



KTI-Projekt

**Raumplanung,
Bevölkerungsentwicklung
und
Gemeindefinanzen (RBG)**

Katia Delbiaggio, Dr. rer. pol. (Projektleitung)

Tobias Beljean, Dr. oec.

Ivo Willimann, Dipl. Natw. ETH

Institut für Betriebs- und Regionalökonomie IBR

Hochschule für Wirtschaft HSW Luzern

Schlussbericht Teil I (Modellarchitektur)

15. August 2007

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Einleitung | 7 |
| 1.1 | Ausgangslage | 7 |
| 1.2 | Projektziele und Innovationsgehalt | 8 |
| 1.3 | Projektphasen | 10 |
| 1.4 | Aufbau des Schlussberichtes | 11 |
| 2 | Eigenschaften und Funktionalitäten des RBG-Simulators | 12 |
| 3 | Modellarchitektur | 14 |
| 3.1 | Einleitung | 14 |
| 3.2 | Gesamtmodell..... | 14 |
| 3.2.1 | Einleitung | 14 |
| 3.2.2 | Wirkungszusammenhänge | 15 |
| 3.2.3 | Modellbausteine | 16 |
| 3.3 | Modellbaustein Wohnraumangebot | 16 |
| 3.4 | Modellbaustein Haushalte | 17 |
| 3.4.1 | Einleitung | 17 |
| 3.4.2 | Wirkungszusammenhänge | 19 |
| 3.4.3 | Modellexogene Komponenten und bausteinspezifische Parameter | 22 |
| 3.4.4 | Bausteinexogene aber modellendogene Komponente..... | 23 |
| 3.4.5 | Bausteinendogene Komponenten: Verteilung der Ersatzzuzüge | 24 |
| 3.5 | Modellbaustein Finanzen | 24 |
| 3.5.1 | Einleitung | 24 |
| 3.5.2 | Allgemeine Wirkungszusammenhänge..... | 24 |
| 3.5.3 | Berücksichtigte Posten der Gemeinderechnung..... | 26 |
| 3.5.4 | Bildungskosten | 31 |
| 3.5.4.1 | Einleitung | 31 |
| 3.5.4.2 | Laufende Kosten pro Abteilung im obligatorischen Schulunterricht. | 31 |
| 3.5.4.3 | Ausgaben pro Schulkind..... | 31 |
| 3.5.4.4 | Investitionskosten im obligatorischen Schulunterricht | 31 |
| 3.5.5 | Alters- und Pflegeheimkosten | 32 |
| 3.5.5.1 | Einleitung | 32 |
| 3.5.5.2 | Ausgaben pro Alters- und Pflegeheimplatz..... | 32 |
| 3.5.5.3 | Investitionskosten für Alters- und Pflegeheimbauten | 33 |
| 3.5.6 | Steuern..... | 33 |
| 3.5.6.1 | Einleitung | 33 |
| 3.5.6.2 | Wirkungszusammenhänge..... | 33 |
| 3.5.6.3 | Modellexogene Komponenten und bausteinspezifische Parameter ... | 36 |
| 3.5.6.4 | Bausteinexogene aber modellendogene Komponente..... | 37 |
| 3.6 | Die Grenzen des Modells | 37 |
| 4 | Aufbau des RBG-Simulators aus Benutzersicht | 39 |
| 4.1 | Einleitung | 39 |
| 4.2 | Modellierung der relevanten Veränderungen des Wohnraums..... | 40 |
| 4.2.1 | Einleitung | 40 |
| 4.2.2 | Identifikation der relevanten Wohnraumnutzungs-Aktionen..... | 41 |
| 4.2.3 | Berechnungsweise der Wohnraum-Veränderungen aufgrund der raumplanerischen Aktionen..... | 42 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4.2.4 | Besonderheiten für die Modellierung der relevanten Aktionen | 43 |
| 4.2.4.1 | Aktion Neubau..... | 43 |
| 4.2.4.2 | Aktion Verdichtung | 43 |
| 4.2.4.3 | Aktion Siedlungserneuerung | 44 |
| 4.3 | Simulation der Auswirkungen von Wohnraumangebotsveränderungen..... | 44 |
| 4.3.1 | Einleitung | 44 |
| 4.3.2 | Schritt 1: Charakterisierung der lokalen Verhältnisse..... | 44 |
| 4.3.3 | Schritt 2: Aktionen | 46 |
| 4.3.4 | Schritt 3: Kapazitätsüberprüfung | 46 |
| 4.3.5 | Schritt 4: Visualisierung..... | 47 |
| 4.3.6 | Szenarien vs. Sensitivitätsanalysen | 47 |
| 5 | Simulationsresultate | 48 |
| 6 | Glossar | 48 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Architektur des Gesamtmodells | 15 |
| Abbildung 2: Parameter im Teil Wohnraumangebot | 16 |
| Abbildung 3: Haushaltsdynamik im Basismodell | 20 |
| Abbildung 4: Basismodell | 21 |
| Abbildung 5: Haushaltsdynamik im Modell mit exogenen Weg- und Zuzügen..... | 22 |
| Abbildung 6: Modellarchitektur des Bausteins Finanzen | 25 |
| Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Laufender Rechnung, Investitionsrechnung und Nettoverschuldung | 26 |
| Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Einkommen, Haushaltsgrösse und Wohnausgaben . | 35 |
| Abbildung 9: RBG-Simulator aus Sicht des Benutzers | 40 |
| Abbildung 10: Übersicht zu den möglichen baulichen Interventionen im Wohnbereich | 40 |
| Abbildung 11: Übersicht zu den möglichen Zonenplanänderungen | 41 |
| Abbildung 12: Gesamtstruktur der Eingabemaske..... | 44 |
| Abbildung 13: Eingabemaske Charakterisierung der lokalen Verhältnisse..... | 45 |
| Abbildung 14: Eingabemaske Kapazitätsüberprüfung..... | 47 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Haushaltskategorien | 18 |
| Tabelle 2: Berücksichtigte Faktoren der Verwaltungsrechnung | 27 |

Verzeichnis der Projektorganisation

Projektbearbeitung

Die Projektbearbeitung lag zur Hauptsache beim Projektteam. Es setzte sich aus drei Mitarbeitern des Instituts für Betriebs- und Regionalökonomie IBR Luzern zusammen:

- Katia Delbiaggio (Projektleiterin), Dr. rer. pol.
- Tobias Beljean, Dr. oec.
- Ivo Willimann, Dipl. Natw. ETH

Projekt-Trägerschaft

Folgende Institutionen haben das Projekt finanziell unterstützt und somit zur Entstehung des RBG-Simulators beigetragen:

- Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
- Kantonsplanerkonferenz (KPK)
- Amt für Raumplanung des Kantons Zug
- Amt für Raumordnung und Vermessung des Kantons Zürich (ARV)
- Planungsamt der Stadt Thun

Projektsteuerung

Die Gesamtleitung des Projektes lag bei der Projektsteuerung. Sie setzte sich zusammen aus je einem Vertreter der fünf Praxispartner und zwei Vertretern der HSW Luzern:

- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Fred Baumgartner, dipl. Architekt SIA/FSU, Sektionschef
- Kantonsplanerkonferenz (KPK), Dr. Christian Gabathuler, Präsident
- Amt für Raumplanung des Kantons Zug, René Hutter, Amtsleiter, Stv. durch G. Morf, Leiter Abteilung Siedlung und Verkehr
- Amt für Raumordnung und Vermessung des Kantons Zürich (ARV), Dr. Christian Gabathuler, Amtsleiter
- Planungsamt der Stadt Thun, Thomas Jenne, dipl. Geograf, Projektleiter
- Jürg Inderbitzin, dipl. Geograf, Leiter Competence Center „Regionalökonomie“, Institut für Betriebswirtschaft und Regionalökonomie IBR, HSW Luzern
- Katia Delbiaggio (Projektleiterin), Dr. rer. pol., Institut für Betriebswirtschaft und Regionalökonomie IBR, HSW Luzern

Fallstudienvertretung

Die Fallstudien wurden für drei ausgewählte Gemeinden durchgeführt. Diese wurden durch folgende Personen vertreten:

- Gemeinde Cham, ZG: E. Staub, Leiter Bauabteilung, Entwicklungsplanung / Städtebau und R. Kölliker, Bauabteilung
- Gemeinde Hedingen, ZH: P. Schneiter, Gemeindepräsident und S. Büchi, Gemeindeammann
- Gemeinde Thun, BE: T. Jenne, Planungsamt der Stadt Thun

Beirat

Das Projekt wurde von einem Projektbeirat begleitet:

- H. Behrendt, Universität St. Gallen
- L. Bühlmann, Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP-ASPAN
- K. Gilgen, Institut für Raumentwicklung IRAP, Hochschule für Technik Rapperswil
- W. Hafner, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern
- M. Huber, Amt für Raumplanung des Kantons Basel-Landschaft
- D. Just, Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur
- N. Perrez, Amt für Raumentwicklung des Kantons St. Gallen
- P. Pfister, Amt für Raumplanung des Kantons Aargau
- M. Siegrist, Dienststelle rawi (Raumentwicklung, Wirtschaftsförderung und Geoinformation) des Kantons Luzern
- B. Staub, Amt für Raumplanung des Kantons Solothurn
- M. Walthert, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern
- M. Würth, Stabstelle Stadtentwicklung Stadt Winterthur
- B. Würth, Gemeindepräsident Jona

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im Zentrum der Diskussionen über die Entwicklung einzelner Teilräume (Gemeinden, Regionen) standen in den letzten zehn Jahren Betriebsansiedelungen und die Schaffung von Arbeitsplätzen. Infolge des enger gewordenen finanziellen Spielraums entdecken nun viele Gemeinden die Bedeutung der Wohnbevölkerung für den eigenen Finanzhaushalt. Sie versuchen durch „Verdichtung nach innen“ oder auch durch Neueinzonungen „attraktiver Wohnzonen“ einträgliche Steuerzahler anzulocken. Ob ein gezieltes Bevölkerungswachstum aufgrund von Einzonungsentscheiden tatsächlich zu einer nachhaltigen Verbesserung der Gemeindefinanzen führt, ist allerdings keineswegs eindeutig, denn Raumplanungsentscheide haben vielschichtige Auswirkungen auf die öffentlichen Finanzen:

- Sie betreffen die Einnahmen wie auch die Ausgaben.
- Sowohl die Einnahmen- wie auch die Ausgabenseite direkt (z.B. durch entstehende Erschliessungskosten) aber auch indirekt (z.B. durch erhöhte Steuereinnahmen oder steigende Ausgaben für das Schulwesen) durch Veränderungen der für Wohnnutzung vorgesehenen Siedlungsflächen beeinflusst.
- Sowohl auf der Einnahmen- wie auch auf der Ausgabenseite entstehen kurzfristige und langfristige Wirkungen. Diese können einmaliger oder wiederkehrender Natur sein.

Will man raumplanerische Massnahmen auf ihre finanzpolitische Nachhaltigkeit hin überprüfen, sollten deshalb möglichst alle dieser Facetten berücksichtigt werden.

Allerdings hat nicht jede raumplanerische Veränderung automatisch eine Änderung des Wohnraumangebots und somit eine Beeinflussung der Gemeindefinanzen zur Folge (vor allem nicht in der kurzen Frist, z.B. bei Landhortung). Umgekehrt können Änderungen des Wohnraumangebots und somit der Situation der Gemeindefinanzen auch ohne raumplanerische Veränderungen erfolgen (z.B. eine Erhöhung des Ausbaugrades), solange Kapazitätsreserven oder Verdichtungs- bzw. Optimierungspotential vorliegen. Es ist daher nahe liegend, dass für die strategische Planung auf Gemeindeebene Antworten zum Zusammenhang zwischen Wohnraumangebot und Gemeindefinanzen im Vordergrund des Interesses stehen: Damit sind sowohl Wohnraumveränderungen als Folge von Zonenplanveränderungen (d.h. raumplanerische Veränderungen im engen Sinn des Wortes) sowie Wohnraumänderungen aufgrund vorliegender freier Kapazitäten oder Verdichtungs- bzw. Optimierungspotential innerhalb einer gegebenen Zone (d.h. bauliche Veränderungen) gemeint.

Der Zusammenhang zwischen Wohnraumangebot und öffentlichen Finanzen ist in ein komplexes System von Wirkungszusammenhängen eingebettet:

- Er stellt eine ganze Wirkungskette dar, deren Glieder im einzelnen analysiert werden müssen:
 - Welcher Siedlungstyp wird in einem Gebiet effektiv realisiert?
 - Welche Art von Haushalten lassen sich in den Siedlungen nieder?

- Wie verändern sich die (steuerbaren) Einkommen der Haushalte sowie die Nachfrage nach öffentlichen Leistungen der Haushalte im Zeitverlauf (im „Lebenszyklus“)?
- Die genaue Spielart dieser Wirkungskette ist von verschiedenen Faktoren abhängig:
 - Wie ist das Steuersystem der Gemeinde konkret ausgestaltet? Wie hoch ist die Steuerbelastung?
 - Wie attraktiv ist der Standort als Wohnort (was auch davon abhängt, wie attraktiv er als Arbeitsort ist)?
 - Welche Aufgaben *muss* eine Gemeinde wahrnehmen (Aufgabenteilung zwischen Bund/Kanton und Gemeinde), welche *kann* sie wahrnehmen (Aufgabenteilung zwischen Gemeinde und Privaten)?
 - Sind die Kapazitäten der öffentlichen Infrastruktur bereits ausgelastet, so dass Neuzuzüger Schubinvestitionen nötig machen würden?
 - Welche Wanderungsbewegungen finden innerhalb der Gemeinde statt?

Es ist angesichts dieser Vielzahl von Einflussfaktoren und Wirkungszusammenhängen nicht erstaunlich, dass den Gemeinden und der Raumplanung oft die Grundlagen fehlen, um raumpolitische Entscheidungen finanzpolitisch fundiert treffen zu können. Vor diesem Hintergrund ist zu erwarten, dass in vielen Gemeinden und Regionen ein Bedürfnis nach Planungs- und Entscheidungshilfen besteht, welche die Auswirkungen der Bauland- und Siedlungspolitik auf die öffentlichen Finanzen in der kurzen und der langen Frist aufzeigen können.

1.2 Projektziele und Innovationsgehalt

Es gibt bereits verschiedene Studien, welche Teilbereiche des Zusammenhangs zwischen Wohnraumangebot und Gemeindefinanzen (z.B. Schätzungen der Erschliessungskosten oder Steuerertragsanalysen) untersuchen.¹ Die Gesamtzusammenhänge zwischen Wohnraumveränderungen, deren Wechselwirkungen zur Bevölkerungsdynamik und den sich daraus ergebenden finanziellen Auswirkungen auf die Gemeinden sind allerdings komplex und erst un-

¹ Amt für Gemeinden und Raumordnung, Räumliche Entwicklung und Finanzen – ein Gegensatz?, in Zusammenarbeit mit BHP, Bern, 1998; Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern, Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsformen auf den Gemeindefinanzhaushalt, Bern, 1994; Baudepartement des Kantons Aargau, Abt. Raumplanung, Kommunale Raumplanung zwischen Aufwand und Ertrag: Finanzielle Konsequenzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Aarau, 2001; Beljean, T. u.a., Lastenausgleich – Schlussbericht: Eine Studie im Auftrag der Regionalplanung Oberes Wiggertal-Luthertal und des Regionalplanungsverbands Wiggertal-Surental, Institut für Betriebs- und Regionalökonomie der HSW Luzern, 2003; Ecoplan, Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten, Bericht zu Händen des ARE, des seco und des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (ARG), 2000; Hezel, D. u.a., Siedlungsformen und soziale Kosten, Beiträge zur kommunalen und regionalen Planung, Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main, 1984; IRAP, Forschungsprojekt: Infrastrukturkosten in der kommunalen Entwicklungsplanung – Ein Zwischenbericht zu Händen der KTI, Rapperswil, (2003); Österreichische Raumordnungskonferenz Örok, Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, Gutachten des Österreichischen Instituts für Raumplanung (ÖIR), Wien, 1999; Planungsamt der Stadt Thun, Räumliche Analyse der Steuereinnahmen, 1998; Raumplanungsamt des Kantons Bern, Folgekosten raumplanerischer Massnahmen: Finanzielle Folgen von Einzonungen, Erschliessungen und Überbauungen und deren Tragbarkeit für die Gemeinde, 1991; RPG-NO Informationsblatt 1/01, Siedlungsplanung und Gemeindefinanzen, Tagung der RPG-NO vom 17. Mai 2001 in Schaffhausen; Würth, M., Wohnformen und Steuereinnahmen, Working paper, Stabstelle Stadtentwicklung Winterthur, 2003.

genügend untersucht.² Es sind diese Fachkenntnisse, die heute bei der Entwicklungsplanung von Gemeinden fehlen. Entscheide über die künftige Entwicklung einer Gemeinde so basieren in der Praxis vielfach auf „Halbwissen“ und Vermutungen. Das Projekt soll daher eine fundierte Kenntnislage dieser Zusammenhänge zugänglich machen. Die eigentliche Innovation liegt aber in der Entwicklung eines Informatik-gestützten Planungsinstrumentes. Dieses Informatik-Tool soll mittels Szenarien-Berechnungen die langfristigen Auswirkungen von Wohnraumveränderungen auf Bevölkerungsdynamik und Gemeindefinanzen abschätzen helfen. Aufgrund dieses Instrumentes soll künftig eine optimierte Anwendung von raumplanerischen Massnahmen erfolgen, die eine zielgerichtete Gemeindeplanung unterstützen.

Im Einzelnen verfolgt das Forschungsprojekt "Raumplanung, Bevölkerungsdynamik und Gemeindefinanzen" die folgenden drei Projektziele:

- **Ziel 1: Gesamtbetrachtung.** Es wird eine Gesamtbetrachtung der Auswirkungen von Wohnraumveränderungen auf die Gemeindefinanzen vorgenommen, d.h. es werden sowohl Aufwendungen (direkte Kosten und Folgekosten) als auch Erträge (direkte und indirekte) berücksichtigt. Dabei wird nicht nur die kurzfristige sondern auch die langfristige Sicht untersucht: Neben den einmalig anfallenden Kosten und Erträgen im Zusammenhang mit der Räumerschliessung werden auch die wiederkehrenden mit einbezogen. Dabei wird der Lebenszyklus von Haushalten (Bevölkerungsdynamik) mitberücksichtigt³.
- **Ziel 2: Analyseinstrumentarium.** Es wird ein Analyseinstrumentarium entwickelt, welches einzelne Gemeinden und Raumplanungsämter in der strategischen Entscheidungsfindung pragmatisch unterstützt: Ein Computer-Simulationstool erlaubt es, die erwähnten finanziellen Auswirkungen unterschiedlicher Wohnraumveränderungen als Szenarien zu berechnen und einander gegenüberzustellen. Das Tool soll so flexibel ausgestaltet sein, dass die Anwendung auf eine beliebige andere Gemeinde mit einem vernünftigen Aufwand möglich ist.
- **Ziel 3: Praxistest.** Anhand von drei Fallstudiengemeinden, die unterschiedliche Charakteristika aufweisen (verschiedene Kantone und Siedlungsgebiete), wird das Analyseinstrumentarium getestet und verbessert. Im Rahmen dieser Fallbeispiele wird das Modell weiter verfeinert und auch für eine breite Anwendung erweitert.

Konkret wird das Tool einer Gemeinde Unterstützung bei Fragen bieten, die sich typischerweise im Vorfeld einer Ortsplanungsrevision oder im Rahmen eines Leitbildprozesses ergeben:

- Welche Beziehung besteht zwischen Haushaltsstruktur bzw. –lebenszyklus und den Gemeindefinanzen, sowohl kurz als auch langfristig, m.a.W. welche Siedlungsstruktur garantiert Nachhaltigkeit der Gemeindefinanzierung?
- Welche Rolle spielen Schubkosten im Infrastrukturbereich, der Sozial- und Fürsorgeaufwand sowie die Steuerkraft der Neuzuzüger?

² Die Firma Ernst Basler und Partner (EBP) hat für die eigene Gemeindeberatung ein Excel-basiertes Instrument zur Simulation des Zusammenhangs zwischen Bevölkerung und Finanzen entwickelt. Das Tool ist aber nicht öffentlich verfügbar und es existiert auch keine veröffentlichte Dokumentation dazu.

³ Ursprünglich war auch eine Berücksichtigung des Lebenszyklus von Siedlungen vorgesehen. Aufgrund des im Projekt gewählten Zeithorizontes von 15 Jahren hat sich diese Berücksichtigung erübrigt, da 15 Jahre eine relativ kurze Phase des Lebenszyklus einer Wohnimmobilie darstellt.

- Wie wirkt sich die Alterung der Bevölkerung auf die Finanzen eines Standortes aus?
- Führt eine Bauzonenerweiterung für Mehrfamilienhäuser zu besseren Auswirkungen auf die finanzielle Situation eines Standortes als diejenige für Ein- bzw. Zweifamilienhäuser?

Das Tool soll, wie betont, in den Gemeinden als Unterstützungsinstrument in der strategischen Entscheidungsfindung eingesetzt werden. Aus diesem Grund steht bei der Leistungsfähigkeit des Tools nicht die Generierung von exakten Entwicklungsprognosen im Vordergrund. Vielmehr soll eine Gemeinde mit dem Tool die finanziellen Konsequenzen von spezifischen (beeinflussbaren oder weniger beeinflussbaren) Veränderung analysieren können: „Wenn ..., dann ...“-Aussagen, welche die Wahl der optimalen strategischen Ausrichtung vereinfachen sollten.

1.3 Projektphasen

Das Projekt wurde in vier Phasen aufgeteilt:

Phase 1: Modellkonzeption

Das Ziel dieser Phase ist die Entwicklung einer grundlegenden Modellarchitektur. Insbesondere geht es dabei, die Fragestellung einzugrenzen und die primären Wirkungszusammenhänge zu identifizieren. Zusätzlich soll die Softwareumgebung für die Umsetzung ausgewählt werden.

Phase 2: Entwicklung des Modellprototyps

Die Modellarchitektur wird für eine fiktive Gemeinde in der gewählten Softwareumgebung abgebildet und die Grundlagen des Berechnungsmodells im Rahmen eines Modellprototyps entwickelt. Es folgt eine Schätzung der allgemeinen Parameter und erste Sensitivitätsanalysen.

Phase 3: Durchführung von Fallstudien

Das Modell wird sukzessiv im Rahmen von drei Fallstudien (Cham, Hedingen und Thun) getestet und verbessert sowie an die jeweiligen Eigenarten der Fallstudiengemeinden angepasst.

Phase 4: Modellkonsolidierung und Projektabschluss

Aufgrund der gesammelten Erfahrungen im Rahmen der Fallstudien finden letzte Modellverbesserungen statt. Eine Modellanleitung wird erarbeitet und ein Forschungsbericht erstellt.

Nach Projektabschluss wird das entwickelte Tool verbreitet.

1.4 Aufbau des Schlussberichtes

Kapitel 2 enthält eine Übersicht der wichtigsten Eigenschaften und Funktionalitäten des RBG-Simulators sowie eine Abgrenzung der Thematiken, die im Rahmen des Simulators abgebildet wurden. In Kapitel 3 wird die Architektur des RBG-Simulators aus Entwicklungssicht detailliert erklärt: Alle Hauptkomponenten – Wohnraumangebot, Haushaltsdynamik und Finanzen – werden in diesem Kapitel oder in den technischen Anhängen ausführlich beschrieben. Kapitel 4 schliesslich stellt die Struktur des RBG-Simulators aus Benutzersicht dar. Die Simulationsergebnisse für die drei Fallstudien (Cham, Hedingen und Thun) sind im vorliegenden Bericht nicht enthalten sondern im Rahmen von drei separaten Berichten dokumentiert.

2 Eigenschaften und Funktionalitäten des RBG-Simulators

Die Wirkungszusammenhänge, die zur Erreichung der dem Projekt zugrunde liegenden Ziele abgebildet werden müssen, sind vielfältig und komplex. Die Abbildung dieser Wirkungszusammenhänge in einem Computer-Simulationstool erfordert eine zumindest partielle Reduktion der Komplexität. Es kommt hinzu, dass aus Benutzersicht eine hohe Zuverlässigkeit, verbunden mit einer möglichst einfachen Handhabung, wünschenswert ist. Schliesslich müssen die anvisierten Ziele im Rahmen des verfügbaren Budgets realisiert werden.

Daraus ergibt sich, dass das geplante Simulationstool potentiell eine grosse Bandbreite an Eigenschaften und Funktionalitäten aufweist. Das Projektteam – in Absprache mit der Steuerungsgruppe – hat sich auf die Berücksichtigung folgender Funktionalitäten bzw. Eigenschaften geeinigt:

- Der RBG-Simulator kann erfolgreich eingesetzt werden
 - für die strategische Entscheidungsunterstützung auf Stufe Gemeinde und Kanton (Fokus auf „Wenn-dann“-Aussagen, kein Prognosetool)
 - für die Sensibilisierung der Entscheidungsträger für Schwelleneffekte und Folgekosten
- Der RBG-Simulator erlaubt eine differenzierte Abbildung aller relevanten Wohnraumnutzungs-Alternativen:⁴
 - Die Alternativen werden als „Aktionen“ definiert
 - Die relevanten Aktionen sind: Neubau, Verdichtung (mit oder ohne Umzonung) und Kombinationen der oben aufgeführten Aktionen sind möglich (z.B. Aufzonung mit Siedlungserneuerung) und können entweder gleichzeitig oder (für das gleiche Gebiet) sequentiell simuliert werden
 - Als Basis gilt ein Zeithorizont von 15 Jahren
 - Durch eine mehrfache Wiederholung des Berechnungsprozesses können längerfristige Effekte (z.B. Auswirkungen von Gebäude- oder Haushaltszyklen) simuliert werden.
- Der RBG-Simulator zeichnet sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit aus:
 - Klare Führung über Eingabemasken
 - Vordefinierte Parameter (wo möglich und sinnvoll evtl. Angabe von Richtwerten)
 - Berechnungsunterstützung für die Bestimmung von schwierigeren Parametern (z.B. Wohnpreis)
 - Ausführliches Handbuch mit klaren Definitionen der benutzten Begriffen und Variablen
 - Gute Modelldokumentation (sowohl zum Modell als auch zu den Erfahrungen mit den Fallstudien; zu den verwendeten raumplanerischen Begriffen und den Variablen des Modells; zu den berücksichtigten und nicht berücksichtigten Wirkungszusammen-

⁴ Ab- und Auszonungen sind für das Modell nicht relevant, da bei diesen Massnahmen der bestehende Baubestand garantiert ist. Nutzungsänderungen werden nicht explizit berücksichtigt, da die Modellierung der Zusammenhänge zwischen Arbeiten und Gemeindefinanzen nicht Gegenstand des Projektes ist (siehe Abschnitt Out of Scope). Bei einer reinen Berücksichtigung der Folgen des veränderten Wohnraumangebots sind aufgrund der Modelllogik die Auswirkungen einer Nutzungsänderung von Arbeitszone zu Wohnzone mit der Aktion Verdichtung simulierbar. Dabei gehen aber die Informationen zu den Auswirkungen des veränderten Arbeitsraumangebots verloren.

hängen und zu den Gründen für diese Auswahl). Es besteht eine Trennung zwischen Benutzerhandbuch und Projektdokumentation (Schlussbericht und Fallstudien-Resultate).

- Bei den gesetzlich als selbsttragend definierten Bereichen (z.B. Wasser und Abwasser, Abfallentsorgung usw.) wird die laufende Praxis berücksichtigt: Das Modell erlaubt die Abbildung von Verrechnungsprozeduren, die vom Gesetz abweichen.
- Das Simulationsmodell erlaubt die Berücksichtigung folgender Effekte:
 - Auswirkung verschiedener Wohntypen (über flexible Eingabemöglichkeiten bezüglich Grösse, Preis, usw.)
 - Kosten der demographischen Alterung
 - Zweitwohnungsanteile
 - Berücksichtigung der Auswirkungen der Besitzverhältnisse (über Steuererleichterungen)
 - Migration bzw. Mobilitätsverhalten
- Die Auswirkungen auf die Finanzen sind nach Einnahmen und Ausgaben aufgeschlüsselt. Auch die Entwicklung der Steuerkraft wird gesondert berücksichtigt.

