

ULRICH BRÖSSE

Bevölkerungsrückgang und Umwelt***1. Zielsetzung und Problemstellung**

In der Literatur und den Diskussionen über die relevanten zukünftigen Rahmenbedingungen räumlicher Entwicklungen und für die Regionalpolitik werden immer auch die Bevölkerungszahl und die Bevölkerungsstruktur genannt. Nun stellt die Bevölkerung schon immer eine wichtige Ausgangsgröße von Regionalanalysen und regionalen Entwicklungsplänen dar und ist oder sollte zumindest Schlüsselgröße jeder Regionalpolitik sein. Das muß auch weiterhin so bleiben; denn letztlich soll auch für die Regionalpolitik der Mensch Ausgangspunkt und Maß aller Dinge sein. Unter der Annahme drastisch sinkender Bevölkerungszahlen und sich verschiebender Bevölkerungsstrukturen liegt es nahe, zu vermuten, daß sich daraus Konsequenzen für die Regionalentwicklung ergeben. Ziel der Untersuchung ist es, Zusammenhänge zwischen einem Bevölkerungsrückgang und Veränderungen in der Region nachzugehen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einigen ausgewählten Umweltbereichen. Der Grund dafür ist der, daß die Umwelt in diesem Zusammenhang bislang nicht

Gegenstand detaillierter Untersuchungen gewesen ist. Darüber hinaus erlangen die Umweltbereiche im Rahmen der Regionalforschung insbesondere deshalb Bedeutung, weil sie wiederum als wichtige Einflußgrößen und raumgestaltende Kräfte zukünftiger räumlicher Entwicklung gesehen werden.

Das Thema des Bevölkerungsrückganges wird in der Literatur mit unterschiedlichen Fragestellungen und Schwerpunkten behandelt. Zunächst ist die langfristige Bevölkerungsentwicklung selbst Gegenstand von Untersuchungen. In diesem Zusammenhang werden statistische Fragen und regionale und bevölkerungsstrukturelle Unterschiede der Entwicklung diskutiert. Dann aber sind Fragen der Auswirkungen des Bevölkerungsrückganges auf andere Sachbereiche Gegenstand von Erörterungen. Das geschieht zum Teil und in älteren Arbeiten in mehr oder weniger allgemeiner Form. Beispielsweise schreibt der Landesplanungsbeirat in Bayern dazu:

„Der Ausschuß ist zu dem Ergebnis gekommen, daß die Auswirkungen der bis 1990 absehbaren, bei globaler Betrachtungsweise leicht rückläufigen Bevölkerungsentwicklung von unterschiedlicher Intensität sind. Der Ausschuß geht davon aus, daß in vielen Teilbereichen rückläufige Bevölkerungszahlen durch andere Faktoren, zum Beispiel eine Aktivierung der verbleibenden Bevölkerung, ausgeglichen werden. Ferner weist der Ausschuß darauf hin, daß in manchen Teilbereichen der Ausbau und die Aufrechterhaltung der staatlichen Infrastruktur in der nächsten Zeit noch durch Nachholbedarf, Erweiterung staatlicher Aufgaben und Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in stärkerem Maße als durch einen Rückgang oder eine Stagnation der Bevölkerung bestimmt werden. Auch wo insgesamt keine oder nur geringe Auswirkungen anstehen, können sich je nach der Eigenart des Fachbereichs und der regional unterschiedlichen Intensität

* Bei den folgenden Ausführungen handelt es sich um einen überarbeiteten Vortrag vor dem Ausschuß für „Regionaltheorie und Regionalpolitik“ der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am 28. 4. 1983 in Trier. Den Mitgliedern des Ausschusses danke ich für Anregungen und Kritik. Der Verfasser hat zu demselben Thema eine größere Untersuchung für die Akademie für Raumforschung und Landesplanung durchgeführt. Sie ist von der Akademie für Raumforschung und Landesplanung in ihrer Reihe „Beiträge“ als Bd. 74 veröffentlicht. Die empirischen Daten, Beispiele und Ergebnisse sind dieser Arbeit entnommen.

der Bevölkerungsveränderung dennoch Auswirkungen in Teilräumen ergeben. Besonders gefährdet sind im Regelfall die Gebiete, bei denen eine schon jetzt niedrige Bevölkerungsdichte, Strukturschwäche des Arbeitsmarktes und periphere Lage zusammentreffen.¹

