

Interpolation von Bodenpreisoberflächen für die Stadt Salzburg

Erich Dumfarth

(Erich Dumfarth; ICRA - Institut für computergestützte Raumanalyse, Institut für Geographie; Universität Salzburg, email: edumfar@geo.sbg.ac.at)

1. EINLEITUNG

Das Geschäft mit Grund und Boden dürfte wohl eines der undurchsichtigsten sein. Für viele Menschen stellen Berichte in den Medien die einzige Informationsquelle dar. Häufig sind diese Informationen aber so allgemein und zudem auf nur wenige Punkte in der Stadt beschränkt, daß es selbst für Experten nicht einfach sein dürfte, sich die den Verkaufsvorgängen zugrunde liegende Bewertungstopographie von Verkäufern bzw. Käufern vorzustellen. Bei einem Anwender-Hearing „Bodenpreiskarten“ am 19.6.1995 im SIR (Salzburger Institut für Raumplanung und Wohnen) wurden von den geladenen Experten aus der Immobilienbranche und der öffentlichen Verwaltung bessere Informationen über Grundstückspreise und Bodenmarkt als „sehr wichtig“ (12 Stimmen) oder zumindest „wichtig“ (8 Stimmen) bewertet (SIR 1995). In noch höherem Ausmaß kann dieser selbst bei Experten vorhandene „Orientierungsnotstand“ bei Privatpersonen, die - wenn überhaupt - wohl nur einmal im Leben mit dem Verkauf bzw. dem Erwerb eines Grundstückes konfrontiert sind, angenommen werden.

Unter diesen Umständen erscheinen Bodenpreiskarten besonders geeignet, hier Orientierungs- und Entscheidungshilfe zu bieten. Insbesondere wird durch solche Kartenwerke, die idealerweise für die Öffentlichkeit zugänglich sein sollten, eine Art „Gleichheit der Waffen“ zwischen Privatpersonen und den im allgemeinen durch informelle Informationsvorsprünge bevorzugten Experten hergestellt. Darüber hinaus ist die Erstellung von Bodenpreiskarten mittels räumlicher Interpolation an die Konstruktion von Bodenpreisoberflächen geknüpft. Das ermöglicht einerseits die Analyse von zeitlicher und räumlicher Veränderung in der Bewertungstopographie der Bürger dieser Stadt, andererseits können auch andere räumliche Inwertsetzungen, wie beispielsweise Wohnsitzpräferenzen oder Cityfunktionalität, auf Zusammenhänge mit aktuellen und vergangenen Bodenpreisen untersucht werden.

2. A-RÄUMLICHE BESCHREIBUNG VON BODENPREISEN UND GRUNDSTÜCKSMARKT

Im Sinne einer besseren Information über Bodenpreise und Grundstücksmarkt werden seit einigen Jahren vom Amt für Statistik der Stadt Salzburg alljährlich entsprechende Daten publiziert. Der Erkenntnisgewinn durch eine solche im wesentlichen a-räumliche Beschreibung von Grundstückstransaktionen ist allerdings begrenzt. Dies gilt vor allem dann, wenn nur wenige Parameter für die Beschreibung der Verkäufe bzw. der erzielten Bodenpreise herangezogen werden. Insbesondere der beliebte arithmetische Mittelwert ist, für sich alleine genommen, ein geradezu klassisches Mittel, um über Bodenpreise zu desinformieren. Bei Bodenpreisdaten eigentlich immer vorhandene Extremwerte, die durch Verkäufe aus Innenstadtbereichen oder anderen Hochpreisgebieten verursacht werden, schwächen seine Fähigkeit, sozusagen einen „mittleren“ Bodenpreis zu repräsentieren, entscheidend ab. In Salzburg klaffen beispielsweise für das Jahr 1991 das arithmetische Mittel und der Median der Bodenpreise um rund 2.000 Schilling auseinander. In den darauf folgenden Jahren war in den innenstadtnahen Bereichen eine ausgesprochene Flaute auf dem Grundstücksmarkt zu verzeichnen. Daraufhin „stürzte“ das arithmetische Mittel binnen zweier Jahre um mehr als 1.000 Schilling ab, was von manchen „Experten“ und in den Medien als ein Rückgang der Bodenpreise in der Stadt Salzburg vermerkt wurde. Die Analyse der Bodenpreisoberflächen 1991 und 1994 zwingt zu einer, vorsichtig formuliert, Relativierung dieser Einschätzung. Neben Gebieten, in denen der Bodenpreis tatsächlich unter das Niveau von 1991 fiel, beispielsweise im Innenstadtbereich, stehen flächenmäßig wesentlich ausgedehntere Gebiete mit einem absoluten Wertzuwachs.

Wesentlich interessanter in Hinblick auf die Interpolation von Bodenpreiskarten sind Informationen über die Anzahl der verkauften Grundstücke bzw. Grundstücksteile. Aus statistischen Gründen muß eine Mindestanzahl von etwa 300 verkaufter Parzellen/Parzellenteile gegeben sein.

