

Wie Lage und Umweltqualität die Eigenheimpreise bestimmen

Hedonisches Modell für Stockwerkeigentum



Impressum

Herausgeberin Zürcher Kantonalbank
Financial Engineering Immobilien

Autoren Ingrid Rappl
 Andreas Bröhl

Auftraggeber Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Lärmbekämpfung, CH-3003 Bern.
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation (UVEK)

Für den Inhalt ist alleine die Herausgeberin verantwortlich.

© Copyright Juli 2012
Zürcher Kantonalbank

Inhaltsverzeichnis

1 Hedonisches Modell für Stockwerkeigentum	4
1.1 Ziel	4
1.2 Rahmenbedingungen	4
1.3 Daten	4
1.3.1 Datenbereinigung	5
1.3.2 Imputation der Wohnungseigenschaften	5
1.3.3 Geocodierung	5
1.4 Modell	5
1.4.1 Modellgleichung und Preiseffekte	6
1.4.2 Einfluss der Gebäude- und Wohnungseigenschaften	6
1.4.3 Einfluss der Makrolage	8
1.4.4 Einfluss der Mikrolage (ohne Lärm)	9
1.4.5 Einfluss des Lärms	9
1.4.6 Alternative Lärmspezifikation	10
1.5 Modellqualität	10
1.5.1 Residuen und Erklärungsgehalt	10
1.5.2 Verteilungseigenschaften der Residuen	11
1.5.3 Relative Schätzgenauigkeit und räumliche Eigenschaften	11
1.6 Zusammenfassung	12
2 Anhang	13
2.1 Preiseffekt von Wohnungs- und Lageeigenschaften	13
2.2 Einfluss der Preisentwicklung	13
2.3 Einfluss der Gebäude- und Wohnungseigenschaften	14
2.4 Einfluss der Mikrolage	14
2.5 Einfluss des Lärms	15
2.6 Residuen	16

1 Hedonisches Modell für Stockwerkeigentum

1.1 Ziel

Die Zürcher Kantonalbank hat im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) ein Modell entwickelt, das die lärmbedingte Mietpreisreduktion für Strassen-, Bahn- und Fluglärm bestimmt. Das Vorgehen und die Ergebnisse sind detailliert in der Studie „Ruhe bitte!“ beschrieben. Dieses Modell wurde auf Grundlage der Mietwohnungsangebote des Immobilienportals Homegate geschätzt. Es zeigt, dass Strassen-, Bahn- und Fluglärm einen negativen Einfluss auf den Preis von Mietwohnungen haben.

Zum Vergleich der dort aufgezeigten Preisminderungen bei Mietwohnungen wünscht das BAFU ein Eigentummodell. Das im Rahmen des vorliegenden Berichtes dokumentierte Eigentummodell soll zeigen, ob die Preisabschläge bei Miet- und Eigentumswohnungen unterschiedlich ausfallen und wie gross der Effekt allenfalls ist.

1.2 Rahmenbedingungen

Für eine Vergleichbarkeit der beiden Modelle werden die Rahmenbedingungen und Spezifikationen möglichst ähnlich gewählt. Die Datengrundlage für das Eigentummodell sind deshalb wiederum die schweizweiten Angebotsdaten aus Homegate, diesmal eingeschränkt auf Stockwerkeigentum. Das Stockwerkeigentummodell enthält als erklärende Variablen Strukturvariablen und Lagefaktoren der Makro- oder Mikrolage. Deren Auswahl lehnt sich soweit möglich und sinnvoll an die Variablen des Mietpreismodells an. Fluglärm wird in dem Eigentummodell nicht berücksichtigt. Als Vergleich dient ein angepasstes Mietpreismodell, das ebenfalls keinen Fluglärm enthält. Des Weiteren wird die Datengrundlage des angepassten Mietpreismodells erweitert und umfasst neu die Angebotsdaten der Jahre 2002 bis 2011.

1.3 Daten

Insgesamt stehen in Homegate 278'667 Inserate von Stockwerkeigentum aus den Jahren 2002 bis 2011 zur Verfügung. Für das Modell geeignet sind jedoch nur ca. 30 Prozent dieser Inserate. Die übrigen Daten kommen aus verschiedenen Gründen nicht in Frage. In den meisten Fällen kann die örtliche Lage der Wohnung nicht mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden. Auch ein extrem niedriger oder hoher Preis, das Fehlen relevanter Wohnungseigenschaften oder gewisse Wohnungstypen führen zu einem Ausschluss des Inserats. Alles in allem liessen sich 83'856 Inserate für die Schätzung des Modells heranziehen.

Der Anteil der verwendbaren Inserate ist allerdings vor allem in der Westschweiz und im Tessin sehr gering. In diesen Kantonen können nicht einmal 10 Prozent der Inserate für die Schätzung verwendet werden, in Genf sind es sogar nur 2 Prozent. Die regionale Abdeckung ist somit für diese Gegenden sehr dünn.

