

## Grenzen überschreiten: Konzept einer GIS-basierten Wohnungsmarktbeobachtung

Sebastian HEIN, Andreas VATER

stud. geogr. Andreas Vater, stud. geogr. Sebastian Hein; empirica (GmbH), Kaiserstraße 29, 53113 Bonn,  
vater@empirica-institut.de, hein@empirica-institut.de

### 1 EINLEITUNG

Akteure der Stadt- und Raumplanung und der Immobilienwirtschaft waren schon immer auf raumbezogene Informationen angewiesen. Bislang bilden Statistiken, die interpretatorisch auf administrative Ebenen (statistische Bezirke) übertragen werden, die Grundlage von Planungs- und Investitionsentscheidungen.

Entscheidend für immobilienwirtschaftliche und zunehmend auch für stadtplanerische Entscheidungen ist dabei die Frage der Marktakzeptanz auf der Nachfrageseite (z.B. Mieter oder Käufer von Wohnungen). Die Marktakzeptanz sowie die Wertschätzung einzelner Stadtquartiere spiegelt sich besonders in den Preisen wieder: Hohe Preise stehen für eine hohe Wertschätzung und Marktakzeptanz, geringe Preise für das Gegenteil. Allerdings waren Preisinformationen bisher für einzelne Objekte nicht in einem statistisch relevanten Umfang verfügbar, sondern ausschließlich in zusammengefasster Form für administrative Ebenen (z.B. statistische Bezirke). Immobilien sind zwar immobil, aber im Raum nicht gleich verteilt. Der Bezug auf administrative Erhebungseinheiten erschwert die präzise Beschreibung der strukturellen Situation, da diese nur selten mit sozioökonomischen, baulichen und topographischen Strukturen übereinstimmen. Heterogenitäten werden durch die Aggregation auf administrative Ebenen zu Homogenitäten umgewandelt. Eine Folge der mangelnden Aussagekraft verfügbarer Daten und unzureichender Abbildung bestehender räumlicher Strukturen und Entwicklungen, ist die fehlende Transparenz für die Teilnehmer am Immobilienmarkt.

An dieser Problematik anknüpfend wurde in Kooperation mit der Firma empirica ein Konzept entwickelt, das spezifischere Bewertungen in räumlicher wie auch in zeitlicher Hinsicht ermöglichen soll. Mit den Techniken geographischer Informationssysteme kann die Darstellung und Analyse raumspezifischer Wohnungsmarktinformationen unabhängig von administrativen Einheiten realisiert werden. Datengrundlage der Analyse bildet die empirica-Preisdatenbank.

Im Folgenden wird das Grundkonzept eines GIS-basierten Informationssystems vorgestellt, mit dem detaillierte Beobachtungen von Wohnungsmarktstrukturen ermöglicht werden. Nach der konzeptionellen Beschreibung wird das methodische Vorgehen theoretisch erläutert und das Ergebnis am Fallbeispiel Wuppertal vorgestellt. Abschließend werden ergänzende Faktoren aufgeführt, die auf Basis der bisherigen Auswertungen von Angebotspreisen die Entwicklung eines hedonischen Preisindex ermöglichen.

### 2 GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME (FUNKTION UND ANWENDUNG)

Bevor wir das theoretische Konzept im Detail vorstellen, soll zunächst der Begriff Informationssystem geklärt werden. In diesem Zusammenhang soll das Informationssystem als die Schnittstelle eines Datenbanksystems mit externen Kommunikationsmedien und der Einbindung von anwendungsspezifischen Methoden verstanden werden. Das Datenbanksystem besteht aus einem Datenbankmanagementsystem und einer Datenbank. Die aufgeführte Architektur wurde über die Anbindung einer Datenbank an ein geographisches Informationssystem und die Erweiterung der Analysemethoden über die Statistiksoftware R realisiert. Das GIS bietet sowohl Management-, als auch Kommunikationsfunktionen (vgl. Konzept). Die Datenbank beinhaltet Informationen über die angebotenen Wohnungsmarktobjekte und R ermöglicht komplexe statistische Operationen.

Geographische Informationssysteme sind seit einiger Zeit auch bei den Akteuren der Stadt- und Raumplanung und des Immobilienmarktes in Anwendung, wodurch sich die Kommunizierbarkeit von statistischen Informationen verbessert hat. In digitalen Karten können Raumverhältnisse besser nachvollzogen, Rauminformationen in multivariaten Darstellungen miteinander verschnitten und somit Informationen prägnant dargestellt werden. Die Vorteile eines geographischen Informationssystems für die Wohnungsmarktbeobachtung können nach Borchert (2006) wie folgt zusammengefasst werden:

1. Kommunikationsfunktion: Übermittlung des räumlichen Wissens an andere Personen. Ergebnisse werden präsentiert, sollen überzeugen.

