

ELMAR ZEPF/KLAUS BRITSCH

Ökologische Kriterien für die Begrenzung regionalen Wachstums

1. Problemstellung

Regionales Wachstum und damit die Organisation der Flächennutzung in einer Region stößt heute nicht nur an ökonomische, sondern auch an ökologische Grenzen, und ähnlich und analog, wie man sich früher um die ökonomischen Grenzen sorgte, muß man sich heute darüber Gedanken machen, wann regionales Wachstum mit ökologischen Restriktionen zu kollidieren beginnt.

Die Planung eines ökologisch begrenzten Wachstums muß von der prognostizierten Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen ausgehen, wobei zuerst der Ist-Zustand analysiert werden muß. Die Ergebnisse dieser Prognose dürfen dabei jedoch nicht nur als Fakten hingenommen werden, sondern müssen in der Planung – wenigstens innerhalb gewisser Spannbreiten – Aktionsparameter bleiben. Wachstum im Sinn von Wohn- und Arbeitsplatzvermehrung ist also, wenn auch in Grenzen, steuerbar. Um „vertretbares Wachstum“ abgrenzen zu können von nicht mehr vertretbarem, ist die „Tragfähigkeit“ des jeweiligen Raumes zumindest nach drei Aspekten zu prüfen: dem landschaftsökologischen, dem sozial-ökonomischen und dem infrastrukturellen.

Zunächst ist zu klären, was der Begriff Wachstum hier bedeuten soll. Dieser Begriff stammt ursprünglich aus dem biologischen Bereich und wird heute im allgemeinen und in der öffentlichen Diskussion meist mit Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum identifiziert. Auch in der Raumordnung wird der Begriff Wachstum in diesem Sinn gebraucht und als Voraussetzung für den Zuwachs an Siedlungsflächen oder, allgemeiner gesagt, für eine zu ändernde Flächennutzung diskutiert und berücksichtigt.

Begonnen hatte diese Diskussion um das Bevölkerungswachstum und dessen ökonomische Folgen mit der Abhandlung über das Bevölkerungsgesetz von *Malthus* 1798¹. *Malthus* wies dabei insbesondere auf das Korrektiv der Nahrungsmittelproduktion bei Bevölkerungswachstum hin. Ähnliche Gedanken werden seit etwa drei Jahren im Rahmen der Überlegungen zur Umweltverschmutzung als Folge des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums diskutiert. Diese Diskussion gipfelt zur Zeit in Lob und Kritik für die Bemühungen des Club of Rome. *Meadows* behandelt in diesem Zusammenhang insbesondere fünf wichtige Trends²:

- beschleunigte Industrialisierung;
- rapides Bevölkerungswachstum;
- weltweite Unterernährung;
- Ausbeutung der Rohstoffreserven und
- Zerstörung des Lebensraums

und verläßt damit den rein ökonomischen Bereich der Konsequenzen. Er sagt aber schon in der Einführung, daß sein Modell, wie jedes andere, „unvollständig, stark vereinfacht und verbesserungsfähig“³ sei – eine partielle, zwangsweise ungenaue Beschreibung der Realität also, die von ganz bestimmten Grundannahmen ausgeht. An genau diesem letzten Punkt setzt heute die Kritik an: Sein Modell zeigt mögliche Wirkungen und Konsequenzen solchen Wachstums unter der Voraussetzung, daß sich menschliche Denk- und Verhaltensweisen nicht ändern. Gerade diese Annahme wird kritisiert. Oft jedoch werden solche Modelle zu dem Zweck konstruiert, daß sich daraufhin die Denk- und Verhaltensweisen ändern, oder aber diese ändern sich, auch wenn dies gar nicht intendiert worden ist. Daß die später kritisierten und im Modell angenommenen exponentiellen Wachstumsraten nicht eintreffen oder eintrafen und damit auch der prognostizierte Bevölkerungszuwachs sich nicht realisierte, könnte jedoch Absicht der Überlegungen gewesen sein.

Die Prognose eines solchen „Weltmodells“, das den Rückgang von Geburtenraten und Industrieprodukten in absehbarer Zeit zum Inhalt hat, wird von angesehenen Wissenschaftlern geteilt. *Galbraith* sagte 1972: „Ich bin nicht generell gegen Wachstum. Mir kommt es darauf an, daß wir kein Wachstum haben, das große Umweltschäden verursacht. Ich bin auch dafür, lieber eine geringere wirtschaftliche Wachstumsrate hinzunehmen, als noch mehr industrielle Umweltvergiftung. Wir brauchen eine andere Art von wirtschaftlichem Fortschritt als in der Vergangenheit. Wir benötigen relativ weniger privaten Konsum und dafür relativ mehr Gelder für Gemeinschaftsaufgaben, wie Schulen und Krankenhäuser“⁴.

Was hier ausgeführt wird, hat folgendes zum Ziel:

1. aufzuzeigen, daß regionales Wachstum an nicht nur ökonomisch determinierte Grenzen stößt, sondern zusehends in die Nähe ökologischer Grenzen gelangt (es gibt im übrigen eine Reihe weiterer Grenzziehungen aus anderen Bereichen, auf die hier jedoch nicht eingegangen wird),

1 Vgl. *Malthus, T. H.*: Essay on the Principle of Population, as it effects the Future Improvement of Society. – 1798.

2 Vgl. *Meadows, D.*: Die Grenzen des Wachstums. – DVA Stuttgart 1972.

3 Ebenda, S. 15.

4 *Galbraith, J. K.* in: Der Spiegel, Nr. 3/1972, S. 87.

2. zu versuchen, aufzuzeigen, wie die ökologischen Grenzen prinzipiell auszumachen, zu markieren und festzulegen sind und
3. einen Weg vorzuschlagen, der geeignet erscheint, diesen Grenzen bei der Regionalplanung Rechnung zu tragen, in anderen Worten: ökologische Grenzen regionalen Wachstums planungsrelevant zu operationalisieren.

2. Tragfähigkeit des Raumes: Grenzen regionalen Wachstums

Die „Tragfähigkeit“ von Räumen kann hinsichtlich ihrer Nutzung eher ökonomisch analysiert werden analog der Frage, wann ein Unternehmen noch tragfähig im Sinn von ökonomisch tragbar ist. Bei Regionen reicht dieses rein ökonomische Prinzip der Bewertung nicht aus, denn hier gibt es so etwas wie ökologische Selbstzerstörung auch dann, wenn die Region in diesem Sinn ökonomisch vorläufig lebensfähig bliebe. Die „Wirtschaft“ kann gegebenenfalls auch florieren, wenn die Flüsse schon „umgekippt“ sind und die Luftverschmutzung die Gesundheit schon beeinträchtigt, jedoch höchstens kurzfristig, denn die Umweltschäden wirken auf den verschiedensten Wegen zurück (die Region wird unbewohnbar, benachbarte Regionen werden betroffen usw.) und zerstören so mit einem time-lag auch die wirtschaftliche Lebensfähigkeit.

