

# SIKURS – Methodisches Konzept

## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Historie.....                               | 2  |
| Aufgabenstellung und Entwicklungsziele..... | 3  |
| Prognosekonzept.....                        | 6  |
| Gebietstypisierung.....                     | 13 |

Autor: Dr. Hannes Tüllmann, München ca. 1976, aktuelle Version 12.04.2018 mit kleinen Korrekturen (wib)

Dieses Dokument war bis SIKURS 10.0 ein Kapitel vom SIKURS Benutzerhandbuch.

# Historie

In den Jahren 1978 bis 1981 wurde vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) das Forschungsvorhaben "Entwicklung von Methoden und Verfahren für Planungs- und Entscheidungshilfen auf der Basis des automatisierten Einwohnerwesens" (PENTA-I-Projekt) mit öffentlichen Mitteln gefördert. Das Projekt beinhaltete vier Arbeitsschwerpunkte:

- Ursachenforschung
- Bevölkerungsprognose-Baukasten
- Infrastrukturbedarfs-Rechnungen
- Graphisches Berichtswesen

Aufbauend auf den DV-Entwicklungen dieses Projekts und den im KOSIS-Verbund konkretisierten Anforderungen an ein offenes standardisiertes Statistisches Informationssystem wurde in den nachfolgenden Jahren mit dem PENTA-II-Projekt der Prototyp eines baustein förmig gegliederten Statistischen Informationssystems verwirklicht. Hauptziel dieses Vorhabens war damals weniger die Entwicklung neuer Methoden als die Schaffung eines Systemrahmens, der den schrittweisen Ausbau mit flexibel verknüpfbaren Programmbausteinen ermöglichen sowie die Integration von Standardsoftware unterstützen sollte.

SIKURS wurde dabei aus dem bereits in PENTA-I realisierten Prognoseverfahren KURS (Kleinträumig gegliederte Umlegung und Projektion einer regionalen Bevölkerungs-Struktur) entwickelt. Die Entwicklungsziele wurden definiert im Kommunalen Arbeitskreis, der sich als projektbegleitendes Gremium in regelmäßigen Abständen vom Stand der Entwicklungsarbeiten berichten ließ. Einige Mitglieder des Arbeitskreises waren auch an der Konkretisierung der Arbeitsziele beteiligt und führten als Pilotanwender die arbeitsaufwendigen Tests zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Prognosemodells durch. Die enge Beteiligung von Vertretern kommunaler Statistischer Ämter und Fachbehörden gewährleistete eine praxisnahe und anwendungsorientierte Aufgabendefinition und Programmentwicklung. Das Förderungsvorhaben wurde im August 1983 abgeschlossen.

Der Zielsetzung des KOSIS-Verbunds entsprechend wurde für den Programmkomplex SIKURS eine Wartungsgemeinschaft gebildet. Hierzu hat der KOSIS-Verbund mit der Firma pth in München einen Rahmenvertrag abgeschlossen, in dem die zu erbringenden Leistungen festgelegt sind. Die Teile des Gesamthonorars, die für die Wartungsleistungen nicht verbraucht werden, werden zur Weiterentwicklung der Programme benutzt. Dies führt nicht nur zu einer Minimierung von Kosten und Risiken für die Mitglieder der Wartungsgemeinschaft, sondern trägt auch zu einem sicheren Betrieb und einer stetigen Leistungsverbesserung bei. Die regelmäßig stattfindenden Tagungen der SIKURS-Wartungsgemeinschaft dienen dem Erfahrungsaustausch der Anwender sowie der Diskussion und Entscheidung über Weiterentwicklungen des Programmsystems. Darüber hinaus finden regelmäßig Schulungen für SIKURS-Anwender und Interessenten statt. Die Stadt Nürnberg hat im Auftrag des KOSIS-Verbunds die Betreuung und Koordination von SIKURS übernommen .

# Aufgabenstellung und Entwicklungsziele

Aus den Erfahrungen, die man in den Kommunen mit den zu Beginn der 70er Jahre entwickelten Planungsmethoden und Prognoseansätzen gemacht hatte, war die Lehre gezogen worden, dass Verfahren zur Planungsunterstützung nur dann erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden, wenn sie über die grundlegenden Anforderungen hinaus, die an alle Methoden zu stellen sind, wie z.B. Widerspruchsfreiheit, Konsistenz oder adäquate Abbildung der Wirkungszusammenhänge, auch Anforderungen berücksichtigen, die sich aus dem institutionellen Umfeld und dem Anwendungszusammenhang ableiten. Anwender des SIKURS-Prognosebaukastens sollten der Fachplaner mit geringen oder nur Grundkenntnissen der Datenverarbeitung oder auch der Statistiker sein, der das Prognoseverfahren im Rahmen des von ihm betreuten kommunalen statistischen Informationssystems einsetzt.

Um eine erfolgreiche Unterstützung vom Fachplaner/Statistiker und eine möglichst breite Anwendung des Modellbaukastens in der Planungspraxis zu gewährleisten, wurden folgende allgemeine Entwicklungsziele verfolgt:

**(1) Abbau der bislang noch zu hohen Hemmschwellen vor dem Einsatz rechnergestützter Verfahren**

Entwicklung eines PC-Programms mit möglichst intuitiver Benutzeroberfläche.