2. Soziale Funktion: Alle Handlungen, die nicht räumliche, sondern soziale Aktionen bewirken. Darunter fallen beispielsweise Karten, die positiv wirkende Umfeldfaktoren graphisch überbetonen, um eine größere Begehrlichkeit nach einer Immobilie zu wecken und eine Besichtigung auszulösen, die sich sonst nicht ergeben würde.

3. Kognitive Funktion: Gewinnung, Optimierung und Erweiterung räumlichen Wissens. Bei diesem explorativen Ansatz dient die Karte der Ideengewinnung, der Hypothesenbildung und -bestätigung. In der Synthese können Zusammenhänge aufgezeigt, mehrere Fragen beantwortet und generalisierte Aussagen gewonnen werden.

4. Entscheidungsunterstützende Funktion: Räumliche Analyseergebnisse werden zur Entscheidungsfindung genutzt.

Trotz enormer Verbesserungen in der kommunikations- und der sozialen Funktion durch die Einführung geographischer Informationssysteme, werden die Potentiale der kognitiven- und entscheidungsstützenden Funktionen noch nicht ausgeschöpft. Bezüglich der Wohnungsmarktbeobachtung kann dies auf schlechte Datenverfügbarkeit, aber auch auf die Projektion der verfügbaren Daten auf administrative Ebenen und der damit verbundenen Generalisierung von Informationen zurückgeführt werden. Ein weiterer Nachteil dieser Objekttaggregation ist die Vernachlässigung von Nachbarschaftsverhältnissen (engl. Neighborhood = Umfeldbeziehungen).

### 3 KONZEPT GIS-BASIERTER WOHNUNGSMARKTBEOBACHTUNG

Nachbarschaftsverhältnisse (Umfeldbeziehungen) stellen einen entscheidenden Faktor in der Stadtforschung, sowohl in der Stadtökonomie als auch in der Stadtgeographie und der Stadtsoziologie dar. Besonders durch Galster sind im Bereich der Soziologie die Wirkungen von Nachbarschaften hervorgehoben worden: "The value of the object depends on the value of adjacent objects in the neighborhood and the image of the neighborhood" (Galster, in Friedrichs und Blasius 2006). Auch die lagebezogene Einbettung von Immobilien in Nachbarschaften hat in Kombination mit dem Einkommen einen Einfluss auf die Wohnentscheidung von Haushalten. Vorwiegend vier Nachbarschaftsfaktoren führen zu positiven oder negativen externen Effekten auf die Anwohner bzw. den Immobilienmarkt (vgl. Can 1998):

- 1) Zugänglichkeit des Geländes
- 2) Physische Charakteristika des Objektbestands
- 3) Sozialer, ökonomischer und demographischer Kontext
- 4) Bereitstellung der öffentlichen Versorgung

Aus den nachbarschaftlichen Unterschieden bezüglich dieser Dimensionen, resultiert eine systematische Variation in der Verteilung von Immobilienbedarf, -produktion, -dispersion und -finanzierung im Raum. Diese räumliche Struktur wird über Immobilienpreise charakterisiert.

Nachbarschaftsverhältnisse werden im Folgenden, in Anlehnung an Galster (2003) als Objektinterdependenzen zunächst auf Basis der Objekteigenschaften beschrieben. Zunächst soll nun das Datenaggregationsverfahren auf administrative Ebenen und die o. g. Einschränkungen dieser Verfahren illustriert werden (Abb.1). Weiterhin wird das Konzept objektbasierter Datenaggregationsverfahren vorgestellt, welche sich durch räumliche Interpolationsverfahren realisieren lassen (Abb.2).

In Abbildung 1 sind sowohl Interdependenzen von Nachbarschaften als auch Datenaggregationsverfahren schematisch dargestellt. Die gestrichelten Linien symbolisieren Stadtteilgrenzen der Stadtteile 1, 2 und 3. Die Farben Grün, Gelb und Rot stehen für das Preisniveau der einzelnen Stadtteile. Grün symbolisiert ein hohes, Gelb ein mittleres und Rot ein niedriges Preisniveau. Die Preisniveaus der einzelnen Stadtteile (administrative Grenze) werden durch übliche statistische Verfahren (Mittelwert, Median) aus den Objekten (A, B, C) berechnet. A, B und C stehen für Angebotspreise der Objekte. A steht dabei für ein Objekt hohen, B für ein Objekt mittleren und C für ein Objekt niedrigen Preisniveaus. Stadtteil 1 wird durch die Aggregation (Mittelung) seiner Objekte ein hohes Preisniveaus (A) zugewiesen. Die Angebotspreise der Objekte weisen überwiegend ein hohes Niveau auf. Stadtteil 2 erhält entsprechend Preisniveau B, der Stadtteil 3 Preisniveau C.

