

# Parameter und Modelle zur Ausbreitung von urbanen Zentren

D. Bogner und K. Bartl

## Parameters and Models concerning Spatial Processes in Urban Regions

### 1. Einleitung

Die räumliche Ausbreitung von urbanen Zentren ist ein Phänomen, das auf der ganzen Welt, allerdings in sehr unterschiedlichen Formen beobachtet werden kann (BLOTEVOGEL, 1996; 1998). Wissenschaftliche Arbeiten haben zahlreiche Modelle hervorgebracht, die sich mit dieser Thematik beschäftigen (LICHTENBERGER, 1998). Den Modellen gehen folgende Fragestellungen voraus:

- In welche Richtung breiten sich Städte aus?
- Wie schnell breiten sich Städte aus?
- Wo kann man Grenzen zwischen ländlichen und städtischen Räumen ziehen?

In diesem Artikel wird ein Überblick über die entscheidenden Faktoren gegeben, die auf die Ausbreitung von Städten Einfluss nehmen. Weiters soll ein Überblick über den methodischen Zugang zur Fragestellung geboten werden und ein von den Autoren entwickelter Prototyp eines Simulationsmodells vorgestellt und diskutiert werden. Abschließend wird auf die Praxisrelevanz des Simulationsmodells eingegangen. Der Begriff „Urbanisierung“ wird in diesem Artikel ausschließlich in Sinne von „räumlicher Ausbreitung“ verwendet.

### Summary

Various models have been developed in order to structure, delimitate and analyse urban regions. They work either with static or dynamic parameters, which should be able to describe and explain the structure of the areas. Some of these parameters that influence spatial urban development are: work places, population density, commuters, availability of ground, distance from existing settlements and roads.

The authors of this article have developed a Simulation Model which is able to predict the future spatial development of urban regions. Using the parameters population, working places and commuters and their changes over a certain period in the past the model can estimate the growth of settlements over a future period. The future growth of settlements is located by using the distance from existing roads and settlements.

**Key words:** Urbanisation, Urban Growth Model, GIS Simulation Model, Linz, Spatial Planning.

### Zusammenfassung

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Modelle und Methoden zur Beschreibung und Darstellung von urbanen Räumen und darin ablaufenden Prozessen. Einer dieser Prozesse ist die räumliche Ausbreitung von Siedlungen, die an Hand einiger Parameter beschrieben und analysiert werden kann. Dazu gehören Bevölkerungsdichte, Arbeitsplätze, Pendlerströme, Verfügbarkeit von Boden, Attraktivität von Standorten und bestehende Infrastruktureinrichtungen und Siedlungen.

Die Autoren dieses Artikels haben ein GIS-Simulationsmodell entwickelt, das an Hand der Parameter Bevölkerung, Arbeitsplätze und Pendler und deren Veränderungen über einen bestimmten Zeitraum in der Vergangenheit zukünftiges Siedlungswachstum prognostizieren kann. Eine Verortung des Wachstums erfolgt in Anhängigkeit von bestehenden Straßen und Siedlungen.

Das Simulationsmodell kann als Planungsinstrument in der überörtlichen Raumplanung eingesetzt werden.

**Schlagnworte:** Urbanisierung, Ausbreitungsmodell, GIS-Simulationsmodell, Linz, Raumplanung.

## 2. Parameter der Urbanisierung

Eine Reihe von Parametern bestimmen die Ausbreitung von urbanen Zentren:

