

Simulation eines gebrauchten Einfamilienhauses mit durchschnittlichen Eigenschaften (Stand 2013); Quelle: Weberndorfer 2013, BEV (Grenzen) / *Simulation of older single-family houses with average properties (2013); source: Weberndorfer 2013, BEV (boarders)*

# Immobilienbewertung mit LIEBE

## *Real estate valuation with LIEBE*

Statistisch fundierten automatisierten Bewertungsmodellen (Automated Valuation Models, AVM) kommt seit einigen Jahren eine immer größere Bedeutung zu. In einigen österreichischen Bankinstituten wird für die Ermittlung von Marktwerten von Einfamilienhäusern, Eigentumswohnungen und Baugrundstücken die AVM-Liegenschaftsbewertungssoftware (Liebe) eingesetzt. Die Liebe-Bewertungssystematik ist ein leistungsstarkes Tool in und außerhalb des Bankensektors, das Aktualität, niedrige Kosten und hohe Effizienz gewährleistet.

Die Liebe-Software basiert auf einem sog. hedonischen Preismodell, mit welchem anhand der Eigenschaften der zu bewertenden Immobilie und über ihre räumliche Verortung ein objektspezifischer Marktwert errechnet wird. Das hedonische Preismodell wird halbjährlich neu geschätzt, und die Ergebnisse mittels Steuertabellen und Rasterdatenschichten in eine Microsoft-.NET-Applikation übergeben, mit welcher es somit möglich ist, den ganzen Datenbestand mit dem neuen Modell zu aktualisieren.

*For several years, statistically based, automated valuation models (AVM) have been gaining in significance. In some Austrian banks, the AVM software Liegenschaftsbewertungssoftware (Liebe) is used to determine the market value of single-family houses, flats and building plots. The Liebe valuation system is a powerful tool within and outside of the banking sector, and guarantees relevance, low costs and high efficiency.*

The Liebe software is based on what is referred to as a hedonic price model, which calculates a property-specific market value based on the properties of the real-estate being valued, and on its spatial location. The hedonic price model is re-estimated semi-annually and the results transferred to a Microsoft .NET application by means of steering tables and raster data layers, thereby making it possible to update the entire data stock with the new model.

## Modellgrundlagen

Modelle für Immobilienpreise benötigen spezielle statistische Methoden. Beispielsweise ist zu erwarten, dass der Effekt der Alterswertminderung nichtlinear verläuft: Ein Objekt verliert üblicherweise in den ersten Jahren relativ stark an Wert, während dieser Effekt in den Folgejahren abnimmt und ab einem gewissen Alter keine Wertminderung mehr zu beobachten ist. Eine weitere Herausforderung ist die aus der Standortgebundenheit resultierende räumliche Heterogenität in den Preisniveaus. Diese kann einerseits durch „Lageeigenschaften“ erklärt werden, andererseits gibt es darüber hinaus noch unerklärte Anteile, die im Modell berücksichtigt werden müssen. Für Liebe wird dafür eine spezielle semi-parametrische Modellfamilie verwendet, sog. Strukturiert-Additive Regressionsmodelle (Star), welche Nichtlinearität in den Variableneffekten erlaubt und räumliche Heterogenität in einer hierarchischen Struktur modelliert.

Die kleinste administrative räumliche Einheit im Modell stellt der Zählsprenkel dar (ca. 9 000 Einheiten in Österreich), hierarchisch übergeordnet sind die Gemeinde (ca. 2 500 Einheiten), der Bezirk (ca. 100 Einheiten) und das Bundesland (9 Einheiten). In der Anwendung zeigt sich aber, dass diese räumliche Aggregationsebene für die Vorhersage kleinräumiger Effekte oft zu grob ist. Ein Zählsprenkel hat eine Ausdehnung von durchschnittlich fast 10 km<sup>2</sup>, der größte sogar über 300 km<sup>2</sup>. So kann beispielsweise zwischen Ortskern und Randgebieten, guter oder schlechterer Erreichbarkeit zu wenig differenziert werden.

## GIS-Modellierung

Die Rastertechnik im GIS kann nun zur Modellierung kleinräumiger Lagevariablen genutzt werden, um die kleinräumige Prognosefähigkeit des hedonischen Preismodells zu erhöhen. Die folgenden Rasterdaten fließen in das Modell ein:

- Herkunft nach Land aus dem regionalstatistischen Raster der Statistik Austria (250 m × 250 m): Der Anteil der Nicht-Österreicher wirkt sich im Modell signifikant negativ aus.
- Akademikeranteil aus dem Raster Lebensphasen von der ProfileAddress Direktmarketing GmbH (250 m × 250 m): Der Akademikeranteil kann als Proxy für das Kaufkraftniveau interpretiert werden. Der Effekt ist stark positiv.
- Anzahl der Wohngebäude aus dem Gebäuderaster der Geomarketing GmbH (250 m × 250 m): Die Anzahl der Wohngebäude in einer Rasterzelle ist eine Approximation für Zentralität. Diese Variable wird nur im Modell für Eigentumswohnungen verwendet, ihr Effekt ist positiv.
- Höhenmodell GDEM der Nasa (30 m × 30 m): Das Höhenmodell fließt nicht direkt in das Regressionsmodell ein, sondern wird für die Modellierung von Lärm und Erreichbarkeit benötigt (s. u.)