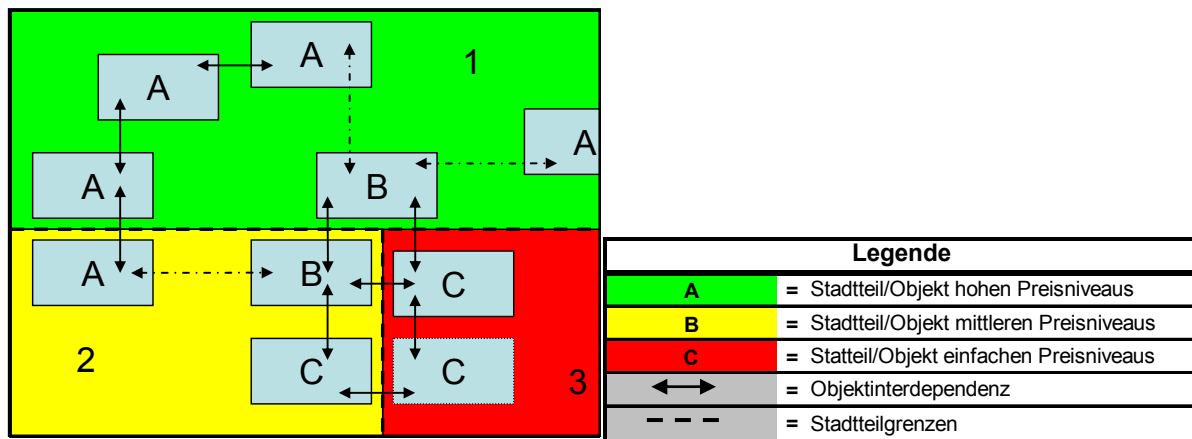


Abb. 1: Schematische Darstellung von Datenaggregationsverfahren und Interdependenz zwischen benachbarten Objekten.

Bei diesem Verfahren der Datenaggregation werden die Daten also administrativen Grenzen zugeordnet, wobei der umgekehrte Weg, die Grenzen an die Daten anzupassen, ein detaillierteres Bild von der räumlichen Situation ergibt (vgl. Abb. 2). Bei dieser Anpassung müssen die Distanzen zwischen den Objekten berücksichtigt werden. In bisherigen Verfahren der Wohnungsmarktbeobachtung werden diese noch nicht angemessen berücksichtigt, obwohl die Distanz zwischen Objekten einen Einfluss auf die Stärke von Objektinterdependenzen hat. In Abbildung 1 sind diese Interdependenzen als Pfeile zwischen den Objekten dargestellt. Dabei ist die Interdependenz über geringe Objektdistanzen stärker (gefüllte Pfeile) als über großen Objektdistanzen (gestrichelte Pfeile). Bei gleichen Objektvoraussetzungen könnte so zum Beispiel das Preisniveau von Objekten an der Südgrenze von Stadtteil 1 (B) über Interdependenzen mit Objekten im Stadtteil 3 (C) erklärt werden.

Die Berechnung von Grenzen, innerhalb derer sich Objekte mit gleichen Objekteigenschaften befinden, lässt sich über Interpolationsverfahren durchführen. Ein weiterer Vorteil dieser Verfahren ist die Möglichkeit, Nachbarschaftsinteraktionen und Objektinterdependenzen in das Verfahren einfließen zu lassen.

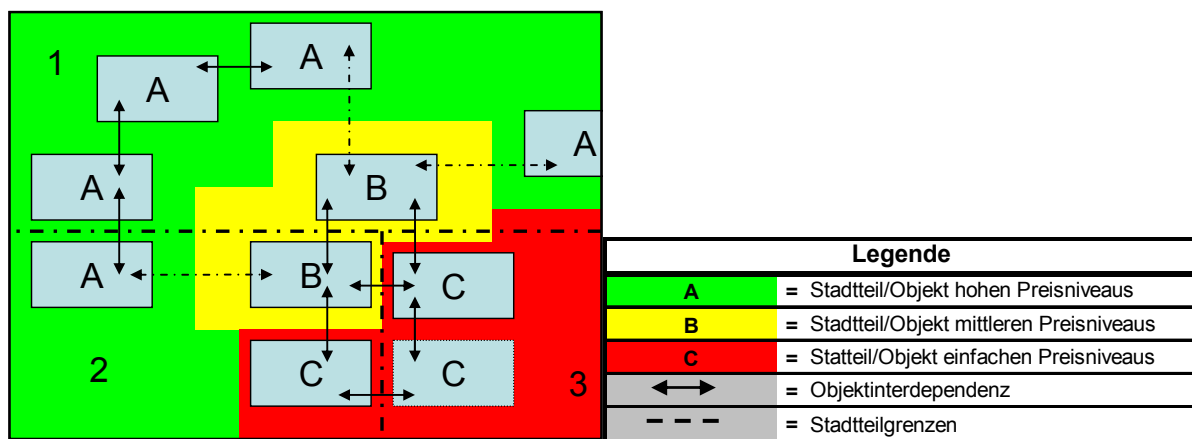


Abb. 2: Schematische Darstellung von Datenaggregationsverfahren über Interpolation.