Folgende Themen werden dagegen im Rahmen des Projektes bewusst *nicht* berücksichtigt:

- Arbeitsplatzgebiete: Obwohl dieser Aspekt in Bezug auf die Gemeindefinanzen von Bedeutung sein kann, ist er nicht Gegenstand des Forschungsprojektes. Das Modell könnte aber im Rahmen eines Folgeprojektes auch dahingehend weiterentwickelt werden. Ausserdem ist die Möglichkeit der Einflussnahme der Behörden in diesem Bereich deutlich geringer als beim Wohnen.
- Standortattraktivitätsmodell: Im Modell wird angenommen, dass eine Veränderung des Wohnraumangebotes zu keiner Veränderung der Standortattraktivität führt. Dies heisst, dass die Standortattraktivität und ihre Bestimmungsfaktoren (Steuerfuss, Höhe der Gebühren, Anzahl Arbeitsplätze in der Region, usw.) konstant und exogen vorgegeben sind.
- Wirkungszusammenhänge auf Ebene Agglomeration/Region: Die Berücksichtigung dieser Themen ist v.a. im Rahmen eines Standortattraktivitätsmodells und bei einer Berücksichtigung der Arbeitsplatzfrage sinnvoll und ist daher nicht Gegenstand des Projektes.
- Innerkantonaler Finanzausgleich (FA): Das Modell kann nicht alle kantonalen FA-Systeme berücksichtigen, da diese grosse Unterschiede aufweisen. Zudem besteht die Gefahr, dass bestimmte Ausgleichsmechanismen die direkten finanziellen Auswirkungen unterschiedlicher Wohnentwicklungsszenarien wieder ausgleichen würden, weshalb unbedingt auch die Wirkung ohne Finanzausgleich ausgewiesen werden muss. Es kommt hinzu, dass Transferzahlungen im Rahmen des Finanzausgleichs oft im Verhältnis zu den anderen Gemeinden erfolgen. Somit wirken sich Veränderungen bei Wohnraum/Bevölkerung nur dann aus, wenn sich bei anderen Gemeinden nichts verändert. Im Rahmen der Fallstudie Thun wurde der Finanz- und Lastenausgleich des Kantons Bern (FILAG) im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse beispielhaft berücksichtigt (vgl. Fallstudien-Bericht).
- Abbildung von kantonalen Sonderbestimmungen (z.B. nicht-anrechenbare Dachgeschosse, Wohnen ausserhalb der Bauzone, usw.): Das Modell wird bewusst allgemein gehalten, im Rahmen des Handbuches und der Fallstudien wird aber nach Möglichkeit aufgezeigt, wie kantonale Sonderbestimmungen, auch wenn sie im Modell nicht explizit erwähnt sind, berücksichtigt werden können.

3 Modellarchitektur

3.1 Einleitung

Das Projekt strebt die Entwicklung eines Computer-Simulationstools an. Dieses soll von einzelnen Gemeinden mit einem vernünftigen Aufwand für die gemeindespezifische Anpassung eingesetzt werden um folgende Frage zu beantworten:

Wie werden sich die in einer bestimmten Gemeinde zur Diskussion stehenden Wohnraumnutzungs-Optionen auf die Finanzen dieser Gemeinde in der kurzen, mittleren und langen Frist auswirken?

Die Resultate der simulierten Wohnraumveränderungen werden im Hinblick auf die erwarteten finanziellen Auswirkungen verglichen. Die Gemeindestrategie in den restlichen Bereichen (z.B. Steuerpolitik, Sozialpolitik) liegt ausserhalb des Projektfokus und wird daher als modellexogen betrachtet.

Die Gesamtarchitektur basiert auf einer Grenzbetrachtung: Die Simulationsresultate stellen die erwartete Veränderung der Gemeindefinanzen dar, falls eine bestimmte Veränderung des Wohnraumangebotes postuliert wird. Dies bedeutet, dass die Simulationsresultate ausschliesslich die Isolierung des Wohnraumveränderungseffektes darstellen und somit keine Gesamtentwicklung der Finanzen wiedergeben.

Die Verlässlichkeit der Simulationsresultate hängt, abgesehen von unerwarteten Ereignissen, welche naturgemäss nicht im Voraus berücksichtigt werden können, massgeblich von der Fähigkeit des Simulationstools ab, die zentralen Wirkungszusammenhänge korrekt abzubilden. Die Modellstruktur muss allerdings auch operationalisierbar bleiben: Die hohe Komplexität der Fragestellung wird daher auf die wesentlichen Punkte reduziert. Dabei wird die Datenverfügbarkeit berücksichtigt.

3.2 Gesamtmodell

3.2.1 Einleitung

Das Modell hat einen Zeithorizont von 15 Jahren. Der gewählte Zeithorizont ist somit konsistent mit dem Raumplanungsgesetz: Gemäss Art 15 RPG umfassen Bauzonen Landflächen, die sich für die Überbauung eignen und entweder bereits weitgehend überbaut sind oder voraussichtlich innert 15 Jahren benötigt und erschlossen werden. Mit dem Modell ist daher die Wirkung auf die Gemeinde zu beurteilen, die von jenen eingezonten Flächen ausgeht, die im Verlaufe der nächsten 15 Jahren neu überbaut oder bei welchen in diesem Zeitraum zusätzliche Nutzungskapazitäten ausgeschöpft werden. Dabei interessiert nur jener Anteil der Bauzonen, der (auch) zu Wohnzwecken genutzt wird.

In Abbildung 1 sind die Ausgangssituation ($t=0$), Jahr 1 ($t=1$) und Jahr 2 ($t=2$) abgebildet. Die Modellstruktur für die darauf folgenden Jahre bzw. Perioden bleibt unverändert.

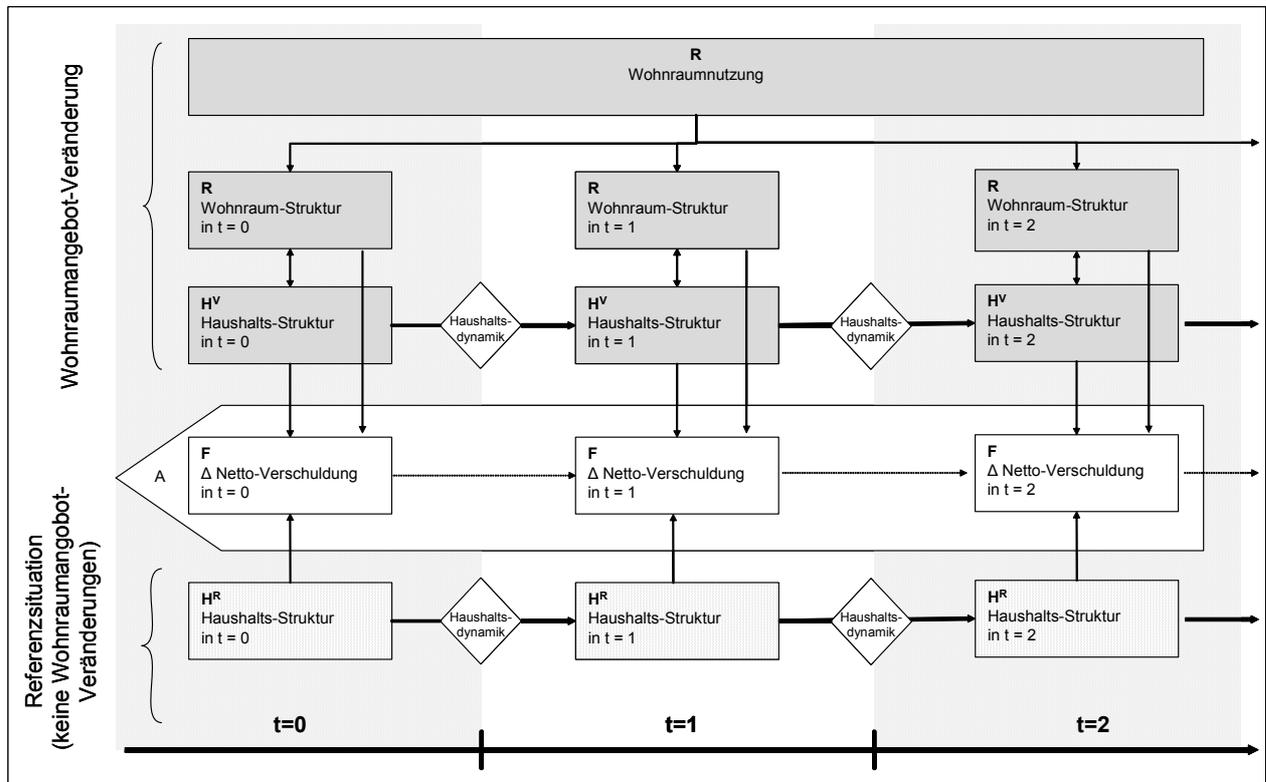


Abbildung 1: Architektur des Gesamtmodells

3.2.2 Wirkungszusammenhänge

In jeder Periode gibt es Haushalte, welche in Gebieten ohne Veränderungen des Wohnraumangebotes leben (H^R) sowie Haushalte (H^V), welche entweder in einem Gebiet mit Veränderungen des Wohnraumangebotes leben oder neu dorthin ziehen. Die Veränderungen der Wohnraumnutzung (R) basieren auf veränderten raumplanerischen Rahmenbedingungen (z.B. Umzonungen) oder auf einer besseren Ausschöpfung des Spielraumes innerhalb einer gegebenen Raumplanungssituation (z.B. Verdichtung oder Siedlungserneuerung). Eine Veränderung der Wohnraumnutzung führt zu einer Veränderung der Haushaltsstruktur im Veränderungsgebiet und somit zu einer Anpassung des dort vorhandenen Wohnraumangebots. Dadurch ergeben sich direkte Auswirkungen für die Gemeindefinanzen (z.B. über Erschliessungskosten oder Steuererträge). Eine veränderte Wohnraumnutzung kann aber auch zu Schwelleneffekten im Infrastrukturbedarf führen (und somit zu einer veränderten Finanzsituation der Gemeinde), falls der zusätzliche Bedarf die von den Haushalte im Gebiet ohne Wohnraumveränderung (H^R) nicht beanspruchten Kapazitäten übersteigt (so genannte Schwelleneffekte).

Die Haushaltsstruktur – sowohl im Veränderungsgebiet als auch im Rumpf – ist einem dynamischen Prozess unterworfen (z.B. Alterung, Geburten, etc.). Auch Weg- und Zuzüge verändern die Haushaltszusammensetzung von Periode zu Periode. Als Folge daraus und wegen allfälligen Kapazitätsengpässen können sich Veränderungen der finanziellen Lage der Gemeinde ergeben. Dies führt zu Veränderungen der Netto-Verschuldung (F) einer Gemeinde.

Die abdiskontierte Netto-Verschuldung ergibt den Barwert einer bestimmten Veränderung des Wohnraumangebots im Zeitpunkt $t=0$.

3.2.3 Modellbausteine

Das Gesamtmodell besteht daher aus dem Zusammenwirken folgender Modellbausteine:

- Baustein Wohnraumangebot (R): Abbildung der gegebenen Wohnraumnutzung im Ausgangszustand sowie deren Veränderungen im Zeitverlauf.
- Baustein Haushalte (H): Abbildung der Haushaltsstruktur und Dynamik im Veränderungsgebiet sowie im Gebiet ohne Veränderungen des Wohnraumangebots.
- Baustein Finanzen (F): Abbildung der Auswirkungen einer bestimmten Wohnraum-Veränderung auf die Finanzen einer Gemeinde.

In den folgenden Unterkapiteln wird die Architektur dieser Modellbausteine dargestellt.

3.3 Modellbaustein Wohnraumangebot

Ausgangspunkt der Modellrechnungen ist die Veränderung des Wohnraumangebotes, die im Simulationstool für eine Zeitspanne von 15 Jahren einzugeben ist. Hierfür können im Modell ein oder mehrere Veränderungsgebiete („Aktionen“) bezeichnet werden, für die je separat drei Fragen zu klären sind:

1. *Wie verändert sich die Wohnfläche?* Dabei kann zusätzliche Wohnfläche entstehen (durch Neubau), bestehende Wohnfläche aufgewertet werden (durch Renovation) oder Wohnfläche wegfallen (durch Abbruch).
2. *Wie wird der Wohnraum genutzt?* Hier ist die Wohnungsgrösse, der Wohnpreis, die Eigentumsverhältnisse und die Nutzungsweise (Zweitwohnung, Leerwohnung) anzugeben.
3. *Wie verändert sich die Wohnraumbesetzung?* Sowohl für allfällig wegfallende wie auch für zusätzlich entstehende resp. renovierte Wohneinheiten sind Angaben zu Haushaltstyp (Einpersonenhaushalte, Paarhaushalte, Haushalte mit Kindern) sowie Haushaltsalter vorzunehmen.

In Abbildung 2 ist eine Übersicht zu den Parametern, die zur Charakterisierung des Wohnraumangebots und dessen Veränderung einzugeben sind, enthalten:



Abbildung 2: Parameter im Teil Wohnraumangebot

Aufgrund der Angaben zur Wohnfläche, der zeitlichen Staffelung der Wohnraumveränderung (es werden drei Bauperioden unterschieden: Jahre 1 bis 5, Jahre 6 bis 10 und Jahre 11 bis 15) und der durchschnittlichen Wohnungsgrösse, berechnet der RBG-Simulator zunächst für jedes Jahr der Simulationsdauer die Veränderung der Anzahl Wohneinheiten. Unter Beizug der Angaben zur Wohnraumbesetzung schätzt das Modell sodann den Effekt auf die Bevölke-

rungsentwicklung ab. Die durchschnittlichen Wohnkosten werden innerhalb des Modells benötigt, um das steuerbare Einkommen der Haushalte abschätzen zu können.

Im RBG-Simulator wird innerhalb der einzelnen Veränderungsgebiete von homogenen Wohneinheiten ausgegangen. Homogene Wohneinheiten zeichnen sich dadurch aus, dass sie bezüglich der im Simulator berücksichtigten Eigenschaften (z.B. Preis, Grösse, Haushaltsstruktur usw.) identisch sind. Falls für ein Gebiet unterschiedliche Wohneinheiten erwartet werden, lässt sich dies durch die Eingabe mehrerer Aktionen modellieren.

3.4 Modellbaustein Haushalte

3.4.1 Einleitung

Im Modell ist die kleinste demografische Einheit bei der Darstellung der Wohnraumbelegung der Einzelhaushalt (nicht Einzelpersonen!), denn ein Haushalt kann quasi definitionsgemäss direkt einer Wohneinheit (Wohnung, Haus) zugeordnet werden.

Das Bundesamt für Statistik verwendet für Haushalte die folgende Nomenklatur, die %-Werte in Klammern bezeichnen den gesamtschweizerischen Anteil im Jahr 2000:⁵

- **PRIVATE HAUSHALTE (97.9% aller Haushalte /95.9% der Wohnbevölkerung)**
 - **Einpersonenhaushalte (35.2%/15.4%)**
 - **Mehrpersonenhaushalte (62.7%/80.6%)**
 - *Familienhaushalte*⁶ (60.7%/78.7%)
 - Paare ohne Kinder (26.7%/23.8%)
 - Ehepaare ohne Kinder (21.9%/19.6%)
 - Konsensualpaare ohne Kinder (4.8%/4.2%)
 - Paare mit Kindern (28.2%/48.5%)
 - Ehepaare mit Kindern (27.1%/46.7)
 - Konsensualpaare mit Kindern (1.1%/1.8%)
 - Elternteile mit Kindern (5.1%/5.8%)
 - Einzelpersonen mit Elternteil (0.7%/0.7%)
 - *Nichtfamilienhaushalte* (2.0%/1.9%)⁷
- **KOLLEKTIVHAUSHALTE (2,1%/4,1%)**

Die Modellierung der Haushaltstruktur basiert auf dieser Gliederung, wird aber deutlich vereinfacht:

- Vernachlässigung der Kategorien Nichtfamilienhaushalte, Einzelpersonen mit Elternteil und Kollektivhaushalte (insgesamt entspricht das 4.8% der Haushalte bzw. 6.7% der Bevölkerung).
- Zusammenfassung der Kategorien Paare mit Kindern und Elternteile mit Kindern
- Verzicht auf Unterteilung in Ehepaare und Konsensualpaare.

Somit verbleiben drei Haushaltstypen:

⁵ Vgl. BFS (2005), S. 18ff. und 47

⁶ Gemäss Bundesamt für Statistik umfasst „ein Familienhaushalt [...] minimal einen Familienkern, d.h. mindestens ein Vorstandspaar, oder einen Vorstand (ohne Partner) mit Kind(ern), oder einen Vorstand mit Eltern(teil).“, BFS (2005), S. 18.

⁷ Das BFS unterteilt die Kategorie Nichtfamilienhaushalte weiter in Nichtfamilienhaushalte mit Verwandten und Nichtfamilienhaushalte Nicht-Verwandter, vgl. BFS (2005), S. 19 und S. 47

- Einpersonenhaushalte (E)
- Paarhaushalte (P)
- Haushalte mit Kindern (K)

Neben dieser Gliederung nach Haushaltsformen braucht es zur Modellierung der Haushalts- und Bevölkerungsdynamik auch noch eine Gliederung nach Haushaltsalter. Das Alter eines Haushaltes richtet sich nach dem Jahrgang des Haushaltsvorstandes.⁸ Bei der Festlegung des Alters werden vier Kategorien unterschieden (da Personen, die jünger sind als 20 Jahre, in der Regel keinen eigenen Haushalt haben – d.h. nicht Haushaltsoberhaupt sind – gibt es kein Alterssegment 0-20):

- 20 bis 29 Jahre
- 30 bis 44 Jahre
- 45 bis 64 Jahre
- 65 Jahre und älter

Ausserdem wird vereinfachend unterstellt, dass es keine Haushalte mit Kindern gibt, die in die vierte Alterskategorie (65 Jahre und älter) fallen.

Somit gibt es insgesamt elf Haushaltskategorien:

| Haushalts- kategorie | Haushaltstyp | Haushaltsalter |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Einpersonenhaushalte | 20 bis 29 Jahre |
| 2 | Einpersonenhaushalte | 30 bis 44 Jahre |
| 3 | Einpersonenhaushalte | 45 bis 64 Jahre |
| 4 | Einpersonenhaushalte | 65 Jahre und älter |
| 5 | Paarhaushalte | 20 bis 29 Jahre |
| 6 | Paarhaushalte | 30 bis 44 Jahre |
| 7 | Paarhaushalte | 45 bis 64 Jahre |
| 8 | Paarhaushalte | 65 Jahre und älter |
| 9 | Haushalte mit Kindern | 20 bis 29 Jahre |
| 10 | Haushalte mit Kindern | 30 bis 44 Jahre |
| 11 | Haushalte mit Kindern | 45 bis 64 Jahre |

Tabelle 1: Haushaltskategorien

Somit wird im Modell die Haushaltsstruktur einer Gemeinde (bzw. eines bestimmten Siedlungsgebietes) mit elf Werten beschrieben.

Für gewisse Wirkungszusammenhänge im Modell sind aber die Informationen über Anzahl bzw. Struktur der Haushalte nicht ausreichend; es sind darüber hinaus Informationen über folgende Personengruppen nötig („Bevölkerung“):

- Einwohnerzahl
- Anzahl Kinder der (Schul-)Stufen
 - o Kleinkinder
 - o Kindergarten
 - o Primarstufe
 - o Oberstufe
 - o nach Schulpflichtalter (bis 20 Jahre)
- Anzahl pensionierter Einwohner

⁸ Das BFS bezeichnet bei Paarhaushalten beide Partner als Haushaltsvorstand.

- Anzahl Ehepaare bzw. Anzahl Konkubinatspaare

Um diese Werte aus der Haushaltsstruktur ableiten zu können, sind zusätzliche Informationen über die Haushaltsstruktur nötig. Im Modell werden sie als Parameter eingegeben, wobei unterstellt wird, dass sie für den Simulationszeitraum konstant bleiben.

3.4.2 Wirkungszusammenhänge

Kern des Modellbausteins „Haushalte“ ist die Veränderung der Haushaltsstruktur (und daraus abgeleitet: der Bevölkerungsstruktur) im Zeitverlauf in den von den eingegebenen Aktionen betroffenen Siedlungsgebieten. Sie bildet die Grundlage für die Bezifferung der finanziellen Auswirkungen der demografischen Veränderungen infolge der simulierten raumplanerischen Veränderungen und Bautätigkeiten. Die Modellierung dieser Dynamik erfolgt gleichsam auf zwei parallelen Schienen:

- Basismodell: Bildet die demografische Entwicklung in den bezeichneten Siedlungsgebieten im Simulationszeitraum ab, unter der Annahme, dass sich die Anzahl und Eigenschaften der darin verfügbaren Wohneinheiten nicht verändern. Bei einer Neueinzonung bzw. Neubau betragen die Anzahl Haushalte aller Kategorien im Basismodell stets null. Bei Verdichtungen und Siedlungserneuerung wird die Veränderung der bisherigen Haushalte simuliert, unter der Annahme, dass es keine exogenen Weg- oder Zuzüge gibt.
- Modell mit exogenen Weg- und Zuzügen: Bildet die demografische Entwicklung dieser Siedlungsgebiete ab, unter Berücksichtigung der Veränderungen bei den verfügbaren Wohneinheiten infolge raumplanerischer Veränderungen bzw. Bautätigkeiten. Dabei werden zwei Teildynamiken unterschieden:
 - o Wegzüge: Sie beziehen sich auf die Haushalte, die im betrachteten Gebiet in der Ausgangslage wohnhaft sind. Bei einer Neueinzonung bzw. Neubau sind sie definitionsgemäss immer null. Bei einer Verdichtung oder Siedlungserneuerung folgt die Haushaltsstruktur im Startjahr aus den im Rahmen der jeweiligen Aktion unter „bisher“ eingegebenen Werten. Die Entwicklung dieser „bisherigen“ Haushalte erfolgt grundsätzlich gleich wie im Basismodell, wird aber geprägt durch die exogenen Wegzüge die der Ersatz von Wohneinheiten mit sich bringt. Am Ende des Simulationszeitraums betragen sie definitionsgemäss null.
 - o Zuzüge: Sie umfassen die Haushalte, die infolge der neu entstehenden Wohneinheiten einziehen. Diese Zuzüge sind modellexogen, ihre weitere Entwicklung folgt dann aber dem Muster des Basismodells.

Die Differenz zwischen der Summe der Weg- und Zuzüge und dem Basismodell („Delta“) entspricht somit der „Grenzveränderung“ der Anzahl Haushaltstypen bzw. Personen infolge der Veränderung des Wohnangebotes.

Diese Modellierung erlaubt die Simulation von raumplanerischen Massnahmen, die den Wohnraum einer Gemeinde ausdehnen („Delta“ ist positiv) oder verringern („Delta“ ist negativ), aber auch von Massnahmen, die lediglich die Struktur der Wohneinheiten verändern.

Die Wirkungszusammenhänge des **Basismodells** sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

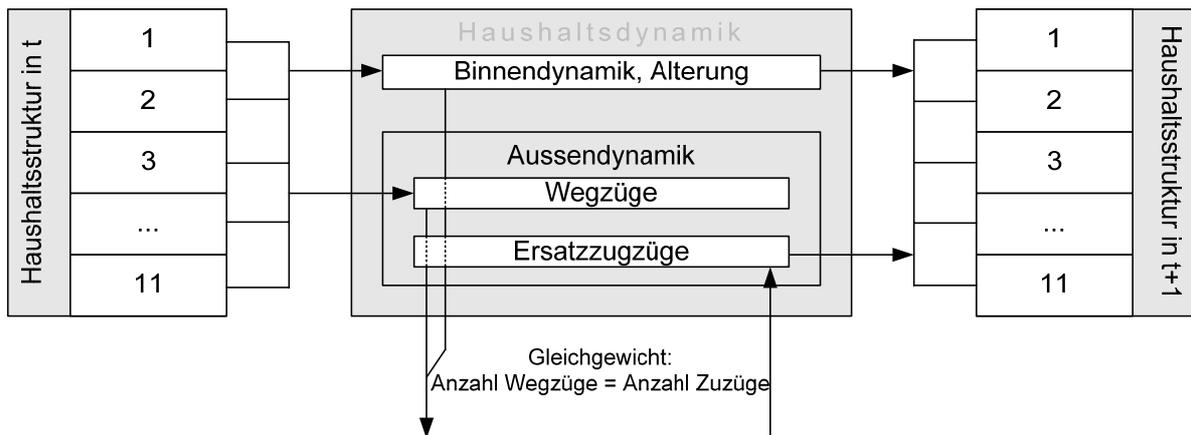


Abbildung 3: Haushaltsdynamik im Basismodell

Die Veränderung der Haushaltsstruktur im Zeitverlauf hat im Modell mehrere Ursachen:

- **Binnendynamik** (Veränderung des Haushaltstyps): Im Zeitverlauf können Haushalte den Typus, dem sie angehören, wechseln, namentlich durch folgende Vorgänge:
 - *Paarbildung* (Wechsel von E zu P)
 - *Familiengründung* (Wechsel von E oder P zu K)
 - *Auszug von Kindern* (Wechsel von K zu P oder E)
 - *Paartrennung* (Wechsel von P zu E)
- **Alterung**: Haushalte gehören zwar weiterhin dem gleichen Typus an, steigen aber in eine höhere Altersklasse auf, bis sie schliesslich sterben (d.h. „wegziehen“)
- **Wegzüge**: Neben dem Tod eines Haushaltes gibt es auch die Möglichkeit eines diesseitigen Umzugs, d.h. Haushalte können ihr Domizil in eine andere Gemeinde verlegen.
- **Zuzüge**: Die durch Todesfälle und Wegzüge leer werdenden Wohneinheiten werden durch zuziehende Haushalte ersetzt.

Die *Anzahl* der Ersatzzuzüge in einer Periode entspricht der Anzahl der Wegzüge in der gleichen Periode (d.h. im Modell wird von einem permanenten Gleichgewicht auf dem Markt für bestehende Wohneinheiten ausgegangen). In dieser Modellstruktur können somit Ersatzzuzüge aus der gleichen Gemeinde (interne Migration) ebenfalls berücksichtigt werden. Da der Zeitraum der Simulationen relativ lang ist, muss das Modell auch die Tatsache berücksichtigen können, dass die Haushalte im Zeitverlauf immer mehr Raum beanspruchen. Im Modell wird dies ad hoc bei den Ersatzzuzügen berücksichtigt, in dem die Anzahl Wohneinheiten, die durch Wegzüge frei werden, nicht mehr ganz besetzt werden (sie gelten fortan nicht mehr als belegbar). Wir unterstellen, dass diese Ausdünnung immer einem konstanten Anteil der aktuellen Anzahl Haushalte entspricht.

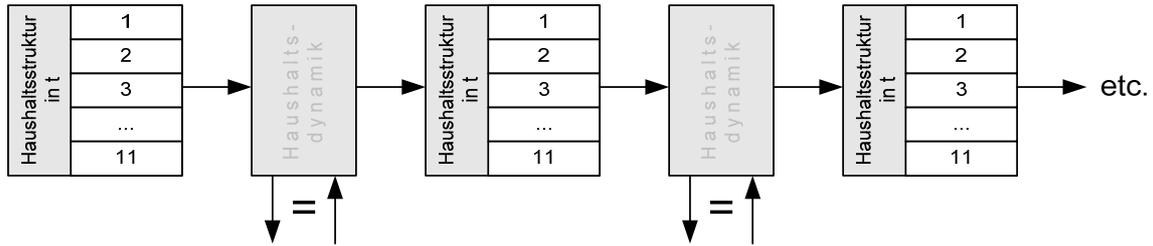


Abbildung 4: Basismodell

Die Excel-Modellierung der Haushaltsdynamik erfolgt als stochastischer Prozess. Die mathematischen Wirkungszusammenhänge sind in einem technischen Anhang im Detail dargestellt.

Das Modell mit exogenen Weg- und Zuzügen unterscheidet sich vom Basismodell einzig dadurch, dass sich das Wohnraumangebot (aufgrund bestimmter raumplanerischer Massnahmen bzw. Bautätigkeiten) im Zeitverlauf verändert und dadurch die gesamte Anzahl der ansässigen Haushalte zunimmt, abnimmt und/oder sich strukturell verändert. Die Informationen über diese exogenen Veränderung der Haushaltszahl und –struktur entstammen dem Modellteil „Raum“, sie lassen sich charakterisieren durch

- die Struktur der Haushalte (d.h. die Verteilung der weg- bzw. zuziehenden Haushalte auf die unterschiedlichen Haushaltskategorien)
- die zeitliche Struktur der Zuzüge (d.h. die Verteilung der weg- bzw. zuziehenden Haushalte auf die unterschiedlichen Perioden).

Die entsprechenden Spezifikationen können vom Modellbenutzer durch die Eingabe der Aktionen selber festgelegt werden.