Weitere Daten, die zunächst in Vektorformat vorliegen, und im Zuge der Aufbereitung in Rasterdaten umgewandelt werden, sind Teletlas, OpenStreetMap und Corine Land Cover. Auf Basis dieser Quellen wird ein flächendeckendes Landnutzungsmodell mit über 95 verschiedenen Nutzungsklassen im Raster 50 m × 50 m erstellt. Dieses Lagemodell dient als Modellierungsgrundlage z. B. für das Lärm- und Erreichbarkeitsmodell, die hier im Detail beschrieben werden:

## Model fundamentals

Real-estate price models demand special statistical methods. For example, it can be expected that the depreciation effect will not be linear: a structure usually loses value relatively quickly in the early years, while this effect decreases in subsequent years and a loss in value can no longer be observed after a certain age. An additional challenge is the location-dependent, spatial heterogeneity in price levels. This can be partially explained by location properties, but in contrast there are also unexplained components, which must be incorporated in the model. A special, semi-parametric model family, known as structured additive regression models (Star), which allow non-linearity in the variable effects, and models spatial heterogeneity in a hierarchical structure, is used for Liebe.

The smallest administrative spatial unit in the model is represented by the census tract (Zählsprenkel) (approx. 9 000 units in Austria); hierarchically superior are the municipality (approx. 2 500 units), the district (approx. 100 units) and the state (9 units). However, in practice it can be seen that this spatial aggregation level is often too coarse for predicting small-scale effects. An average census tract covers an area of almost 10 km<sup>2</sup>, the largest is more than 300 km<sup>2</sup>. For example, it is difficult to differentiate between a town centre and boundary zones, good or poor accessibility.

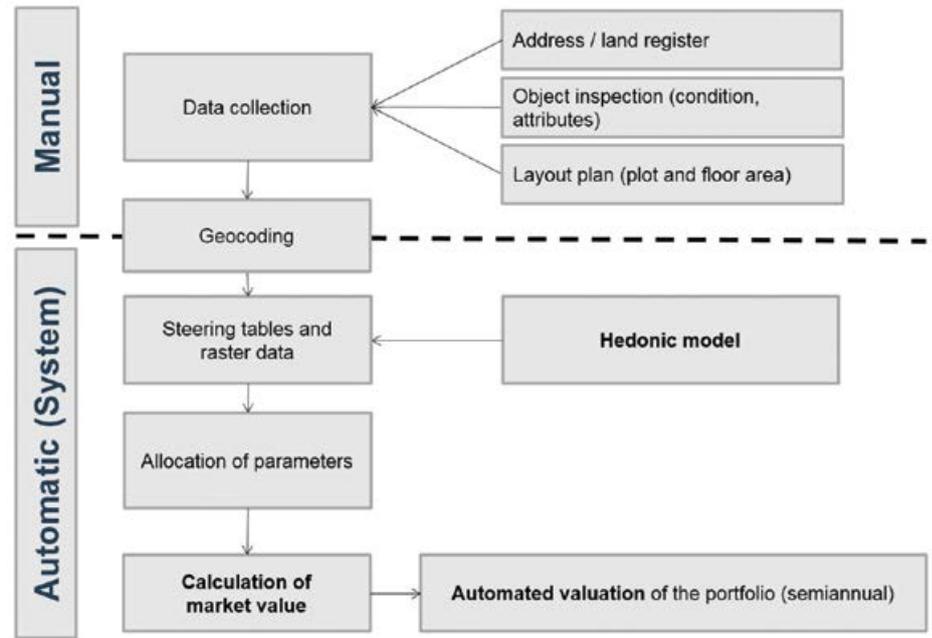
## GIS modelling

The raster technology used in GIS can be exploited to model small-scale location variables in order to increase the small-scale predictability of the hedonic price model. The following raster data are incorporated in the model:

- Origin by country taken from the Statistik Austria regional statistical grid (250 m × 250 m): The proportion of non-Austrians has a significant negative effect on the model.
- The proportion of academicians in the ProfileAddress Direktmarketing GmbH life phases raster (250 m × 250 m): The proportion of academicians can be interpreted as a proxy for purchasing power. The effect is heavily positive.
- Number of residential buildings in the Geomarketing GmbH building raster (250 m × 250 m): The number of residential buildings in a raster cell is an approximation for centrality. This variable is only used in the model for freehold flats, its effect is positive.
- Nasa's GDEM elevation model (30 m × 30 m): the elevation model is not directly incorporated in the regression model, but is instead required for modelling noise and accessibility (see below).