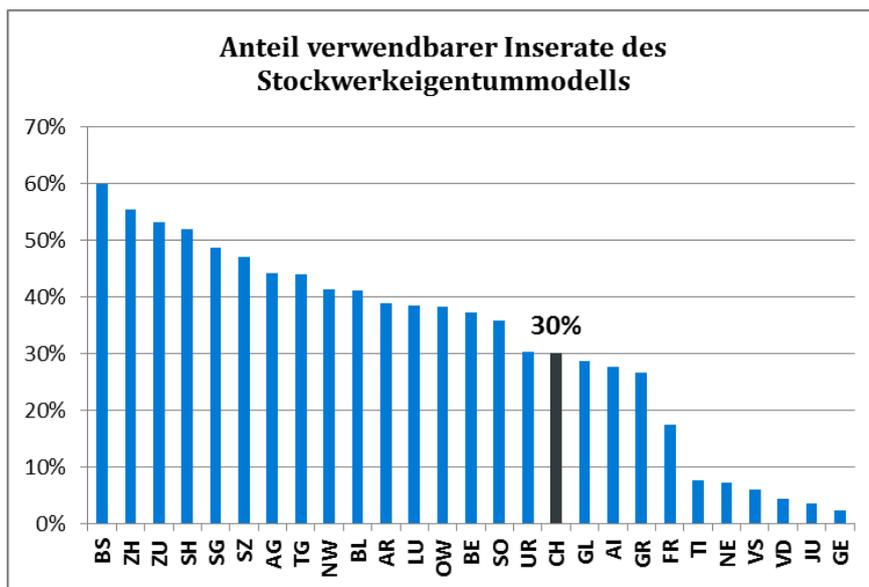


Abbildung: Anteil verwendbarer Inserate des Stockwerkeigentummodells pro Kanton, Quelle: Zürcher Kantonalbank

1.3.1 Datenbereinigung

Da Ausreisser einen hohen Einfluss auf das Modell haben und der Hauptfokus in der Schätzung von üblichen Objekten liegt, werden Inserate mit extrem hohen und niedrigen Preisen von der Schätzung des Modells ausgenommen. Das betrifft beim Stockwerkeigentum Objekte mit Preisen über 6 Mio. oder unter 50'000 Franken.

1.3.2 Imputation der Wohnungseigenschaften

Die wichtigsten Wohnungseigenschaften sind Gebäudealter, Anzahl Zimmer und Wohnfläche. Ausserdem gewisse Qualitätseigenschaften und der Wohnungstyp. Fehlende Werte kommen dabei mit folgenden Häufigkeiten vor:

- Gebäudealter: 25%
- Zimmeranzahl: 2%
- Wohnfläche: 10.4%
- Wohnungstyp: 1%

Fehlende Angaben beim Gebäudealter werden mit Hilfe der Daten des Gebäude-Wohnungsregisters ergänzt. Etwa 4 Prozent der Inserate können auf diese Weise angereichert werden.

Eine fehlende Zimmeranzahl wird aus der Wohnfläche abgeleitet, falls diese bekannt ist. Dabei wird eine monotone Beziehung zwischen Zimmerzahl und Wohnfläche angenommen. Eine fehlende Wohnfläche wird zunächst aus der Nutzfläche abgeleitet, falls diese bekannt ist. Bei 4 Prozent der Inserate ist das der Fall. In den übrigen Fällen wird als Wert der Median der Wohnfläche bei dieser Zimmerzahl angenommen.

1.3.3 Geocodierung

Um die Homegate-Daten mit Informationen der Lage zu verknüpfen, müssen die Inserate geokodiert werden. Dies ist nur bei 31 Prozent der Inserate mit guter Genauigkeit möglich. Von den 278'667 Inseraten sind 84'169 adressgenau geokodierbar. Weitere 1436 Inserate sind fast adressgenau, d.h. ohne Hausnummern-Zusatz geokodierbar. Diese Inserate können also mit Informationen der Mikrolage ergänzt werden. Bei den übrigen Inseraten ist die Bestimmung der örtlichen Lage nicht genau genug möglich.

Genauigkeit Geokodierung	Anzahl	Anteil
adressgenau	84'169	30.2
fast adressgenau (ohne Hausnummern-Zusatz)	1436	0.5
strassengenau	75'663	27.1
ortsgenau	116'252	41.7
keine Geokodierung	1147	0.4

} im Modell verwendbar

Anzahl und Anteil geokodierbarer Inserate, Quelle: Zürcher Kantonalbank

1.4 Modell

Nach Ausschluss von Inseraten mit extremen Preisen und gewissen Wohnungstypen (Einzelzimmer, möblierte Wohnobjekte, Einliegerwohnung) stehen 83'856 Inserate für die Modellierung zur Verfügung, die vollständige oder imputierte Werte in allen erklärenden Variablen aufweisen. Das sind 30.7 Prozent der ursprünglichen Inseratezahl.