Neuere Arbeiten versuchen aber auch für spezielle Sachbereiche und bestimmte Regionen konkrete Abschätzungen in quantitativer Form vorzunehmen². Unter den Sachbereichen hat bislang die Infrastruktur ein besonderes Interesse gefunden. Das erklärt sich daraus, daß ein Rückgang der Bevölkerung, verbunden mit einer entsprechenden Verschiebung der Bevölkerungsstruktur, unmittelbare Auswirkungen auf einige Infrastrukturarten hat, so z.B. die schulische Infrastruktur. Auch die Auslastung anderer Infrastruktureinrichtungen kann betroffen sein³. Finanzierungsprobleme werden u.a. als Folge gesehen. Neben den Auswirkungen auf die Infrastruktur sind die Konsequenzen für die private Versorgung, die Wohnungsversorgung, die Finanzkraft der Kommunen, die Wirtschaftskraft allgemein und die Beschäftigungssituation unter regionalen Aspekten langfristig abgeschätzt worden⁴. Dabei können Langfristszenarien zu durchaus unterschiedlichen Aussagen und Ergebnissen kommen. So werden z.B. für die drei Raumkategorien Verdichtungsräume, ländliche Räume mit Oberzentrum und ländliche Räume ohne Oberzentrum tendenziell ähnliche Entwicklungen vorausgesagt, von denen vor allem der ländliche Raum ohne größere Zentren in peripherer Lage negativ betroffen sein wird⁵. Eine andere Untersuchung sagt den ländlichen Räumen Gewinne voraus, während die neuen Verdichtungsräume ihre Bevölkerung zunächst noch halten können und gegen Ende des Jahrtausends auch Verluste hinnehmen müssen⁶. Insgesamt gesehen läßt sich aber von einer „relativ großen Enthaltsamkeit gegenüber (dem sprechen, U. Brösse), was die konkret in den kommenden Jahren zu erwartenden Entwicklungen betrifft“⁷.

Drastische Rückgänge bei der Bevölkerung sind erst nach 1990 zu erwarten. Deshalb wird das Thema der Auswirkungen auch erst in einer längerfristigen Betrachtung besonders interessant; denn dann können sich die Entlastungen, die teilweise erhofft oder erwartet werden, überhaupt erst zeigen. Das gilt auch und besonders für den hier interessierenden Umweltbereich. Er ist bislang nicht näher unter dem Aspekt stark sinkender Bevölkerungszahlen analysiert worden. Lediglich begründete Hinweise, daß Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsrückgang und Umwelt bestehen, finden sich in der Literatur. Dazu sei der wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft zitiert:

„Die Verringerung der Einwohnerdichte wirkt, isoliert gesehen, das heißt bei gegebenen Konsum- und Produktionsmengen pro Kopf und gegebener Siedlungsstruktur in Richtung auf eine absolute Abnahme der Umweltbelastung hin. Die zu erwartende Zunahme der Pro-Kopf-Einkommen löst allerdings eine gegenläufige Tendenz aus. Immerhin wird sich die Zunahmerate der Umweltbelastung schon wegen der Abschwächung des Wirtschaftswachstums in den neunziger Jahren und vor allem danach vermindern. Je nach der Veränderung der Produktions- und Konsumstruktur können jedoch einzelne umweltbelastende Aktivitäten stark zunehmen oder sich räumlich konzentrieren. Die Aufgaben der Umweltschutzpolitik dürften daher durch den Bevölkerungsrückgang nur in manchen Bereichen, nicht aber schlechthin erleichtert werden.“⁸

Angesichts des Fehlens näherer diesbezüglicher Analysen und angesichts der Ambivalenz der Auswirkungen des Bevölkerungsrückganges auf die Umwelt, wie sie in vorstehendem Zitat zum Ausdruck kommt, wird der Frage in einer eigenen Untersuchung etwas näher nachgegangen.

2. Zur Methodik

Eine Methode zur Darstellung langfristiger Entwicklungen stellt die Szenario-Technik dar⁹. Szenarien sind vorwiegend verbale Beschreibungen einer hypothetischen Folge von Ereignissen, um Zusammenhänge und kausale Prozesse aufzuzeigen. Man spricht auch von einer „Technik der qualitativen Simulation“. „Die Stärke dieser Technik besteht darin, komplexe Entwicklungen darstellen und wichtige Einflußfaktoren, Beziehungsmuster und mögliche ‚Schaltstellen‘ ermitteln zu können.“¹⁰ Szenarien zeigen Alternativen möglicher Entwicklungen auf. Nicht so sehr die Eintreffwahrscheinlichkeit als vielmehr die Beschreibung möglicher, alternativer Zusammenhänge und Wirkungsbeziehungen steht im Mittelpunkt des Interesses.