In Abbildung 2 ist nun das Schema eines Datenaggregationsverfahren auf Basis einer Interpolation vorgestellt. Die Symbolik der Grafik entspricht der in Abb. 1 verwendeten. Über diesen objektbasierten Ansatz ergibt sich im Vergleich zu Abbildung 1 ein völlig neues Bild. Hier wird im Gegensatz zum Top-down-Prinzip des Interpretationsverfahrens in Abbildung 1, ein Bottom-up-Ansatz verfolgt. Das Resultat kann als Zonen ähnlichen Preisniveaus beschrieben werden. In dieser vereinfachten Darstellung lässt sich der Effekt einer objektbasierten Datenaggregation leicht nachvollziehen. Die administrativen Begrenzungen haben keinen Einfluss mehr auf die interpretatorische Projektion von Daten im Raum. So besteht z.B. Stadtteil 2 nun aus drei verschiedenen Wertebereichen. Die Stärke der nachbarschaftlichen Objektinterdependenzen kann in verschiedenen Interpolationsverfahren in die Datenaggregation einbezogen und auf unterschiedliche Art und Weise gewichtet werden. So wird z.B. bei der Implikation der Objektinterdependenz nicht nur die Distanz zwischen den Objekten in räumlicher Hinsicht, sondern auch die Distanz zwischen den Objekten in preislicher Hinsicht berücksichtigt (vgl. Methodik).

Durch die Beachtung der Distanzen zwischen den Objekten werden drei der wesentlichen Nachbarschaftsfaktoren nach Can, bereits berücksichtigt. Die Zugänglichkeit des Geländes, ist bei benachbarten Objekten in der Regel ähnlich. Ebenso verhält es sich mit dem sozialen, ökonomischen und demographischen Kontext, denn die Wohnentscheidung von Haushalten wird neben der lagebezogene Einbettung von Immobilien in Nachbarschaften, durch das Einkommen bestimmt. Auch die Bereitstellung der öffentlichen Versorgung unterscheidet sich innerhalb einer Nachbarschaft nur wenig. Die physischen Eigenschaften der Objekte, ebenso wie ergänzende Merkmale (z.B. die Sichtbeziehungen), die den Wert einer Immobilie bestimmen, können über hedonische Analysen bestimmt werden.

Zusammenfassend lässt sich das Konzept einer GIS basierten Wohnungsmarktbeobachtung folgendermaßen charakterisieren:

- Datenbank: Preisdaten (vgl. Methodik) mit Preis- und Objektinformationen
  - Verfügbarkeit von Immobilienpreisdaten in statistisch relevantem Umfang
  - zeitnahe Objektdatenverfügbarkeit, zur Abbildung von Marktstimmungen
- Datenbankmanagementsystem (erweitertes geographisches Informationssystem)
  - Kommunikationsfunktion
  - soziale Funktion
  - kongnitive Funktion
  - entscheidungsunterstützenden Funktion (Decision-Support System)

Besonders die letzten drei Aspekte sind hervorzuheben. Bezüglich der kognitiven Funktion (Gewinnung, Optimierung und Erweiterung räumlichen Wissens) wird der explorative Ansatz durch detaillierte Darstellungen optimiert. Somit erhält die Karte, als Instrument der Ideengewinnung als auch der Hypothesenbildung und –bestätigung, eine höhere Aussagekraft. Auch bezüglich der entscheidungsunterstützenden Funktion ergeben sich erhebliche Verbesserungen; wie vorangehend erläutert, können Rauminformation realitätsnäher dargestellt werden.

#### 4 DATENBANKSTRUKTUR

Datengrundlage für die ersten Auswertungsschritte ist die empirica-Preisdatenbank (IDN ImmoDaten GmbH), die Immobilienangebote sämtlicher Segmente und Angebotsarten beinhaltet. Diese basiert auf den im Internet abrufbaren Immobilienangeboten und umfasst sowohl Informationen zur Baustruktur als auch zu den Angebotspreisen. Insgesamt beinhaltet sie ca. 85 Mio. Angebote für ganz Deutschland aus den letzten fünf Jahren. Neben den Angebotspreisen sind außerdem weitere Faktoren, wie z.B. Baujahr, Größe und Ausstattung darin abrufbar.

Der Angebotspreis für Immobilien spiegelt indirekt die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager für die Eigenschaften der Lage und der Gebäudestruktur (Größe, Qualität, Zustand) wieder. Die Angebotspreise entsprechen nicht immer den tatsächlich erzielten Marktpreisen, sie repräsentieren vielmehr die erwarteten Marktpreise. Abgesehen von der besseren Verfügbarkeit haben Angebotspreise den Vorteil Marktstimmungen abbilden zu können. Immobilienpreisunterschiede gleichen die Unterschiede in der Qualität der Lage oder der Gebäudestruktur aus. Preisunterschiede können demnach als kompensierende Differentiale mit der Folge eines räumlichen Gleichgewichts verstanden werden. Im nachfolgenden Schritt soll die Schätzung des Lageparameters aus den Angebotsdaten über räumliche Interpolation erörtert werden.

