

M. WILKENS / M. ZLONICKY / P. ZLONICKY

Anwendungsversuche von Optimierungsmodellen in der Stadtplanung

1. Vorbemerkung

Die zunehmende Funktionsunfähigkeit des Systems Stadt – vor allem bei Überbelastung – hat politische, gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Krisen zur Folge, die den Stellenwert einer nahenden Katastrophe haben. In Umkehrung dazu ist die Krise der Städte ein Abbild gesellschaftspolitischer Mängel (Bodenordnung, Eigentumsrecht, Primat des Wirtschaftswachstums, Steuergesetzgebung u. a.). Zu ihrer Bewältigung sind Probleme sowohl auf kommunaler als auch auf suprakommunaler Ebene zu lösen.

So sind durch die inhaltliche Ausweitung der Planungsaufgaben und Berücksichtigung der Implikationen, Verflechtungen und gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Fachplanungen die bisherigen Insel-Planungen durch eine koordinierte, ressortüberschreitende Entwicklungsplanung zu ersetzen¹. Dementsprechend werden veränderte Planungsmethoden notwendig, die zur ganzheitlichen Problemerkennung verhelfen wie auch Entscheidungshilfen insbesondere zur Zielfindung, Bewertung und Prioritätenbestimmung, Aufstellung und Überprüfung von Alternativen, Durchführung und Erfolgskontrolle geben können.

Im folgenden soll dargestellt werden, inwieweit die Methode der linearen Optimierung zu der Problemstellung Entwicklungsplanung einen Lösungsbeitrag liefern kann. Zunächst soll versucht werden, an einem idealisierten Planungsablauf die Anwendungsmöglichkeiten von Optimierungsverfahren als Entscheidungshilfen für die Stadtentwicklungsplanung aufzuzeigen. Daran anschließend wird an einem konkreten Beispiel die Anwendung eines Optimierungsverfahrens im Rahmen einer Flächennutzungsplanung gezeigt; weitere Anwendungsmöglichkeiten bei veränderter Problemstellung werden durch Hinweise auf andere Arbeiten deutlich, die ebenso wie das erste Beispiel in Zusammenarbeit mit dem Israel Institute of Urban Studies, Ramat-Gan, Israel, durchgeführt werden². Zum Schluß wird eine kurze Kritik gegeben.

2. Einordnung in den Planungsprozeß

Ausgehend von der selbstverständlichen Voraussetzung, daß Optimierungsverfahren Hilfen zur Problemstrukturierung und zur Vorbereitung von Entscheidungen nur für

Teilbereiche der Entwicklungsplanung geben können und ihr Aussagewert nur dementsprechend angesetzt werden kann, muß verstärkt deren Einordnung in den Gesamt-ablauf des Planungsprozesses deutlich gemacht werden. Einen Hinweis dazu gibt die Formulierung von Münnich: Optimieren „impliziert auf der einen Seite das Vorhandensein von Handlungsalternativen“ und setzt auf der anderen Seite voraus, „daß die Alternativen, die zur Wahl stehen, beurteilt werden können“³. Ebenso selbstverständlich gelten die einem mathematischen Modell impliciten Einschränkungen bezüglich der Relationen und Abhängigkeiten wie Modell/Realität oder Eingaben/Interpretation der Ausgaben.

Die Einordnung soll ausführlicher an einem idealisierten und vereinfacht dargestellten Planungsablauf, der für Entwicklungsplanungen im regionalen und im kommunalen Bereich methodisch gleich ist, verdeutlicht werden (Abb. 1). Nach der Zielformulierung, der Situationsanalyse und Zustandskritik, in der die Mängel, Resistenzen und Zusammenhänge der Planungsbereiche geklärt werden, werden die operationalen Ziele unter Berücksichtigung des Standardbedarfs (Mängelbeseitigung) und des Innovationsbedarfs (Bedarf aufgrund von Zielvorstellungen nach Erreichen des Standards) definiert. Diese führen zu alternativen Entwicklungskonzepten. Bei der Detaillierung der zunächst nur grob formulierten Entwicklungskonzepte zu alternativen Entwicklungsplänen können u. a. Optimierungsverfahren eingesetzt werden. Im Sinne der im Modell berücksichtigten Ziele, die entweder in der Zielfunktion oder in den Restriktionen in Form von Mindest- oder Höchstforderungen formuliert werden, wird ein optimales Programm ausgeworfen. Die sogenannten Schattenpreise⁴, die sowohl direkt als auch in Verbindung mit einer Kosten-Nutzen-Analyse eine Überprüfung der gemachten Annahmen, insbesondere der in Restriktionen formulierten Ziele, möglich machen, geben weitere Entscheidungshilfen. So werden auch die bisher unabhängig in die Rechnung eingegebenen normativen Variablen in einem iterativen Verfahren zu abhängigen Variablen und werden dadurch ebenfalls partiell optimierbar⁵.

D. Pines: Town planning and welfare maximization: a methodological approach. In: Regional Studies. 3. Bd. (1969) Nr. 2, S. 105–113.

³ Münnich, F. E.: Das Prinzip der Optimierung. In: Bauwelt. 60. Jg. (1969) Nr. 51/52 (Stadtbauwelt 24) S. 275–277.

⁴ Der Schattenpreis gibt an, um welchen Betrag sich der Wert der Zielfunktion bei Lockerung (Verschärfung) der Restriktion um eine Einheit erhöht (vermindert).

⁵ Vgl. Diedrich, H.: Mathematische Optimierung: Ihr Rationalisierungsbeitrag für die Stadtentwicklung. – Göttingen 1970. S. 18 ff.

¹ Vgl. Wagener, F.: Von der Raumplanung zur Entwicklungsplanung. In: Deutsches Verwaltungsblatt. 85. Jg. (1970) Nr. 3, S. 93–98.

² Dabei kommt das vom Israel Institute of Urban Studies erarbeitete Modell zur Anwendung. Vgl. Ben-Shahar, H.; A. Mazor;