Insgesamt dienen univariate deskriptive Beschreibungen der Daten bezüglich Bodenpreise und Grundstücksmarkt einer ersten Annäherung an die Thematik, liefern unter Umständen erste Hinweise auf mögliche Probleme bei der Interpolation und unterstützen so die Auswahl der richtigen Interpolationstechnik.

3. VOM PUNKT ZUR FLÄCHE - INTERPOLATION VON BODENPREISKARTEN

Bodenpreise können nicht vollflächig räumlich messend erfasst werden. Die verkauften Parzellen informieren nur punktuell über die hypothetische Oberfläche. Ziel ist die Konstruktion der bestmöglichen Schätzoberfläche: für jeden Punkt der Oberfläche wird ein Schätzwert berechnet. Ausgehend von den Punktdaten (den verkauften Parzellen) erfolgt eine Interpolation auf ein Raster. Diese (fast) kontinuierliche Oberfläche wird durch Isoplethen, Farbskalen, Maschennetz etc. visualisiert.

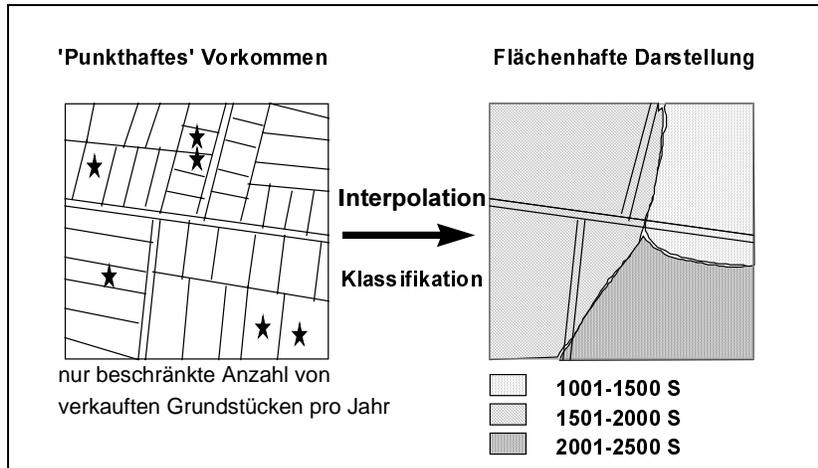
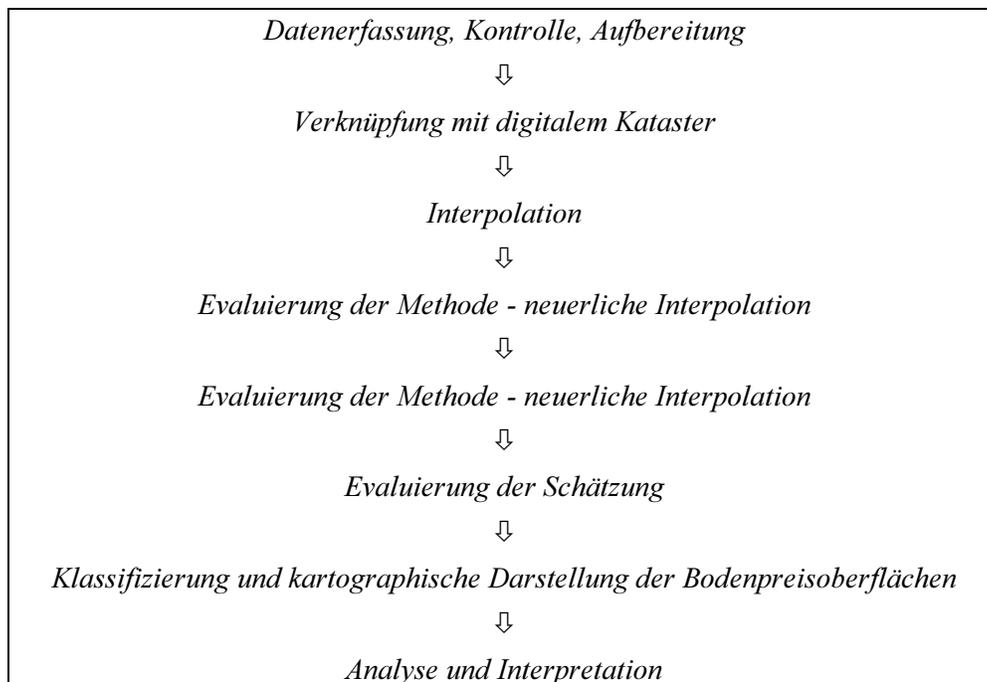


Abb. 1: Vom „Punkt“ zur Fläche - die begrenzte Anzahl von verkauften Grundparzellen dient als Basis für die Interpolation einer (fast) kontinuierlichen Bodenpreisoberfläche, die, klassifiziert, als Karte ausgegeben werden kann (BRÜCKLER 1995, S 15)

Eine der Stärken des gewählten Ansatzes liegt in seiner Beschränkung auf nur wenige unabdingbare Datengrundlagen. Für die Erstellung der Bodenpreiskarten der Stadt Salzburg waren dies die - analog geführte - Kartei der Grundstücksgeschäfte des Finanzamts Salzburg/Stadt, weiters die DKM (digitale Katastralmappe) des BEV sowie die Baulandwidmung mit Stand 1992 aus dem SAGIS.