Was sind nun die Grenzen regionalen Wachstums, jenseits derer große und nicht mehr vertretbare Umweltschäden entstehen? Es sind viele Aktivitäten, deren Konsequenzen hier zusammenwirken. Eine entsprechend große Anzahl von Kriterien muß gefunden und geeignet organisiert werden, um diese Grenze zu markieren. Im Bereich der Raumordnung wird es daher im wesentlichen darum gehen, zu untersuchen, welche Tragfähigkeit auch im ökologischen Sinn der Raum besitzt, den wir zur Besiedlung brauchen.

Isenberg schreibt, daß der Begriff Tragfähigkeit im Bereich des rein Technischen (z. B. Grad der Belastung, bis zu dem eine Anlage ohne Beeinträchtigung genutzt werden kann) und im Bereich des Technisch-Ökonomischen (z. B. Belastbarkeit einer Straße durch Kraftfahrzeuge) und in der Geographie (z. B. Ernährungskapazität der Erde) verwendet wird⁵. Er definiert Tragfähigkeit im ökonomischen Sinn so: „Aus dem Zusammenspiel zwischen Boden, Kapital und Menschen und den Beziehungen zu auswärtigen Märkten entsteht ein Gebilde, das als Einheit aufzufassen ist, ähnlich wie dies auch beim Einzelbetrieb geschieht. Die Einheit des Gebietes weist eine bestimmte Kapazität auf, die irgendwie in einer Größenordnung zum Ausdruck zu bringen ist, einer Größenordnung, die den der Bevölkerung zur Ausnutzung bereitstehenden ‚Fundus‘ repräsentiert. Anstelle von Fundus läßt sich auch von ‚sachlicher Kapazität‘, von ‚Potential‘ oder von ‚Tragfähigkeit‘ sprechen.“

Als Träger der Existenzgrundlagen bezeichnet Isenberg die Fernbedarfstätigen (im wesentlichen: Landwirtschaft und Industrie); „alle diejenigen Betriebe und Wirtschaftszweige“, die „Devisen einbringen oder ersparen.“ („Devisen“ sind dabei natürlich mit „ökonomischen Anführungszeichen“ zu verstehen, denn es geht ja um Regionen im Sinn der Raumordnung und deren Umfeld, nicht um Binnen- versus Außenwirtschaft im ökonomischen Sinn.)

Diesen engen Bereich rein ökonomischer „Tragfähigkeit“ hat Meadows bereits weit verlassen. Von ganz anderen Voraussetzungen muß nämlich ausgegangen werden, wenn diese „Tragfähigkeit“ als eine solche der Landschaft, als Kriterium angewendet wird – bei der Frage also, was eigentlich die Landschaft als solche „erträgt“. Bei Beurteilung entstandener Umweltschäden wird immer deutlicher, daß diese Kapazität der Landschaft unter diesem Aspekt oft überfordert, sie also überlastet wurde. Die Selbstreinigungskraft des Wassers z. B. funktioniert in weiten Teilen unseres Landes nicht mehr; die freie Landschaft wurde, insbesondere in den Verdichtungsräumen, z. B. so stark betoniert, daß eine negative Klimaveränderung eingetreten ist; die Luftzirkulation wird z. B. durch Hochhäuser behindert oder unmöglich gemacht. Dies ist etwas anderes als die besprochene Tragfähigkeit im ökonomischen oder ökonomistischen Sinn.

3. Kriterien der Tragfähigkeit

Erfahrung und wissenschaftliche Ergebnisse lehren, daß auch diese hier gemeinte Tragfähigkeit im weiteren Sinn der Landschaft früher, wenn auch eher instinktiv, bereits berücksichtigt wurde. Conrads führt dazu aus: „Für Planer – Raumplaner, Regionalplaner, Ortsplaner – rangiert dieses Kriterium“ (nämlich das Kriterium der Leistungsfähigkeit der Tragfähigkeit eines Ortes) „zur Zeit obenan in der konkreten Argumentation gegen das Denken in Zuwachsraten . . .“ In den Bergen Südtirols „spricht man von Verhüttelung, was Befürwortern des Laissez-faire das Argument in die Hand gibt, die Bauernhöfe und die Scheunen und Stadel zeigten diese Verhüttelung ja schon von alters her. Wer so argumentiert, kennt das Kriterium nicht, das wir hier – der Einfachheit halber – Tragfähigkeit von Orten nennen. Es steht kein Stadel, kein Hof, kein Weiler, der nicht den Gesetzen der Tragfähigkeit gehorchte. Diese Gesetze können allerdings sehr verschieden sein, sie können Wasserversorgung, Bodengüte, Besonnung, Hangneigung, Hauptwindrichtung, Höhe über dem Meer heißen, heißen immer aber: Minimum der Existenzmittel. Es wird kein Stadel gebaut, der nicht notwendig ist, um den Ertrag der Bergwiese ins Trockene zu bringen. Wo das Wasser nur für einen reicht, siedelt sich kein zweiter an. Der Zuweg zu einem Hof ist einspurig. Gute Weinlagen enthalten keinen Quadratmeter Bauland. Kurz, die Tragfähigkeit eines Ortes ist meßbar in vielem; war einsehbar; jedenfalls solange Landschaft, Anwesen, Ort und Haus noch direkt als Existenzgrundlagen begriffen wurden und als solche Gestalt gewannen. Heute, da unter Raubbauten aller Art die aus-

⁵ Vgl. Isenberg, G.: Tragfähigkeit. In: Handwörterbuch der Raumforschung und Raumordnung. – Hannover: Gebr. Jänecke 1970, S. 3385.

gebeuteten, tief verwundeten, abgeschürften Böden zutage liegen – Stadtböden wie Landschaftsböden –, wird deutlich, was Gestalt bedeutete und welchen Rang sie, neu begriffen, wieder gewinnen muß⁶.

Während bei diesen Beispielen das Wachstum jedoch durch die Umweltsituation determiniert war (wo das Wasser nur für einen reichte, siedelte kein zweiter), ist es heute oft eher anders herum: Nicht die Umweltgegebenheit determiniert bzw. begrenzt das Wachstum, sondern „verselbständigtes“ Wachstum determiniert die Umweltsituation und schafft Umweltschäden. (Wenn das Wasser für den zweiten nicht reicht, so wird es eben unter Benutzung der Technologie herbeigeschafft: auf Kosten und zu Lasten allerdings der Landschaft im weitesten Sinn, wobei Kosten und Lasten dieser Art zumeist nicht vorkalkuliert werden.) Was damals in Tirol eher instinktiv geschah, und zwar Sachzwängen folgend (Technologien, um solche Sachzwänge zu beseitigen, standen nicht ausreichend zur Verfügung), muß heute rational in den Planungsprozeß der regionalen Entwicklung deshalb einbezogen werden, weil heute solche Technologien bereitstehen; Technologien, die auch den zweiten mit Wasser versorgen, also Einzelprobleme lösen können, die aber weitreichende ökologische Konsequenzen für die gesamte Region und deren Umland haben, wenn man sie insgesamt betrachtet, und deren Auswirkungen genau das tangieren, was oben „Tragfähigkeit als eine solche der Landschaft“ bezeichnet wurde. Das heißt, daß die Planung regionalen Wachstums heute in den Prozeß der rationalen Entscheidungsvorbereitung solche Interdependenzen mit einbeziehen muß, die früher intuitiv, wohl aber zumeist impliziert aus Sachzwängen, beinhaltet waren, heute aber der uns zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten wegen nicht mehr in diesem Sinn irgendwie „von selbst“ mit berücksichtigt sind.