In der Literatur werden verschiedene Arten von Szenarien beschrieben, wobei die exakte Unterscheidung und Abgren-

1 Vgl. Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Auswirkungen der Bevölkerungsentwicklung auf Raumordnung und Landesplanung, Arbeitsergebnisse des vom Landesplanungsbeirat eingesetzten Ausschusses. In: Materialien Nr. 7. 1. Aufl. Juli 1979.

2 Vgl. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Zur Bedeutung rückläufiger Einwohnerzahlen für die Planung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 122, Hannover 1978.

→: Regionale Aspekte der Bevölkerungsentwicklung unter den Bedingungen des Geburtenrückganges. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 144, Hannover 1983; vgl. auch das Themenheft „Langfristszenarien zur Raumentwicklung“, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Hrsg.), Informationen zur Raumentwicklung, Bonn (1982) H. 8.

3 Vgl. von Rohr, H.-G.: Bevölkerungsentwicklung und Infrastrukturversorgung in den 80er Jahren – Konsequenzen für die Siedlungsstruktur und die zentralörtliche Infrastruktur in Nordrhein-Westfalen. In: Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes NW, Landesentwicklung, Bd. 1027. Hrsg. vom Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes NW (ILS), Dortmund 1981.

4 Vgl. Sätler, M.: Entwicklungschancen ländlicher Räume. In: Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, H. 247, Münster-Hiltrup 1981.

5 Vgl. ebenda S. IX f.

6 Vgl. Wolff, H.; Hogeferster, J.: Langfristige räumliche Entwicklungsprozesse. In: Information zur Raumentwicklung, Bonn (1982) H. 8, S. 596.

7 von Rohr, H.-G., a.a.O. S. 20.

8 Der Bundesminister für Wirtschaft (Hrsg.): Wirtschaftspolitische Implikationen eines Bevölkerungsrückganges, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft. Bonn 1980, S. 43.

9 Vgl. hierzu Bruckmann, G.: Methodische und metamedische Probleme der Langfristprognostik. In: Allgemeines Statistisches Archiv, 1979, H. 1, S. 26 ff.

10 Stiens, G.: Langfristszenarien zur Raumentwicklung. In: Informationen zur Raumentwicklung, Bonn (1982) H. 8, S. 577.

zung nicht immer ganz überzeugend ist. Daher ist es verständlich, daß in konkreten Analysen auch mehrere Arten von Szenarien gekoppelt auftreten. Das gilt auch für die vorliegende Untersuchung. In ihr werden in erster Linie Alternativen dargestellt. Teilweise wird aber auch der Frage nachgegangen, wann bestimmte Ziele erreicht werden können. Es handelt sich also um eine Vermengung von erklärenden Alternativszenarien und normativen Szenarien. Je nach Thematik, Auffassung und pragmatischer Vorgehensweise des Forschers lassen sich verschiedene Merkmale, Bestandteile oder Elemente eines Szenarios feststellen. Die vorliegende Untersuchung weist folgende Elemente auf:

- den Bezugsraum,
- den Zeithorizont mit Zwischenjahren,
- die Ausgangssituation, auf die das Szenario bezogen ist,
- die zu analysierenden Sachbereiche,
- ein vorgeschaltetes Prä-Szenario, mit dem die Bevölkerungsentwicklung für die zu untersuchenden Sachbereiche vorgegeben wird,
- Rahmenbedingungen bzw. externe Einflußfaktoren, die auf die Zusammenhänge zwischen Bevölkerung und Umweltbereiche einwirken,
- Wirkungshypothesen, die die relevanten Zusammenhänge zwischen der Bevölkerung, den zu analysierenden Sachbereichen und den Rahmenbedingungen bzw. externen Einflußfaktoren beschreiben.

3. Bezugsraum, Zeithorizont und Ausgangssituation

Der Bezugsraum ist die Region Aachen, die aus der kreisfreien Stadt und dem Kreis Aachen besteht. Mangels statistischer Daten ist es oft nicht möglich, die erforderlichen Regionaldaten zu bekommen. Dann werden Durchschnittswerte des Landes Nordrhein-Westfalen (NW) oder der Bundesrepublik Deutschland auf die Untersuchungsregion übertragen. Dazu wird unterstellt, daß die Region Aachen dem Landes- oder Bundesdurchschnitt entspricht. Wenn das auch nicht immer zutrifft, erscheint das Vorgehen vertretbar, weil die Szenarien keine „richtigen“ Prognosen liefern, sondern denkbare Entwicklungen und Entwicklungstendenzen aufzeigen sollen.