**(2) Transparenz, einfache Modellkonstruktion und nachvollziehbarer Berechnungsverlauf**

Es gibt viele und unterschiedliche Vorgehensweisen, mit denen man erfolgreich den Wissenshorizont über demographische Entwicklungen und Prozesse erweitern kann. Dieser Methodenpluralismus wird jedoch dann empfindlich eingeschränkt, wenn die Berechnungsergebnisse nicht nur vom unmittelbaren Anwender verwendet werden, sondern auch zur Entscheidungsgrundlage für nicht unmittelbar an den Prognoserechnungen Beteiligte werden sollen. Eine solche Situation ist gegeben, wenn das Prognosemodell als Methode in ein kommunales statistisches Informationssystem eingebunden ist und die Prognoseergebnisse als Datenbasis für ressortübergreifende Koordination der verschiedenen Fachplanungen verwendet werden sollen. In einem solchen Fall genügt es nicht, sich auf die Wissenschaftlichkeit der Berechnungsmethode zu berufen. Der Statistiker muss als Lieferant von "Informationen" auch in der Lage sein, den Rechengang nachzuvollziehen und gegebenenfalls auch Außenstehenden oder Fachfremden zu vermitteln. Dies ist nur dann möglich, wenn das Modell einfach und klar aufgebaut ist.

**(3) Bereitstellen mehrerer Prognosevarianten, um ein breites Anwendungsfeld zu sichern und auf unterschiedliche Datenlagen und verschiedene Problemsituationen reagieren zu können**

Der Interessenhintergrund bei verschiedenen Anwendern und die Möglichkeit, Eingabedaten für Modellrechnungen bereitzustellen, sind von Anwender zu Anwender zwar nicht prinzipiell aber doch insoweit unterschiedlich, dass ein Modell, das für ein bundesweites Anwendungsfeld mit unterschiedlich großen regionalen Einheiten und unterschiedlichen Entwicklungsproblemen konzipiert ist, weitgehende Anforderungen an die Vielfältigkeit der Prognosevarianten und die Flexibilität der Datenstruktur erfüllen

muss.

Diesen Anforderungen wurde durch eine streng modulare Modellstruktur mit einem methodischen Gerüst, das aus Bauelementen mit verschiedenen Bausteinen gebildet wird, entsprochen. Aus dem Prognosebaukasten kann sich der Anwender verschiedene Prognosevarianten zusammenstellen. Er wird dabei durch den Methodenassistenten unterstützt, mit dem sichergestellt wird, dass nur inhaltlich sinnvolle und widerspruchsfreie Bausteine zu einer Prognosevariante zusammengestellt werden. Die verschiedenen Bausteine je Bauelement lassen sich zu zahlreichen Konditionalprognosen zusammenstellen, so dass der Anwender die Möglichkeit hat, das Ergebnis einer Prognosevariante durch Berechnungsergebnisse anderer Prognosevarianten zu überprüfen und dadurch eigene Prämissen zu klären. Das Modell ist z.B. auch für Zielprognosen geeignet: großräumige Bevölkerungsentwicklungen, die u.a. aus wirtschaftlichen Entwicklungen resultieren, können über Zielwerte, die sich auf das ganze Prognosegebiet beziehen, berücksichtigt werden; kleinräumige Determinanten der Bevölkerungsentwicklung, die speziell von den Kapazitäten des Wohnungsmarktes abhängig sind, können über Zielzahlen, die sich auf einzelne Gebietseinheiten beziehen oder als Unter- und Obergrenzen der Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt werden, in die Modellrechnungen eingehen. Dieses Konzept, bei dem der Sachverstand des Planers und die Modellrechnungen als Komponenten eines komplexen Frage- und Antwortsystems verstanden werden, entspricht besser der Komplexität der Aufgabenstellung als ein hochentwickelter "Prognoseautomat", der weniger als ein einfaches Instrument zur Unterstützung und Verstärkung der analytischen Fähigkeiten des Anwenders geeignet ist.

**(4) Gesicherte Eingabedaten, Verwendung der allseitig bei den Kommunen verfügbaren Datenbasis zur Berechnung aktueller Prozessvariablen und Ausgangsdaten**

Prognoseergebnisse als Planungs- und Entscheidungshilfen müssen auf aktuellen Daten basieren. Auf umfangreiche Sondererhebungen, die erhebliche finanzielle Mittel beanspruchen und weit vorlaufende Vorbereitungsarbeiten voraussetzen, muss daher verzichtet werden. Um mit vertretbarem Arbeitsaufwand die Prognoseparameter und Ausgangsdaten aktualisieren oder nach neuen Gesichtspunkten aufbereiten zu können, ist der Datenbedarf des SIKURS-Prognosebaukastens auf die Angaben des Verwaltungsvollzuges und auf die Urdaten der amtlichen Statistik beschränkt worden.

**(5) Demographisch untergliederte und kleinräumig differenzierte Prozessberechnungen**

Die Wirkungen von Planungsmaßnahmen enden in der Regel nicht an den räumlichen Grenzen von statistischen oder Verwaltungseinheiten. Sie orientieren sich vielmehr an Nutzungsverflechtungen, an historischen Strukturen oder an den Grenzen von Einzugsbereichen zentraler Einrichtungen. Der Anwender des Prognosebaukastens muss daher die Möglichkeit haben, mit den Prognoserechnungen den Grenzen unterschiedlicher Planungsräume folgen zu können. Diese Anforderung setzt voraus, dass die Prognoserechnungen auf der Basis einzelner, in sich homogener, und kleinräumiger Gliederungselemente durchgeführt werden, die wieder zu größeren räumlichen Aggregaten mit beliebigem Grenzverlauf zusammengefasst werden können. Dieses Konzept erlaubt eine flexible Anpassung der Pronoserräume bzw. der räumlichen

Aggregate als Aussagenelemente an problembezogene Abgrenzungen der Planungsräume. Bei der Zusammenfassung der Gebietseinheiten zu räumlichen Aussageeinheiten (z.B. räumliche Aggregate oder Binnenwanderungs-Typen) ist darauf zu achten, dass letztere die erforderliche Mindesteinwohnerzahl von etwa 10 000 Einwohnern<sup>1</sup> haben.

