

FLORENTIN KRAUSE / REINHARD SANDER

MAB-Programm in belasteten Verdichtungsräumen

Projekt UNESCO MAB 11 der Regionalen Planungsgemeinschaft Untermain

Einführung

Im Großraum Frankfurt am Main ist die ungünstige geographische Lage durch das Mainbecken, das von Mittelgebirgszügen umsäumt wird, der entscheidende Grund dafür, daß die zunehmende Motorisierung, die Industrialisierung und auch die Besiedlung mit ihrer überwiegenden Einzelfeuerung zu einer ungewöhnlich starken Luftbelastung geführt haben. Häufige Inversionsbildung, die an zwei von fünf Tagen im Jahresmittel herrscht, trägt das Ihre dazu bei, daß sich die klimatischen Verhältnisse ständig verschlechterten. Die überdurchschnittliche Erkrankung von Atmungsorganen läßt die Ärzte von der „Frankfurter Krankheit“ sprechen. Die Luftbelastung ist aber nur die eine – besonders spürbare – Komponente, die das Leben in den Verdichtungsgebieten beeinträchtigt; eine Menge anderer kommt hinzu.

Die Regionale Planungsgemeinschaft Untermain (RPU) bemühte sich deshalb seit Beginn ihrer Tätigkeit zur Mitte der sechziger Jahre, Verbesserungen der Luftsituation durch ihre Siedlungs- und Raumordnungskonzeption zu erreichen. Dazu diente eine breit angelegte Lufthygienestudie, die Wind- und Witterungsverhältnisse in Relation zu den Emissionen exakt erfaßt und die erwünschten Schlußfolgerungen zuläßt. Aus dieser nun vorliegenden Arbeit entwickelte sich eine Reihe von weiteren Untersuchungen, die schließlich in das große Vorhaben „Ökologie und Planung in Verdichtungsgebieten“ mündeten. Dieses Forschungsprojekt, das zugleich der deutsche Beitrag zum Teil 11 des UNESCO-Programms „Der Mensch und die Biosphäre“ ist, versucht, die eigentlichen neuralgischen Punkte der Belastung von Verdichtungsräumen aufzuspüren. Sie will über das Vorliegen der inzwischen bekannten Einzeldaten hinaus mit Hilfe der kybernetischen Methode das Zusammenwirken von Bela-

stungskriterien aufdecken und deutlich machen, wodurch es zu der gefährlichen Gesamtentwicklung kommt.

Die Trägerschaft der Regionalen Planungsgemeinschaft Untermain für dieses von der Bundesregierung finanzierte Vorhaben bot sich aufgrund der geleisteten Vorarbeiten an, zumal eben das Untermaingebiet alle typischen Belastungsprobleme großer industrialisierter Ballungsräume aufweist. Zur Veranschaulichung dieser besonderen Eignung seien einige Ergebnisse einer Untersuchung von *H. Hantau* über städtische Belastungsräume in der Bundesrepublik zitiert [1]*.

In dieser Studie wurden mit Hilfe von 21 Kennziffern 136 kreisfreie Städte in der Bundesrepublik Deutschland faktoranalytisch untersucht und verglichen. *Hantau* definierte fünf Belastungsfaktoren, die sich aus den folgenden Kennziffern ergaben:

1. *Verdichtungsbelastung:*
Bevölkerungs- und Beschäftigungsdichte, Energie- und Schwefeldioxid-Dichten in Verkehr und Hausbrand, Abwasser- und Müllintensität der Haushalte.
2. *Räumliche Vitalbelastung:*
Anteil der bebauten und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche, Einwohner pro Grün-, Wasser-, Wald- und Freifläche.
3. *Industrielle Belastung:*
Energiedichte Industrie, Schwefeldioxid-Dichte Industrie, Abwasserintensität Industrie.

* Die Zahlen in [] beziehen sich auf die Literaturangaben am Ende des Beitrages.

- 4. *Wirtschaftliche Aktivitätsbelastung:*
BIP pro Kopf der Wohnbevölkerung, BIP pro qkm bebaute Fläche p. a.
- 5. *Sicherheitsbelastung:*
Gesamtkriminalität, Diebstähle, schwere Körperverletzungen als Delikte pro 100 000 Ew. sowie Verkehrstote und Verkehrsverletzte.