Die Szenarien beziehen sich auf die Jahre 1990, 1995, 2000, 2010 und 2030. Der Zeithorizont 2030 wurde gewählt, weil erst in einem ausgesprochenen Langzeitszenario der Bevölkerungsrückgang drastisch spürbar wird. Das ist aber vor allem erst nach dem Jahre 2000 der Fall.

Als Ausgangssituation wird diejenige Ende der siebziger Jahre gewählt. Basisjahre sind die Jahre 1980 und 1979, gegebenenfalls auch 1981 oder weiter zurückliegende Jahre. Maßgeblich ist der verfügbare statistische Datenbestand.

4. Die zu analysierenden Sachbereiche

Gegenstand ist die Umwelt. Da es aber die Absicht der Untersuchung ist, für die Szenarien quantitative Angaben zu liefern, müssen solche Umweltbereiche ausgewählt werden, für die geeignete Faktoren und quantitative Zahlenangaben ver-

fügbare sind. Unter diesem Aspekt sind folgende Sachbereiche ausgewählt worden:

- Die Emissionen einiger Luftbelastungstoffe (Stäube, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Stickoxide, organische Gase und Dämpfe) der Haushalte und Unternehmen,
- die Emissionen einiger Luftbelastungstoffe (Stäube, Kohlenmonoxid, Schwefeloxide, Stickoxide, organische Gase und Dämpfe) des PKW-Verkehrs,
- der Trink- und Brauchwasserbedarf der privaten Haushalte und der Wirtschaft,
- der Haus- und Sperrmüll der Haushalte,
- die naturnahen Freiflächen als Naherholungsgebiete.

5. Langfristige Bevölkerungsvorausschätzungen als Prä-Szenarien

Da es das Ziel der Untersuchung ist, Zusammenhänge zwischen der Bevölkerungszahl und Bevölkerungsstruktur einerseits und den erwähnten Umweltbereichen andererseits für den Szenariozeithorizont aufzuzeigen, ist es notwendig, Vorgaben für die Bevölkerung in den Analysejahren zu haben. Diese Bevölkerungsvorausschätzungen sind nicht selbst Gegenstand der Analyse. Sie werden aus der Literatur übernommen. Allerdings ist eine Auswahl aus den verschiedenen Modellprognosen zur Bevölkerungsentwicklung notwendig. Außerdem müssen die Zahlen für die Untersuchungsregion Aachen aus den Globalprognosen für die Bundesrepublik Deutschland beziehungsweise das Land NW gewonnen werden, weil es keine so weit reichenden Berechnungen für Aachen gibt. In diesem Zusammenhang werden vier Modellrechnungen zur langfristigen Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bzw. im Lande NW verglichen¹¹.

Unterschiede bei den Bevölkerungsvorausschätzungen beruhen vor allem auf den abweichenden Annahmen zu den Netto-reproduktionsraten. Auffallend sind die großen Schwankungen im Ausmaß des Bevölkerungsrückgangs nach dem Jahre 2000. Da, wie erwähnt, für die Kreise und damit auch für das Untersuchungsgebiet keine Prognosen bis zum Jahre 2030 vorliegen, werden die Ergebnisse von Modell I für NW auf die Region Aachen übertragen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 3. Da es weiter, wie bereits gesagt, das Ziel dieser Untersuchung ist, Auswirkungen eines Bevölkerungsrückgangs herauszuarbeiten, scheint es sinnvoll, solche Varianten auszuwählen, die einmal einen starken Bevölkerungsrückgang aufweisen und zum anderen solche, die eine gewisse Konstanz der Bevölkerung beinhalten. Dadurch wird es möglich, Auswirkungen eines Bevölkerungsrückgangs im Kontrast zu einer in etwa gleichbleibenden Bevölkerungsentwicklung zu verdeutlichen. In diesem Sinne soll Variante V 4 als annähernde Status-quo-Variante gewählt werden, die hinsichtlich ihrer Annahmen zur Netto-reproduktionsrate allerdings als sehr optimistisch bezeichnet werden muß. Als zweite Variante für einen starken Bevölkerungsrückgang wird V 1 ausgesucht.