Der Weg zu einer Bodenpreiskarte wird über einige Zwischenschritte in spezifischer Abfolge ablaufen:



Nach der eher mühsamen „Durststrecke“ der Einarbeitung der nur analog vorliegenden Daten zu den Grundstücksgeschäften in eine Datenbank müssen vor der wesentlich lustvolleren Phase der ersten Versuche zur Interpolation von Bodenpreisoberflächen diese Daten über den digitalen Kataster mit der Lageinformation um den räumlichen Bezug erweitert werden. Dazu werden die in beiden Datensets vorhandenen Katastralgemeinden und Parzellenummerierungen herangezogen.

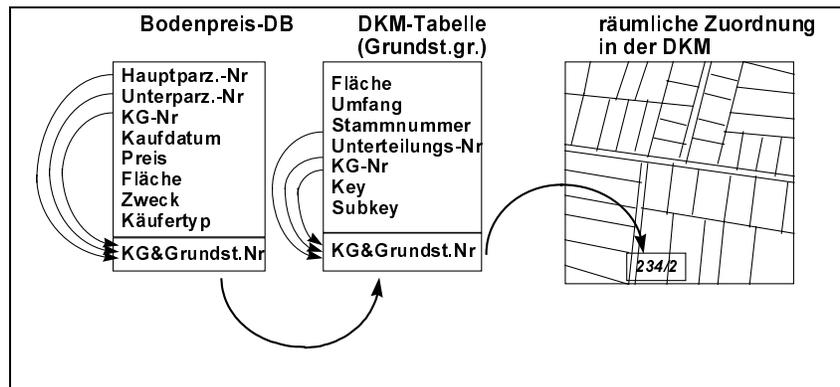


Abb. 2: Verknüpfung von Bodenpreis-Datenbank und digitalem Kataster (Quelle: BRÜCKLER 1995, S 9).

Für die Schätzung der Bodenpreise stehen prinzipiell eine Reihe von Interpolationsverfahren zur Verfügung. WATSON (1992) gibt einen umfassenden Überblick über den wild wuchernden Dschungel an Varianten und Varianten von Varianten. Die tatsächlichen Möglichkeiten werden aber durch die verwendete GIS-Software (im vorliegenden Fall Arc/Info) stark eingeschränkt. Neben eher einfachen Verfahren, wie IDW (Inverse distance weighting) und TREND (Polynomiale Regression), stehen in Arc/Info die vergleichsweise „cleveren“ Techniken KRIGING und SPLINE zur Verfügung.

KRIGING setzt grundsätzlich eine homogene Variabilität der Werte über den Raum - a-räumlich betrachtet möglichst eine Normalverteilung - voraus. Stets dann, wenn in den Werten extreme Ausreißer vorhanden sind, wird besser auf stabilere Interpolationsverfahren ausgewichen.

Ein solches steht mit der Prozedur SPLINE zur Verfügung und wird daher auch zur Konstruktion der Bodenpreisoberflächen herangezogen. Die Methode wurde von LUBOS MITAS unter dem Titel „completely regularized spline with tension and smoothing“ (MITAS und MITASOVA 1993, MITASOVA und HOFIERKA 1993) am NCSA (National Center for Supercomputing Applications) entwickelt und ursprünglich in die GIS-Software GRASS implementiert, mittlerweile aber auch mit einigen leichten Abänderungen in Arc/Info eingebettet.

Im Prinzip ist eine mit „completely regularized spline with tension and smoothing“ konstruierte Oberfläche einer dünnen Platte vergleichbar, die approximativ die Interpolationsstützpunkte ansteuert und durch diese zu Auf- und/oder Abstieg gezwungen wird. Der „smoothing“ Parameter (Glättungsparameter) steuert die Annäherung der Oberfläche an die Stützpunkte. Seine Erhöhung impliziert den Verzicht auf lokale Details (Glättung). Durch den „tension“ Parameter (Parameter für die Oberflächenflexibilität) wird der Charakter der Oberfläche auf die Daten abgestimmt; Erhöhungen des Parameters bewirken vergleichsweise die Wandlung der Oberfläche von einer Art steifen Platte zu einer dünnen Gummimembran. Dementsprechend ändert sich die Annäherung an die Interpolationsstützpunkte von einer eher träge verlaufenden Krümmung zu einer raschen und flexiblen Biegungsänderung.

3.1. Evaluierung der Interpolationsmethode

Unverzichtbar für das erfolgreiche Konstruieren von Oberflächen ist eine intersubjektiv nachvollziehbare Prüfung der Qualität der Interpolationen bzw. der Methoden, mit denen sie erstellt wurden (HÜ 1995; ISAACS UND SHRIVASTAVA 1989, S 249-277).