Die Kernregion Frankfurt a. M. / Offenbach des Ballungsgebietes Untermain nahm, bezogen auf diese fünf Faktoren, im Vergleich der 136 Städte die Ränge entsprechend beifolgender Übersicht ein (einzelne Kleinstädte hatten höhere Belastungswerte, sind jedoch wegen der geringen beeinflussten Fläche hier außer acht gelassen worden, siehe *Hautau* [1]).

Belastungs- faktor	Ver- dichtung	Räumliche Vitalbe- lastung	Indu- strie	Wirt- schaftliche Aktivität	Sicher- heit
Belastungs- Höchstwert	2,87	4,96	4,57	5,65	3,67
Belastungswert Frankfurta. M./ Offenbach	2,39	1,02	0,97	4,41	3,67
Rang Frankfurta. M./ Offenbach	3.	8.	4.	2.	1.

Aus diesem Vergleich ergibt sich, daß die Kernstädte Frankfurt a. M. / Offenbach zu den am schwersten belasteten Ballungsräumen in der Bundesrepublik Deutschland gehören.

Verbesserte Denkmodelle

Diese Information ist für die betroffenen Regionalplaner u. a. deswegen von Bedeutung, weil sie der Forderung des Raumordnungsgesetzes, belastete Verdichtungsräume mit „ungesunden räumlichen Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie unausgewogenen Wirtschafts- und Sozialstrukturen in deren Gesundheit zu fördern“, in bezug auf das Untermaingebiet Nachdruck verleiht.

Jedoch gibt diese vergleichende Bestandsaufnahme dem Planer noch keinen Hinweis darauf, wie er diese Förderung denn nun bewerkstelligen könnte. Dazu benötigt er Auskünfte über die strukturbedingte Dynamik des Ballungsraumes. Ist das System Ballungsraum kurz vor dem „Zusammenbruch“ oder sind die vorhandenen Belastungen noch in dem Bereich, wo sie die Entwicklung der Region wenig beeinflussen? Wie hängen die Belastungsfaktoren untereinander zusammen, inwieweit sind sie von „außen“ (daß heißt, nicht regionsspezifisch) vorgegeben? Wie wirkt ein korrigierender Eingriff in einem der Belastungsbereiche auf alle anderen und mit welcher zeitlichen Dynamik? Wo sind die Eingriffstellen, an denen mit geringem (finanziellem) Auf-

wand große Wirkungen erzielt werden können? Welche Detailuntersuchungen (Verkehrsprognosen, Bevölkerungsmodelle usw.) treffen diese besonders wirkungsträchtigen Eingriffpunkte und sollten daher vorrangig angegangen werden?

Dieser sehr unvollständige Fragenkatalog zeigt schon, daß die Fülle der einzelnen Wirkungsbezüge, die in der Regionalplanung eine Rolle spielen, mit Hilfe der gängigen Untersuchungen und der Berufserfahrung des Planers alleine nicht mehr zu bewältigen sind (was jedoch nicht heißen soll, daß diese nicht nach wie vor von großer Bedeutung wären). Wir brauchen aber für solche komplexen Probleme verbesserte Denkmodelle. Hier können systemtheoretische Ansätze entscheidend helfen, wie sie in der gemeinsam mit der Studiengruppe für Biologie und Umwelt, München, von der RPU herausgegebenen Vorstudie als „Anleitung zum Verstehen und Planen menschlicher Lebensräume mit der Hilfe der Bio-kybernetik“ aufgezeigt wurden.

Als wichtigste Anforderung an solche neuen Denkhilfen wäre zu nennen, daß sie uns die dynamischen Eigenschaften einer Planungsregion (ob nun Ballungsgebiet oder nicht) besser erkennen lassen sollten. Selbst wenn wir nichts tun, hält das „System“ Verdichtungsgebiet nicht still. Wir befinden uns zudem in einer Phase der gesellschaftlichen Entwicklung, in der zum Beispiel durch eine technologische Neuerung oder durch weltpolitische Veränderung eine ganze Industrie innerhalb von zehn Jahren zusammenbrechen oder entstehen kann, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Regionen, die auf sie in hohem Maße angewiesen sind.