11 Vgl. Tabellen 1 und 2.

Tabelle 1:
Ergebnisse der drei Modellrechnungen zur langfristigen Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland

	Basisbevölkerung	Modellvariante (vgl. Übersichten 1 und 2)	1. 1. 1980	1985	1990	1995	2000	2010	2020	2030
Modell I	1. 1. 77	V 1	60,9	60,0	59,2	58,3	57,0	53,3	49,1	44,3
Bevölkerungszahlen in Mio.	61,4	V 2	60,8	59,6	58,2	56,8	55,0	50,3	44,9	39,1
		V 3	61,0	60,5	60,4	60,2	59,5	57,1	54,8	51,8
		V 4	61,1	61,0	61,7	62,1	62,0	61,1	61,0	60,2
Modell II	1. 1. 79	Untergrenze (M II + MC)	61.125		58.554		55.113			
Bevölkerungszahlen in 1000	61.353	MI + MA	61.153		59.441		57.011			
		MI + MB	61.193		59.738		57.654			
		MI + MC	61.134		59.274		56.838			
		Obergrenze (M III + MB)	61.203		60.458		59.381			
Modell III	1. 1. 80	Untergrenze					59.100			48.600
Bevölkerungszahlen in 1000	61.440	Grundvariante (G2-S2-W30)	61.440	61.161	61.018	60.911	60.458	58.191	55.223	51.622
		Obergrenze					62.400			58.300

Quellen:
Modell I: Ministerpräsidentenkonferenz: Modellrechnungen zur langfristigen natürlichen Bevölkerungsentwicklung, S. 19.
Modell II: Bundesminister des Innern: Bericht über die Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland, S. 53.
Modell III: DIW: Simulationsrechnung zur Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland für Deutsche und Ausländer, S. 269.

Tabelle 2:
Ergebnisse der zwei Modellrechnungen zur langfristigen Bevölkerungsentwicklung in Nordrhein-Westfalen (Bevölkerungszahlen in 1000)

	Basisbevölkerung	Modellvariante (vgl. Übersichten 3 und 4)	1. 1. 1980	1985	1990	1995	2000	2010	2020	2030
Modell I	1. 1. 77	V 1	16.929	16.687	16.465	16.202	15.812	14.740	13.576	12.315
	17.073	V 2	16.913	16.582	16.206	15.794	15.279	13.966	12.493	10.961
		V 3	16.949	16.818	16.789	16.713	14.479	15.745	15.057	14.232
		V 4	16.970	16.950	17.114	17.225	17.149	16.792	16.679	16.409
Modell IV	1. 1. 80	N1/W1 (Hauptvariante)	17.017	17.121	17.165	17.111				
	17.017	N2/W1	17.017	17.061	16.946	16.738				
		N3/W1	17.017	17.196	17.439	17.578				

Quellen:
Modell I: Ministerpräsidentenkonferenz: Modellrechnung zur langfristigen natürlichen Bevölkerungsentwicklung in Bund und Ländern, S. 110.
Modell IV: Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik (LDS): Vorausberechnung der Wohnbevölkerung in den kreisfreien Städten und Kreisen Nordrhein-Westfalens, S. XXII und S. XXXII.

Tabelle 3:
Vorausschätzungen der Bevölkerung in der Untersuchungsregion Aachen nach unterschiedlichen Modellrechnungen 1980 bis 2030

	Modellvariante	1980	1985	1990	1995	2000	2010	2020	2030
nach Modell I ¹	V 1	532.756	522.985	516.029	507.773	495.536	461.939	425.446	385.923
	V 2	532.756	520.173	508.365	495.453	479.301	438.129	391.906	343.858
	V 3	532.756	526.433	525.538	523.173	453.225	492.837	471.300	445.473
	V 4	532.756	529.893	535.020	538.490	536.114	524.953	521.421	512.980
nach Modell IV ²	Hauptvariante	530.500	537.700	541.500	538.400				
nach Modell III ³	Grundvariante	530.518	528.110	526.875	525.953	522.040	502.464	476.839	445.749

1 Eigene Berechnung
2 Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW: Vorausberechnung der Wohnbevölkerung in den kreisfreien Städten und Kreisen Nordrhein-Westfalens, S. XXIV.
3 Eigene Berechnung

6. Rahmenbedingungen bzw. externe Einflußfaktoren

Der Untersuchung liegt die Hypothese zugrunde, daß sich die Bevölkerung und ihre Veränderungen auf die Umweltbereiche auswirken. Diese Zusammenhänge lassen sich durch – noch zu erläuternde – Wirkungshypothesen und Wirkungsketten darstellen. Die Beziehungen werden aber durch bestimmte Rahmenbedingungen von außerhalb der Wirkungszusammenhänge oder Wirkungsketten beeinflusst. Diese Rahmenbedingungen sollen deshalb als externe Einflußfaktoren bezeichnet werden. Beispielsweise besteht ein Wirkungszusammenhang zwischen der Bevölkerungszahl und der Zahl der Haushalte. Der Zusammenhang wird aber durch den externen Einflußfaktor des gesellschaftlichen Verhaltens bezüglich der Bildung von Haushalten beeinflusst.