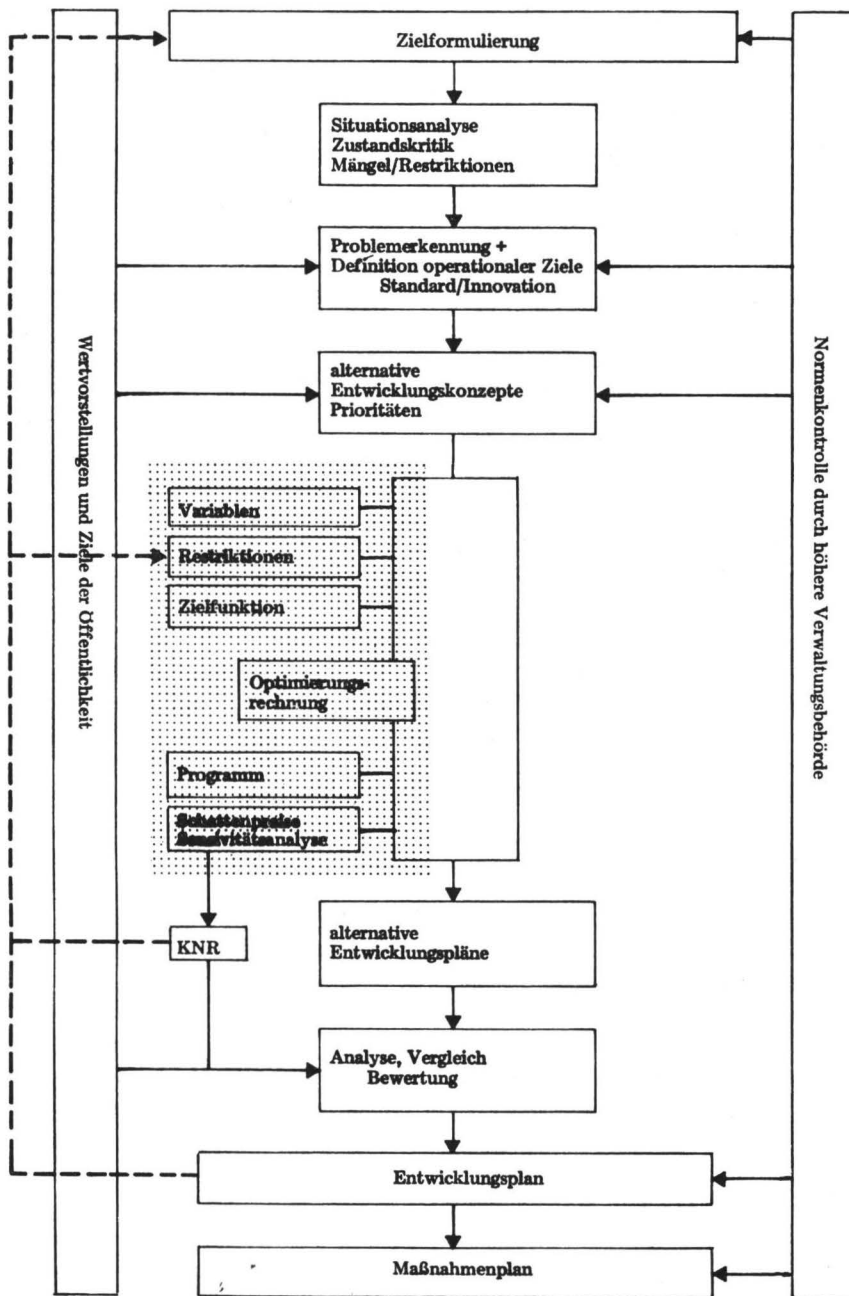


Abb. 1: Planungsablauf

Die Auswirkungen der Änderung von Zielsetzungen und Restriktionen alternativer Entwicklungskonzepte auf bestimmte Bereiche der Entwicklungsplanung können ohne großen Aufwand in weiteren Rechengängen ermittelt werden.

Neben dem Programm, dem „feed-back“-Prozeß und der Möglichkeit, in kurzer Zeit eine große Anzahl von Alternativen überprüfen zu können, gibt es weitere Vorteile, Optimierungsverfahren in diesem Stadium des Planungsprozesses, in dem weite Bereiche noch nicht konkretisiert sind, anzuwenden. Zum ersten wird in der Optimierungsrechnung der gesamte Handlungsspielraum erfaßt, soweit er in dem Modell angesprochen ist, und daraus eine

optimale Handlungsalternative aufgezeigt. Der Bewertungsvorgang ist in das Modell integriert; d. h., die Auswahl der günstigsten Alternative unter mehreren erfolgt nicht erst nach detaillierter Ausarbeitung, sondern in einem ersten Schritt werden alternative Entwicklungskonzepte jeweils in ihrer Zielerreichung bei gegebenen Restriktionen optimiert. In einem zweiten Schritt kann dann zwischen den Alternativen über eine Rangfolge entschieden werden. Zum anderen gibt ein Optimierungsverfahren die Möglichkeit gleichzeitiger Berücksichtigung und Gegeneinanderabwägen einer großen Anzahl von Zielen unterschiedlicher Planungsbereiche. Zum dritten wird durch das Modell ein Zusammenhang zwischen Zielen,

Mitteln und Daten hergestellt. Dadurch kann die Datenerhebung quantitativ wie auch qualitativ auf das Notwendige beschränkt und der Mitteleinsatz effizient gestaltet werden. Außerdem ist dieser Ziele-Mittel-Zusammenhang ebenso wie das gleichzeitige Berücksichtigen der Planungsziele für das Problem der Prioritätenbestimmung besonders bedeutsam.

Die Entscheidungshilfen aufgrund eines Optimierungsverfahrens müssen in einem umfassenderen Rahmen den Entscheidungshilfen für die Bereiche, die nicht im Optimierungsverfahren berücksichtigt werden, zugeordnet werden; daraus können dann alternative Entwicklungspläne erstellt werden. Weiter wird es notwendig, den Bewertungsprozeß, soweit er in dem Optimierungsverfahren durchgeführt wird, ebenfalls in einen umfassenden Bewertungsprozeß der Alternativpläne zu integrieren. Nur hieraus läßt sich der Stellenwert der Ergebnisse des Optimierungsverfahrens innerhalb des Gesamtergebnisses angeben.

Nach der Wahl des günstigsten Entwicklungsprogramms wird ein Maßnahmenplan (Planung der zeitlichen und finanziellen, Prüfung der politischen und verwaltungstechnischen Durchsetzbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen) erarbeitet, in den eine große Anzahl der Ergebnisse des Optimierungsverfahrens eingesetzt werden kann, da das Programm Aussagen zu den Fragen „Was?“, „Wann?“, „Wo?“ und „Wie?“ enthält.

3. Beispiel: Flächennutzungsplanung Troisdorf

Der Einsatz von Optimierungsmodellen erscheint im Bereich sowohl der regionalen⁶ als auch der kommunalen Entwicklungsplanung möglich; im weiteren soll jedoch nur die Anwendung im Rahmen der kommunalen Entwicklungsplanung behandelt werden, zunächst am Beispiel einer Flächennutzungsplanung. Die Aufstellung eines Flächennutzungsplanes kann als Teilproblem der Stadtentwicklungsplanung gesehen werden. Ein Optimierungsmodell wird eingesetzt, um bei vorgegebener Gesamtfläche die verschiedenen Nutzungen quantitativ wie qualitativ so zu verteilen, daß der Zielerreichungsgrad möglichst hoch ist. Wenn auch in dem anschließend dargestellten Beispiel das Problem nicht in dem umfassenden Rahmen der Stadtentwicklungsplanung als Vorordnung für das gesamte Verwaltungshandeln bearbeitet wird, so sind doch die übergeordneten Zusammenhänge so weit wie möglich berücksichtigt, um eine Gleichlage der Ziele der Flächennutzungsplanung mit denen der Stadtentwicklungsplanung zu gewährleisten.

Die Stadt Troisdorf, für die ein Flächennutzungsplan zu erstellen ist, liegt an einer rechtsrheinischen Entwicklungssachse 1. Ordnung im südlichen Teil des rheinischen

Verdichtungsraumes zwischen Köln und Bonn. In den letzten zehn Jahren ist eine Bevölkerungszunahme von ca. 10 000 Einwohnern auf heute etwas über 50 000 Einwohner zu verzeichnen gewesen; es ist zu erwarten, daß dieser Wachstumsprozeß in den nächsten Jahren weiter anhält. Bedeutsam für die Entwicklung von Troisdorf ist die günstige Lage zu Köln und Bonn. Schließlich zählt Troisdorf zu den vorrangig für einen Ausbau geeignet erscheinenden Stadt- und Stadtteilzentren an Haltestellen der S- und Stadtbahnen in der Rhein-Ruhr-Ballung⁷.