Charakteristisch für unsere heutige Situation ist, daß wir keine Zeit mehr haben abzuwarten, bis unsere planerischen Eingriffe in die dynamischen Prozesse einer Region gezeigt haben, ob sie kybernetisch effektiv waren oder nicht, und daß bei der Fülle von Wechselwirkungen und ihrer komplexen Entwicklung Fehlentscheidungen immer teurere oder katastrophalere Wirkungen in immer kürzerer Zeit nach sich ziehen [2].

Planerische Maßnahmen sollten also beim ersten Anlauf „sitzen“, und entsprechend sollten systemtheoretische Ansätze für die Regionalplanung es erlauben, wirksame Eingriffmöglichkeiten für die Planung zu identifizieren und wiederum deren dynamische Konsequenzen nachvollziehbar zu machen. Dabei muß erreicht werden, daß die Denkmodelle in ihren Annahmen durchschaubar und überprüfbar bleiben.

Kybernetische Belastung

Wie dies inzwischen auch in die Grundsatzpapiere des Projekts MAB 11 von Amsterdam [3] und Poznan [4] eingeflossen ist, sollte der Planer letztlich Hinweise erhalten, wie die dynamische Struktur einer Region auf ihre Überlebensfähigkeit hin zu bewerten ist. Diese Hinweise könnten zum Beispiel relative Kennziffern sein, die in der Struktur einer Region enthalten sind. Damit sind hier kybernetische Belastungen gemeint, wie etwa hohe Störanfälligkeit oder mangelnde Selbstregulierung.

Das theoretische Grundanliegen des Projekts MAB 11 liegt somit in der Entwicklung verbesserter integrierter Denkmodelle für die Lösung der Überlebensprobleme der großen Ballungsräume. Dabei sollen insbesondere solche Ansätze entwickelt werden, die auch auf andere geographische und gesellschaftliche Verhältnisse übertragbar sind. Dies bedeutet notwendigerweise, daß systemtheoretische Ansätze im Vordergrund stehen.

Systemdynamisches Sensitivitätsmodell

Impulse für die Arbeiten im Rahmen von MAB 11 kommen insbesondere aus der Ökosystemforschung und der Bio-kybernetik, die sich mit komplexen, scheinbar unüberschaubaren natürlichen Systemen beschäftigen und die kybernetischen Prinzipien erhellt haben, nach denen die Natur sich organisiert [5]. In dem Versuch, Ansätze aus der Bio-kybernetik auch für vom Menschen geschaffene Systeme anzuwenden, ist unter anderem die Hoffnung zu erkennen, daß wir von der Natur noch einiges zu lernen haben [2].

Ein weiterer wichtiger Ansatz für die MAB-11-Arbeiten kommt aus der Schule der „System Dynamics“ [6]. Die Methode der System-Simulation, oft zum besseren Verständnis von Problemen der Wirtschaftsplanung eingesetzt, findet im deutschen MAB-11-Projekt eine neue Anwendung. Die innovative Kombination von Biokybernetik, Ökosystemforschung und System Dynamics, wie sie gegenwärtig im deutschen Projekt von Großmann [7], Schwarz [8] und Vester [9] entwickelt wird, soll im folgenden skizziert werden.

Es muß dabei vorausgeschickt werden, daß die gegenwärtigen Arbeiten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind und daß derzeit noch keine endgültigen Ergebnisse vorliegen. Das hier besprochene Modell besteht sozusagen aus 6 Etagen: es reicht von der Erfassung eines kybernetisch relevanten Variablenatzes über ein Simulationsmodell und ein Metamodell bis zu strategischen Hinweisen. Konzeptionierung und Darstellung des untersuchten Systems erfolgen dabei über eine an biokybernetischen Kriterien orientierte Variablenauswahl zunächst mit Hilfe des Simulationsmodells, während Analyse und Bewertung des Systems mit Hilfe des Metamodells und einer Reihe von kybernetischen Kriterien in einem zweiten Schritt erfolgen.

