



Kanton Zürich
Statistisches Amt

statistik.info 2017/05

www.statistik.zh.ch

Peter Moser

Der Preis des Bodens

Ein hedonisches Modell der Wohnbaulandpreise im Kanton Zürich

Zusammenfassung

Wohnbauland ist im Kanton Zürich ein begehrtes Gut: Im Schnitt kostet der Quadratmeter (2015) etwa 800 Franken. Lagebedingt gibt es allerdings erhebliche Unterschiede. In der Zürcher Innenstadt, aber auch an den landschaftlichen Gunstlagen der steuerlich attraktiven, stadtnahen Seegemeinden werden Preise von über 2'500 Franken pro Quadratmeter bezahlt; im peripheren Tösstal und Weinland betragen sie rund ein Zehntel davon. Wie sind diese Unterschiede zu erklären?

Basierend auf den Preisangaben von rund 7'900 über den ganzen Kanton verteilten, notariell beurkundeten Verkäufen von Wohnbauland der Jahre 2006 bis 2015 isoliert ein hedonisches Regressionsmodell die Zusammenhänge zwischen den Lageeigenschaften und den Preisen der gehandelten Parzellen. Das Modell zeigt dadurch, wie die einzelnen Lageaspekte durch die Landkäufer - und damit letztlich die Wohnnutzer, Eigentümer wie Mieter – bewertet werden.

Die mit Abstand wichtigste Einflussgrösse ist die Fahrzeit nach Zürich, dem Zentrum des Wirtschaftsraumes. Diese Lageeigenschaft strukturiert die Bodenpreislandschaft des Kantons Zürich grossräumig. Aber auch kleinräumige Erreichbarkeitsaspekte, wie etwa die Distanz zu Arbeitsplatzkonzentrationen und lokalen Infrastrukturen (Detailhandel und Schulen) oder die Qualität der Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr, spielen eine erhebliche Rolle.

Von erheblicher Bedeutung für die Bodenpreisbildung sind auch landschaftliche Lageaspekte: Für Grundstücke in der Nähe des Zürichsees, aber auch solche mit guter Berg- und Seesicht, ist die Zahlungsbereitschaft hoch – und die Knappheit dieser unvermehrten Gunstlagen spiegelt sich auch in den Landpreisen. Zusammen mit den tiefen Steuerfüssen, die sich ebenfalls preissteigernd auswirken, erklärt dies, dass die Preise in stadtnahen Seegemeinden wie Kilchberg, Rüschlikon aber auch Zollikon und Küsnacht beinahe das Niveau der zentralsten Lagen der Stadt Zürich erreichen.

Auch die Preisrelevanz weiterer Faktoren wie der Lärmbelastung oder der Bauordnung, welche die Nutzungsmöglichkeiten eines Grundstücks beeinflussen, kann mit Hilfe des Modells nachgewiesen werden.

Der Preis von Wohnbauland betrifft und interessiert alle ...

Das menschliche Leben findet im Wesentlichen auf der Erdoberfläche statt. Boden ist deshalb so lebensnotwendig wie die Atemluft – anders als letztere ist er aber im Kanton Zürich nur in beschränkter Menge verfügbar. Weil ein Stück Land zudem nicht von beliebig vielen gleichzeitig genutzt werden kann, ist Boden knapp. Er hat deshalb auch einen Preis, d.h. man ist bereit, dafür auf anderes zu verzichten. Weil ohne Boden nichts hergestellt werden kann, steckt sein Preis in jedem konsumierten Produkt, jeder beanspruchten Dienstleistung implizit drin. Für den Einzelnen am direktesten manifestiert sich der Landpreis aber in den Kosten fürs Wohnen. Für den Bau eines Eigenheims muss Land gekauft werden, und auch im Mietzins ist der Wert des Bodens, auf dem die Liegenschaft steht, enthalten.¹

Wer sich je für einen Wohnort im Kanton Zürich entscheiden musste, weiss es: Wohnraum ähnlicher Ausstattung ist je nach Lage unterschiedlich teuer, was impliziert, dass das Land, auf dem er gebaut ist, nicht überall gleich viel wert ist. Diesen Wert zu ermitteln ist allerdings aus mehreren Gründen gar nicht so einfach. Zwar eint die Güterkategorie «Wohnbauland» ihre Zweckbestimmung: Es dürfen darauf Wohnungen gebaut werden. Die konkreten Grundstücke sind aber lagemässig sehr heterogen – es liegt in der Natur der Sache, dass es zwei genau gleiche nicht geben kann. Zweifelsfrei fassbar wird der Wert eines Grundstücks zudem nur dann, wenn es ohne Gebäude verkauft wird,² was relativ selten vorkommt: In den letzten Jahren wurden im Kanton Zürich jeweils weniger als 500 Käufe von Wohnbauland registriert. Für Käufer wie Verkäufer ist es in diesem illiquiden und intransparenten Markt schwierig, breit abgestützte, zuverlässige und aktuelle Marktinformationen zu beschaffen, die Transaktionskosten sind hoch.

... doch Informationen dazu sind rar und zunehmend problematisch

Die Preiskennwerte, die das Statistische Amt, z.B. im Jahrbuch, seit jeher publiziert, bezwecken, den Bodenmarkt transparenter zu machen. Sie stammen aus der sogenannten Handänderungsstatistik. Veränderungen der Eigentumsverhältnisse an Grundstücken müssen ins Grundbuch eingetragen werden: Die Handänderungsanzeigen, die diesen Vorgang dokumentieren, werden durch das Statistische Amt gesammelt und aufbereitet. Sie enthalten unter anderem Informationen zu Käufern und Verkäufern, den involvierten Parzellen, darauf befindlichen Gebäuden und, für unseren Zweck zentral, zum Kaufpreis.

Die geringe Transaktionszahl der letzten Jahre mindert allerdings die Aussagekraft der traditionellen, deskriptiven Bodenpreisstatistik. Nur in wenigen Gemeinden können noch Durchschnitte publiziert werden, die auf einer aussagekräftigen Datenbasis beruhen³, und auch auf Regionsebene wird es zunehmend schwierig. Die geringen Fallzahlen akzentuieren auch die Problematik der Beeinflussung dieser Kennwerte durch den Qualitätsmix der gehandelten Grundstücke. Oft ist beispielsweise unklar, ob die Bodenpreise gestiegen sind, weil für Grundstücke ähnlicher Lage höhere Preise bezahlt werden als in einer Vorperiode, oder ob der Anstieg nur dem Umstand zu verdanken ist, dass sich die gehandelten Grundstücke an besseren und deshalb teureren Lagen befinden als früher.

Die Transaktionszahl kann die Statistik natürlich nicht erhöhen – sehr wohl möglich ist es aber, die Qualität und damit die Aussagekraft des vorhandenen Materials zu steigern, indem

¹ Letztlich wird der Grundeigentümer für den Verzicht auf eine alternative Nutzung, z.B. den Verkauf, entschädigt.

² Natürlich enthält im Prinzip auch jeder der jährlich rund 7000 Freihandverkäufe von Wohngebäuden Informationen über den Landpreis, über den etwa mit den Faustregeln der Lageklassentheorie von Wolfgang Nägeli (1965) auch Mutmassungen angestellt werden können.

³ Um diesen Mangel zu beheben, rechnet das Statistische Amt seit einigen Jahren auch ein hinsichtlich der einbezogenen Erklärungsfaktoren sehr einfaches Mehrebenenmodell der kommunalen Bodenpreisentwicklung (Moser 2008). Die für alle Gemeinden online verfügbaren Schätzwerte dieses Modells reichen zurück bis 1974, d.h. so weit in die Vergangenheit, wie die Handänderungsdaten digitalisiert sind.

die Preise der gehandelten Grundstücke in den Kontext ihrer Lageeigenschaften gestellt werden. Mittels eines statistischen Modells, das Lageeigenschaften und Preise miteinander verknüpft, können die Preise nicht nur wie in der traditionellen Bodenpreisstatistik für bestimmte Raumeinheiten mit Kennzahlen charakterisiert, sondern «erklärt», d.h. auf ihre Ursachen zurückgeführt werden. Wovon die Bodenpreise für Wohnbauland abhängen und was dies für die Bodenpreislandschaft des Kantons Zürich bedeutet, ist die Fragestellung der vorliegenden Publikation.

Wie funktioniert die Preisbildung im Bodenmarkt?

Um diese Frage zu beantworten und den gewählten Ansatz zu motivieren, sind einige ökonomische Vorüberlegungen angebracht. Trotz der Intransparenz des Bodenmarktes ist davon auszugehen, dass der Kaufpreis eines konkreten Grundstücks unter den herrschenden marktwirtschaftlichen Verhältnissen durch das Verhältnis des Angebots zur Nachfrage bestimmt wird. Der Preis ist dabei jene Grösse, die sie ins Gleichgewicht bringt.

Wie stark ein Grundstück mit bestimmten Lageeigenschaften nachgefragt wird, d.h. wie gross die Konkurrenz der potentiellen Käufer darum ist, hängt letztlich davon ab, welchen Nutzen sich der Käufer vom Eigentum verspricht. Bei Wohnbauland steht die Eignung für eine Wohnnutzung im Vordergrund: Wenn der Käufer selber auf dem Grundstück wohnt ohnehin, aber auch dann, wenn er auf dem Land eine Liegenschaft baut, die von anderen, Mietern oder Stockwerkeigentümern, genutzt wird. Auch dieser Käufer orientiert sich bei seiner Einschätzung des Bodenpreises an den Nutzenerwägungen und der daraus abgeleiteten Zahlungsbereitschaft potentieller Bewohner.

Langfristig ist es deshalb die Bereitschaft der Individuen, fürs Wohnen an einer konkreten Lage einen bestimmten Preis zu bezahlen, die den Landpreis bestimmt. Eine ansonsten äquivalente Wohnung kann in der Stadt Zürich beispielsweise zu einem höheren Preis vermietet oder verkauft werden, als im peripheren Tösstal. Wer in der Stadt Zürich arbeitet, und das sind verglichen mit dem Tösstal viele, kann mit einer zentral gelegenen und deshalb vergleichsweise teuren Wohnung anderswo sparen – das Pendeln kostet ihn weniger Geld und vor allem auch weniger Zeit. Abhängig davon, was in der individuellen Nutzenkalkulation höher gewichtet wird – und natürlich auch abhängig vom verfügbaren Budget –, wird man sich für den einen oder anderen Wohnort entscheiden.

Dieses Beispiel lässt sich verallgemeinern: Indem unzählige Individuen über ihren Wohnort «mit den Füßen» und ihrem Portemonnaie abstimmen, offenbaren sie ihre Präferenzen für Kombinationen von Lageeigenschaften, die zusammengenommen in den Landpreisen aggregiert bzw. kapitalisiert werden.⁴ Die räumlichen Preisstrukturen, mit denen der (Wohnungs-)Markt den einzelnen Nachfrager zu einem bestimmten Zeitpunkt konfrontiert, sind so das Resultat eines sozialen Prozesses, zu dem nicht zuletzt auch er mit seiner Wohnortwahl und seiner Zahlungsbereitschaft ein kleines Bisschen beiträgt.

Der hedonische Ansatz: Das Gut und sein Preis werden zerlegt

In dieser Optik ist ein Grundstück ein Bündel nutzenstiftender Eigenschaften, deren Gesamtbewertung durch die Marktteilnehmer in seinem Preis manifest wird. Sind diese Eigenschaften und ihre Preise bekannt, kann auch der Gesamtpreis von Grundstücken geschätzt werden, welche diese Eigenschaften beliebig kombinieren. Diese Überlegung liegt dem hedonischen Ansatz der Preisanalyse zugrunde, der in den 1930er Jahren entwickelt wurde.⁵ Heute wird die hedonische Methode zur Analyse von Preisen heterogener Güter aller Art

⁴ Wie schnell und wie vollständig diese Kapitalisierung stattfindet, hängt unter anderem von den Kosten für Marktinformationen und den Wohnortswchsel ab. Aber auch staatliche Regulierungen des Wohnmarkts, wie etwa das Bau- und Mietrecht, die einen Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit lokaler Preisstrukturen haben, spielen eine Rolle (siehe dazu Hilber 1997).

⁵ zur älteren Literatur vgl. z.B. eurostat 2013, eine gute Einführung bietet auch Haase 2011.

gebraucht und spielt vor allem auch bei Bewertungen und Schätzungen im Immobilienbereich eine wichtige Rolle.⁶

Soweit die Theorie. Ihre praktische Umsetzung wirft zwei Probleme auf: einerseits die Identifikation der relevanten nutzenstiftenden Eigenschaften – sie sind nicht im Voraus bekannt, auch wenn Alltagswissen, die reiche Literatur zum Thema und ökonomische Überlegungen Hinweise liefern – und andererseits die Ermittlung ihrer Preise. Voraussetzung für deren Lösung ist in unserem Fall Datenmaterial über die Preise möglichst zahlreicher Grundstücke, welche diese Merkmale unterschiedlich kombinieren. Die statistische Regressionsmethodik ermöglicht dann die Ermittlung der relevanten Eigenschaften und eine Schätzung ihrer Preise. Das Resultat ist eine mathematische Gleichung, die den Preis eines Quadratmeters Wohnbauland modellhaft-abstrahierend in Beziehung zu seinen Eigenschaften setzt.

Datenquellen: GIS-Systeme und Handänderungsstatistik

Die Lageeigenschaften von Grundstücken lassen sich auf der Grundlage des reichen Datenmaterials geographischer Informationssysteme (GIS) systematisch und objektiv beschreiben. Für das Bodenpreismodell wurden zahlreiche potentiell wertrelevante Charakteristiken für die rund 355'000 Zellenmittelpunkte eines einheitlichen 25x25-Meter-Rasters ermittelt, welches das gesamte Wohngebiet des Kantons Zürich abdeckt.

Die Grundstückspreise stammen aus den bereits erwähnten Handänderungsdaten. Aufgrund der Beurkundungspflicht umfassen diese alle Immobilientransaktionen, was Probleme mit der Repräsentativität der Fallauswahl ausschliesst. Davon verwenden wir für die Modellierung jene, die sich auf Wohnbauland beziehen. Konkret handelt es sich um jene Parzellen, die in Wohnzonen sowie Misch-, Kern-, Zentrums- und Quartierzonen präzise verortet werden können. Die Logik des hedonischen Modells erfordert ausserdem Marktpreise, die zwischen frei entscheidenden Vertragspartnern ausgehandelt werden, was Schenkungen, Erbschaften, aber auch Zwangsversteigerungen ausschliesst.

Unser Modell bezieht sich auf reines Bauland ohne Gebäude. Unbebaute Grundstücke, die «grüne Wiese», gehören zweifellos in diese Kategorie und bilden so den Grundstock der einbezogenen Fälle. Im bereits weitgehend überbauten Kern der Agglomeration Zürich haben sie allerdings zunehmend Seltenheitswert. Deshalb werden auch Grundstücke einbezogen, auf denen zum Zeitpunkt des Kaufs eine mutmasslich wertlose Abbruchliegenschaft stand, deren Kaufpreis sich deshalb im Wesentlichen auf das Land bezieht. Ob ein Abbruch stattfand, zeigt die Bebauungsgeschichte des Grundstücks allerdings erst im Nachhinein. Der Bestand dieser Kategorie von Landtransaktionen ist deshalb auch erst nach einigen Jahren konsolidiert (siehe dazu Grütter 2017).