Die externen Einflußfaktoren werden in den jeweiligen Wirkungshypothesen explizit genannt. Im folgenden werden einige der externen Einflußfaktoren beispielhaft aufgezählt:

- wie erwähnt, das gesellschaftliche Verhalten bezüglich der Bildung von Haushalten (z.B. Fruchtbarkeit, Verhalten Jugendlicher, Scheidungsverhalten),
- die Präferenzen der Menschen bezüglich Zahl, Größe und Qualität der gewünschten und bezahlbaren Wohnungen,
- das Verhalten der Menschen bezüglich des Energieverbrauchs (Energiebewußtsein, Sparsamkeit) und der Umweltbelastung (z.B. Wegwerfmentalität),
- der Stand der Technik (z.B. im Abgasbereich) und die Technologie (z.B. kombinierte oder getrennte Trink- und Brauchwasserleitungssysteme),
- die Siedlungs- und Verkehrsstruktur,
- die Art der produzierten und verbrauchten Güter (z.B. langlebige oder kurzlebige, mit hohem oder geringem Abfallanteil).

Diese externen Einflußfaktoren sind Bestandteile der Szenarien, und es müssen explizit Aussagen über ihre Entwicklung während des Analysezeitraums gemacht werden. Das ist natürlich eine schwierige und vor allem sehr umfangreiche Aufgabe. Im Rahmen dieser Untersuchung sind viele Abstriche gemacht worden. Soweit geeignete Literatur vorliegt, ist darauf zurückgegriffen. Darüber hinaus erfolgt oft eine Beschränkung auf alternative Annahmen, ohne daß die „hypothetische Abfolge von Ereignissen“, – also ein Charakteristikum eines Szenarios – die zu den Annahmen führen könnten, explizit dargelegt wird. Ein Beispiel soll das verdeutlichen. Der Stand des technischen Wissens und der Technologie wird durch Emissionsfaktoren quantifiziert. Wenn ein solcher Emissionsfaktor zum Beispiel angibt, wieviel Kilogramm Schwefeldioxid bei der Erzeugung von einem Terajoule Energie aus Steinkohle von bestimmter Qualität und in einem bestimmten Verbrennungsprozeß und Ofentyp entsteht, so ist darin natürlich die angewendete Technologie enthalten. Ohne nun explizit Aussagen und Überlegungen über den möglichen Stand der Technik in den Jahren 2000 und 2030 anzustellen, wird vereinfachend mit einer „optimistischen“ und einer „pessimistischen“ Entwicklung der Emissionsfaktoren gearbeitet. Im optimistischen Fall findet eine stetige und drastische Reduktion der Faktoren statt, während im pessimistischen Fall die Emissionsfaktoren im Zeitablauf hoch bleiben.

7. Wirkungshypothesen

Die zu analysierenden Zusammenhänge zwischen der Bevölkerung und den interessierenden Umweltbereichen werden zunächst in Form einer Wirkungshypothese formuliert. Hierin sind die relevanten externen Einflußfaktoren aufgenommen. Vielfach besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der Bevölkerung und der Umwelt, so daß Zwischenschritte gemacht werden müssen und die einzelnen Wirkungshypothesen zu hypothetischen Wirkungsketten zusammengefügt werden müssen. Beispielhaft wird im folgenden eine solche Wirkungskette in Hypothesenform vorgestellt:

1. Kettenglied: Bevölkerungszahl und Bevölkerungsstruktur führen zu einer bestimmten Zahl privater Haushalte. Diese erfordern eine entsprechende Menge an Wohnungen. Wichtige externe Einflußfaktoren sind das gesellschaftliche Verhalten bezüglich der Bildung von Haushalten und die Präferenzen der Individuen bezüglich der Zahl, Größe und Qualität der gewünschten und bezahlbaren Wohnungen. Weiter ist das Angebotsverhalten der Anbieter von Wohnungen ein relevanter externer Einflußfaktor.