In der untersten und detailliertesten Konzeptionsphase wird das System zunächst verbal beschrieben, wobei die Variablen, die im Modell berücksichtigt werden sollen, nach einer speziell entworfenen Kriterienmatrix zusammengestellt werden. Dabei wird unter anderem darauf geachtet, daß der ökologische, der technisch-wirtschaftliche, der sozialpolitische und der psychosoziale Lebensbereich im Variablenatz jeweils mitvertreten ist (integriertes Modell).

Die Variablen und ihre Wirkungsbezüge untereinander werden dann in einem Wirkungsgefüge, dem sogenannten Causal-Loop-Diagramm, dargestellt. Während die Daten der Variablen selbst aus statistisch erfaßten (und Einzel-)Unterlagen von Behörden, Ämtern und Gemeinden sowie aus Messungen und Bodenkartierungen entnommen werden,

wird die Information über das Vorhandensein und die Art der Wirkungsbezüge sowohl verfügbaren Daten als auch Einzeluntersuchungen und nicht zuletzt der Erfahrung entnommen.

Soweit einzelne Systembereiche sich im größeren Detail in Submodellen darstellen lassen, werden sie als Modul hierarchisch so strukturiert, daß sowohl funktionale als auch regionale Interaktionen berücksichtigt sind.

In der Phase der Modellierung wird aus diesem Wirkungsgefüge ein sogenanntes Flußdiagramm gewonnen, in dem die Wirkungsbezüge durch 3 Elemente dargestellt werden: die Zustandsvariablen, die Flußgrößen und die Hilfsgrößen. Alle drei Elemente sind zeitabhängige Größen. Das dynamische Flußdiagramm wird mathematisch formuliert durch entsprechende Differentialgleichungen, wobei die angenommenen Kurvenverläufe zwischen den Variablen im Modell, sogenannte table functions oder nichtlineare Zusammenhänge, beschrieben und dokumentiert werden. Die table functions können mit Realdaten (Sonden) eines spezifischen Systems kalibriert werden, und je nach der Beschaffenheit des Systems kann der Verlauf verändert werden.

In der genauen Dokumentation und Beschreibung der table functions liegt die Durchschaubarkeit und Überprüfbarkeit der Annahmen, die in die Simulation eingehen.

Nun ist durch die bisherige Vorgehensweise noch keineswegs gesichert, daß das Modell die Systemstruktur richtig erfaßt. Der nächste Schritt ist daher die Validierung, die dazu dienen soll, die Wahl der Variablen und das Netz der Wirkungsbezüge dahingehend zu überprüfen, ob sie das Systemverhalten reproduzieren. Ist dies der Fall, so kann davon ausgegangen werden, daß trotz der beschränkten Auswahl von Variablen und table functions das komplexe System kybernetisch repräsentiert ist.

Hierzu werden unter anderem Realdaten in der Form von Zeitreihen für einige Variablen aus der Vergangenheit eingegeben, und es wird beobachtet, ob das Modell im Simulationslauf die tatsächliche historische Entwicklung des Systems reproduziert. In der Regel ist dies zunächst nicht der Fall, sondern das Modell macht zunächst unsinnige Aussagen, indem es zum Beispiel das System explodieren läßt. Durch Überprüfung des Flußdiagramms und der Form der table functions und durch entsprechende Korrekturen läßt sich schließlich ein dynamisches Modell erstellen, bei dem davon ausgegangen werden kann, daß es die wesentlichen Wirkungsbezüge und kybernetischen Eigenschaften des Systems enthält.

Die kybernetischen Verhaltensweisen des Systems wiederum werden zunächst in einer statischen Metaebenenbetrachtung untersucht. Daraus ergeben sich zum Beispiel Angaben über Innen- und Außenabhängigkeit, Diversität, Vernetzungsgrad, positive und negative Rückkoppelungen des Systems. Die dynamische Verknüpfung dieser Charakteristika in einem dynamischen Metamodell ist noch im Forschungsstadium.

Es ist geplant, das hierfür nötige Instrumentarium auf ein computer/manuelles Hybridsystem auszurichten, das sich aus einem Tisch-Dialogcomputer, Checklisten, Matrices, Sichtlochkarten und anderen einfach zu handhabenden

Hilfsmitteln zusammensetzt. Hierdurch wird der wünschenswerte ständige Dialog mit dem Modell und die Einbeziehung des Planers in die Handhabung und Beurteilung des Modells gewährleistet.