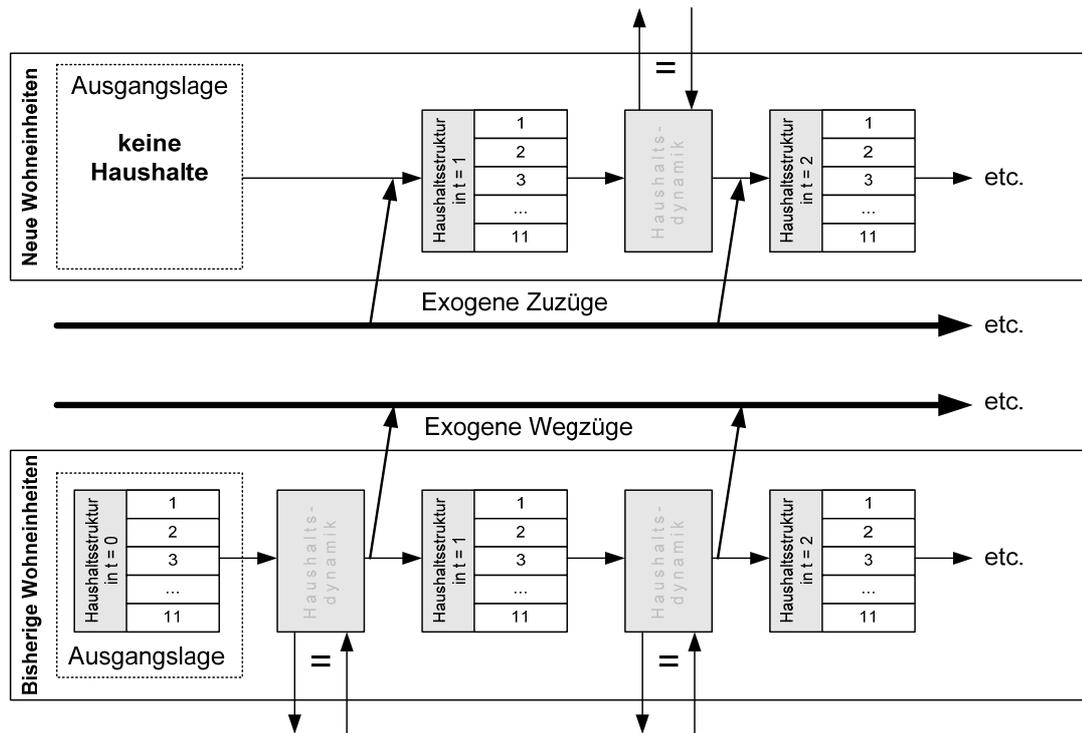


Abbildung 5: Haushaltsdynamik im Modell mit exogenen Weg- und Zuzügen

Die bisherigen Ausführungen zum Modellbaustein Haushalte haben sich nur auf klar abgegrenzte Siedlungsgebiete bezogen, nämlich auf diejenigen, die von den vom Benutzer spezifizierten Aktionen betroffen sind. Für die Ermittlungen der Kapazitätsauslastungen (namentlich im Schulbereich) sind aber auch die Bevölkerungsentwicklung in der *gesamten* Gemeinde entscheidend. Diese Entwicklung wird im Baustein Haushalte in einem separaten (Sub)Modell berechnet und zwar für die folgenden Bevölkerungsaggregate:

- *Gesamtbevölkerung:* Anzahl Einwohner der gesamten Gemeinde
- *Senioren:* Gesamte Anzahl Personen in der Gemeinde, die 65 und älter sind
- *Anzahl Kinder* der gesamten Gemeinde (aufschlüsselt nach den 5 Schulalterstufen)

Die Entwicklung der Gesamtbevölkerung bzw. der erwähnten Teilaggregate versteht sich als Referenzsituation, d.h. damit soll die erwartete Bevölkerungsentwicklung im ganzen Gemeindegebiet abgebildet werden, unter Ausklammerung der Auswirkungen auf die Bevölkerung, die von den eingegebenen Aktionen ausgehen.

3.4.3 Modellexogene Komponenten und bausteinspezifische Parameter

Im Folgenden werden die exogenen Variablen und die Parameter beschrieben, die zur Berechnung der Haushaltsdynamik im Modell nötig sind:⁹

- **Altersstufen Kinder:** Personen, die jünger als 20 sind, gelten im Modell als Kinder. Ihre Anzahl ist von Bedeutung für die Entwicklung der Bildungskosten. Die Alterseinteilung der Kinder in die Stufen Kleinkinder, Kindergarten, Primarschule, Oberstufe und Nachschulalter bildet die Grundlage für die Berechnung der Anzahl Schüler in den

⁹ Hinweise zur Datenbeschaffung finden sich im RBG-Manual

- jeweiligen Stufen. Wegen kantonalen Unterschieden der Bildungssysteme müssen die Altersgrenzen vom Benutzer eingegeben werden.
- **Gesamtbevölkerung:** Zur Berechnung der oben erwähnten Entwicklung einzelner Bevölkerungsaggregate für die gesamte Gemeinde, müssen als exogene Variablen für die Gesamtbevölkerung, die Senioren und Kinder (Kleinkinder, Kinder im Kindergartenalter, Kinder im Primarschulalter und Kinder im Oberstufenalter) die jeweilige Anzahl im Basisjahr sowie das prognostizierte Wachstum für die nächsten fünfzehn Jahre eingegeben werden. Mit diesen Werten berechnet das Modell einen linearen Trend für die Entwicklung in den einzelnen Jahren.
 - **Kinder pro Haushalt:** Die zeitliche Veränderung der Anzahl Kinder im untersuchten Gemeindegebiet wird ausgehend von der Anzahl Haushalte mit Kindern berechnet. Dazu sind Angaben über die durchschnittliche Anzahl Kinder (der unterschiedlichen Schulstufen) pro Haushalt nötig. Da das durchschnittliche Alter der Kinder tendenziell mit dem Alter des Haushalts korreliert, ist es sinnvoll diese Durchschnittswerte für die drei Altersstufen des Haushaltstyps „Haushalte mit Kindern“ separat einzugeben.
 - **Haushaltsstruktur:** Wie oben erwähnt, wird im Modell mit einer stark stilisierten Haushaltsnomenklatur gearbeitet. Für einzelne Berechnungen ist eine weitere Unterteilung der Haushaltstypen jedoch nötig (z.B. im Steuerbereich). Die Anzahl Konkubinatspaare und die Anzahl Alleinerziehender wird dabei mittels eines fixen Anteils an der Anzahl Paarhaushalte bzw. der Anzahl Haushalte mit Kindern ermittelt. Diese Anteile müssen als Parameter vom Benutzer eingegeben werden.
 - **Haushaltsdynamik:** Das oben skizzierte Modell der Haushaltsdynamik basiert auf folgenden Parametern:
 - o *Übergangswahrscheinlichkeiten:* Die Modellierung als stochastischer Prozess bedient sich so genannter Übergangswahrscheinlichkeiten. Sie quantifizieren, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Haushalt, der sich in Periode t in der Kategorie x befindet, in Periode $t+1$ in die Kategorie y wechselt. Die entsprechenden Werte wurden aufgrund von Volkszählungsdaten für die Fallstudiengemeinden aber auch für die ganze Schweiz ermittelt, können aber punktuell angepasst werden. Genauere Erläuterungen zur Ermittlung der Daten und deren Anpassung finden sich im technischen Anhang bzw. im RBG-Manual.
 - o *Lebenserwartung:* Dieser Parameter gibt die Möglichkeit, die Alterung der Gemeindebevölkerung direkt zu beeinflussen. Eingegeben werden kann die durchschnittliche Anzahl Jahre, die ein Haushalt im Alterssegment ‚65 Jahre und älter‘ verbleibt.
 - o *Ausdünnungsfaktor:* Dieser Parameter quantifiziert, wie viel Prozent der Anzahl Haushalte einer Periode in der nächsten Periode wegfallen, weil der Wohnraumsanspruch der Haushalte (bei gegebener Gesamtwohnfläche) zunimmt. Die Ermittlung des entsprechenden Vorgabewertes findet sich ebenfalls im technischen Anhang.

3.4.4 Bausteinexogene aber modellendogene Komponente

Die Weg- und Zuzüge infolge von Raumaktionen sind im Rahmen des Haushaltsmodells zwar exogene Variablen, sie resultieren aber aus der Spezifizierung der raumplanerischen Aktionen. Durch Eingabe der Anzahl Wohneinheiten, der Haushaltsstruktur und der zeitlichen Staffelung der Realisierung der Bauvorhaben ergibt sich die Veränderung bei der Haushaltsstruktur aufgrund der raumplanerischen Massnahme.

3.4.5 Bausteinendogene Komponenten: Verteilung der Ersatzzuzüge

Die *Verteilung* der Ersatzzuzüge auf die Haushaltskategorien ist (im Gegensatz zu den Neuzuzügen) modellendogen. Es wird unterstellt, dass die Verteilung der als Ersatz zuziehenden Haushalte der Verteilung der verbleibenden (d.h. nicht weggezogenen) Haushalte entspricht (d.h. z.B. wenn in einem Quartier 80% junge Familien wohnen ist die Wahrscheinlichkeit, dass in eine frei werdende Wohneinheit eine junge Familie nachzieht, ebenfalls 80%).

3.5 Modellbaustein Finanzen

3.5.1 Einleitung

Im Vordergrund des Modells steht die Untersuchung des Einflusses der Wohnraum-Veränderung auf die Gemeindefinanzen. Aus diesem Grund verzichtet das Modell auf eine Prognose der Entwicklung der ganzen Gemeindefinanzen und konzentriert sich auf den durch die Wohnraum-Veränderungen verursachten Grenzeffekt. Der Vorteil dieser Gestaltungsvariante ist, dass beträchtliche Fehlerquellen eliminiert werden können, die beim Abbild der Entwicklung der gesamten Finanzen der Gemeinde entstehen würden.

3.5.2 Allgemeine Wirkungszusammenhänge

Die Veränderung der Wohnraumnutzung hat direkte und indirekte Auswirkungen auf die Gemeindefinanzen. Die direkten Auswirkungen sind diejenigen, welche wegen der Veränderung des Wohnraumangebots im Veränderungsgebiet entstehen (z.B. Erschliessungskosten). Sie können einmaligen oder wiederkehrenden Charakter haben und fliessen entweder in die Investitionsrechnung oder als Aufwand in die Laufende Rechnung ein. Ihr Einfluss auf die Investitionsrechnung ist zum Teil von Schwelleneffekten gekennzeichnet (z.B. Entwässerung) und hängt somit von der Entwicklung des Gebietes ohne Wohnraum-Veränderungen ab. Die indirekten Auswirkungen der raumplanerischen Veränderung berücksichtigen dagegen finanzielle Effekte, welche über die veränderte Anzahl Haushalte stattfinden. Auch diese Effekte können einmalig oder wiederkehrend sein und fliessen sowohl in die Investitionsrechnung als auch in die Laufende Rechnung als Aufwand (z.B. Bildungsausgaben) oder als Ertrag (z.B. Einkommenssteuer) ein. Der Einfluss dieser indirekten Effekte der raumplanerischen Veränderung ist zum Teil ebenfalls von Schwelleneffekten gekennzeichnet (z.B. Anzahl Schulgebäude), da er von der Entwicklung der Haushaltsstruktur im Gebiet ohne Wohnraum-Veränderungen abhängt. Abbildung 6 zeigt diese Wirkungszusammenhänge.

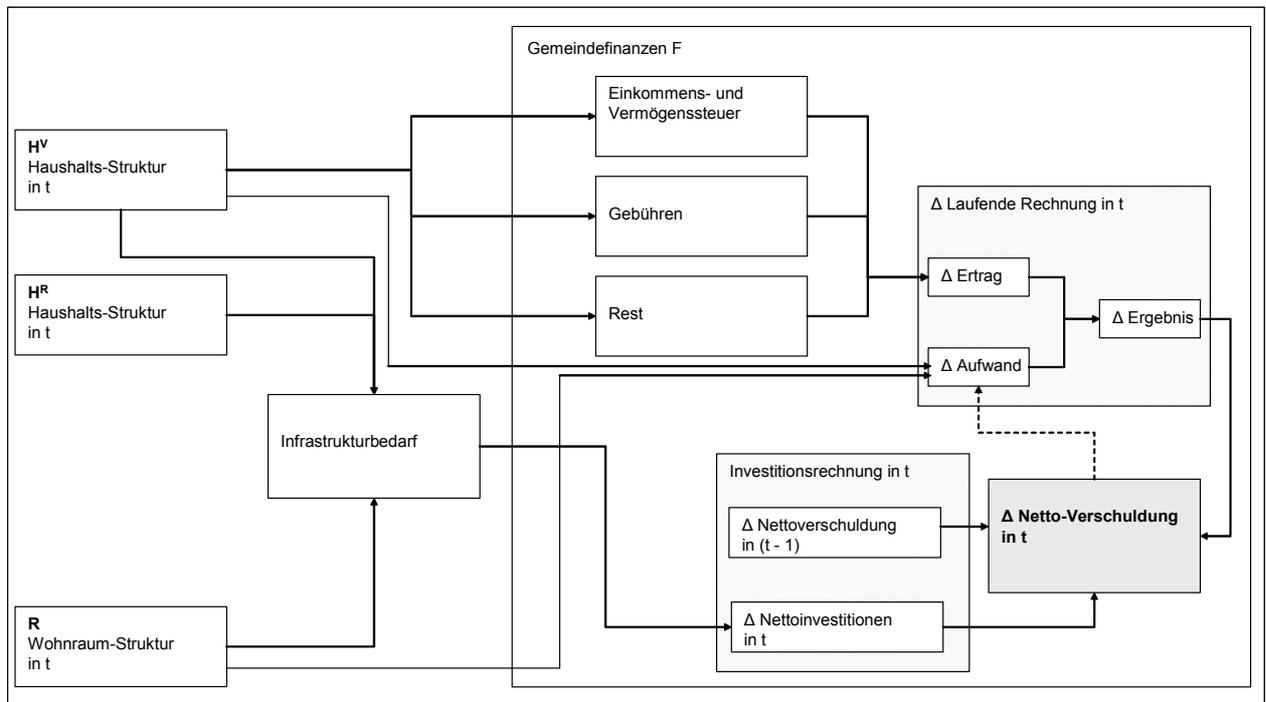


Abbildung 6: Modellarchitektur des Bausteins Finanzen

Die Veränderung der Laufenden Rechnung zusammen mit der Veränderung der Nettoinvestitionen bestimmt die Veränderung der Nettoverschuldung in jeder Betrachtungsperiode.

Abbildung 7 stellt diesen Zusammenhang dar:

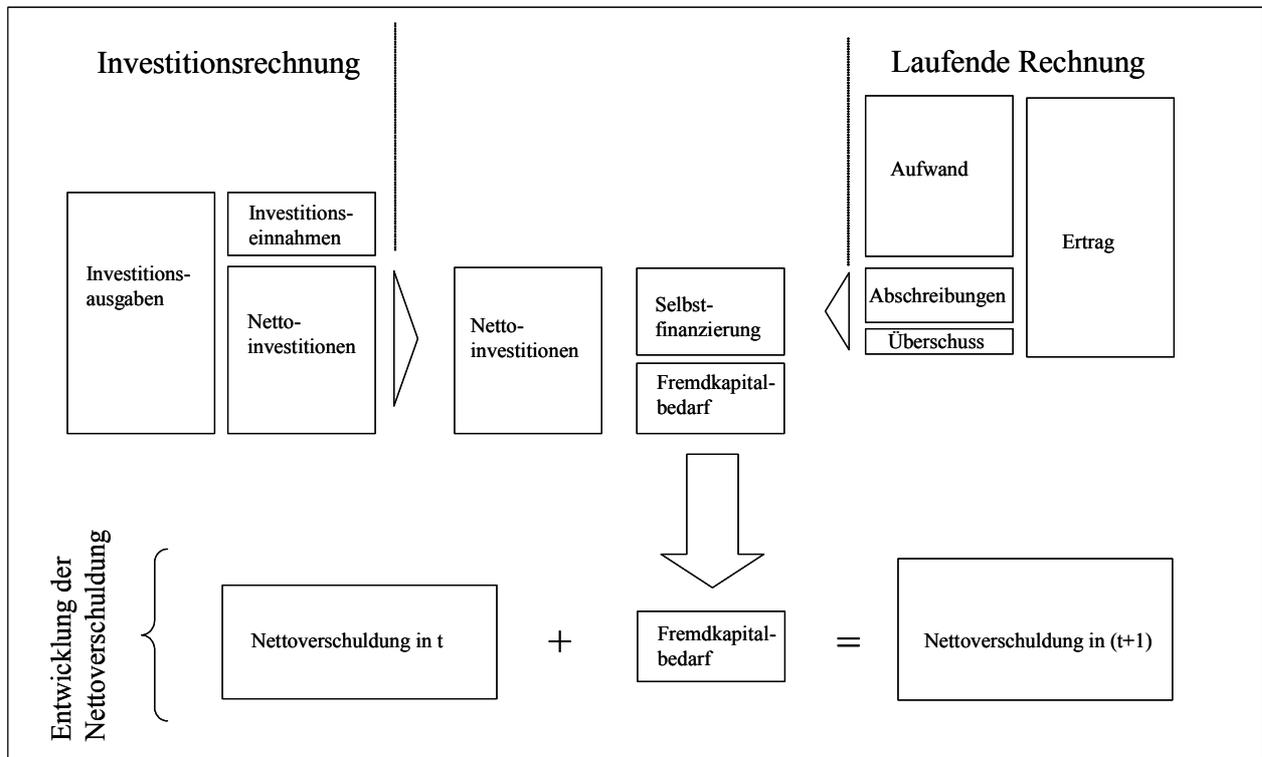


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Laufender Rechnung, Investitionsrechnung und Nettoverschuldung

3.5.3 Berücksichtigte Posten der Gemeinderechnung

Aufgrund der hohen Komplexität der Wirkungszusammenhänge ist eine Auswahl der abzubildenden Auswirkungen einer bestimmten Veränderung des Wohnraumangebotes auf die Gemeindefinanzen zu treffen. Kriterien für die Auswahl sind sowohl die Intensität des erwarteten Kausalzusammenhangs zwischen Wohnraumnutzung bzw. Bevölkerungsentwicklung und Gemeindefinanzen als auch die betragsmässige Relevanz des jeweiligen Posten in der Gemeinderechnung. Tabelle 2 gibt einen Überblick der im Modell abgebildeten Faktoren der funktionalen Gliederung der Verwaltungsrechnung.¹⁰

¹⁰ Diese Posten bilden zusammen ca. 61% der durchschnittlichen Ausgaben der schweizerischen Gemeinden in 2001. Quelle: BFS, Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001, Tabelle 18.3.1.5

| | | Einnahmen | Ausgaben |
|---|------------------------|-----------|----------|
| 0 | Allgemeine Verwaltung | Nein | Nein |
| 1 | Öffentliche Sicherheit | Nein | Nein |
| 2 | Bildung | Ja | Ja |
| 3 | Kultur und Freizeit | Nein | Nein |
| 4 | Gesundheit | Nein | Nein |
| 5 | Soziale Wohlfahrt | Nein | Ja |
| 6 | Verkehr | Nein | Ja |
| 7 | Umwelt und Raumplanung | Nein | Ja |
| 8 | Volkswirtschaft | Nein | Nein |
| 9 | Finanzen und Steuern | Ja | Ja |

Tabelle 2: Berücksichtigte Faktoren der Verwaltungsrechnung

Die Posten werden im Modell wie folgt berücksichtigt:

- **Bildung:** Für diesen Bereich werden sowohl die wiederkehrenden Aus- und Einnahmen (Lehrbetrieb, Instandhaltung- und Verwaltungskosten, Gebühren) als auch die einmaligen Investitionsausgaben für die Kapazitätserweiterung auf Stufe Kindergarten, Primarschule, und Oberstufe berücksichtigt. Da die Kantonsschule nicht zu den Aufgabengebieten der Gemeinde gehört, werden für diese Bildungsstufe die von der Gemeinde getragenen Beiträge pro Schüler und Schuljahr berücksichtigt. Die Betreuung von Kleinkindern in Kinderkrippen und Spielgruppen kann durch Gemeindebeiträge (zumindest teilweise) finanziert werden. Aus diesem Grund basiert die Modellierung auf dem durchschnittlichen Beitrag der Gemeinde pro Betreuungsplatz.
- **Soziale Wohlfahrt:** Berücksichtigt werden Alters- und Pflegeheime, spitalexterne Pflegeleistungen und Fürsorge:
 - *Alters- und Pflegeheime* können sehr unterschiedlich organisiert sein: a) private Trägerschaft (ohne Kostenbeteiligung der Gemeinde, weder beim Aufbau noch beim Unterhalt), b) von der öffentlichen Hand (mit)getragene Stiftungen / Zweckverbände (in diesem Fall übernehmen die Gemeinden die ungedeckten Kosten ihrer BewohnerInnen, allenfalls sind sie auch an Investitionskosten beteiligt), c) gemeindeeigene Altersheime. Im Modell wird angenommen, dass die Gemeinde die ungedeckten laufenden Wohn- und Pflegekosten pro Platz tragen. Bezüglich neuer Investitionen berechnet das Modell aufgrund der demografischen Entwicklung den künftigen Bedarf an Alters- und Pflegeheimplätzen. Die Bereitstellung zusätzlicher Platzkapazitäten kann vom Benutzer bestimmt werden und wird mit einem Kostenbeteiligungssatz für die Gemeinde berücksichtigt.

- Die *spitalexternen Pflegeleistungen* sind auf keine kostspielige Infrastruktur angewiesen. Es sind deshalb nur die Laufenden Kosten zu berücksichtigen, die teilweise durch die Gemeinde zu tragen sind. Als Beispiel haben, gemäss dem Zuger Spitalgesetz, die Zuger Gemeinden für ihre EinwohnerInnen die ungedeckten Betriebskosten von spitalexternen Dienstleistungen (Gemeindekrankenpflege, Hauspflege, Haushilfe, Mahlzeitendienst) zu übernehmen. Das Modell rechnet mit dem durchschnittlichen jährlichen Beitrag der Gemeinde pro Vollzeit-Fürsorgefall.
- Die Ausgaben für die *wirtschaftliche Sozialhilfe* werden mit einem Hochrechnungsverfahren geschätzt. Grundlage der Berechnungen ist die Annahme, dass es sich bei der Schätzung der Einkommen der Haushalte, die im Veränderungsgebiet weg- bzw. zuziehen, um Mittelwerte handelt (vgl. dazu Modellbaustein Steuern), d.h. in der Realität sind die Einkommen dieser Haushalte über ein Intervall verteilt. Der Anteil der Haushalte, die bei dieser Verteilung unter einem Schwelleneinkommen (Existenzminimum) liegen, kann in den Genuss von Sozialhilfe kommen. Das RBG-Modell ermittelt – basierend auf der Einkommensverteilung in der ganzen Gemeinde und dem mittleren Einkommen im Veränderungsgebiet – die zu erwartende Anzahl Haushalte mit Einkommen unter dem Existenzminimum und daraus die Ausgaben für die Sozialhilfe. Dabei wird berücksichtigt, dass nur ein Teil dieser Haushalte mit tiefen Einkommen tatsächlich entsprechende Leistungen beansprucht. Die genauen Berechnungen sind in einem technischen Anhang dokumentiert.
Diese Berechnungen werden sowohl für die Haushalte durchgeführt, die aufgrund der Veränderung des Wohnraumangebots aus dem Gebiet wegziehen (was zu einer Senkung der Ausgaben führt), als auch für jene, die neu zuziehen. Bei Siedlungserneuerungen resultiert im Modell deshalb per saldo regelmässig eine negative Zahl (d.h. die raumplanerische Aktion bewirkt eine Senkung der Ausgaben für wirtschaftliche Sozialhilfe), weil Haushalte mit tiefen Einkommen durch solche mit höheren Einkommen ersetzt werden. Dabei ist allerdings auf die Grenzbetrachtung des Modells hinzuweisen: Die Zahl bezieht sich ausschliesslich auf das Veränderungsgebiet – ziehen die Sozialfälle in ein anderes (nicht modelliertes) Gebiet der gleichen Gemeinde, bleiben die Ausgaben für die Gemeinde bestehen.
- **Verkehr:** Es werden sowohl der öffentliche Verkehr als auch Strassen berücksichtigt:
 - *Öffentlicher Verkehr (öV):* In vielen Kantonen (z.B. Zug) wird die Finanzierung des Fehlbetrages vom öV-Angebot von regionaler Bedeutung zum grossen Teil durch den Kanton getragen und nur zu einem kleineren Teil durch die Gemeinden finanziert. Die Aufteilung auf die Gemeinden erfolgt nach Kurskilometer und Anzahl Haltestellen. Der Fehlbetrag für den Ortsverkehr geht dagegen vollumfänglich zu Lasten der Gemeinde. Der Kanton legt das Angebot für den regionalen Verkehr fest, die Gemeinde dasjenige für den Ortsverkehr. Im Modell wird davon ausgegangen, dass sich das öV-Angebot (Kurskilometer, Haltestellen) resp. die Kostenbeiträge der Gemeinde an dem öV parallel zur Bevölkerungszahl entwickelt. Dabei wird von der Summe aller Beiträge ausgegangen (Regionalverkehr SBB, Regionalverkehr Bus, Ortsbus, Tarifverbund, Schifffahrt). Über diese Kosten werden indirekt allfällige Investitionskosten berücksichtigt.
 - *Strassen:* Im Modell wird zwischen Sammel- und Quartierstrassen unterschieden. Mit den Quartierstrassen sind die Strassen innerhalb des betrachteten Gebietes gemeint, die Sammelstrassen bezeichnen die Verkehrsanbindung des Quartiers am übergeordneten Strassennetz (Strassen zum Quartier). Bei Neubaugebieten ist durch den Benut-

zer anzugeben, wie viele Laufmeter Sammel- und Quartierstrassen es für die Strassenerschliessung bedarf.

- **Umwelt und Raumplanung:** Das Modell berücksichtigt die Siedlungsentwässerung und die Abfallentsorgung.
 - *Siedlungsentwässerung:* Gemäss dem Gewässerschutzgesetz ist das Verursacherprinzip anzuwenden, d.h. alle Kosten über Gebühren an die Nutzniesser weiterzuerrechnen. Von dieser Regel darf abgewichen werden, falls der Schutz der Gewässer gefährdet wäre.¹¹ Die Siedlungsentwässerung ist ein infrastrukturintensiver Bereich, der u.a. ARA, Kanalisationsleitungen, Pumpwerke und Überlaufbecken umfasst. Die Eigner dieser Infrastrukturen sind entweder die Gemeinden, ein regionaler Zweckverband oder (zum Teil bei Kanalisationsleitungen) Private. Im Modell werden die Veränderungen auf die Siedlungsentwässerung berücksichtigt, die sich aus den Wohnraum-Veränderungen ergeben. Dabei kann es sich um neu gebaute oder erweiterte Infrastruktur handeln. Das Modell unterscheidet zwischen innerer und äusserer Erschliessung. Der Benutzer kann jeweils selber den von der Gemeinde übernommenen Anteil der nicht-gedeckten Kosten und Investitionen bestimmen.
 - *Abfallentsorgung:* Gemäss Art. 32a des Schweizerischen Umweltschutzgesetzes hat der Kanton sicherzustellen, dass ihr Teil der Kosten für die Entsorgung der Siedlungsabfälle mit Gebühren oder anderen Abgaben den Verursachern übertragen wird. Davon kann abgewichen werden, wenn ansonsten die umweltverträgliche Entsorgung gefährdet wäre. Die Abfallentsorgungsaufgaben werden in den meisten Kantonen und Gemeinden gemeindeübergreifend über Zweckverbände erledigt. Im Kanton Zug z.B. ist die vorschriftsgemässe Entsorgung von Siedlungsabfällen, die Erhebung verursachergerechter Gebühren sowie die Information von Bevölkerung, Gewerbe und Industrie den Gemeinden übertragen. Für die Erfüllung dieser Aufgaben haben sich die Zuger Gemeinden in dem Zweckverband ZEBA zusammengeschlossen. Die Zweckverbände zur Abfallentsorgung können theoretisch entweder selber die benötigte Infrastruktur besitzen oder die Entsorgung über Submissionsverfahren an Dritten vergeben. Allerdings lagern die meisten Verbände aufgrund der hohen Infrastrukturkosten den grössten Teil der Entsorgungstätigkeit aus. Das vorliegende Modell geht von der Annahme aus, dass die Abfallentsorgung gemeindeübergreifend von einem Zweckverband ohne eigene Infrastruktur übertragen wird. Dieser Verband finanziert sich über Verursachergebühren (z.B. Abfallsackmarken), Grundgebühren (von der Gemeinde erhoben) sowie über Beiträge der Gemeinden für die nicht gedeckten Kosten der Abfallentsorgung. Im Kanton Zug z.B. sind diese Gemeindebeiträge pro Kopf und werden unabhängig vom tatsächlichen Preis der Abfallbewirtschaftung für die einzelnen Gemeinden erhoben (d.h. z.B. unabhängig von den Kosten für die Abfalleinsammlung oder für den Betrieb der einzelnen Abfallentsorgungsbetriebe). Es wird weiterhin angenommen, dass allfällige von der Gemeinde getragene Kosten (z.B. Personalkosten oder Miete) dem Verband in Rechnung gestellt werden. Mit dieser Modellierung können somit alle anfallenden Kosten direkt über die Laufende Rechnung berücksichtigt werden. Die knifflige Frage nach der Kapazitätsanpassung erübrigt sich somit (diese wird über Faktoren wie Öffnungszeiten, Komfortansprüche oder Umweltbewusstsein beeinflusst und stellt daher ein Politikum dar).
- **Finanzen und Steuern:**
 - Die Berücksichtigung der Steuern wird in Kap. 3.5.6 ausführlich behandelt.

¹¹ Quelle: GschG, Art. 60a, Abs. 1-3

- Sowohl in der Laufenden Rechnung als auch in der Investitionsrechnung können im RBG-Simulator zusätzlich weitere Faktoren pauschal berücksichtigt werden (z.B. Investitionsausgaben für den Bau einer Mehrzweckhalle, Ausgaben bzw. Einnahmen im Rahmen einer aktiven Bodenpolitik, Kosten einer Ortsplanrevision usw.).