Ein Problem bei der Beobachtung des Wohnungsmarktes besteht darin, dass die betrachteten Untersuchungsgebiete (z.B. Städte) zwar eine stetige Veränderung der Objekteigenschaften besitzen, also die thematischen Attribute sich nicht sprunghaft-diskret sondern mit glatten Werte-Übergängen ändern, aber diese Eigenschaften nur an einigen wenigen Orten erfasst werden können. Räumliche Interpolationsverfahren basieren auf der Annahme, dass sich benachbarte Faktoren (z.B. auch Immobilienpreise) gegenseitig beeinflussen: "Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things" (Tobler 1970). Prinzipiell wird bei der Untersuchung von Wertebereichen im Raum das Feld-Konzept zugrunde gelegt. Bei Interpolationen geht es um die Ermittlung des kompletten Feldes aus einer endlichen Anzahl von Stützstellen (also bekannten Funktionswerten); im 2D-Fall die

komplette Funktion  $f(x,y)$ . Im Sinne der Statistik liegt hier eine Stichprobe des Untersuchungsgebietes vor, das als Grundgesamtheit über sehr viele Orte (die Lagen sämtlicher Immobilien) definiert ist. Es wird versucht, mit Hilfe eines numerischen oder statistischen Modells die stetige Veränderung der Werte im Raum nachzubilden. Auch die Qualität der Lage einer Immobilie kann, diesem Ansatz folgend, über ortsspezifische Mittelung geschätzt werden.

Dafür wurden zuerst die Angebotspreise, die die verschiedenen Segmente des Immobilienmarktes abdecken, für die Einbindung in das GIS aufbereitet. Die bisherigen Auswertungen beschränken sich auf die Segmente: Wohnungen und Häuser, die zusätzlich nach Kauf und Miete differenziert werden. Um die vier Objektklassen vergleichbar zu machen, wurde eine Normierung über die Quadratmeterpreise durchgeführt. Schwierigkeiten ergaben sich speziell für die Objektklasse der zum Kauf angebotenen Häuser, bei der zusätzlich zur Wohnfläche die Grundfläche berücksichtigt werden muss. Über eine Typ-spezifische Median Berechnung konnte jedoch jeder Adresse ein standardisierter Indikator für das Preisniveau des Angebots zugewiesen werden. Die Bildung dieses Indikators ermöglicht die einheitliche Betrachtung sämtlicher Segmente in weiteren Schritten.

Entscheidend für die Verarbeitbarkeit in geographischen Informationssystemen ist der eindeutige Raumbezug der einzelnen Objekte. Jedem Punkt (Haus) muss seine ihm eigene geographische Position zugewiesen werden. Diese Referenzierung auf ein spezifisches Koordinatensystem, auch als Georeferenzierung bezeichnet, ist äußerst aufwendig hat aber den Vorteil, von administrativen Grenzen unabhängige Ergebnisse zu liefern. So können Strukturen auch auf der Mikroebene von einzelnen Haushalten analysiert werden.

Bezüglich des Anspruchs der Standardisierbarkeit des Verfahrens wurden verschiedene räumliche Interpolationsansätze miteinander verglichen. Im Weiteren sollen eine deterministische und eine geostatistische bzw. stochastische Interpolationstechnik vorgestellt und deren Eignung bezüglich einer Immobilienmarktbeobachtung kurz diskutiert werden.

## 5 DATENMANAGEMENT (INTERPOLATION)

Es gibt eine Vielzahl von Methoden, bei denen der Wert einer Beobachtungsvariablen an einem unbeprobten Ort, durch ein gewichtetes Mittel der benachbarten gemessenen Werte, geschätzt wird. Die Inverse-Distance-Weighting Methode ist die bedeutsamste dieser Gewichtungsmethoden und ist dadurch gekennzeichnet, dass die interpolierten Schätzwerte nur über den inversen Abstand des Schätzzortes zu nah benachbarten Objekten gewichtet, ermittelt werden. Der Schätzer ist ein gewichtetes Mittel aus den Nachbarwerten und wird deshalb linear genannt. IDW ist eine lokale, exakte, deterministische und stetige Interpolationsmethode. Mathematisch formuliert bedeutet dies:

Es seien  $z(u_1), \dots, z(u_n)$  Werte der Beobachtungsvariable an den Orten  $u_1, \dots, u_n$ . An dem unbeprobten Ort  $u_0$  wird der Wert der Beobachtungsvariablen durch

$$z(u_0) = \frac{\sum \frac{1}{d_i} z(u_i)}{\sum \frac{1}{d_i}}$$

über alle beprobten Orte summiert, geschätzt.  $d_i$  bezeichnet den Abstand zwischen den Orten  $u_0$  und  $u_i$ . Die Annahme über die Art des Zusammenhangs (die Ähnlichkeit) zwischen den Werten der Beobachtungsvariablen ist intuitiv und unabhängig von der Beobachtungsvariable. Das IDW-Verfahren ist geeignet, wenn die Datenpunkte gleichmäßig verteilt sind und nicht geballt vorkommen.