Weil Saldenumfang und Saldenvorzeichen der natürlichen Bevölkerungsbewegung und der räumlichen Wanderung abhängig von der demographischen Struktur der Bevölkerung sind, müssen die Parameter zur Abbildung dieser Bewegungen nach demographischen Merkmalen differenziert sein. Eine Verknüpfung dieser Parameter mit dem Bevölkerungsbestand setzt voraus, dass die Änderungen der Bevölkerungsstruktur in jeder Berechnungsperiode ermittelt und fortgeschrieben werden.

Über die prognosebedingte Notwendigkeit demographisch differenzierter Berechnungen hinaus werden auch aus der Entscheidungspraxis und den zu unterstützenden Planungsaufgaben Anforderungen an die Struktur der Ergebnisdaten gestellt. Weil Bedarf und Nachfrage nach öffentlich-sozialer Infrastruktur in den haushaltsrelevanten Bereichen der kommunalen Daseinsfürsorge primär von der demographischen Struktur der Wohnbevölkerung bestimmt werden, müssen auch die Aussagen, die aus Bevölkerungsvorausberechnungen resultieren, sachlich möglichst fein differenziert werden können.

---

1 grobe Größenordnung für volle demografische Differenzierung.

Die Pyramide .../sikurs/beispiel/regtest/gem1991.csv hat ca. 100.000 Einwohner differenziert nach 1 Gebiet \* 2 BG \* 2 GG \* 100 AG = 400 Balken, d.h. im Schnitt  $100.000 / 400 = 250$  Einwohner pro Balken.

Die Pyramide sieht plausibel aus.

Man könnte eine Notenskala für die statistische Güte einer Pyramide abhängig von der durchschnittlichen Anzahl Fälle pro Balken aufstellen, z.B.:

| Anzahl      | Note           |
|-------------|----------------|
| -----+----- |                |
| 500 - *     | 1 sehr gut     |
| 250 - 500   | 2 gut          |
| 100 - 250   | 3 befriedigend |
| 50 - 100    | 4 ausreichend  |
| 10 - 50     | 5 mangelhaft   |
| 0 - 10      | 6 ungenügend   |

Zwei Beispiele für die Nutzung der Noten:

1. gem-Dateien

Eine gem-Datei kann nach vielen (z.B. 50) Gebieten differenziert sein.

Ich kann dann pro Gebiet eine Note vergeben.

Für Gebiete mit schlechten Noten gibt es folgende Möglichkeiten der Darstellung.:

- Hinweis auf die schlechten Noten
- Zusammenfassen schwacher Gebiete zu räumlichen Einheiten
- Reduktion der demografischen Differenzierung schwacher Gebiete z.B.
  - verzichtet auf BG und/oder GG
  - Aggregation auf 50, 25, 20, 10, 5, 2 oder 1 AG

2. Bewegungsdatei gstrom, gwegzug, gzugzug

Hier ist die Problematik dünner Pyramiden noch größer als bei gem-Dateien, da bei gstrom eine zusätzliche Differenzierung nach Gebiet und bei gwegzug, gzugzug nach Außentyp vorliegt.

Man hat hier eine Matrix von Pyramiden

(siehe Visualisierung/Pyramiden/in Wanderungsmatrizen)

Hier muss ich wie bei 1a, 1b, 1c die schwachen Matrixelemente bearbeiten

(siehe Visualisierung/Zeitreihen/Stromkreise als Kreise oder Farbpalette)

# Prognosekonzept

Die allgemeinen Entwicklungsziele wurden in einem Prognosekonzept realisiert, das auf folgenden Grundsätzen beruht:

## (1) Deterministischer Berechnungsansatz

Die demographischen Prozesse werden vom SIKURS-Modell im deterministischen Berechnungsansatz auf der Basis sachlich differenzierter Bevölkerungsgruppen (Kohorten) abgebildet. Im Gegensatz zur Mikrosimulation, wo jedem einzelnen Individuum im Kontext seines Haushalts und sozialen Zusammenhangs ein von Parametern gesteuertes Zufallsereignis (Tod, Geburt etc.) zugeordnet wird, lassen sich bei den auf Kohorten basierenden Prozessberechnungen komplexere Zusammenhänge wie z.B. Umzüge von Haushalten als Entscheidungseinheiten nur umständlich oder überhaupt nicht abbilden.

Andererseits sind die Ergebnisse von deterministischen Ansätzen, die den Pfad der "größten Wahrscheinlichkeit" in den Entwicklungen der Bevölkerungsgruppen abbilden, leichter zu interpretieren, als die von stochastischen Verfahren. Während deterministische Modelle bei Berechnungen mit gleichen Eingabedaten stets exakt die gleichen Zustände ermitteln, weisen die Ergebnisse stochastischer Verfahren - durch Wahrscheinlichkeitsgesetze näher beschriebene - zufällige Abweichungen voneinander auf, was eine sorgfältige Auswertung der Berechnungsergebnisse und komplizierte Fehlerabschätzungen notwendig macht.

Dem SIKURS-Modell wurde der traditionelle deterministische Ansatz zugrunde gelegt.