Das heißt aber auch – und dies ist die Konsequenz, die sich aus der Diskussion des Problems der Tragfähigkeit im hier verstandenen weiteren Sinn ergibt –, daß wir den zu beplanenden Raum, die Region, als ein sehr komplexes und kompliziertes Gebilde oder System mit sehr vielfältigen und differenzierten inneren Verflechtungen, Interdependenzen und Rückkopplungen zu betrachten haben, zu dessen Beschreibung allein das Bevölkerungswachstum und ökonomische Größen ganz sicher nicht ausreichen. Die Frage ist dann, wie man ein solches komplexes Aggregat handhabbar für Planungsprozesse strukturieren und in den Griff bekommen kann.

4. Die Region unter systemtheoretischen Gesichtspunkten: Modell und Simulation

Um eine Übersicht über die Vielzahl von Einflußgrößen, die unter Einbeziehung der weiteren besprochenen Bereiche in einer Region in einem Raum wirksam sind und zugleich die mannigfaltigen Wechselbeziehungen, die dort bestehen,

analysieren zu können, eignet sich das Instrumentarium der Systemtheorie. Wir können die Region prinzipiell als ein solches System von Elementen und Relationen dieser Theorie betrachten. *Forrester* etwa definiert den Begriff System im Kontext dieser Theorie als „eine Anzahl von miteinander in Beziehung stehenden Teilen, die zu einem gemeinsamen Zweck miteinander operieren“⁷. Diese Definition, obwohl sehr weit gefaßt und sehr vieles umfassend, reicht jedoch für unsere Überlegungen aus. *Forrester* stellt weiter fest, daß nach der Entwicklung der Theorie physikalischer Systeme nun durch die Konzeption der Rückkopplungsprozesse die „Grundlage für die Strukturierung unserer Beobachtungen in sozialen Systemen gefunden“⁸ sei. Dieser Systembegriff *Forresters* soll hier nicht diskutiert, sondern einfach übernommen werden.

Ein solches Rückkopplungssystem „Region“ verändert sich im Zeitablauf zumeist ständig. Die Systemtheorie erlaubt nun, die jeweiligen Systemzustände und ihre zeitlichen Veränderungen zu beschreiben und liefert damit durch diese Beschreibung ein Modell dieses Systems. Dies ist eine modellhafte Nachbildung, die, in begrifflich-sprachlicher Repräsentation zumeist, die „reale“ Region im Sinn einer Abbildung darstellt. Solche modellhaften Abbildungen ermöglichen, meist auch wiederum modellhaft, „durchzuspielen“, wie das System sich verhielte, wenn bestimmte Situationen, Randbedingungen, Prämissen gegeben wären. Dies nennt man Simulation und Modelle, die dies ermöglichen, Simulationsmodelle. Zumeist erfolgt dabei die begrifflich-sprachliche Repräsentation des Gegenstandsbereiches (hier also der Region) in einer „künstlichen“, einer formalen und der Mathematik entlehnten Sprache: „beschrieben“ und „erklärt“ wird mittels Gleichungen und nicht mit umgangssprachlichen Sätzen. Dies hat jedoch allein arbeitsökonomische Gründe und bringt vor allem keinerlei neue Erkenntnisse und Informationen, da nur und ausschließlich eine zweckmäßige Sprache benutzt wird.

Der Regionalplaner teilt die Region zunächst in Bereiche ein, die er mit den termini des Bundesbaugesetzes belegen kann. Das ist die Phase, in der die eigentlich empirisch leeren Konstruktionen der Systemtheorie eine inhaltliche, eine materiale Interpretation erfahren. So entspricht der natürlichen Umwelt die „Landschaft“, der technisch gestalteten Umwelt die Summe der „Bauflächen“, der Infrastruktur die „Gemeinbedarfsflächen“ etc. So entsteht dann, unter Zugrundelegung des formalen Gerüsts der Systemtheorie, ein Modell einer Region oder eines Raumes.

Wenn wir die Region in diesem Sinn als System betrachten, so sind deren Teilbereiche Subsysteme davon. Auch diese sind gekennzeichnet durch ihre Elemente und die Relationen, die zwischen ihnen bestehen. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen, genügt es, die wesentlichen Elemente und Beziehungen aufzuzeigen.

Wenn man sich den Unterschied zwischen einer ländli-

6 *Conrads, U.*: Ein Entwurfskriterium. In: *Bauwelt* (1972), H. 30/31.

7 *Forrester, J. W.*: Grundzüge einer Systemtheorie. – Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag 1972. S. 9.

8 *Ebenda*, S. 13.

chen Region und einer solchen im Verdichtungsraum vor Augen führt, so fällt zunächst rein optisch auf, daß die jüngsten Veränderungen der „technisch gestalteten Umwelt“ auf dem Lande relativ gering sind. Es liegt daher nahe, eine Ursache dieser Veränderungen bei dem Faktor Arbeitsplätze zu vermuten und damit auch beim korrespondierenden Faktor Wohnplätze. In der Tat ist fast jede Veränderung von Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen in räumlichen Veränderungen der Region abzulesen. Dies bedeutet in Begriffen des Modells, daß die entsprechenden Flächen in den Subsystemen „Landschaft“, „Bauflächen“ und „Infrastruktur“ eine Funktion der Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen im folgenden Sinn sind: Diese Flächen, ihre Größen und Proportionen sind determiniert gerade durch diese Anzahl, Art und Verteilung von Arbeits- und Wohnplätzen.

Wenn sich nun Wachstum in einer Region auch in Flächen darstellen läßt, so muß die entsprechende Flächennutzung zunächst auf das gültige Leitbild hin überprüft werden, wobei hier der Aspekt der Umweltverschmutzung zu untersuchen ist.

5. Umweltschäden und regionales Wachstum Zusammenhänge im Modell

Aufgrund des Ausmaßes der Umweltschäden muß die Berücksichtigung des Umweltschutzes im Leitbild für regionale Entwicklungen eine zentrale Position einnehmen. Es geht dabei aber wesentlich um präventive Maßnahmen im Gegensatz zu den reaktiven Maßnahmen im technologischen und auch im ökonomischen Sektor. Eine Reihe von Anzeichen in den Verdichtungsräumen deutet darauf hin, daß zwischen dem häufigen Auftreten von Umweltschäden und der Konzentration von Wohn- und Arbeitsplätzen ein enger Zusammenhang besteht⁹.

Damit aber wächst den ländlichen Räumen eine völlig neue Funktion zu. Thoss ist der Meinung, daß ein „räumlich-funktionaler Finanzausgleich“ zwischen Stadt und Land notwendig sei: Er fordert, daß Mittel für Erwerb und Unterhaltung von solchen Flächen von der Stadtbevölkerung aufgebracht werden müssen, die geeignet sind, um in den Städten erzeugten Staub zu binden und so die Luft zu reinigen¹⁰.