1.4.1 Modellgleichung und Preiseffekte

Die Modellgleichung quantifiziert den Einfluss der Wohnungseigenschaften und der Lagefaktoren auf den Preis der Wohnung. Der Preis wird dabei logarithmiert. Geschätzt wird also folgende Gleichung:

$$\underbrace{\ln(P)}_{\text{logPreis}} = a + \underbrace{\beta_1 * w_1 + \dots}_{\text{Wohnung}} + \underbrace{\beta_2 * g_2 + \dots}_{\text{Makrolage}} + \underbrace{\beta_3 * m_3 + \dots}_{\text{Mikrolage}} + \underbrace{\beta_4 * l_4 + \dots}_{\text{Lärm}} + \varepsilon$$

Die Koeffizienten β_1, β_2 usw. geben an, welche Wirkung die Veränderung einer Eigenschaft auf den logarithmierten Preis hat, wenn alle anderen Variablen gleich bleiben. Zur besseren Interpretierbarkeit der Koeffizienten wird diese Modellgleichung umgeformt, so dass der Preis die Zielgrösse ist. Die zu erwartende relative Änderung des Preises durch die Änderung von Wohnungseigenschaften oder Lagefaktoren nennen wir Preiseffekt (siehe auch Anhang 2.1). Der Preiseffekt von kategorialen Eigenschaften wie Zimmeranzahl, Wohnungstyp oder Nähe zur Bahnlinie beschreibt den Einfluss, den das Vorhandensein dieser Eigenschaft auf den Preis hat. Er errechnet sich aus $\exp(\beta) - 1$. Bei metrischen Eigenschaften wie dem Lärm wird dadurch der Effekt durch den Anstieg um eine Einheit - etwa Dezibel - beschrieben.

$$\underbrace{P}_{\text{Preis}} = \exp(a) \cdot \underbrace{\exp(\beta_1 * w_1) \cdot \dots}_{\text{Wohnung}} \cdot \underbrace{\exp(\beta_2 * g_2) \cdot \dots}_{\text{Makrolage}} \cdot \underbrace{\exp(\beta_3 * m_3) \cdot \dots}_{\text{Mikrolage}} \cdot \underbrace{\exp(\beta_4 * l_4) \cdot \dots}_{\text{Lärm}} \cdot \varepsilon$$

Das resultierende Stockwerkeigentummodell weist einen guten Erklärungsgehalt auf. Fast alle Einflussfaktoren wirken in plausibler Richtung und in nachvollziehbarer Höhe auf den Preis. Betrachtet man Einflussfaktoren mit einer aufsteigenden Ordnung der Kategorien, wie beispielsweise die Zimmeranzahl, nehmen auch die Koeffizienten erwartungsgemäss zu. Das Stockwerkeigentummodell bietet also eine gute Erklärung der Preisunterschiede von Stockwerkeigentum durch inhaltlich sinnvolle Einflussfaktoren. Der Einfluss des Lärms ist beim Stockwerkeigentummodell wie auch beim Mietmodell negativ. Die Wirkung ist beim Stockwerkeigentummodell ausgeprägter. Es ist folglich anzunehmen, dass Lärm die Preise von Wohneigentum stärker beeinflusst als die Mietpreise.

1.4.2 Einfluss der Gebäude- und Wohnungseigenschaften

Der geschätzte Preiseffekt des Gebäudealters zeigt im Stockwerkeigentum- und Mietmodell ein ähnliches Muster. Bis zu einem gewissen Alter nimmt der Preisabschlag zu und steigt danach wieder an. Im Stockwerkeigentummodell wird der maximale Preiseffekt früher erreicht. In der Altersklasse 30-40 Jahre ist der geschätzte Preisabschlag mit 25 Prozent am grössten. Beim Mietmodell liegt der maximale Preisabschlag bei knapp über 20 Prozent. Zudem wird dieser Wert im Mietmodell erst bei 40-60 Jahre alten Gebäuden erreicht.

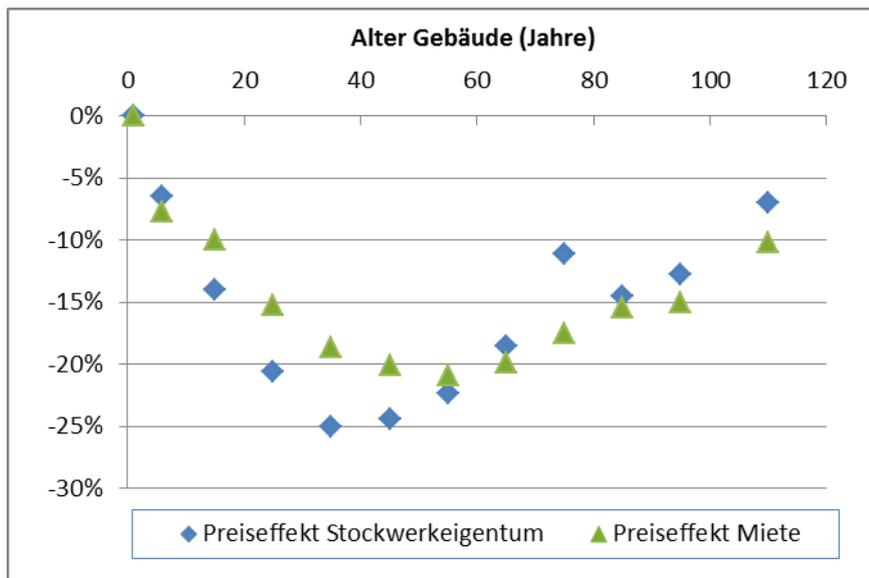


Abbildung: Einfluss des Gebäudealters, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Zimmerzahl und Wohnfläche haben bei Stockwerkeigentum einen grösseren Einfluss. Während bspw. bei Mietwohnungen der Aufschlag für eine 4-Zimmer-Wohnung 175 Prozent beträgt, ist es bei Stockwerkeigentum 263 Prozent. Ein 10-prozentiger Anstieg der Wohnfläche hat bei Mietwohnungen einen Preiseffekt von 5 Prozent, bei Stockwerkeigentum von 8 Prozent zur Folge.