Abnehmende Zahl der Landverkäufe

Die Zahl der Transaktionen, die diese Kriterien erfüllen, war in den letzten Jahren stark rückläufig (Grafik 1): Waren es bis 2010 jährlich noch etwa tausend,⁷ ist deren Zahl bis 2015

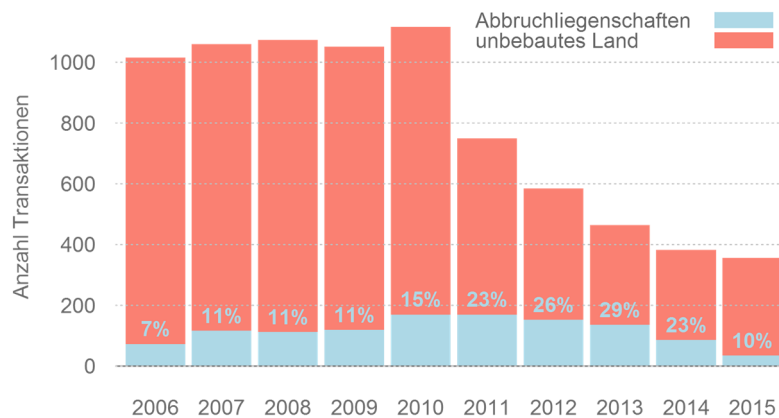
⁶ Auch zu unterschiedlichen Aspekten des Immobilienmarkts des Kantons Zürich gibt es bereits etliche hedonische Modelle, was die Plausibilitätsprüfung der eigenen Resultate erleichtert. Wohnbaulandpreise wurden bereits in Salvi, Moser, Schellenbauer et al. (2008), vom Statistischen Amt in Zusammenarbeit mit der ZKB, modelliert. Salvi 2004, Salvi, Schellenbauer und Schmidt (2004), Stadelmann (2010) beziehen sich auf Wohnimmobilien, Fuhrer (2012) und Wüest & Partner (2013) auf Mietpreise, Haase (2011) untersuchte den Büroimmobilienmarkt.

⁷ Die starke Abnahme der Transaktionszahl zwischen 2010 und 2011 liegt auch in einer Praxisänderung der Notariate begründet. Bis 2010 bezog sich die Handänderung beim Kauf von Stockwerkeigentum auf einen Landanteil und dessen Preis, danach auf die Immobilie inklusive Gebäude, womit sie für unsere Fragestellung ausser Betracht fällt. Bei dieser heute obsoleten Transaktionsform bezogen sich mehrere Käufe zu meist nahezu identischen Quadratmeterpreisen auf eine Parzelle und damit auf dieselbe Lage. Aus diesem Grund wird jeweils nur ein zufällig ausgewählter Kauf aus einem derartigen Bündel von Transaktionen verwendet.

auf unter 400 gesunken, von denen jeweils etwa ein Viertel Abbruchliegenschaften sind. Deren tiefere Anteile in den jüngsten Jahren (2014 und 2015) sind darauf zurückzuführen, dass noch nicht alle identifiziert sind.

Grafik 1: Entwicklung der Transaktionszahl

Zur Modellierung verwendete Transaktionen 2006–2015

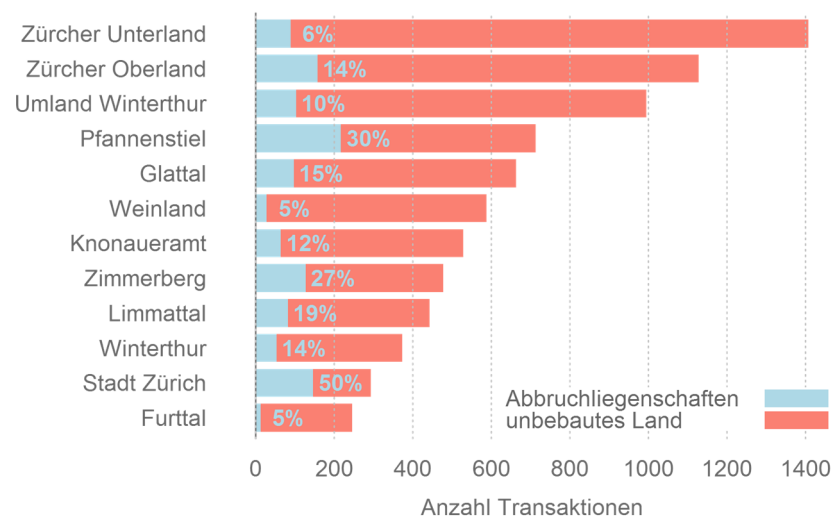


Grafik und Datenquelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Um genügend Fälle zu haben, welche die möglichen Kombinationen von Lageeigenschaften abdecken, werden für die Modellierung die Landkäufe der vergangenen zehn Jahre verwendet, was auch den Vorteil hat, dass eine Aussage über die lagebereinigte Gesamtentwicklung der Wohnbaulandpreise in diesem Zeitraum gemacht werden kann. Von den Transaktionen in diesem Zeitraum können zudem rund 90% genau verortet werden – eine Voraussetzung für die Verknüpfung mit den kleinräumigen Lageinformationen.

Grafik 2: Die räumliche Verteilung der Landtransaktionen

Zur Modellierung verwendete Transaktionen 2006–2015



Grafik und Datenquelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Gesamthalt stehen so 7'854 Transaktionen für die Modellbildung zur Verfügung. Grafik 2 zeigt deren Verteilung auf die Raumplanungsregionen. Am meisten Fälle steuern naturgemäss die grossflächigen Regionen mit erheblichen Landreserven und einer intensiven

Bautätigkeit bei, namentlich das Zürcher Oberland, das Unterland und das Umland Winterthurs. Aber auch die bereits stark überbauten, zentrumsnahen Regionen sind vertreten, wobei die Abbruchliegenschaften in der Stadt Zürich fast die Hälfte aller Transaktionen, in den Regionen Pfannenstiel und Zimmerberg mehr als ein Viertel ausmachen. Insgesamt sind die im Kanton Zürich anzutreffenden Lagekombinationen und mithin die Vielfalt des Bodenmarktgeschehens angemessen vertreten, was eine gute Voraussetzung für die Schätzung eines hedonischen Modells ist.

Die Modellstruktur und ihre Annahmen

Das Modell soll, wie bereits ausgeführt, die Bewertung der Lage- und Parzelleneigenschaften durch die Bodenkäufer, bzw. deren Nutzenfunktion in Abhängigkeit dieser Eigenschaften, schätzen. Die Funktionsgleichung, die diesen Zusammenhang beschreibt, weist folgende Grundstruktur auf:

Die Spezifikation des hedonischen Modells

$$\log\left(\frac{\text{Bodenpreis}}{m^2}\right) = a_0 + \sum_{l=1}^L a_l \text{Lageeigenschaft}_l + \sum_{g=L+1}^G a_g \text{Grundstückseigenschaft}_g + \sum_{t=G+1}^{T-1} a_t \text{Jahr}_t + \varepsilon$$

Sie setzt den Preis eines Quadratmeters Land in Relation zu den ortsspezifischen Lageeigenschaften, die im Zentrum des Interesses stehen. Zur Kontrolle werden aber auch lageunabhängige Merkmale der Parzelle (Fläche, Form und Bebauungsstatus) einbezogen, die den Quadratmeterpreis ebenfalls beeinflussen. Das Bodenpreisniveau hat sich im Jahrzehnt, aus dem die Transaktionen stammen, verändert: Dies wird kontrolliert durch den Einbezug des Transaktionsjahrs in die Schätzung. Implizit enthalten ist in dieser Spezifikation auch die Annahme, dass die Bewertung der Lageeigenschaften über den gesamten Kanton einheitlich ist und sich im Zeitverlauf nicht verändert hat. Modelliert wird zudem, wie bei den meisten hedonischen Modellen im Immobilienbereich, nicht der Quadratmeterpreis, sondern dessen Logarithmus. Der Quadratmeterpreis in den ursprünglichen Frankenbeträgen ergibt sich deshalb durch Multiplikation der einzelnen Faktoren und nicht durch deren Addition, was sich auf die Interpretation der Modellresultate auswirkt.

Die Faktoren $a_0 \dots a_{T-1}$ werden mit einem Regressionsverfahren geschätzt. Der Grundgedanke besteht darin, diese Faktoren so zu bestimmen, dass die kumulierte (quadrierte) Differenz minimiert wird zwischen den tatsächlich bezahlten Preisen der Grundstücke und den hypothetischen Preisen, die sich für sie aus der Schätzgleichung ergeben. Das Modell soll die „Wirklichkeit“ des Datenmaterials gemäss diesem Massstab möglichst unverfälscht wiedergeben. Weil die Handänderungsdaten auch Preisangaben enthalten, die angesichts der Grundstücksmerkmale unwahrscheinlich hoch oder tief sind, verwenden wir ein robustes Schätzverfahren, das eine automatische Gewichtung der Fälle vornimmt. Der Anhang I (S. 24) informiert über methodische Details.

Wodurch werden die Bodenpreise beeinflusst? Eine Übersicht

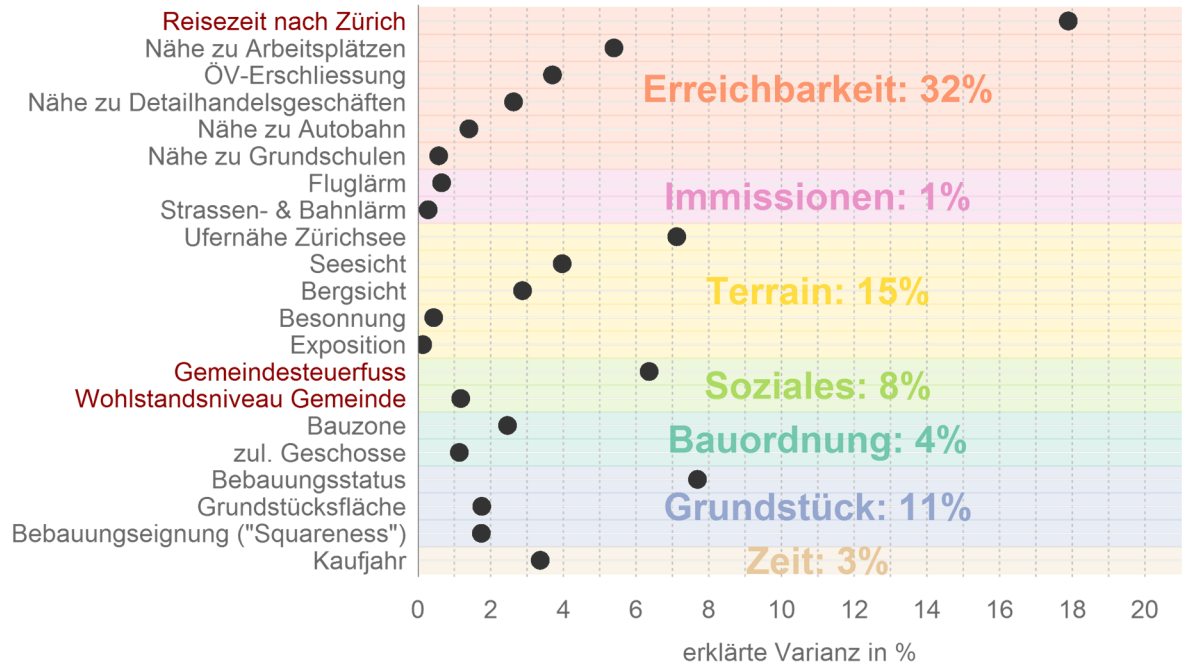
Für das Bodenpreismodell haben sich rund zwanzig Einflussgrössen als relevant erwiesen. Zusammengenommen lassen sich damit etwa 73% der vorhandenen Varianz in den Bodenpreisen erklären – wären es 100%, so würde das Modell die empirischen Preise exakt reproduzieren, was aber selbstverständlich gerade im intransparenten Bodenmarkt ein Unding wäre.

Grafik 3 gibt eine Übersicht über die im Modell berücksichtigten Faktoren und ihre Bedeutung für die Erklärung der Bodenpreise. Im Kontext der ökonomischen Interpretation des hedonischen Modells zeigt sie auch, welche Eigenschaften die Zahlungsbereitschaft der

Grundstückskäufer (und soweit relevant mittelbar der Wohnnutzer) stark beeinflussen und welche von untergeordneter Bedeutung sind.

Grafik 3: Einflussfaktoren Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell, R^2 des Modells insgesamt = .73



Makrolageaspekte sind rot hervorgehoben. Der ausgewiesene Effektstärkenindikator zeigt die relative Bedeutung der Einflussfaktoren des Modells. Als Mass für die Effektstärke wird die „lmg“-Metrik (bzw. Shapley Importance Scores) verwendet, die eine Zerlegung der gesamten erklärten Varianz vornimmt (Grömping 2007, 2009). Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Die Lageeigenschaften haben zusammengenommen klar das grösste Gewicht: Sie erklären zusammen rund 58% der Varianz der Bodenpreise, wobei die Erreichbarkeit mit 32% den grössten Einfluss hat, gefolgt mit einigem Abstand von den Terraineigenschaften (15%). Die Grundstückseigenschaften (11%) und die zeitliche Entwicklung (3%) sind von geringerer Bedeutung. Im Kontext des Immobilienmarkts ist zudem die Unterscheidung der grossräumig variierenden sogenannten Makrolage von der kleinräumigen Mikrolage eines Grundstücks gebräuchlich. Konventionellerweise kann sich die Mikrolage von Grundstücken innerhalb einer Gemeinde unterscheiden, während deren Makrolage dieselbe ist (Wüest & Partner 2013). Ob eine bestimmte Grösse als Makro- oder Mikrogrösse ins Modell einfliesst, kann sachliche oder praktische Gründe haben: Der Gemeindesteuerfuss ist innerhalb der Gemeinde einheitlich, also aus sachlichen Gründen eine Makrolageeigenschaft. Für die Reisezeit nach Zürich wurde hingegen ein Indikator gewählt, der aus dem praktischen Grund der Verfügbarkeit gemeindebezogen ist. Die Bergsicht ist dagegen sachlich klar der Mikrolage zuzuordnen; sie ist aus den kleinräumig verfügbaren Bodenreliefdaten ableitbar. In unserem Modell erklärt die Makrolage 26% der Gesamtvariabilität der Bodenpreise in der Stichprobe, und dies mit nur drei Faktoren. Die Mikrolage trägt weitere 31% dazu bei.