Dazu wird aus der gesamten Menge aller für eine Interpolation vorgesehenen Stützpunkte eine Zufallsstichprobe mit einem Umfang von $n > 30$ gezogen. Die Begründung von $n > 30$ liegt im Bereich der Aussagesicherheit, die auf Gesetzmäßigkeiten der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dem „zentralen Grenzwert-Theorem“, beruhen. Mit den verbleibenden Stützpunkten wird mit unterschiedlichen Methoden und

Parametern interpoliert und für jeden Punkt der errechneten Oberfläche die geschätzten Werte ermittelt. Um die geschätzte Oberfläche lokal nicht über Gebühr zu beeinträchtigen, sollte die Anzahl der Stützpunkte, die als Stichprobe aus deren gesamten Menge entfernt werden, 10% nicht wesentlich übersteigen. Die Zusammenfassung der beiden Anforderungen - Zufallsstichprobe ist größer als 30, ihr Anteil an der gesamten Menge der Stützpunkte liegt bei annähernd 10% oder darunter - impliziert, daß die Anzahl aller Stützpunkte bei etwa 300 Punkten zu liegen hat. Die Stichprobe - jene Stützpunkte, die nicht in die Interpolation einfließen - wird als Prüfgröße geführt, welche die wahren Werte eines Sachverhaltes an bestimmten Lokationen enthält. Im Fall der vorliegenden Arbeit ist mit „wahrer Wert“ der Bodenpreis, der für einen m² Bauland bezahlt wurde, gemeint.

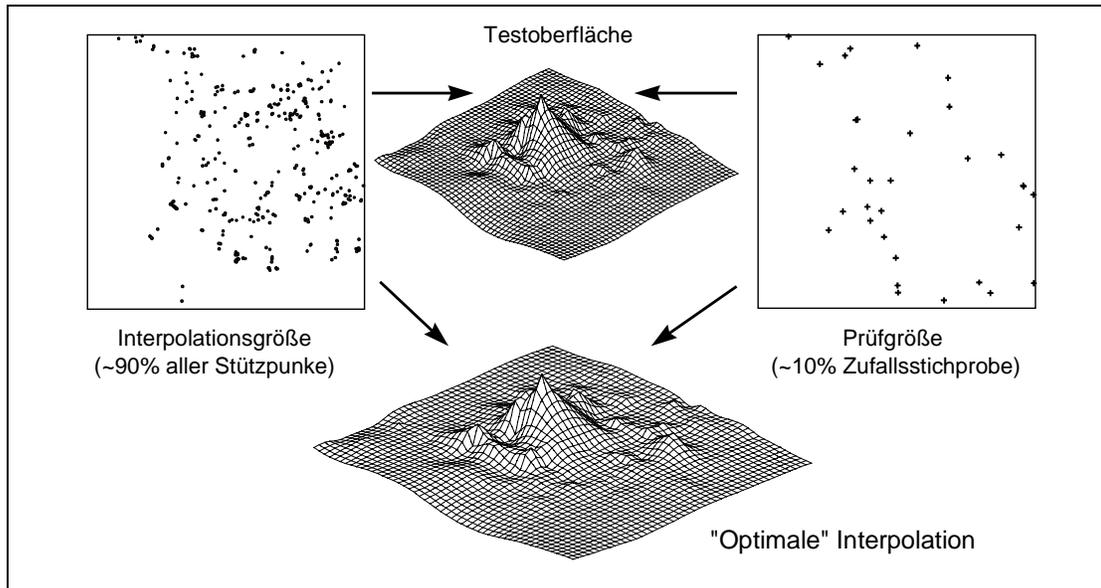


Abb. 3: Test auf die Qualität der gewählten Methode zur Oberflächeninterpolation. Ist nach wiederholten Versuchen einer Annäherung an die „optimale“ Interpolationsmethode eine Entscheidung für ein bestimmtes Verfahren gefallen, wird mit allen Stützpunkten interpoliert.

Durch den Vergleich der geschätzten Werte mit den an gleicher Lokation befindlichen wahren Werten kann die Güte der mittels unterschiedlicher Methoden und Parameter konstruierten Oberflächen statistisch-deskriptiv gegeneinander abgewogen und eine intersubjektiv begründbare Entscheidung für oder wider eine bestimmte Methode getroffen werden.

3.2. Evaluierung der Schätzoberflächen

Für weiterführende Analysen, aber auch für die unmittelbare Interpretation, ist eine Schätzung der Qualität der interpolierten Bodenpreisoberflächen unabdingbar. Neben einer globalen a-räumlichen Annäherung der Vertrauensbereiche durch univariate Beschreibung der Wertverteilungen von „wahren“ und interpolierten Bodenpreisen können auch bivariate Vergleiche zwischen den Schätzungen Aufschlüsse über die Angemessenheit der Schätzungen erbringen.