Ein Preisaufschlag der Wohnungstypen Maisonette, Duplex oder Loft kann im Stockwerkeigentummodell nicht nachgewiesen werden. Bei Attikawohnungen und Dachwohnungen stimmt dagegen der Preiseffekt überein. Auch die Preiseffekte der Qualitätsfaktoren sind im Stockwerkeigentum- und im Mietmodell recht ähnlich. Einzig das Vorhandensein eines Balkons hat im Stockwerkeigentummodell ein unerwartet negatives Vorzeichen. Entweder ist bei Stockwerkeigentum der Aufpreis eines Balkons bereits in anderen hoch-korrelierten Merkmalen implizit erfasst oder das Vorhandensein eines Balkons geht mit dem Nicht-Vorhandensein eines ‚wertvolleren‘ Gartens oder einer Terrasse einher. Dann misst der Preisabschlag des Balkons eigentlich den fehlenden Preisaufschlag nicht erfasster Wohnungseigenschaften.

Wohnungseigenschaften	Beschreibung	Preiseffekt (STW)	Preiseffekt (Miete)
Zimmeranzahl	1 Zimmer (Referenzkategorie)	0%	0%
	2 Zimmer	93%	66%
	3 Zimmer	181%	123%
	4 Zimmer	263%	175%
	5 Zimmer	343%	228%
	6 Zimmer	440%	297%
	7 Zimmer	500%	360%
	8 Zimmer oder mehr	640%	360%
	Wohnfläche/Zimmeranzahl		
Zimmergrösse	(logarithmiert, Preiseffekt bei 10% Anstieg)	8.0%	5.5%
Qualitätsfaktoren	Lift	1%	2%
	Cheminee	8%	7%
	Garage	3%	1%
	Balkon	-2%	1%
Wohnungstyp	Maisonette / Duplex	0%	5%
	Attikawohnung / Terrassenwohnung	18%	18%
	Dachwohnung	4%	5%
	Loft	0%	15%
	Etagenwohnung (Referenzkategorie)	0%	0%

Einfluss der Wohnungseigenschaften, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Für den kombinierten Preiseffekt von Zimmerzahl und Wohnfläche gilt: Bei einem Anstieg der Zimmerzahl von 3 auf 4 Zimmer und der Wohnfläche von 76qm auf 112qm beträgt der Preiseffekt im Stockwerkeigentummodell 40 Prozent (siehe nachfolgende Abbildung). Im Mietmodell betrug dieser kombinierte Effekt nur 30 Prozent (siehe Anhang 2.3).

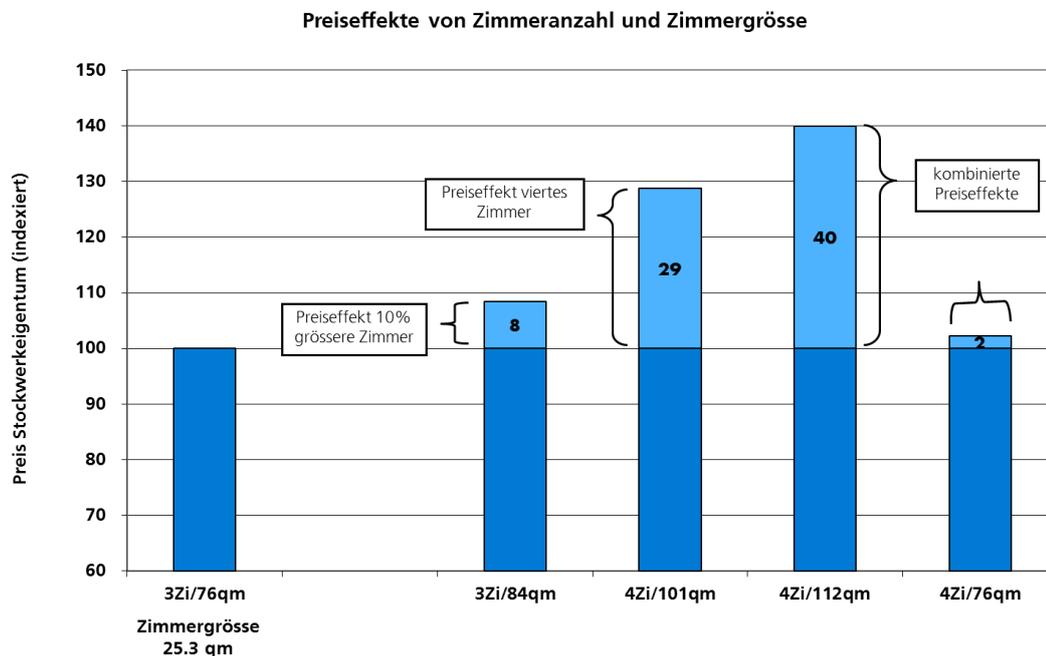


Abbildung: Kombiniertes Preiseffekt von Zimmerzahl und Zimmergrösse, Quelle: Zürcher Kantonalbank