Mit diesen Andeutungen soll nur der Problemkreis umrissen werden, den es durch Forschung einerseits und politische Diskussion andererseits abzuklären gilt, um so auch in diesem Bereich einen in sich konsistenten Zielkatalog für die Regionalplanung zu erhalten. Einzelne Zielvorstellungen finden ihren Niederschlag dann in den Restriktionen und Richtwerten, die im Rahmen des Modells der Region

ausgewiesen werden. Solche Restriktionen und Richtlinien sollen hier für zwei Beispiele – nämlich Belastbarkeit der Landschaft und der korrespondierenden Finanzierungsmöglichkeiten – exemplarisch aufgezeigt werden.

In den letzten Jahren wurde an der Harvard-University von Steinitz und Rogers ein Simulationsmodell entwickelt, das in seiner Gesamtstruktur die wesentlichen Elemente der Regionalplanung enthält¹¹. Es umfaßt eine Reihe von Allokationsmodellen, die mit Hilfe von Bewertungen durch Rückkopplungsprozesse gesteuert und korrigiert werden können (vgl. Abb. 1).

Das Verfahren des Modells verläuft in folgenden Abschnitten: Zunächst werden exogene Daten in das Modell eingeführt, nämlich die zu erwartende Bevölkerungsgröße, die zu erwartenden Arbeitsplätze und die jeweilige Aufteilung in Einkommensgruppen. Diese Input-Daten werden in einer ersten Allokation in drei verschiedene Flächen in der Planungsregion räumlich verteilt, und zwar in bebaute Flächen, insbesondere für Wohngebiete, in Geschäftszentren und in Industrie- und Gewerbeflächen. In einem zweiten Schritt werden Flächen für Schulen, Erholung und technische Versorgung allokiert. In einem dritten Schritt wird das Verkehrssystem entworfen. Nachdem in diesem ersten Durchlauf alle Flächen festgelegt sind, wird die Konfliktsituation diskutiert und in der interdisziplinären Arbeitsgruppe ausgeräumt.

Die vier Modelle, nämlich für Industrie, Wohnen, Erholung und Freiflächen, sowie Geschäftszentren werden durch vier Bewertungsmodelle diskutiert, durch ein politisches, ein finanzielles, ein Modell, das die visuelle Qualität berücksichtigt, und ein Modell, das den Umweltschäden Rechnung trägt. Das Ziel aller Modelle ist es, einen optimalen Plan zu erreichen. Als regionales Optimum wird die Summe der Ergebnisse der einzelnen Sektoren betrachtet.

Die einzelnen Sektoren-Modelle bauen auf linearen Regressionsmodellen auf. Derartige Modelle stehen zur Verfügung für die Festlegung von Wohnflächen, die Entwicklung von Freiflächen und die Analyse für den visuellen Aspekt. Diese linearen Regressionsmodelle projizieren den Trend in die Zukunft und sind nicht so aufgebaut, daß sie mögliche Veränderungen in der Zukunft berücksichtigen.

Das Allokationsmodell für die Wohnflächen baut auf der folgenden Voraussetzung auf. Die Attraktivität jeder einzelnen Zelle mit entsprechendem Wohnungstyp wird errechnet durch die Anwendung einer multiplen Regressionsanalyse, die den Bodenwert als abhängige Variable benutzt.

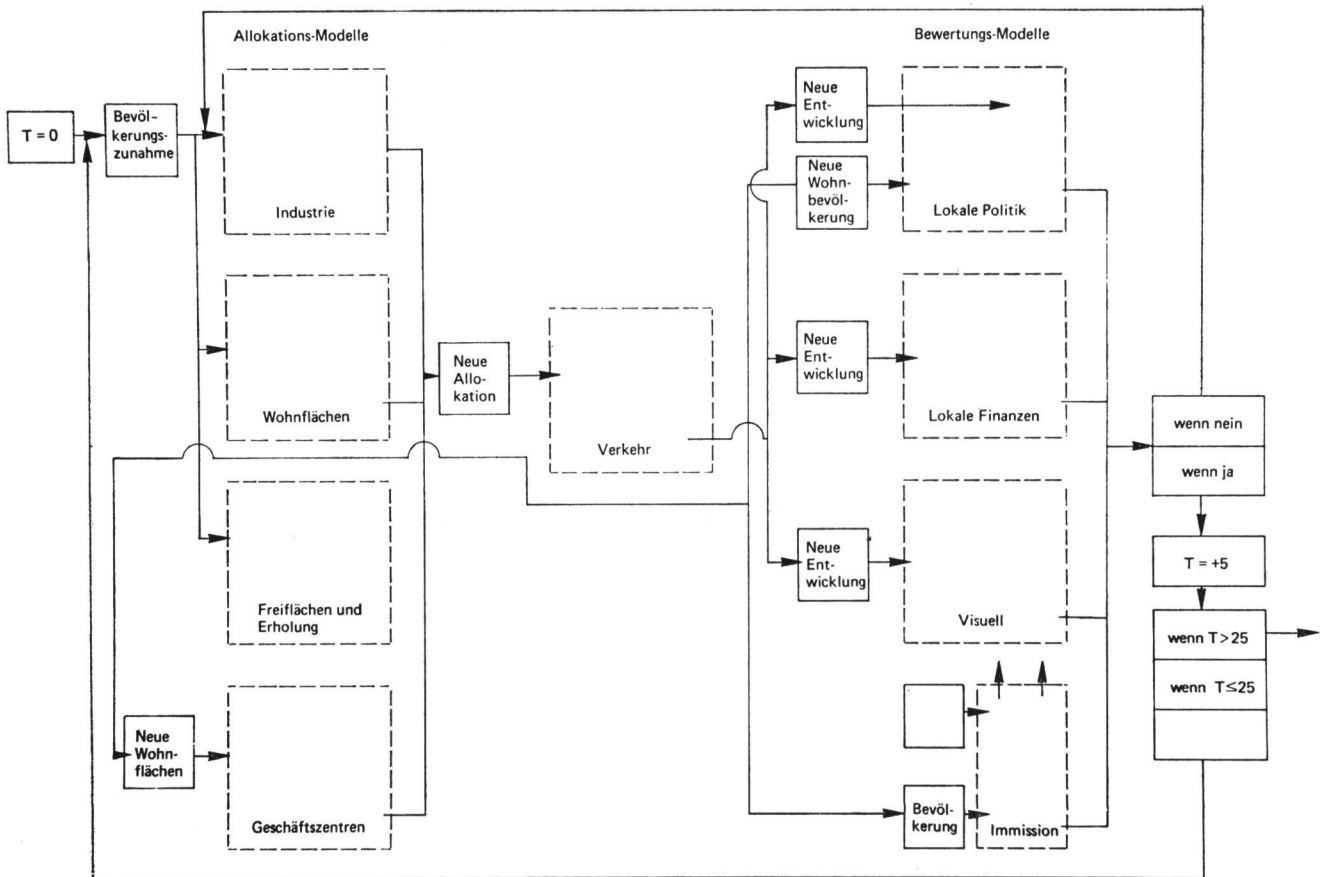
Das Erholungs- und Freiflächenallokations-Modell differenziert die Flächen nach drei Arten: stadtorientierte Flächen, regionalorientierte Flächen und Landschaftsschutzgebiete. Hier werden die attraktivsten Standorte ausgesucht aufgrund einer limitierten Haushaltsmasse nach Kriterien, die die Prioritätenskala bestimmt.