Additional data, initially available in vector format and converted to raster data during further processing, include Teletlas, OpenStreetMap and Corine Land Cover. A large-scale land use model with more than 95 different land-use/land-cover classes in a 50 m × 50 m grid is created based on these sources. This location model serves as the basis for the noise and accessibility models, for example, which are described here in detail:

Ablauf einer Bewertung in der Liebe-Software (Quelle: Weberndorfer & Brunauer, Real(e)value) / Sequence of a valuation using the Liebe software application (source: Weberndorfer & Brunauer, Real(e)value)



**Lärmmodell:**

- Die Hauptlärmquellen, die bei der Modellierung der Lärmdatenschicht im GIS einfließen, können in Verkehrslärm und sonstigen Lärm (Industrie, Gewerbe etc.) unterteilt werden. Ausgehend von den „lärmzeugenden“ Flächentypen der Nutzungsdatenschicht wird der zu erwartende Lärmpegel flächendeckend ermittelt.
- Der Effekt des Lärms auf ETW-Preise ist annähernd linear. Über den gesamten Wertebereich ergibt sich eine Wertverringereung von ca. 11 %. Bei Einfamilienhäusern fällt dieser Effekt mit bis zu 24 % sogar noch höher aus.

**Erreichbarkeitsmodell:**

- Dieses Modell bildet Erreichbarkeit für motorisierten Individualverkehr als Raster ab. Basis für das Modell sind die Straßentypen der Nutzungsdatenschicht, welche mit unterschiedlicher Reisegeschwindigkeit hinterlegt werden, sowie die Geländeneigung aus dem Höhenmodell. Ausgehend von diesen Regelgeschwindigkeiten wird anhand von verschiedenen Brems- und Beschleunigungsfunktionen (Ortsausfahrten vs. Überland) ein Reisegeschwindigkeitsraster ermittelt. Dieser Raster ermöglicht es, von jedem beliebigen Startpunkt die Reisekosten zu allen Rasterzellen in ganz Österreich zu ermitteln.
- Im Gegensatz zum Lärm ist der Effekt der Erreichbarkeit auf EFH-Preise stark nichtlinear. Erwartungsgemäß sinkt der Immobilienwert mit abnehmender Erreichbarkeit. Ab einem Erreichbarkeitswert von ca. 60 Minuten wird die Kurve aber deutlich flacher.

Die Effekte der einzelnen Lagevariablen und der hierarchisch modellierten unerklärten räumlichen Heterogenität werden im nächsten Schritt räumlich in allen ca. 33,6 Mio. Rasterzellen (50 m x 50 m) ausgewertet und auf diese Weise für jede Objektart (Einfamilienhaus, Eigentumswohnung und Grundstück) ein Lagewertraster erstellt.

**Noise model:**

- The principal noise sources incorporated in the GIS when modelling the noise data layer can be subdivided into traffic noise and other noise (industry, commerce, etc.). The anticipated noise level for a given area is determined based on the noise generating land-use types in the land-use data layer.
- The effect of noise on freehold flat prices is approximately linear. The resulting loss in value across the entire value range is approximately 11%. This effect is even higher for single-family houses, at up to 24%.

**Accessibility model:**

- This model represents accessibility for private motorised transport as a raster. The model is based on the road types in the use data layer, which are underlain with different journey speeds, as well as the gradient from the elevation model. Based on these standard speeds a journey speed raster is determined using various braking and acceleration functions (built-up areas vs. long-distance). This raster allows the journey costs to any raster cell in Austria to be determined from any starting point.
- In contrast to noise, the effect of accessibility on single-family house prices is strongly non-linear. As anticipated, the value of the real estate falls with decreasing accessibility. Above an accessibility value of approximately 60 minutes, however, the curve becomes considerably flatter.

In the next step, the effects of the individual location variables and the hierarchically modelled, unexplained spatial heterogeneity are spatially analysed in all, approximately 33.6 million, raster cells (50 m x 50 m) and in this way a location value raster compiled for each object type (single-family house, freehold flat and plot).

**Conclusions**

It can be seen that using raster techniques to explain spatial heterogeneity, measured against quality criteria such as the Akaike

## Schlussfolgerungen

Es zeigt sich, dass die Verwendung der Rastertechnik zur Erklärung räumlicher Heterogenität, gemessen an Gütekriterien wie dem Akaike Informationskriterium (AIC) oder dem generalisierten Kreuzvalidierungskriterium (GCV), die statistische Prognosefähigkeit deutlich verbessert. Außerdem ergibt die visuelle Darstellung der räumlichen Preisvariation auf Basis der Rastervariablen ein wesentlich homogeneres und stimmigeres Bild als eine Darstellung der Ergebnisse nur auf Zählsprengelbasis.