Unter der Voraussetzung, daß die Verkäufe möglichst „zufällig“ weit über das Stadtgebiet gestreut sind, ist zu erwarten, daß eine gelungene Interpolation Schätzwerte produziert, deren Maßzahlen ähnlich sind zur Verteilung der wahren Werte der Prüfgröße, also dem Bodenpreis aller in einem bestimmten Zeitraum in Salzburg gehandelten Grundstücke. Die gehandelten Grundstücke werden dabei als Stichprobe aufgefaßt, deren Maßzahlen stellvertretend für die Gesamtanzahl aller möglichen Grundstücksgeschäfte stehen. Zwar kann dabei der für eine echte Zufallsstichprobe gültige Grundsatz, daß jedes Element einer Datenmenge die gleiche Chance haben muß, Eingang in die Stichprobe zu finden, nicht aufrecht gehalten werden. In der Realität des Grundstücksmarktes in der Stadt Salzburg wird eine unregelmäßige räumliche Häufung von Grundstücksgeschäften zu verzeichnen sein: Gebiete mit hoher Nachfrage und regerem Grundstückshandel kontrastieren mit weniger nachgefragten Gebieten. Dennoch sind bei entsprechend hoher Streuung der Verkäufe über das Untersuchungsgebiet und den aus ihnen ermittelten statistischen Parametern Rückschlüsse auf deren Grundgesamtheit, die Gesamtanzahl aller möglichen Grundstücksgeschäfte,

möglich. Tatsächlich wird in der Praxis auch entsprechend argumentiert bzw. vorgegangen. Ausgehend von den tatsächlich gehandelten Grundstücken wird beispielsweise auf einen für einen bestimmten Zeitraum gültigen durchschnittlichen Baulandpreis/qm geschlossen. Tatsächlich erfüllen die interpolierten Werte diese Erwartung, trotz der für die „wahren“ Werte angeführten Einschränkungen in Bezug auf ihre Repräsentativität für die Summe aller möglichen Baulandkäufe, weitgehend. Mit einer relativen Differenz von maximal -10,11% (Oberfläche 1970) und minimal 0,73% (Oberfläche 1960) zwischen dem aus „wahren“ und interpolierten Bodenpreisen berechneten arithmetischen Mittel wird dieses besonders genau von den Schätzwerten widerspiegelt. Für die Oberfläche 1994 beträgt die relative Differenz -8,75%. Die relative Differenz drückt sich dabei als der prozentuelle Anteil der absoluten Differenz zwischen „wahren“ und interpolierten Parametern an den „wahren“ Parametern aus:

$$rDiff = \frac{|Diff|}{wP} * 100$$

$rDiff$ ist die relative Differenz zwischen „wahren“ und interpolierten Parametern ausgedrückt in Prozent; wP sind die statistischen Parameter der tatsächlich bezahlten Bodenpreise; $|Diff|$ ist die absolute Differenz zwischen „wahren“ und interpolierten Parametern.

Die interpolierten Bodenpreisoberflächen können bivariat auf bestehende Ähnlichkeit hin untersucht und dabei auf Plausibilität der Schätzungen geprüft werden. Als Grundannahme wird dabei eine gewisse Stabilität in der Bewertungstopographie der Käufer von Baulandgrundstücken vorausgesetzt, ist doch kaum anzunehmen, daß beispielsweise Stadtbereiche, die in den letzten Jahren als Hochpreisgebiete hervorgetreten sind, etwa der Bereich der Alpenstraße oder das Andräviertel, in den kommenden Jahren diesen Status verlieren oder ins Gegenteil umschlagen. Die Datensets, aus denen die einzelnen Oberflächen interpoliert wurden, sind nach ihrem Umfang, der räumlichen Zuordnung der einzelnen Datenpunkte sowie der Höhe der Wertausprägungen gänzlich anders zusammengesetzt. Eine dem Phänomen räumlich differenzierter Bodenpreise nicht gerecht werdende Methode müßte daher auf Grund der unterschiedlichen räumlichen Streuung der Stützpunkte zusammenhanglose Muster produzieren. Die vorhandene mittlere bis hohe Ähnlichkeit der für unterschiedliche Zeitpunkte konstruierten Bodenpreisoberflächen kann somit als explizite Bestätigung für die globale Korrektheit der Schätzungen gelten.

Von besonderer Bedeutung ist die Identifikation von potentiellen Fehlschätzungen bzw. potentiell fehlgeschätzten Gebieten auf den interpolierten Oberflächen. Diese können im Rahmen eines eigens konzipierten Verfahrens, der sogenannten „Stabilitätsanalyse der Schätzoberfläche“, verortet, quantifiziert und in Form von Karten auch entsprechend visualisiert werden. Das Verfahren erinnert formal in mancher Beziehung an die Monte-Carlo-Simulation. Während aber bei dieser von einer Fehlerquote in den Meßdaten ausgegangen wird und die daraus resultierenden Auswirkungen auf ein Analyseergebnis untersucht werden, stehen bei der Stabilitätsanalyse die Auswirkungen des Fehlens von Meßdaten (Grundverkäufen) auf die interpolierte Bodenpreisoberfläche zur Diskussion. Die Oberfläche ist mit einem Zelt vergleichbar, das durch seine Stützen (den gehandelten Grundstücken) in einer bestimmten Höhe und Form gehalten wird. Es kann davon ausgegangen werden, daß in Bereichen, wo das zufällige Entfernen von Stützpunkten keine oder nur geringe Auswirkungen hat, die Schätzung sehr stabil ist; umgekehrt deuten starke Auswirkungen - in markanter Einbruch oder jähes Hochschnellen der Zeltplane - auf Gebiete hin, die möglicherweise fehlgeschätzt wurden.