Zur Durchführung des Optimierungsverfahrens wird das Stadtgebiet in 10 Haupt- und 47 Teilzonen unterteilt⁸. Die Hauptzonen folgen in etwa den alten Gemeindegrenzen vor der kommunalen Neugliederung (1970), die Teilzonen sind Gebiete mit jeweils möglichst homogener Struktur und beschränken sich auf Ortslagen mit vertretbaren Erweiterungsflächen.

Eine Strukturuntersuchung gibt eine Situationsanalyse und ermöglicht eine Bestimmung der Mängel und Resistenzen, darüber hinaus führt sie zu Daten über die zukünftige Entwicklung von Bevölkerung und Arbeitsplatzangebot. Der Flächennutzungsplan wird auf eine Einwohnerzahl von ca. 72 000 im Jahre 1985 ausgelegt; das bedeutet eine Zunahme von ca. 22 000 Einwohnern. Weiter wird für das Jahr 1985 ein ausgeglichenes Pendler-saldo angestrebt. Um dies zu erreichen, müssen ca. 7500 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden; davon sollen 1500 im sekundären Bereich sein.

Das Optimierungsverfahren wird für zwei Zeitabschnitte durchgeführt werden, das erste gilt für die Zeit von 1970 bis 1978, das zweite von 1978 bis 1985.

a) Ziele

Die vom Rat der Stadt Troisdorf formulierten Ziele werden in operationale Ziele – soweit sie in dem Optimierungsmodell berücksichtigt werden können – umgesetzt; dabei können drei Gruppen unterschieden werden:

- Ziele, für die a priori ein bestimmter Zielerreichungsgrad festgelegt ist,
- Ziele, deren Realisierung so hoch wie möglich sein sollte und die in monetären Einheiten ausgedrückt werden können,
- Ziele, deren Realisierung so hoch wie möglich sein sollte, die jedoch nicht in monetären Einheiten ausgedrückt werden können.

Die erste und die dritte Gruppe werden in das Optimierungsmodell als Restriktionen eingeführt. Die Ziele der zweiten Gruppe bilden die Zielfunktion; ihre Maximierung ist aber nur unter Einhaltung der Restriktionen möglich.

⁶ Vgl. Thoss, R.: Die Formulierung von Leitbildern für die Landesplanung mit Hilfe linearer Programme (Vortrag). S. 23–30 in: Stadt, Region, Land Nr. 8. Schriftenreihe des Instituts für Stadtbauwesen an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. – Aachen 1969.

⁷ Nordrhein-Westfalen-Programm 1975. (Hrsg.: Landesregierung Nordrhein-Westfalen. – Düsseldorf 1970. S. 85.

⁸ Die bestehenden Aktivitäten der Zone 4 werden bis 1985 auf das übrige Stadtgebiet auf Grund übergeordneter Vereinbarungen umgelegt.

Die Reihenfolge der aufgelisteten Ziele der zweiten Gruppe stellt keine Rangfolge dar. In der Zielfunktion werden folgende Teilziele zusammengefaßt:

- Größtmögliche Erhöhung des Wertes der Wohnflächen unter möglichst geringen Kosten.
- Minimierung der Kosten für Gemeinbedarfsflächen.
- Minimierung der Kosten für Zentrumsflächen.
- Minimierung der Kosten für technische Infrastruktureinrichtungen.
- Minimierung der Kosten für den ruhenden Verkehr.
- Erreichung des günstigsten Verhältnisses zwischen Abriss und Neubau von Wohnflächen.
- Minimierung der Zeiten für notwendige Fahrten. Durch eine Bewertung der Fahrtzeit in monetären Einheiten kann dieses Teilziel in die Zielfunktion aufgenommen werden.

Die übrigen Ziele werden als Normen und Direktiven in Form von Restriktionen formuliert:

- Erhöhung des Wohnungsstandards. Durch eine Norm wird sichergestellt, daß die Wohnfläche je Einwohner 1978 über der heute vorhandenen liegt. In der zweiten Planungsphase bis 1985 wird die Norm weiter erhöht.
- Erhöhung des Standards an Gemeinbedarfsflächen. Durch eine Norm wird sichergestellt, daß Gemeinbedarfsflächen in für die Versorgung ausreichendem Maße zur Verfügung stehen.
- Erhöhung des Standards an öffentlichen Freiflächen (Spielplätze, Grünflächen).
- Günstige Zuordnung der Wohnfolgeeinrichtungen zum Wohnen. Durch eine Norm wird sichergestellt, daß die zur täglichen Versorgung notwendigen privaten und öffentlichen Einrichtungen (Läden des täglichen Bedarfs, Grundschule, Kindergarten u. a. m.) den Einwohnern in erreichbarer Nähe zugeordnet werden.
- Ausreichende Lösung der Probleme des ruhenden Verkehrs. Durch eine Norm wird sichergestellt, daß für jede Nutzung ausreichende Parkflächen zur Verfügung stehen.
- Berücksichtigung bestehender Planungsabsichten. Durch Direktiven werden Mindestaktivitäten dort ausgewiesen, wo politische, rechtliche oder finanzielle Vorleistungen bereits erbracht sind.
- Berücksichtigung von Identifikationselementen, Gebäuden von qualitativ hohem Wert, Baudenkmalen, Natur- und Landschaftsschutzgebieten u. a.
- Aussagen zur zeitlichen Realisierung von Maßnahmen. Dies wird durch eine Aufteilung des Gesamtzeitraumes in zwei Perioden möglich.
- Berücksichtigung von Zielsetzungen der Landesplanung. Im NWP 75 wird eine Konzentration der Wohnungen und Arbeitsplätze im fußläufigen Bereich um den S- oder Stadtbahn-Haltepunkt gefordert. Das bedeutet, daß der Einwohnerzuwachs vorwiegend in den Bereichen um die S-Bahn-Haltepunkte lokalisiert wird.

In Troisdorf sind es der Stadtkern (Zone 0), der Ortskern Spich (Zone 2) und ein neues Entwicklungsgebiet, das Zentralgebiet Sieglar (Zone 6). So werden für diese Zonen in Form von Mindest- und Höchstbeschränkungen Anteile des Einwohnerzuwachses formuliert, die die geforderte Konzentration gewährleisten. Ein Problem ist weiter die Verteilung der zusätzlichen Arbeitsplätze. Der Standort der zusätzlichen Arbeitsplätze des sekundären Bereichs ist durch Restriktionen weitgehend festgelegt. Offen dagegen ist der Standort für die Dienstleistungsflächen, die sich in zwei Gruppen aufteilen lassen. Die erste Gruppe umfaßt Dienstleistungsflächen, die jeweils kleinen Bevölkerungseinheiten in geringer räumlicher Entfernung zugeordnet werden müssen. Ihre Verteilung ist abhängig von der Bevölkerungsverteilung. Zu der zweiten Gruppe zählen die übrigen Dienstleistungsflächen, die einen zentralen Standort erfordern. Dazu werden drei alternative Konzepte erarbeitet, die durch das Optimierungsverfahren jeweils in ihrer Zielsetzung optimiert und dann verglichen werden.