Information Criterion (AIC) or the Generalised Cross Validation Criterion (GCV), substantially improve statistical predictive power. In addition, the visualisation of the spatial price variations based on the raster variables presents a considerably more homogeneous and coherent picture than a result visualisation based only on census tracts.

---

### Autoren und Kontakt:

Authors and contact details:

Dr. Ronald S. Weberndorfer

Dr. Wolfgang A. Brunauer

Real(e)value Immobilien BewertungsGmbH, Wien / Vienna

E: ronald.weberndorfer@realevalue.at

---

ADVERTORIAL

# M.O.S.S. und CADMAP auf der INTERGEO® 2014 in Berlin

Am 07. Oktober 2014 öffnet die INTERGEO® in Berlin ihre Tore. Der Stand von M.O.S.S. und CADMAP in Halle 3.1, Stand B3.052 wird wie in den vergangenen Jahren Anlaufpunkt für alle Interessierten rund um die Themen Geotopografie & 3D, Kanalmanagement und Umweltdatenmanagement sein. Die Lösungshäuser M.O.S.S. und CADMAP informieren über Neuerungen ihrer Software, aktuelle Projekte und die Nutzungsmöglichkeiten der Lösungen aus ihrem Hause.

Für den Bereich Geotopografie & 3D lautet das Erfolgsmotto: „Der Workflow ist der Schlüssel“. Aktualisierung und Qualifizierung immer umfangreicherer Geodatenbestände sind große Herausforderungen für alle Datenprovider. Nur aktuelle Daten sind wertvolle Daten. Um diese Herausforderungen zu meistern, braucht es Unterstützung durch intelligente Methoden, die Veränderungsbedarf und Qualitätsprobleme automatisiert erkennen – Stichwort „Change Detection“.

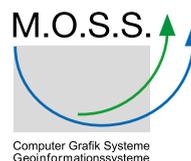
novaFACTORY als führendes Produkt für das Geodatenmanagement bringt das Thema Fortführungsunterstützung mit Change Detection Methoden in die Praxis.

Ein weiterer Schwerpunkt der diesjährigen INTERGEO-Präsentation ist die flexible Recherche in thematisch angereicherten 3D-Stadtmodellen.

Optimierung und Effizienz der Geschäftsprozesse stehen im Mittelpunkt der Weiterentwicklung der KANDIS Produktfamilie der M.O.S.S.-Tochter CADMAP, die seit über 25 Jahren Softwarelösungen für das Kanalmanagement anbietet. Die serviceorientierte Struktur der Produktfamilie ermöglicht die Durchgängigkeit der Applikationen vom Desktop-Expertenarbeitsplatz bis hin zur Smartphone-App. Diese homogene Produktstruktur erlaubt den flexiblen Einsatz der Komponenten für die jeweiligen Geschäftsprozesse von der Bestandsführung über fachliche The-

men wie Kanalsanierung bis hin zur mobilen Erfassung. Ein Schwerpunkt des INTERGEO-Auftritts der CADMAP ist die Vielfalt von mobilen Lösungen der KANDIS Produktfamilie.

Im Umweltdatenmanagement setzt M.O.S.S. den Fokus auf das Thema „Geodaten verschmelzen mit Fachinformationen“. Diese werden von vielen Anbietern in hoher Qualität bereitgestellt. M.O.S.S. verknüpft Geodaten und Fachinformationen für intelligente Planungssysteme, SmartCity-Anwendungen, Visualisierungen von Wirkzusammenhängen etc. Damit bietet M.O.S.S. die Grundlage für modernes Umweltdatenmanagement. Tiefgehende Projekterfahrungen hat M.O.S.S. auch in den Bereichen Hochwasserrisikomanagement, Gewässer-, Boden-, Naturschutz, Lärminderung, Luftreinhaltung – bis hin zu Fragen der Energieeffizienz. Zur Erfüllung der INSPIRE-Richtlinie bietet M.O.S.S. eine fundierte und produktunabhängige Beratung.



M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH

Hohenbrunner Weg 13  
D-82024 Taufkirchen  
T: +49 89 66675-100  
F: +49 89 66675-180  
E: info@moss.de  
I: http://www.moss.de



CADMAP Consulting Ingenieurgesellschaft mbH

Weserstraße 101  
D-45136 Essen  
T: +49 201 82765-0  
F: +49 201 82765-82  
E: info@cadmap.de  
I: http://www.cadmap.de