Im Folgenden werden Gründe genannt, wieso die anderen Posten der Verwaltungsrechnung einer Gemeinde im RBG-Simulator nicht berücksichtigt wurden:

- **Allgemeine Verwaltung:** Dieser Posten besteht v.a. aus Fixkosten, d.h. korreliert nur schwach mit der Bevölkerungsdynamik. Es kommt hinzu, dass seine Relevanz i.a. betragsmässig klein ist (8% der durchschnittlichen Ausgaben der schweizerischen Gemeinden in 2001¹²).
- **Öffentliche Sicherheit:** Es handelt sich v.a. um Ausgaben für die Feuerwehr und den Zivilschutz. Diese stellen v.a. Fixkosten dar und somit ist die Beziehung zur Bevölkerungsdynamik eher schwach. Es kommt hinzu, dass die betragsmässige Relevanz i.a. klein ist (6% der durchschnittlichen Ausgaben der schweizerischen Gemeinden in 2001¹³) und dass diese Aufgaben vermehrt regional gelöst werden.
- **Kultur und Freizeit:** Es besteht keine unmittelbare Verbindung zum Bevölkerungswachstum, d.h. der Ausgabenzwang ist eher nicht vorhanden. Dieser Posten hängt v.a. mit der Standortattraktivität zusammen und kann im Modell bei der Kapazitätsüberprüfung bei Bedarf berücksichtigt werden.
- **Gesundheit:** Vor allem die Ausgaben für Krankenanstalten sind vom Betrag her relevant (17% der durchschnittlichen Ausgaben der schweizerischen Gemeinden in 2001¹⁴). Diese Ausgaben sind aber primär aus regionalen Überlegungen relevant und hängen somit nicht direkt mit der Bevölkerungsentwicklung einer einzelnen Gemeinde zusammen.
- **Wasserversorgung im Posten Umwelt und Raumplanung:** Die Versorgung mit Trinkwasser ist im Kompetenzbereich der Kantone, die den Versorgungsauftrag an die Gemeinden weiter delegiert haben. Zur Finanzierung der Wasserversorgung: "Der Wasserpreis muss kostenecht sein, d.h. alle bei der Wasserversorgung anfallenden Kosten müssen durch den Erlös des Wasserverkaufs gedeckt werden und darf folglich nicht subventioniert werden."¹⁵ In einigen Kantonen ist die Selbstfinanzierung gesetzlich vorgeschrieben (z.B. Zürich), in den andern Kantonen kann eine Querfinanzierung der Wasserversorgung nicht ausgeschlossen werden. Das Modell geht davon aus, dass die Wasserversorgung kostendeckend erfolgt.
- **Volkswirtschaft:** Betragsmässig unbedeutend (2% der durchschnittlichen Ausgaben der schweizerischen Gemeinden in 2001¹⁶).

Es ist schliesslich zu bemerken, dass die Berechnungen weder die Teuerung noch den möglichen Anstieg der Reallöhne berücksichtigen.

¹² Quelle: BFS, Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001, Tabelle 18.3.1.5

¹³ Quelle: BFS, Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001, Tabelle 18.3.1.5

¹⁴ Quelle: BFS, Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001, Tabelle 18.3.1.5

¹⁵ Quelle: www.trinkwasser.ch

¹⁶ Quelle: BFS, Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001, Tabelle 18.3.1.5

3.5.4 Bildungskosten

3.5.4.1 Einleitung

Bei der obligatorischen Schulbildung berücksichtigt der RBG-Simulator die anfallenden Kosten auf dreierlei Arten:

- Kosten, die von der Anzahl geführten Abteilungen abhängen (z.B. Besoldung der Lehrpersonen),
- Kosten, die hauptsächlich von der Anzahl SchülerInnen abhängen (heilpädagogisches Angebote, Musikschule, Schulverwaltung usw.)
- Investitionskosten bei Neu- und Erweiterungsbauten von Schulhäusern.

Während bei der Laufenden Rechnung die Kosten pro Abteilung zu Sprungkosten führen, verlaufen die Kosten, die pro Schulkind anfallen, kontinuierlich. In diesem Teilkapitel wird erläutert, wie der RBG-Simulator die laufenden Kosten pro Abteilung berechnet und wie die Investitionskosten ins Modell einfließen.

Hinweis zu den Betreuungskosten bei den Kleinkindern: Bei den Spielgruppen geht nur der Aufwand pro geführte Abteilung in die Rechnung ein.

3.5.4.2 Laufende Kosten pro Abteilung im obligatorischen Schulunterricht

Um dem Anspruch einer Grenzbetrachtung bei den Bildungskosten pro Abteilung gerecht werden zu können, ist die Frage zu beantworten, wie viele Abteilungen aufgrund des Veränderungsgebietes geführt werden. Der RBG-Simulator berechnet deshalb die Anzahl Abteilungen, die mit dem Veränderungsgebiet benötigt werden und zieht davon die Anzahl Abteilungen ab, die ohne die Kinder vom Veränderungsgebiet geführt würden. Diese Differenz wird nun mit den Brutto-Lohnkosten multipliziert, die pro Abteilung und Jahr in der Gemeinde anfallen.

3.5.4.3 Ausgaben pro Schulkind

Die Ausgaben pro Kind sind als Charakterisierungswert für die Bildungsstufen Kindergarten, Primarschule und Oberstufe anzugeben. Dieser Wert wird mit der Anzahl Kinder der entsprechenden Schulstufe multipliziert. In Kantonen mit Langzeitgymnasien ist auf der Oberstufe eine Besonderheit zu beachten: Für jene Schulkinder, die bereits während der obligatorischen Schulzeit die Kantonsschule besuchen, entfallen die Pro-Kopf-Kosten auf der Oberstufe.

3.5.4.4 Investitionskosten im obligatorischen Schulunterricht

Im Gegensatz zu den Betriebskosten, die vom RBG-Simulator automatisch in die Modellrechnung einfließen, können die Investitionen durch den Anwender gesteuert werden. Dies hat die folgende Bewandnis: Bei den Schulinfrastrukturen hat eine Gemeinde Handlungsspielraum. So kann beispielsweise ein vorübergehender Mehrbedarf an Schulräumen mit Provisorien gedeckt werden. Der Anpassungsbedarf an Schulrauminfrastruktur ist deshalb im Schritt 3 (Kapazitätsanpassung) durch den Anwender vorzunehmen. Diese Abschätzung des Schulraumbedarfs erfolgt aufgrund der Kinderzahlen in der gesamten Gemeinde (nicht nur des Veränderungsgebietes).

Ein Ausbau der Schulraumkapazitäten führt aber nicht zwingend zu Investitionen in der Modellrechnung. Zwei Bedingungen müssen erfüllt sein, damit Investitionsausgaben bei den Schulinfrastrukturen in die Modellrechnung einfließen:

- Die Investitionsausgaben müssen aufgrund des Veränderungsgebietes anfallen (Grenzbetrachtung). Falls der zusätzliche Schulraumbedarf hingegen aufgrund einer Zunahme der

Kinderzahlen im bestehenden Siedlungsgebiet resultiert, fliessen die entstehenden Kosten nicht in die Modellrechnung ein.

- Es müssen tatsächlich Investitionen getätigt werden. Falls beim dritten Schritt (Kapazitätsanpassung) der Mehrbedarf übergangen wird, werden auch keine Investitionskosten angerechnet.

Im Modell wird wie folgt mit den Investitionskosten im Bildungsbereich verfahren: In einem ersten Schritt wird der maximale zusätzliche Schulraumbedarf festgestellt, der im Verlaufe der Simulationsdauer von 15 Jahren auf das Veränderungsgebiet zurückzuführen ist. Ein Beispiel: Angenommen, die Kinderzahlen auf Primarschulstufe bleiben im bestehenden Siedlungsgebiet konstant (keine frei werdenden Kapazitäten). Im Veränderungsgebiet wachsen die Kinderzahlen bis ins Jahr 11 an und gehen dann wieder zurück. Im Jahr 11 besteht ein Bedarf nach zusätzlichen Schulräumen für drei Primarschulabteilungen. In diesem Fall ist der maximale zusätzliche Schulraumbedarf, der auf das Veränderungsgebiet zurückzuführen ist, drei. Dies ist die potenziell dem Veränderungsgebiet anrechenbare Schulraumkapazität. Falls nun im Jahr 9 ein Schulhausanbau erstellt wird, fliessen die Kosten von bis zu drei Schulräumen in die Modellrechnung ein. Falls nur Schulräume für zwei Abteilungen gebaut werden, kommen entsprechend nur die Kosten für zwei Abteilungen in die Rechnung. Falls der Anwender entscheidet Schulräume für vier Abteilungen zu erstellen, werden nur die Investitionsausgaben für drei Abteilungen berücksichtigt.

3.5.5 Alters- und Pflegeheimkosten

3.5.5.1 Einleitung

Bei den Alters- und Pflegeheimkosten berücksichtigt der RBG-Simulator einerseits die Kosten der Gemeinde pro Altersheimplatz sowie die Investitionskosten, die bei einem allfälligen Neu- oder Ausbau von Alters- und Pflegeheimen, bei der Gemeinde anfallen können.

3.5.5.2 Ausgaben pro Alters- und Pflegeheimplatz

Aus dem Bevölkerungsmodell des RBG-Simulators geht hervor, mit wie vielen Personen pro Altersegment im Modell gerechnet wird. Für die Abschätzung der laufenden Ausgaben bei den Alters- und Pflegeheimen ist das Alterssegment der über 65-Jährigen relevant. Mit dem Parameterwert „Anteil Personen über 65 Jahre, die in einem Alters- oder Pflegeheim wohnen“ wird die Nachfrage nach Alters- und Pflegeheimplätzen für die Dauer der Simulation abgeschätzt. Diese Abschätzung erfolgt einerseits für die gesamte Gemeinde, andererseits für das Veränderungsgebiet. Falls die Kapazitäten an Alters- und Pflegeheimplätzen ausreichen, gehen alle aus dem Veränderungsgebiet nachgefragten Alters- und Pflegeheimplätze in die Modellrechnung ein. Falls die Kapazitäten nicht ausreichen, werden im RBG-Modell die Alters- und Pflegeheimkosten nur anteilmässig berücksichtigt. Hierzu zwei Beispiele:

- Eine Gemeinde verfügt über ein Altersheim mit 100 Betten. Im Verlaufe der 15-jährigen Simulationsdauer nimmt im bisherigen Siedlungsgebiet die Anzahl Personen im Alterssegment der über 65-Jährigen in einer Weise zu, dass der Bedarf an Altersheimplätzen von 80 auf 90 steigt. Im Veränderungsgebiet steigt der Bedarf nach Altersheimplätzen ebenfalls an und erreicht im Jahr 15 den Höchststand mit sechs Plätzen. Die Nachfrage kann somit vollumfänglich gedeckt werden, weshalb jeder im Veränderungsgebiet nachgefragte Heimplatz in die Modellrechnung eingeht.

- Eine Gemeinde verfügt über ein Altersheim mit 100 Betten. Die Nachfrage nach Altersheimplätzen aus dem bestehenden Siedlungsgebiet liegt während der gesamten Simulation bei 110. Aus dem Veränderungsgebiet kommt eine zusätzliche Nachfrage, die bis im 15. Jahr 30 Heimplätze ausmacht. Da bereits aus dem bestehenden Siedlungsgebiet ein Kapazitätsengpass besteht, gehen die im Veränderungsgebiet nachgefragten Plätze nur anteilmässig in die Modellrechnung ein. Für das Jahr 15 berechnet sich dieser Anteil wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{angerechnete Heimplätze} &= \text{vorhandene Heimplätze} \cdot \frac{\text{nachgefragte Heimplätze Veränderungsgebiet}}{\text{nachgefragte Heimplätze Gemeinde}} \\ &= 100 \cdot \frac{15}{110 + 15} = 12 \end{aligned}$$

In diesem Beispiel gehen von den 15 nachgefragten Alters- und Pflegeheimkosten nur deren 12 in die Modellrechnung ein.

3.5.5.3 Investitionskosten für Alters- und Pflegeheimbauten

Wie bei der Schulinfrastruktur sind auch Anpassungen bei den Alters- und Pflegeheimkapazitäten durch den Anwender vorzunehmen. Die Investitionskosten fliessen anteilmässig in die Modellrechnung ein. Der hierfür benötigte Koeffizient berechnet sich durch die Division der im Verlauf der 15-jährigen Simulationsdauer maximal erreichten Nachfragemenge im Veränderungsgebiet durch die maximale Nachfragemenge in der gesamten Gemeinde.

3.5.6 Steuern

3.5.6.1 Einleitung

Ziel des Modells ist es, die Kausalitäten zwischen Veränderung beim Wohnraum einer Gemeinde und ihren öffentlichen Finanzen abzubilden. Diese Philosophie – vom „Raum“ zu den „Gemeindefinanzen“ – äussert sich auch in der Art und Weise, wie die Auswirkungen auf der Einnahmenseite modelliert werden: Das Modell erfordert keine direkte Eingabe von Einkommen oder Steuerkraft der Haushalte – das Einkommen wird aus den Wohnkosten abgeleitet, dahinter steckt die Überlegung, dass die Preise von Wohneinheiten zu einer Sortierung der Einkommensklassen führen. Angelpunkt für die Berechnung der Veränderung der Steuereinnahmen infolge der Veränderung des Wohnraumangebots sind somit die Angaben über die Wohnkosten.

3.5.6.2 Wirkungszusammenhänge

Ausgangspunkt des Modellbausteins Steuern ist das Nachfrageverhalten der Haushalte bezüglich dem Gut „Wohnen“: Wohnen ist ein Grundbedürfnis, das unabhängig von der Einkommenssituation eines Haushaltes gedeckt werden muss. Empirisch äussert sich dies vor allem in der Tatsache, dass der Anteil der Ausgaben für Wohnzwecke, gemessen an dem Gesamteinkommen eines Haushaltes, mit steigendem Einkommen abnimmt. Ausserdem hängt die Nachfrage nach Wohnraum auch von der Haushaltsgrösse ab (d.h. von der Anzahl Personen, die der Haushalt umfasst).

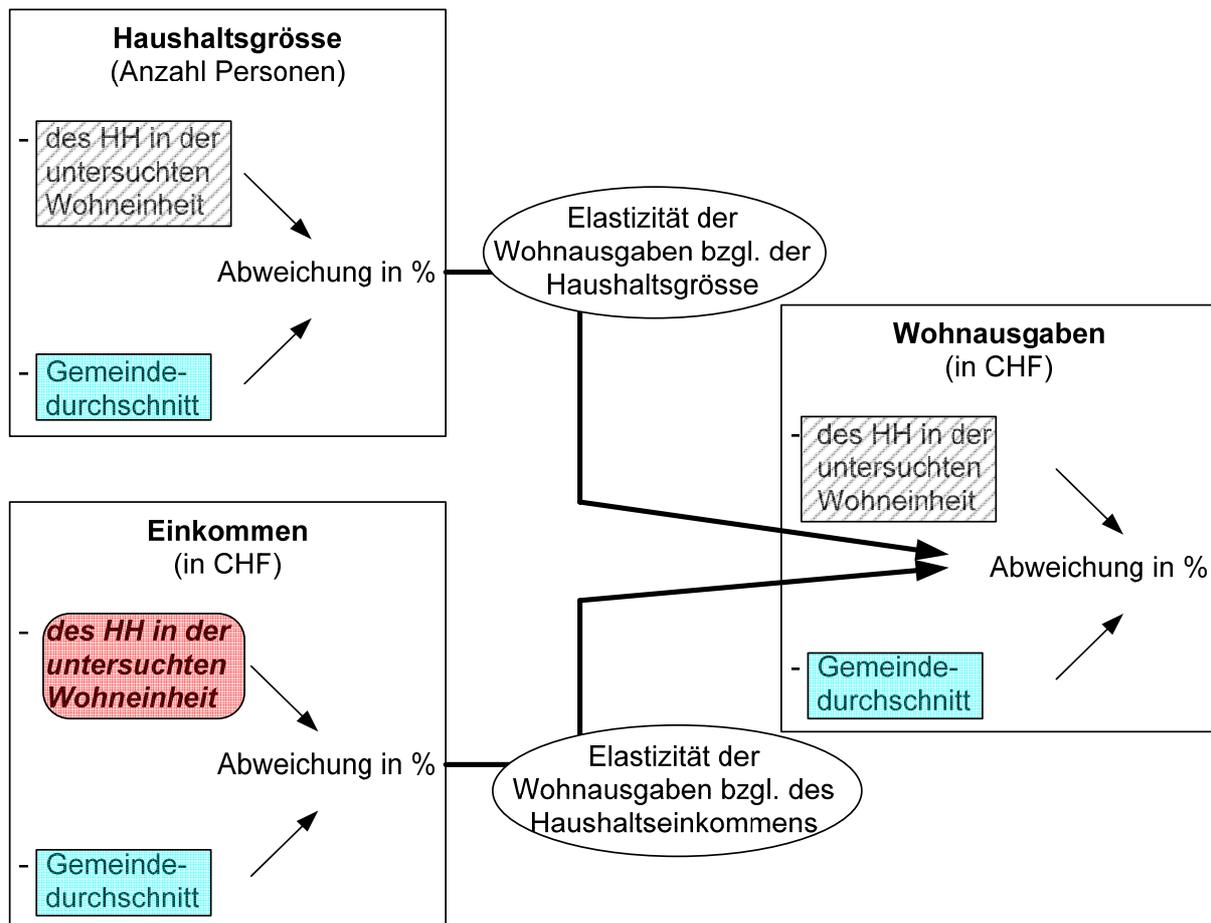
Diese zwei Abhängigkeiten werden im RBG-Modell mit zwei Elastizitäten quantifiziert (vgl. Abbildung 8):

- *Elastizität der Wohnausgaben bzgl. des Einkommens*: Um wie viel Prozent erhöhen sich die Haushaltsausgaben für Wohnzwecke, wenn das Einkommen um ein Prozent zunimmt?

- *Elastizität der Wohnausgaben bzgl. der Haushaltsgrösse*: Um wie viel Prozent erhöhen sich die Haushaltsausgaben für Wohnzwecke, wenn das Einkommen um ein Prozent zunimmt?

Diese Werte können bei der Modellcharakterisierung eingegeben werden. Die Vorschlagswerte wurden aufgrund der Einkommens- und Verbrauchserhebung des Bundesamtes für Statistik (2004) geschätzt. Die detaillierten Angaben zum unterstellten Konsummodell und zur Parameterschätzung befinden sich in einem technischen Anhang.

Das RBG-Modell berechnet nun – umgekehrt – aufgrund der prozentualen Abweichung des Jahrespreises einer Wohneinheit vom gemeindeweiten Durchschnitt und der prozentualen Abweichung der Haushaltsgrösse vom Gemeindedurchschnitt die prozentuale Abweichung der Haushaltseinkommen in der betreffenden Wohneinheit vom Gemeindedurchschnitt. Aus dem Total der steuerbaren Einkommen einer Gemeinde und der Anzahl Haushalte lässt sich das durchschnittliche Steuereinkommen ermitteln, so dass das steuerbare Einkommen des Haushalts in der betrachteten Wohneinheit abgeschätzt werden kann.



- Systemparameter
- ▨ Eingabewert Raumaktion
- Gemeindecharakterisierung
- Gesuchter Wert

Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Einkommen, Haushaltsgröße und Wohnausgaben

Von diesem Einkommen werden (je nach Haushaltstyp und Besitzverhältnis in den jeweiligen Wohneinheiten) Abzüge für Kinder und Eigenheimbesitzer geltend gemacht. Aus dem resultierenden steuerbaren Einkommen wird schliesslich der Steuerertrag berechnet. Dabei werden zwei Tarife unterschieden:

- *Tarif für Alleinstehende:* Er wird im Modell angewendet auf
 - Einpersonenhaushalte
 - Konkubinatspaare, also einem Teil des Haushaltstyps Paarhaushalte (wobei das Haushaltseinkommen halbiert wird).

- **Tarif für Verheiratete:** Er wird im Modell angewendet auf
 - o Verheiratete Paare, also einem Teil des Haushaltstyps Paarhaushalte
 - o Kinderhaushalte¹⁷

So berechnet das Modell für jede Haushaltskategorie, die in einer bestimmten Wohneinheit lebt, die Steuereinnahmen pro Jahr (der Einfachheit halber wird auf die Berücksichtigung der zeitlichen Verzögerung bei der Erhebung verzichtet). Für jeden Haushalt wird dann – aufgrund der mittelfristig erreichten Verteilung der Haushalte auf die verschiedenen Wohneinheiten – ein Erwartungswert für die Steuereinnahmen eines Haushaltes pro Kategorie ermittelt. Schliesslich werden diese Werte mit den in der jeweiligen Zeitperiode vorhandenen Haushalten (Delta zwischen Basis und Total) multipliziert.

Berücksichtigt wird im Modell auch die Tatsache, dass Wohneinheiten Zweitwohnungen sein können (Ferienhäuser /-wohnungen oder Niederlassung für Wochenaufenthalte), die darin lebenden Haushalte werfen in der Gemeinde keine Einkommenssteuern ab, sondern werden mit einem pauschalen Betrag pro Wohneinheit besteuert.

3.5.6.3 Modellexogene Komponenten und bausteinspezifische Parameter

Folgende Parameter sind zur Berechnung der Steuereinnahmen aus dem steuerbaren Einkommen notwendig:

- **Abzüge:** Das Modell berechnet haushaltsspezifische Abzüge, d.h. es reduziert das steuerbare Einkommen eines Haushalts automatisch in Funktion bestimmter Eigenschaften eines Haushalts (Anzahl Kinder, Eigenheimbesitz). Dazu sind zwei Parameter nötig:
 - o Betrag, der pro unterstützungsbedürftiges Kind vom Einkommen abgezogen werden kann.
 - o Prozentwert der Wohnausgaben, der vom Einkommen abgezogen werden kann (Abzugsmöglichkeiten übersteigen Eigenmietwert).
- **Steuertarife:** Das Modell geht vom Regelfall aus, dass die Gemeinden einen bestimmten Prozentsatz (Gemeindesteuerfuss) von der Staatssteuer vereinnahmen. Für die Staatssteuer erlaubt das Modell eine progressive Tarifordnung, indem für unterschiedliche Einkommensklassen die jeweiligen Durchschnittssteuersätze eingegeben werden können.¹⁸

Die im Abschnitt 3.5.6.2 skizzierten Wirkungszusammenhänge zeigen, wie zentral die Kalibrierung des Steuermodells ist: Die Ermittlung der steuerbaren Einkommen knüpft an die Gemeindemittelwerte der Wohnausgaben, Haushaltsgrösse und des steuerbaren Einkommens an. Diese drei Grössen sind die zentralen modellexogenen Variablen dieses Modellbausteins, da mit ihnen die finanziellen Auswirkungen von Raumaktionen sehr stark beeinflusst werden. Deshalb ist es wichtig, dass diese Werte plausible Grössenordnungen annehmen.

- Die **durchschnittlichen Wohnausgaben** werden bei der Modellcharakterisierung direkt eingegeben. Alles andere gleich bleibend, führt ein zu tiefer (zu hoher) Wert zu einer Überschätzung (Unterschätzung) der Steuereinnahmen einer Wohneinheit. Hinweise über Datenquellen und Berechnungsweise finden sich im RBG-Manual.
- Die **durchschnittliche Haushaltsgrösse** wird indirekt ermittelt über die gesamte Anzahl Einwohner und die gesamte Anzahl Haushalte in der Gemeinde im Basisjahr. Beide Wer-

¹⁷ Beachte: Der Tarif für Verheiratete gilt auch für so genannte Einelternfamilien!

¹⁸ Die Staatssteuertarife werden in den Kantonen formell nicht einheitlich publiziert; oft enthalten sie Grenzsteuersätze, die für das RBG-Modell transformiert werden müssen.

te werden bei der Modellcharakterisierung unter der Rubrik *Bevölkerung – Gesamtbevölkerung* eingegeben. Wird die durchschnittliche Haushaltsgrösse zu tief (zu hoch) eingegeben, führt dies tendenziell zu einer Unterschätzung (Überschätzung) der steuerbaren Einkommen.

- Das **durchschnittliche steuerbare Einkommen** versteht sich als steuerbares Einkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen (d.h. vor Abzügen für Kinder und für Eigenheimbesitzer). Es wird im Modell ebenfalls indirekt ermittelt: Bei der Charakterisierung gibt der Benutzer das Total der steuerbaren Einkommen ein. Zu diesem Betrag wird das Total der Abzüge für Kinder sowie der Eigenheimbesitzer addiert. Diese Abzüge berechnet das Modell wie folgt:
 - o *Total Abzüge für Kinder*: Multiplikation der Anzahl Kinder in der Gemeinde mit dem Abzug pro Kind
 - o *Total Abzüge für Eigenheimbesitzer*: Multiplikation der Anzahl Eigenheimbesitzer (= Produkt der Anzahl Haushalte und dem Anteil Eigenheimbesitzer) mit den durchschnittlichen Wohnausgaben pro Jahr und dem entsprechenden (oben erwähnten) Abzugssatz.

Das so ermittelte gesamte Steuereinkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen wird dividiert durch die Anzahl der Haushalte, die oberhalb des Existenzminimums liegen (vgl. dazu die Ausführungen zur wirtschaftlichen Sozialhilfe).

Wird das durchschnittliche Steuereinkommen zu hoch (zu tief) eingegeben, führt dies zu einer Überschätzung (Unterschätzung) der Steuereinnahmen.

3.5.6.4 Bausteinexogene aber modellendogene Komponente

Folgende Daten fließen aus dem Modellbaustein Raum in den Modellbaustein Steuern:

- Anzahl homogener Wohneinheiten (homogen in Bezug auf Besitzverhältnis – d.h. Miete oder Eigentum – und Wohnpreis)

Aus dem Modellbaustein Haushalte:

- Veränderungen bei der Anzahl Haushalte, induziert durch die Veränderung bei der Anzahl bzw. der Qualität der Wohneinheiten
- Durchschnittliche Anzahl Kinder der unterschiedlichen Haushaltskategorien 9 bis 11
- Anteil Alleinerziehende
- Anteil Konkubinatspaare

3.6 Die Grenzen des Modells

Die Wirkungszusammenhänge zwischen Wohnraumangebot, Bevölkerungsdynamik und Gemeindefinanzen sind sehr komplex. Die in diesem Kapitel dargestellte Modellarchitektur will dieser Komplexität gerecht werden, ohne dabei die Übersichtlichkeit zu verlieren, die Grenzen der technischen Machbarkeit zu sprengen und das Zeit- sowie Ressourcenbudget der zukünftigen Benutzer zu überstrapazieren. Es kommt hinzu, dass Bestrebungen zur modellhaften Abbildung von komplexen Systemen generell einen abnehmenden Grenznutzen aufweisen: Die zunehmende Berücksichtigung von Details führt – im Vergleich zum betriebenen Modellierungsaufwand – zu unterproportionalen Verbesserungen der Aussagefähigkeit oder sogar zu Scheingenauigkeiten.

Im Rahmen dieser Gratwanderung wurden bei der vorliegenden Modellentwicklung daher bewusst gewisse Vereinfachungen vorgenommen. Im Folgenden werden die wichtigsten aufgelistet und deren Bedeutung für die Aussagefähigkeit des RBG-Simulators eingeschätzt:

- **Zeithorizont:** Das Modell beschränkt sich auf einen Horizont von 15 Jahren. Der gewählte Zeithorizont ist somit konsistent mit dem Raumplanungsgesetz: Gemäss Art 15 RPG umfassen Bauzonen Landflächen, die sich für die Überbauung eignen und entweder bereits weitgehend überbaut sind oder voraussichtlich innert 15 Jahren benötigt und erschlossen werden. Dieser Zeithorizont erlaubt allerdings keine direkte Berücksichtigung von mittel- bis langfristigen Effekte (z.B. Lebenszyklus von Gebäuden). Auch Effekte von Wohnraumangebotsveränderungen, die gegen Ende des Zeithorizontes stattfinden, bleiben im Rahmen der Simulationsresultate unberücksichtigt. Dieser Nachteil kann theoretisch mit sukzessiven Simulationen aufgefangen werden. Es ist dabei allerdings zu berücksichtigen, dass mit der Länge des gesamten Zeithorizontes auch die Planungsunsicherheiten stark zunehmen und somit die Aussagekraft der Resultate beeinträchtigen.
- **Zuzüger-Ketten:** Im Rahmen des RBG-Simulators werden direkte Zuzüger (d.h. Zuzüger erster Ordnung wie z.B. Haushalte, die in ein verdichtetes Gebiet wohnen gehen oder ein Neubau beziehen) im Rahmen der Aktionen vom Benutzer selber definiert. Zudem werden Migrationsströme innerhalb eines Gebietes mit einem Gravitationsansatz berücksichtigt (siehe Kapitel 3.4). Jede Veränderung des Wohnraumangebotes löst allerdings auch eine so genannte Migrationskette aus, welche im Rahmen einer Standard-Simulation unberücksichtigt bleibt: Zuzüger zweiter oder auch höherer Ordnung (z.B. Haushalte, welche in die alte Wohnung eines Neubau-Bezügers einziehen) können für die gesamte Situation der Gemeindefinanzen von grosser Relevanz sein, insbesondere falls die Steuerkraft bzw. die Kostenrelevanz dieser Haushalte sich von derjenigen des alten Haushaltes unterscheidet. Diese Ketten-Effekte müssen daher im Rahmen der Interpretation der Simulationsresultate, welche auf einer Grenzbetrachtung basieren, berücksichtigt werden.
- **Grenzbetrachtung:** Der RBG-Simulator ist kein Finanzplanungstool. Er isoliert die Auswirkungen von Veränderungen des Wohnraumangebotes auf die Gemeindefinanzen und simuliert somit nicht die Gesamtentwicklung der Gemeindefinanzen. Diesem Punkt muss bei der Interpretation der Resultate vor allem in zwei Fällen spezielle Beachtung geschenkt werden:
 - Wenn die Wohnraumaktionen zu einem verhältnismässig grossen Bevölkerungswachstum führen, muss beachtet werden, dass Ausgabenpositionen, die im Modell als fix (d.h. bevölkerungsunabhängig) angenommen wurden, möglicherweise eine Zunahme erfahren können (z.B. Allgemeine Verwaltung).
 - Wenn die Veränderungen in des Wohnraumangebots gemeindeinterne Migrationsströme auslösen, d.h. ausziehende Haushalte gehen in ein anderes Quartier in der gleichen Gemeinde bzw. einziehende Haushalte kommen aus einem anderen Quartier in der gleichen Gemeinde (vgl. auch die Ausführungen unter *Zuzüger-Ketten*).