Der Einfluss der einzelnen Lageeigenschaften – Vorbemerkungen

In den folgenden Abschnitten werden die Berücksichtigung der einzelnen Einflussgrössen motiviert und ihre Auswirkung auf die Landpreise diskutiert. Die genauen Spezifikationen der Variablen und die jeweilige Datenquelle finden sich in der Anhangstabelle II (S. 25). Die Angaben zur Verteilung der Lageeigenschaften beziehen sich jeweils auf das oben definier-

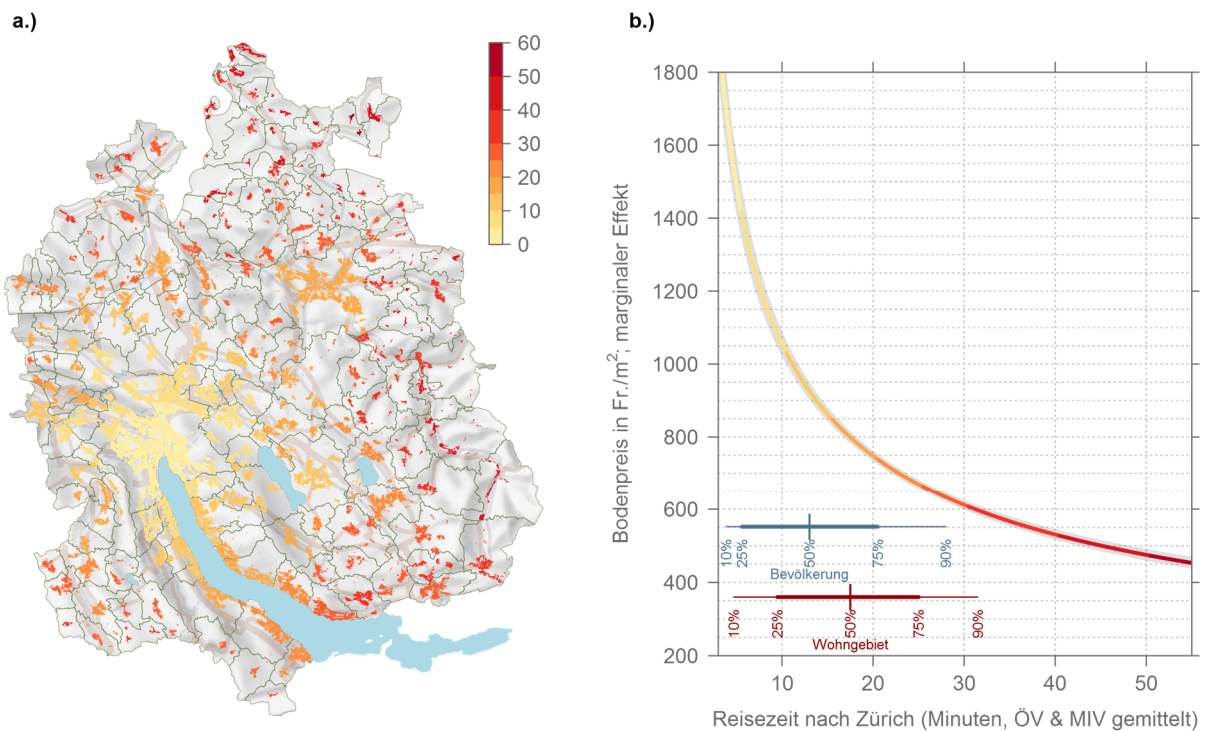
te Wohngebiet des Kantons Zürich bzw. auf die Bevölkerung, die in diesem Gebiet wohnt. Die Raumplanungsregionen werden verwendet, um grössere Teilgebiete des Kantons zu charakterisieren. Für ausgewählte Lageeigenschaften zeigen Grafiken deren räumliche Verteilung als Karte (jeweils Teilgrafik a.) und deren marginale Effekte, d.h. die Auswirkung, die ihre Veränderung auf den Preis eines ansonsten durchschnittlichen Quadratmeters Land hätte (Teilgrafik b.). Die Preisachse ist bei diesen Grafiken wegen der unterschiedlichen Effektstärke der Einflussgrössen unterschiedlich skaliert. Der konstante 50-Franken-Abstand der horizontalen Hilfslinien soll den Vergleich erleichtern.

Zentrumsnähe: das A und O des Nutzens und des Preises von Bauland

Die Zentrumsnähe ist für den Nutzen eines Grundstücks und damit auch für dessen Preis von erstrangiger Bedeutung. Diese grundlegende Einsicht ist nicht neu – sie steht am Anfang der modernen Raumökonomie, die der preussische Gutsherr Johann Heinrich von Thünen in den 1820er Jahren mit seinem in den Grundzügen noch immer relevanten Modell der zentralen Stadt begründete. Er setzte darin die Erreichbarkeit und die landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten in Beziehung zum Bodenpreis (von Thünen 1848).

Grafik 4: Reisezeit nach Zürich

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell



Lesehilfe: die Farbabstufung der Kartengrafik a wird gespiegelt in der Effekt-Grafik b. Aus letzterer ist auch ersichtlich, wie sich die Bevölkerung und die Gesamtfläche des Wohngebiets über den Wertebereich der Einflussgrösse verteilen. Rund die Hälfte der Zürcher Bevölkerung hat z.B. eine Fahrzeit von weniger als 13 Minuten ins Zentrum Zürichs, 90% eine von weniger als 28 Minuten. Das Vertrauensintervall (auf dem 99%-Niveau) ist grau hinterlegt; bei der hochsignifikanten Reisezeit ist es freilich sehr schmal.

Grafik: Statistisches Amt Kanton Zürich, Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich, ARE-CH

Was von Thünen am Exempel ostelbischen Acker- und Weidelands minutiös durchrechnete, kann auch auf Wohnbauland im Kanton Zürich übertragen werden: Die «Fahrzeit ins Zentrum von Zürich» (ÖV und Auto gemittelt) erklärt in unserem Modell 17.9% der Preisvarianz und ist damit mit grossem Abstand die wichtigste Determinante der Bodenpreise im Kanton Zürich.

Grafik 4b zeigt, dass sich eine zusätzliche Minute Reisezeit in der Nähe Zürichs viel stärker auf die Bodenpreise auswirkt, als in grösserer zeitlicher Entfernung: Nimmt die Reisezeit beispielsweise von 10 auf 15 Minuten zu, so beträgt der Preisabschlag rund 18%. Dieselben fünf Minuten schlagen bei einer Zunahme von 40 auf 45 Minuten nur noch mit 6% zu Buche: den äquivalenten Preiseffekt (-18%) hätte man erst bei einer Verlängerung der Fahrzeit auf 60 Minuten, also ebenfalls um 50%. Ein derartiger Zusammenhang wird in der Ökonomie als Elastizität bezeichnet und kann in unserem Fall folgendermassen allgemein formuliert werden: Nimmt die Fahrzeit nach Zürich um 10% zu, so kostet ein Quadratmeter Wohnbau-land 4.8% weniger.

Das hohe Gewicht der zeitlichen Zentrumsnähe für das Nutzenkalkül und die Zahlungsbereitschaft der Wohnnutzer lässt sich mit ihren handfesten Vorteilen begründen. Fast die Hälfte (46%) der Arbeitsplätze im Kanton Zürich befinden sich in der Stadt Zürich: Für jene, die dort arbeiten, bedeutet eine stadtnahe Wohnlage geringere monetäre, vor allem aber auch zeitliche Kosten beim Pendeln. Ähnliche Überlegungen treffen für die Nutzung des zentralörtlichen Einkaufs-, Freizeit- und Bildungsangebots zu. Wie wichtig die Zentralität für die Entscheidung über den Wohnort ist, zeigt auch die Verteilung der Bevölkerung. Die Hälfte der Einwohner des Kantons Zürich lebt in Gemeinden, von denen das Zentrum der Stadt Zürich in weniger als etwa einer Viertelstunde Fahrzeit erreichbar ist. Nicht zuletzt die Wohnortwahl zahlreicher Menschen lässt keinen Zweifel daran, wie hoch dieser Lagefaktor gewichtet wird. Und genau dies spiegelt sich letztlich auch in den Bodenpreisen.

Preisrelevante Nähe zu lokalen Angebotsstrukturen

Die einzigartige Kumulation und Konzentration offensichtlich nutzenstiftender Angebotsstrukturen begründet die Sonderstellung der Stadt Zürich in ihrem Einzugsgebiet – das lässt sich nicht zuletzt daran ersehen, dass ein analoger spezifischer Bodenpreisgradient für Winterthur, die zweite grosse Stadt des Kantons, nicht nachweisbar ist. Doch Arbeitsplatzkonzentrationen gibt es auch anderswo im Kanton (namentlich in Winterthur oder im Glatt- und im Limmattal), Einkaufen kann man oft auch im Dorfzentrum, das Bildungsangebot im Vor- und Volksschulbereich, für Eltern wichtig, ist kommunal organisiert.

In unserem Modell werden diese Mikroaspekte der Zentralität durch die Luftliniendistanz zur nächsten Arbeitsplatzkonzentration (mehr als 200 Arbeitsplätze pro Hektare), zu grösseren Detailhandelsgeschäften (mit mehr als fünf Arbeitsplätzen), sowie zu Primarschulen und Kindergärten abgebildet. Am kleinräumigsten sind erwartungsgemäss letztere verteilt: Nur 10% der Bevölkerung sind weiter als 450m vom nächsten Kindergarten oder Primarschulhaus entfernt; beim Detailhandel beträgt der analoge Wert 710 m, bei den Arbeitsplatzkonzentrationen bereits 3.6 km.

Diese Distanzen erklären zusammen etwa 8.6% der Varianz der Bodenpreise, deutlich weniger als die Makrovariable der Fahrzeit nach Zürich. Am bedeutsamsten ist die Entfernung zu den Arbeitsplätzen (5.4%), während jene zum Detailhandel (2.6%) und die Nähe zu Schulen von untergeordneter Bedeutung ist (0.6%). Den einzelnen Parametern kommt bei diesen Grössen kaum eine selbständige inhaltliche Bedeutung zu, da sie auch stark von der verwendeten Messgrösse abhängen. Ihre beträchtliche kollektive Erklärungskraft ist aber ein klarer Hinweis darauf, dass die Zahlungsbereitschaft für ein Grundstück, das nahe bei derartigen kleinräumigen Angebotsstrukturen liegt, höher ist als für ein abgelegenes.

Standortqualität ÖV-Erschliessung

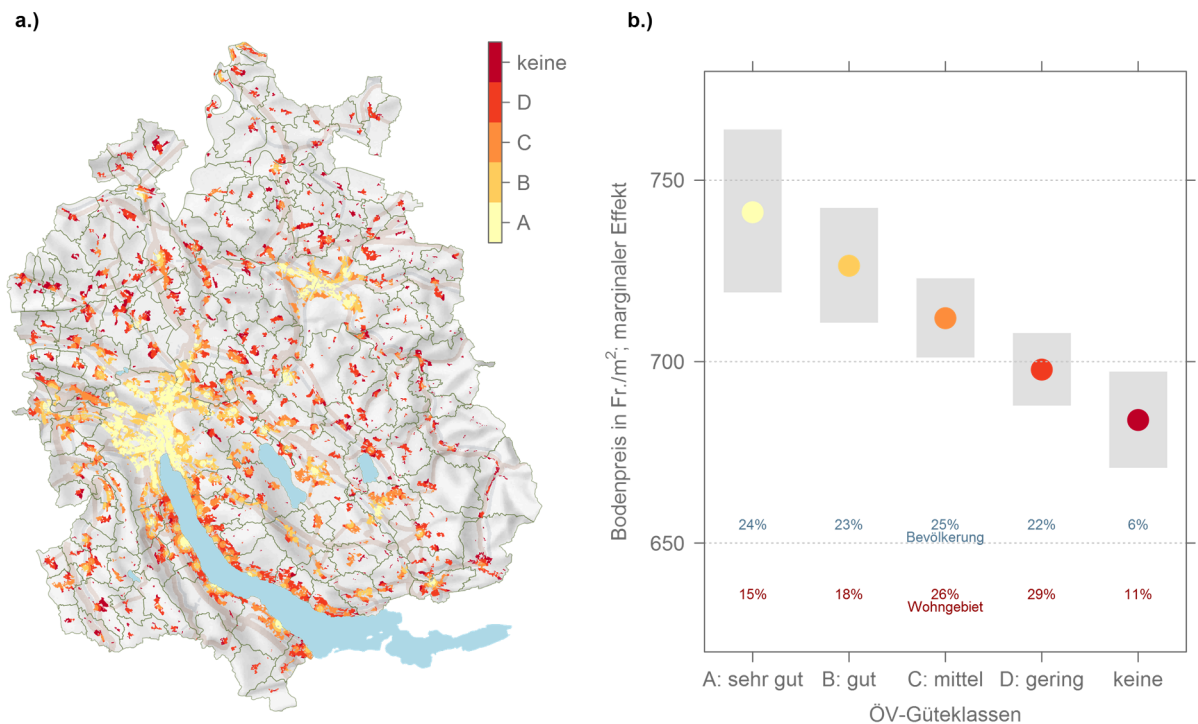
Mit den bisher diskutierten Messgrössen wird die Lage einer Parzelle auf der Dimension Zentral-Peripher auf der zürichorientierten Makro- und der lokalen Mikroebene charakterisiert. Unser Modell zeigt, dass ergänzend auch die Erschliessungsqualität, die Nähe zu Infrastrukturen des öffentlichen und des individuellen Verkehrs, die das Erreichen beliebiger Ziele erleichtern, bodenpreisrelevant ist. Der Nutzen, den diese staatlich finanzierten Verkehrsinfrastrukturen stiften, wird durch den einleitend beschriebenen Prozess des «Abstim-

mens mit den Füßen» letztendlich in den Preisen des Landes in deren Einflussbereich kapitalisiert – und kommt damit als Bodenrente auch dem Landeigentümer zugute (Hilber 1997).

In unserem Modell wird die ÖV-Erschliessung durch die ÖV-Güteklassen des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE 2011) beschrieben. Sie berücksichtigen nicht nur die räumliche Distanz zu den Haltestellen, sondern auch die Anschlussqualität, d.h. die Dichte des Fahrplans und die verfügbaren Verkehrsmittel (Bahn, Bus, Tram etc.).

Grafik 5: ÖV-Erschliessung und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell



Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.

Grafik: Statistisches Amt Kanton Zürich, Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich, ARE-CH

In der höchsten Güteklasse befinden sich ausser grossen Teilen der Stadtgebiete von Zürich und Winterthur die Umgebung der grösseren ZVV-Knotenpunkte wie etwa Uster, Thalwil oder Effretikon (Grafik 5a). Das sind insgesamt etwa 15% der Gesamtfläche der Wohnbauzonen im Kanton, in denen aber fast ein Viertel (24%) der Bevölkerung lebt (Grafik 5b). Nicht kleinräumig erschlossen ist ein vergleichbarer Flächenanteil (11%) mit einem Bevölkerungsanteil von nur 6%. Die ÖV-Erschliessungsqualität erklärt etwa 4% der Varianz der Bodenpreise (Grafik 3, S. 7). Wie Grafik 5b zeigt, ist eine zusätzliche ÖV-Gütekategorie mit einem Preisaufschlag von etwa 2% verbunden.

Ambivalenter Preiseffekt von Autobahnen

Was beim ÖV Haltestellen und Verbindungsqualität, sind für den Individualverkehr (MIV) leistungsfähige und schnelle Strassenverbindungen. Die MIV-Erschliessung wird in unserem Modell erfasst durch die Entfernung zur nächsten Autobahn. Mit einer Effektstärke von nur 1.4% hat sie allerdings einen eher geringen Einfluss auf die Bodenpreise, der zudem zwispältig ist: Sowohl Wohnbauland, das sehr nahe an einer dieser Hauptschlagadern des Strassenverkehrsnetzes liegt, wie solches, das weit davon entfernt liegt, ist günstiger – das Preismaximum liegt bei etwa fünf Kilometern Entfernung.

Hier überlagern sich offensichtlich zwei gegenläufige Effekte: In unmittelbarer Nähe zu den Autobahnen werden die positiven Externalitäten – die verbesserte Erreichbarkeit – von den negativen unter dem Strich überwogen. In der Nähe dieser Infrastrukturen des Schnellverkehrs zu wohnen, mag für den Einzelnen nützlich sein: Noch wichtiger ist die Verkehrsanbindung aber für alle jene gewerblichen Nutzer, die Güter produzieren oder mit ihnen handeln. Die Umgebung von Autobahnen ist deshalb oft von industriellen und logistischen Zweckbauten geprägt, was sie als Wohnlage unattraktiv macht.