Sensitivitätsanalyse

Die sogenannte Sensitivitätsanalyse mit Hilfe des Gesamtinstrumentariums erlaubt zum Beispiel die Bestimmung neuralgischer Punkte, an denen Eingriffe besonders spürbare Folgen für das Gesamtverhalten des Systems zeigen. Dazu werden am Computer systematisch Eingriffe in die im Modell enthaltenen Regelkreise simuliert und dann das Resultat in einem sogenannten Bezugslauf (reference mode) verglichen. Einfache Sensitivitätsanalysen auf der Basis des biokybernetischen Ansatzes wurden durch Weiterentwicklung einiger Teilfunktionen des Sensitivitätsmodells inzwischen auch von anderer Seite durchgeführt [10], [11], [12].

Die Bewertung der auf den Metaebenen dargestellten kybernetischen Eigenschaften des Systems erfolgt aufgrund von sogenannten biokybernetischen Kriterien, die sich aus mathematischen Stabilitätskriterien, thermodynamischen Kriterien und aus solchen zusammensetzen, die durch Analogieschluß aus Untersuchungen über natürliche Biosysteme gewonnen wurden (vgl. dazu das nebenstehende Sechsebenen-Schema).

Die Anwendung dieser Kriterien erlaubt Aussagen darüber, wie robust oder störanfällig das betrachtete System ist. Aus dieser Bewertung erhält der Planer Hinweise auf Alternativen sowie auf Korrekturmöglichkeiten, um etwa vorhandene Fehlsteuerungen zu beseitigen. Formuliert er eine derartige Strategie, so kann er diese wieder in operationalisierter Form in das Simulationsmodell eingeben, zum Beispiel in Form einer Änderung einer Rate oder einer table function. Die dadurch eventuell veränderten Verhaltenstrends des Gesamtsystems werden wiederum dargestellt, indem die vorhergehenden Schritte nochmals durchlaufen werden. Auf diese Weise ist auch auf der Ebene der Strategie eine ständige Dialogmöglichkeit zwischen Planer und Modell gegeben.

Die Grenzen dieses systemdynamischen Modells sind darin zu sehen, daß es keine auf Einzelentwicklungen bezogene prognostische Aussagen – etwa, was die definierten ökologischen Folgen einer bestimmten Maßnahme (zum Beispiel forcierte Industrialisierung) für das Jahr 1990 betrifft – machen kann und – im Unterschied zu deterministischen Modellen – auch nicht machen will. Dafür – und dies auch nur sehr kurzfristig – sind andere systemanalytische und konventionelle Detailuntersuchungen geeignet, die sich auf umfangreichere Einzeldaten stützen.

Die Sensitivitätsanalyse sagt dagegen – sowohl kurzfristig als auch langfristig – etwas aus über den systemdynamischen Charakter einer Maßnahme, und sie läßt ebenfalls erkennen, wodurch dieser Charakter zustande kommt, das heißt, welche Regelkreise von ihr berührt werden. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, daß – zusätzlich zu konventionellen Planungshilfen – sozusagen sichergestellt wird, daß zum Beispiel solche mit Zeit- und Geldaufwand verbundenen Detailuntersuchungen auch über den richtigen Regelkreis

und sozusagen mit einer gesamtdynamischen Perspektive gemacht werden. Diese Aussagen über das Verhalten des Systems erscheinen als zusätzliche Entscheidungshilfen (zu den mit dem konventionellen Instrumentarium gewonnenen Einblicken in Einzelbezüge) heute immer unentbehrlicher.

Stand des Projektes

Als Testgebiet für die Entwicklung dieses systemtheoretischen Ansatzes wurde ein dem Ballungsgebiet Rhein-Main unmittelbar angrenzendes Entwicklungsgebiet gewählt, das Kinzigtal zwischen Hanau und Schlüchtern. Diese Wahl wurde getroffen, um mit einem noch relativ leicht überschaubaren System Erfahrungen zu machen. Gleichzeitig ist das Testgebiet vom Ballungsraum her zum Teil stark beeinflusst und gehört zum Gebiet der Regionalen Planungsgemeinschaft Untermain.