## (2) Berücksichtigung von Zielwerten für die Bevölkerung/ für Außenwanderungssalden

Im allgemeinen ist davon auszugehen, dass für übergeordnete Räume, beispielsweise Großstädte/Regionen, Angaben über künftige Bevölkerungszahlen vorliegen oder dass Wanderungsverflechtungen mit Außengebieten bestimmt wurden. Diese Angaben sind häufig in überregional abgestimmten und politisch abgesicherten Prognosen berechnet und teilweise in den Landesentwicklungsplänen näher spezifiziert und überprüft worden. Solche Angaben sollte man nicht ohne Not mit eigenen, räumlich kleiner angelegten Berechnungen verfehlen.

Die Überlegungen zum politisch-institutionellen Umfeld, in das die kleinräumigen Prognosen einzubinden sind, findet ihre Entsprechung auf der methodischen Seite:

- (a) Die Bestimmungsgrößen großräumig-demographischer Entwicklungen sind weitgehend bekannt und das Instrument zu deren Abbildung hoch entwickelt. Großräumig angelegte Prognosen sind daher relativ genau.
- (b) Die Prognosen großer Gebietseinheiten weisen relativ geringe Fehleranteile auf, da sie mit großen statistischen Massen berechnet werden.

Die Grundvariante des SIKURS- Prognoseansatzes ist daher als Einbindung der kleinräumigen demographischen Entwicklungen in Ziel-/Rahmenwerte für die

Bevölkerung eines Untersuchungsraums, sei es eine Stadtregion oder ein Verflechtungsraum, entwickelt. Anpassungsvariable an die Zielwerte ist das Wanderungsgeschehen über die Grenzen des Untersuchungsraumes.

### **(3) Top-Dow-Prinzip**

Das oben beschriebene Prinzip, von Zielwerten zu feiner differenzierten Aussagen vorzugehen, ist allgemeines Entwicklungsprinzip des Prognoseansatzes. Die Module zur Abbildung der einzelnen Prozesse folgen ganz allgemein dem Prinzip, zunächst die übergeordneten Entwicklungen, d.h. unter Verzicht auf räumliche und sachliche Differenzierung, zu berechnen, und die Ergebnisse der auf großen Einwohnerbeständen aufbauenden und daher statistisch gut abgesicherten übergeordneten Prozessberechnungen als Vorgabe für die folgenden differenzierenden Berechnungen zu verwenden. Z.B. werden aus der Einwohnerzielzahl für den gesamten Untersuchungsraum die Einwohnerzahlen für die aus strukturhomogenen Gebietselementen zusammengesetzten Gebietstypen abgeleitet. Erst danach werden die Einwohnerzahlen für die einzelnen Gebietseinheiten ermittelt, aus denen dann im letzten Schritt die Prognoseaussagen für die räumlichen Aussageeinheiten zusammengesetzt werden.

Die Berechnung der einzelnen demographischen Prozesse beginnt analog dazu mit den relativ sicheren Ereignissen der natürlichen Bevölkerungsbewegung und endet mit der Abbildung der Binnenwanderung, deren Entwicklung in der Vergangenheit die größere Variabilität aufweist. Dem beschriebenen Vorgehen liegt das Prinzip zugrunde, pauschale Werte auf einzelne Elemente - seien es räumliche oder demographische Einheiten - umzulegen. Der "Umlegungsprozess" orientiert sich an Erwartungswerten, die bestimmt werden aus den aktuellen, speziellen Merkmalen der einzelnen Elemente und "typischen" Verhaltensweisen der zu einem Typ zusammengefassten Elemente.

### **(4) Kapazitätsrestriktionen bei kleinräumigen Berechnungen**

Bei großen Prognoseräumen kann man die Entwicklung von Bevölkerungszahlen ohne Berücksichtigung der Wohnkapazität, das heißt von Unter- oder auch Obergrenzen für die Einwohnerzahlen über einen längeren Zeitraum als säkularen Trend fortschreiben. Je kleiner jedoch die Gebietseinheiten werden, desto zwingender ist die Notwendigkeit, die Grenzen der Entwicklungsmöglichkeiten für die Einwohner in den einzelnen Gebietseinheiten zu berücksichtigen und Änderungen der Verhaltensweisen anzunehmen, wenn diese Grenzen erreicht oder bei den Berechnungen überschritten werden sollten. Im SIKURS- Prognosebaukasten wird je nach gewählter Prognosevariante beim Erreichen einer Kapazitätsobergrenze der Zuzug in die betreffende Gebietseinheit gemindert und der Fortzug stabil gehalten bzw. erhöht, beim Erreichen einer Untergrenze der Fortzug gemindert und der Zuzug stabil gehalten bzw. erhöht.

### **(5) Stromberechnungen**

Sachlich und räumlich feingegliederte Bevölkerungsprognosen für die Planungsräume eines Untersuchungsgebietes können mit mehreren, unterschiedlichen Verfahren berechnet werden:

- a) mit einem Verteilungsansatz, der den Bevölkerungsbestand mit Hilfe von Quoten verteilt,
- b) mit einer saldenspezifischen Fortschreibung, die die Veränderungen im Bevölkerungsbestand auf die Elemente umlegt,
- c) oder mit einer stromorientierten Fortschreibung, die die Bestimmungsgrößen jeder Bewegung berücksichtigt.