Das Bewertungsmodell für den visuellen Aspekt beruht nicht auf der finanziellen Basis, sondern es ist darauf auf-

9 Vgl. Zepf, E.: Der raumordnerische Aspekt des Umweltschutzes. In: Deutsche Wohnungswirtschaft, Juni 1972.

10 Vgl. Thoss, R.: Kriterien für die Bildung von Schwerpunkten in der Nutzung von Boden und Landschaft. In: Loccumer Protokolle 4/1972.

11 Vgl. Steinitz, C. und Rogers, P.: A Systems Analysis Model of Urbanisation and Change. MIT Report No. 20.



nach:
 „Simulations-System“, Seite 3
 aus: „A Systems Analysis Model of Urbanisation and Change“
 von Carl Steinitz und Peter Rogers, MIT Report No. 20

Abb. 1: Regionales Simulationssystem nach Steinitz und Rogers

gebaut, die Landschaft als eine Funktion der Vegetationsdichte, der topographischen Situation und der Komplexität der Landschaft zu sehen.

Die Simulation des gesamten Vorgangs erfolgt unter der Voraussetzung, daß die Bevölkerung der Region zunimmt, daß aber die derzeitigen politischen Leitlinien und der Geschmack der Bevölkerung sich nicht verändern.

Unter der Gesamtstruktur eines solchen Modells sind die Modellerweiterungen zu sehen, die im folgenden unter den Stichworten landschaftsökologische Grobanalyse und Kosten-Finanzierung beschrieben werden.

Die Prognose der Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen müßte aufgrund der Modellerweiterung so differenziert werden, daß an den bestehenden oder potentiellen Siedlungsorten der Region der Flächenbedarf für Industrie, Wohnen, Erholung und Geschäftszentren usw. zu errechnen ist. Die potentiellen Siedlungsflächen sind zunächst durch eine landschaftsökologische Grobanalyse zu ermitteln, die den künftigen Landschaftsverbrauch unter dem Gesichtspunkt der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes prüft (landschaftsökologische Tragfähigkeit).

Ein solches Partialmodell, das die freie Landschaft erfaßt, bietet die Möglichkeit, eine Standorteignung aller

verfügbaren Flächen innerhalb der Region an den Beginn des Allokationsprozesses zu stellen. Der bisherigen Planungspraxis entspricht eher das Nichtbeachten der ökologischen Gesichtspunkte. Als Ziel kann man die Bewertung des Landschaftspotentials nach bestimmten Gesichtspunkten bezeichnen. Ammer/Bents haben einen entsprechenden Modellansatz entworfen¹². Dieser sieht eine Reihe von Eignungswerten hinsichtlich bestimmter Nutzungen vor – so z. B. für Wohngebiete. Dafür wurde ein Katalog von folgenden Kriterien aufgestellt: Baugrund, Bodengüte, Inklination, Exposition, Kleinklima, Lärmfreiheit, Luftreinheit und Vorfluter.

Die Problematik der Messung dieser Größen geht allein schon aus der Aufzählung hervor. Viele Kriterien haben quantitative Aspekte, und andere sind nur qualitativ zu beschreiben. Da die Kriterien aus diesen Gründen nicht direkt vergleichbar sind, wurden Bewertungsreihen entwickelt. Dieses Verfahren wurde in einer case-study mit rund 50 Kriterien angewendet. Dabei wurde ein Quadrat-

12 Vgl. Ammer, U. und Bents, W.: Partialmodell Landschaft. In: Schlußbericht zur Hauptstudie I zur Weiterentwicklung des Planungsmodells ORL-MOD (Simulationsmodell, unveröffentl. Manuskript im Auftrag des Bundesministers für Städtebau und Wohnungswesen).

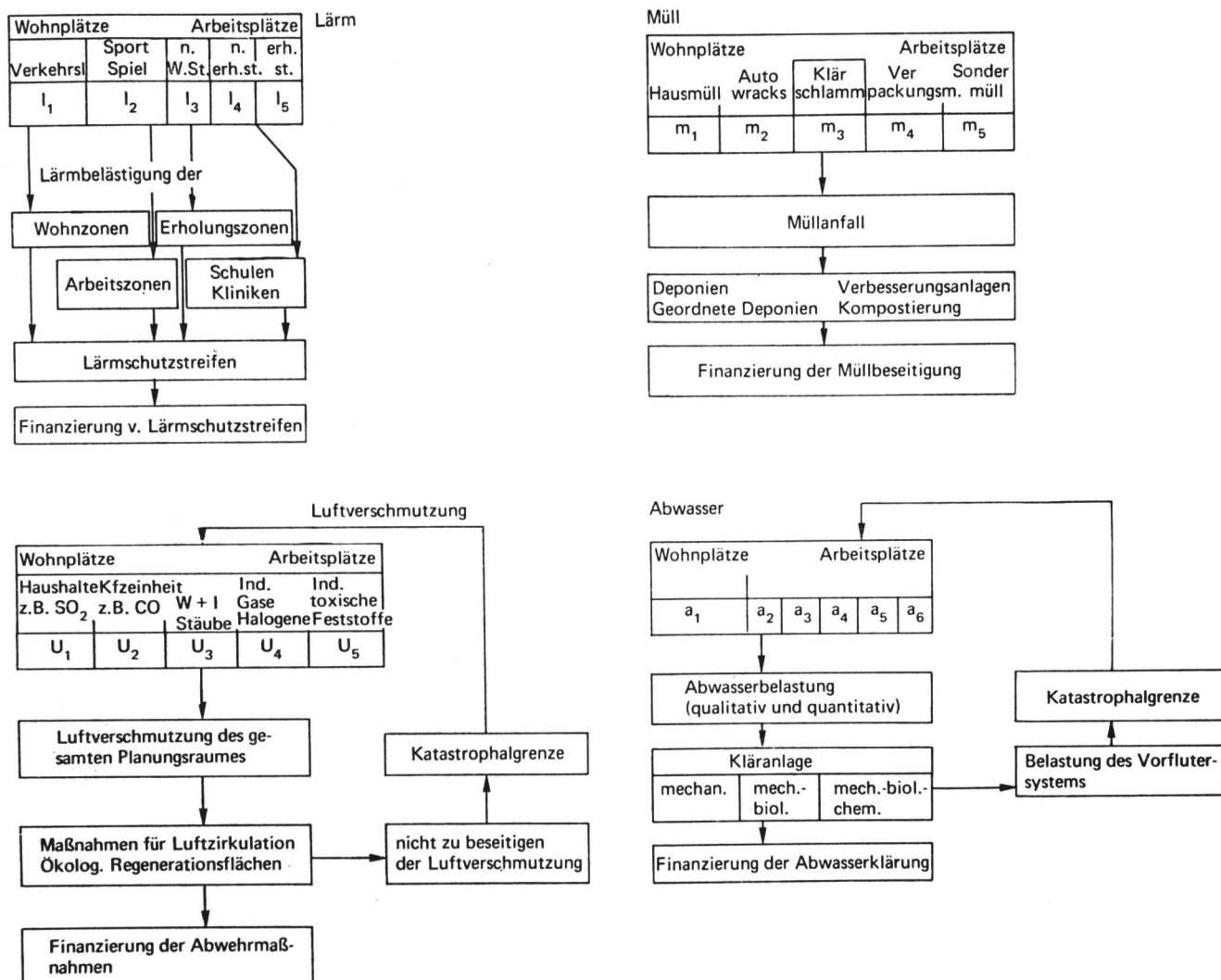


Abb. 2: Partialmodell „Kosten – Finanzierung“ für vier Subsysteme von Umweltbelastung

raster von 500 m Seitenlänge verwendet. Künftige Forschungsschwerpunkte werden in der Verfeinerung und Absicherung der Gewichte liegen.