b) Alternativen

In der Alternative I sollen die zusätzlichen Zentrumsflächen ausschließlich im jetzigen Stadtkern Troisdorf (Zone 0), dem Bereich des zentralen S-Bahn-Haltepunktes, ausgewiesen werden. Dieser Bereich weist vom Bestand her bereits den höchsten Ausstattungsgrad innerhalb des Stadtgebietes auf. Alternative II geht von einer Stärkung des Ortsteils Spich (Zone 2) aus. Die zusätzlichen Zentrumsflächen sollen im Bereich des zweiten S-Bahn-Haltepunktes ausgewiesen werden: hier stehen im Gegensatz zum Stadtkern Troisdorf freie Flächen für eine Bebauung zur Verfügung. Eine Verteilung der Zentrumsflächen auf die Bereiche Stadtkern Troisdorf und Spich wird in Alternative III angestrebt, Einschränkungen zum Maß der Verteilung werden nicht gemacht. Es wird davon ausgegangen, daß in Alternative I das größtmögliche Maß an Zentralität erreicht werden kann und daß bei einer Aufsplitterung der Zentrumsflächen (Alternative III) ein erheblich geringeres Maß an Zentralität vorhanden sein wird. Dies hat Auswirkungen auf den Besatz, d. h. das Angebot an Dienstleistungen, die Spezialisierung in der Angebotskapazität ist in Alternative III geringer – und damit auch die Kaufkraftbindung, d. h., die Nachfrage nach höherwertigen Gütern des aperiodischen Bedarfs wird in stärkerem Maße in anderen Zentren (Köln, Bonn) befriedigt. Dies führt zu längeren Fahrtzeiten für Einkaufsfahrten und zu einem geringeren Flächenbedarf für zentrale Einrichtungen.

Der Input umfaßt außer den oben angegebenen Zielen weitere Normen und Direktiven über maximale Geschosflächenzahlen bestimmter Nutzungen, Verkehrsverhalten u. a., dann Daten über den Bestand sowie Kosten und Werte für bestimmte Nutzungen. Offen ist die Verteilung der Einwohner, des Arbeitsplatzangebotes und der Flächennutzung. Unter Einhaltung der Restriktionen soll der Wert dieser Maßnahmen maximiert werden.

Tabelle 1: Einwohner 1985, Alternativen I, II, III

Zone	Einwohner				Schattenpreise (DM/Einwohner)*		
	Bestand	Alternativen			Alternativen		
		I	II	III	I	II	III
0	16 077	21 490	21 490	21 490	-1 000	-1 160	-1 160
1	7 194	7 800	7 190	7 800	-	560	-
2	8 648	14 060	14 060	14 060	+1 680	+1 310	+1 700
3	2 269	2 430	3 450	2 880	-	-	-
5	3 210	6 050	5 140	5 480	-	-	-
6	6 685	13 180	13 180	13 180	-	-	-
7	1 341	2 070	2 570	2 190	-	-	-
8	844	850	850	850	-180	-670	-860
9	1 292	1 290	1 290	1 290	-1 140	-1 650	-1 810
10	2 783	2 780	2 780	2 780	-1 960	-2 310	-2 560
Gesamt	50 343	72 000	72 000	72 000	-3 440	-3 460	-5 090

*) - = untere Grenze (Kosten für zusätzlichen Einwohner)

+ = obere Grenze (Gewinn durch zusätzlichen Einwohner)

c) Ergebnisse

Der Output gliedert sich in drei Bereiche:

- Programm der Flächennutzung einschließlich Einwohner- und Arbeitsplatzverteilung für jede Teilzone.
- Kosten und Werte der Maßnahmen.
- Schattenpreise.

In der Tabelle 1 ist die Verteilung der Einwohner wiedergegeben. Insgesamt ist festzustellen, daß zwischen den Alternativen nur geringe Unterschiede bestehen. Der Grund dafür ist in den vom Rat der Stadt vorgegebenen Restriktionen zur Einwohnerverteilung zu suchen, die sich häufig ausgewirkt haben. In der gleichen Tabelle sind die Schattenpreise für diese Zielsetzung aufgeführt. Es zeigt sich, daß die geforderte Mindesteinwohnerzahl im Stadtkern Troisdorf (Zone 0) in den drei Alternativen zusätzliche Kosten verursacht. Würde die Zielsetzung gelockert, d. h. eine geringere Einwohnerzahl akzeptiert, so würde sich der Wert der Zielfunktion erhöhen. Für den Ortsteil Spich (Zone 2) hat sich die Höchstgrenze ausgewirkt. Würde hier eine höhere Einwohnerdichte angenommen, so würde sich ebenfalls der Wert der Zielfunktion erhöhen. In den südlichen Ortslagen (Zone 8, 9, 10) verbleibt nur die bereits dort ansässige Bevölkerung; ein Zuwachs ist nicht zu verzeichnen, im Gegenteil: mit steigender Entfernung zu den Hauptsiedlungsgebieten wirkt sich die Restriktion, mindestens die bestehende Einwohnerzahl zu

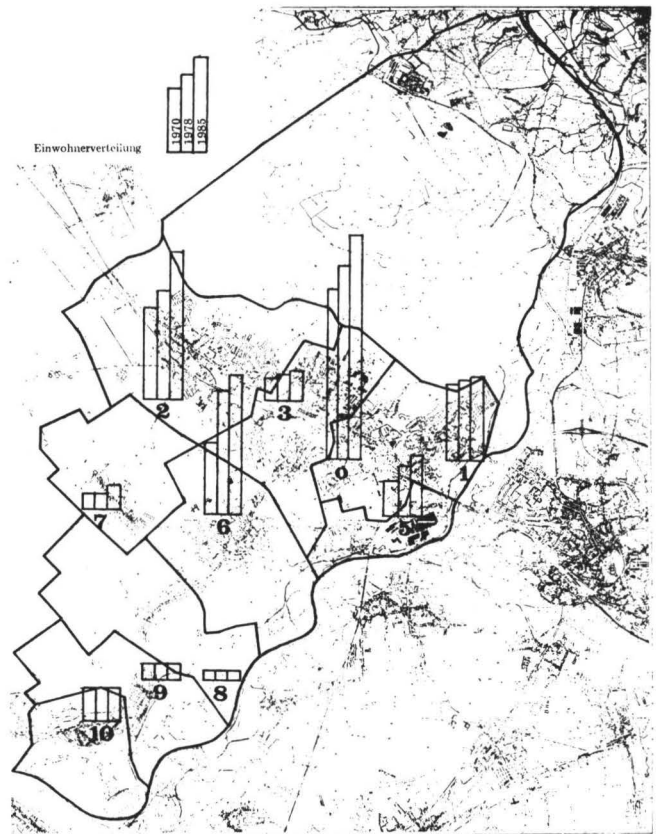


Abb. 2: Troisdorf – Alt. I

erhalten, immer stärker aus. Die allgemeinen Kosten der bereits vorhandenen Zersiedlung sind evident.