Für die Interpolation punktuell gemessener Daten mit Raumbezug muss eine Annahme über den räumlichen Zusammenhang getroffen werden. Dies erfolgt bei nichtstatistischen Interpolationsverfahren (vgl. IDW) intuitiv, d.h. ohne Bezug zu den realen Daten. Qualitative Mängel bei der Interpolation von Wohnungsmarktoobjekten sind die Folge. Ziel ist es deshalb, ein Verfahren vorzustellen, das die Annahmen über deren räumlichen Zusammenhang unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten trifft.

Konzeptionell handelt es sich dabei um geostatistische bzw. stochastische Methodik. Auf der für einen räumlichen Prozess geschätzten theoretischen Variogramm-Funktion basiert das hoch entwickelte Kriging-Konzept. Eigentlich handelt es sich dabei ebenfalls um gewichtete arithmetische Mittel, wobei die für jeden

Interpolationspunkt spezifischen Gewichte mit Hilfe der Variogramm-Funktion lokal optimiert werden. Dabei lassen sich lokale Schätzfehler-Varianzen ermitteln, die man zur Berechnung von Konfidenzintervallen für die interpolierten Werte nutzen kann.

Es seien  $z(u_1), \dots, z(u_n)$  Werte der Beobachtungsvariable an den beprobten Orten  $u_1, \dots, u_n$ . Diese werden als Realisationen der Zufallsvariablen  $Z(u_1), \dots, Z(u_n)$  angesehen. Auch für die unbeprobten Orte werden Zufallsvariablen angenommen. In räumlichen Interpolationen werden Realisationen dieser Zufallsvariablen aus den bekannten Realisationen geschätzt. Die Menge aller dieser Zufallsvariablen  $Z = \{Z(u), u \text{ in Untersuchungsgebiet}\}$  wird stochastischer Prozess oder geostatistisches Modell genannt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, räumliche Zusammenhänge der raumbezogenen Daten innerhalb dieses geostatistischen Modells zu beschreiben. Alle beruhen auf der Annahme, dass der räumliche Zusammenhang der Daten nicht von der absoluten (geometrischen) Lage des Ortes abhängt, sondern nur von der relativen räumlichen Lage der betrachteten Orte zueinander (Distanz, Richtung). Diese Annahme wird als Eigenschaft des stochastischen Prozesses formuliert.

Ein stochastischer Prozess wird (intrinsisch) stationär genannt, falls

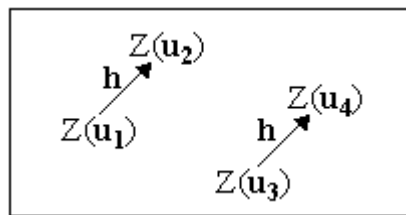
1) der Erwartungswert aller Zufallsvariablen des Stochastischen Prozesses gleich ist, also

$$E[Z(u)] = m \text{ für alle } u \text{ im Untersuchungsgebiet.}$$

2) der räumliche Zusammenhang zwischen zwei Zufallsvariablen dieses Prozesses nicht von deren absoluter Lage, sondern nur von deren Abstandsvektor abhängt, also

$$\text{Zus}[Z(u), Z(v)] = g(h), \text{ wobei } h = v - u \text{ und } u, v \text{ im Untersuchungsgebiet.}$$

Folgende Skizze verdeutlicht die Eigenschaft der Stationarität (vgl. auch Kapitel 3):



$$\rightarrow \text{Zus}[Z(u_1), Z(u_2)] = \text{Zus}[Z(u_3), Z(u_4)]$$

Bei der Interpolation über das Kriging-Modell wird ein unbekannter Wert durch ein gewichtetes Mittel der bekannten Nachbarwerte geschätzt. Die Gewichte werden im geostatistischen Modell aber so optimiert, dass der Schätzer im Mittel den wahren Wert schätzt und systematischen Fehler reduziert. Grundlage für den Schätzer ist dabei das geostatistische Modell und das Variogramm, das den räumlichen Zusammenhang des Prozesses beschreibt. Das Variogramm wird zunächst empirisch bzw. experimentell bestimmt und charakterisiert somit den räumlichen Zusammenhang der Stichprobe. Da das Variogramm aber den gesamten Prozess charakterisieren soll, muss es in einem weiteren Schritt auch für solche Abstandsvektoren modelliert werden, die nicht in der Stichprobe vorkommen. Dazu nimmt man an, dass das empirische Variogramm den groben Verlauf des räumlichen Zusammenhangs im gesamten Untersuchungsgebiet widerspiegelt. Die fehlenden Werte können dann dadurch geschätzt werden, dass man eine Funktion experimentell dem empirischen Variogramm anpasst, die dem Verlauf des Variogramms möglichst gut beschreibt.