Aufpreis für ruhige Lagen

Zu den negativen Externalitäten des Verkehrs zählt auch der Lärm. In unserem Modell berücksichtigen wir die kumulierten Lärmimmissionen von Strassen- und Bahnverkehr⁸ sowie den Fluglärm. Beide haben gemäss unserem Modell den erwarteten negativen Einfluss auf die Bodenpreise. Der räumlich relativ stark konzentrierte Fluglärm wirkt sich dabei mit einem Abschlag von etwa -4.2% pro Dezibel stärker aus als der breiter gestreute Strassen- und Eisenbahnlärm mit -1.6% pro zusätzliches dB.⁹ Man kann es auch umgekehrt sagen – Ruhe wird geschätzt, denn für ruhige Lagen ist die Zahlungsbereitschaft höher als für lärmige. Die Unterschiede in der Lärmbelastung können zusammen allerdings nur etwa 1% der Varianz der Bodenpreise im Kanton erklären, spielen also für die Bodenpreisbildung insgesamt eine eher untergeordnete Rolle.

Landschaftliche Aspekte als wichtiger Preisfaktor

Anders verhält es sich bei den terrain- und landschaftsbezogenen Mikrolageeigenschaften; zahlreiche Studien verweisen auf deren hohe Bedeutung für die Zahlungsbereitschaft von Wohnnutzern und damit auch die Bodenpreisbildung.¹⁰ Auch in unserem Modell erklären sie beträchtliche 15% der Gesamtvarianz der Bodenpreise und stehen damit nach der Erreichbarkeit bedeutungsmässig an zweiter Stelle. Als relevant haben sich die Exposition, die Besonnung, die Aussicht sowie die Entfernung vom Ufer des Zürichsees erwiesen.

Grundstücke mit einer Südwestexposition erzielen etwas höhere Preise, jene die nach Nordosten ausgerichtet sind, tiefere. Die Differenzen sind freilich klein – für ein nach Südwesten ausgerichtetes Grundstück sind etwa 5% mehr zu bezahlen als für eines, das nordostexponiert ist. Die Besonnung ist von der Ausrichtung nicht unabhängig: Sie berücksichtigt zusätzlich aber auch noch das Gelände, das direkte Sonneneinstrahlung verhindern kann, und die Hangneigung. Stärker geneigte Hänge erhalten mehr Einstrahlung – besonders im Winter, wenn die Sonne den ganzen Tag tief steht. Die theoretisch mögliche Einstrahlungssumme im Laufe eines wolkenlosem 21.12. wurde deshalb als Mass verwendet. Im Schnitt beträgt sie im Wohngebiet des Kantons Zürich etwa 1.55 kWh/m².

Am besten bedient ist – wie Grafik 6a zeigt – diesbezüglich die Region Pfannenstiel (im Schnitt 1.67 kWh/m²) – die Kontrastregion befindet sich am gegenüberliegenden Ufer des Sees, an der nicht umsonst so genannten «Pfnüselküste» (1.35 kWh/m²). Auch die Preisrelevanz der Besonnung sollte allerdings nicht überschätzt werden. Die Effektstärke ist gering. Ein Grundstück mit der Durchschnittswintereinstrahlung der linken Seeseite (● in Grafik 6b) würde nur etwa 3% weniger kosten als eines mit der Einstrahlung der rechten (■).

⁸ Der Grund für die Zusammenfassung dieser beiden Lärmquellen ist auch modelltechnisch bedingt: Eisenbahnlärm von stark störendem Ausmass, der für die Bodenpreisbildung relevant sein könnte, ist auf schmale Korridore beschränkt, die nur 3% des kantonalen Wohngebiets ausmachen. Die geringe Zahl der Transaktionen in diesem Gebiet erlaubt keine zuverlässige Schätzung eines separaten Eisenbahnlärmparameters.

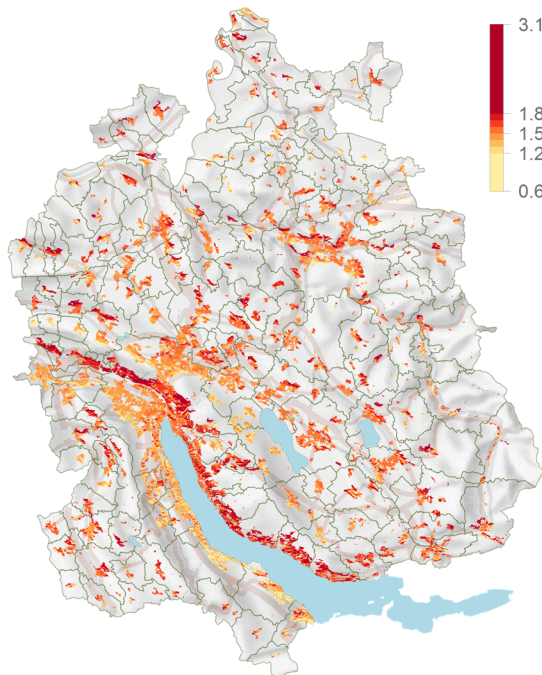
⁹ Die in der relevanten Literatur, z.B. Salvi (2008, ebenfalls für den Flughafen Zürich), Müri Leupp (2011) oder Nelson (2008, eine Metaanalyse mehrerer Studien), ermittelten Parameterwerte sind etwas tiefer, beziehen sich aber auf Häuser oder Wohnungen, nicht auf Boden. Der stärkere Preiseffekt von Flug- gegenüber Strassenlärm scheint aber generell zu sein.

¹⁰ Eine Literaturübersicht bietet die Studie von B,S,S. 2012, siehe auch Pütz et al. (2014).

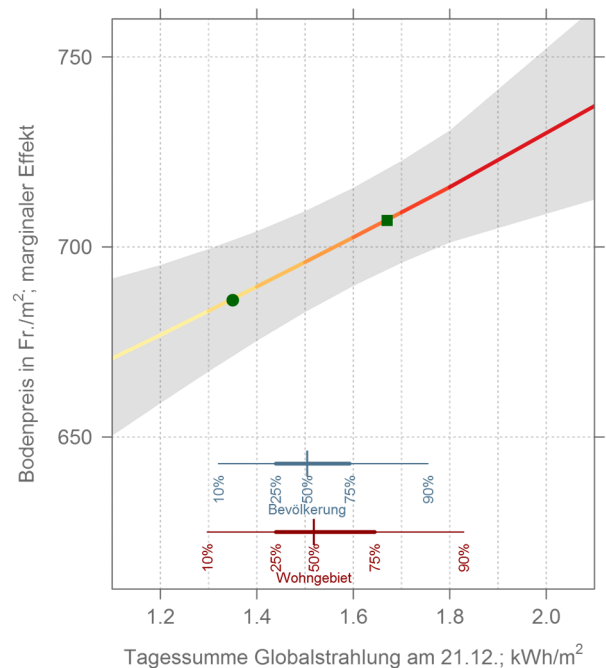
Grafik 6: Besonnung und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell

a.)



b.)



Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Aussichtslagen und Zürichseennähe sind begehrt - und teuer

Wichtiger für die Preisbildung auf dem Bodenmarkt ist die Aussicht, die ein Grundstück zu bieten hat (vgl. dazu auch Baranzini 2007). In unserem Modell berücksichtigen wir zwei Aspekte: Die Aussicht auf die Berge und die Seesicht. Für ein hedonisches Modell müssen diese vagen Konzepte in einer Weise operationalisiert werden, die eine effiziente, flächendeckende Berechnung auf der Grundlage von Reliefdaten erlaubt. Konkret wird die Zahl der von einem Grundstück aus sichtbaren bedeutenden Alpengipfel – nebst, faute de mieux, einigen prominenten Hügelkuppen im Kanton Zürich – als Mass für die Bergsicht und die sichtbare Fläche von Zürich-, Greifen- und Pfäffikersee verwendet.

Im Schnitt (Median) ist vom Wohngebiet des Kantons Zürich aus etwa ein Gipfel zu sehen, nur etwa 10% der bewohnten Fläche bieten Aussicht auf mehr als drei Bergspitzen. Gute Bergsicht ist also rar (Grafik 7a und b). Eine sehr gute Bergsicht (acht und mehr Gipfel) hat man etwa in der Stadt Zürich unterhalb der Waid oder am oberen Zürichberg. Im Wohngebiet am besten ist die Aussicht mit 22 Bergspitzen in Regensberg (⊕ in Grafik 7a).¹¹ Für die Seesicht beträgt der mediane Wert 0, d.h. der Grossteil, etwa 70%, des Zürcher Wohngebiets hat keine Seesicht. Mehrheitlich Seesicht haben nur die beiden Regionen, die an den Zürichsee angrenzen – und diesbezüglich ist, wegen dessen gekrümmter Form, das linke Ufer gegenüber dem rechten im Vorteil: Im Schnitt sieht man von der Region Zimmerberg aus fünf Quadratkilometer See, vom Pfannenstiel aus nur zwei – obschon an dessen Ostflanke auch der Greifensee sichtbar ist.

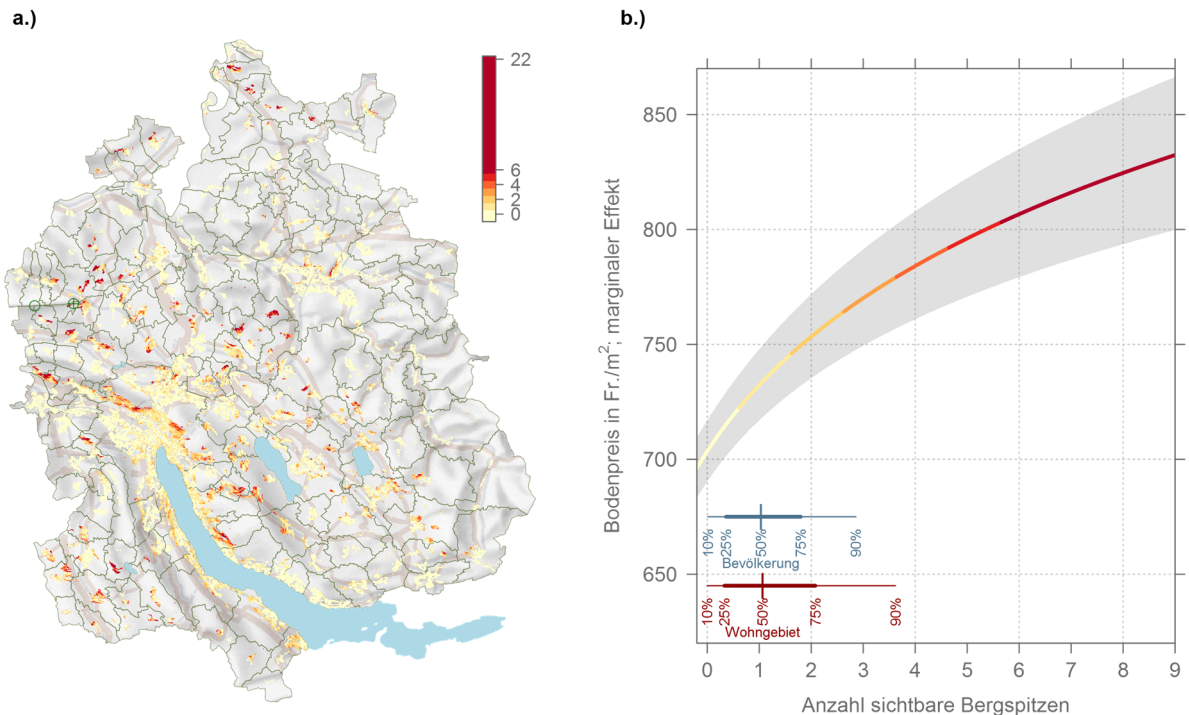
Die Verdoppelung der Zahl der sichtbaren Gipfel (also eine 100-prozentige Erhöhung) ist mit einer Erhöhung des Quadratmeterpreises um etwa 6% verbunden, eine Verdoppelung

¹¹ Wohnen kann man dort heute zwar nicht mehr, aber mit 34 sichtbaren Gipfeln die beste Aussicht soll man gemäss diesem Indikator von der Lägern, unweit der Burgruine haben (○ in Grafik 7a).

der sichtbaren Seefläche wird mit einem Zuschlag von 3% «bezahlt». Bei bereits reichlich vorhandener Aussicht auf Seen und Berge ist eine weitere Verbesserung also kaum mehr preiswirksam – ihr Grenznutzen nimmt ab.¹²

Grafik 7: Bergsicht und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell



Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich & GIS-ARE ZH

Ein weiterer Terrainaspekt, der sich als erstaunlich preiswirksam erweist, ist die Luftlinien-distanz zum Zürichseeufer. Mit einem Varianzanteil von 7% (Grafik 3) erklärt die Seedistanz etwa gleich viel wie See- und Bergsicht zusammen. Ein Grundstück, das einen halben Kilometer vom See entfernt ist, ist etwa 3.5% günstiger als eines, das mehr oder weniger unmittelbar am See liegt. Land in Zürichseennähe ist knapp; nur etwa 8% des Wohngebiets im Kanton befinden sich weniger als 500 Meter vom Zürichseeufer entfernt.

Vom Nutzen knapper Gunstlagen

Bei der Seennähe mag man sich fragen, worin genau deren Nutzen besteht – einmal abgesehen davon, dass für wasseraffine Freizeitaktivitäten kürzere Wege anfallen. Analoges gilt auch für die Aussicht. Einen unmittelbaren materiellen Nutzen haben beide Lageeigenschaften kaum, sie steigern allenfalls das ästhetische Wohlfühlen. Ihr Nutzen und damit ihre belegte Preiswirksamkeit kann deshalb wohl am ehesten indirekt begründet werden: Mit der Entscheidung für eine exklusive seennahe Wohnlage mit prächtiger See- und Bergsicht, wie sie in den Inseraten der Immobilienbranche gerne angepriesen wird, zeigt man nicht zuletzt seinen Mitmenschen, dass man sich etwas Knappes und Teures leisten kann. Das Wohnen an einer guten Aussichtslage oder nahe am Zürichseeufer hätte so einen Prestigewert, für den

¹² Ein derartiger Zusammenhang kann streng genommen nicht spezifiziert werden, wenn 0 im legitimen Wertebereich liegt, wie das bei der Berg- und Seesicht der Fall ist: in Prozenten ausgedrückt ist jede Zunahme von der Basis 0 gerechnet unendlich. Indem man die Werte bei der Modellbildung um 1 erhöht, kann dieses Problem umgangen werden.