Hinweise auf die Veränderungen in der Einwohnerverteilung und der Flächennutzung sollen am Beispiel der Alternative I gegeben werden. Abb. 2 zeigt die Einwohnerverteilung nach Zonen für die einzelnen Zeitabschnitte. Im ersten Abschnitt ist vorwiegend in der Zone 6, dem neuen Entwicklungsgebiet, eine starke Einwohnerzunahme zu verzeichnen, in den Zonen 0, 2 und 5 ist die Zunahme nicht ganz so stark. In der zweiten Zeitperiode liegt der Schwerpunkt etwas anders. Die Zunahme in Zone 6 ist nur geringfügig, dagegen ist der Zuwachs in der Zone 0 und noch deutlicher in der Zone 2 stärker als im ersten Zeitabschnitt. Der Grund für diese Entwicklung liegt in der Zielsetzung, bis 1978 vorwiegend Zone 6 zu entwickeln. Im zweiten Abschnitt wird diese Zielsetzung nicht mehr so stark verfolgt; die Vorteile der Zone 2 (Freiflä-

Tabelle 2: Abweichungen von den Durchschnittswerten

	Durchschnittswert	I	II	III
Wert der Arbeitsfahrten	- 75 552	+ 2 939	- 4 386	+ 1 447
Wert der Zentrumsfahrten	-131 819	+52 364	+27 221	-79 585
Gesamtwert der Fahrtzeiten	-207 371	+55 303	+22 835	-78 138
Nettowert (Wert minus Kosten) der Baumaßnahmen	+ 28 274	+ 2 831	-12 308	+ 9 477
Gesamtwert der Zielfunktion	-179 097	+58 135	+10 527	-68 661
Schattenpreis für Einwohner (DM/zusätzliche Einwohner)	- 4 000	+ 560	+ 540	- 1 100

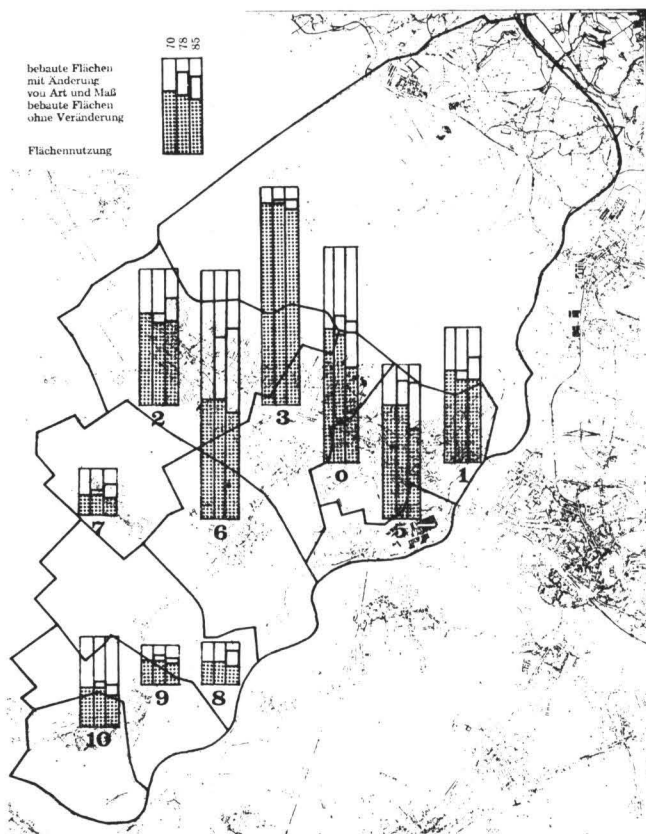


Abb. 3: Troisdorf — Alt. I

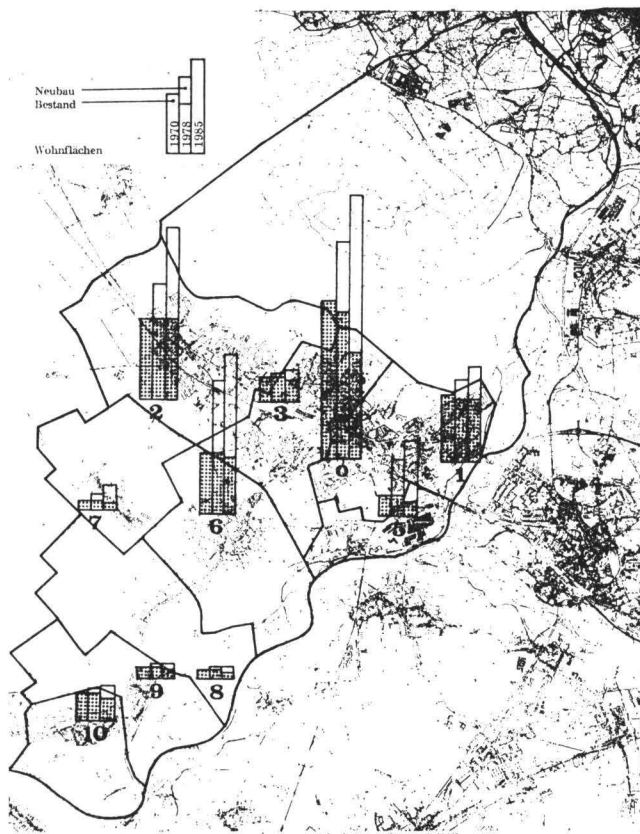


Abb. 4: Troisdorf — Alt. I

chen in relativ günstiger Lage) bestimmen die Entwicklung, obwohl die Aufnahmekapazität der Zone 6 noch nicht erreicht ist.

Abb. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Flächennutzung; es wird nur unterschieden in bebaute und unbebaute Flächen. Weiter sind die bis 1985 nicht veränderten bebauten Flächen und die veränderten bebauten Flächen, sei es durch Änderung des Maßes oder der Art, ausgewiesen. Im ersten Zeitabschnitt werden nur in den Zonen 0 und 1 geringfügig bebaute Flächen verändert, neue Bauflächen gehen vor allem zu Lasten der bisher nicht bebauten Flächen. Erst im zweiten Zeitabschnitt wirkt sich die Bodenbeschränkung stärker aus, und bestehende bebaute Flächen werden stärker verändert, insbesondere in der Zone 0.

Wie Abb. 4 zeigt, wird davon vorwiegend die Wohnbaubsubstanz getroffen, der Abriss nimmt zu, und der Neubau muß in einer entsprechend hohen Dichte erstellt werden. Die geringen Veränderungen in den Zonen 8, 9 und 10 lassen sich durch den Anstieg der Wohnfläche bei gleichbleibender Einwohnerzahl erklären.

d) Vergleich

Wenn auch die Minimierung der Fahrtzeiten in die Zielfunktion aufgenommen wurde, so erscheint es doch sinnvoll, bei dem Vergleich der drei Alternativen untereinander zunächst zwischen Wert der Baumaßnahmen und der Fahrtzeit zu unterscheiden (s. Tab. 2). Für beide Krite-

rien werden die Mittelwerte gebildet und die Abweichungen in % dargestellt (Abb. 5). Alternative I weist – als einzige – Vorteile sowohl in der Summe der Fahrtzeiten als auch im Wert der Baumaßnahmen auf. Die Summe der Fahrtzeiten ist zwar in Alternative II geringer als das Mittel, sie ist jedoch höher als Alternative I. Auch der Wert der Baumaßnahmen ist in Alternative II erheblich geringer als das Mittel (und als Alternative I), d. h., in beiden Kriterien liegt Alternative I vor Alternative II. Die Eindeutigkeit in der Rangfolge trifft nicht für Alternative III zu. Der Wert der Baumaßnahmen ist günstiger als Alternative I, die Summe der Fahrtzeiten ist ungünstiger.