Bezüglich der Eignung einer Immobilienmarktbeobachtung besitzt das geostatistische Verfahren das größere Potential, was sich auch mit der hauptsächlich im angelsächsischen Raum publizierten Literatur zur Thematik (vgl. Anselin, Can, Olmo u.a.) deckt. Einerseits werden im Gegensatz zu den deterministischen Interpolationsverfahren, nicht nur die räumlichen Distanzen in die Gewichtung einbezogen, sondern auch die preislichen Unterschiede zwischen den Objekten berücksichtigt. Zweitens kann mit Hilfe der Variogramm-Funktion eine lokale Optimierung der Schätzung durchgeführt werden. Ein dritter Vorteil des Kriging-Verfahrens ist die Möglichkeit ein Gütemaß für die Schätzung anzugeben. Die Evaluierung des Interpolationsergebnisses durch Vorortbegehungen, Expertengespräche, sowie über den Vergleich mit anderen Datensätzen (HVB-Expertise GmbH, Kaufkraft u.a.) stützen diese Aussagen.

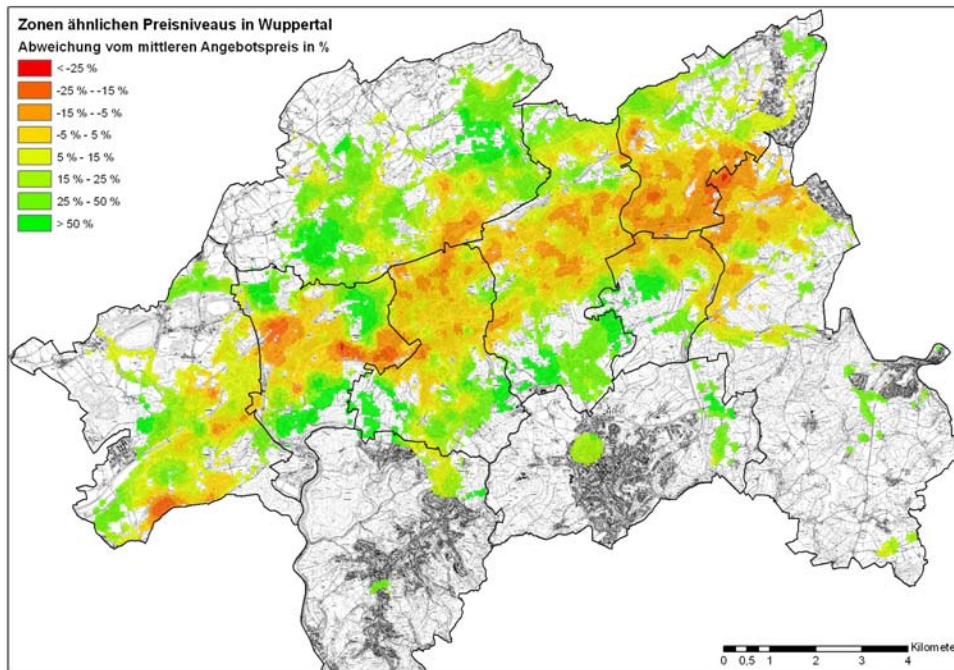


Abb. 3: Ergebnis der Kriging-Interpolation am Fallbeispiel Wuppertal

Die über die Lage definierte und geostatistisch optimierte Bestimmung der fehlenden Preisinformationen hat zur Folge, dass in den Angebotspreisen enthalten gebäudestrukturbedingten Preisunterschiede abgeschwächt werden. Das Ergebnis repräsentiert nicht mehr die Angebotspreise in ihrer ursprünglichen Form, sondern kleinräumige Zonen ähnlichen Preisniveaus, die sich über die Standort- oder Lagequalitäten bedingen. Beim Vergleich wiederholter standardisierter Auswertungen über längere Zeiträume können temporale Veränderungen dieser Zonen beobachtet werden. Starke Schwankungen lassen sich dabei u.a. auf planerische Maßnahmen zurückführen. Im Umkehrschluss kann dieser Ansatz für eine objektivierte Evaluation planerischer Eingriffe genutzt werden.

Mit der Verknüpfung der Angebotspreisinterpolation mit Qualitätsinformationen der einzelnen Objekte, ist eine „Re-Optimierung“ der Aussage auf die Akteurs- bzw. Mikroebene möglich. In einem weiteren Schritt soll dieser Aspekt über die Berechnung eines hedonischen Preisindex realisiert werden.

## 6 DATENMANAGEMENT (HEDONISCHER ANSATZ)

Die hedonische Hypothese besagt, dass jedes Gut als Bündel seiner Charakteristika dargestellt werden kann. Dazu wird unterstellt, dass die Präferenzen der Konsumenten und Produzenten nur durch diese Charakteristika bestimmt werden und dass ein funktionaler Zusammenhang zwischen dem Preis eines Gutes und dessen Eigenschaften besteht. Außerdem wird angenommen, dass die Gütereigenschaften für alle Konsumenten gleich sind. Somit wird die individuelle Konsumentenscheidung nicht durch die Wahl eines Güterbündels sondern durch die Auslese einer Kombination von Gütereigenschaften festgelegt. Die Bedeutung dieses Ansatzes besteht darin, dass nicht mehr das Gut selbst sondern nur seine Charakteristika dem Konsumenten Nutzen stiften.