- **Arbeitsplätze** sind eine wesentliche treibende Kraft in der urbanen Entwicklung. Bereiche, in denen Arbeitsplätze zunehmen, wirken auf ihr Umfeld, indem sich dort Menschen vermehrt ansiedeln. Zusätzlich verbraucht auch die Zunahme an Arbeitsstätten selbst Fläche. Unbestritten ist, dass es neben den Arbeitsplätzen eine Vielzahl weiterer Einflussgrößen gibt. So wird zum Beispiel die bauliche Suburbanisierung in vielen Fällen durch die Bevölkerungssuburbanisierung vorangetrieben.
- Die **Bevölkerungsdichte** bestimmt den Verbrauch von freier Fläche zur Bebauung.
- **Pendlerströme** quantifizieren den Einfluss von Städten auf ihr weiteres Umland. Die Zunahme der individuellen Mobilität hat in den letzten Jahrzehnten Pendlerdistanzen spürbar vergrößert.
- Die **Verfügbarkeit von Boden** für Bebauung wird stark von **gesellschaftlich-rechtlichen Instrumenten** der Raumplanung (Flächenwidmung) bestimmt. Aber auch Naturschutz und in Österreich auch die Forstwirtschaft schützen Gebiete vor Verbauung.
- „**Attraktivität**“ von **Standorten** für Bebauung/Besiedelung (Bodenpreise, Lage) fördern bzw. schränken die Bautätigkeit ein.
- **Bestehende Siedlungen** sind die Kerne der Entwicklung, daher ist die „Nähe zu bestehenden Siedlungen“ ein wichtiger Faktor für die Frage nach der Richtung des Wachstums einer Stadt.
- Das **bestehende Straßennetz** ist das Rückgrat des Prozesses „Besiedelung“. Die Nähe zu bestehenden Straßen bestimmt daher das Wachstum von Siedlungen entscheidend mit.
- **Natürliche Barrieren** (Gewässer, Fels) schränken die zur Bebauung und Besiedelung nutzbaren Flächen ein.

## 3. Modelle zur Urbanisierung

Modelle haben die Aufgabe, in der Wirklichkeit beobachtete Sachverhalte vereinfacht zu beschreiben oder zu erklären. Modelle können mit statischen und/oder dynamischen Analysen arbeiten. Statisch bedeutet, dass der **Zustand eines Sachverhaltes** zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtet wird, wie beispielsweise die Bevölkerungsdichte zum Zeitpunkt X. Dynamisch heißt, dass die **Veränderung eines Sachverhaltes** zwischen mehreren Zeit-

punkten analysiert wird, beispielsweise die Entwicklung der Bevölkerungsdichte zwischen den Zeitpunkten X1 und X2.

Von den Autoren wurden einige Modelle und Methoden zur Beschreibung und Analyse von urbanen Regionen getestet (BORS DORF et al., 2000). Einen Überblick über diese Modelle und Methoden beinhaltet die folgende Auflistung:

- „**Klassische**“ **Geographische Modelle** zur Abgrenzung und Beschreibung von Zonen unterschiedlicher Urbanität (arbeiten meist mit statischen Parametern) z. B. Stadtmodell nach BOUSTEDT (1970).
- Verwendung einer **Clusteranalyse** zur Abgrenzung und Beschreibung von Zonen unterschiedlicher Urbanität (können mit statischen und dynamischen Parametern arbeiten).
- **Multivariate statistische Modelle** zur Visualisierung von Bereichen unterschiedlicher Entwicklungsdynamik (arbeiten mit statischen und dynamischen Parametern) (KRAKOVER und BORS DORF, 2000).
- **Simulationsmodelle** zur Abbildung und Visualisierung von Entwicklungen (arbeiten mit dynamischen Parametern unter Berücksichtigung des Faktors Zeit) (PROJECT GIGALOPOLIS, 1998; JEFFERY and KANG SHOU LU, 1998). Ein Beispiel für solche Modelle ist das von den Autoren entwickelte Simulationsmodell „Spatial Growth of Developed Areas in Urban Regions“.

### 3.1 Simulationsmodell „Spatial Growth of Developed Areas in Urban Regions“

In diesem Artikel werden Beispielskarten aus der Untersuchungsregion „Linz/OÖ“ gezeigt. Die Grundeinheit der statistischen Daten ist die Gemeinde.