1.4.3 Einfluss der Makrolage

Im Stockwerkeigentummodell ändert sich die Zusammensetzung der preisrelevanten Makrolage-Faktoren. Die Koeffizienten sind damit nicht mehr mit dem Mietmodell vergleichbar. Während im Mietmodell die Steuerbelastung Alleinstehender oder wenig verdienender Haushalte preisbestimmend ist, ist es im Stockwerkeigentummodell die Steuerbelastung von Familien mit hohem Einkommen. Der Preisaufschlag in touristischen Gemeinden ist im Stockwerkeigentummodell deutlich grösser und beträgt 63 Prozent statt 15 Prozent im Mietmodell. Auch in einkommensstarken und agrarischen Gemeinden wird ein Preisaufschlag festgestellt. Die Reisezeit hat im Stockwerkeigentummodell eine kleinere Wirkung auf den Preis, während das Erreichbarkeitspotential mehr Aufschlag ergibt. Allerdings ist anzumerken, dass diese beiden Faktoren hoch korreliert sind. Die Art der Aufteilung des Preiseffekts in die beiden Koeffizienten mag daher nicht inhaltlich begründet sein, sondern aus der statistischen Unsicherheit resultieren.

Makrolage	Beschreibung	Preiseffekt (STW)
Gemeindetyp	Touristische Gemeinde	63%
	Einkommensstarke Gemeinde	11%
	Agrarische Gemeinde	16%
Steuern	Steuerertrag (in 1000,- SFr)	5.0%
	Steuerbel. Familien mit 200'000 Nettoeinkommen (in %)	-1.9%
Zentralität	Reisezeit zu Grosszentrum (in Minuten)	-0.1%
	Erreichbarkeitspotential Arbeitsplätze gemäss Gravitationsmodell (logarithmiert, Preiseffekt bei Verdoppelung)	10.9%

Einfluss der Makrolage, Quelle: Zürcher Kantonalbank

1.4.4 Einfluss der Mikrolage (ohne Lärm)

Die Preiseffekte der Mikrolage sind im Stockwerkeigentummodell in der Regel grösser als im Mietmodell. Besonders gross ist der Unterschied bei der Seeufer-Lage, der Exposition und der Hangneigung.

Mikrolage	Beschreibung	Preiseffekt (STW)	Preiseffekt (Miete)
See	Seeufer	19.1%	9.1%
	Distanz zu See (in 1000 Meter, maximal 10'000)	-0.8%	-0.8%
Seesicht	mittel (> 10 und <= 100)	2.4%	3.7%
	gut bis sehr gut (> 100)	6.3%	5.3%
Exposition und Hangneigung	Südosten, Süden, Südwesten, Westen	4.1%	1.2%
	Hangneigung > 9 Grad	10.7%	3.6%
	Hangneigung 5 – 9 Grad	4.8%	1.1%
Bergsicht inkl Seesicht	mehr als 3 sichtbare Berge und sehr gute Seesicht	6.1%	3.6%
	mehr als 15 sichtbare Berge und sehr gute Seesicht	14.6%	9.4%
Grünfläche	Nähe Grünfläche (Distanz < 100 Meter)	0.0%	0.3%
Hochspannungsleitung	Nähe Hochspannungsleitung (Distanz < 150 Meter)	-5.1%	-3.4%
Bahnlinie	Nähe Bahnlinie	-3.9%	-1.6%

Einfluss der Mikrolage, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Für den Effekt aller Faktoren der Mikrolage (ohne Lärm) gilt somit im Stockwerkeigentummodell: Die 10 / 5 / 1 Prozent Inserate an den besten Mikrolagen sind mindestens 30 / 37 / 52 Prozent teurer als die 10 / 5 / 1 Prozent Inserate an den schlechtesten Mikrolagen. Bei den Miet-Inseraten sind die 10 / 5 / 1 Prozent besten Inserate nur 18 / 20 / 27 Prozent teurer als die 10 / 5 / 1 Prozent Inserate an den schlechtesten Mikrolagen!

Dies verdeutlicht, dass die Mikrolage bei Stockwerkeigentum eine grössere Preiswirksamkeit hat, d.h. gute und schlechte Mikrolagen unterscheiden sich stärker. Dies beruht nicht auf einem Unterschied der Lageverteilung der Stockwerkeigentum- und Mietinserate, sondern auf den unterschiedlichen Koeffizienten.

1.4.5 Einfluss des Lärms

Der geschätzte Einfluss des Strassen- und Bahnlärms ist bei den Stockwerkeigentuminseraten deutlich stärker ausgeprägt als im Mietmodell. Dies wird an folgender Beispielrechnung deutlich: Bei einem Anstieg von Strassen- und Bahnlärm um jeweils 10 dB ist mit einem 10 Prozent tieferen Preis für Stockwerkeigentum zu rechnen. Im Mietmodell sind es dagegen nur 4 Prozent.

Lärm	Beschreibung	Preiseffekt (STW)	Preiseffekt (Miete)
Lärmquellen	Strassenlärm (Nachtlärm > 40dB / Taglärm > 50dB)	-0.59%	-0.21%
	Bahnlärm (Nachtlärm > 40dB / Taglärm > 50dB)	-0.47%	-0.24%

Einfluss des Lärms, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Bei 85 Prozent der Inserate von Stockwerkeigentum liegen die Lärmwerte von Strassen- und Bahnlärm unter den Grenzwerten von 50 dB für Taglärm und 40 dB für Nachtlärm. Für diese Wohnungen gilt gemäss unserer Modell-Spezifikation kein Preisabschlag. Nur 15 Prozent der Inserate liegen über den jeweiligen Grenzwerten für Tag- oder Nachtlärm. Die meisten dieser Wohnungen weisen jedoch nur geringe Lärmbelastungen auf. Bei der Hälfte der von Lärm betroffenen Inserate ist der geschätzte Preisabschlag geringer als 2 Prozent. Nur 1 Prozent der von Lärm betroffenen Inserate haben Preisabschläge über 12 Prozent, bei 5 Prozent der Inserate beträgt der Preisabschlag 8 Prozent oder mehr.