Der Objektprice beinhaltet neben dem Bodenpreis, die Zahlungsbereitschaft der Nachfrage (für bestimmte Objekteigenschaften bei bestimmten Lageeigenschaften) und die Baukosten, die ebenfalls räumlich und objektspezifisch variieren. Bodenpreis, Objekt- und Lageeigenschaften, sowie die Baukosten können als Charakteristika der einzelnen Immobilien und somit als Argumente individueller Nutzenfunktionen verstanden werden. Immobilienpreisunterschiede gleichen die Unterschiede dieser Faktoren aus. Wie oben beschrieben, erscheinen sie als kompensierende Differentiale. Der Zusammenhang zwischen Angebotspreis und Eigenschaften der Immobilie kann durch folgende hedonische Gleichung dargestellt werden (verändert nach Salvi und Schellenbauer 2004):

$$\text{Hauspreis} = \text{Preis einer Einheit Grundstücksfläche} \cdot \text{Größe (Menge)}$$

- + Preis einer Einheit Wohnfläche • Wohnfläche
- + Preis der Alterung • Alter des Gebäudes
- + Preis • Eigenschaft weitere Faktoren
- + (...)
- + zufällige unsystematische Einflussfaktoren

Eine wichtige Frage für viele Akteure des Immobilienmarktes stellt sich in der Gewichtung der verschiedenen Eigenschaften einer Immobilie. Die Auflösung der Gleichung, kann über statistische Regressionsverfahren realisiert werden, vorausgesetzt es liegen die Angebotspreise sowie Daten über Objekteigenschaften vor. Dabei werden die relativen Preise als die zu erklärenden Variablen und subjektiv gewählte Qualitätsmerkmale als Regressoren verwendet. Die im Interpolationsverfahren egalisierten Objekteigenschaften können über die geographische Lage wieder eindeutig den Preisinformationen zugeordnet werden. Über die Methode der multiplen Regression kann der Preis simultan auf mehrere Eigenschaften regressiert werden. Die Gewichtung der einzelnen Eigenschaften ist dabei vom Markt bestimmt und somit weitgehend objektiv.

## 7 AUSBLICK

Das vorgestellte Konzept ermöglicht die flächendeckende, differenzierte Ausweisung kleinräumiger Zonen ähnlichen Preisniveaus sowie die Beobachtung deren zeitlicher Entwicklung im Raum. Die ermittelten Zonen repräsentieren höherwertige, mittlere und einfache Wohnlagen im Verhältnis zu verschiedenen Bezugsebenen, z.B. einem Stadtteil, der gesamten Stadt oder der Region. Das Informationssystem ermöglicht somit detailliertere und differenziertere Aussagen über Märkte, Stadtstrukturen und Entwicklungen. Investiven und planerischen Entscheidungsprozessen kann so ein Werkzeug an die Hand gegeben werden, welches die Grenzen administrativer Grenzen überschreitet. Des Weiteren soll auf Basis der bisherigen Auswertungen von Angebotspreisen, in Kombination mit Baualtersklassen, Ausstattungsmerkmalen, Grundstücksgrößen und weiteren Faktoren, ein Decision Support System aufgebaut werden. Gleichzeitig kann die Visualisierung räumlicher Strukturen und Prozesse die Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren des Wohnungsmarktes verbessern.

## 8 QUELLEN

- ANSELIN, Luc (1998): GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets. *Journal of Housing Research*, Vol. 9, No. 1.
- BORCHERT, Axel (2006): Geographische Informationssysteme für die Immobilienwirtschaft. *Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie*. Vol. 3.
- CAN, Ayse (1998): GIS and Spatial Analysis of Housing and Mortgage Markets. *Journal of Housing Research*, Vol. 9, No. 1.
- CRESSIE, Noel (1993): *Statistics for Spatial Data*. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics.
- FRIEDRICHS, Jürgen und Jörg BLASIUS (2006): Attitudes of Owners and Renters in a deprived Neighborhood. EAR Conference “Housing in an expanding Europe: Theorie, Policy, Participation and Implementation”. Ljubljana, Slovenia.
- GALSTER, C. George (2003): Investigating behavioural Impacts of Poor Neighborhoods: Towards New Data and Analytic Strategies. *Housing Studies*, Vol. 18, No. 6.
- OLMO, Jorge Chica (1995): Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents. *Urban Studies*, Vol. 32, No. 8.
- REY, J. Sergio und Luc ANSELIN (2006): Recent Advances in Software for Spatial Analysis in the Social Sciences. *Geographical Analysis*, Vol. 36.
- SALVI, Marco und Patrik SCHELLENBAUER (2004): Preise, Mieten und Renditen. *Der Immobilienmarkt transparent gemacht*. Züricher Kantonalbank.
- TOBLER, R. Waldo (1970): A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, Vol. 46