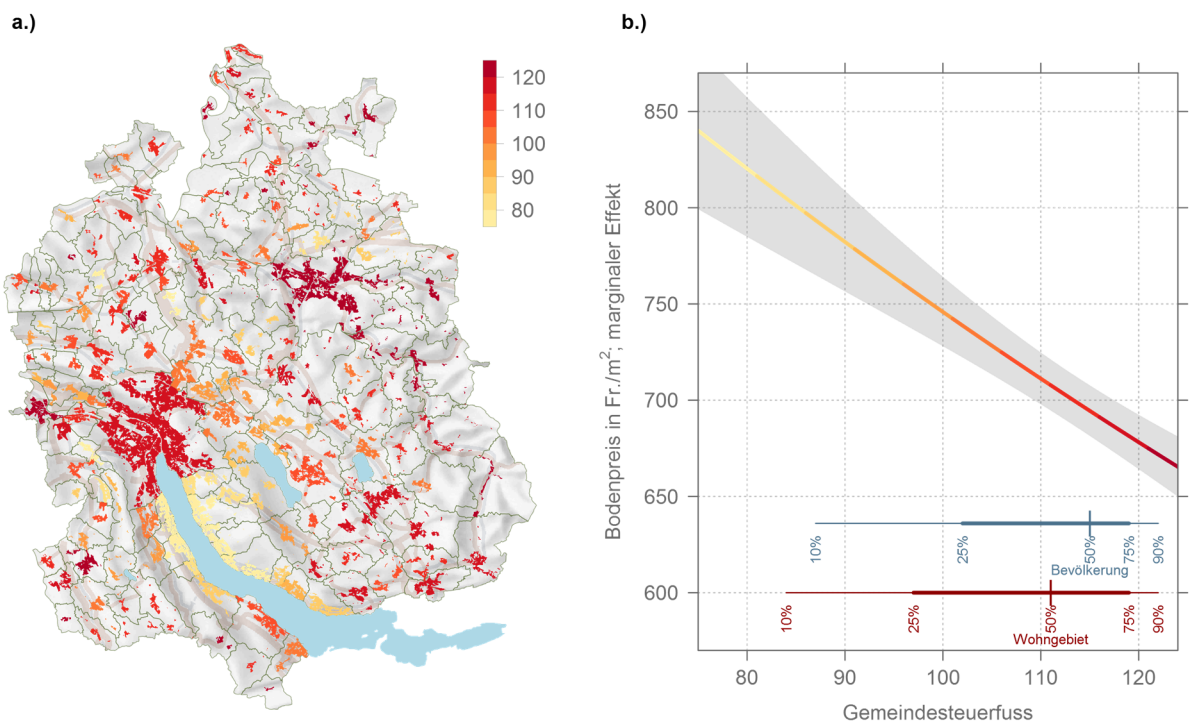
der hohe Preis geradezu Voraussetzung ist. Unter der Bedingung eines inelastischen, weil nicht vermehrbaren Angebots kann so ein preistreibender Rückkoppelungsprozess in Gang kommen, wie er auch für andere Luxusgüter charakteristisch ist. Paradoxerweise zeigt so gerade der Einfluss dieser auf den ersten Blick naturgegebenen Lageeigenschaften den sozialen Charakter der Bodenpreisbildung.

Steuergunst gibt's nicht umsonst

Eine intervenierende Rolle spielt in diesem Prozess auch die variable kommunale Steuerbelastung. 2015 reichte die Spanne der Gemeindesteuerfüsse von 75% in Rüschlikon bis zum Maximalsteuerfuss von 124%, der in 17 Gemeinden galt, darunter Affoltern am Albis, Dietikon vor allem aber kleineren Landgemeinden, wie etwa Waltalingen im Weinland. Die Gesamtbelastung durch kantonale und kommunale Steuern war so in der steuergünstigsten Gemeinde rund 22% tiefer als in jenen, die den Maximalsteuersatz anwenden. Steuern werden im Prinzip am Wohnort bezahlt. In Gemeinden mit einem vergleichsweise tiefen Steuerfuss sind die Gesamtkosten fürs Wohnen deshalb tiefer als dort, wo die Besteuerung hoch ist. Oder vielmehr sie wären es: Denn die dadurch attraktiven Bedingungen erhöhen die Nachfrage nach Wohnbauland, was die Bodenpreise und dadurch mittelbar auch die Wohnkosten in die Höhe treibt – im Prinzip solange, bis der Steuervorteil weggeschmolzen ist (Vgl. dazu Morger 2013).

Grafik 8: Steuerfuss und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell, Gemeindesteuerfüsse 2015



Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Unser Modell zeigt in der Tat, dass zwischen dem Steuerfuss einer Gemeinde und den bezahlten Bodenpreisen ein mit rund 7% erklärtem Varianzanteil vergleichsweise starker Zusammenhang besteht, der die These einer Kapitalisierung der Steuerbelastung stützt: Ein um 10 Punkte tieferer Gemeindesteuerfuss erhöht die Bodenpreise um etwa 5%.

Der Steuerfuss als Indikator für die soziale Situation

Der Steuerfuss ist allerdings keine exogene Grösse: Nicht der einzige, aber ein wesentlicher Zusammenhang besteht mit dem Wohlstand und dem daraus resultierenden Steueraufkommen der Gemeindebewohner. Ist Letzteres hoch, so kann der Steuerfuss tief angesetzt werden und umgekehrt. Dem kommunalen Ermessen bei der Festlegung des Steuerfusses sind durch die Regeln des kantonalen Finanzausgleichs freilich nach unten wie oben Grenzen gesetzt.¹³ Aus diesem Grund berücksichtigt unser Modell als weitere Grösse zur Beschreibung des Wohlstandsniveaus der Gemeindebewohner deren über mehrere Jahre gemittelt steuerbares Medianvermögen,¹⁴ das ebenfalls einen unabhängigen Erklärungsbeitrag leistet: Nimmt es um 10'000 Fr zu, so erhöhen sich die Bodenpreise um etwa 1.3%.

Die räumliche Verteilung des Wohlstandes und der Steuerbelastung im Kanton ist nicht zufällig: Es bestehen Zusammenhänge mit den bereits diskutierten landschaftlichen Lagegunstfaktoren, beinahe den einzigen in unserem Modell, die zweifelsfrei exogen sind, die also nicht von anderen Grössen abhängen. Die Tiefsteuergemeinden (Steuerfuss < 90%) sind im Schnitt näher beim Zürichsee als die übrigen (850 m gegenüber 9'100 m) und ihre Wohnlagen haben bessere Berg- (1.6 vs. 1.0 Gipfel) und Seesicht (1.28 vs. 0 km²).

Es ist so naheliegend, dass diese knappen landschaftlichen Gunstfaktoren und der Nutzen, den sie jenen verschaffen, die sie sich zu leisten vermögen, am Anfang eines selbstverstärkenden Prozesses stehen, der die bodenpreismässige Sonderstellung der stadtnahen Seegemeinden zu erklären vermag – eine wohlhabende Einwohnerschaft, tiefe Steuersätze und entsprechend hohe Bodenpreise. Die Ansiedlung gutsituierter Steuerpflichtiger erlaubt es, die Steuersätze zu senken. Dies gibt den Bodenpreisen und damit den Wohnkosten Auftrieb. Einkommensschwache soziale Schichten ziehen deshalb tendenziell weg bzw. nicht mehr zu, was die Finanzlage der Gemeinde – Stichwort Sozialkosten – wiederum verbessert, und damit auch wieder eine Senkung der Steuersätze erlauben würde. Der Zürcher Finanzausgleich setzt diesem Entmischungsprozess, der mit umgekehrten Vorzeichen auch am anderen Ende der Skala stattfindet, zwar Grenzen. Dennoch zeigt dieses Beispiel, dass die Bodenpreisbildung ein sozialer Prozess mit komplexen Interdependenzen ist.

Bauordnungen beeinflussen Nutzungsmöglichkeiten – und Bodenpreise

Zu den wertrelevanten Eigenschaften von Bauland gehören nicht nur seine sichtbaren Lagemerkmale, sondern auch die darauf bezogenen Vorschriften der Bau- und Zonenordnung, welche die Verwendung des Gutes «Boden» regulieren. In unserem Modell wird diese komplexe Thematik durch zwei Aspekte abgebildet, die nicht völlig, aber doch hinreichend voneinander unabhängig sind: Die Zonenart, in der ein Grundstück gelegen ist, und die Zahl der Geschosse, die ein darauf gebautes Wohngebäude maximal haben darf. Diese beiden Grössen beeinflussen die mögliche Nutzungsintensität und damit das Ertragspotential, wenn eine Renditeliegenschaft gebaut wird – und es versteht sich von selbst, dass sich dies auch in den Bodenpreisen niederschlagen sollte.

Vier Zonentypen werden im Modell unterschieden (Grafik 9): Die Kernzone umfasst die Dorfkerne auf dem Land und die historischen Zentren der Städte (17% der Fläche). In der Mischzone ist eine gewerbliche wie eine Wohnnutzung möglich: sie ist mit 5% der Fläche von relativ geringer Bedeutung. Dasselbe gilt auch für die Quartier- und Zentrumszonen mit einem Anteil von 7%. Sie umfassen einerseits die dichten Blockrandquartiere etwa im Zürcher Kreis 4 oder dem Seefeld, aber auch als Zentrumszonen ausgeschiedene grossflächige

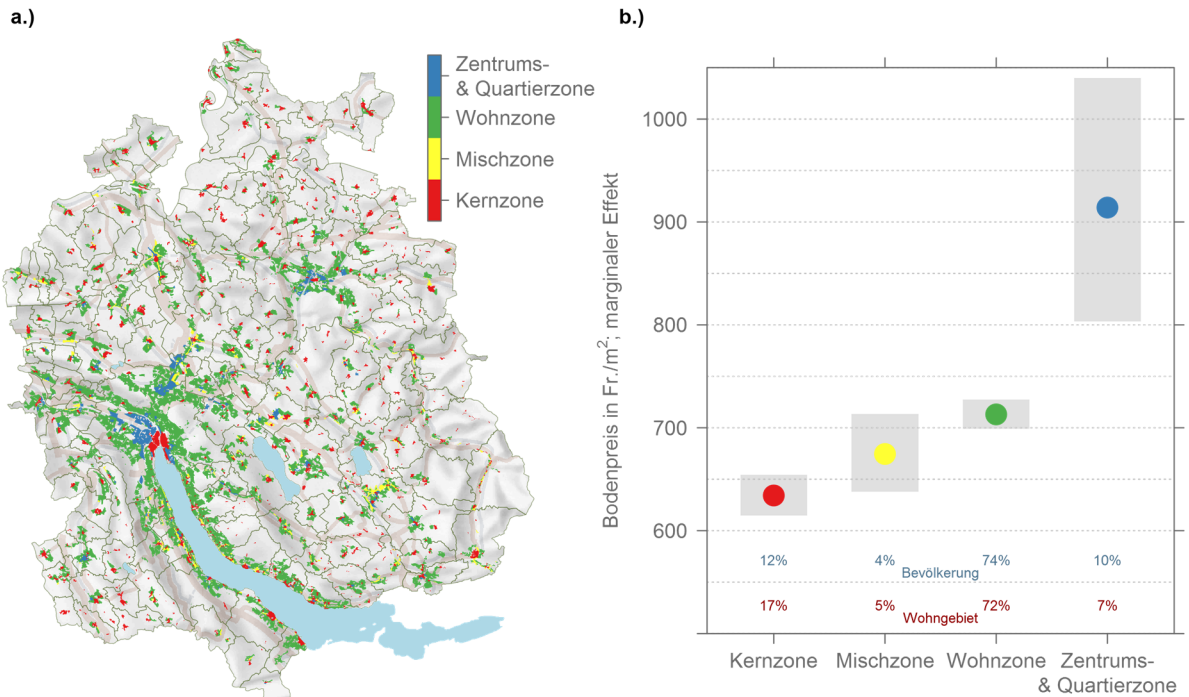
¹³ In der Periode, aus der die Daten unseres Modells stammen, haben sich die Regeln im Zuge der Einführung des neuen Finanzausgleichsgesetzes des Kantons Zürich geändert. Einzelheiten dazu finden sich im «Handbuch Zürcher Finanzausgleich» des kantonalen Gemeindeamts.

¹⁴ Das Medianvermögen wurde gewählt, weil andere denkbare Grössen, wie etwa die Steuerkraft oder das Medianeinkommen, mit dem Steuerfuss – zum Teil aus sachlogischen Gründen – derart ausgeprägt zusammenhängen, dass der Einbezug beider Grössen modellmässig problematisch ist.

ge ehemalige Industriearale, in denen eine dichte Wohnnutzung möglich ist – Beispiele dafür sind Neu-Oerlikon, das ehemalige Zürcher Industriegebiet (Kreis 5) oder das Limmatfeld in Dietikon. Der weitaus grösste Teil des Wohnbaulandes (72%) ist aber als Wohnzone aus-
 geschieden – dieser Normalfall eignet sich deshalb als Referenzkategorie.

Grafik 9: Bauzonenordnung und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell



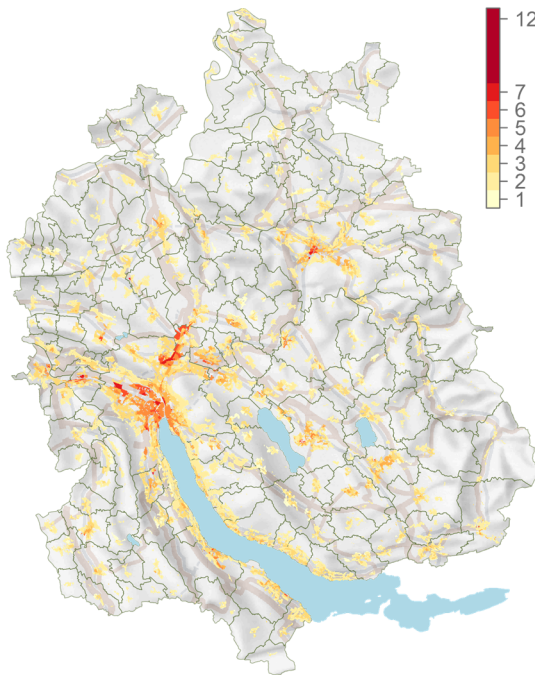
Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.
 Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Bauland in Mischzonen wird etwas (-5.4%) billiger gehandelt als gleichartiges Land, auf dem eine reine Wohnnutzung vorgeschrieben ist: Dies ist plausibel, weil die gewerbliche Nutzung negative, für eine Wohnnutzung lästige Externalitäten verursacht (Unansehnliche Zweckbauten, Mehrverkehr, Lärm etc.), die preismindernd wirken. Viele Mischzonen im Kanton Zürich befinden sich zudem an stark befahrenen Verkehrshauptachsen. Die deutlich tieferen Bodenpreise in den Kernzonen (-11.1% gegenüber Wohnzone) spiegeln wohl die Nutzungseinschränkungen in der historischen Bausubstanz der Dorf- und Stadtkerne. Klar am höchsten sind die Baulandpreise in den Quartier- und Zentrumszonen (Aufpreis von 27.7% gegenüber der Wohnzone), was nicht überrascht angesichts der dort möglichen dichten, urbanen Bauweise, bei der ein Quadratmeter Boden intensiv genutzt, also viel Wohnen auf wenig Boden verkauft werden kann. Die Zahl der Geschosse ist von der Zonierung nicht unabhängig, wie Grafik 10a zeigt: In der Wohnzone und der Kernzone sind im Mittel zwei Geschosse erlaubt (mit Ausnahme des historischen Stadtzentrums von Zürich, wo es fünf sind), in der Mischzone drei und in der Zentrums- und Quartierzone sind es fünf. Dennoch ist auch innerhalb der Zonen genug Varianz für die Schätzung eines separaten Parameters vorhanden: Pro zusätzlich erlaubtes Geschoss erhöht sich der Bodenpreis um etwa 2.4%.