Im Vergleich dazu sind deutlich mehr Mietwohnungen aus Homegate von Lärm betroffen, nämlich 63 Prozent. Der geschätzte Preisabschlag ist bei Mietwohnungen jedoch geringer. Bei den 1 Prozent am stärksten von Lärm betroffenen Mietinseraten ist der geschätzte Preisabschlag lediglich mindestens 4 Prozent, bei 5 Prozent der Inserate beträgt der

Preisabschlag 3 Prozent oder mehr. Bei der Hälfte der von Lärm betroffenen Mietinsetrate ist der geschätzte Preisabschlag geringer als 1 Prozent.

Aggregiert man die geschätzten Preiseffekte aller Faktoren der Mikrolage inklusive dem Lärm erhält man den gesamten geschätzten kleinräumigen Preiseinfluss. Die 5 / 1 Prozent Insetrate von Stockwerkeigentum an den besten Mikrolagen sind dann (mind.) 40 / 64 Prozent teurer als die 5 / 1 Prozent Insetrate an den schlechtesten Mikrolagen. Der Lärmeinfluss bewirkt also vor allem bei den schlechteren Mikrolagen einen weiteren Preisabschlag.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich Lärm bei Stockwerkeigentum stärker auf den Preis auswirkt als bei Mietwohnungen. Der Anteil der von Lärm betroffenen Insetrate ist bei Stockwerkeigentum jedoch geringer als bei Mietwohnungen.

1.4.6 Alternative Lärmspezifikation

Im Mietmodell und auch im obigen Stockwerkeigentummodell wurde der Lärmeinfluss getrennt für die Lärmquellen Strasse und Bahn gemessen. Da die Korrelation dieser Lärmquellen nicht sehr hoch ist - der Pearson-Korrelationskoeffizient von Strassen- und Bahnlärm beträgt weniger 0.1 - ist das vertretbar und liefert verlässliche und interpretierbare Koeffizienten. Tag- und Nachtlärm wurden dagegen auf Grund der hohen Korrelation für jede Lärmquelle in einer aggregierten Lärmvariable zusammengefasst. Dabei gelten wie bereits im Mietmodell unterschiedliche Schwellenwerte für Taglärm (50 dB) und Nachtlärm (40 dB).

Die Aufteilung des Lärms in verschiedene Lärmquellen bedeutet jedoch auch einen gewissen Aufwand beispielsweise bei der Hochrechnung von Lärmbelastungen oder der erwarteten Wirkung von Lärmschutzmassnahmen. Es ist theoretisch möglich die Spezifikation des Modells zu vereinfachen und sich auf eine Lärmvariable zu beschränken. In diesem Fall wurde dafür der maximale Lärm, gemessen in Dezibel, von Strasse und Bahn gewählt. Der Koeffizient dieser einen Lärmvariablen wird dann als Effekt eines generellen Lärmeinflusses unabhängig von der Art der Lärmquelle interpretiert. Steigt der grössere Lärm von Strasse oder Bahn um 10 dB ist somit ein Preisabschlag von 6.5 Prozent zu erwarten. Steigt der Lärm mit der geringeren Anzahl Dezibel ohne den grösseren zu übertreffen gibt es keinen Effekt.

Lärm	Beschreibung	Preiseffekt (STW)
Lärmquellen	Strassenlärm oder Bahnlärm (Nachtlärm > 40dB / Taglärm > 50dB)	-0.65%

Einfluss des Lärms bei Aggregation der Lärmquellen, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Obwohl dieses Vorgehen statistisch möglich ist, empfehlen wir die vereinfachte Lärmspezifikation aus inhaltlichen Gründen nicht. Da der Frequenzbereich von Strassen- und Bahnlärm sehr unterschiedlich ist, ist davon auszugehen, dass das Lärmempfinden sich trotz gleichem Dezibelwert unterscheidet. Eine Lärmintensität von 60 Dezibel wird bei quietschendem Rollmaterial der Bahn als störender empfunden. Derselbe Dezibelwert wird bei gleichmässig brummendem Autoverkehr subjektiv als weniger unangenehm wahrgenommen. Diese Unterscheidung fehlt in der obigen Aggregation der Lärmquellen.