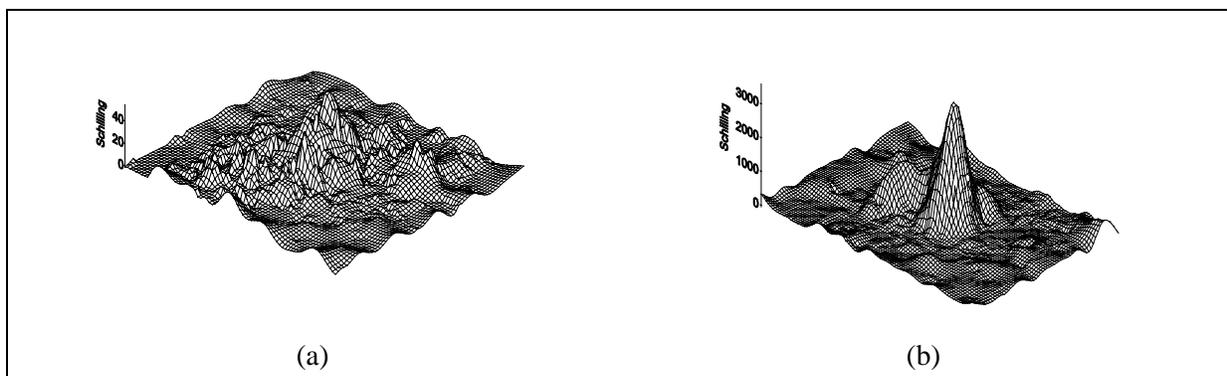


Abb. 4: Stabilitätsanalyse der interpolierten Bodenpreisoberflächen der Stadt Salzburg - Ansicht von Südwesten; die Einheiten der z-Achse sind Schilling. (a) potentielle Fehlschätzungen der Bodenpreisoberfläche 1960; (b) potentielle Fehlschätzungen der Bodenpreisoberfläche 1994

Die in den Karten visualisierten Oberflächen sind eine approximative Annäherung an die „reale“ Bodenpreislandschaft der Stadt Salzburg. Approximativ meint in diesem Kontext, daß eine Anpassung der für bestimmte Bezugsjahre interpolierten Bodenpreisoberfläche an die „wahre“ Oberfläche eben dieser Bezugsjahre nur näherungsweise und bis zu einer gewissen Wahrscheinlichkeit erfolgen kann. Die angenehme „wahre“ Bodenpreisoberfläche ist praktisch nur punktuell dort sichtbar, wo Grundstücke den Besitzer wechseln. Streng genommen ist daher einzig für diese Bereiche eine Aussage über das Preisniveau möglich. Zur Verifikation der Schätzung kann nicht einfach eine weitere Messung der Eigenschaft „Bodenpreis pro Quadratmeter Bauland“, der Kauf eines Grundstückes, vorgenommen werden und selbst wenn, würde dadurch nur Gewißheit über das Preisniveau an eben diesem Punkt gewonnen, nicht aber für die gesamte Fläche der Stadt Salzburg. Daher bleibt es selbst bei perfekter Übereinstimmung zweier Oberflächen unmöglich, absolute Gewißheit über ein solches Ergebnis zu erlangen.

Ein gewisser Rest an Unbestimmtheit bezüglich des Erfolgs der Annäherung der interpolierten Oberfläche an die ihr zugrunde liegende „wahren“ Oberfläche wird Bestandteil jeder Schätzung sein.

4. ÄHNLICHKEITEN UND DIVERGENZEN DER SALZBURGER BODENPREISLANDSCHAFT IN RAUM UND ZEIT

Wie schon erwähnt, können die für unterschiedliche Bezugsjahre interpolierten Bodenpreisoberflächen bivariat auf bestehende Ähnlichkeit hin untersucht werden. Die Korrelationen zwischen den in der Zeit verschobenen Oberflächenwerten formen zeitlich vor- und rückwärtsschreitend Kurven variierender Ähnlichkeiten, aus denen sich zwei gegensätzliche Aspekte der Modulation der Oberflächen in der Zeit ableiten lassen.

Zum einen kann die nur verhältnismäßig langsam voranschreitende Abnahme der Koeffizienten als Indiz für die hohe Persistenz der Bodenpreislandschaft in der Stadt Salzburg gedeutet werden. Selbst die durch beinahe ein Viertel Jahrhundert getrennten Oberflächen 1960 und 1994 weisen noch eine mittlere Ähnlichkeit zueinander auf ($r_s = 0,5586$).