Die Möglichkeit, durch Plausibilitätskontrollen und Vergleichsberechnungen die Prognoseergebnisse abzusichern, sind bei dem zuletzt genannten Verfahren am größten. Hierbei werden aus den Bestandszahlen und den in Raten abgebildeten Verhaltensweisen gerichtete, sachlich differenzierte Bevölkerungsbewegungen bestimmt, anschließend zusammengeführt und die Bestandsveränderungen im Laufe einer Berichtsperiode ermittelt. Große Datenmengen reduzieren die Fehleranteile bei der Quantifizierung der Parameter, und aus dem Gestaltenvergleich der relativen Häufigkeitsverteilungen für Sterblichkeit, Fruchtbarkeit oder Mobilität aus verschiedenen Zeitabschnitten oder Vergleichsräumen lassen sich bei der Parameterberechnung langfristige Verhaltensänderungen und -unterschiede erkennen. Weil bei der saldenspezifischen Fortschreibung nicht jede Bewegung einzeln berechnet wird und vom Anwender kontrolliert werden kann, hat sie einen geringeren Erklärungswert als Fortschreibungen auf der Basis von einzelnen Strömen. Da sich hinter ausgeglichenen Wanderungssalden unterschiedliche und sogar gegenläufige Wanderungsbewegungen demografischer Gruppen verbergen können, ist für gegliederte Bevölkerungsprognosen die stromorientierte Vorgehensweise zu bevorzugen. Sie kommt der Forderung nach Transparenz am nächsten.

Weil Transparenz, Eingriffs- und Kontrollmöglichkeit allgemeine Ziele der Modellentwicklung waren, ist das SIKURS - Verfahren so ausgelegt, alle Ströme und Bewegungen soweit wie möglich zu erhalten und abzubilden. Das gilt besonders für die Abbildung der Binnenwanderung. Für die räumliche Umverteilung der demographischen Gruppen innerhalb einer Stadtregion stellt sie die Haupteinflussgröße dar. Ziel der Entwicklungsarbeiten war es daher, besonders die Wanderungsbeziehungen zwischen den Strukturräumen einer Stadtregion zu erhalten und deren Verflechtungen untereinander abzubilden. Dabei soll die Dualität der Binnenwanderungsbeziehungen, die darin besteht, dass ein Wanderungsvorgang zugleich Fortzug und Zuzug ist, erhalten bleiben. Die verschiedenen Arten der Bevölkerungsbewegung werden im SIKURS - Ansatz unter Berücksichtigung der Vorzeichen in der anschließend beschriebenen Reihenfolge<sup>2</sup> berechnet:

1. Natürliche Bevölkerungsbewegung:  
Geburten, Sterbefälle
2. Außenwanderung: Außenwegzüge, Außenzuzüge  
(bei bestimmten Varianten in umgekehrter Folge)
3. Binnenwanderung: Binnenwegzüge, Binnenzuzüge  
(Berechnung in Form einer Matrix)

---

<sup>2</sup> die Bevölkerungsbewegungen Neubautätigkeit, Rückbau und Wechsel der Bevölkerungsgruppe folgen später



## **(6) Verknüpfung von strom- und kapazitätsorientierter Vorgehensweise**

Stromorientierte Vorgehensweisen haben die Tendenz zu einer ausgeprägten Dynamik. Das ist bei großräumlichen Betrachtungsweisen weniger problematisch als bei kleinräumig Gebietseinheiten, weil bei großräumigen Betrachtungen die Entwicklungsgrenzen des Prognoseraumes nicht so hart sind wie bei kleinräumigen Ansätzen, bei denen das Baurecht oder der Wohnungsbestand der Gebietseinheiten der Einwohnerentwicklung Grenzen setzen können. Aus diesem Grund sind kapazitätsorientierte Korrektur- bzw. Zielvorgaben für die Berechnungen der Bestandszahlen eine notwendige Ergänzung des Stromansatzes.

Die Berücksichtigung der Kapazität als Einflussgröße der kleinräumig Bevölkerungsentwicklung ist aus weiteren Überlegungen dringlich: Verfahren für Konditionalberechnungen müssen dem Anwender die Möglichkeit bieten, durch Festlegung von Einwohner-/Kapazitätsvorgaben für die Berechnungen alternative Pfade künftiger Entwicklungen zu untersuchen.

Kleinräumig gegliederte Prognoseansätze können auf Kapazitätsaspekte nicht verzichten; sachlich fein gegliederte Fortschreibungen sind auf der Basis von Stromberechnungen zu organisieren. Daher sind im SIKURS - Modell beide Vorgehensweisen entwickelt und miteinander verknüpft: Mit der Kapazitätskomponente kann die Ableitung kleinräumig gegliederter, pauschaler Einwohnerzahlen aus der Wohnsubstanz unterstützt werden. Mit dem stromorientierten Ansatz werden die hinter den pauschalen Einwohnerbestandszahlen verborgenen Austauschprozesse demographischer Gruppen abgebildet.

Für eine Kombination beider Ansätze sprechen auch folgende Fehlerabschätzungen:

Gemessen am Wanderungsvolumen eines Prognoseraumes, ist der wanderungsbedingte Saldo im Prognoseraum sehr gering. Anteilsmäßig kleine Verfälschungen oder Messfehler bei der Quantifizierung der Wanderungsparameter wirken sich daher in Relation zu den Salden stark aus oder können sogar bei der Addition der gerichteten Ströme die Vorzeichen der Salden umkehren. Diese Gefahr ist bei der kapazitätsorientierten Vorgehensweise nicht gegeben; die Kombination beider Ansätze ist daher sinnvoll, weil sie die Vorteile beider Verfahren erhält, ohne ihre Nachteile und Einschränkungen in Kauf nehmen zu müssen.