Aufgrund solcher Bewertungen für Standorteignungen werden dann Allokationen in den übrigen Partialmodellen vorgenommen – z. B. für Wohnen, Industrie, Dienstleistungen etc. Das gesamte Allokationsergebnis ist aufgrund des Bewertungssystems, das sich aus den einzelnen Bewertungsmodellen zusammensetzt, zu korrigieren.

Hier soll als Beispiel das in einem Partialmodell beschriebene Problem der Kosten und Finanzierung unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes herausgegriffen und analysiert werden, wobei dies natürlich nur exkursiv erfolgen kann und nur die Lösungsidee aufzeigen soll.

6. Partialmodell „Kosten – Finanzierung“

Der Grundgedanke des Modells besteht darin, daß ein Gleichgewicht zwischen den potentiellen Umweltschäden und den finanziellen Mitteln zu deren Beseitigung zu errei-

chen ist. Dieses Gleichgewicht ist nur zu errechnen für Wachstumsgrößen, die sich aus der prognostizierten Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen ergeben. Der Gleichgewichtsansatz beruht auf der Vorstellung, daß ein Maximum an Wachstum nicht mehr erste Priorität in den gesamträumlichen Zielsetzungen haben kann. Das Wachstum muß vielmehr durch die Bedingungen der Umweltqualität korrigiert werden. Dabei sind, soweit möglich, die künftigen technologischen und wissenschaftlichen Innovationen zu berücksichtigen.

Hier wird vereinfachend davon ausgegangen, daß es sich nur um die Umweltschäden „Lärmbelastung“, „Wasserverschmutzung“, „Luftverunreinigung“ und „Müll“ handelt. Die Auswirkungen der Umweltschäden können durch z. B. folgende Maßnahmen der Regionalplanung beseitigt und von den Betroffenen ferngehalten werden: Lärmschutzstreifen, Abwasserkläranlagen mit entsprechendem Ausbau, Landschaftselemente mit Luftfilterwirkung und Müllbeseitigungsanlagen. Abb. 2 zeigt schematisch die wichtigsten Interdependenzen, die innerhalb der genannten vier Subsysteme von Umweltschäden, einschließlich wich-

tiger Rückkopplungen, auftreten und zu berücksichtigen sind. Die Interdependenzen und Rückkopplungsmechanismen zwischen den einzelnen Subsystemen sind dabei nicht berücksichtigt.

In diesem Partialmodell, das nur die Entstehungsseite der Umweltverschmutzung und deren Beseitigung darstellt, kann natürlich nur der Umfang der sich daraus ergebenden Kosten abgeleitet werden. Die Finanzierung dieser Aufwendungen kann nur in einem Gesamtrahmen diskutiert werden, der dieses Partialmodell als einen Teil enthält. So kommt es, daß der Faktor „Finanzierung“ bei allen vier Teilbereichen gleichsam als Problem „herausfällt“.

Eine Problematik des Modells liegt im wesentlichen darin, daß die prognostizierten Anzahlen, Arten und Verteilungen von Wohn- und Arbeitsplätzen nach der potentiellen Erzeugung von Umweltschäden differenziert werden müssen. In § 4 der Baunutzungsverordnung heißt es z. B., daß für „Allgemeine Wohngebiete“ nur Betriebe des Beherbergungsgewerbes und „sonstige nicht störende Gewerbebetriebe“ ausnahmsweise zugelassen werden können. Für den Begriff „störend“ gibt es aber weder eine qualitative noch eine quantitative Beschreibung. Es müssen hier also ähnliche Kriterien gefunden werden wie im Partialmodell „Landschaft“, die die Wohn- und Arbeitsplätze kategorisieren. Für die Verursacher der Luftverschmutzung böte sich z. B. folgende grobe Einteilung in fünf Bereiche an: Verschmutzung durch Schwefeldioxyd, Kohlenmonoxyd, Stäube, Gase, Dämpfe, Halogene, Schwermetalle und toxische Feststoffe (vgl. Abb. 2).

Dieses Modell, wie in der Abbildung dargestellt, zeigt natürlich nur die Grundstrukturen auf und ist für „praktische“ Planungen ganz sicher noch nicht differenziert genug. Zweitens ist es gewissermaßen nur ein Rahmen, der noch mit Inhalt gefüllt werden muß. Das heißt, es reicht nicht aus, nur zu wissen, daß zwischen bestimmten Phänomenen Wechselwirkungen bestehen, sondern es bedarf detaillierter Kenntnisse darüber, wie stark diese Beziehungen sind. Die aufgezeigten Beziehungen sind also numerisch zu konkretisieren, in Gleichungsform zu bringen, damit errechenbar wird, welche Veränderung einer Größe welche Veränderungen anderer Größen nach sich zieht, und zwar in quantitativen Angaben.

Es scheint nun zweckmäßig, bevor das Gesamtmodell oder der Gesamtrahmen weiter spezifiziert und differenziert wird, zunächst an einem der Subsysteme vorher zu untersuchen, wie eine solche numerische Spezifikation erfolgen kann, denn nur, wenn das Submodell noch relativ einfach ist, kann die Idee dieser Umsetzung in quantitative Zusammenhänge übersichtlich und überschaubar diskutiert werden. Im nächsten Abschnitt wird dies am Beispiel Wasserverschmutzung – in einer relativ einfachen Form – exemplifiziert.

7. Modellteil Abwasser

In den heutigen städtischen Regionen wird das wasserwirtschaftliche Problem eine wesentliche Rolle für die Be-

urteilung der infrastrukturellen Tragfähigkeit spielen. Die Interdependenz zwischen Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts ist zu quantifizieren. Dabei wird wiederum das schwierigste Problem darin liegen, Orientierungswerte für die verschiedenen Sorten der potentiellen Abwassermengen zu finden.

Für die Kategorisierung der Wohn- und Arbeitsplätze nach den produzierten Abwässern ist eine Skala von Abwasserzusammensetzungen von 1 bis n denkbar, die von den häuslichen Abwässern über durchschnittlich abbaubare Industrieabwässer bis zu den toxischen Abwässern reicht. Wenn diese Abwässer nicht nach § 16 der Gewerbeordnung vom Verursacher zu reinigen sind, so ist zur Zeit noch die öffentliche Hand für die Klärung verantwortlich.