Andererseits signalisiert eben diese mit wachsender zeitlicher Distanz sich verringernde Assoziation der Oberflächen evolutive Prozesse einer kontinuierlich sich vollziehenden Neudefinition der Bodenpreislandschaft.

Gemäß einer Umlegung von TOBLER's (1970) „... first law of geography: everything is related to everything, but near things are more related than distant things“ in die zeitliche Dimension weisen zeitlich benachbarte Oberflächen ein höheres Maß an Zusammenhang auf, als solche, die durch größere Zeitdistanzen voneinander getrennt sind. Dem entsprechend sind die höchsten Ähnlichkeitswerte ($r_s = 0,833$) auf Grund der geringen zeitlichen Differenz zwischen den Oberflächen 1991 und 1994 gegeben.

Der bivariate Vergleich von jeweils zwei Oberflächen informiert zwar substantiell über die globale Ähnlichkeit der Bodenpreisoberflächen. Eine räumliche Zuordnung von Gebieten vergleichbarer Ähnlichkeit konnte aber auf Grund des a-räumlichen Ansatzes nicht vorgenommen werden; durch die Bildung von standardisierten Divergenz-Oberflächen wird dies ermöglicht. Dabei werden auch jene Gebiete lokalisiert, die über ihr jeweiliges Mittel hinaus an Wert gewonnen oder verloren haben. In der Verfolgung solcher Entwicklungen sind zeitliche und räumliche Trends im Wandel der Bewertungstopographie der Akteure des Salzburger Grundstücksmarktes identifizierbar.

Trotz des diagnostizierten hohen Beharrungsvermögens der Salzburger Bodenpreislandschaft findet sukzessive ein Prozeß der Umformung statt. Diese Umformung äußert sich in den Divergenzen, die die verschiedenen Oberflächen zueinander aufweisen. Um die Oberflächen in Hinblick auf dieses Phänomen analysieren zu können, müssen sie das gleiche Wertniveau, z.B. den gleichen arithmetischen Mittelwert, aufweisen; auch ihre Streuung, z.B. die Standardabweichung, muß übereinstimmen. Erst dadurch können die für unterschiedliche Jahre interpolierten Bodenpreise in der gleichen relativen Maßeinheit gemessen und

verglichen werden. Die Standardisierung von Werten aus verschiedenen Verteilungen wird als z-Transformation bezeichnet.

$$zOfI = \frac{x_{OfI} - m_{OfI}}{s_{OfI}}$$

$zOfI$ sind die standardisierten Werte der Oberfläche, x_{OfI} sind die ursprünglichen Datenwerte der Oberfläche; m_{OfI} ist ihr arithmetisches Mittel; s_{OfI} ist ihre Standardabweichung.

Nach vollzogener z-Transformation können jeweils zwei Oberflächen voneinander subtrahiert und dadurch Divergenzen, aber auch Ähnlichkeiten zwischen ihnen aufgedeckt werden.

$$\Delta OfI = zOfI1 - zOfI2$$

ΔOfI ist die Divergenz-Oberfläche, $zOfI1$ ist die Minuent-Oberfläche; $zOfI2$ ist die Subtrahentoberfläche.