4 Aufbau des RBG-Simulators aus Benutzersicht

4.1 Einleitung

Das Tool stellt eine Umsetzung der in Kapitel 3 definierten Modellarchitektur dar. Es heisst RBG-Simulator und besteht aus drei Komponenten: Wohnraumangebot, Haushalte und Finanzen. Diese stellen eigenständige Modellbausteine mit genau definierten Schnittstellen dar. Dieser modulare Aufbau gewährleistet, dass eine punktuelle Weiterentwicklung der einzelnen Komponenten bzw. eine Ausweitung der untersuchten Fragestellung in einer effizienten Art durchgeführt werden kann. Die Transparenz des Vorgehens wird damit ausserdem erhöht.

Als Softwareumgebung wird MS-Excel benutzt. Ausschlaggebend für diese Wahl sind folgende Gründe:

- Die meisten Endbenutzer können mit dieser Software problemlos umgehen und haben dafür bereits eine Lizenz
- Excel bietet sehr gute, vordefinierte Funktionen für Berechnungen oder Darstellungen, unterstützt in einer effizienten Art über Makros die Entwicklung von spezifischen Funktionalitäten und erlaubt ein nachvollziehbares und überprüfbares Berechnungsvorgehen
- Mit Excel können benutzerfreundliche Anwenderoberflächen gestaltet werden.

Das Endziel des Projektes ist die Entwicklung eines benutzerfreundlichen Tools, welches auch in kleineren Gemeinden eingesetzt werden kann. Dies impliziert, dass der Zeitaufwand für die Anwendung des Tools und dessen Benutzungskomplexität in Grenzen zu halten sind. Aus diesem Grund wird das Tool, wo immer es sinnvoll ist, standardisierte Default-Werte enthalten und übersichtliche Eingabemasken aufweisen. Gemeinden mit mehr Ressourcen können nach Wunsch die vordefinierten Parameter an die eigenen Gegebenheiten anpassen. Der Anwender kommt mit den im Excel programmierten Modellbausteinen und deren Schnittstellen direkt nicht in Berührung. Somit muss er nicht über vertiefte Kenntnisse der in Excel programmierten Modellbausteine und deren Schnittstellen verfügen, um mit dem Tool Simulationen durchzuführen: Eine benutzerfreundliche Oberfläche führt den Benutzer durch die Eingabeanforderungen und die Visualisierung der Simulationsergebnisse. Dies wird in folgender Abbildung dargestellt:

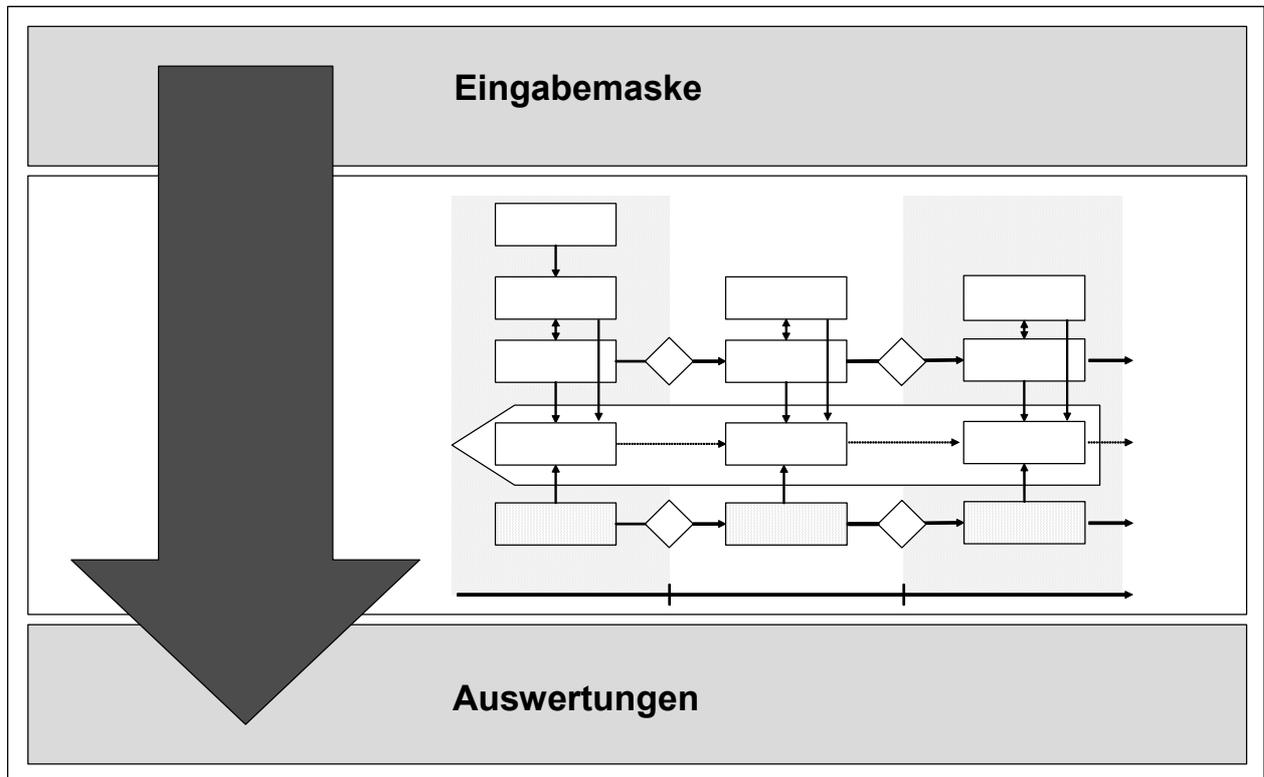


Abbildung 9: RBG-Simulator aus Sicht des Benutzers

4.2 Modellierung der relevanten Veränderungen des Wohnraums

4.2.1 Einleitung

Die Veränderung des Wohnraumangebotes ist an eine bauliche Intervention im Siedlungsgebiet gebunden. Mögliche bauliche Veränderungen sind Neubauten sowie der Ausbau, Umbau (z.B. Renovationen) oder Rückbau des bestehenden Siedlungsgebietes.

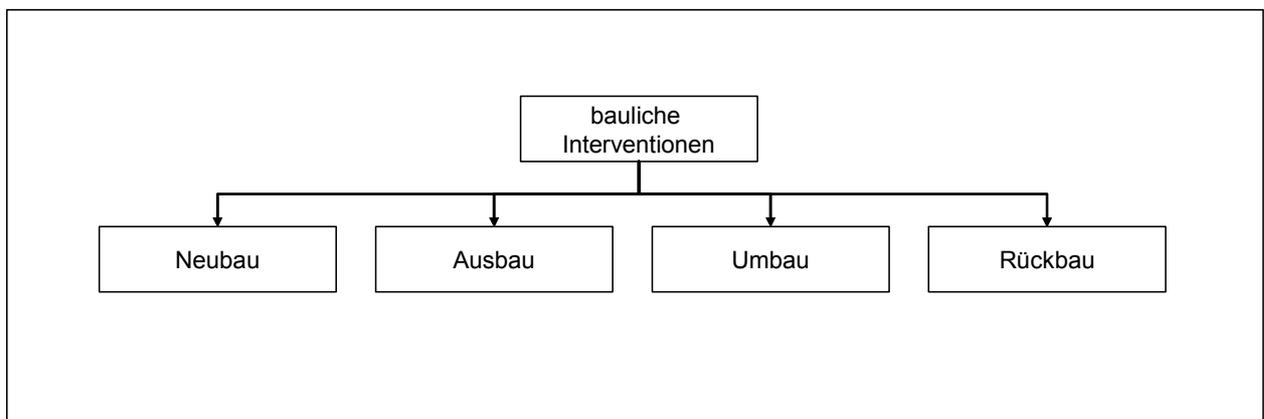


Abbildung 10: Übersicht zu den möglichen baulichen Interventionen im Wohnbereich

Die Gemeinden haben die Möglichkeit, mit der Zonenplanung Einfluss auf die Wohnbautätigkeit zu nehmen. Die Abbildung 11 gibt einen Überblick zu dem Spielraum bei der Zonenplanung:

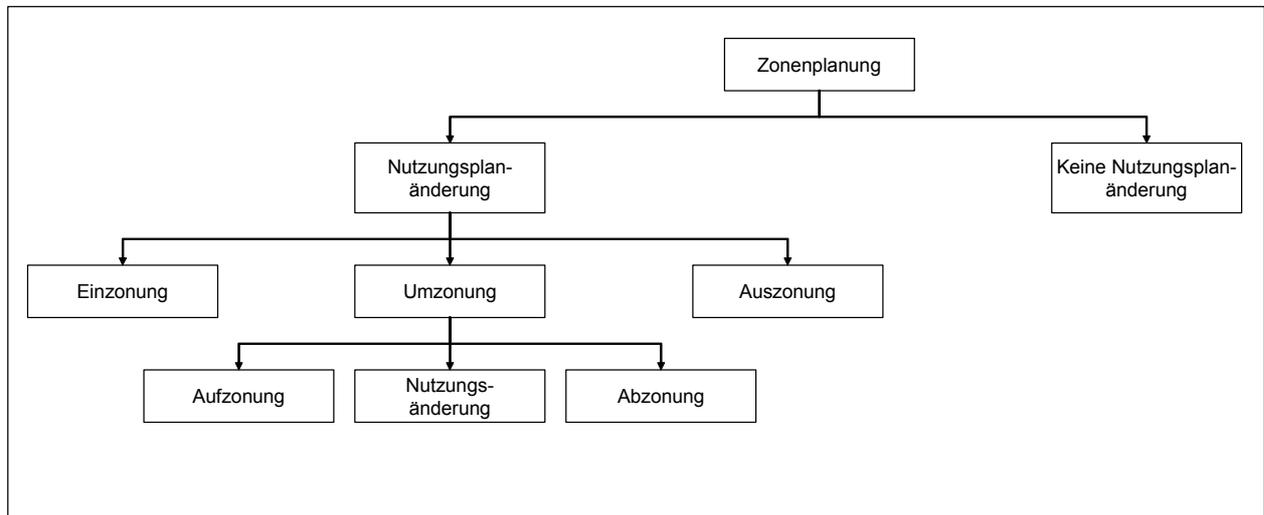


Abbildung 11: Übersicht zu den möglichen Zonenplanänderungen

4.2.2 Identifikation der relevanten Wohnraumnutzungs-Aktionen

In den Veränderungsgebieten findet in der Regel eine bauliche Intervention statt, aufgrund deren sich die Wohnfläche verändert (durch Ausbau oder Rückbau) oder der Wohnpreis (durch Renovation). Die Bautätigkeit kann insbesondere bei Neubautätigkeit und bei Verdichtungen durch eine Zonenplanänderung initiiert sein.

Im Modell sind drei Grundtypen eingerichtet, wie Veränderungen stattfinden können. Diese Grundtypen stellen Kombinationen aus raumplanerischen und bautechnischen Alternativen dar:

- a) **Aktion Neubau:** Nutzungsplanänderung > Einzonung und Neubauten
Nicht-Bauzone wird zu einer Bauzone mit Wohnanteil, darauf werden Neubauten erstellt und bezogen.
- b) **Aktion Verdichtung:** Entweder Nutzungsplanänderung > Umzonung > Aufzonung sowie Neubauten und Ausbauten oder keine Nutzungsplanänderung mit baulichen Tätigkeiten
Im bestehenden Siedlungsgebiet verändert sich die zur Verfügung stehende Wohnfläche. Dabei werden bei einzelnen Parzellen bestehende Wohneinheiten vergrössert und / oder zusätzliche Wohneinheiten errichtet und / oder bestehender Wohnraum rückgebaut und mit Neubau ersetzt. Diese Aktion kann von einer Erhöhung des Ausbaugrades und / oder von einer Erhöhung der Nutzungsziffer begleitet sein (Aufzonung).
- c) **Aktion Siedlungserneuerung:** Keine Nutzungsplanänderung mit Umbau
Durch die Renovation bestehender Wohneinheiten verändert sich der Wohnpreis und / oder die Wohnungsgrösse. Die gesamte, in der Aktion simulierte Wohnfläche bleibt hingegen konstant.

Folgende Aktionen werden im Modell nicht abgebildet:

- Nutzungsplanänderung > Umzonung > Abzonung

Eine Abzonung hat eine Reduktion der Ausnützungsziffer zur Folge, wodurch auf der betroffenen Fläche weniger dicht gebaut werden kann (siehe unter Verdichtung). Diese Massnahme wird z.B. getroffen, um in einem Quartier mit tiefem Ausbaugrad den Quartiercharakter erhalten zu können. Für Parzellen mit hohem Ausbaugrad ist aber der Besitzstand garantiert (vgl. auch Auszonung). Eine Abzonung hat also nicht zur Folge, dass bei bestehenden Gebäuden die anrechenbare Geschossfläche reduziert werden muss. Insofern geht aufgrund der Abzonung kein bestehender Wohnraum verloren, noch ergeben sich andere Wirkungen, die im Modell abgebildet werden müssten.

- Nutzungsplanänderung > Auszonung

Bei Auszonungen ist der bestehende Baubestand garantiert (vgl. auch Abzonung). Es ergibt sich somit keine unmittelbare Veränderung an der bestehenden Bausubstanz. Die Wirkung besteht lediglich darin, dass nach einem allfälligen Rückbau des Gebäudes kein Nachfolgebau erstellt werden darf. Die Hauseigentümer werden deshalb eher darauf bedacht sein, die bestehende Bausubstanz gut zu unterhalten.

- (keine) Nutzungsplanänderung > Nutzungsänderung

Eine Zweckänderung der Raumnutzung von Arbeiten zu Wohnen hat eine Erhöhung des Wohnanteils zur Folge. Im Modell lässt sich diese Aktion nicht in jedem Fall sinnvoll abbilden. Dies hat folgenden Grund: Das Modell bildet nur die Auswirkungen ab, die mit dem Wohnraum im Zusammenhang stehen. Industrie und Gewerbe sind hingegen ausserhalb der Modellgrenze. Wenn nun Gewerbe durch Wohnraum umgenutzt wird, bleibt der Wegfall der Gewerbefläche im Modell unerkannt. Dies würde zu einem verzerrten Bild der Auswirkungen führen, weshalb diese Aktion ausgeschlossen wird.

4.2.3 Berechnungsweise der Wohnraum-Veränderungen aufgrund der raumplanerischen Aktionen

Die wohnräumlichen Auswirkungen werden für die drei relevanten Aktionen in einheitlicher Weise berechnet. Dies erfolgt in drei Schritten. In einem ersten Schritt wird die Wohnraumfläche bestimmt, die entweder neu entsteht oder verändert wird. Diese lässt sich mit den raumplanerischen Kenndaten berechnen:

$$WF = aGSF \cdot AZ \cdot WA \cdot AG$$

Legende:

WF: anrechenbare Geschossfläche, die zu Wohnzwecken genutzt wird

aGSF: anrechenbare Grundstücksfläche

AZ: Ausnützungsziffer

WA: Wohnanteil

AG: Ausbaugrad

Mit der Ausnützungsziffer kann die maximal zulässige Nutzfläche für ein Grundstück berechnet werden. Mit dem Ausbaugrad ist abzuschätzen, welcher Anteil der potenziellen Nutzfläche im Verlaufe der kommenden 15 Jahre tatsächlich realisiert wird. Der Wohnanteil gibt Auskunft, welcher Anteil der Nutzfläche zu Wohnzwecken genutzt wird.

Mit dem zweiten und dritten Schritt findet eine Charakterisierung der veränderten Wohnfläche statt. Im Hinblick auf die Aktion Verdichtung ist zunächst zu berücksichtigen, dass beim Ausbau bestehender Wohnbauten die zusätzliche Wohnfläche sowohl zur Vergrösserung bestehender Wohneinheiten wie auch zur Erstellung neuer Wohneinheiten genutzt werden kann. Über einen Faktor ist der prozentuale Anteil der neu entstehenden Fläche anzugeben, der in neue Wohneinheiten umgesetzt wird. Für die Aktion Neubau ist dieser Wert 100 % (aus der gesamten Wohnfläche entstehen neue Wohneinheiten); für die Siedlungserneuerung ist dieser Wert irrelevant, da keine neue Wohnfläche entsteht. Hingegen ist bei der Aktion Verdichtung als Zusatzinformation anzugeben, ein wie grosser Anteil der Wohnfläche im betrachteten Gebiet renoviert wird.

Als dritter Schritt ist der Wohnraum bezüglich mittlerer Wohnungsgrösse, Wohnpreis (CHF/m²), Eigentums- und Zweitwohnungsquote zu charakterisieren. Diese Angaben dienen dazu, die Anzahl Wohneinheiten zu berechnen, die von der gewählten Aktion betroffen sind sowie die durchschnittlichen Wohnkosten zu ermitteln.

4.2.4 Besonderheiten für die Modellierung der relevanten Aktionen

4.2.4.1 Aktion Neubau

Diese Aktion ist sowohl für die Berechnung als auch für die Modelleingabe der einfachste Fall, da ausschliesslich neue Wohneinheiten entstehen. Es treten keine Besonderheiten auf.

4.2.4.2 Aktion Verdichtung

Bei der Aktion Verdichtung sind bezüglich der raumplanerischen Kenndaten sowohl ein bisheriger wie auch ein künftiger Wert einzugeben. Dabei erhöht sich entweder der Ausbaugrad oder die Ausnützungsziffer. In letzterem Fall ist der Ausbaugrad auf einen Wert festsetzen, der zusätzliche Wohnfläche entstehen lässt. Der minimale Ausbaugrad (keine zusätzliche Wohnfläche) berechnet sich wie folgt:

$$AG_{\min} = AG_{\text{bisher}} \frac{AZ_{\text{bisher}} \cdot WA_{\text{bisher}}}{AZ_{\text{neu}} \cdot WA_{\text{neu}}}$$

Falls beim neuen Ausbaugrad der Wert AG_{\min} eingesetzt wird, bleibt die anrechenbare Geschossfläche unverändert. Wird ein kleinerer Wert als AG_{\min} eingegeben, bedeutet dies ein Verlust an Wohnfläche.

Bei der Verdichtung muss die Charakterisierung des Wohnraumes für drei Raumnutzungsarten angegeben werden: Für die bisherige Raumnutzung sowie für die Raumnutzung in den neu entstehenden und den ausgebauten Wohneinheiten (bzw. Ersatzbauten). Die durchschnittliche Wohnungsgrösse der ausgebauten Wohneinheiten kann nur in einem bestimmten Bereich liegen.

4.2.4.3 Aktion Siedlungserneuerung

Bei der Siedlungserneuerung ist die Charakterisierung des Wohnraumes für zwei Raumnutzungsarten vorzunehmen: Für die Wohneinheiten gemäss der bisherigen Raumnutzung sowie für die renovierten Wohneinheiten.

4.3 Simulation der Auswirkungen von Wohnraumangebotsveränderungen

4.3.1 Einleitung

Die Simulation erfolgt – wie in Abbildung 12 ersichtlich – in vier Schritten¹⁹:

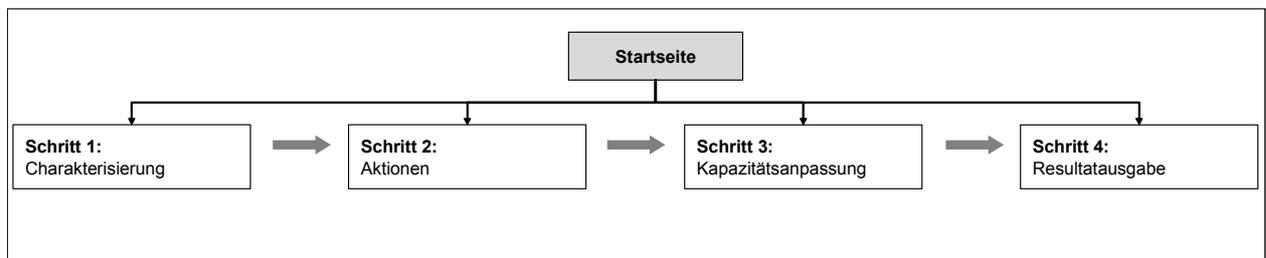


Abbildung 12: Gesamtstruktur der Eingabemaske

Schritt 1 besteht in der Charakterisierung der lokalen Verhältnisse. In Schritt 2 sind die zu simulierenden raumwirksamen Aktionen einzugeben. In Schritt 3 werden die Kapazitäten in spezifischen Bereichen überprüft. Eine allfällige Anpassung – und somit eine Infrastrukturinvestition – erfolgt aufgrund einer bewussten Entscheidung des Benutzers und nicht systembedingt. Somit erhält der Anwender des RBG-Simulators Handlungsspielraum im Sinne der strategischen Planung. Schliesslich stellt Schritt 4 die Visualisierung der Simulationsergebnisse dar.

4.3.2 Schritt 1: Charakterisierung der lokalen Verhältnisse

Zunächst muss der Benutzer in Schritt 1 die Werte für die exogenen Variablen und die Parameter für die Charakterisierung der lokalen Verhältnisse eingeben. Einige dieser Werte (z.B. Lebenserwartung) sind gemeindeunspezifisch und daher für alle Fallstudiengemeinden gleich. Diese Werte sind in der Eingabemaske im Sinne eines Vorschlags bereits ausgefüllt und das Eingabefeld farbig gekennzeichnet. Der Benutzer kann diese Werte jedoch jederzeit anpassen. Andere Werte dagegen sind gemeindespezifisch und werden vom Benutzer direkt eingegeben.

¹⁹ Für genauere Details wird auf das Handbuch des RBG-Simulators hingewiesen.

Die Charakterisierung der lokalen Verhältnisse erfolgt in sieben Rubriken:

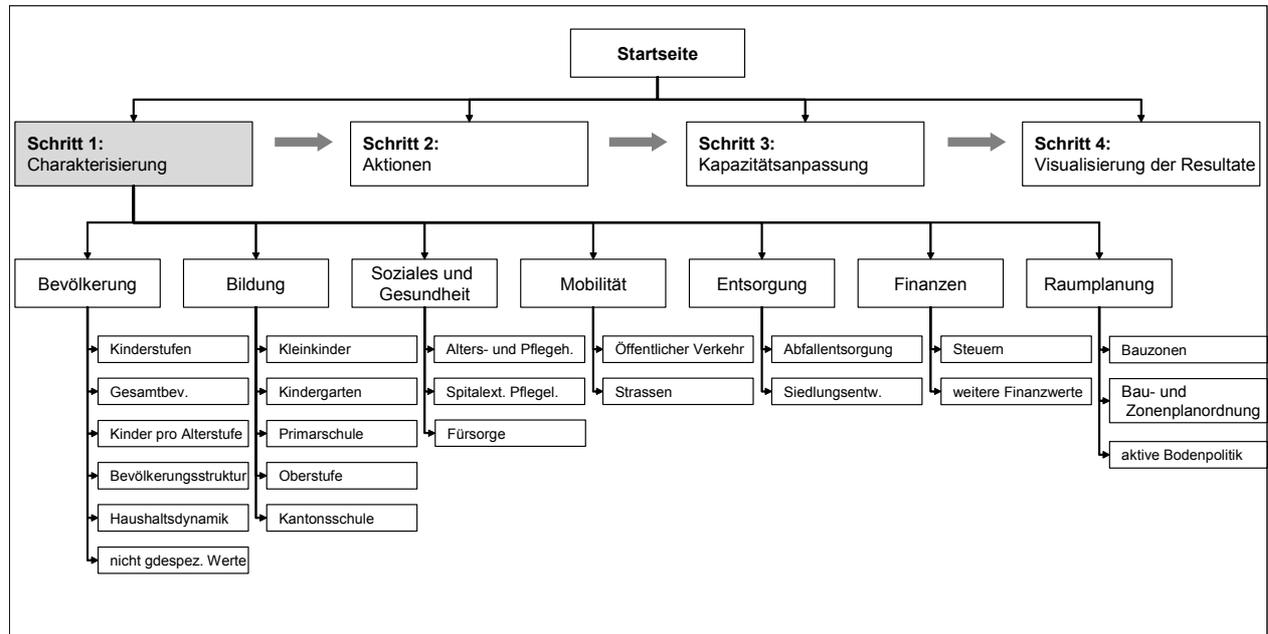


Abbildung 13: Eingabemaske Charakterisierung der lokalen Verhältnisse

Diese Struktur entspricht den politischen Handlungsfeldern einer Gemeinde, so wie sie in einer Gemeindeentwicklungsplanung verwendet werden:

- **Bevölkerung:** Festlegung der Werte für die Charakterisierung der Struktur und Dynamik der Haushalte (und daraus hergeleitet der Bevölkerung), sowohl im Veränderungsgebiet als auch im Rest der Gemeinde.
- **Bildung:** Festlegung der Werte für die Bestimmung der laufenden Kosten bzw. Erträge im Bereich Kinderkrippen, Kindergarten, Primarschule, Oberstufe und Kantonsschule für die Veränderungsgebiete.
- **Soziales und Gesundheit:** Festlegung der Werte für die Bestimmung der laufenden Kosten im Bereich Alters- und Pflegeheime sowie spitalexterne Pflegeleistungen. Hier werden auch die Anzahl von Fürsorgefällen und deren Kosten im Veränderungsgebiet identifiziert.
- **Mobilität:** Festlegung der Werte für die Bestimmung der laufenden Kosten im Bereich öV und Strassen. Für den öV wird im Modell angenommen, dass die Gemeinde für die nicht gedeckten Kosten aufkommen muss. Diese werden als proportional zur Entwicklung der Bevölkerung angenommen. Bei den Strassen berechnet das Modell in Abhängigkeit von der gewählten Aktion den Bedarf an neuer Strasseninfrastruktur (innere und äussere Erschliessung) sowie die damit verbundenen laufenden Kosten. Die Investitionskosten sowie zusätzliche Betriebskosten für die Strassenerschliessung fallen nur bei der Aktion "Neubau" an. Bei den Aktionen "Verdichtung" und "Siedlungserneuerung" wird davon ausgegangen, dass die Erschliessungsinfrastruktur bereits genügend ausgebaut ist.
- **Entsorgung:** Festlegung der Werte für die Bestimmung der laufenden Kosten im Bereich Abfallentsorgung und Siedlungsentwässerung. Für die Abfallentsorgung wird im Modell angenommen, dass die Gemeinde für die nicht gedeckten Kosten aufkommen muss. Diese werden proportional zur Entwicklung der Bevölkerung berechnet. Bei der Siedlungsent-

wässerung berechnet das Modell in Abhängigkeit von der gewählten Aktion den Bedarf an neuer Kanalisation (innere und äussere Erschliessung) sowie die damit verbundenen laufenden Kosten. Die Investitionskosten sowie zusätzliche Betriebskosten für die Siedlungsentwässerung fallen nur bei der Aktion "Neubau" an. Bei den Aktionen "Verdichtung" und "Siedlungserneuerung" wird davon ausgegangen, dass die Erschliessungsinfrastruktur bereits genügend ausgebaut ist.

- **Finanzen:** Festlegung der Werte für die Bestimmung der Steuereinnahmen im Veränderungsgebiet. Auch weitere Finanzwerte wie Zins- und Abschreibungssätze müssen hier vom Benutzer festgelegt werden.
- **Raumplanung:** Wiedergabe der Bauzonen mit Angabe der Ausnutzungsziffer gemäss dem kommunalen Baureglement und des durchschnittlichen Wohnanteils. Diese Angaben erleichtern im Schritt 2 die Charakterisierung der Aktionen. Ausserdem sind Angaben zu den ungedeckten Kosten bei der Bearbeitung von Baugesuchen zu machen sowie zu den finanziellen Auswirkungen einer aktiven Bodenpolitik.

4.3.3 Schritt 2: Aktionen

Im Schritt 2 stellt sind die raumplanerischen Aktionen anzugeben, die im Modell simuliert werden sollen. Der RBG-Simulator erlaubt dem Benutzer, die Auswirkungen von nur einer Aktion zu berechnen oder aber die Wirkung von mehreren Aktionen in die Simulation einzubeziehen. Für die Eingabe von Aktionen stehen als Grundtypen „Neubau“, „Verdichtung“ und „Siedlungserneuerung“ zur Verfügung:

In diesem Schritt muss der Benutzer nach der Charakterisierung der homogenen Wohneinheiten diese mit einer bestimmten Verteilung von Haushaltstypen besiedeln. Für die Details zur Besiedlungsstruktur siehe Kapitel 3.4.