1.5 Modellqualität

1.5.1 Residuen und Erklärungsgehalt

Wie gut ein Modell die Wirklichkeit abbildet, lässt sich am Unterschied zwischen den aus dem Modell geschätzten Preisen zu den effektiven Preisen feststellen. Üblicherweise stellt man dafür die Variation der geschätzten Preise des Modells in Prozent der Variation der effektiven Preise dar. Diese statistische Masszahl für die Modellgüte wird mit R^2 bezeichnet. Bei einem Wert von 100 Prozent wäre theoretisch das perfekte Modell gefunden. Der Erklärungsgehalt des Stockwerkeigentummodells ist mit $R^2 = 78.7$ Prozent etwas geringer als beim Mietmodell ($R^2 = 82.7$ Prozent). Den grössten Anteil am hohen Erklärungsgehalt haben die Eigenschaften der Wohnung. Bereits damit wird eine Modellgüte von $R^2 = 54.8$ Prozent erreicht. Nimmt man die Faktoren der Makrolage hinzu, ist der Erklärungsgehalt $R^2 = 74.9$ Prozent. Ein grosser Teil der Preisunterschiede innerhalb der Schweiz ist erwartungsgemäss bereits durch die Wohnungseigenschaften und die Makrolage erklärbar. Nur ein geringer Teil ist auf die Unterschiede in der Mikrolage zurückzuführen. Trotzdem ist es sinnvoll, diese Variablen zu berücksichtigen, da nur diese Variablen die kleinräumige Differenzierung ermöglichen.

1.5.2 Verteilungseigenschaften der Residuen

Die Verteilung der Residuen weicht leicht von einer Normalverteilung ab (siehe Anhang 2.6). Geringe Abweichungen des Schätzwertes vom Preis, aber auch grosse Abweichungen treten häufiger auf als es bei normalverteilten Residuen zu erwarten wäre. Zudem lässt sich feststellen, dass die Residuen mit der Höhe des Preises korrelieren. Hohe Preise werden eher unterschätzt (positive Residuen) und tiefe Preise werden eher überschätzt (negative Residuen).

1.5.3 Relative Schätzgenauigkeit und räumliche Eigenschaften

Eine weitere Möglichkeit die Schätzgenauigkeit zu veranschaulichen ist die relative Differenz von geschätzten und effektiven Preisen. Schweizweit weichen 65 Prozent der geschätzten Preise von Stockwerkeigentum um weniger als 20 Prozent vom inserierten Preis ab.

Eher gering ist die relative Schätzgenauigkeit in den Kantonen Tessin, Jura, Waadt, Wallis und in Genf. Wie bereits erwähnt ist in diesen Kantonen der Anteil der für die Schätzung verwendbaren Inserate sehr niedrig (siehe 2.3). Diese wenigen Inserate fallen offensichtlich aus dem Rahmen und können mit dem Modell nicht mit guter Genauigkeit geschätzt werden. Genf ist hier mit weitem Abstand das Schlusslicht, nur 18 Prozent der geschätzten Preise liegen innerhalb der 20 Prozent-Bandbreite.

Insgesamt treten Überschätzungen des Preises häufiger auf. Während 20 Prozent der Preise von Stockwerkeigentum um mehr als 20 Prozent überschätzt werden, sind 15 Prozent der geschätzten Preise um mehr als 20 Prozent zu niedrig. Daraus resultiert ein Saldo von 5 Prozent als Unterschied von Überschätzungen zu Unterschätzungen für die Schweiz. In Genf ist dieser Saldo ausgeprägt negativ. Da hier 80 Prozent Überschätzungen nur 2 Prozent Unterschätzungen gegenüberstehen, resultiert ein Saldo von -78 Prozent. Am häufigsten überschätzt werden die Preise im Jura.

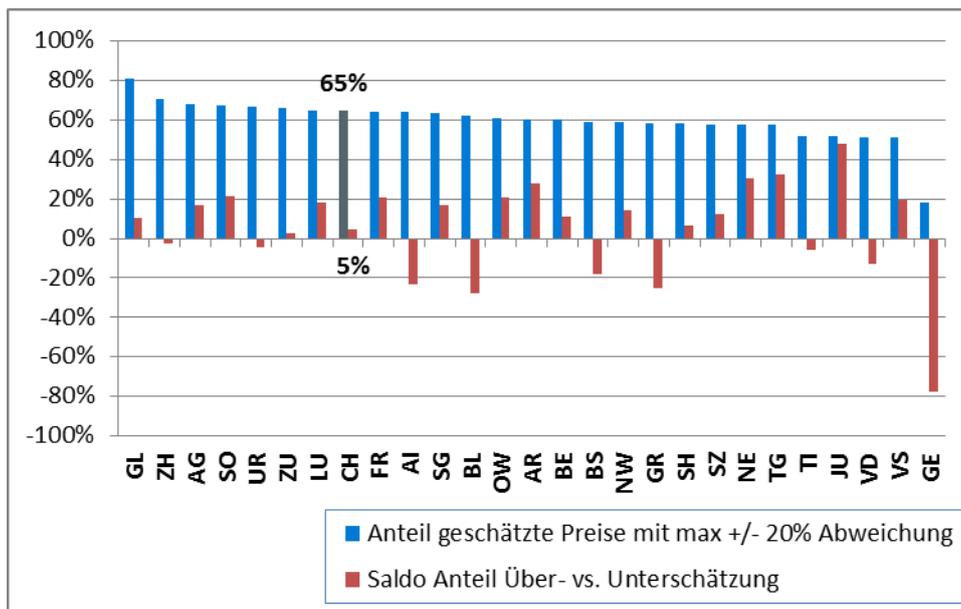


Abbildung: relative Schätzgenauigkeit des Stockwerkeigentummodells pro Kanton, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Im Vergleich dazu ist die relative Schätzgenauigkeit beim Mietmodell wesentlich höher. Bei 82 Prozent der für das Modell verwendeten Inserate von Mietwohnungen wird der tatsächliche Preis höchstens um 20 Prozent überschätzt bzw. um 20 Prozent unterschätzt. Lediglich in den Kantonen Schwyz und Genf liegt die Schätzgenauigkeit bei etwa 60 Prozent.