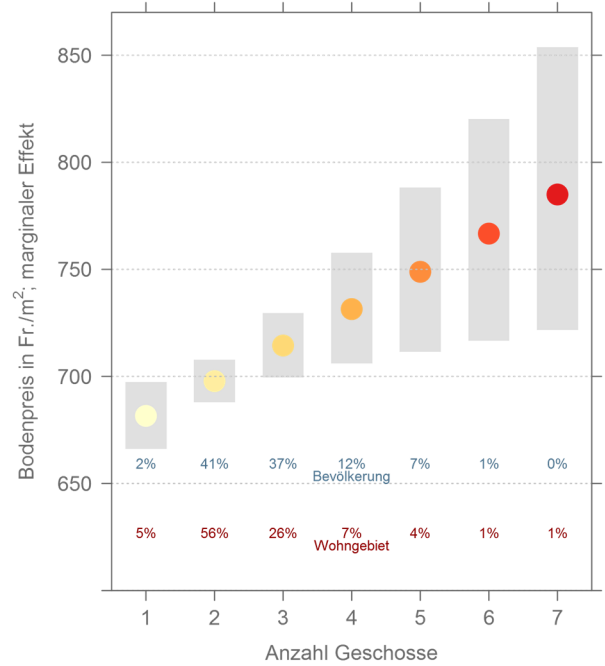
Grafik 10: zulässige Geschosse und Bodenpreise

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell

a.)



b.)



Lesehilfe: Siehe Grafik 4, S. 8.

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Aufpreis für grössere und günstig geformte Grundstücke ...

In unserem Modell werden die Lageeigenschaften eines Grundstücks im engeren Sinne, d.h. jene, die sich auf seinen geographischen Ort beziehen, ergänzt durch drei Grundstückseigenschaften: Grösse, Form und Bauungsstatus. Wie eingangs erwähnt bilden die Datengrundlage des Modells nicht nur Grundstücke auf der «grünen Wiese», sondern auch solche, die zum Zeitpunkt des Handwechsels bereits bebaut waren, sogenannte Abbruchliegenschaften.

Dass die Fläche eines Grundstücks einen Einfluss auf seinen Preis hat, versteht sich von selbst. In unserem Modell werden freilich nicht Grundstücks-, sondern Quadratmeterpreise modelliert. Durch den Einbezug der gehandelten Fläche kann deshalb abgeschätzt werden, ob der Quadratmeterpreis flächenabhängig ist. Unser Modell legt nahe, dass der Quadratmeter beim Kauf grösserer Flächen geringfügig teurer ist. Auch dieser Zusammenhang ist als Elastizität spezifiziert: Der Quadratmeter eines Grundstücks von 1'000 Quadratmetern ist rund 2.6% teurer als jener einer halb so grossen Parzelle. Man kann es auch umgekehrt formulieren: (sehr) kleine Grundstücke, die sich oft schlecht oder für sich genommen gar nicht bebauen lassen, werden bezogen auf ihren Quadratmeterpreis mit einem Abschlag gehandelt

Auch die Form eines Grundstücks ist preisrelevant. Wir messen sie für unser Modell mit dessen Quadratähnlichkeit, der sogenannten «Squareness», welche die Parzellenfläche zu ihrem Umfang ins Verhältnis setzt. Ein perfekt quadratisches Grundstück (Seitenverhältnis 1:1) hat dabei eine Squareness von 1, ein rechteckiges gleicher Fläche, bei dem das Verhältnis der Seiten 1:4 beträgt und dessen Grenzen damit um ein Viertel länger sind, eine von 0.8. Je weiter die Form eines Grundstücks sich von der Quadratform entfernt, desto stärker sind die Nutzungsmöglichkeiten eingeschränkt und desto weniger effizient lässt sich eine bestimmte Grundfläche bei der hiezulande vorherrschenden rechtwinkligen Bauweise

nutzen, z.B. wegen der Einhaltung von Grenzabständen. Die mittlere Squareness der gehandelten Grundstücke im verwendeten Transaktionsdatensatz ist mit 0.95 nahe bei eins¹⁵ – was bereits ein Hinweis darauf ist, dass bei der Parzellierung auf die Bebaubarkeit Rücksicht genommen wird bzw. sehr ungünstig geformte Parzellen es schwer haben, Käufer zu finden. Unser Modell zeigt die Preisrelevanz dieser Grundstückseigenschaft: Ein Grundstück mit einer Squareness von 0.8 ist rund 13% günstiger als ein ansonsten äquivalentes quadratisches – allerdings haben nur 12% der zur Modellschätzung verwendeten Grundstücke eine Squareness, die unter diesem Wert liegt.

... und das Rätsel der teuren Abbruchliegenschaften

Die Zusammenhänge zwischen den genannten Grundstückseigenschaften und dem Preis lassen sich plausibel begründen. Auf den ersten Blick überraschend ist hingegen, dass gemäss unserem Modell ein Grundstück, auf dem eine Liegenschaft steht, die dann später abgebrochen wird, erheblich, nämlich rund 34%, teurer ist als eine äquivalente unbebaute Parzelle. Erwarten würde man eher das Gegenteil, weil der Käufer die Abbruchkosten und allfällige Sanierungskosten bei Altlasten tragen muss, bevor er überhaupt bauen kann – und entsprechend weniger zu zahlen bereit sein sollte.

Wie ist dieses «inkorrekte», einer an sich plausiblen monetär-kostenmotivierten Hypothese widersprechende Vorzeichen zu erklären? Die gehandelten Abbruchliegenschaften sind nicht gleichmässig über den gesamten Kanton verteilt: Sie konzentrieren sich in der Stadt Zürich und den steuergünstigen und landschaftlich attraktiven, stadtnahen Gemeinden mit Seeanstoss wie Kilchberg, Rüschlikon, Thalwil, Zollikon oder Herrliberg, aber auch in Untereingstringen oder Uitikon. Im Zuge der Ausdehnung der Agglomeration in den 1950er Jahren wurden in diesen Gebieten Liegenschaften erstellt, deren Bausubstanz, Wohnungsgrundrisse und Ausstattung den Vorstellungen der gegenwärtigen zahlungskräftigen Kundschaft für diese Lagen nicht mehr entspricht und die deshalb heute abgerissen werden. Man kann davon ausgehen, dass diese erste Bebauungswelle sich tendenziell auf die bereits damals besten Mikrolagen konzentrierte. Dann wäre die bestehende Bebauung geradezu ein Indikator für eine besonders hohe Lagequalität, die mit der gesamtkantonalen Durchschnittszahlungsbereitschaft für die relevanten Lageeigenschaften, wie sie unser Modell beschreibt, nicht restlos erfasst wird.

Die Entwicklung der Bodenpreise im vergangenen Jahrzehnt

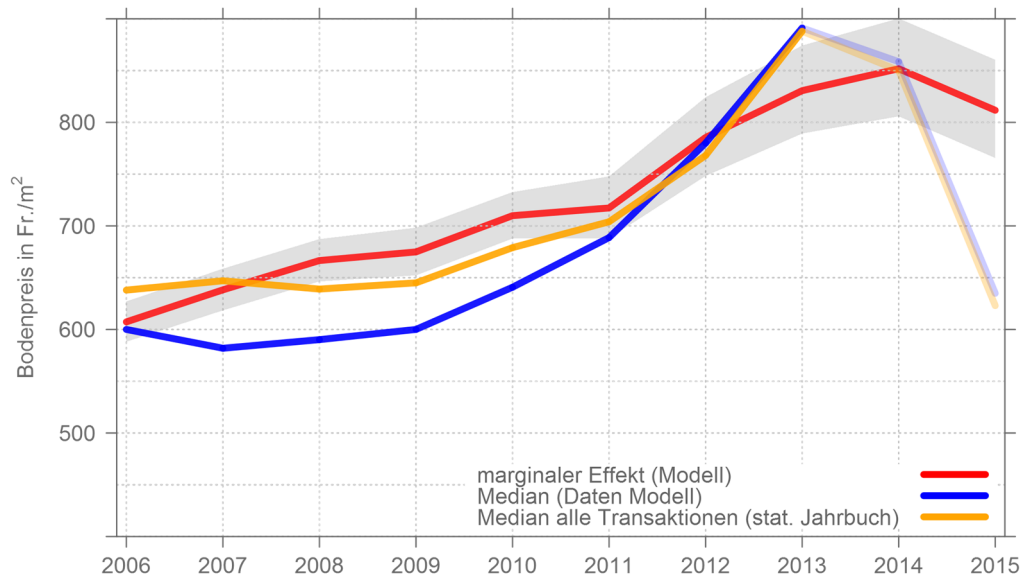
Um eine hinreichende Transaktionszahl zu gewährleisten, beruht das Bodenpreismodell auf den Handänderungsdaten eines Jahrzehnts. Die Möglichkeit einer Veränderung des allgemeinen Bodenpreisniveaus in diesem Zeitraum ist deshalb in der Modellgleichung berücksichtigt. Primärer Zweck unseres Modells ist die Ermittlung der Zahlungsbereitschaft für die einzelnen Lageeigenschaften – die generelle zeitliche Entwicklung des allgemeinen Bodenpreisniveaus ist aus dieser Perspektive vor allem ein potentieller Störfaktor, der kontrolliert werden muss.

Oft ist es aber genau dieser Entwicklungsaspekt, der im Zentrum des immobilienökonomischen Interesses steht. Dann verschiebt sich der Fokus, und die Lageeigenschaften werden nur einbezogen, um die Veränderung des Qualitätsmixes der gehandelten Grundstücke über die Zeit zu kontrollieren. Das Resultat ist ein hedonischer Landpreisindex, wie er in Grafik 11 dargestellt ist. Hier wird die einfachste, als «time-dummy index» bezeichnete Methode verwendet, die direkt aus den Parametern des hedonischen Modells abgeleitet werden kann (Eurostat 2013).

¹⁵ Theoretisch kann die Squareness zwar Werte von über 1 annehmen: Ein kreisförmiges Grundstück hätte eine Squareness von 1.13. In der Praxis ist die Squareness jedoch nur sehr selten und auch dann nur sehr geringfügig über 1.

Grafik 11: Die Entwicklung der Bodenpreise 2006–2015

Kanton Zürich, Resultate Bodenpreismodell



Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Er zeigt, wie sich der Preis für einen Quadratmeter Wohnbauland mit durchschnittlichen Eigenschaften in den vergangenen zehn Jahren entwickelt hat. Dies unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die gehandelten Grundstücke eine von Jahr zu Jahr unterschiedliche Mischung von Lage- und Grundstückseigenschaften aufweisen. Ebenfalls dargestellt sind «rohe», d.h. direkt aus den Daten berechnete Kennwerte: Neben dem medianen Quadratmeterpreis aller Landtransaktionen, wie er im Statistischen Jahrbuch publiziert wird, auch jener, der auf der gleichen Datenbasis der verortbaren Transaktionen beruht wie der hedonische Index und somit auch direkt vergleichbar ist.¹⁶

Aus der Vogelperspektive betrachtet verlaufen die Entwicklungen analog: Die Bodenpreise steigen von 2006 bis etwa 2013/14 und nehmen dann wieder geringfügig ab. Die rohen Kennwerte, die in den Jahren nach 2010 übereinstimmen, weil die registrierten Transaktionen seit damals fast ausnahmslos verortet werden können, suggerieren einen etwas stärkeren Preisanstieg als der hedonische Index, der zeitliche Schwankungen erwartungsgemäss glättet. Die grossen Differenzen im Jahr 2015 sind darauf zurückzuführen, dass die Daten in diesem Zeitraum noch provisorisch sind, weil die Identifikation der Abbruchliegenschaften noch nicht abgeschlossen ist. Die Analyse hat gezeigt, dass diese Grundstücke in der Regel teurer sind – wenn sie fehlen, werden die Landpreise deshalb tendenziell unterschätzt. Der hedonisch bereinigte Index, der diesen Aspekt des veränderten Qualitätsmixes berücksichtigt, liegt entsprechend deutlich höher – auch er legt allerdings nahe, dass der Zenith der Bodenpreishausse der letzten Dekade erreicht ist.

Eine Bodenpreislandkarte des Kantons Zürich

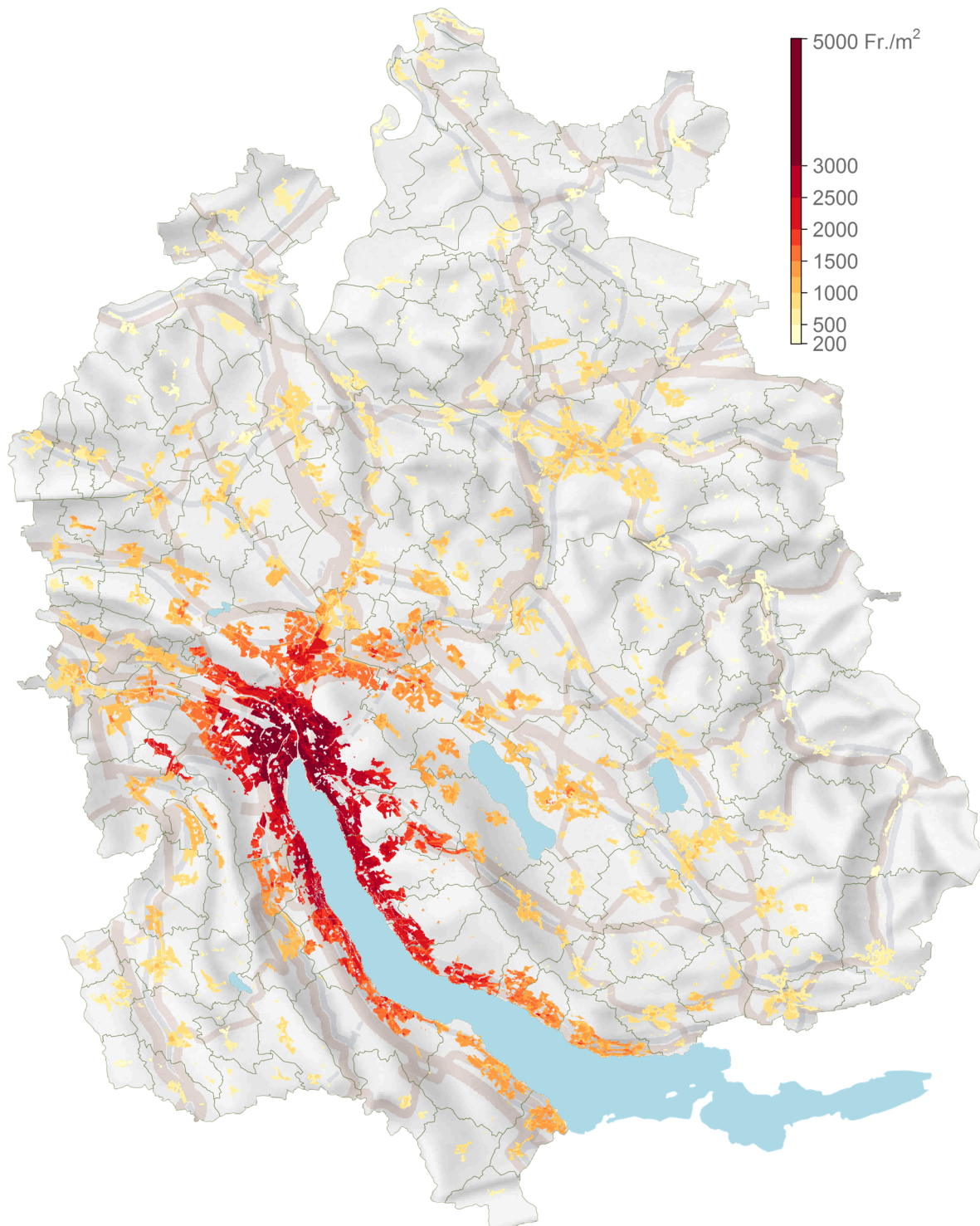
Für die Modellschätzung wurden den gehandelten Grundstücken Lageeigenschaften zugeordnet, was voraussetzt, dass letztere flächendeckend verfügbar sind. Dieselbe Datengrundlage kann nun im Gegenzug auch verwendet werden, um Schätzwerte für das gesamte Wohngebiet des Kantons zu erzeugen. Dazu müssen die lokalen Kombinationen der La-

¹⁶ Der Kennwert des hedonischen Indexes entspricht streng genommen – wegen der logarithmischen Modellspezifikation – einem geometrischen Mittelwert. In der Regel liegt dieser aber nahe bei einem mit denselben Daten berechneten Median.

geeigenschaften in die Modellgleichung (siehe Anhang) eingesetzt werden. Die resultierende Bodenpreislandkarte für das Referenzjahr 2015 ist in Grafik 12 dargestellt.