Maximal können 20 Aktionen eingegeben werden. Eine Begrenzung musste aus Gründen der Modellkomplexität vorgenommen werden. Mit 20 Aktionen sollten sich allerdings ausreichend vielfältige Simulationen rechnen lassen. Sinnvollerweise ist in der Regel mit weniger Aktionen zu arbeiten. Je mehr Aktionen in die Modellrechnung einbezogen werden, desto schwieriger wird es, die Simulationsresultate nachvollziehen zu können.

4.3.4 Schritt 3: Kapazitätsüberprüfung

In Schritt 3 werden die Infrastruktur-Kapazitäten namentlich im Bereich Bildung sowie bei den Alters- und Pflegeheimen überprüft. Unter „Weitere Investitionen“ lassen sich zusätzliche Infrastrukturbedürfnisse in die Simulation integrieren (z.B. Mehrzweckhalle, Schwimmbad).

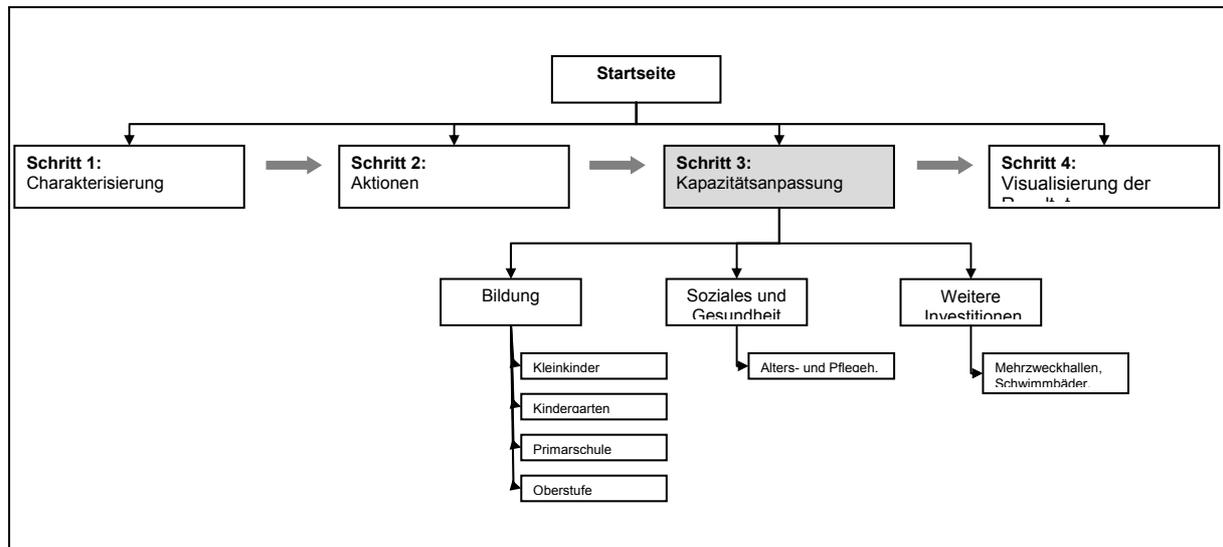


Abbildung 14: Eingabemaske Kapazitätsüberprüfung

Die Kapazitäten im Bereich Bildung und Alters- und Pflegeheime hängen sowohl von der Bevölkerungsentwicklung in den Veränderungsgebieten als auch von der Bevölkerungsentwicklung im Gemeindegebiet ohne simulierte Raumangebots-Veränderungen ab. Der Benutzer wird in Abhängigkeit der gewählten Aktion über die neue Kapazitätssituation informiert. Bei einer Überschreitung der vorhandenen Kapazitäten hat der Benutzer die Möglichkeit, neue Investitionen einzuplanen und die sich ergebenden Konsequenzen in die Simulation der Entwicklung der Gemeindefinanzen zu berücksichtigen. Bei dem Posten „weitere Investitionen“ dagegen handelt es sich um Entscheide, die nicht direkt von der Bevölkerungsentwicklung abhängen. Sie sind eher im Rahmen von Standortattraktivitätsüberlegungen zu situieren und können zur Abrundung eines bestimmten Szenarios (z.B. Bau eines Hallenbades bei einer grösseren Neueinzonung mit einer stark von jungen Familien geprägten Besiedlungsstruktur) verwendet werden.

4.3.5 Schritt 4: Visualisierung

Schritt 4 stellt die Visualisierung der Simulationsauswirkungen dar. Dabei werden dem Benutzer eine Vielzahl von Kennzahlen und Grafiken zur Verfügung gestellt.

4.3.6 Szenarien vs. Sensitivitätsanalysen

Für jede Simulation können bis maximal drei Szenarien berechnet werden. Das Tool ist so flexibel gebaut, dass der Benutzer die Bedeutung der einzelnen Szenarien selber definieren kann (z.B. Pessimistisch/Trend/Optimistisch oder FokusJung/FokusGemischt/FokusAlt) und die Eingabewerte (d.h. die Werte der exogenen Variablen) entsprechend anpassen.

Die Struktur des Prototyps erlaubt auch jederzeit Sensitivitätsanalysen durchzuführen. Dabei muss man im Rahmen einer bestimmten Aktion oder einer Kombination von Aktionen nur für einen Parameter mit unterschiedlichen Werten arbeiten. Für den Rest der Parameter und für die exogenen Variablen werden dagegen dreimal die gleichen Werte eingefügt. Somit kann z.B. untersucht werden, wie die Steuereinnahmen auf eine Veränderung des Ausbaugrades oder wie die Nettoverschuldung auf eine Veränderung der Zinsen reagiert.

5 Simulationsresultate

Die Simulationsresultate sind in drei separaten Berichten enthalten.

6 Glossar

Im Folgenden werden die wichtigsten im vorliegenden Bericht benutzen Begriffe in alphabetischer Reihenfolge definiert:

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Abzoning</i> | Bei einem Grundstück aus der Bauzone wird die Nutzungsziffer verringert. |
| <i>Aktionen</i> | Es handelt sich modellhaft charakterisierte Wohnraum-Veränderungen. Das Modell berücksichtigt drei Typen von Aktionen: Neubau, Verdichtungen (mit oder ohne Umzoning) und Siedlungserneuerungen. |
| <i>Neueinzoning</i> | Ein Grundstück aus der Nicht-Bauzone wird einer Bauzone zugeordnet. |
| <i>Siedlungserneuerung</i> | Durch die Renovation bestehender Wohneinheiten erhöht sich das Ausbaustandard (und somit der Wohnpreis) und/oder die Wohnraumbeanspruchung. |
| <i>Ausbau</i> | Vergrößerung bestehender Wohnobjekte |
| <i>Auszoning</i> | Ein Grundstück aus der Bauzone wird einer Nicht-Bauzone zugeordnet. |
| <i>Ausdünnung</i> | Unter Ausdünnung wird ein steigender Wohnraumbedarf pro Person verstanden. |
| <i>Aufzoning</i> | Bei einem Grundstück aus der Bauzone wird die Nutzungsziffer erhöht. |
| <i>Bauliche Intervention</i> | Bauliche Veränderung des Siedlungsgebietes durch Neubau sowie Ausbau, Umbau oder Rückbau von bestehenden Siedlungsstrukturen. Es werden nur Veränderungen berücksichtigt, die für den Wohnbereich von direkter Bedeutung sind. |
| <i>Endogene Variablen</i> | Endogene Variablen sind Grössen, die im Modell selber berechnet werden (abhängige Grössen). Die entsprechenden Werte sind also Modellresultate bzw. Modellzwischenresultate. |
| <i>Einzoning</i> | Siehe Neueinzoning |
| <i>Exogene Variablen</i> | Exogene Variablen sind Grössen, die im Modell fix vorgegeben werden müssen (unabhängige Variablen). Sie bilden gewissermassen den Modell-Input und sind vom Benutzer veränderbar, um unterschiedliche Szenarien zu analysieren. |
| <i>Homogene Wohneinheiten</i> | Stellen eine Unterteilung des Gebietes mit Wohnraumveränderungen dar. Homogene Wohneinheiten unterscheiden sich voneinander bezüglich Wohnungsgrösse, Wohnstandard (ausgedrückt durch den Wohnpreis), Anteil Wohneigentum, Anteil Zweitwohnungen und zeitliche Staffelung (Bauperiode). |
| <i>Neubau</i> | Erstellung von neuen Wohnobjekten. |
| <i>Nutzungsänderungen</i> | Auf einem Grundstück aus der Bauzone wird der Nutzungszweck (insbesondere Wohnen und Arbeiten) geändert. |
| <i>Nutzungsplanänderung</i> | Änderung der Nutzungszonen im kommunalen Zonenplan. |

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Parameter</i> | Parameter sind fix vorgegebene Werte, welche die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Input- und Output-Grössen spezifizieren. Sie können vom Benutzer verändert werden, um die Sensitivität bzw. die Reaktion des Modelloutputs zu überprüfen |
| <i>Rückbau Szenarien</i> | Abbruch von bestehenden Wohnobjekten Ein Szenario ist das Simulationsresultat einer bestimmten Auswahl von exogenen Variablen. Die Auswahl und die Wertauswahl für die exogenen Variablen im Rahmen einer bestimmten Szenarioberechnung kann aufgrund von unterschiedlichen Kriterien stattfinden (z.B. Pessimistisch/Trend/Optimistisch oder Fokus Jung/Fokus Gemischt/Fokus Alt). Durch den Vergleich von verschiedenen Szenarien können somit die Auswirkungen unterschiedlicher exogener Grössen verglichen werden. Das Modell erlaubt eine beliebige Szenariokombination. Sinnvoll sind aber v.a. Szenarien, welche das Wohnangebot betreffen. |
| <i>Sensitivitätsanalysen</i> | Untersuchen die Sensitivität der Modellresultate auf Veränderungen der Parameter-Werte. Somit kann der Anwender Hinweise erhalten, welche Parameter für die Qualität der Resultate besonders wichtig sind. |
| <i>Umbau</i> | Erneuerung bestehender Wohnobjekte (Renovation) |
| <i>Umzonung</i> | Ein Grundstück wird einer anderen Bauzone zugeteilt. |
| <i>Veränderungsgebiet</i> | Es handelt sich um einen Perimeter, welcher Veränderungen des Wohnraumangebots erfährt. |
| <i>Verdichtung</i> | Bei einer Verdichtung erhöht sich das Verhältnis der anrechenbaren Geschossfläche zur anrechenbaren Grundstücksfläche. Mit anderen Worten: Die Nutzfläche auf einer vorgegebenen Grundstücksfläche wird vergrössert. Dies kann durch eine Ausschöpfung des vorhandenen Spielraums im Rahmen der bestehenden Nutzungsziffer oder über eine Erhöhung der Nutzungsziffer (Aufzonung) erfolgen. |

Literaturverzeichnis

Amt für Gemeinden und Raumordnung (1998), *Räumliche Entwicklung und Finanzen – ein Gegensatz?*, in Zusammenarbeit mit BHP, Bern.

Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (1994), *Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsformen auf den Gemeindefinanzhaushalt*, Bern.

Baudepartement des Kantons Aargau, Abt. Raumplanung (2001), *Kommunale Raumplanung zwischen Aufwand und Ertrag, Finanzielle Konsequenzen siedlungsplanerischer Massnahmen*, Aarau.

Beljean, T. u.a. (2003), *Lastenausgleich – Schlussbericht: Eine Studie im Auftrag der Regionalplanung Oberes Wiggertal-Luthertal und des Regionalplanungsverbands Wiggertal-Surental*, Institut für Betriebs- und Regionalökonomie der HSW Luzern.

Bundesamt für Statistik, BFS (2002), *Volkswirtschaftliche Jahresrechnung 2001*, Neuenburg.

Bundesamt für Statistik, BFS (2005), *Eidgenössische Volkszählung 2000: Haushalte und Familien*, Neuenburg.

Ecoplan (2000), *Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten, Bericht zu Händen des ARE, des seco und des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (ARG)*.

Gewässerschutzgesetz, GschG, Art. 60a, Abs. 1-3

Hezel, D. u.a. (1984), *Siedlungsformen und soziale Kosten, Beiträge zur kommunalen und regionalen Planung*, Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main.

IRAP, Forschungsprojekt (2003), *Infrastrukturkosten in der kommunalen Entwicklungsplanung – Ein Zwischenbericht zu Händen der KTI, Rapperswil, (2003)*.

Österreichische Raumordnungskonferenz Örok (1999), *Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, Gutachten des Österreichischen Instituts für Raumplanung (ÖIR)*, Wien.

Planungsamt der Stadt Thun (1998), *Räumliche Analyse der Steuereinnahmen*.

Raumplanungsamt des Kantons Bern (1991), *Folgekosten raumplanerischer Massnahmen: Finanzielle Folgen von Einzonungen, Erschliessungen und Überbauungen und deren Tragbarkeit für die Gemeinde*.

RPG-NO Informationsblatt 1/01, Tagung der RPG-NO vom 17. Mai 2001, *Siedlungsplanung und Gemeindefinanzen*, Schaffhausen.

Würth, M. (2003), *Wohnformen und Steuereinnahmen, Working paper, Stabstelle Stadtentwicklung Winterthur*.

Anhänge

- **Technischer Anhang Baustein Haushalte**
- **Technischer Anhang Sozialhilfe**
- **Technischer Anhang Baustein Steuern**

Technischer Anhang zum Modellbaustein H

Formale Darstellung und Parameterbestimmung

Tobias Beljean, IBR Luzern

10. März 2007

1 Einleitung und Überblick

Die Simulation der Bevölkerungsdynamik erfolgt im RBG-Modell via Dynamik der *Haushalte*, wobei diese Dynamik als stochastischer Prozess modelliert wird. In diesem Anhang werden die in den Excel-Tabellen programmierten Zusammenhänge formal hergeleitet. Im Abschnitt 2 wird der Zusammenhang zwischen Haushalts- und Bevölkerungsstruktur aufgezeigt, im Abschnitt 3 das dynamische Modell entwickelt und im Abschnitt 4 dessen Stabilitätseigenschaft skizziert. Abschnitt 5 zeigt schliesslich, wie die diversen Parameter ermittelt wurden.

2 Haushalts- und Bevölkerungsstruktur

Im Modell werden die Haushalte nach zwei Kriterien gegliedert: Haushaltstyp und Haushaltsalter. Jeder Haushalt wird einem von n Typen zugeordnet, und alle Haushalte eines Typs werden in m (für alle Haushaltstypen gleich definierte) Alterklassen geteilt. Somit gibt es insgesamt $k = m \times n$ Haushaltskategorien.

Ist h_t die Anzahl Haushalte in Periode t , lässt sich die Haushaltsstruktur durch folgenden (Spalten-)Vektor beschreiben:

$$\mathbf{h}_t = [h_{11t} \quad \cdots \quad h_{1mt} \quad \cdots \quad h_{ijt} \quad \cdots \quad h_{nt} \quad \cdots \quad h_{nmt}]'$$

mit

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m h_{ijt} = h_t$$

Die demographische Dynamik wird im RBG-Modell als *Haushaltdynamik* modelliert, d.h. der Angelpunkt im Modellbaustein H ist die zeitliche Entwicklung von \mathbf{h}_t . Um daraus Aussagen über die *Bevölkerungsdynamik* machen zu können, sind weitere Annahmen zu treffen. Dies geschieht über eine Reihe von Parametern, die gemeindespezifisch definiert werden können und von denen im Modell angenommen wird, dass sie im Zeitverlauf unverändert bleiben:

e_{ij} : Anzahl erwachsene Personen in Haushalten der Altersklasse j des Typs i

c_{ijk} : Anzahl Kinder der Altersklasse k (von insgesamt l Klassen) in Haushalten der Altersklasse j des Typs i

Somit lassen sich aus \mathbf{h}_t spezifische (für die finanziellen Auswirkungen relevanten) Bevölkerungsaggregate einer Gemeinde ableiten:

- Gesamtbevölkerung = $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(e_{ij} + \sum_{k=1}^l c_{ijk} \right) \cdot h_{ij}$
- Anzahl Kinder der Altersstufe $k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ijk} \cdot h_{ij}$

3 Formale Darstellung des Modells

Zur Vereinfachung der Darstellung werden die Indices für Haushaltstyp und -alter zu *einem* Haushaltskategorieindex zusammengefasst

$$\begin{aligned} \mathbf{h}_t &= [h_{11t} \ \cdots \ h_{1mt} \ \cdots \ h_{ijt} \ \cdots \ h_{n1t} \ \cdots \ h_{nmt}]' \\ &= [h_{1t} \ \cdots \ h_{i't} \ \cdots \ h_{kt}]' \end{aligned}$$

mit

$$i' = (i - 1) \cdot m + j$$

und

$$\sum_{i'=1}^k h_{i't} = h_t \quad \text{mit} \quad k = n \cdot m$$

3.1 Stochastischer Prozess

Die Haushaltsdynamik – d.h. die Veränderung von \mathbf{h}_t im Zeitverlauf – wird als stochastischer Prozess modelliert: Es wird eine Abbildungsregel formuliert, welche die *Wahrscheinlichkeit* vorgibt, dass die Gemeinde im Zeitpunkt $t + 1$ eine bestimmte Haushaltsstruktur hat, gegeben die Haushaltsstruktur in den vorhergehenden Perioden. Damit die Dynamik in einer Excel-Tabelle programmierbar ist, wird zusätzlich angenommen, dass diese Wahrscheinlichkeit einzig von der Struktur in der Vorperiode (t) abhängt.¹

Die Haushaltsdynamik setzt sich aus vier Komponenten zusammen:

- **Wechsel des Haushaltstyps:** Im Zeitverlauf können Haushalte den Typus, dem sie angehören, wechseln, beispielsweise indem ein Paarhaushalt Kinder bekommt (Wechsel vom Typus „Paarhaushalt“ zum Typus „Haushalt mit Kindern“). Bei dieser Komponente handelt es sich definitionsgemäss um eine reine **Binnendynamik**, weil hier Haushalte nicht wegziehen.
- **Wechsel des Haushaltsalters:** Über die Zeitstrecke, auf die sich das Modell bezieht, muss auch der **Alterung** der Haushalte Rechnung getragen werden, d.h. Haushalte eines bestimmten Typs steigen fortlaufend in höhere Altersklassen, bis sie schliesslich sterben (d.h. aus der Gemeinde „wegziehen“).
- **Wegzug:** Neben dem Tod eines Haushaltes gibt es auch die Möglichkeit eines diesseitigen Umzugs, d.h. Haushalte können ihr Domizil in eine andere Gemeinde verlagern.

¹Vgl. etwa Simon & Blume (1994), S. 616

- **Zuzug:** Die durch Todesfälle und Wegzüge leer werdenden Wohneinheiten werden durch zuziehende Haushalte ersetzt.

Zur Darstellung als stochastischer Prozess müssen nun für alle vier „Teildynamiken“ die entsprechenden Übergangswahrscheinlichkeiten definiert werden.

Bei der **Binnendynamik** geht es – allgemein formuliert – um Wechsel der Haushalte zwischen den k Haushaltskategorien *innerhalb* der Gemeinde. Ein Haushalt kann sich im Zeitpunkt t in einer von k Kategorien befinden und beim Übergang zur Periode $t + 1$ entweder noch in der gleichen Kategorie oder in einer der anderen $k - 1$ Kategorien befinden. Dieser Wechsel wird mit Übergangswahrscheinlichkeiten abgebildet: Ein Haushalt, der in der Periode t der Kategorie i angehört, befindet sich in der darauffolgenden Periode $t + 1$ mit einer Wahrscheinlichkeit ϕ_{ji} in der Kategorie j . Insgesamt gibt es $k \times k$ solcher Übergangswahrscheinlichkeiten, die sich als Matrix darstellen lassen:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \cdots & \phi_{1i} & \cdots & \phi_{1k} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \cdots & \phi_{2i} & \cdots & \phi_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ \phi_{j1} & \phi_{j2} & \cdots & \phi_{ji} & \cdots & \phi_{jk} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{k1} & \phi_{k2} & \cdots & \phi_{ki} & \cdots & \phi_{kk} \end{bmatrix}$$

Die Tatsache, dass sich ein Haushalt vorher und nachher noch in der gleichen Gemeinde befindet, äussert sich darin, dass sich die Spalten dieser Matrix immer zu eins aufaddieren:

$$\sum_{j=1}^k \phi_{ji} = 1$$

d.h. Φ ist eine sogenannte Markov-Matrix.²

Die Modellierung der **Alterung** erfolgt grundsätzlich analog zur Binnendynamik, mit dem Unterschied, dass – infolge der Todesfälle – die Spaltensummen nicht immer gleich eins sind. Die Übergangswahrscheinlichkeiten α_{ji} lassen sich ebenfalls zu einer $k \times k$ -Matrix (\mathbf{A}) zusammenfassen, wobei

$$\sum_{j=1}^k \alpha_{ji} \leq 1$$

Beim **Wegzug** findet ein Wechsel aus einer der k Kategorien an einen anderen Wohnort statt. Dieser „andere Wohnort“ wird nicht weiter spezifiziert, sondern als „Rest der Welt“ quasi zu einer weiteren Haushaltskategorie zusammengefasst. Zur Beschreibung als stochastischer Prozess reicht deshalb ein Vektor von k Wegzugswahrscheinlichkeiten aus:

$$\omega = [\omega_1 \quad \omega_2 \quad \cdots \quad \omega_k]$$

Ein Haushalt, der in Periode t in der Gemeinde wohnhaft ist und der Kategorie i angehört, befindet sich in Periode $t + 1$ mit einer Wahrscheinlichkeit von ω_i im „Rest der Welt“.

²Vgl. etwa Simon & Blume (1994), S. 616

Der **Zuzug** eines Haushalts in eine Wohneinheit, die aufgrund eines Wegzugs (Todesfall oder Migration) frei geworden ist, erfolgt aus dem „Rest der Welt“ in die Gemeinde.³ Es kann also ein Wahrscheinlichkeitsvektor definiert werden, der angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit der zuziehende Haushalt einem der k Haushaltskategorien angehören wird. Da er in der Gemeinde einer Kategorie angehören *muss*, beträgt die Summe der Wahrscheinlichkeiten 1:

$$\zeta = \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \vdots \\ \zeta_k \end{bmatrix} \quad \text{mit} \quad \sum_{i=1}^k \zeta_i = 1$$

Im Folgenden werden diese vier Komponenten zu *einem* dynamischen Haushaltsmodell zusammengefügt. Dabei wird unterschieden zwischen einem *Basismodell*, in dem nur die oben erwähnte Haushaltsdynamik spielt und einer erweiterten Variante, in der – aufbauend auf dem Basismodell – auch *exogene Weg- oder Zuzüge* stattfinden.

3.2 Basismodell

Bezüglich der vier dynamischen Komponenten wird im Modell folgende Sequenz unterstellt: Beim Wechsel von einer Periode zur nächsten erfolgt zuerst der Wechsel des Haushaltstyps (Binnendynamik), dann die Alterung, dann die Wegzüge und schliesslich die Zuzüge.

Ist die Haushaltsstruktur \mathbf{h}_t , beträgt sie nach erfolgter Binnendynamik $\Phi \cdot \mathbf{h}_t$ und nach der Alterung $\mathbf{A} \cdot \Phi \cdot \mathbf{h}_t$. Die nach den Wegzügen in der Gemeinde verbleibenden Haushalte, verteilt auf die k Kategorien sind

$$\mathbf{v}_t = \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t \tag{1}$$

mit

$$\mathbf{M} = \Omega_- \cdot \mathbf{A} \cdot \Phi \quad \text{und} \quad \Omega_- = \begin{bmatrix} 1 - \omega_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 - \omega_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 - \omega_k \end{bmatrix}$$

Bezüglich der Zuzüge wird im Modell als zusätzliche Bedingung unterstellt, dass sie der Anzahl gestorbener und wegziehender Haushalte entspricht, korrigiert um einen Ausdünnungsfaktor. Die Anzahl Haushalte, die die Gemeinde in Periode t insgesamt verlassen, ergibt sich aus der Differenz der Anzahl Haushalte zu Beginn der Periode (h_t) und der Anzahl verbleibender Haushalte nach Alterung und Wegzügen (v_t):

$$w_t = h_t - v_t \tag{2}$$

Es wird unterstellt, dass die Ausdünnung immer einem konstanten Anteil (d) der Anzahl Haushalte bei Periodenbeginn entspricht. Die Anzahl Haushalte, die

³**Beachte:** Da das RBG-Modell sich durch die Grenzbetrachtung auf das Veränderungsgebiet konzentriert, schliesst ein Zuzug aus dem „Rest der Welt“ einen Umzug innerhalb der Gemeinde (d.h. aus dem „Rumpf“ der Gemeinde) nicht aus.

infolge dieser Ausdünnung im Zeitpunkt t „verloren“ gehen, d.h. nicht mehr ersetzt wird, beträgt folglich $d \cdot h_t$. Durch Einsetzen von (2) erhält man somit für die Anzahl Zuzüge im Zeitpunkt t :

$$z_t = w_t - d \cdot h_t = (1 - d) \cdot h_t - v_t \quad (3)$$

Die Verteilung dieser Zuzüge auf die k Kategorien ist

$$\mathbf{z}_t = \boldsymbol{\zeta} \cdot z_t \quad (4)$$

Im Modell wird angenommen, dass die Verteilung $\boldsymbol{\zeta}$ eine modellendogene Grösse ist: Die Verteilung der als Ersatz zuziehenden Haushalte auf die k Kategorien sei gleich wie die Verteilung der nach Alterung und Wegzügen in Periode t in der Gemeinde verbleibenden Haushalte:

$$\boldsymbol{\zeta}_t = \frac{1}{v_t} \cdot \mathbf{v}_t \quad (5)$$

Die Haushaltstruktur im Zeitpunkt $t+1$ ergibt sich schliesslich als die Summe der Vektoren der verbleibenden und der zuziehenden Haushalte:

$$\mathbf{h}_{t+1} = \mathbf{v}_t + \mathbf{z}_t$$

Durch Einsetzen von (4) und (5) folgt

$$\mathbf{h}_{t+1} = \mathbf{v}_t + \frac{z_t}{v_t} \cdot \mathbf{v}_t = \frac{v_t + z_t}{v_t} \cdot \mathbf{v}_t$$

Gemäss (3) beträgt der Zähler des Bruchs $(1 - d) \cdot h_t$. Ist $\mathbf{1}$ ein Zeilenvektor mit k mal dem Eintrag 1, gilt $v_t = \mathbf{1} \cdot \mathbf{v}_t$. Dadurch erhält man mit (1) für das Basismodell

$$\mathbf{h}_{t+1} = \frac{(1 - d) \cdot h_t}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t \quad (6)$$

Diese Formel wird im RBG-Modell im Excel-Tabellenblatt **H Basis** verwendet.

3.3 Haushaltsdynamik bei exogenen Weg- und Zuzügen

Das Basismodell zeigt die zeitliche Entwicklung der Haushaltsstruktur bei unverändertem Wohnraumangebot. Wegziehende und zuziehende Haushalte entstehen einzig infolge regulärer Binnendynamik, Alterung und Migration. Sobald im betrachteten Veränderungsgebiet neuer Wohnraum entsteht und/oder alter Wohnraum verschwindet, kommt ein weiterer Einflussfaktor der Haushaltsdynamik hinzu. Im RBG-Modell sind diese Zu- und Wegzüge infolge des veränderten Wohnraumangebots exogene Grössen. Sie lassen sich für jede Periode als zwei Vektoren darstellen, wobei die Indizes W bzw. Z für die exogenen Weg- bzw. Zuzüge stehen:⁴

$$\Delta \mathbf{h}_t^W = \begin{bmatrix} \Delta h_{1t}^W \\ \Delta h_{2t}^W \\ \vdots \\ \Delta h_{kt}^W \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \Delta \mathbf{h}_t^Z = \begin{bmatrix} \Delta h_{1t}^Z \\ \Delta h_{2t}^Z \\ \vdots \\ \Delta h_{kt}^Z \end{bmatrix}$$

⁴Beachte: Im Excel-Modell ist die Zeitindexierung der Migration infolge verändertem Wohnraumangebot $t + 1$

Die exogene Veränderung der Anzahl Haushalte insgesamt in Periode t ist damit

$$\Delta h_t^W = \sum_{i=1}^k \Delta h_{it}^W \quad \text{und} \quad \Delta h_t^Z = \sum_{i=1}^k \Delta h_{it}^Z$$

Um die finanziellen Auswirkungen dieser Zu- und Wegzüge infolge des veränderten Wohnraumangebotes (insbesondere in steuerlicher Hinsicht) berechnen zu können, ist es von Bedeutung, dass die Dynamik der Haushalte in den alten Wohneinheiten (d.h. denjenigen, die zu Beginn des Berechnungszeitraums bereits vorhanden sind) von derjenigen der Haushalte, die in neu entstehende Wohneinheiten einziehen, unterschieden wird. D.h. die Dynamik der W - und die Z -Haushalte wird separat modelliert, indem die jeweiligen exogenen Veränderungen mit der Dynamik aus dem Basismodell kombiniert werden. Unterstellt man, dass diese exogene Veränderung der Anzahl Haushalte erst *nach* vollzogener Binnendynamik, Alterung und (regulärer) Migration eintritt erhält man mit (6):

$$\mathbf{h}_{t+1}^W = \frac{(1-d) \cdot h_t^W}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^W} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^W - \Delta \mathbf{h}_t^W \quad (7)$$

$$\mathbf{h}_{t+1}^Z = \frac{(1-d) \cdot h_t^Z}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^Z} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^Z + \Delta \mathbf{h}_t^Z \quad (8)$$

Der Haushaltsvektor der zuziehenden Haushalte ist im Basisjahr definitionsgemäss⁵

$$\mathbf{h}_0^Z = \mathbf{0}$$

und derjenige der wegziehenden Haushalte wird im Modell als die Summe aller exogenen Wegzüge im Simulationszeitraum (T) definiert:⁶

$$\mathbf{h}_0^W = \sum_{t=1}^T \Delta \mathbf{h}_t^W$$

Die Formeln (7) bzw. (8) werden in den Excel-Blättern **H Weg** bzw. **H Zu** verwendet. Im Blatt **H Delta** findet sich die Differenz zwischen der Entwicklung mit exogenen Weg- und Zuzügen und dem Basismodell:

$$\mathbf{h}_t^\Delta = \mathbf{h}_t^W + \mathbf{h}_t^Z - \mathbf{h}_t^B$$

4 Gleichgewicht und Stabilität

4.1 Basismodell

Die durch Gleichung (6) gegebene Dynamik des Basismodells führt dazu, dass die Anzahl Haushalte für $d > 0$ gegen den Wert 0 konvergiert. Um die Stabili-

⁵Beachte: h_{t+1} ist für 0 nicht definiert, im Modell wird der Ausdruck $\frac{(1-d) \cdot h_t^Z}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^Z} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{h}_t^Z$ dann als 0 ausgegeben.