Wird die Summe der Fahrtzeiten in monetären Einheiten ausgedrückt⁹, so können beide Kriterien zusammengezogen werden. Die Rangfolge zwischen den Alternativen I und II bleibt, Alternative III ist eindeutig ungünstiger als die beiden anderen. Der Grund dafür liegt in der sehr hohen Summe der Zentrumsfahrten; ein großer Teil der Fahrten führt zu Zielen außerhalb von Troisdorf.

Diese Rangfolge der Alternativen drückt sich auch in den Schattenpreisen für einen zusätzlichen Einwohner in Troisdorf aus. So sind die Alternativen I und II relativ günstiger als Alternative III, falls sich die angenommene Einwohnerzahl verändert. Da Schattenpreise aber nur

⁹ In Ansatz wird gebracht: Wert für Arbeitsfahrten: 50% des Bruttostundenverdienstes; Wert für Zentrumsfahrten: 33% des Bruttostundenverdienstes.

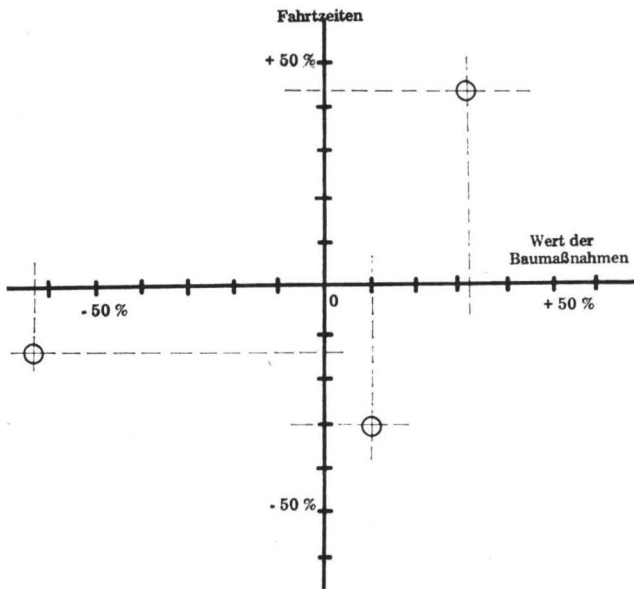


Abb. 5: Abweichungen vom Mittelwert – Fahrzeiten, Wert der Baumaßnahmen

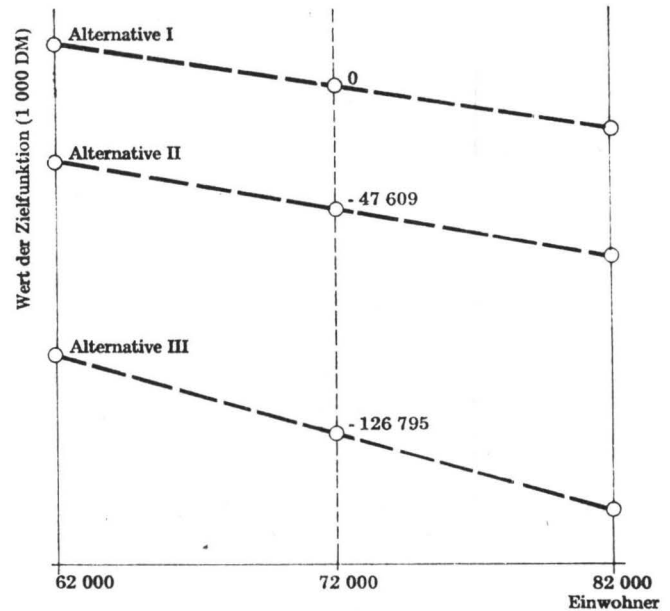


Abb. 6: Empfindlichkeitsanalyse Zahl der Einwohner

innerhalb gewisser Grenzen anwendbar sind, wird in einer Sensitivitätsanalyse untersucht, inwieweit sich eine Veränderung der prognostizierten Einwohnerentwicklung auf den Wert der Zielfunktion auswirkt. Abb. 6 zeigt, daß die Differenz zwischen den Alternativen I und II in etwa gleich bleibt und daß Alternative III bei steigender Einwohnerzahl relativ ungünstiger, bei einer geringeren Entwicklung der Einwohnerzahl relativ günstiger wird.

Eine zweite Sensitivitätsanalyse soll klären, inwieweit sich eine Veränderung der angenommenen Attraktivität und damit der Zentrumsfläche in Alternative III auswirkt. Ursprünglich angesetzt waren 60% der in den Alternativen I und II ausgewiesenen Flächen. Ein Ansatz von 80% führt zu einem Wert der Zielfunktion, der nur geringfügig unter dem der Alternative II liegt (Abb. 7), d. h., die Rangfolge der Alternativen ist in hohem Maße abhängig vom Flächenbedarf für zentrale Einrichtungen. Da jedoch die Attraktivität des Zentrums wegen der Zersplitterung des Angebots in Alternative III einem Bedarf von 80% der Flächen der Alternativen I und II mit Sicherheit nicht entsprechen wird, kann die Rangfolge der Alternativen bestehen bleiben.

Eine dritte Analyse gibt Auskunft über den Einfluß des Wertes für Fahrzeiten (Abb. 8). Der angesetzte monetäre Wert wird um $\pm 10\%$ verändert.

Dieser Alternativenvergleich wird durch zusätzliche, vorwiegend außerökonomische Kriterien in einer Nutzwert-Analyse¹⁰ erweitert. Das führt zur Auswahl einer Alternative, die die Grundlage für das Umsetzen des Programms in einen Flächennutzungsplan unter Berücksichti-

gung der Aussagen zur zeitlichen und finanziellen Realisierungsmöglichkeit bildet.

4. Weitere Anwendungsversuche

Die Problemstellung Flächennutzungsplanung, nur eine von vielen, für die Optimierungsmodelle Entscheidungshilfen geben können, kann unterschiedliche Schwerpunkte enthalten. So steht bei einer Flächennutzungsplanung für eine andere Gemeinde¹¹, die bis zur kommunalen Neugliederung aus fünf selbständigen Orten (3 größere, 2 kleinere, insgesamt ca. 36 000 Einwohner) bestand, das Problem im Vordergrund, wie die bisher selbständigen Orte zu einer Gemeinde zusammenwachsen können. Erklärtes Ziel aller ist, ein gemeinsames Zentrum zu schaffen. In einem ersten Modell sind die Auswirkungen des Zentrums bei insgesamt sechs alternativen Standorten (zwei alternative Standorte auf der „grünen Wiese“, drei Standorte jeweils in Verbindung mit einem der drei größeren Ortskerne, eine Alternative mit Verteilung des Zentrums auf die drei größeren Ortskerne) auf die Gesamtgemeinde untersucht worden. Es konnte zwar gezeigt werden, daß die Alternativen „Grüne Wiese“ und „Dezentralisation“ relativ ungünstig sind, aber zur Klärung der Frage des Zentrumsstandortes scheinen viele andere Kriterien, die sich nur schwer quantifizieren lassen, mindestens ebenso ausschlaggebend wie die im Modell berücksichtigten Kriterien.

Als ein weiterer Problemkreis sollen Untersuchungen erwähnt werden, die zu Entwicklungsplänen für bestimm-

¹⁰ Die Vorteile und Probleme (Wertung und Wichtung!) der Nutzwertanalyse werden hier nicht näher erläutert.

¹¹ Stadt Nettetetal/Niederrhein.