2. Kettenglied: Jede Wohnung bewirkt einen durch den Hausbrand und durch den sonstigen Energieeinsatz in der Wohnung verursachten Energieverbrauch. Entscheidende externe Einflußfaktoren sind die Präferenzen der Menschen bezüglich der Zahl und Größe der Wohnungen, das Verhalten bezüglich des Energieverbrauchs sowie der Stand der Technik im Energiebereich.

3. Kettenglied: Der Energieverbrauch ist mit Emissionen verbunden. Entscheidende externe Einflußfaktoren der Emissionen sind das Verhalten der Menschen bezüglich der Emissionen (z.B. Umweltbewußtsein, Verwendung schadstoffarmer Brennstoffe, Wartung der Verbrennungsanlagen), die Energieträgerstruktur und der Stand der Technik im Emissionsbereich.

Die Wirkungshypothesen sind weitgehend linear aufgebaut, d.h. die in der Realität bestehende Komplexität der Vernetzung wird auf relativ einfache, überschaubare Zusammenhänge reduziert. Das ist eine Vereinfachung, die aber ein in der wissenschaftlichen Praxis übliches Verfahren darstellt.

Wie bereits beim Prä-Szenario der Bevölkerungsentwicklung dargelegt, werden für die Bevölkerung zwei Entwicklungen unterstellt. Für die Kettenglieder und externen Einflußfaktoren werden zum Teil Alternativen diskutiert. Bei mehreren Alternativen ergeben sich aber infolge der großen Zahl der Einflußfaktoren und mehrerer Kettenglieder sehr schnell eine große Vielzahl von möglichen Ergebnissen. Das Szenario soll zwar simulieren, es soll aber auch überschaubar bleiben. Deshalb werden nur einige der diskutierten Alternativen der Einflußfaktoren in die Berechnungen der Kettenergebnisse einbezogen. Als Auswahlkriterium dient die Überlegung, daß eine Bandbreite möglicher Entwicklungen abgedeckt werden soll, die auch realistisch erscheint.

8. Ergebnisse

Die Ergebnisse fallen verständlicherweise je nach Wirkungshypothese und Wirkungskette anders aus. Hierauf soll an dieser Stelle im einzelnen nicht eingegangen werden. Es wird im folgenden jedoch ein generelles Ergebnis aus den Wirkungshypothesen abgeleitet, das im Prinzip für die gesamte Untersuchung zutrifft. Allgemein ist zu sagen, daß der Zusammenhang zwischen Bevölkerung und Umwelt je nach gewähltem Umweltbereich unterschiedlich ausgeprägt ist. Das liegt daran, daß dieser Wirkungszusammenhang in unterschiedlicher Stärke von den externen Einflußfaktoren überlagert wird. Eine recht unmittelbare Beziehung besteht z.B. zwischen der Bevölkerung und dem Bedarf an Naherholungsflächen. Je mehr Menschen es gibt, um so mehr Naherholungsflächen sind erforderlich. Zwar kann auch hier das Erholungsverhalten von Einfluß sein. In der Politik herrschen jedoch normative Vorstellungen darüber vor, was an Freiflächen pro Kopf der Bevölkerung vorgehalten werden soll. Interessant ist vielleicht das konkrete Ergebnis für die Region Aachen. Geht man von einem normativen Richtwert von 1400 m² Freifläche pro Einwohner (*Kiemstedt*, Beirat für Raumordnung) aus, so wird dieser Wert im Jahre 1981 im Durchschnitt der Region nicht erreicht. Bei diesem Normwert ändert sich die Situation über den Szenariozeitraum nicht, wenn das Modell relativer Konstanz der Bevölkerung angenommen wird. Lediglich im Falle des Modells stark sinkender Bevölkerungszahlen wird der Sollwert zu Ende der Analyseperiode, also im Jahre 2030, verwirklicht.