Der erste Schritt in der Anwendung des Modells ist die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes. Im vorliegenden Fall wurde dazu das Stadtmodell nach Boustedt herangezogen. Anschließend werden im Untersuchungsgebiet jene Gemeinden ausgewählt, die wirtschaftlich bedeutende regionale Zentren darstellen. Als Parameter werden Anzahl und Entwicklung der Arbeitsplätze und der Bevölkerung in den Gemeinden herangezogen (siehe Abb. 1).

Als nächstes wird der Einfluss der wirtschaftlichen Zentren auf die umliegenden Gemeinden ermittelt, in dem die Wechselwirkungen zwischen Arbeitsplätzen, Bevölkerungszuwachs und Pendlern analysiert werden (siehe Abb. 2).

Aus der Entwicklung der Bevölkerung, die sich aus der Entwicklung der Arbeitsplätze in den wirtschaftlichen Zentren ergibt, und der Arbeitsplätze (linearer Trend) in jeder

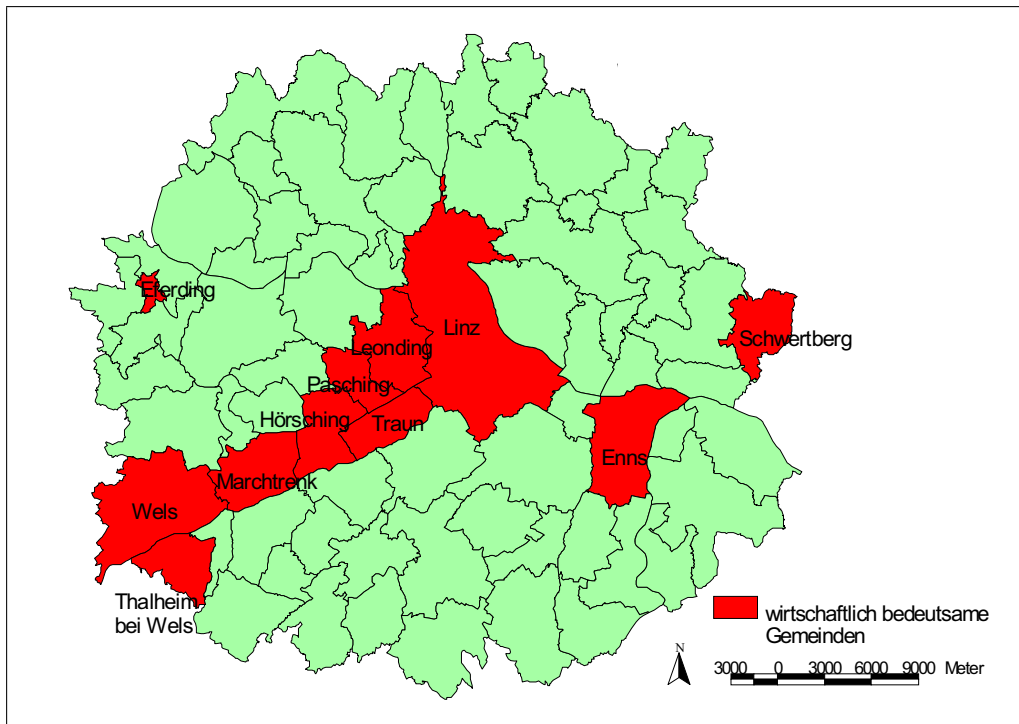


Abbildung 1: Wirtschaftliche Zentren von regionaler Bedeutung für das Projektgebiet Linz und Umgebung  
 Figure 1: Regional centers of economic importance for the case study region Linz