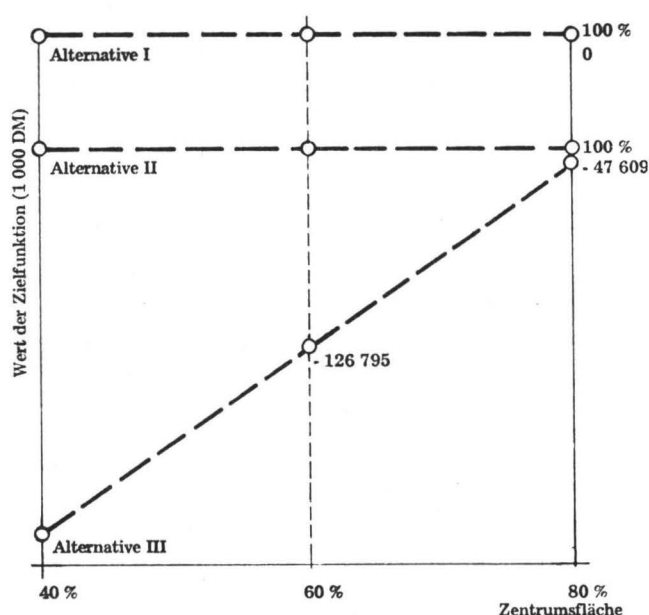


Abb. 7: Empfindlichkeitsanalyse
Zentrumsfläche in Alt. III

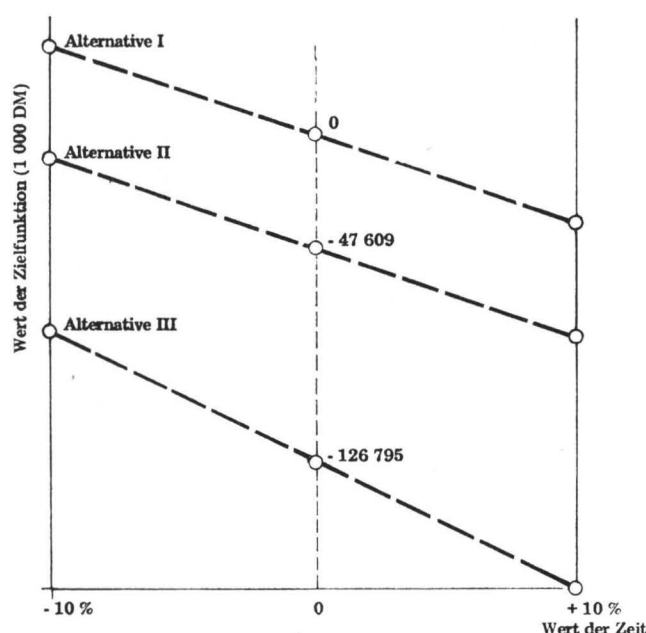


Abb. 8: Empfindlichkeitsanalyse
Wert der Zeit

te Stadtteile¹² führen sollen. Hier ist die Einordnung des Stadtteils in den Gesamtzusammenhang der Stadt besonders wichtig. Eine Planung, die nur auf den Stadtteil ausgerichtet ist, kann zwar für das Gebiet selbst zu einem hohen Zielerreichungsgrad führen, aber möglicherweise zu Lasten anderer Stadtteile gehen. So wird zunächst ein Grobmodell für die Gesamtstadt erarbeitet, in dem die Beziehungen zwischen Untersuchungsgebiet und dem Stadtbereich geklärt werden. Es können auch die Auswirkungen alternativer Entwicklungskonzepte für das Untersuchungsgebiet auf die Gesamtstadt untersucht werden. Nach der Entscheidung für ein Konzept gehen die Ergebnisse dieser Alternative als Vorgaben in das für die weitere Bearbeitung erstellte Modell, das jetzt auf das Untersuchungsgebiet beschränkt ist, ein. Durch eine Sensitivitätsanalyse wird im Grobmodell festgestellt, innerhalb welcher Bandbreiten sich die Vorgaben (z. B. Einwohner- oder Arbeitsplatzzahlen) verändern können, ohne den Wert der Zielfunktion für die Gesamtstadt entscheidend zu verschlechtern.

Hier ist in verstärktem Maße notwendig, die Fragestellung des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Gesamtstadtentwicklung zu definieren, um dann festlegen zu können, welcher Teil durch das Optimierungsmodell abgedeckt werden kann und welche Wertigkeit das Ergebnis hat.

In dem Modell für das engere Untersuchungsgebiet werden dann in viel stärkerem Maße als in einem Modell zur Flächennutzungsplanung das Verhältnis zwischen Renovierung, Abbruch und Neubau von Wohnflächen, der Erhalt von Identifikationspunkten und Gebäuden mit

hohen qualitativen Werten, Fragen der Mietbereitschaft der Bevölkerung wichtig.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel sei nur kurz erwähnt. Im Zusammenhang mit dem Nordrhein-Westfalen-Programm 1975 wurde mit Hilfe eines Optimierungsmodells die Fragestellung untersucht, ob in der Rhein-Ruhr-Balung die Anlage neuer Wohngebiete am Stadtrand oder die Erneuerung und Verdichtung bestehender Stadtteile vorteilhafter ist¹³.

5. Kritik

Die Daten- und Modell-Euphorie der Planer der sechziger Jahre hat zu einer Überschätzung der Bedeutung mathematischer Modelle für die gesamte Entwicklungsplanung geführt. Gerade in diesem Bereich müssen Probleme ganzheitlich und iterativ ausgegangen werden – der Komplexitätsgrad praktikabler Modelle ist dagegen begrenzt. Zeitliche, finanzielle, begriffliche Gründe und die zunehmende Abhängigkeit der Politiker und der außerparlamentarischen Öffentlichkeit von Modellbauern (Degradierung zum Claqueur des Technokraten) haben den Glauben an Problemlösungen allein durch hochgezüchtete Modelle erschüttert.

Die notwendige Beschränkung auf „optimale“ Lösungen von Teilproblemen meist technischer und ökonomischer Natur läßt wiederum ihre sozialen Implikationen außer acht. Kritik setzt an bei der z. T. groben Vereinfachung

¹² Nordstadt Dortmund, Südstadt Nürnberg.

¹³ Zlonicky, P.; M. Zlonicky: Versuche mit einem Optimierungsmodell. S. 23–36 in: Gesellschaft für Regionalforschung. Deutschsprachige Gruppe der Regional Science Association. Seminarbericht 4. – Dortmund 1970.

gesellschaftlicher Prozesse in mathematischen Modellen: „Optimierung liefert immer nur die beste Lösung für Probleme, wie sie im Modell abgebildet sind, nicht für die Probleme an sich“¹⁴.

Schwierigkeiten haben sich bei der Arbeit mit den Gemeindeparlamenten ergeben. Die Griffbarkeit von quantifizierbaren Zielen läßt die Bedeutung qualitativer Ziele (die im Optimierungsmodell überdies lediglich als Restriktionen, nicht als zu maximierende Größen in die Zielfunktion einbezogen sind) nachrangig erscheinen¹⁵. Die Überforderung der Parlamentarier im Entscheidungsprozeß kann allerdings durch ein Strukturieren in intuitive, repräsentative/reputative oder technische Zielaspekte gemindert werden. Die Einbeziehung von Zielen der außerparlamentarischen Öffentlichkeit war aus in den beschriebenen Beispielen genannten Gründen ebenso gering möglich wie in Untersuchungen ohne formale Hilfen: Das Problem, die Menge der zwar vorhandenen, aber nicht artikulierten Erwartungen im psychischen Bereich, die zwar artikulierten, aber in Größenordnung und Relation nicht greifbaren Bedürfnisse im Wertbereich zu erfassen und in die Planung einzubeziehen, stellt sich völlig unabhängig von der Arbeit mit einem Optimierungsmodell. Es gibt kaum Indikatoren, geschweige denn brauchbare Meßverfahren. Ansätze scheitern an ungenügenden Ressourcen. Diese Problematik wird kaum analytisch erfassbar sein.