Grafik 12: Die Bodenpreislandschaft des Kantons Zürich

Schätzwerte Bodenpreismodell für das Jahr 2015, Fr./m²



Erläuterung: Die Schätzwerte beziehen sich auf eine unbebaute Parzelle (keine Abbruchliegenschaft) von durchschnittlicher Form (Squareness = 0.94) und Grösse (500 m²).

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

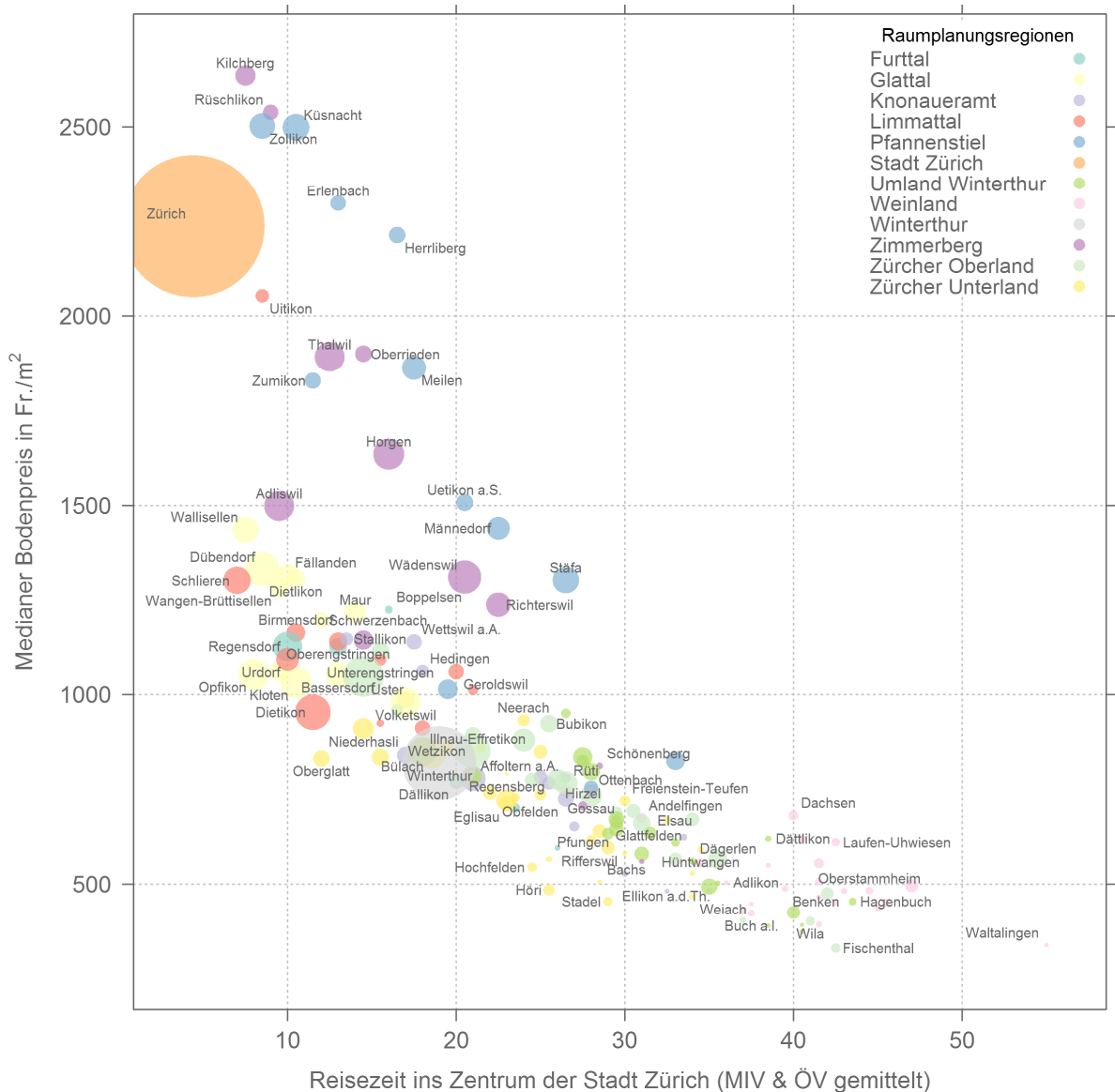
Konkret kann man sich vorstellen, dass die in den vorhergehenden Abschnitten exemplarisch illustrierten «Lageschichten» multipliziert mit ihren Gewichtungsfaktoren gleichsam aufeinander gestapelt werden – denn der Preis des Bodens ist in der Logik des hedonischen Modells ein gewichtetes Aggregat seiner Eigenschaften.

Hohe Preise in der Stadt Zürich und den angrenzenden Seegemeinden

Klar erkennbar ist in Grafik 12 der Zentrum-Peripherie-Gegensatz, im Modell repräsentiert durch die weitaus gewichtigste Einflussgrösse, die Reisezeit nach der Stadt Zürich. Diese strukturiert die Bodenpreislanschaft grossräumig: Mikrolagenunterschiede spielen verglichen damit nur eine untergeordnete Rolle. Grafik 13 zeigt deshalb den Zusammenhang zwischen dem mittleren Bodenpreinsniveau und der Fahrzeit nach Zürich auf Gemeindeebene.

Grafik 13: Bodenpreise in den Gemeinden und Fahrzeit nach Zürich

Kanton Zürich, Mediane Schätzwerte für die kommunalen Wohngebiete, Jahr 2015



Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Mit über 3'000 Franken am höchsten sind die Quadratmeterpreise gemäss unserem Modell an den zentralen Lagen der Innenstadt Zürichs, z.B. im Seefeld, wo der Boden durch eine dichte Bebauung sehr intensiv genutzt werden kann, aber auch am Zürichberg mit seiner guten Aussicht. Mit 2'500 bis 3'000 Franken ein ähnliches Niveau erreichen die Preise auch an den besten Lagen Zollikons, Küsnachts und Erlenbachs an der Goldküste sowie in Kilchberg und Rüslikon am linken Seeufer. Diese Gunstlagen liegen zwar vom Stadtzentrum bereits etwas entfernt, dies wird aber aufgewogen durch landschaftliche und soziale Exklusivität und tiefe Steuersätze. Zieht man die Grenze bei 1'500 Franken pro Quadratmeter, so kommen noch die Zürcher Aussenquartiere, die Seegemeinden bis Meilen rechtsufrig und Horgen linksufrig dazu, ausserdem als Spezialfall Uitikon wegen seiner Aussichtslage und dem tiefen Steuerfuss. In diesem «Hochgebirge» der Zürcher Bodenpreislandschaft sind die Preisunterschiede zwischen nur einige Kilometer voneinander entfernten Lagen sehr ausgeprägt. In grösserer Entfernung vom Zentrum verringern sich die Preisunterschiede dagegen.

Mit Baulandpreisen zwischen 1'000 und 1'500 Franken pro Quadratmeter ist in der Agglomeration Zürichs, im stadtnahen Limmattal, im Glattal bis etwa nach Uster, im Sihltal, aber auch in den Seegemeinden in grösserer Entfernung von Zürich zu rechnen. In Winterthur, der zweitgrössten Stadt des Kantons, erreichen die Preise hingegen nur an den besten Lagen dieses Niveau; der mittlere Wert für das gesamte städtische Wohngebiet liegt bei etwa 820 Franken.

Grafik 13 zeigt deutlich, dass im Preisbereich zwischen 1'000 und 1'500 Franken auch die Grenze liegt zwischen einem «Hochpreissegment», in dem sich die Sonderfaktoren – knappe landschaftliche Gunstlagen und tiefe Steuerfüsse – stark auswirken, und einer «normalen» Bodenpreislandschaft, in der die Reisezeit ins Agglomerationszentrum als Einflussfaktor dominiert. Von den Nachbargemeinden Zürichs, beispielsweise Wallisellen oder Adliswil, bis ins peripher gelegene Waltalingen im Weinland nehmen die Preise stetig ab.

Am günstigsten ist Wohnbauland in sehr ländlichen, vergleichsweise entlegenen Gebieten des Kantons: Im Schnitt weniger als 500 Franken kostet gemäss unserem Modell ein Quadratmeter Wohnbauland im Tösstal (z.B. Turbenthal, Fischenthal oder Wila), in einigen Gemeinden des Weinlandes (z.B. Waltalingen, Thalheim an der Thur, Unterstammheim) und im Umland von Winterthur (Hofstetten, Schlatt). Auch in Höri oder Stadel ist Boden trotz der Nähe zu Zürich günstig zu haben. Der Grund dafür ist klar: Es ist der Fluglärm, der im Hauptan- und -abflugkorridor des Flughafens Zürich in unmittelbarer Pistennähe auf die Bodenpreise drückt.

Wieviel ist der Zürcher Boden wert?

Aufsummiert erlauben die quadratmeterbezogenen Schätzwerte für spezifische Lagen die Einordnung des Wertes des gesamten Wohnbaulandes im Kanton Zürich. Insgesamt ist er (2015) etwa 280 Milliarden Franken wert, ziemlich genau das Doppelte des kantonalen jährlichen Bruttoinlandsprodukts (2014, gemäss BFS: 138 Mia. Franken). Pro Kantonsbewohner wären das etwa 190'000 Franken. Wegen der hohen Bodenpreise im Zentrum entfielen ein Drittel allein auf die Stadt Zürich, bei nur etwa einem Sechstel der Fläche. Handfester ist folgender Vergleich: Bei einem angenommenen Goldpreis von 39'000 Franken pro Kilo entspräche der Gesamtwert des Zürcher Wohnbaulands ungefähr 7'100 Tonnen Gold – etwa dem Siebenfachen der Bestände der Nationalbank. Um den Vergleich weiterzuspinnen: Würde man diese Menge Gold in Würfelform giessen, ergäbe sich eine Kantenlänge von rund 7.2 Metern. Es versteht sich von selbst, dass derartige Überschlagsrechnungen *cum grano salis* zu verstehen sind, aber sie vermitteln immerhin einen Eindruck von der Grössenordnung der Werte, die im Zürcher Wohnbauland stecken.

Fazit: Verwendungszwecke des Bodenpreismodells

Das hedonische Bodenpreismodell kondensiert die Information, die in den rund 7'900 über zehn Jahre verteilten Landverkäufen steckt, in einer einfachen mathematischen Gleichung mit 33 Parametern. Wie sie zu verstehen ist, welche Rückschlüsse sie auf die Zahlungsbereitschaft der Bodenkäufer – und Wohnnutzer – für die einzelnen Lage- und Grundstückseigenschaften zulässt, wurde in der vorliegenden Publikation thematisiert. Diese Erklärung der Preisbildung ist ein wichtiger und interessanter, aber nicht der einzige Zweck eines statistischen Modells. Wofür kann es sonst noch gebraucht werden?

Zwar lassen sich mit dem Modell bei bekannten Lage- und Grundstückseigenschaften im Prinzip lokale Punktschätzungen erzeugen. Die Karte in Grafik 12 beruht darauf. Die exakten Werte, welche die Modellgleichung – zwangsläufig – erzeugt, sind aber mit Vorsicht zu geniessen. Einerseits ist der erhebliche statistische Unsicherheitsbereich zu berücksichtigen. Andererseits sind die Lageeigenschaften für den Zweck der Parameterschätzung erfasst worden, d.h. in einem Raster und mit der beschränkten Genauigkeit, die mit einem vernünftigen Aufwand zu erreichen ist. Die Vegetation und die Bebauung in der Umgebung eines Grundstücks ist im Modell beispielsweise nicht berücksichtigt, können aber einen erheblichen Einfluss auf die tatsächliche vorhandene Aussicht oder Lärmbelastung haben. Quadratmeterpreise für konkrete Grundstücke zu liefern, ist also nicht der primäre Zweck des Modells, auch wenn es diesbezüglich über Grössenordnungen orientieren kann.

Die Unsicherheit der Modellschätzungen reduziert sich, wenn die räumlich hochaufgelösten Schätzwerte aggregiert werden. Für den Zeitraum, den das Modell abdeckt, können so robuste Preisangaben für grössere Raumeinheiten, wie beispielsweise die Gemeinden in Grafik 13, und die Bandbreite der Preise daselbst berechnet werden. Auch die allgemeine Preisentwicklung lässt sich auf der Grundlage des Modells zuverlässiger abschätzen als auf Basis der «rohen», nicht lagebereinigten Kennzahlen. In dieser Form werden die Modellresultate in die Berichterstattung des Statistischen Amtes zum Immobilienmarkt des Kantons Zürich einfließen.

Nicht zuletzt ist ein derartiges Modell aber auch ein Spielzeug, ein aufs Wesentliche reduziertes, handhabbares Abbild der Wirklichkeit, mit dem auch Aussagen über hypothetische Situationen gemacht werden können. Bei der Beantwortung von Fragen im Stil von «Was wäre, wenn ... ?» kann das Modell Antworten liefern – etwa bei geplanten Veränderungen der Bauordnung oder wenn es darum geht, die Auswirkungen von Infrastrukturvorhaben abzuschätzen, die das relative Gefüge der Lageeigenschaften und damit auch die Preisstruktur verändern.

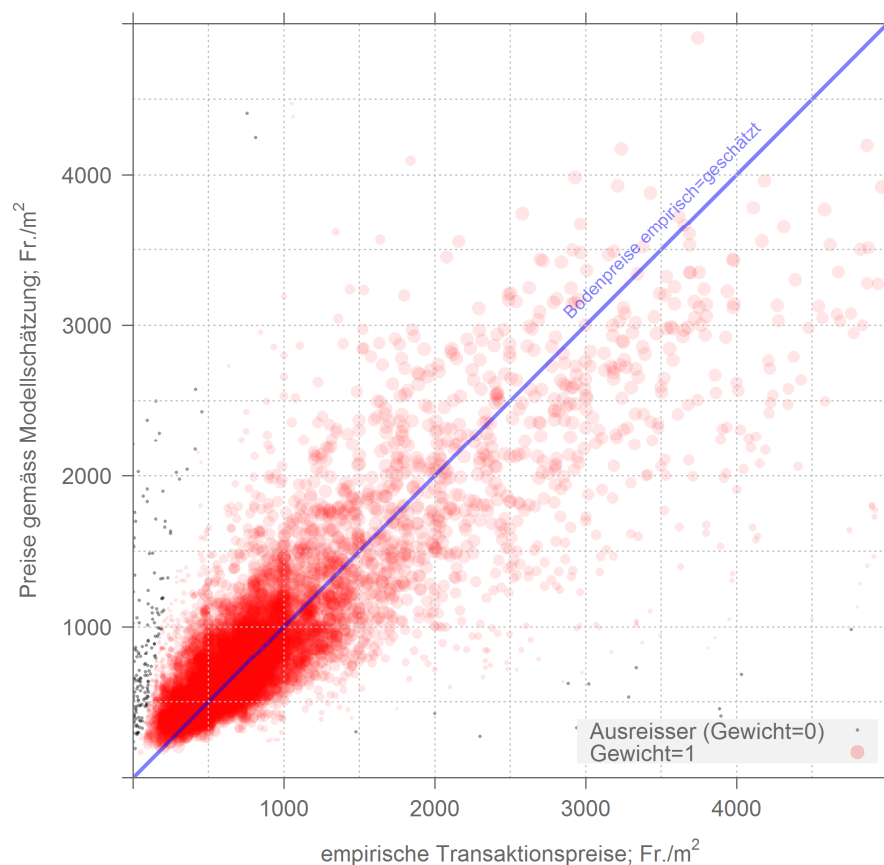
Anhang I: Das Prinzip der robusten Modellierung

Das Modell wurde mit der Funktion «lmrob» in der R-Library «robustbase» geschätzt (Maechler et al. 2016, weiterführende methodische Literatur findet sich dort). Der Grundgedanke des robusten Schätzverfahrens besteht darin, dass Fälle mit «unplausiblen» Werten der Variablen nicht zum Vorneherein aufgrund fixer Regeln (z.B. über oder unter einem Schwellenwert gelegen) ausgeschlossen werden. Vielmehr werden die Fälle in einem iterativen Prozess im Verlauf der Modellschätzung gewichtet.