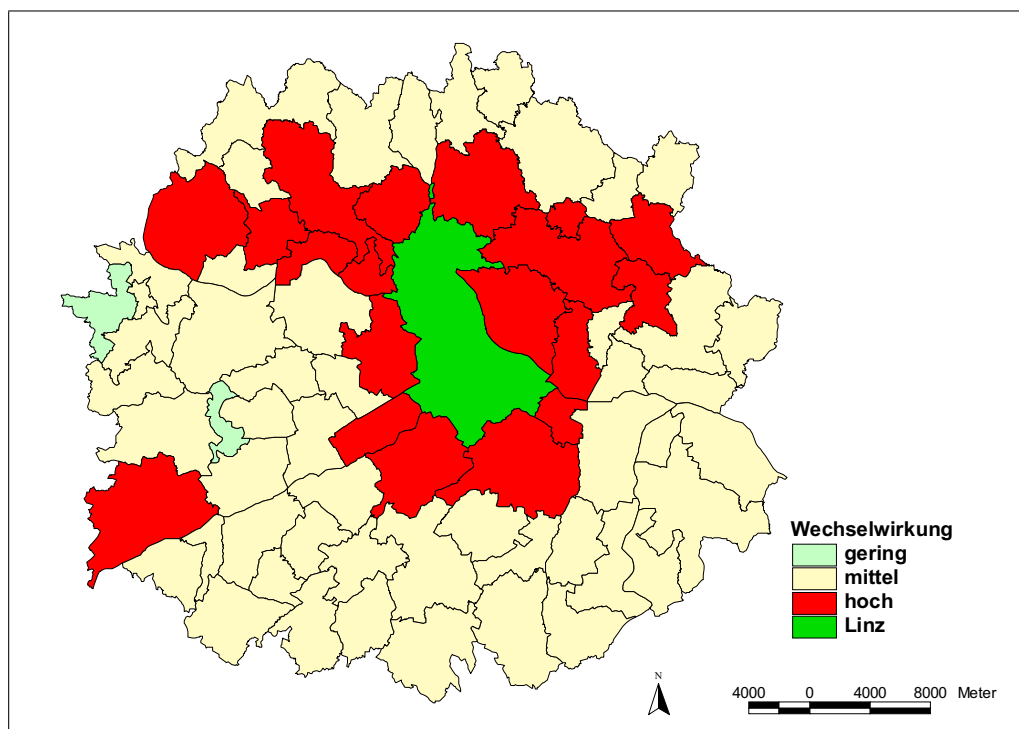


Abbildung 2: Das Einzugsgebiet von Linz klassifiziert nach dem Ausmaß der Wechselwirkungen zwischen Linz und den Gemeinden des Untersuchungsgebietes  
 Figure 2: The catchment area of Linz classified by the amount of influence of the centers on the communities

Gemeinde wird mit einer linearen Regression die Menge des Flächenverbrauches (Zuwachs an Gebäuden) geschätzt. Weiters wird angenommen, dass Gebäudezuwachs einer bestimmten Funktion folgend eng an die Entfernung von bestehenden Strassen und Siedlungen gekoppelt ist. Mit Hilfe eines Raster-GIS werden diese Funktionen abgebildet (siehe Abb. 3).

Simulationen sind möglich, indem die Entwicklung der Arbeitsplätze in den wirtschaftlichen Zentren geändert wird und indem manuell neue Strassen und Siedlungen hinzugefügt werden. Wie und wie stark diese Parameter des Modells geändert werden, ist von der jeweiligen Fragestellung abhängig.

#### 4. Diskussion

Das Simulationsmodell „Spatial Growth of Developed Areas in Urban Regions“ ist ein einfaches Modell, das mit relativ wenigen Daten auskommt, vom Ablauf her nachvollziehbar ist (weil mathematisch nicht sonderlich aufwendig) und ein Ergebnis erzeugt, das plausibel aussieht.

Durch die Verwendung weniger Parameter ist das Ergebnis relativ grob, lässt sich aber durch die Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren verfeinern.