Ein Grundproblem linearer Optimierung ist die a-priori-Präzisierung und Fixierung des Problem- und Zielhorizontes im Modell-Ansatz: Die Veränderungen der Wertvorstellungen der Öffentlichkeit, der Ziele nach der Lösung von Teilproblemen, die Berücksichtigung der Eigendynamik von Zielen, von kurzfristig neu auftauchenden Problemen, nicht rationalen Entscheidungen oder nicht zielkonformen Einflüssen usw. lassen eine derartige Abgrenzung im Bereich der kommunalen Entwicklungsplanung nicht zu. Auch dies ist ein Grundproblem der Planung überhaupt, nicht nur explicit bei Verwendung formaler Modelle.

Eine Hilfskonstruktion wird beim Optimierungsmodell des IIUS durch ständige Überprüfung und kurzfristige, wenig aufwendige Modelldurchläufe mit verändertem Input angeboten. Dies kann von den Auftraggebern, die während der Projektarbeit mit dem Modell vertraut gemacht werden, selbständig übernommen werden.

Eine weitere Problematik liegt in der Verfügbarkeit, der Aufbereitung und Fortschreibung des benötigten Datenmaterials. Der Übergang von Datenbeständen zu Informationssystemen, von statischen Bestandsaufnahmen zur Planungsdatenbank, von unreflektierten und nicht koordinierten Erhebungen zu einer „Strategie aspektbezogenen Datensammelns“¹⁶ ist zur Zeit noch nicht abzu-

sehen. Bei gegebener Unvollständigkeit, Unschärfe und Veraltung des vorhandenen Datenmaterials ist eine Vielfachung von Meß- und Unterscheidungsfehlern im Modell ebenso gegeben wie die Befürchtung, „daß historische Bedingungen in unzulässiger Weise in die Zukunft projiziert“¹⁷ werden.

Im Beispiel Troisdorf wurde bewertete Zeit für Arbeits- und Zentrumsfahrten in die Zielfunktion einbezogen. Wenn man mit der Begründung des Ansatzes zu einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung diesen Schritt akzeptiert, stellt sich neben anderen – wie der Frage, ob Fahrtzeit gegen Baukosten aufgerechnet werden darf – das Problem der Bewertung. In früheren Projekten des IIUS wurde eine Stunde für notwendige Fahrten mit dem Wert des durchschnittlichen Nettostundenverdienstes eines Arbeitnehmers gleichgesetzt¹⁸.

Wenn auch in Troisdorf eine weitaus geringere Bewertung (s. Fn. 10) angenommen wurde, so fällt im Ergebnis doch der hohe Anteil der bewerteten Zeit am Wert der Zielfunktion und die ausschlaggebende Bedeutung für den Vorrang der Alternative I (Alt. III hat den höheren Wert der Baumaßnahmen!) auf. Einerseits handelt es sich (siehe Tabelle 2) bei den Fahrtzeiten um absolute, beim Nettowert der Baumaßnahmen lediglich um Differenzkosten; andererseits sind die Vorteile evident: Reduzierung des Aufwandes an sinnlos verbrachter Zeit, Mehrangebot für Freizeitbeschäftigungen, Eindämmung der Zersiedlung (ein erster Durchlauf hatte folgerichtig die Reduzierung der Einwohnerzahl in den zersiedelten Zonen 8–10 zum Ergebnis, erst eine vom Rat gegebene Restriktion führte zur Beibehaltung der heutigen Einwohnerzahl auch für spätere Planungsstufen), Konzentration um Siedlungsschwerpunkte – damit Erhöhung der Mobilität, der Chancengleichheit im Sinne der Raumordnungspolitik von Bund und Land¹⁹.

Vorteile in unserer Planungsarbeit mit diesem Modell (wie bei anderen Verfahren, die zu intensiver Beschäftigung mit dem Planungsprozeß zwingen) haben sich im erweiterten Problemverständnis von Auftraggebern und Planern im gemeinsamen Lernprozeß ergeben. Gerade durch die zunächst gegebene Beschränkung des Optimierungsmodells wird die Notwendigkeit des „rollenden Planungsprozesses“ deutlich. Für die kommunale Verwaltung bietet sich die Möglichkeit, die technisch-ökonomischen Bedingungen und ihre räumlichen und sozialen Implikationen nicht erst bei einer ressortgebundenen Inselplanung, sondern bereits im Prioritätenfindungs- und Entschei-

¹⁷ Fehl, G.: a. a. O., S. 18.

¹⁸ Begründung: Statt einer Stunde nutzloser Fahrt kann man eine Stunde mehr arbeiten. Wer bei Reduzierung der Fahrtzeit nicht mehr arbeitet, schätzt den Wert der gewonnenen Freizeit höher ein als den entgangenen Verdienst. Dabei wird jedoch die Situation der Hausfrauen und der Arbeitnehmer, die – wegen Schichtarbeit, fehlendem Angebot für Überstunden, zunehmenden Rollenzwängen usw. – einfach keine Möglichkeiten für zusätzliche Verdienste haben, nicht berücksichtigt.

¹⁹ Das Land Nordrhein-Westfalen hat konsequenterweise einen Ausgleich für die fiskalische Mehrbelastung der Stadt Troisdorf bei Wahl der Alternative I in Aussicht gestellt.

¹⁴ G. Fehl im Vorspann zu Naschold, F.: Optimierung: Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren. In: Bauwelt. 60. Jg. (1969) Nr. 51/52 (Stadtbaupolitik 24) S. 282–285.

¹⁵ Die Möglichkeit der Dekomposition qualitativer Ziele in quantifizierbare Teilziele wird in den zur Zeit laufenden Arbeiten stärker berücksichtigt.

¹⁶ Fehl, G.: Informations-Systeme in der Stadt- und Regionalplanung. Diss. T. U. München. – Stuttgart; Bern 1970. S. 99 ff.

dungsprozeß einer ressortüberschreitenden Entwicklungsplanung abzufragen.

Durch die zusätzliche Einbeziehung der Budgetplanung (u. a.: welche Erträge erbringt die Erfüllung eines Zieles gegenüber den Kosten der Mindererfüllung eines konkurrierenden Zieles?) und Koppelungen mit den anderen Fachplanungen, wie sie erstmals in Nordrhein-Westfalen durch

das NWP 1975²⁰ und die vorläufigen Richtlinien für die Aufstellung von Standortprogrammen²¹ gefordert werden, kann ein bisher wenig genutztes Instrument der Entwicklungsplanung erschlossen werden.

²⁰ NWP 1975, a. a. O., S. 86.

²¹ RdErl. des Bundesministers des Innern vom 14. 6. 1971. In: MBl. NW, S. 1202 ff.