⁶Dies gilt natürlich nur annäherungsweise. Eine genaue Lösung wäre in Excel jedoch nicht programmierbar.

tätseigenschaften in Bezug auf die *Zusammensetzung* der Haushalte zu analysieren, definieren wir die Anteile der Haushaltskategorien als

$$\boldsymbol{\eta}_t = \frac{1}{h_t} \cdot \mathbf{h}_t$$

Berücksichtigt man ausserdem, dass im Basismodell gilt

$$h_{t+1} = (1 - d) \cdot h_t$$

kann (6) geschrieben werden als

$$\boldsymbol{\eta}_{t+1} = \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}_t} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}_t \quad (9)$$

Ein stabiler Zustand ist erreicht, wenn

$$\boldsymbol{\eta}^* = \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}^*} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}^*$$

$\boldsymbol{\eta}^*$ muss ein Eigenvektor von \mathbf{M} sein, denn – mit λ^* als entsprechendem Eigenwert – gilt

$$\mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}^* = \boldsymbol{\eta}^* \cdot \lambda^*$$

und folglich

$$\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}^* = \mathbf{1} \cdot \boldsymbol{\eta}^* \cdot \lambda^* = \lambda^*$$

Durch rekursives Einsetzen erhält man aus (9)

$$\boldsymbol{\eta}_t = \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M}^t \cdot \boldsymbol{\eta}_0} \cdot \mathbf{M}^t \cdot \boldsymbol{\eta}_0 \quad (10)$$

Sei \mathbf{A} eine Diagonalmatrix mit den Eigenwerten der Matrix \mathbf{M} und \mathbf{V} die Matrix mit den dazugehörigen Eigenvektoren, dann ist

$$\mathbf{M} = \mathbf{V}\mathbf{A}\mathbf{V}^{-1} \quad \text{und} \quad \mathbf{M}^t = \mathbf{V}\mathbf{A}^t\mathbf{V}^{-1}$$

Weil die Spaltensummen von \mathbf{A} teilweise und diejenigen von $\boldsymbol{\Omega}_-$ im Allgemeinen kleiner als 1 sind, nähert sich $\mathbf{M}^t = (\boldsymbol{\Omega}_- \cdot \mathbf{A} \cdot \boldsymbol{\Phi})^t$ mit steigendem t der Nullmatrix. Das impliziert, dass die (absoluten) Eigenwerte von \mathbf{M} alle kleiner als eins sind.⁷ Weil $\mathbf{M}^t \cdot \boldsymbol{\eta}_0$ in Gleichung (10) sowohl im Nenner als auch im Zähler vorkommt, konvergiert $\boldsymbol{\eta}_t$ gegen den auf eins normierten Eigenvektor, der zum grössten dieser Eigenwerte (λ^*) gehört.⁸

4.2 Exogene Weg- und Zuzüge

Im Teilmodell mit exogenen Wegzügen erreicht h_t definitionsgemäss bereits im endlichen Zeitrahmen den Wert 0, so dass sich Überlegungen zum Stabilitätsverhalten erübrigen.

⁷Vgl. Simon & Blume (1994), S. 616ff.

⁸Dividiert man \mathbf{M} im Nenner und Zähler von (10) durch λ^* , wird der entsprechende Eintrag in \mathbf{A} gleich 1.

Bei den Zuzügen verändert sich die Gesamtzahl der Haushalte nicht nur durch die Ausdünnung sondern auch durch die Zu- oder Wegzüge infolge Veränderungen des Angebots an Wohneinheiten:

$$h_{t+1}^Z = (1 - d) \cdot h_t^Z + \Delta h_t^Z$$

Gleichung (8) lässt sich damit in Analogie zu (9) schreiben als

$$\boldsymbol{\eta}_{t+1}^Z = (1 - \theta_t) \cdot \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}_t^Z} \cdot \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\eta}_t^Z + \theta_t \cdot \Delta \boldsymbol{\eta}_t^Z \quad (11)$$

mit

$$\Delta \boldsymbol{\eta}_t^Z = \frac{1}{\Delta h_t^Z} \cdot \Delta \mathbf{h}_t^Z$$

und

$$\theta_t = \frac{\Delta h_t^Z}{(1 - d) \cdot h_t^Z + \Delta h_t^Z}$$

In Bezug auf die dynamische Stabilität lassen sich so zwei Fälle unterscheiden:

$\Delta h_t^Z > (1 - d) \cdot h_t^Z$: Wenn die Zunahme der Haushalte aufgrund des veränderten Wohnraumangebots grösser ist als die Ausdünnung, ist $\theta_t > \frac{1}{2}$ d.h. die Veränderung der Haushaltszusammensetzung in der ganzen Gemeinde wird dominiert von der Zusammensetzung der exogenen Zuzüge.

$\Delta h_t^Z < (1 - d) \cdot h_t^Z$: Im umgekehrten Fall wird die Dynamik der Haushaltszusammensetzung dominiert von der Dynamik der bestehenden Haushalte, wie sie im vorherigen Abschnitt beschrieben wurde. Im Spezialfall $\Delta h_t = 0$ reduziert sich (11) zu (9).

5 Parameter im Excel-Modell

5.1 Haushaltsstruktur

Dem Excel-Modell liegt folgende Gliederung der Haushalte nach Typ und Alter zugrunde:

| Index Kategorie | Index Typ | Index Alter | Haushaltstyp | Alter |
|--------------------|--------------|----------------|-----------------------|---------|
| 1 | 1 | 1 | Einzelhaushalte | 20 – 29 |
| 2 | 1 | 2 | Einzelhaushalte | 30 – 44 |
| 3 | 1 | 3 | Einzelhaushalte | 45 – 64 |
| 4 | 1 | 4 | Einzelhaushalte | 65– |
| 5 | 2 | 1 | Paarhaushalte | 20 – 29 |
| 6 | 2 | 2 | Paarhaushalte | 30 – 44 |
| 7 | 2 | 3 | Paarhaushalte | 45 – 64 |
| 8 | 2 | 4 | Paarhaushalte | 65– |
| 9 | 3 | 1 | Haushalte mit Kindern | 20 – 29 |
| 10 | 3 | 2 | Haushalte mit Kindern | 30 – 44 |
| 11 | 3 | 3 | Haushalte mit Kindern | 44 – 64 |

Die Kategorisierung erfolgt somit in drei Haushaltstypen ($n = 3$) und vier Altersstufen ($m = 4$), wobei beim dritten Haushaltstyp die letzte Altersstufe weggelassen wird (d.h. es gibt keine Haushalte, die 65 und älter sind, in denen Kinder leben). Insgesamt resultieren elf Haushaltskategorien ($k = 11$).

5.2 Parameter der Bevölkerungsstruktur

Die im Abschnitt 2 aufgeführten Parameter zur Ableitung von *Bevölkerungsaggregaten* werden im Modell wie folgt festgelegt:

Erwachsene Personen: Vereinfachend wird im Modell angenommen, dass die Anzahl erwachsener Personen in einem Haushalt eines bestimmten Typs für alle Altersstufen gleich sind:

$$e_{ij} = e_i \quad \text{für } j = 1, \dots, 4$$

Bei den Haushaltstypen 1 und 2 folgt aus der Definition

$$\begin{aligned} e_1 &= 1 \\ e_2 &= 2 \end{aligned}$$

Bei den Haushalten mit Kindern gilt es zu berücksichtigen, dass in diesen Typ sowohl Paare mit Kindern als auch Alleinerziehende fallen. Im Modell wird davon ausgegangen, dass der Anteil der Alleinerziehenden (σ) ein konstanter (wiederum für alle Altersstufen gleicher) Wert ist ($0 \leq \sigma \leq 1$). Daraus folgt schliesslich:

$$e_3 = (1 - \sigma) \cdot 2 + \sigma \cdot 1 = 2 - \sigma$$

Im Modell wird für σ ein gesamtschweizerischer Durchschnittswert vorgegeben, der aber angepasst werden kann.

Kinder: Die Anzahl Kinder pro Altersklasse werden im Modell als gemeindespezifische Parameter erfasst, wobei gemäss den verschiedenen Schulstufen fünf verschiedene Altersklassen erfasst werden. Die durchschnittliche Anzahl der Kinder dieser Klassen hängt vom Alter der Haushalte ab, weshalb im Modell für die drei Haushaltsaltersstufen separate Werte eingegeben werden können.

5.3 Übergangswahrscheinlichkeiten

Folgt eine Zeitreihe einem Markov-Prozess, lässt sich die Matrix aus Vergangenheitsdaten schätzen. Liegen zu allen Haushalten, die im Zeitpunkt t_1 der Kategorie j angehören, Informationen darüber vor, in welcher Kategorie i sie sich im Zeitpunkt t_0 befunden haben, lassen sich mit einem Maximum Likelihood-Ansatz die Übergangswahrscheinlichkeiten schätzen.⁹

Diese Informationen könnten zwar in der Schweiz mittels Volkszählungsdaten ermittelt werden, was aber den Rahmen dieses Projektes sprengen würde. Aus diesem Grund wurde anstelle dieser direkten Ermittlung von \mathbf{M} ein indirekter Ansatz gewählt. Ausgangspunkt ist die Tatsache, dass sich diese Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten – wie oben dargestellt – in Matrizen der Übergangswahrscheinlichkeiten der Teildynamiken (Binnendynamik, Alterung, Wegzüge) zerlegen lässt. In diesen Teilmatrizen (Φ , \mathbf{A} und Ω_-) reduziert sich die Anzahl der zu bestimmenden Übergangswahrscheinlichkeiten deutlich; sie lassen sich entweder (im Falle der Alterung) aufgrund theoretischer Überlegungen bestimmen oder aus der vergangenen Haushaltsdynamik kalibrieren. Im folgenden werden Struktur und Spezifizierung der drei Matrizen aufgezeigt.

⁹Vgl. etwa Bickenbach & Bode (2001)

5.3.1 Alterung

Betrachtet man die Alterung isoliert, bewirkt sie lediglich eine Verlagerung von Haushalten innerhalb eines Haushaltstyps in die nächst höhere Altersstufe – der Haushaltstyp bleibt unverändert. Einzige Ausnahme ist der Typ Haushalte mit Kindern: Hier wurde im Modell unterstellt, dass es hier keine über 65jährige Haushalte gibt. Mit anderen Worten: Wenn ein Kinderhaushalt das Alter 65 erreicht muss es zu einem Haushaltswechsel in den Typ 1 oder 2 kommen. Im Modell wird angenommen, dass dieser Haushaltstypwechsel proportional zum Anteil der Alleinerziehenden (σ) erfolgt.

Die daraus resultierende Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten wird – aufbauend auf der gewählten Dreierhaushaltstypologie – partitioniert dargestellt:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{0} & \mathbf{A}_{13} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A}_{22} & \mathbf{A}_{23} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{A}_{33} \end{bmatrix}$$

D.h. eine Teilmatrix \mathbf{A}_{ji} beinhaltet die Übergangswahrscheinlichkeiten von allen Altersklassen der Haushalte, die im Zeitpunkt t dem Typ i , und im Zeitpunkt $t + 1$ dem Typ j angehören.

mit

$$\mathbf{A}_{11/22} = \begin{bmatrix} \alpha_{11/55} & 0 & 0 & 0 \\ 1 - \alpha_{11/55} & \alpha_{22/66} & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \alpha_{22/66} & \alpha_{33/77} & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \alpha_{33/77} & \alpha_{44/88} \end{bmatrix}$$

und

$$\mathbf{A}_{33} = \begin{bmatrix} \alpha_{99} & 0 & 0 \\ 1 - \alpha_{99} & \alpha_{1010} & 0 \\ 0 & 1 - \alpha_{1010} & \alpha_{1111} \end{bmatrix}$$

sowie

$$\mathbf{A}_{13} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma \cdot (1 - \alpha_{1111}) \end{bmatrix}$$

und

$$\mathbf{A}_{23} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (1 - \sigma) \cdot (1 - \alpha_{1111}) \end{bmatrix}$$

Angelpunkt bei der Ermittlung der Werte der Teilmatrix für den Alterungsprozess ist die durchschnittliche bzw. erwartete *Verweildauer* in einer Altersstufe. Jede Altersstufe i umfasst eine bestimmte Altersspanne (T_i). Unterstellt man, dass die Haushalte gleichmässig auf diese Altersspanne verteilt sind, beträgt die durchschnittliche Verweildauer in dieser Kategorie

$$\bar{V}_i = \frac{T_i + 1}{2} \quad (12)$$

In einer Markov-Kette ist die Verweildauer in einem Zustand i geometrisch verteilt: Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt genau \bar{V} Zeitperioden in der gleichen Kategorie bleibt, beträgt

$$P(V_i = \bar{V}) = (\alpha_{ii})^{\bar{V}-1} \cdot (1 - \alpha_{ii})$$

Der Erwartungswert der Verweildauer im Markov-Prozess ist somit

$$E[V_i] = \frac{\alpha_{ii}}{1 - \alpha_{ii}} \quad (13)$$

Setzt man (12) und (13) gleich und löst nach der Verbleibswahrscheinlichkeit α_{ii} auf, erhält man

$$\alpha_{ii} = \frac{T_i + 1}{T_i + 3}$$

Die Grundeinstellung des Modells enthält für das oberste Alterssegment (65 und älter) als Altersspanne einen Wert von 15 Jahren. Dieser Wert kann bei der Modellcharakterisierung verändert werden, um beispielsweise die Auswirkungen einer höheren Lebenserwartung der Bevölkerung zu simulieren.

Da im Modell für alle Haushaltstypen gleiche Altersstufen festgelegt wurden, erhält man die folgenden Verbleibswahrscheinlichkeiten:

| Haushaltskategorien (i) | Altersstufe | Altersspanne (T_i) | Verbleibswahrsch. (α_{ii}) |
|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1,5,9 | 20-29 | 10 | 0.846 |
| 2,6,10 | 30-44 | 15 | 0.889 |
| 3,7,11 | 45-64 | 20 | 0.913 |
| 4,8 | 65-80 | 15 | 0.889 |

5.3.2 Binnendynamik

Binnendynamik meint Wechsel des Haushaltstyps während einer Periode. Diese Dynamik wird durch die Markov-Matrix Φ quantifiziert, die sich ebenfalls partitioniert darstellen lässt:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \Phi_{13} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \Phi_{23} \\ \Phi_{31} & \Phi_{32} & \Phi_{33} \end{bmatrix}$$

Um diese Übergangswahrscheinlichkeiten zu ermitteln, werden vorerst einzelne haushaltsstrukturelevante Vorgänge separat betrachtet:

- (a) Paarbildung (Wechsel von Haushaltstyp 1 zu 2)
- (b) Familiengründung (Wechsel von Haushaltstyp 1 oder 2 zu 3)
- (c) Auszug von Kindern (Wechsel von Haushaltstyp 3 zu 1 oder 2)
- (d) Paartrennung: (Wechsel von Haushaltstyp 2 zu 1)

Für diese isolierten Vorgänge reduzieren sich die Übergangswahrscheinlichkeiten, die nicht 0 sind, deutlich. Im folgenden wird aufgrund der Natur dieser vier Vorgänge die Belegung der entsprechenden Teilmatrizen bestimmt, d.h. es wird aufgezeigt, welche Wahrscheinlichkeiten (im allgemeinen) den Wert 0, 1 oder einen Wert dazwischen (gekennzeichnet mit ϕ_{ji}) annehmen.

- (a) **Paarbildung:** Da bei den Haushalten mit Kindern nicht zwischen Paarhaushalten mit Kindern und solchen mit nur einem Erzieher unterschieden wird, bewirkt Paarbildung im Modell lediglich einen Wechsel vom Typ „Einzelhaushalt“ zu „Paarhaushalt“. Die entsprechenden altersspezifischen Paarbildungswahrscheinlichkeiten befinden sich in der Teilmatrix Φ_{21} :

$$\Phi_{21} = \begin{bmatrix} \phi_{51} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{62} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{73} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \phi_{84} \end{bmatrix}$$

- (b) **Familiengründung:** Dieser Vorgang bedeutet den Wechsel eines Haushalts in den Typ „Haushalt mit Kindern“. Er kann von Einzelhaushalten oder von Paarhaushalten aus erfolgen. Die entsprechenden Teil-Matrizen Φ_{31} und Φ_{32} enthalten – da es auf der vierten Altersstufe keine Haushalte mit Kindern gibt – drei altersspezifische Übergangswahrscheinlichkeiten:

$$\Phi_{31} = \begin{bmatrix} \phi_{91} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{102} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{113} & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Phi_{32} = \begin{bmatrix} \phi_{95} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{106} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{117} & 0 \end{bmatrix}$$

- (c) **Auszug der Kinder:** Dieser Vorgang ist gewissermassen die Umkehrung von (b). Berücksichtigt man weiter, dass ein Kind vor Erreichen seiner Mündigkeit in der Regel keinen eigenen Haushalt gründen kann, fällt der Wechsel aus der Kategorie „Haushalt mit Kindern“ der Altersstufe 20–29 weg. Schliesslich wird auch die Möglichkeit offen gelassen, dass (bei Haushalten mit Kindern der Altersklasse 45–64) die sich von den Eltern lösenden Kinder in der Wohneinheit verbleiben (als Einzel- oder als Paarhaushalt) und die Eltern in eine andere Wohneinheit ziehen. Die betroffenen Teilmatrizen sind somit:

$$\Phi_{13} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \phi_{111} \\ 0 & \phi_{210} & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{311} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Phi_{23} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \phi_{511} \\ 0 & \phi_{610} & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{711} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(d) **Paartrennung:** Dies ist der umgekehrte Vorgang zu (a) und beinhaltet den Wechsel eines Haushalts vom Typ „Paarhaushalt“ zum „Einzelhaushalt“. Die entsprechende Teilmatrix ist:

$$\Phi_{12} = \begin{bmatrix} \phi_{15} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{26} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{37} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \phi_{48} \end{bmatrix}$$

Da es sich um eine reine Binnendynamik handelt (d.h. die Anzahl Haushalte in der Gemeinde wird durch diese Dynamik nicht verändert), müssen sich die Wahrscheinlichkeiten einer Spalte von Φ immer zu eins aufaddieren). Deshalb sind die drei Teilmatrizen Φ_{11} , Φ_{22} und Φ_{33}

$$\Phi_{11} = \begin{bmatrix} 1 - \phi_{51} - \phi_{91} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \phi_{62} - \phi_{102} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \phi_{73} - \phi_{113} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - \phi_{84} \end{bmatrix}$$

$$\Phi_{22} = \begin{bmatrix} 1 - \phi_{15} - \phi_{95} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \phi_{26} - \phi_{106} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \phi_{37} - \phi_{117} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - \phi_{48} \end{bmatrix}$$

$$\Phi_{33} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \phi_{210} - \phi_{610} & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \phi_{111} - \phi_{311} - \phi_{511} - \phi_{711} \end{bmatrix}$$

Die zur Quantifizierung der Binnendynamik notwendigen Übergangswahrscheinlichkeiten sind in der nachstehenden Tabelle nochmals aufgeführt:

| Wahrscheinlichkeit | Wechsel von... | | ...nach | |
|--------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Haushaltstyp | Alter | Haushaltstyp | Alter |
| ϕ_{15} | Einzelhaushalt | 20-29 | Paarhaushalt | 20-29 |
| ϕ_{19} | Einzelhaushalt | 20-29 | Haush. mit Kind | 20-29 |
| ϕ_{26} | Einzelhaushalt | 30-44 | Paarhaushalt | 30-44 |
| ϕ_{210} | Einzelhaushalt | 30-44 | Haush. mit Kind | 30-44 |
| ϕ_{37} | Einzelhaushalt | 45-64 | Paarhaushalt | 45-64 |
| ϕ_{311} | Einzelhaushalt | 45-64 | Haush. mit Kind | 45-64 |
| ϕ_{48} | Einzelhaushalt | 65- | Paarhaushalt | 65- |
| ϕ_{51} | Paarhaushalt | 20-29 | Einzelhaushalt | 20-29 |
| ϕ_{59} | Paarhaushalt | 20-29 | Haush. mit Kind | 20-29 |
| ϕ_{62} | Paarhaushalt | 30-44 | Einzelhaushalt | 30-44 |
| ϕ_{610} | Paarhaushalt | 30-44 | Haush. mit Kind | 30-44 |
| ϕ_{73} | Paarhaushalt | 45-64 | Einzelhaushalt | 45-64 |
| ϕ_{711} | Paarhaushalt | 45-64 | Haush. mit Kind | 45-64 |
| ϕ_{84} | Paarhaushalt | 65- | Einzelhaushalt | 65- |
| ϕ_{102} | Haush. mit Kind | 30-44 | Einzelhaushalt | 30-44 |
| ϕ_{106} | Haush. mit Kind | 30-44 | Paarhaushalt | 30-44 |
| ϕ_{111} | Haush. mit Kind | 45-64 | Einzelhaushalt | 20-29 |
| ϕ_{113} | Haush. mit Kind | 45-64 | Einzelhaushalt | 45-64 |
| ϕ_{115} | Haush. mit Kind | 45-64 | Paarhaushalt | 20-29 |
| ϕ_{117} | Haush. mit Kind | 45-64 | Paarhaushalt | 45-64 |

5.3.3 Wegzüge

Die dynamische Komponente der Wegzüge ist definiert über 11 haushaltskategorie-spezifische Wegzugswahrscheinlichkeiten ($\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{11}$).

5.4 Kalibrierung von Φ und Ω_-

Zur Bestimmung der zusammengefassten Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten \mathbf{M} müssen die 20 Wahrscheinlichkeiten von Φ sowie die 11 Wegzugswahrscheinlichkeiten bestimmt werden. Dies geschieht hier mit einem numerischen Näherungsverfahren, das diese 31 Wahrscheinlichkeiten so festlegt, dass sie die Veränderung der Haushaltsstruktur zwischen zwei Zeitpunkten in der Vergangenheit mit dem in Abschnitt 3 und 5.3 spezifizierten Modell replizieren.

Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass diese Kalibrierung gemeindespezifisch erfolgen kann und dass gezielte Anpassungen möglich sind (z.B. wenn in Zukunft eine höhere Lebensdauer erwartet wird als in der Vergangenheit). Nachteilig ist die Tatsache, dass der Markov-Matrix Restriktionen auferlegt werden, die die reale Reichhaltigkeit der Haushaltsdynamik nur beschränkt wiedergeben. Ausserdem birgt die numerische Kalibrierung immer gewisse Unwägbarkeiten (so ist das Resultat oft von den Ausgangswerten abhängig).

Die Kalibrierung der Übergangswahrscheinlichkeiten für das RBG-Modell erfolgt mit Hilfe des Excel-Solvers. Benötigt wird die Haushaltsstruktur in zwei unterschiedlichen Zeitpunkten η_{t_0} und η_{t_1} . Ausgehend von der Haushaltstruktur in t_0 wird die Haushaltsstruktur in t_1 berechnet, unter der Annahme, sie

folge dem stochastischen Prozess gemäss dem Basismodell (9) bzw. (10):

$$\tilde{\eta}_{t_1} = \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \tilde{\mathbf{M}}^{t_1-t_0} \cdot \eta_{t_0}} \cdot \tilde{\mathbf{M}}^{t_1} \cdot \eta_{t_0}$$

mit

$$\tilde{\mathbf{M}} = \tilde{\mathbf{\Omega}}_- \cdot \mathbf{A} \cdot \tilde{\mathbf{\Phi}}$$

Für \mathbf{A} werden die in Abschnitt 5.3.1 berechneten Verbleibewahrscheinlichkeiten sowie ein Anteil der Alleinerziehenden (σ) von 0.14 verwendet. Die Matrizen $\tilde{\mathbf{\Omega}}_-$ und $\tilde{\mathbf{\Phi}}$ enthalten die Startwerte für den Solver: Die 11 Wegzugswahrscheinlichkeiten sowie die 20 Wahrscheinlichkeiten der Binnendynamik wurden alle auf null gesetzt (somit ist $\tilde{\mathbf{\Omega}}_- = \tilde{\mathbf{\Phi}} = \mathbf{I}$). Ausgehend davon wurden die 31 Wahrscheinlichkeiten ($\hat{\mathbf{M}} = \hat{\mathbf{\Omega}}_- \cdot \mathbf{A} \cdot \hat{\mathbf{\Phi}}$) mit dem Excel-Solver so berechnet, dass die effektive Veränderung der Bevölkerungsstruktur zwischen t_0 und t_1 repliziert wird:

$$\eta_{t_1} = \frac{1}{\mathbf{1} \cdot \hat{\mathbf{M}}^{t_1-t_0} \cdot \eta_{t_0}} \cdot \hat{\mathbf{M}}^{t_1} \cdot \eta_{t_0}$$

Die Kalibrierung der Übergangswahrscheinlichkeiten wurde spezifisch für die drei Fallstudiengemeinden (Cham, Hedingen und Thun) sowie für die ganze Schweiz vorgenommen. Für η_{t_0} und η_{t_1} wurde die Haushaltsstruktur gemäss Volkszählung 1990 und 2000 des Bundesamtes für Statistik verwendet. Die Berechnungen (inkl. der Haushaltsstrukturdaten) befinden sich in der Excel-Datei `Kalibrierung Phi.xls`. Die Vorgabewerte bei der Modellcharakterisierung entsprechen diesen Resultaten.

5.5 Berechnung des Ausdünnungsfaktors

Der Raumbedarf der Schweizer Wohnbevölkerung nimmt zu. Das hat zur Folge, dass selbst bei gleich bleibender Wohnbevölkerung das Wohnflächenangebot zunehmen muss, um diesen Bedarf decken zu können. Da sich das RBG-Modell über einen relativ langen Zeitraum erstreckt, ist es notwendig, diesen Umstand abbilden zu können. Die vorgenommene Modellierung erweitert allerdings nicht automatisch das Wohnangebot, sondern reduziert die Anzahl Haushalte, die in einem gegebenen Wohnraum Platz finden. Die Reduktion erfolgt jährlich um einen konstanten Anteil $0 \leq d < 1$ der Anzahl Haushalte in der entsprechenden Zeitperiode (h_t). Dieser Anteil wird als Ausdünnungsfaktor bezeichnet.

Im folgenden soll kurz dargelegt werden, wie der Default-Wert bei der Modellcharakterisierung berechnet wurde. Grundlage bildeten die Prognosen von Hornung (2004) über die Entwicklung der Bruttogeschossfläche pro Person ($BGFpP$) bis ins Jahr 2040. Die $BGFpP$ entspricht dem Quotienten der gesamten Bruttogeschossfläche (BGF) und der gesamten Anzahl Personen (P):

$$BGFpP = \frac{BGF}{P}$$

Die Anzahl Personen wiederum kann als Produkt der Anzahl Haushalte (h) und der durchschnittlichen Anzahl Personen pro Haushalt (p) dargestellt werden:

$$P = h \cdot p$$

Im RBG Modell wird angenommen, dass die gesamte Bruttogeschossfläche und die durchschnittliche Anzahl Personen pro Haushalt im Zeitverlauf unverändert bleiben. Die Veränderung der Bruttogeschossfläche pro Person ist also einzig Resultat einer kleiner werdenden Anzahl Haushalte, verteilt auf eine konstante Bruttogeschossfläche

$$BGF_p P_t = \frac{BGF}{h_t \cdot p}$$

Die durchschnittliche jährliche Veränderungsrate der BGF pro Person zwischen 2005 und 2020 gemäss Prognose ist

$$r = \sqrt[15]{\frac{BGF_p P_{2020}}{BGF_p P_{2005}}} - 1 = \sqrt[15]{\frac{\frac{BGF}{h_{2020} \cdot k}}{\frac{BGF}{h_{2005} \cdot k}}} - 1 = \sqrt[15]{\frac{h_{2005}}{h_{2020}}} - 1$$

Durch Umformen erhält man:

$$d \equiv 1 - \sqrt[15]{\frac{h_{2020}}{h_{2005}}} = \frac{r}{1+r} \quad (14)$$

Hornung (2004) hat für die Entwicklung der BGF pro Person zwei Szenarien berechnet: Szenario A (tiefere Variante) und Szenario B (höhere Variante). Sie führen zu folgenden Ausdünnungsfaktoren:

| BGF pro Person | Szenario A | Szenario B |
|---------------------------|------------|------------|
| 2005 | 52.7 | 52.6 |
| 2020 | 56.1 | 55.3 |
| Ausdünnungsfaktor (d) | 0.0042 | 0.0033 |

Die Vorgabe bei der Modellcharakterisierung (0.0037 bzw. 0.37%) entspricht dem Mittelwert der beiden

Literatur

Bickenbach, Frank & Eckhardt Bode (2001), Markov or not markov – this should be a question, Kiel Working Paper 1086, Kiel Institute of World Economics, Kiel.