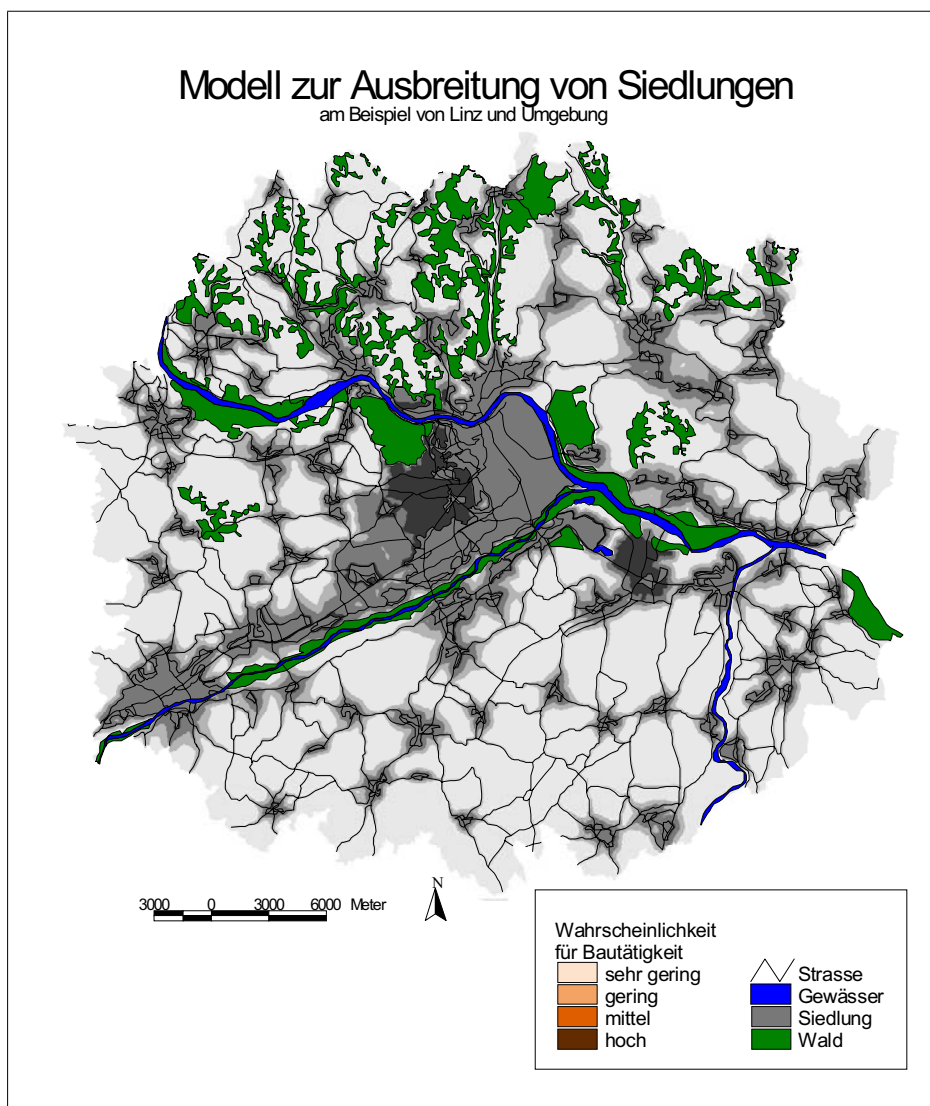


Abbildung 3: Simulation der Siedlungsausbreitung bis 2010 in der Beispielsregion Linz und Umgebung

Figure 3: Simulation of the growth of settlements for the year 2010

#### 4.1 Technischer Stand des Modells

- Die allgemeine Problematik von Prognosen ist auch hier gegeben, da eine Prognose nur vorhersehbare Entwicklungen berücksichtigen kann.
- Es könnten ausgereifere Algorithmen bei der Ausbreitungsrechnung eingesetzt werden, wie zum Beispiel „Zelluläre Automaten“ (LOIBL, 2000).
- Bei der Anwendung des Modells in der Praxis müssten weitere Parameter wie Bodenpreise oder bestehende Flächenwidmungspläne berücksichtigt werden (DOUBEK, 1996).
- Automatische Initialknospung von Siedlungen gibt es im Modell (noch) nicht, weil das Modell prinzipiell von bestehenden Siedlungen und Strassen ausgeht.
- Eine unterschiedliche Gewichtung von verschiedenen Typen von Strassen könnte das Modell noch weiter verfeinern.