Für die Erstellung der beiden unteren Modellebenen, des Variablenatzes und des Simulationsmodells, wurden

- a) das vorliegende statistische Datenmaterial über diese Gemeinden und
- b) Ergebnis einer Befragung vor Ort

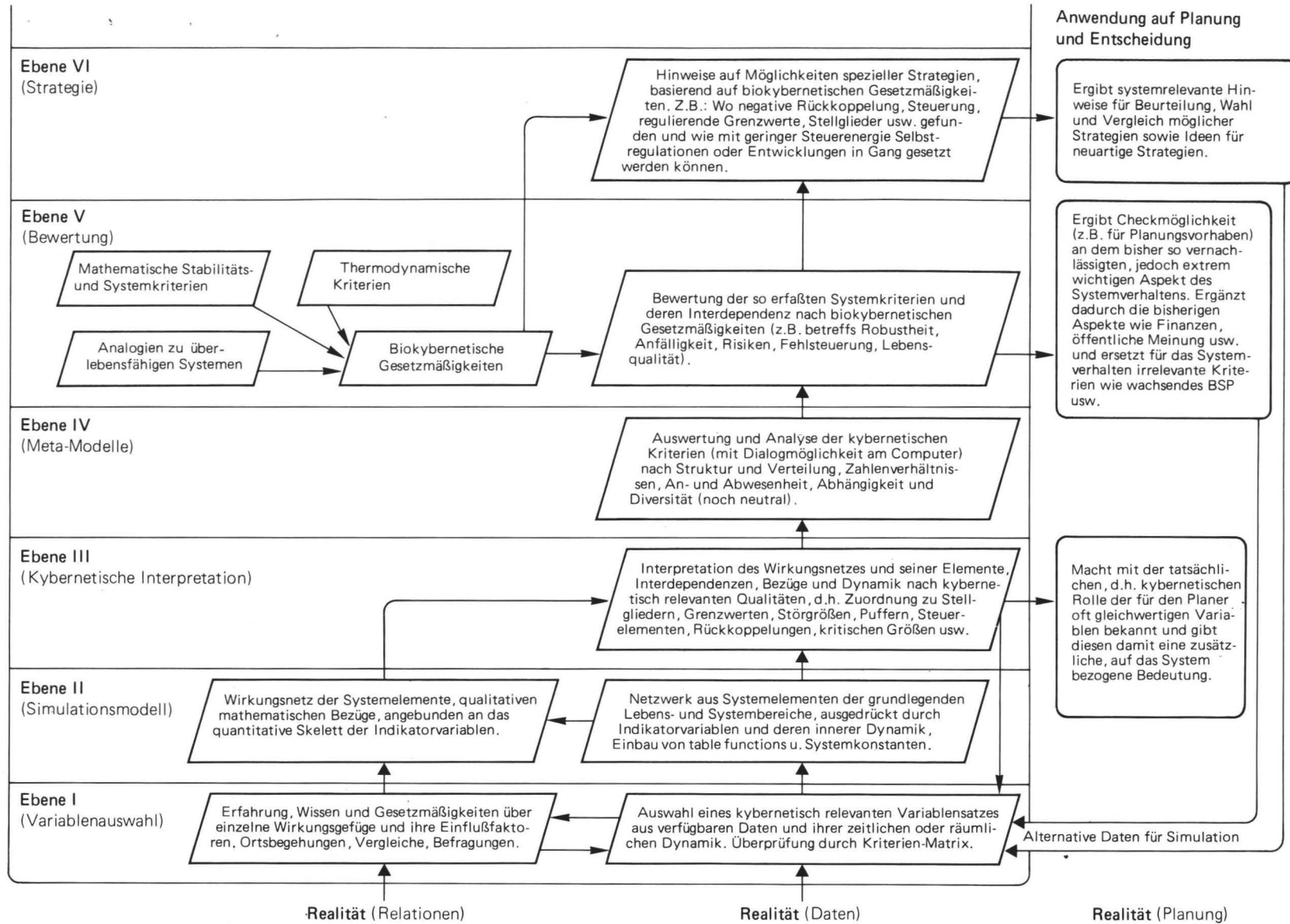
verwendet. Die Befragung erfolgte über mehrere Tage in der Form von persönlichen Interviews mit Bürgermeistern, Pfarrern, Ärzten, Schulleitern, Industriebetriebsleitern, Gastwirten, Landwirten und Vertretern von Umweltschutzgruppen. Ergänzend dazu wurden Fragebögen über 180 Variablen und deren wichtigste Wirkungsbezüge mit anderen Variablen an Experten verschickt und ausgewertet.