## **(7) Mehr-Punkt-Ansatz, Wanderungsverflechtung und Selektivität der Wanderungen**

Jedes Gliederungselement in einem Untersuchungsraum hat eine eigene Dynamik der Bevölkerungsentwicklung. Ein kleinräumig gegliederter Prognoseansatz muss daher jedes Gliederungselement als eigenständiges räumliches Gebiet mit den ihm eigenen Entwicklungsgesetzen behandeln: Das erfordert einen Mehr-Punkt-Ansatz.

Andererseits sind die demographischen Entwicklungen der einzelnen Gliederungselemente oder Planungsräume nicht isolierte Ereignisse, sondern sie sind durch den im Rahmen der Binnenwanderung stattfindenden Bevölkerungsaustausch untereinander verbunden und aneinander gekoppelt. Dabei weisen die Wanderungsströme zwischen den einzelnen Gebietseinheiten trotz des für den gesamten Untersuchungsraum saldenneutralen Binnenwanderungsaufkommens auf ausgeprägte

und deutlich voneinander abweichende Präferenzen der Quellgebiete für bestimmte Zielgebiete hin. Die Gebietsteile sind durch das Binnenwanderungsgeschehen in unterschiedlichem Maße miteinander verflochten. Z.B. ist der Bevölkerungsaustausch zwischen den Gebietseinheiten im Umland einer Großstadt geringer, als die Zuwanderung in das Umland aus innerstädtischen Gebieten, die wiederum vornehmlich Zielgebiete für jüngere Bevölkerungsgruppen ohne bzw. mit kleinen Kindern oder für Ausländer sind.

Die Abbildung des bekannten Segregationsphänomens in einem Modell erfordert also einen Mehr-Punkt-Ansatz, der die Wanderungsverflechtungen der einzelnen Einheiten untereinander durch ziel- und quelldifferenzierte Binnenwanderungsströme abbildet. Damit als Folge von Maßnahmen oder demographischen Entwicklungen in einem Gebietsteil die in einem anderen Gebietsteil ausgelösten Bevölkerungsbewegungen ermittelt werden können, wurde in SIKURS auf die Abbildung der Wanderungsverflechtungen besondere Aufmerksamkeit gerichtet. Die Nah- bzw. Binnenwanderung ist daher in einer Wanderungsmatrix abgebildet, die es erlaubt, Wanderungsbewegungen sowohl als quellortspezifischen Fortzug als auch als zielortspezifischen Zuzug zu betrachten und Wanderungsverflechtungen zwischen den Zeilen-/Spaltenelementen der Binnenwanderungsmatrix zu berücksichtigen. Zeilen- und Spaltenelemente der Matrix sind die zu Strukturtypen zusammengeschlossenen Gebietsteile des Untersuchungsgebietes.

#### **(8) Multivariante Betrachtungsweise versus profilanalytische Vorgehensweise**

Das Wanderungsgeschehen in einer Stadtregion lässt sich nicht in Form einer monokausalen "wenn-dann" - Beziehung, sondern nur aus der Kombination verschiedener Merkmalsausprägungen darstellen. Das erfordert eine multivariate Orientierung des Modellansatzes für kleinräumige Bevölkerungsprognosen.

Die Abbildung des Wanderungsgeschehens als Prozess, der sich aus den Ausprägungen mehrerer unabhängiger Variablen als abhängige Größe entwickeln lässt, ist jedoch nicht unproblematisch: Der in den multivariaten Funktionen verwendete Zusammenhangsbegriff ist mit dem der Korrelationsstatistik verwandt. Er unterstellt Linearität und Orthogonalität. Dies trifft aber in der Realität nur bedingt zu. Mit wachsender Zahl der Variablen werden die Berechnungsergebnisse immer weniger kontrollierbar. Zudem setzt der Einsatz faktorenanalytischer Verfahren methodische Spezialkenntnisse voraus, die in der Regel beim Anwender nicht vorhanden sind.

Aus diesem Grund werden Parameter für die Berechnungen nicht an Hand von Einzelmerkmalen und für einzelne Gebietseinheiten bestimmt sondern für Strukturtypen, die aus gleichen Gebietseinheiten gebildet werden.

#### **(9) Trennung von Außen- und Binnenwanderung**

Hauptmotive für einen Umzug über große Entfernung, mit dem sich ein Haushalt an einem neuen Wohnort außerhalb der Region, in der die Haushaltsmitglieder bislang lebten und arbeiteten, ansiedelt, sind Ausbildungsgründe (Studenten) oder arbeitsplatzbedingte Entscheidungen. Das spiegelt sich in dem vorwiegend jungen Altersaufbau der Personen wider, die sich an der Außenwanderung beteiligen, und wird besonders deutlich an dem konjunkturabhängigen Volumen von Fort- und Zuzügen

ausländischer Arbeitnehmer.

Anders ist es dagegen beim Wanderungsgeschehen, das sich innerhalb der Grenzen einer Region abspielt; hier bestimmen familiäre und wohnungsbedingte Motive das Wanderungsgeschehen. Weil Binnen- und Außenwanderungsvolumen von verschiedenen Aufbruchsbedingungen geprägt werden, müssen Außen- und Binnenwanderung mit eigenen Berechnungsvarianten modellintern abgebildet werden. Außerdem sollte der Anwender die Möglichkeit haben, sie auch getrennt durch Vorgabe von Zielwerten für Konditionalberechnungen beeinflussen zu können.

