwerk und angeschlossenen Fernwärmenetzen als auch dezentral mittels kleinerer Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Nahwärmenetzen und mittels Energieboxen.

Eine stärkere Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung empfiehlt sich vor allem für die Gemengelagen, da dort sowohl Energie wie auch freiwerdende Prozeßwärme kleinräumig effizient genutzt werden könnte. Um die Umsetzungsmöglichkeiten eines solchen Pfades in der Region abschätzen zu können, wären experimentelle (Demonstrations-) Vorhaben und Pilotprojekte zu entwickeln.