Die Abwasserklärung erfolgt normalerweise in Kläranlagen, die vom Verfahren her z. B. in mechanische, mechanisch-biologische oder mechanisch-biologisch-chemische unterschieden werden. Neben der Dimension der Anlage ist also die qualitative Ausstattung zu berücksichtigen. Der seitherige Aufwand, die Kapazitäten, die Menge des hinzukommenden Abwasseranfalls und die neu auftretenden Zusammensetzungen sind bei der Bemessung der neuen Kapazität und der erforderlichen qualitativen Ausstattung der Kläranlage für die entstehenden Kosten verantwortlich.

Der Modellteil Abwasser muß sich, wie erwähnt, ausrichten an den prognostizierten oder geplanten Zunahmen bzw. Veränderungen der Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen. Im folgenden wird nur der Teil Kostenentstehung (soweit die öffentliche Hand betroffen ist) betrachtet und dazu angenommen, daß sich eine Skala von Abwasserzusammensetzungen der Nummern 1 bis n bilden läßt.

Die Rückkopplung über die Katastrophalgrenze auf die Anzahl, Art und Verteilung der Wohn- und Arbeitsplätze ist in der Darstellung in Gleichungsform nicht berücksichtigt, da diese wahrscheinlich nur im jeweiligen konkreten Einzelfall ermittelt werden kann und außerdem sowohl technologisch und geographisch als auch zeitlich und finanziell determiniert ist: Technisch ist es, im Prinzip wenigstens, möglich, jede Sorte und jede Menge Abwasser zu klären, doch kann der Aufwand (finanziell) ins Unermeßliche steigen, außerdem stellt der „Abfall“ einer solchen Anlage ein Problem dar, schließlich ist dafür Fläche erforderlich, und die Aufstellung einer solchen Anlage erfordert Zeit.

Die Darstellung des Modells in Form von Gleichungen (rechte Seite der Abb. 3) läßt sich nun folgendermaßen konzipieren, wobei auf eine numerische Konkretisierung der Parameter und der technischen Konstanten natürlich verzichtet werden muß:

- Ist die Summe der Ist-Abwassermenge A und der neu hinzukommenden, aufgrund der prognostizierten Arbeits- und Wohnplatzveränderungen ermittelten Abwassermenge B nicht größer als die Kapazität K des Klärsystems, so reicht dessen Kapazität quantitativ aus, sonst nicht (Relation [1] in der Abb.). Im letzten Fall ist (vorausgesetzt, die Abwasserzusammensetzung verändert

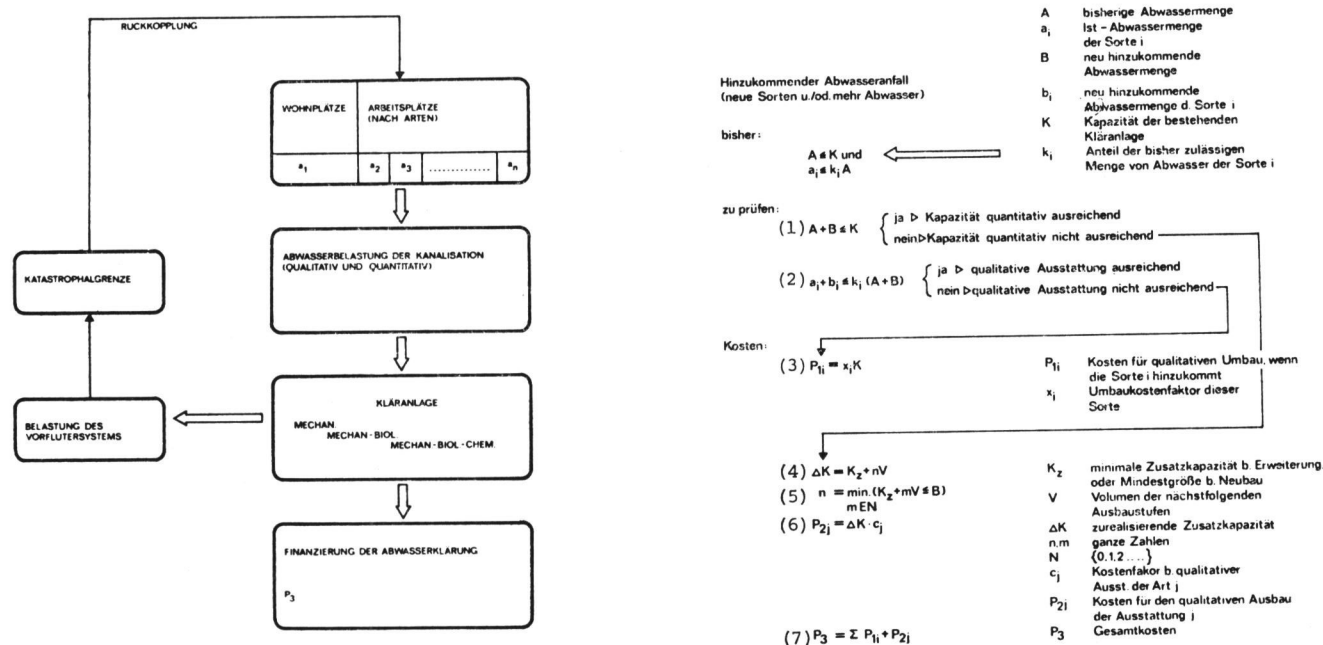


Abb. 3: Modellteil „Abwasser“

sich nicht wesentlich) eine quantitative Erweiterung des Klärsystems in der bisherigen technischen Ausstattung nötig (finanzielle Konsequenzen, vgl. weiter unten).

- Ist k_i der für das bestehende Klärsystem höchstzulässige Anteil der Abwassersorte i, und überschreitet dieser Anteil bei der zu erwartenden neuen Gesamtmenge $A + B$ diese Größe (Relation [2] der Abbildung), so ist ein nur qualitativer Ausbau der Klärsysteme erforderlich, wenn die Gesamtkapazität K insgesamt nicht überschritten wird.
- Finanzielle Konsequenzen nur qualitativer Erweiterungen des Klärsystems: Es wird angenommen, daß eine Proportionalität dieser Kosten zur Kapazität K besteht. Kommt also eine bestimmte Abwassersorte in bisher nicht verkraftbarem Anteil hinzu, so ergeben sich, durch einen artspezifischen Faktor x_i bestimmt, diese Ausbaukosten P_{1i} als Produkt dieses Faktors mit der Kapazität (Relation [3] der Abb.). (Z. B. Übergang von der Stufe der mechanisch-biologischen zur Stufe der mechanisch-biologisch-chemischen Klärung.)
- Finanzielle Konsequenzen der quantitativen Erweiterung des Klärsystems: Es wird davon ausgegangen, daß eine minimale Zusatzkapazität oder Minimalgröße bei Neubau K_z aus technischen und/oder ökonomischen Gründen besteht. Weiter wird davon ausgegangen, daß darüber hinaus nicht beliebige kontinuierliche Erweiterungen möglich sind, sondern der Ausbau nur in weiteren Stufen des Volumens V einer bestimmten Mindestgröße erfolgen kann. Das heißt, daß z. B. eine Erweiterung der Kapazität um weniger als 1000 Einheiten ($= K_z$) technisch und ökonomisch nicht vertretbar ist und was über diese 1000 Einheiten hinausgeht, wieder nur „stufenweise“, z. B. per 500 Einheiten ($= V$). Ist also eine Zusatzkapazität von 1200 Einheiten ($=$