#### **(10) Neubau, Rückbau**

Wanderungsbewegungen innerhalb der Grenzen eines Verflechtungsraumes werden im Gegensatz zu den weiträumigen interregionalen Wanderungen zum weitaus überwiegenden Teil durch wohnungsbezogene Ursachen ausgelöst. Mit der neuen Wohnung versucht der zuziehende Haushalt ein höheres Maß an Übereinstimmung zwischen seinen Wohnansprüchen und den Eigenschaften seiner Wohnung herzustellen. Die Wanderungsbereitschaft entwickelt sich aus vielfältigen Anforderungen, die sich in unterschiedlicher Weise an der Wohnungsgröße, an der möglichen Belastung des Haushaltseinkommens durch Mietzahlung, am Wohnumfeld oder auch an der Eigentumsform der Wohnung orientieren können.

Im beobachteten Wanderungsgeschehen bildet sich jedoch nicht die Bereitschaft zum Wohnungswechsel, sondern vielmehr die Realisierung dieser Bereitschaft ab. Das Binnenwanderungsgeschehen ist also Funktion von Wohnungsnachfrage und Wohnungsangebot, d.h. von Wünschen und den Möglichkeiten zu ihrer Befriedigung. Dieser nach "Push"- und "Pull"-Faktoren ausgelöste Anpassungsprozeß vollzieht sich zum größten Teil in der bestehenden Wohnsubstanz: die Wanderungsströme zwischen den Gebietseinheiten weisen daher stabile Muster auf. In dem umfangreichen Bevölkerungsaustausch geht der Einfluss "üblicher", d.h. relativ konstanter Neubautätigkeit weitgehend unter. Solange keine gravierenden Verlagerungen der räumlichen Schwerpunkte für die Wohnbautätigkeit zu beobachten sind, können die berechneten Wanderungsparameter unter Beachtung von kleinräumigen Kapazitätsgrenzen fortgeschrieben werden.

Anders ist es jedoch bei umfangreicher Bautätigkeit wie z.B. dem Bau von Wohnsiedlungen, größeren Wohnkomplexen in Sanierungs-Gebieten oder auch dem Abriss von Wohnungen. Hier handelt es sich um einmalige Ereignisse, die besonders bei kleinräumiger Betrachtung keine Regelmäßigkeit aufgrund des Gesetzes der Großen Zahl aufweisen. Ihre demographischen Effekte auf die Zuwanderung in den Zielgebieten aber auch auf die Abwanderung in den Quellgebieten sind daher explizit zu berücksichtigen.

Im SIKURS-Modellansatz wird davon ausgegangen, dass die Neubauwohnungen umfangreicher Bauvorhaben in der gleichen Berechnungsperiode bezogen werden, in der sie als bezugsfertig ausgewiesen werden. Weiterhin gilt die Annahme, dass die demographische Struktur der Neubaubezieher abhängig ist von der Neubausubstanz. Diese Strukturdaten sind in Eingabedateien vorzuhalten: die Quellgebiete, aus denen die Neubaubezieher stammen, werden modellintern auf der Basis der Binnenwanderungsverflechtungen identifiziert. Die Zielgebiete werden vom Anwender

durch Vorgabe der Wohnbevölkerung in den Neubauwohnungen je Gebietseinheit vorgegeben.

Der Erstbezug von neuerbauten Wohnungen ist im SIKURS-Ansatz als Sonderfall behandelt, der es erlaubt, demographisch differenzierte Zielzahlen in den Gebietseinheiten zu berücksichtigen und die dafür notwendigen Wanderungsbewegungen als Teilmengen von Wegzugsströmen abzubilden. Dabei hat der Anwender die Möglichkeit festzulegen, zu welchen Anteilen die Bezieher der Neubauwohnungen aus dem Untersuchungsgebiet stammen - und als Teil der Binnenwanderung zu behandeln sind - und zu welchen Anteilen sie von außerhalb des Untersuchungsraumes liegenden Herkunftsgebieten in die Neubauwohnungen ziehen. Gegenüber dem allgemeinen Vorgehen zur Abbildung der Binnenwanderung ist das Berechnungsverfahren für den Wanderungsprozess in Neubauwohnungen methodologisch umgekehrt worden: Volumen und Struktur der Zuziehenden werden aus Merkmalen des Zielgebietes "Neubauwohnungen" abgeleitet (Pull-Faktoren). Bei der "freien Entwicklung" der Binnenwanderung und der Gebietsteile dagegen orientiert sich die Berechnung der Wanderungsströme ausschließlich an der Struktur der Quellgebiete.

In den späteren Berechnungsperioden, die auf das Erstbezugsjahr der Neubauwohnungen folgen, wird die besondere Abbildung des Wanderungsgeschehens wie beim Erstbezug von Neubauwohnungen für die Bewohner der Neubauwohnungen nicht weiter fortgesetzt.

Rückbau ist der komplementäre Prozess zu Neubau.  
(siehe Benutzerhandbuch Bausteine D-Neubautätigkeit und E-Rückbautätigkeit)

# Gebietstypisierung

Der in den Gebietseinheiten eines Untersuchungsraumes zu erwartende Bevölkerungsbestand wird im SIKURS-Programmsystem als Fortschreibung der aktuellen Bevölkerung ermittelt. Die Fortschreibung berücksichtigt die demografischen Auswirkungen der natürlichen Bevölkerungsbewegung und der räumlichen Wanderung. Bei der natürlichen Bevölkerungsbewegung werden das Geburtenverhalten, die Sterblichkeit und der Wechsel von Bevölkerungsgruppen berücksichtigt; bei der räumlichen Wanderung wird zwischen Außen- und Binnenwanderung und dem Erstbezug von Neubauwohnungen und Endauszug Rückbau unterschieden.