Hornung, Wirtschafts-und Sozialstudien (2004), Wohnungsmarkt-szenarien bis 2040, Technical report, Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Wohnungswesen, Bern.

Simon, Carl P. & Lawrence Blume (1994), *Mathematics for Economists*, Norton, New York.

Technischer Anhang zur Wirtschaftlichen Sozialhilfe

Tobias Beljean, IBR Luzern

22. Mai 2007

1 Einkommensverteilung

Ausgangspunkt der Modellierung der Wirtschaftlichen Sozialhilfe („Fürsorge“) ist die Verteilung der Haushaltseinkommen in der ganzen Gemeinde. Im Modell wird diese Verteilung durch eine *logarithmische Normalverteilung* parametrisiert.¹ von einer logarithmischen Normalverteilung (*Lognormalverteilung*) spricht man, wenn der Logarithmus einer Variablen normalverteilt ist. Für die Variable Haushaltseinkommen (Y) gilt also:

$$\ln Y \sim N(m, s)$$

mit

$$m = E[\ln Y] \quad \text{und} \quad s^2 = V[\ln Y]$$

Erwartungswert und Varianz von Y sind somit

$$E[Y] = e^{m+s^2/2} \tag{1}$$

$$V[Y] = e^{2m+s^2} \cdot (e^{s^2} - 1) \tag{2}$$

Es wird weiter angenommen, dass die Verteilung der Einkommen im Veränderungsgebiet (\tilde{Y}) derjenigen der gesamten Gemeinde entspricht, korrigiert um einen Faktor c :

$$\tilde{Y} = c \cdot Y \tag{3}$$

¹Vgl. etwa SCHIRA, Josef, *Statistische Methoden der VWL und BWL: Theorie und Praxis*, 2. Auflage, München: Pearson Education, 2005, S. 376ff.

Damit ist

$$\tilde{m} = E [\ln \tilde{Y}] = E [\ln c + \ln Y] = m + \ln c \quad (4)$$

$$\tilde{s}^2 = V [\ln \tilde{Y}] = V [\ln c + \ln Y] = s^2 \quad (5)$$

2 Anzahl Sozialhilfefälle im Veränderungsbiet

Bei der Modellcharakterisierung müssen unter der Rubrik *Soziales und Gesundheit* bei der Wirtschaftlichen Sozialhilfe die folgenden Werte eingegeben werden:

- *Schwelleneinkommen pro Jahr für Fürsorgeleistungen (durchschnittliches Existenzminimum)*: Haushalte mit einem Einkommen unter diesem Wert (Y_0) haben grundsätzlich die Möglichkeit, Mittel aus der Wirtschaftlichen Sozialhilfe zu erhalten.
- *Gesamte Unterstützungsleistung der Gemeinde in der Ausgangslage*: Gesamtausgaben der Gemeinde für die Wirtschaftliche Sozialhilfe im Basisjahr (A).
- *Anzahl Dossiers*: Anzahl Sozialhilfefälle in der gesamten Gemeinde im Basisjahr (W).
- *Einkommensverteilung: Standardabweichung*: Entspricht s , also der Standardabweichung des Logarithmus der Haushaltseinkommen über die ganze Gemeinde.

Bei der Charakterisierung der Gesamtbevölkerung (Rubrik *Bevölkerung*) wird ausserdem die gesamte Anzahl Haushalte der Gemeinde im Basisjahr (N) eingegeben. Bei der Eingabe der Charakterisierung der steuerbaren Einkommen (Rubrik *Finanzen*) gibt der Benutzer das *Total der steuerbaren Einkommen der Gemeinde im Basisjahr* ein (ΣY). Daraus ermittelt das Modell den Durchschnitt über die ganze Gemeinde als

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma Y}{N}$$

Die Anzahl Haushalte im Veränderungsgebiet (n) wird vom Modell aus den Eingaben zu den raumplanerischen Aktionen automatisch errechnet und im Modellbaustein Steuern wird aus den Preisen der Wohneinheiten im Veränderungsgebiet und der Haushaltsstruktur das durchschnittliche Einkommen im Veränderungsgebiet (\bar{Y}) ermittelt.

Weil Gleichung (3) auch für die Mittelwerte gilt, erhält man für den Transformationsfaktor

$$c = \frac{\bar{Y}}{\bar{Y}} \quad (6)$$

Mit (1) gilt für den Mittelwerte der Einkommen in der ganzen Gemeinde

$$\ln(E[Y]) = \ln \bar{Y} = m + \frac{s^2}{2} \iff m = \ln \bar{Y} - \frac{s^2}{2} \quad (7)$$

Eingesetzt in (4), erhält man mit (6)

$$\tilde{m} = \ln \bar{Y} - \frac{s^2}{2}$$

Damit sind die Verteilungsfunktionen über Y und \tilde{Y} bestimmt, so dass der Anteil der Haushalte in den homogenen Wohneinheiten, deren Einkommen unter dem Existenzeinkommen liegen, berechnet werden können als²

$$\tilde{\theta} = F_{Ln} \left(Y_0; \ln \bar{Y} - \frac{s^2}{2}, s \right)$$

Die *Anzahl Haushalte* in den homogenen Wohneinheiten mit Einkommen unter dem Existenzminimum beträgt folglich $\tilde{\theta} \cdot n$.

Da nicht alle diese Haushalte auch tatsächlich Sozialhilfe beziehen, scheint eine gemeindespezifische Korrektur angezeigt. Der Anteil der Haushalte in der gesamten Gemeinde mit Einkommen unter dem Existenzeinkommen beträgt:

$$\theta = F_{Ln} \left(Y_0; \ln \bar{Y} - \frac{s^2}{2}, s \right)$$

Von den $\theta \cdot N$ Haushalten unter dem Schwellenwert beziehen W Haushalte Sozialhilfe. Um die Anzahl Fürsorgeempfänger im Veränderungsgebiet zu

²In Excel ist diese Verteilungsfunktion fest programmiert (LOGNORMVERT[x, Mittelwert, Standardabweichung]).

schätzen, wird die Anzahl unter dem Existenzminimum mit dem Anteil der gesamten Zahl der Fürsorgeempfänger an der Gesamtzahl unter dem Existenzminimum multipliziert:

$$w = \tilde{\theta} \cdot n \cdot \frac{W}{\theta \cdot N}$$

Die Ausgaben für wirtschaftliche Sozialhilfe im Veränderungsgebiet wird schließlich als die Anzahl der Empfänger, multipliziert mit den durchschnittlichen Ausgaben pro Fall im Basisjahr, berechnet:

$$a = w \cdot \frac{A}{W}$$

3 Gemeindespezifische Ermittlung von s

Der Verteilungsparameter s der Gemeinde-Einkommensverteilung kann über die Quantile vorgenommen werden. Für das $p \cdot 100\%$ -Quantil gilt:

$$Y(p) = e^{m+u(p) \cdot s}$$

wobei $u(p)$ das p -Quantil der Standardnormalverteilung ist.

Um s bestimmen zu können, müssen zwei Quantile bekannt sein:

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y(p_1) = e^{m+u(p_1) \cdot s} \\ Y_2 &= Y(p_2) = e^{m+u(p_2) \cdot s} \end{aligned}$$

Man erhält:

$$s = \frac{\ln Y_1 - \ln Y_2}{u(p_1) - u(p_2)} \quad (8)$$

4 Vorgabewert von s

Da nicht alle Gemeinden über Verteilungsdaten der Einkommen verfügen, die eine gemeindespezifische Berechnung von s erlauben würden, ist das entsprechende Eingabefeld in der Maske zur wirtschaftlichen Sozialhilfe als Systemparameter (mit Vorgabewert) aufgeführt. Dieser Vorgabewert wurde mit

Hilfe der Daten der Einkommens- und Verbrauchserhebung (EVE) des Bundesamtes für Statistik aus dem Jahr 2004 ermittelt.

Es wird unterstellt, dass die Einkommen gesamtschweizerisch ebenfalls lognormalverteilt sind

$$\ln \check{Y} \sim N(\check{m}, \check{s})$$

Somit gilt beispielsweise für das erste und vierte Quintil

$$\begin{aligned} X(0.2) &= 4'600 = e^{\check{m}-0.842 \cdot \check{s}} \\ X(0.8) &= 11'600 = e^{\check{m}+0.842 \cdot \check{s}} \end{aligned}$$

Für \check{s} erhält man gemäss (8)

$$\check{s} = 0.550$$

Unterstellt man weiter, dass die Verteilung der Einkommen in der untersuchten Gemeinde (Y) derjenigen von \check{Y} , multipliziert mit einem konstanten Faktor, entspricht, kann \check{s} als Eingabewert für s verwendet werden.

Technischer Anhang zum Modellbaustein Steuern Berechnung der steuerbaren Einkommen

Tobias Beljean, IBR Luzern

17. Februar 2007

1 Konsummodell

Der repräsentative Haushalt konsumiert drei Typen von Gütern: g Einheiten eines staatlich bereitgestellten öffentlichen Gutes, h Einheiten eines Wohngutes und b Einheiten übriger Konsumgüter. Diese drei Güter stiften ihm Nutzen gemäss einer LES-Cobb-Douglas-Nutzenfunktion:

$$U = u(g, h, b) = (h - \bar{h})^{\alpha_h} \cdot (b - \bar{b})^{\alpha_b} \cdot (g - \bar{g})^{1 - \alpha_h - \alpha_b}$$

Er bezahlt $t \cdot 100\%$ seines Einkommens Y als Steuern an die öffentliche Hand zur Finanzierung des öffentlichen Gutes. Das verbleibende (verfügbare) Einkommen verwendet er so für den Kauf von Wohn- und übrigen Konsumgütern, dass sein Nutzen maximiert wird:

$$\max_{h, b} U \quad \text{mit der Restriktion} \quad Y^D \equiv Y \cdot (1 - t) = h \cdot p_h + b \cdot p_b$$

Dabei sind p_h bzw. p_b die Preise des Wohn- bzw. des übrigen Konsumgutes.

Seine optimale Wohnkonsummenge beträgt:

$$h = \bar{h} + \eta \cdot \frac{Y^D - \bar{h} \cdot p_h - \bar{b} \cdot p_b}{p_h} \quad (1)$$

mit

$$\eta = \frac{\alpha_h}{\alpha_h + \alpha_b}$$

2 Einfluss der Haushaltsgrösse

Es wird angenommen, dass die Anzahl Personen in einem Haushalt (Q) den Nutzen über den Minimalkonsum beeinflussen:

$$\begin{aligned} \bar{h} &= h_0 + \beta_h \cdot Q \\ \bar{b} &= b_0 + \beta_b \cdot Q \end{aligned}$$

Zusammen mit (1) sind die Wohnausgaben (WA) in Abhängigkeit des verfügbaren Einkommens und der Haushaltsgrösse

$$WA \equiv h \cdot p_h = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot Y^D + \gamma_2 \cdot Q \quad (2)$$

mit

$$\begin{aligned}\gamma_0 &= (1 - \eta) \cdot h_0 \cdot p_h - \eta \cdot b_0 \cdot p_b \\ \gamma_1 &= \eta \\ \gamma_2 &= (1 - \eta) \cdot \beta_h \cdot p_h - \eta \cdot \beta_b \cdot p_b\end{aligned}$$

3 Parameterschätzung

Gleichung (2) bildet die Grundlage für die Schätzung des Zusammenhangs zwischen Wohnausgaben, Einkommen und Haushaltsgrösse. Die zur Schätzung verwendeten Daten entstammen der Einkommens- und Verbrauchserhebung (EVE) des Bundesamtes für Statistik aus dem Jahr 2004. Im Rahmen der EVE werden die monatlichen Bruttoeinkommen und die Ausgaben in rund 3000 Haushalten der Schweiz erhoben.

Das verfügbare Einkommen wurde gemäss der Nomenklatur der EVE verwendet, also das Bruttoeinkommen abzüglich aller obligatorischen Abzüge (Sozialversicherungsbeiträge, Steuern, Krankenkassenprämien, regelmässige Transferzahlungen an andere Privathaushalte und Liegenschaftssteuern). Für Wohnausgaben wurden die Ausgaben unter der Rubrik *Wohnen und Energie* herangezogen.

Im Sample der EVE variieren die Anzahl erwerbstätiger Personen (E) pro Haushalt, was eine relativ hohe Korrelation des verfügbaren Einkommens und der Anzahl Personen pro Haushalt zur Folge hat. Aus diesem Grund wurden die Wohnausgaben, die verfügbaren Einkommen und die Anzahl Personen pro Haushalt auf die durchschnittliche Anzahl erwerbstätiger Personen pro Haushalt im ganzen EVE-Sample (\bar{E}^{EVE}) normiert. Das Schätzmodell lautet somit:

$$WA_i = c_0 + c_1 \cdot Y_i^D + c_2 \cdot Q_i + u_i \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

mit

$$WA_i = \frac{WA_i^{EVE}}{E_i^{EVE}} \cdot \bar{E}^{EVE} \quad , \quad Y_i^D = \frac{Y_i^{DEVE}}{E_i^{EVE}} \cdot \bar{E}^{EVE} \quad \text{und} \quad Q = \frac{Q_i^{EVE}}{E_i^{EVE}} \cdot \bar{E}^{EVE}$$

Die Schätzungen wurden nicht mit dem ganzen EVE-Datensatz vorgenommen, sondern nur mit den vom BFS veröffentlichten *gruppierten* Daten,¹ d.h. die verwendeten Daten sind die Mittelwerte der m herangezogenen Gruppen. (3) wird dadurch wie folgt modifiziert:

$$\overline{WA}_j = c_0 + c_1 \cdot \overline{Y}_j^D + c_2 \cdot \overline{Q}_j + \bar{u}_j \quad j = 1, \dots, m \quad (4)$$

¹Es sind dies Haushalte gegliedert nach

- Haushaltstyp (ohne Rentner) [6]
- Grossregion [7]
- Einkommensklasse [5]
- Altersklasse der Referenzperson (ohne Altersklasse *65 Jahre und mehr*) [4]
- Geschlecht [2]
- Sprachregion [3]
- Bewohnertyp [2]
- Sozioökonomische Gruppe der Referenzperson (ohne Rentner) [2]

Ist σ^2 die Varianz von u_i und n_j die Anzahl Beobachtungen in der Gruppe j , dann ist

$$\text{Var} [\bar{u}_j] = \frac{\sigma^2}{n_j}$$

Für eine *Generalized Least Squares*-Schätzung ist die folgende Transformation von (4) nötig:²

$$\sqrt{n_j} \cdot \overline{WA}_j = c_0 \cdot \sqrt{n_j} + c_1 \cdot \sqrt{n_j} \cdot \overline{Y_j^D} + c_2 \cdot \sqrt{n_j} \cdot \bar{Q}_j + \sqrt{n_j} \cdot \bar{u}_j \quad j = 1, \dots, m$$

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Koeffizient | \hat{c}_0 | \hat{c}_1 | \hat{c}_2 |
| Schätzwert | -292 | 0.13 | 366 |
| t -Wert | -0.65 | 1.86 | 3.78 |
| R^2 | 0.86 | | |

Die Insignifikanz von \hat{c}_0 ist mit Blick auf (2) durchaus plausibel, weil h_0 und b_0 – der Minimalkonsum des Wohnguts und des übrigen Konsumguts bei einem Haushalt, der 0 Personen umfasst – sinnvollerweise 0 betragen sollten.

4 Ermittlung des Einkommens aus den Wohnausgaben

Im RBG-Modell soll aufgrund der Wohnausgaben und der Haushaltseigenschaften das steuerbare Einkommen und daraus die Einkommenssteuereinnahmen berechnet werden. Grundlage für diese Berechnung bildet (3) mit den geschätzten Parametern:

$$WA = \hat{c}_0 + \hat{c}_1 \cdot Y^D + \hat{c}_2 \cdot Q \quad (5)$$

Y^D ist jedoch nicht das steuerbare Einkommen sondern das verfügbare Einkommen, also $(1 - t) \cdot 100\%$ des Bruttoeinkommens (Y), wobei t als Steuern in einem sehr umfassenden Sinn zu verstehen ist und nicht nur die zu ermittelnden Gemeindesteuern umfasst. Um zum steuerbaren Einkommen zu gelangen, müssen vom Bruttoeinkommen noch die diversen Steuerabzüge subtrahiert werden. Das RBG-Modell unterscheidet dabei allgemeine und haushaltsspezifische Abzüge. Haushaltsspezifische Abzüge sind Abzüge für unterstützungsbedürftige Kinder und Abzugsmöglichkeiten der Eigenheimbesitzer. Beide werden im Modell aufgrund der Modelleingaben und -berechnungen in Abhängigkeit der jeweiligen Haushaltskategorie ermittelt.

Bei den allgemeinen Abzügen wird im folgenden unterstellt, dass sie einen konstanten Anteil des Bruttoeinkommens ausmachen, somit ist

$$Y_0^S = k \cdot Y = \frac{k}{1 - t} \cdot Y^D \quad (6)$$

wobei Y_0^S das steuerbare Einkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen ist. Damit wird (5) zu

$$WA = \hat{c}_0 + \hat{c}_1 \cdot \frac{1 - t}{k} \cdot Y_0^S + \hat{c}_2 \cdot Q \quad (7)$$

²Vgl. Johnston (1991), S. 293ff.

Die Ermittlung von $\frac{1-t}{k}$ kann umgangen werden, wenn man Gleichung (7) statt in Niveaus in Abweichungen von den jeweiligen Mittelwerten (\overline{WA} , $\overline{Y_0^S}$ und \overline{Q}) formuliert:

$$WA - \overline{WA} = \hat{c}_1 \cdot \frac{1-t}{k} \cdot (Y_0^S - \overline{Y_0^S}) + \hat{c}_2 \cdot (Q - \overline{Q})$$

Dividiert man beide Seiten der Gleichung durch \overline{WA} und multipliziert man die zwei Summanden der rechten Seite mit $\overline{Y_0^S}/\overline{Y_0^S}$ bzw. $\overline{Q}/\overline{Q}$

$$\frac{WA - \overline{WA}}{\overline{WA}} = \hat{\varepsilon}_Y \cdot \frac{Y_0^S - \overline{Y_0^S}}{\overline{Y_0^S}} + \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{\overline{Q} - \overline{Q}}{\overline{Q}} \quad (8)$$

mit

$$\hat{\varepsilon}_Y = \frac{\partial WA}{\partial Y_0^S} \cdot \frac{\overline{Y_0^S}}{\overline{WA}} = \hat{c}_1 \cdot \frac{1-t}{k} \cdot \frac{\overline{Y_0^S}}{\overline{WA}} = \hat{c}_1 \cdot \frac{\overline{Y^D}}{\overline{WA}} \quad (9)$$

$$\hat{\varepsilon}_Q = \frac{\partial WA}{\partial N} \cdot \frac{\overline{Q}}{\overline{WA}} = \hat{c}_2 \cdot \frac{\overline{Q}}{\overline{WA}} \quad (10)$$

D.h. die relative Abweichung der Wohnausgaben vom Mittelwert ist ein (durch die Elastizitäten der Wohnausgaben bzgl. des Einkommens bzw. der Haushaltsgrösse) gewichtetes Mittel der relativen Abweichung der Einkommen und der Haushaltsgrösse von deren Mittelwert.

Mit den geschätzten Parametern und den EVE-Mittelwerten für WA , Y^D und Q erhält man die folgenden Schätzwerte für diese beiden Elastizitäten:

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_Y &= 0.588 \\ \hat{\varepsilon}_Q &= 0.620 \end{aligned}$$

Im RBG-Modell ist für eine Wohneinheit der entsprechende Preis (WA) und die Anzahl Personen des darin lebenden Haushalts (Q) bekannt. Ebenfalls bekannt sind die entsprechenden Gemeindedurchschnittswerte (\overline{WA} und \overline{Q}) sowie das durchschnittliche steuerbare Einkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen ($\overline{Y_0^S}$).³ Die Berechnung des steuerbaren Einkommens vor haushaltsspezifischen Abzügen für eine spezifische Wohneinheit kann somit mit Hilfe von Gleichung (8) ermittelt werden. Auflösen nach Y_0^S ergibt:

$$Y_0^S = \overline{Y_0^S} + \frac{\overline{Y_0^S}}{\hat{\varepsilon}_Y} \cdot \left(\frac{WA - \overline{WA}}{\overline{WA}} - \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{Q - \overline{Q}}{\overline{Q}} \right) \quad (11)$$

wobei statt der EVE-Durchschnittswerte die jeweiligen Gemeindemittelwerte verwendet werden.

³Bei der Modellcharakterisierung gibt der Benutzer die Summe des steuerbaren Einkommens ein (ΣY^S). Aufgrund der Anzahl der Kinder in der Gemeinde insgesamt, der Anzahl Wohneigentümer und der Anzahl Haushalte kann daraus das durchschnittliche steuerbare Einkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen ermittelt werden ($\overline{Y_0^S}$).

5 Rentnerhaushalte

Das Einkommen von Rentnerhaushalten stammt nur noch zu einem kleinen Teil aus Erwerbstätigkeit und ist hauptsächlich Transfereinkommen. Ausserdem ist davon auszugehen, dass in dieser Lebensphase Geldmittel zur Tätigkeit der Haushaltsausgaben auch aus Ersparnissen stammen. Die Berechnung der steuerbaren Einkommen aus den Wohnausgaben wie im vorhergehenden Abschnitt wird bei Rentnerhaushalten deshalb tendenziell zu einer Überschätzung der Einkommen führen. Im folgenden soll deshalb das Konsummodell und daraus abgeleitet die Parameterschätzung für diesen Haushaltstyp angepasst werden.

Das Nutzenmaximierungsverhalten sei grundsätzlich das gleiche wie im Abschnitt 1, einzig das Konsumbudget bestehe neben dem Einkommen nach Steuern auch aus den Ersparnissen, die abgebaut werden (S), wobei angenommen wird, dass diese einen konstanten Anteil des verfügbaren Einkommens ausmachen:

$$S = s \cdot Y_R^D = s \cdot (1 - t) \cdot Y_R$$

Unterstellt man ferner die gleiche Abhängigkeit des Minimalkonsums von der Anzahl Personen pro Haushalt wie in Abschnitt 2, folgt für die Wohnausgaben eines Rentnerhaushalts in Analogie zu (2):

$$WA_R = \rho_0 + \rho_1 \cdot Y_R^D + \rho_2 \cdot Q_R \quad (12)$$

mit

$$\begin{aligned} \rho_0 &= (1 - \eta_R) \cdot h_{R0} \cdot p_h - \eta_R \cdot b_{R0} \cdot p_b \\ \rho_1 &= \eta_R \cdot (1 + s) \\ \rho_2 &= (1 - \eta_R) \cdot \beta_{Rh} \cdot p_h - \eta_R \cdot \beta_{Rb} \cdot p_b \end{aligned}$$

Die vorliegenden EVE-Daten weisen nur *einen* Datensatz für Rentnerhaushalte aus. Eine Schätzung der Parameter analog zu Abschnitt 3 ist deshalb nicht möglich.

Unterstellt man bei Rentnern und Nicht-Rentnern gleiche Präferenzen, ist $\rho_0 = \gamma_0$, $\rho_1 = (1 + s) \cdot \gamma_1$ und $\rho_2 = \gamma_2$. Somit lässt sich (12) schreiben als

$$WA_R = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot (1 + s) \cdot Y_R^D + \gamma_2 \cdot Q_R \quad (13)$$

Löst man diese Gleichung nach s auf und verwendet für WA_R , Y_R^D und Q_R die Werte des EVE-Datensatzes für Rentner (\overline{WA}_R , \overline{Y}_R^D und \overline{Q}_R) und für γ_0 , γ_1 und γ_2 die oben ermittelten Schätzwerte, erhält man als Schätzung für s

$$\hat{s} = \frac{\overline{WA}_R - \hat{c}_0 - \hat{c}_2 \cdot \overline{Q}_R}{\hat{c}_1 \cdot \overline{Y}_R^D} - 1 = 0.29$$

Zur Ermittlung des steuerbaren Rentnereinkommens aus den Wohnausgaben und der Anzahl Personen pro Haushalt wird von Gleichung (13) die Gleichung (2) subtrahiert:

$$WA_R - WA = \gamma_1 \cdot (Y_R^D - Y^D) + \gamma_1 \cdot s \cdot Y_R^D + \gamma_2 \cdot (Q_R - Q)$$

Verwendet man den Wohnkonsum des durchschnittlichen Nicht-Rentner-Haushalts und dividiert beide Seiten der Gleichung durch \overline{WA} , folgt nach einigen Umformungen:

$$\frac{WA_R - \overline{WA}}{\overline{WA}} = \gamma_1 \cdot \frac{\overline{Y}^D}{\overline{WA}} \cdot \frac{Y_R^D \cdot (1 + s) - \overline{Y}^D}{\overline{Y}^D} + \gamma_2 \cdot \frac{\overline{Q}}{\overline{WA}} \cdot \frac{Q_R - \overline{Q}}{\overline{Q}}$$

Setzt man für die Parameter die Schätzwerte ein, folgt mit (9) und (10):

$$\frac{WA_R - \overline{WA}}{\overline{WA}} = \hat{\varepsilon}_Y \cdot \frac{Y_R^D \cdot (1 + \hat{s}) - \overline{Y^D}}{\overline{Y^D}} + \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{Q_R - \overline{Q}}{\overline{Q}}$$

Mit (6) erhält man schliesslich die zu (11) analoge Berechnungsformel für das steuerbare Einkommen vor haushaltsspezifischen Abzügen der Rentnerhaushalte:

$$Y_{0R}^S = \frac{1}{1 + \hat{s}} \cdot \left[\overline{Y_0^S} + \frac{\overline{Y_0^S}}{\hat{\varepsilon}_Y} \cdot \left(\frac{WA_R - \overline{WA}}{\overline{WA}} - \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{Q_R - \overline{Q}}{\overline{Q}} \right) \right]$$

6 Wohneigentümer

Die im RBG-Modell eingegebenen Beträge der Wohnausgaben WA verstehen sich als Vollkostenwerte. Das bedeutet, dass die jährlichen Werte eine bestimmte Rendite / einen bestimmten Zinssatz r des Kaufpreises H der entsprechenden Wohneinheit ausmachen, bzw. dass der Ertragswert von WA dem Kaufpreis entspricht:

$$WA = H \cdot r \quad \Leftrightarrow \quad H = \frac{WA}{r}$$

Bei Wohneigentümern gilt dies allerdings nur beschränkt, da ihnen lediglich Ausgaben für das zur Finanzierung notwendige Fremdkapital entstehen und eine Rendite auf ihrem Eigenkapital höchstens in Form von Steuervergünstigungen entsteht. Ist der Anteil des zur Finanzierung der Wohneinheit eingebrachten Eigenkapitals $e \cdot 100\%$, dann sind die Wohnausgaben des Eigentümers also

$$WA_E = (1 - e) \cdot H \cdot r = (1 - e) \cdot WA \quad (14)$$

Das hat zur Folge, dass mit den in Abschnitt 4 und 5 aufgezeigten Formeln das steuerbare Einkommen von Wohneigentümerhaushalten überschätzt wird, wenn diese ihr Heim nicht vollumfänglich fremdfinanzieren. Das RBG-Modell sieht diesbezüglich eine Korrekturmöglichkeit vor, indem bei der Charakterisierung ein Wert für den Eigenkapitalanteil (\hat{e}) eingegeben werden kann. Die im Modell eingegebenen Wohnausgaben werden dann gemäss (14) nach unten korrigiert und fliessen so in die Berechnung der steuerbaren Einkommen ein.

Die allgemeinen Berechnungsformeln für das steuerbare Einkommen lauten somit:

$$Y_0^S = \overline{Y_0^S} + \frac{\overline{Y_0^S}}{\hat{\varepsilon}_Y} \cdot \left(\frac{WA \cdot (1 - e) - \overline{WA}}{\overline{WA}} - \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{Q - \overline{Q}}{\overline{Q}} \right)$$

$$Y_{0R}^S = \frac{1}{1 + \hat{s}} \cdot \left[\overline{Y_0^S} + \frac{\overline{Y_0^S}}{\hat{\varepsilon}_Y} \cdot \left(\frac{WA_R \cdot (1 - e) - \overline{WA}}{\overline{WA}} - \hat{\varepsilon}_Q \cdot \frac{Q_R - \overline{Q}}{\overline{Q}} \right) \right]$$

mit

$$e = 0 \quad \text{für Mieter}$$

$$e = \hat{e} \geq 0 \quad \text{für Wohneigentümer}$$

Literatur

Johnston, John (1991), *Econometric Methods*, Economics Series, 3rd edn, McGraw-Hill International Editions, Singapore.