$A + B - K$) erforderlich, so muß aus diesen Gründen die Kapazität um 1500 Einheiten ($= \Delta K$) erweitert werden, sind nur 10 zusätzliche Einheiten erforderlich, so ist um 1000 Einheiten zu erweitern. Dieses Prinzip beschreiben allgemein die Gleichungen (4) und (5) der Abbildung. Sicher sind beide Größen keine allgemeinen technischen Koeffizienten, sondern vom Zustand und technischen Stand des bestehenden Klärsystems, vom Standort und von diversen regionsspezifischen Faktoren beeinflusst. Dieser zu realisierenden Zusatzkapazität sind die Kosten P_{2i} des quantitativen Ausbaus proportional (Relation [6] der Abb.) mit einem Koeffizienten c_i , der wesentlich abhängt vom qualitativen Stand des Klärsystems, aber ebenfalls durch regionsspezifische Faktoren mit determiniert ist.

- Ist die Kapazität weder qualitativ noch quantitativ ausreichend, so ist dieses Kostenberechnungssystem so hintereinander zu schalten, daß zuerst der qualitative Ausbau analysiert und dann auf diesem neuen Niveau der zusätzliche quantitative Ausbau untersucht wird. Die Gesamtkosten P ergeben sich dann als Summe (Relation [7] der Abb.).

Diese Bemerkungen und formulierten Relationen wollen natürlich nicht behaupten, daß die jeweiligen Interdependenzen sich genau durch diese Funktionstypen darstellen lassen. Verabredungsgemäß sollen die numerischen Werte der Parameter und technischen Koeffizienten hier nicht diskutiert werden. Dies kann überhaupt erst nach Untersuchung der Frage, welche Funktionstypen zur Beschreibung geeignet sind, erfolgen. Beides kann nur Gegenstand einer empirischen statistischen Analyse sein. Was nur gemacht werden sollte, ist, aufzuzeigen, wie eine solche quantitative, modellmäßige Beschreibung eines solchen Sub-

systems, wie hier des Modells Abwasser, eher „im Prinzip“ zu erfolgen hätte. Das Modell ist in dieser Form sicher auch, wie schon erwähnt, nicht differenziert und spezifiziert genug, um direkt in der Planung angewendet werden zu können, aber gerade deshalb so einfach gewählt worden, um das Prinzip erkennen zu lassen. Weiter geht dieses Modell auch nur auf die Kostenseite ein, da die Finanzierung nur unter Einbeziehung der Interdependenzen zwischen den Partialmodellen des Modells Umweltverschmutzung als Ganzem und im Rahmen von dessen Verknüpfungen mit den weiteren Subsystemen im Gesamtkontext Flächennutzung sinnvoll diskutiert werden kann.

Sollen mit einem solchen Modell die Kosten für die Abwasserklärung errechnet werden, so sind dafür natürlich numerische Werte aller erwähnten Größen erforderlich. Diese sind nur auf dem Weg über empirische Untersuchungen und ausgehend von der prognostizierten Anzahl, Art und Verteilung der Arbeits- und Wohnplätze zu ermitteln. Dazu sind detaillierte Informationen etwa darüber erforderlich, welche Sorte Arbeitsplatz je Einheit, wieviel Einheiten Abwasser welcher Sorte impliziert. Einzelne dieser Größen können mit statistischen Mitteln prognostiziert werden und sind dann daher im stochastischen Sinne ungenau, also mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten und Konfidenzgrenzen angebar (und dies werden noch die „genauesten“ sein), andere nur aufgrund von Faustregeln oder Expertenbefragungen zu schätzen sein. Es kann also aus methodischen und methodologischen Gründen nicht erwartet werden, daß sich exakt in Mark und Pfennig solche Kosten ermitteln lassen, zu erwarten ist nur ein Näherungswert, für den im günstigsten Fall vielleicht Fehlergrenzen ermittelt werden können.

8. Zusammenfassung, Probleme, Grenzen

Es ist unbestritten, daß die Probleme der Umweltverschmutzung künftig in der Regionalplanung berücksichtigt werden müssen. Hier ist nicht versucht worden, zu sagen, wie dies zu geschehen hat, es wurde nur ein Vorschlag gemacht, wie man diese „Phänomene“ angehen, das Paket aufschnüren könnte, um es so aufzubereiten, daß es in die Planung eingehen könnte – beide Male bewußt im Konjunktiv gesprochen.

Der Vorschlag lautet zusammengefaßt so:

- Man könnte das Instrumentarium der Systemtheorie benutzen. Die zu beplanende Region ist ein System, die Bereiche, die es mit Umweltverschmutzung zu tun haben, sind Subsysteme, die gegliedert und strukturiert werden können. Vier solche Subsysteme sind hier kurz umrissen und untersucht worden, die es mit den Problemen Luft, Lärm, Müll und Wasser zu tun haben.
- Man wird davon ausgehen können, daß diese und solche Probleme wesentlich und primär determiniert sind durch die Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen in der betreffenden Region, und zwar ausgehend von den prognostizierten und/oder geplanten Werten.
- Man kann solche Subsysteme dann unter zwei Aspekten analysieren:
 1. Ist die Beseitigung der Probleme möglich, in anderen Worten: reicht die Tragfähigkeit der Landschaft aus?
 2. Was kostet gegebenenfalls die Beseitigung dieser Probleme?
- Man müßte dann das Ergebnis dieser Analyse „rückkopplern“ mit den Ausgangsdaten, also mit der prognostizierten oder geplanten Anzahl, Art und Verteilung von Wohn- und Arbeitsplätzen: Ist die Tragfähigkeit der Landschaft überfordert, so ist in der Planung dafür zu sorgen, daß diese Ausgangsdaten so modifiziert werden, daß der Input in die Subsysteme, wie Lärm oder Abwasser, soweit reduziert wird, bis die Tragfähigkeit der Landschaft nicht mehr überfordert ist. Die ermittelten Kosten sind mit den Möglichkeiten desjenigen öffentlichen Trägers, auf den sie zukommen, zu vergleichen und im Rahmen seiner Finanzplanung zu berücksichtigen, und auch hier muß eine Rückkopplung vorgesehen sein: Was die Tragfähigkeit der öffentlichen Finanzen überfordert, ist durch die Planung, wieder über eine Revision der Ausgangsdaten, geeignet zu modifizieren.

Die modellhafte Einbeziehung gerade dieser Bereiche in die Bewertung der Regionalplanungsergebnisse stößt methodisch auf genau dieselben Möglichkeiten und Grenzen wie die Beplanung eines jeden anderen Systems, auf keine anderen oder neuen, aber auch nicht auf weniger: Das Problem der Abwasserbeseitigung ist offensichtlich dem der Wasserbereitstellung ganz analog. Allerdings sind die Interdependenzen zwischen den einzelnen Bereichen noch zu wenig erforscht.