#### 4.2 Unterschiedliche Anwendung des Modells in der Raumplanung

Die Grundidee der Entwicklung des vorliegenden Modells war es, ein Decision Support System für die überregionale Raumplanung zu entwickeln. Das ist im wesentlichen auch gelungen, wobei das Modell immer noch im Stadium eines Prototyps ist. Eine Verfeinerung sollte im Zuge weiterer Projekte erfolgen. Auch eine Verschneidung mit anderen Themen (Verkehrsplanung, landwirtschaftliche Raumplanung, Naturschutzbereiche) ist im Sinne einer interdisziplinären Planung möglich.

Mit Hilfe des Modells können Entwicklungstrends gut visualisiert werden. Damit werden der Verwaltung wichtige Entscheidungsgrundlagen in die Hand gegeben.

Das Modell zeigt auch sehr gut, dass die derzeitige Planungshierarchie (Raumplanung ist Gemeindegrenze) den räumlichen Entwicklungen nicht Rechnung tragen kann, da diese die Gemeindegrenzen überschreiten. Hier sind wirksame überregionale Planungsinstrumente erforderlich. Die Notwendigkeit solcher Instrumente lässt sich aus den Ergebnissen des Modells gut ableiten.

#### Literatur

BLOTEVOGEL, H. H. (1996): Zentrale Orte: Zur Karriere und Krise eines Konzeptes in der Regionalforschung und Raumordnungspraxis. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 10. Bonn, 617–629.

BLOTEVOGEL, H. H. (1998): Metropolen als Motoren der Raumentwicklung und als Gegenstand der Raumordnungspolitik. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte 203, 62–70.

BORSODORF A., A. HELLER, D. BOGNER und K. BARTL (2000): Das Stadt-Land-Kontinuum im Alpenraum – Methodenvergleich zur Abgrenzung von Stadtregionen in verdingten Raumsystemen.. In: BORSODORF, A. und M. PAAL (Hrsg.): Die „Alpine Stadt“ zwischen lokaler Verankerung und Globaler Vernetzung. Beiträge zur Regionalen Stadtforschung im Alpenraum. ISR-Forschungsberichte 20, Wien.

BOUSTEDT, O. (1970): Stadtregionen. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumforschung und Raumordnung. Hannover, Sp. 3207–3237.

DOUBEK, C. (1996): Siedlungsentwicklung in Österreich. Band II: Szenarien 1991–2011. Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) (= Schriftenreihe 127). Wien, 1–142.

JEFFERY, A. and KANG SHOU LU (1998): Modelling and Predicting Future Urban Growth in the Charleston Area. Homepage of „The Strom Thurmond Institute of Government & Public Affairs“, <http://www.strom.clemson.edu/teams/dctech/urban.html>

KRAKOVER, S. and A. BORSODORF (2000): Spatial Dynamics of Urban Expansion: The case of Innsbruck, Austria. Die Erde. Vol. 131, 125–141.

LICHTENBERGER, E. (1998): Stadtgeographie. Band 1. Begriffe, Konzepte, Modelle, Prozesse. B. G. Teubner Verlag, Stuttgart.

LOIBL, W. (2000): Modellierung der Siedlungsdynamik mit einem GIS-basierten Zellulären Automaten – Konzeption, GIS-Integration und erste Ergebnisse. In: STROBL, J. und T. BLASCHKE (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium, Salzburg 2000.

Project Gigalopolis – The Clarke Urban Growth Model. <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/model.htm>

#### Anschrift der Verfasser

DI Daniel Bogner, DI Karin Bartl, Bogner & Golob KEG, Büro für Ökologie und Landwirtschaft, Bahnhofstraße 39, 9020 Klagenfurt; e-mail: [office@bogner-golob.at](mailto:office@bogner-golob.at)

Eingelangt am 10. Oktober 2000

Angenommen am 10. Mai 2002