Von den 7'854 Fällen werden rund 180 (2.3%) als extreme Ausreisser identifiziert, was sich darin zeigt, dass ihr Gewicht auf den Wert 0 reduziert wird. Sie fliessen in die endgültige Parameterschätzung also gar nicht mehr ein. Zum grössten Teil (83%) handelt es sich dabei um Grundstücke mit sehr tiefen Quadratmeterpreisen (< 200 Fr.) an zum Teil zentralen Lagen. Grafik 14 zeigt, dass die Regressionsgleichung für diese Fälle sehr hohe Schätzwerte erzeugen würde. Die Modellresultate – welche letztlich die Lageeigenschaften spiegeln – und die Empirie klaffen also weit auseinander, das sogenannte Residuum, die Differenz zwischen beiden, ist gross. Umgekehrt impliziert dies, dass diese Extremfälle, vollwertig berücksichtigt, die Parameterschätzungen stark beeinflussen würden, was unerwünscht ist. Generell gilt: Je ausgeprägter dies zutrifft, desto stärker verringert das robuste Regressionsverfahren das Gewicht derartiger Fälle.

Grafik 14: Tatsächliche Bodenpreise und Schätzwerte

Kanton Zürich, Bodenpreismodell, Transaktionen 2006–2015



Lesehilfe: Die Grösse der Blasen ist proportional zum Gewicht der Fälle.

Grafik und Quelle: Statistisches Amt Kanton Zürich

Anhang II: Variablenübersicht

Messkonzept	Messgrösse; Erläuterungen	Spezifikation im Modell	Quelle
Quadratmeterpreis des Grundstücks	Fr/m ²	intervall, log	Handänderungsstatistik ZH
Erreichbarkeit Zentrum Stadt Zürich	Reisezeit nach Zürich in Minuten (MIV+ÖV)/2; Die Werte der Quelle wurden um 2.5 Min angehoben. Für das Gebiet der Stadt Zürich (in der Quelle=0 Min) wurde die Reisezeit proportional zur Distanz zum Zentrum (Paradeplatz) abgestuft	intervall, log	ARE-CH (siehe ARE 2013)
Erreichbarkeit von Arbeitsplatzkonzentrationen	Distanz (km) zur nächsten Hektare mit >200 Beschäftigten	intervall	STATENT 2012
Erreichbarkeit von Detailhandelsgeschäften	Distanz (km) zum nächsten Detailhandelsgeschäft (Code NOGA08: 47) mit >5 Beschäftigten	intervall	STATENT 2012
Erreichbarkeit von Grundschulangeboten	Distanz (km) zum nächsten Primarschulhaus oder Kindergarten (Code NOGA08: 851, 852)	intervall	STATENT 2012
ÖV-Erschliessung	ÖV-Güteklasse (1=sehr gut - 5=keine ÖV-Erschliessung)	ordinal	ARE CH (siehe ARE 2013)
Erreichbarkeit von Hochleistungsstrassen	Distanz (km) zur nächsten Hochleistungsstrasse	intervall, quadratisch	GIS ZH
Belastung durch Strassen- und Bahnverkehrslärm	dB(A) über Planungswert Wohnräume ES I (=0) gemäss LSV, Werte gemittelt über Tag/Nacht	intervall	BAFU-CH, Fachstelle Lärm ZH
Belastung durch Fluglärm	dB(A) über Planungswert Wohnräume ES I (=0) gemäss LSV, Werte gemittelt Tag/Nacht	intervall	BAFU-CH
Exposition	Himmelsrichtung (radians)	intervall, sin	DHM 25
Besonnung	theor. Globalstrahlung am 21.12. in kWh/m ² pro Tag unter Berücksichtigung des Reliefs	intervall	DHM 25
Bergsicht	Anzahl sichtbare von 109 dominierenden Bergspitzen im Umkreis von 100 km des Kantons Zürich	intervall, log	DOM GIS-ZH; RIMINI Swisstopo. Berechnung: GIS-ZH
Seesicht	Zahl sichtbare Mittelpunkte eines km ² -Grids über Zürich- Greifen- und Pfäffikersee	intervall, log	DOM GIS-ZH, RIMINI Swisstopo. Berechnung: GIS-ZH
Ufernähe Zürichsee	(5 – Luftliniendistanz in km) zum Ufer des Zürichsees, zensuriert bei 0	intervall	GIS ZH
Steuerbelastung	Gemeindesteuerfuss natürliche Personen (exkl. Kirchen)	intervall	Statistisches Amt ZH
Finanzielles Potential der Gemeindebewohner	Medianvermögen der Steuerpflichtigen (2007-2013 gemittelt)	intervall, log	Statistisches Amt ZH
Bauzone	Harmonisierte Zonenart (Kern-, Wohn-, Misch- Zentrums/Quartierzone)	nominal	ARE, Kanton Zürich
Geschosse	Zulässige Geschosse gemäss harmonisiertem Zonenplan	intervall	ARE, Kanton Zürich
Grundstücksfläche	Fläche in m ²	intervall, log	Handänderungsstatistik ZH
Bebauungseignung	Squareness, "Quadratischkeit" ((Fläche ^{0.5})*4)/Parzellenumfang	intervall	Handänderungsstatistik ZH
Bebauungstatus	Unbebautes Land oder Abbruchliegenschaft	nominal	Handänderungsstatistik ZH
Zeit	Jahr der Handänderung	nominal	Handänderungsstatistik ZH

Anhang III: Modellspezifikation, Parameterschätzungen

Variable	Parameter	Vertrauensintervall (99%)	Signifikanz
Konstante	7.488	(7.258-7.719)	***
log(Reisezeit nach Zürich [min])	- 0.495	(-0.529-0.461)	***
Nähe zu Arbeitsplätzen [km]	-0.027	(-0.035-0.019)	***
Nähe zu Detailhandelsgeschäften [km]	-0.072	(-0.089-0.054)	***
Nähe zu Grundschulen [km]	-0.094	(-0.142-0.047)	***
ÖV-Güteklassen	-0.020	(-0.033-0.007)	***
Hochleistungsstrassendistanz [km]	0.023	(0.009-0.037)	***
Hochleistungsstrassendistanz ²	-0.002	(-0.004-0.001)	***
Strassen- und Bahnlärm [db]	-0.016	(-0.022-0.01)	***
Fluglärm [db]	-0.043	(-0.052-0.034)	***
sin(Exposition [rad])	-0.039	(-0.055-0.023)	***
Besonnung [kWh/m ²]	0.093	(0.045-0.141)	***
log(Bergsicht + 1)	0.099	(0.079-0.118)	***
log(Seesicht + 1)	0.058	(0.022-0.095)	***
Ufernähe Zürichsee [km]	0.071	(0.053-0.089)	***
Steuerfuss	-0.005	(-0.006-0.004)	***
Medianvermögen [KFr.]	0.001	(0.001-0.002)	***
Zentrums- & Quartierzone	0.362	(0.23-0.494)	***
Wohnzone	0.117	(0.086-0.148)	***
Mischzone	0.062	(0.001-0.123)	**
Anzahl Geschosse	0.024	(0.002-0.046)	**
log(Fläche[m ²])	0.038	(0.026-0.05)	***
Squareness	0.673	(0.53-0.816)	***
Unbebautes Land	-0.291	(-0.33-0.252)	***
Jahr 2007	0.049	(0.011-0.088)	***
Jahr 2008	0.093	(0.055-0.131)	***
Jahr 2009	0.105	(0.064-0.147)	***
Jahr 2010	0.156	(0.116-0.197)	***
Jahr 2011	0.166	(0.119-0.214)	***
Jahr 2012	0.257	(0.202-0.312)	***
Jahr 2013	0.313	(0.255-0.371)	***
Jahr 2014	0.338	(0.278-0.398)	***
Jahr 2015	0.290	(0.228-0.352)	***

*** = $p < 0.001$; ** = $p < 0.01$

Das R^2 des robusten Modells, d.h. nach der Gewichtung, liegt bei 0.69. Wegen der logarithmischen Spezifikation der abhängigen Variable weisen die Modellschätzungen für die an sich interessierende untransformierte Variable (Fr. / m²) eine Verzerrung (Bias) auf, die mit dem in Wooldridge (2003) beschriebenen Verfahren beseitigt wird. Das R^2 nach dieser Bias-Korrektur beträgt 0.73.

Literatur

- ARE, Bundesamt für Raumentwicklung (2013): Reisezeiten und ÖV-Güteklassen: Aktualisierung der Geodaten und Karten. Bern.
- B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung (2012). Landschaftsqualität als Standortfaktor: Stand des Wissens und Forschungsempfehlung. Schlussbericht zuhanden Bundesamt für Umwelt BAFU. Basel.
- Baranzini, Andrea und C. Schaerer (2007). A Sight for Sore Eyes: Assessing the Value of View and Landscape Use on the Housing Market, Geneva School of Business Administration.
- Baranzini, Andrea, José Ramirez, Caroline Schaefer, Philippe Thalmann (2008). Applying Hedonics in the Swiss Housing Markets. Swiss Journal of Economics and Statistics, 2008 Vol 144 (4), S. 543-559.
- Eurostat (2013). Handbook on Residential Property Prices Indices (RPPIs).
- Fuhrer Raphael (2012): A hedonic rental Price Model for the Canton of Zurich. Master's Thesis Spatial Development and Infrastructure Systems. ETH Zürich.
- Grömping, Ulrike (2007). Estimators of Relative Importance in Linear Regression Based on Variance Decomposition. The American Statistician 61, 139-147.
- Grömping, Ulrike (2009). Variable Importance Assessment in Regression: Linear Regression Versus Random Forest. The American Statistician 63, 308-319.
- Grütter, Max (2017). Die Handänderungstatistik – eine Einführung. Statistisches Amt des Kantons Zürich. statistik.info 2017/02.
- Haase, Ronny (2011). Ertragspotenziale – Hedonische Mietpreismodellierungen am Beispiel von Büroimmobilien. DISS. ETH Nr. 19485.
- Hilber, Christian 1997. Die unsichtbare Umverteilung: Beeinflussung der Bodenpreise durch staatliche Tätigkeit. DISP 129, ETHZ.
- Martin Maechler, Peter Rousseeuw, Christophe Croux, Valentin Todorov, Andreas Ruckstuhl, Matias Salibian-Barrera, Tobias Verbeke, Manuel Koller, Eduardo L. T. Conceicao und Maria Anna di Palma (2016). robustbase: Basic Robust Statistics R package version 0.92-7. URL <http://CRAN.R-project.org/package=robustbase>.
- Matthey, C. and C. Becker Vermeulen (2014). Limites et portée de l'ajustement hédonique au sein de l'indice des loyers, Office fédéral de la statistique OFS.
- Morger, M. (2013). The Capitalization of Income Taxes into Housing Prices, and its Effects on Segregation within Switzerland, Eidgenössische Steuerverwaltung.
- Müri Leupp, Ruth, Ingrid Rappl, Andreas Bröhl, Urs Walker, Fredy Fischer, Kirk Ingold, (2011). Ruhe bitte! Wie Lage und Umweltqualität die Schweizer Mieten bestimmen. Zürcher Kantonalbank, Zürich.
- Nelson, Jon P. (2008). Hedonic Property Value Studies of Transportation Noise: Aircraft and Road Traffic In A. Baranzini, et al. (Hsg): Hedonic Methods in Housing Market Economics.
- Pütz Marco, Fabian Waltert, Lorena Segura Felix Schläpfer und Felix Kienast (2014) Bewertung von Landschaftsattributen auf dem Schweizer Mietwohnungsmarkt – Hauptuntersuchung im Rahmen des Projekts „Landschaftsqualität als Standortfaktor erkennen und verbessern“ Schlussbericht Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Nägeli, Wolfgang (1965). Bauland-Lageklassen. Schweizerische Bauzeitung. Band 63, S. 645-646.

Salvi, Marco (2008). Spatial Estimation of the Impact of Airport Noise on Residential Housing Prices. *Swiss Journal of Economics and Statistics* 144(4), S. 577–606.

Salvi, Marco, Patrik Schellenbauer, Hansjörg Schmidt (2004). Preise, Mieten und Renditen – Der Immobilienmarkt transparent gemacht. Zürcher Kantonalbank.

Salvi, Marco, Peter Moser, Patrick Schellenbauer, Urs Rey et. al (2008). Wertvoller Boden: Die Funktionsweise des Bodenmarktes im Kanton Zürich. Zürcher Kantonalbank, Statistisches Amt des Kantons Zürich, Zürich.

Stadelmann, David (2010). Which factors capitalize into house prices? A Bayesian averaging approach. *Journal of Housing Economics* 19(3), 180–204.

Von Thünen, Johann Heinrich (1848). *Der isolirte Staat in Bezug auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. [Reprint], 1990, Scientia Verlag Aalen.

Wooldridge, Jeffrey M. (2003). *Introductory Econometrics – A modern approach*.

Wüest & Partner (2013). *Immo-Monitoring 2013/2*. Zürich.

Das Statistische Amt des Kantons Zürich ist das Kompetenzzentrum für Datenanalyse der kantonalen Verwaltung. In unserer Online-Publikationsreihe «statistik.info» analysieren wir für ein breites interessiertes Publikum wesentliche soziale und wirtschaftliche Entwicklungen im Kanton und Wirtschaftsraum Zürich. Unser Newsletter «NewsStat» informiert Sie über unsere Neuerscheinungen in der Reihe «statistik.info» sowie über die Neuigkeiten in unserem Webangebot.

Fragen, Anregungen, Kritik?

Verfasser:

Dr. Peter Moser

Telefon: 043 259 75 35

E-Mail: peter.moser@statistik.ji.zh.ch

Statistisches Amt des Kantons Zürich

Schöntalstrasse 5

8090 Zürich

Telefon: 043 259 75 00

E-Mail: datashop@statistik.zh.ch

www.statistik.zh.ch

© 2017 Statistisches Amt des Kantons Zürich, Abdruck mit Quellenangabe erlaubt.

V 1.1, Korrektur Grafik 13