Um den Einfluss des Alters, des Geschlechtes und der Zugehörigkeit zu bestimmten Bevölkerungsgruppen auf die demografische Entwicklung zu berücksichtigen, sind die einzelnen Bewegungsparameter nach den Ausprägungen dieser 3 Merkmale differenziert. Weil die kleinräumige Gliederung der Prognoseaussagen im Mittelpunkt der Programmanwendungen steht, müssen die Prognoseberechnungen über die erwähnten demografischen Merkmale hinaus auch die regionalen Differenzierungen der Prozessparameter berücksichtigen. Deswegen müssen sowohl demografisch als auch räumlich differenzierte Prognoseparameter für die Prognoseberechnungen aufbereitet und bereitgestellt werden.

Bei großen Berechnungseinheiten mit einer hinreichend umfangreichen Bevölkerung können die verwendeten Parameter als Eigenwerte bestimmt werden. Bei kleinen Bezugseinheiten wird die Anzahl der Beobachtungsfälle jedoch so klein, dass die daraus ermittelten Bewegungsparameter nicht die erforderliche statistische Zuverlässigkeit aufweisen können. Um dem Problem der Zufallsverzerrungen bei kleinen statistischen Massen aus dem Weg zu gehen, werden daher für die Berechnung der Sikurs-Parameter "gleichartige" Gebietseinheiten zu Typen zusammengeschlossen und bei den anschließenden Prognosen die typenspezifischen Parameter den einzelnen Gebietseinheiten der jeweiligen Typen zugewiesen.

Ursprünglich waren im SIKURS-Programm lediglich Außengebiets- und Binnentypen angelegt. Weil die Unterschiede für alle Bewegungsarten bei den Typen berücksichtigt werden mussten, waren die Anforderungen, die an die Typenbildung gestellt wurden, sehr hoch. Den Anforderungen konnte in der Regel jedoch nur mit Einschränkungen entsprochen werden, weil die zur Typisierung notwendigen Strukturdaten nur in wenigen Fällen in der erforderlichen räumlichen Feingliederung und Aktualität vorlagen. Aus diesem Grund wurden dann in der Praxis, anders als bei der Programmentwicklung vorgesehen, nicht Strukturdaten sondern die demografischen Verhaltensweisen oder sogar die demografische Struktur der Ausgangsbevölkerung als Unterscheidungsmerkmal zur Clusterbildung verwendet.

Bei den Anwendungen zeigte sich dann, dass mit der Beschränkung der Typenbildung auf die Außen- und Binnenwanderung die Komplexität des demografischen Geschehens nicht hinreichend berücksichtigt werden konnte. Auf Grund der Erfahrungen in der Kommunalen und regionalen Prognosepraxis wurde daher die typenspezifische Vorgehensweise auf mehrere demographische Prozesse ausgeweitet, so dass jetzt das Prinzip der typenspezifischen Prognoserechnung bei

- Geburt
- Tod
- Binnenwanderung
- Ziel Außenzuwanderung<sup>3</sup>
- Quelle Außenwegwanderung

---

3 der Typ „Ziel Außenzuwanderung“ muss gleich oder eine Verfeinerung des Typs „Binnenwanderung“ sein

- Neubauerstbezug
- Rückbauendauszug
- Bevölkerungsgruppenwechsel

gilt.

Mit der Erweiterung auf mehrere, prozessspezifische Typenzugehörigkeiten einer Gebietseinheit wurde eine negative Auswirkung der anfänglichen Programmversion abgeschwächt: Weil für die Elemente eines Typs die gleichen Zuwanderungsstrukturen und Verhaltensweisen für den Wegzug angewendet werden, glichen sich die Bevölkerungsstrukturen der zu einem Typ gehörenden Gebietseinheiten im Laufe der Prognosejahre immer stärker an. Diese Tendenz trat besonders deutlich zu Tage, weil allen Entwicklungsprozessen nur zwei Typenzugehörigkeit zu Grunde gelegt werden konnte und sie wurde verstärkt, wenn die bereits der Typenbildung die Bevölkerungsstruktur in den Gebietseinheiten zu Grunde lag.

Weil demografischen Daten für die Anwender leichter zugänglich sind als andere Strukturdaten, wird die Typenbildung auf Grund demografischer Merkmale von den Anwendern auch weiter favorisiert werden. Daher werden die Möglichkeiten, für die verschiedenen demografischen Prozesse jeweils eigene Typen zu bilden soweit wie möglich ausgeschöpft.

Die Anzahl der Typen für die Berechnungen des SIKURS-Modells ist nicht begrenzt. Sie wird in der Praxis jedoch durch zur Parameterberechnung notwendige Anzahl von Beobachtungsfällen in den Matrizenzellen begrenzt.

Um die Anforderungen an die Typenbildung möglichst gering zu halten, können die Gebietseinheiten zur Abbildung der Geburtenraten, Sterberaten, Binnenwanderung, Außenzuwanderung, Außenwegwanderung, Neubaubezug, Rückbauendauszug und Wechsel der Bevölkerungsgruppe zu unterschiedlichen, von einander unabhängigen Typen zusammengeschlossen werden.

Die Gebietstypisierung kann mit der in SIKURS integrierten Clusteranalyse, mit einem Statistikpaket mit Clusteranalyse oder mit sonstigen benutzerspezifischen Programmen durchgeführt werden (Details siehe [Berechnen/Clusteranalyse/?](#)).