Ein Beispiel für eine starke Überlagerung des Zusammenhangs Bevölkerung – Umwelt bietet der Wasserverbrauch der Industrie (vgl. Tab. 4). Das Wachstum der Bruttowertschöpfung, das bevölkerungsabhängig ist, bestimmt den Wassereinsatz wesentlich mit. Daneben ist aber vor allem die Technolo-

gie entscheidend, die sich in dem spezifischen Wasserverbrauch, also dem Wasserverbrauch pro Produkt oder pro Werteinheit, ausdrückt. Der Fall einer Senkung des spezifischen Wasserverbrauchs um 10 % pro Jahrzehnt läßt die benötigten Wassermengen bis zum Jahre 2000 um fast 50 % bei starkem Bevölkerungsrückgang und um fast 60 % bei konstanter Bevölkerung steigen und bis 2030 um die ausgesprochen hohen Raten von 97 % und 162 %. Der Fall großzügigen Wassereinsatzes, d.h. Rückgang des spezifischen Wasserverbrauchs um nur 2 % pro Jahrzehnt, bringt noch größere Wachstumsraten. Damit wird deutlich, daß das Wasserversorgungsproblem in Zukunft in erster Linie durch technischen Fortschritt und geeignete staatliche wasserpolitische Maßnahmen gelöst werden muß. Von einem Bevölkerungsrückgang ist keine Entlastung des gravierenden Problems zu erhoffen. Rein rechnerisch läßt sich sagen, daß der spezifische Wasserverbrauch der Industrie des Jahres 1979 bis zum Jahre 2000 um 45 % und bis zum Jahre 2030 um 70 % zurückgehen muß, wenn das 1979er Niveau in der Region Aachen gehalten werden soll, und das gilt für stark sinkende Bevölkerungszahlen. Bei Konstanz der Bevölkerung fällt der notwendige Rückgang noch höher aus.

Für die Regionalforschung und die Regionalpolitik lassen sich Folgerungen ziehen, die als allgemeine Ergebnisse thesenartig lauten:

These 1:

Die Bevölkerung sollte zwar auch weiterhin das „Maß“ jeder Regionalpolitik sein. Ihr unmittelbarer Einfluß auf die Umweltbedingungen in den Regionen ist jedoch von Fall zu Fall zu prüfen. Andere Faktoren wie z.B. relevante menschliche Verhaltensweisen, die Technologie, Marktbedingungen und die staatliche Politik können in ihren Wirkungen den Einfluß der Bevölkerungszahl und der Bevölkerungsstruktur er-

Tabelle 4:
Spezifischer und gesamter Wasserverbrauch im Bergbau und verarbeitenden Gewerbe unter der alternativen Annahme eines sparsamen (S)¹ und eines großzügigen (G)² Wassereinsatzes in der Region Aachen von 1979 bis 2030 (Modelle R und K)

	1979		1990		1995		2000		2010		2030		Veränderung 2000/1979 in v.H.		Veränderung 2030/1979 in v.H.	
	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
Bruttowertschöpfung in Mio. DM																
Modell R	4.108	5.844			6.634		7.469		9.267		13.714		81,8		233,8	
Modell K	4.108	6.058			7.034		8.079		10.529		18.226		96,7		343,7	
Spezifischer Wasserverbrauch (im Betrieb eingesetztes Wasser) in m³/Mio. DM	6.439	5.795	6.310	5.505	6.247	5.215	6.184	4.693	6.061	3.802	5.821	−19,0	−4,0	−41,0	−9,6	
Wasserverbrauch insgesamt in 1000 m³																
Modell R	26.451	33.866	36.876	36.520	41.443	38.951	46.188	43.490	56.167	52.141	79.829	47,3	74,6	97,1	201,8	
Modell K	26.451	35.106	38.226	38.722	43.941	42.132	49.961	49.413	63.816	69.295	106.094	59,3	88,9	162,0	301,1	

1 S = pro Jahrzehnt – 10 %

2 G = pro Jahrzehnt – 2 %

heblich überlagern. Es erscheint notwendig, diese Einflußfaktoren auf die Umweltsituation der Region im Rahmen der Regionalforschung stärker herauszuarbeiten und zu berücksichtigen.

These 2:

Auf eine Entlastung der Umwelt durch einen Bevölkerungsrückgang kann die Umweltpolitik nicht hoffen.

These 3:

Die Ergebnisse der Wirkungshypothesen, die teilweise erhebliche Umweltbelastungen und somit Beeinträchtigungen

der Lebensbedingungen in einer Region erkennen lassen, sprechen für eine vermehrte und explizite Berücksichtigung der Umwelt und ihrer Belastungen in den Regionalplänen.

These 4:

Langfristige Szenarien zeigen Entwicklungslinien auf, die die Regionalplanung bislang nicht sichtbar macht. Sie sollte deshalb Langfristszenarien als Denkmodelle der Planung vorschalten, um so die aktuellen Entwicklungen und Aufgaben zeitlich und sachlich „relativieren“ zu können.