Um Planern den Umgang mit dem Modell zu erleichtern, wurden die Flächenbeziehungen im Modell an zentrale Stelle gestellt, wobei Gebietscharakterisierungen vertreten sind, wie sie sich im Kinzigtal befinden. Diese sind

- a) eine überwiegend ländliche Region, charakterisiert durch Vorstädte um die Kerngebiete,
- b) eine überwiegend ländliche Region, charakterisiert durch Industriegebiete in noch ländlich geprägten Siedlungen und
- c) eine städtische Region, charakterisiert durch die üblichen Eigenschaften von Kleinstädten und zum Teil Großstädten.

Die Interaktionen zwischen diesen drei Flächen lassen sich als Wanderungsbewegungen beschreiben. Die Verwendung der drei genannten Flächenmodule erlaubt es, daß neben der zeitlichen Dynamik auch geographische Dynamiken in die Modellierung eingeschlossen werden können.

Auf der Simulationsebene liegen drei Simulationsmodelle unterschiedlicher Aggregationen vor. Im detaillierten disaggregierten Modell sind 15 Zustandsvariablen, ca. 30 Flußvariablen, ca. 40 table functions, über 100 Hilfsvariablen und ca. 40 Parameter beschrieben und in einem Flußdiagramm dargestellt. Im am weitesten aggregierten Modell sind 7 Zustandsvariablen, 9 Flußvariablen, 9 table functions, eine Delay-Funktion, 14 Hilfsgrößen und 13 Parameter enthalten. Ein Modell mittleren Aggregationsgrades liegt etwa zwischen den beiden anderen.



Aus dem desaggregierten Modell erhält der Planer Hinweise, wie er das aggregierte Modell, das für den Computer programmiert ist, für konkrete Problemstellungen benutzen kann. Außerdem liegt ihm eine kybernetische Interpretation der verwendeten Elemente (Zustands- und Flußvariablen, Hilfsgrößen usw.) vor, die ihn über ihre kybernetische „Rolle“ im vorliegenden System (zum Beispiel Stellglied, Nachschubgröße, Regelgröße, Sollwert) informiert. Diese kybernetischen Grundkriterien können dann zu komplexeren Kriterien wie Dependenz, Vernetzungsgrad, Einflußcharakter (passiv, aktiv usw.) aufgebaut werden und schließlich zu den Hauptgrößen des Metamodells wie Diversität, Durchsatz, Störanfälligkeit, Grad der irreversiblen Veränderung, ökologische Belastung und Risiko. Einige dieser Hauptgrößen lassen sich dann auch zur übergeordneten komplexen Größe „Dynamische Stabilität“ zusammenfassen. Policy- und Sensitivitätstests über konkrete Planungsmaßnahmen stehen unmittelbar vor dem Abschluß.

Während die oberste Ebene, diejenige der Strategie, dem Planer kybernetisch relevante Hinweise und Entscheidungshilfen gibt, deren Effekt er dann, wie beschrieben, im Modell durchspielen kann, haben aber auch bereits die unteren Ebenen einen praktischen Nutzen, indem sie dem Planer die tatsächliche systemrelevante Bedeutung der verschiedenen Systemteile aufzeigen. Hier erfährt er, ob z.B. die Erweiterung einer Ausfallstraße ein Stellglied ist, ob er durch eine neue Bepflanzung eine negative Rückkoppelung einführt oder auflöst, ob die Einrichtung einer Schnellbahn ein Regelglied oder ein pufferndes Glied ist, usw. Mit diesen Angaben und ihrer Zuordnung zu den Variablen lassen sich dann auch die aus der oberen Ebene erhaltenen Hinweise in Form von kleineren oder größeren Alternativ-Bündeln (mit vergleichbarer Wirkung auf die Systemkybernetik) konkretisieren.