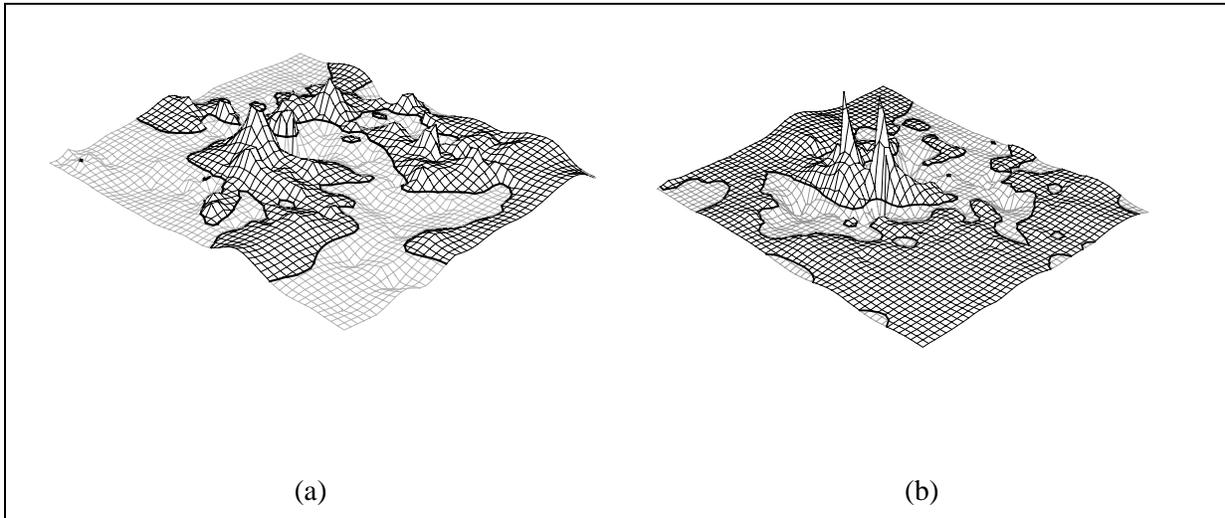


Abb.5: Divergenzen der Salzburger Bodenpreislandschaft durch zeitlichen Versatz - Ansicht von Südwesten. Die Verschneidung der Raumkurven von jeweils zwei interpolierten Oberflächen: in Bereichen oberhalb der stärker durchgezogenen Trennlinie liegt die Minuend-Oberfläche (Oberfläche 1994 bzw. 1970) über der Subtrahent-Oberfläche (Oberfläche 1991 bzw. 1960); in Bereichen unterhalb der Trennlinie liegt die Subtrahentoberfläche über der Minuend-Oberfläche. (a) Divergenz Oberfläche 1994 : Oberfläche 1991; (b) Divergenz Oberfläche 1970 : Oberfläche 1960.

Bei perfekter Übereinstimmung wäre die Differenz zwischen zwei Oberflächen gleich Null: sie bildeten eine gemeinsame, vollkommen planare Ebene ohne gegenseitige Überschneidungen. Wie die mit wachsender zeitlicher Distanz abnehmenden Korrelationskoeffizienten global für die Oberflächen belegen, ist eine solche Übereinstimmung aber nicht gegeben. Vielmehr sind auch die Divergenz-Oberflächen durch Modulationen strukturiert, die entweder über oder unter die Ebene „ $\Delta OfI = Null$ “ bzw. „ $zOfI1 = zOfI2$ “ ausgreifen. Positive Modulationen, „Wellenberge“, entstehen in Bereichen, in denen die Minuend-Oberfläche dominiert, negative Modulationen, „Wellentäler“, hingegen für Bereiche mit dominierender Subtrahent-Oberfläche.

Außer diesen Vergleichen der Bodenpreisoberflächen untereinander können die interpolierten Werte auch mit anderen räumlichen Datenschichten verschnitten werden. Derzeit ist dies mit Erhebungen bezüglich der Wohnsitzpräferenzen - wo und wie stark existieren Übereinstimmungen in den Bewertungstopographien von Grundstücksmarkt und Wohnungssuchenden - und der Cityfunktionalität - wie ausgeprägt sind Bodenpreise und Cityfunktionalität aufeinander abgestimmt - geschehen. Andere Verschneidungen, etwa mit Bebauungsdichte, Widmungskategorien usw. sind prinzipiell möglich.

5. LITERATURVERZEICHNIS

- BRÜCKLER, M., 1995, Studie über die Erstellung von Bodenpreiskarten und über die Bodenpreisentwicklung im Zentralraum Salzburg - Zwischenbericht. - Salzburg (= unveröffentlichte SIR-Studie).
- BRÜCKLER, M., 1995, Studie über die Erstellung von Bodenpreiskarten und über die Bodenpreisentwicklung im Zentralraum Salzburg - Endbericht. - Salzburg (= unveröffentlichte SIR-Studie).
- HARGROVE, W.W., F.M.HOFFMANN und D.A.LEVINE, 1995, Interpolation of Bottom Bathymetrie and Potential Erosion in a Large Tennessee Reservoir System using GRASS. - In: Ninth Annual Symposium on Geographic Information Systems in Natural Resources Management, March 27-30, 1995, Symposium Proceedings, Volume Two, S 552-557.
- HU, J., 1995, Methods of Generating Surfaces In Environmental GIS Application.- In: Proceedings 1995 ESRI User Conference <http://www.esri.com/resources/userconf/proc95/to100/p089.html> (Stand vom Jänner 1996)
- MITASOVA, H. und MITAS, L., 1993, Interpolation by Regularized Spline with Tension: I. Theorie and Implementation. - In: Mathematical Geology, 25, S 641-655.
<http://softail.cecer.army.mil:80/grass/viz/text/mg1.ps> (Stand vom Jänner 1996)
- MITASOVA, H. und HOFIERKA, J., 1993, Interpolation by Regularized Spline with Tension: II. Application to Terrain Modeling and Surface Geometry Anaysis. - In: Mathematical Geology, 25, S 657-669.
- ISSAKS, E.H. und R.M. SRIVASTAVA, 1989, Applied Geostatistics. - Oxford.
- SIR (Hrsg.) 1995, Protokoll zum Anwender-Hearing „Bodenpreiskarten“ am 19.6.1995. - Salzburg (unveröffentlichtes Protokoll einer Expertentagung).
- TOBLER, W., 1970, A Computer Movie Simulation Urban Growth in the Detroit Region. -In: Economic Geography Vol 46, 2, S 234-240.
- WATSON, D., 1992, Contouring: A guide to the analysis and display of spatial data. - Oxford (= Computer methods in the geosciences, Volume 10).