Ausblick

Wie aus den vorausgehenden Ausführungen schon zu ersehen ist, beschränkt sich die beschriebene Modellierungsmethode in ihrer Anwendbarkeit nicht nur auf Ballungsgebiete, sondern ist allgemein für regionale Planungs- und Entwicklungsfragen einsetzbar. So zum Beispiel auch in der Problematik der Alpenländer, der Waldregionen und anderer Länder und Weltregionen mit sehr unterschiedlichen kulturellen, politischen und geographischen Verhältnissen, wie dies ja auch bereits aus der erwähnten Nutzung des gleichen Ansatzes in ariden Gebieten hervorgeht [10], [11]. Diese Übertragbarkeit der Modellierungsmethode ist eine Anforderung, die das Projekt MAB 11 an seine Forschungsarbeit stellt.

Die Regionale Planungsgemeinschaft Untermain verspricht sich von den Ergebnissen des hier durchgeführten Projekts zunächst eine neue Möglichkeit, Planer darin zu schulen, die kybernetische Bedeutung der regionalen Struktur zu erfassen.

Darüber hinaus hofft man, das Instrumentarium des Sensitivitätsmodells in den Planungsprozeß einführen zu können, ohne daß dieser an Transparenz verliert, was durch die Programmierung des aggregierten Modells auf einem Kleincomputer und die praktische manuelle Handhabung bestimmter Zwischenschritte erleichtert werden sollte. Letztlich soll diese Arbeit den Planungsprozeß und seine Kriterien für alle Beteiligten und Betroffenen durchschaubarer und überprüfbarer machen und die Trennung von Sachzwängen und politischen und sozialen Wertvorstellungen erleichtern.

Literatur

- [1] Hautau, H.: Städtische Belastungsräume in der Bundesrepublik Deutschland. In: Raumforschung und Raumordnung. 35. Jg. (1977) H. 3, S. 116–129.
- [2] Vester, F.: Ballungsgebiete in der Krise. Eine Anleitung zum Verstehen und Planen menschlicher Lebensräume mit Hilfe der Biokybernetik. – Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1976.
- [3] Planning meeting for project 11, with emphasis on industrialized settlements. – Amsterdam 1976. = MAB Report 42. Vgl. auch Boyden, F.: Notes on the methods in the integrative ecological study of human settlements. S. 44.
- [4] Coordinating meeting on project 11, with emphasis on the implementation of ecological research in integrative planning in industrialized countries. = MAB Report 45. Vgl. insbes. A. v. Hesler; F. Vester: Summary of National Report. S. 64.
- [5] Vester, F.: Ansätze zur Erfassung der Umwelt als System. In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. Bd. 3. – München: BLV (1979). (Im Druck.)
- [6] Forrester, J. W.: World Dynamics. – Cambridge: Wight-Allen-Press 1971.
- [7] Großmann, D.: Biokybernetische Stabilitätsbetrachtung zu einem Sensitivitätsmodell. (Unveröffentlichtes Manuskript.)
- [8] Schwarz, I. A.: The development of a system dynamics model for regional analysis. In: Modeling and Simulation. Vol. 7 (1976) Nr. 2, S. 830.
- [9] Vester, F.: Zukunftsprognosen, Modelle, Strategien. In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. Bd. 4. – München: BLV (1979). (Im Druck.)
- [10] Naveh, Z.: Landscape ecology as the scientific basis for a biocybernetic system approach to environmental education. – Jerusalem 1977. = Proc. 8. Scient. Conf. of Israel Ecol. Soc. Naveh, Z.: The role of landscape ecology in development. In: Environm. Conserv. Vol. 5 (1978) Nr. 1, S. 57.
- [11] Schultz, A.: Environmental education at Sde Boquer. Working Paper, College of Natural Res., Univ. of California. – Berkeley 1978.
Naveh, Z.: Towards a global human ecosystem science of landscape ecology: a biocybernetic system approach to the landscape and the study of its use by man. Working Paper of the Center for Urban and Reg. Studies, Technion Inst. – Haifa 1978.
- [12] Clark, M.: The development of an environmental simulation game. Working Paper 208, School of Geography, Univ. of Leeds. – Leeds 1978.