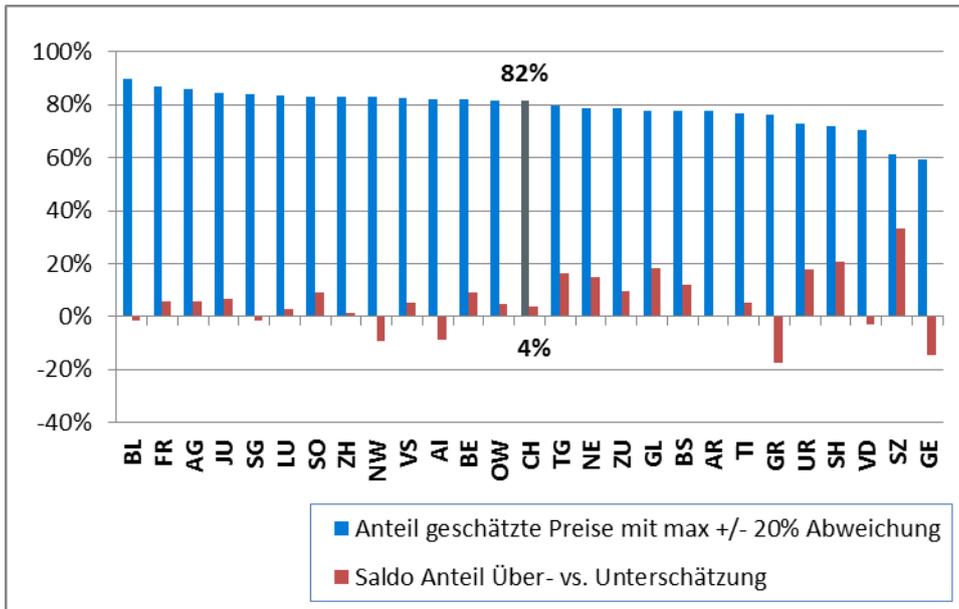


Abbildung: relative Schätzgenauigkeit des Mietmodells pro Kanton, Quelle: Zürcher Kantonalbank

1.6 Zusammenfassung

Lärmbelastung wirkt auch bei Stockwerkeigentum wie erwartet preismindernd. Jedes zusätzliche Dezibel Strassenlärm ab 50 Dezibel tagsüber resp. 40 Dezibel nachts ergibt einen Preisabschlag von 0.59 Prozent. Bei Bahnlärm über den Schwellenwerten beträgt der Preisabschlag 0.47 Prozent. Der Effekt von Lärm ist also bei Stockwerkeigentum ausgeprägter als bei Mietwohnungen. Dabei bewirkt die Lärmbelastung vor allem bei den schlechteren Mikrolagen einen weiteren Preisabschlag. Der Anteil der von Lärm betroffenen Inserate ist bei Stockwerkeigentum jedoch geringer als bei Mietwohnungen. Gesamthaft ist der Strassenlärm das grössere Problem, da wesentlich mehr Wohnungen damit belastet sind.

2 Anhang

2.1 Preiseffekt von Wohnungs- und Lageeigenschaften

Der Preiseffekt der metrischen Eigenschaften hängt von der angenommenen Änderung ab. Normalerweise geht man von der Änderung einer Einheit (etwa Dezibel) aus, dann gibt der exponierte Koeffizient direkt den Preiseffekt wieder. Bei den logarithmierten Eigenschaften haben wir entweder einen 10 prozentigen oder 100 prozentigen Anstieg unterstellt.

Variable	Preiseffekt	Preiseffekt (exakt)	Preiseffekt (näherungsweise)
Nominal <ul style="list-style-type: none"> • Zimmer • Wohnungstyp 	Eigenschaft vorhanden vs. nicht vorhanden (absolut)	$(\text{Exp}(b)-1) * 100\%$	$b * 100\%$
Metrisch <ul style="list-style-type: none"> • Lärm 	Eigenschaft steigt um 1 Einheit (absolut)	$(\text{Exp}(c)-1) * 100\%$	$c * 100\%$
Metrisch, logarithmiert <ul style="list-style-type: none"> • Zimmergrösse 	Eigenschaft steigt um 10% (relativ)	$(1.1^d - 1) * 100\%$	$0.1d * 100\%$
Metrisch, logarithmiert <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplätze 	Eigenschaft steigt um 100% (relativ)	$(2^d - 1) * 100\%$	$d * 100\%$

2.2 Einfluss der Preisentwicklung

	Beschreibung	Preiseffekt (STW)
Inseratedatum	2002	-28%
	2003	-26%
	2004	-24%
	2005	-22%
	2006	-21%
	2007	-18%
	2008	-15%
	2009	-12%
	2010	-6%
	2011 (Referenzkategorie)	0%

Einfluss des Inseratedatums, Quelle: Zürcher Kantonalbank

2.3 Einfluss der Gebäude- und Wohnungseigenschaften

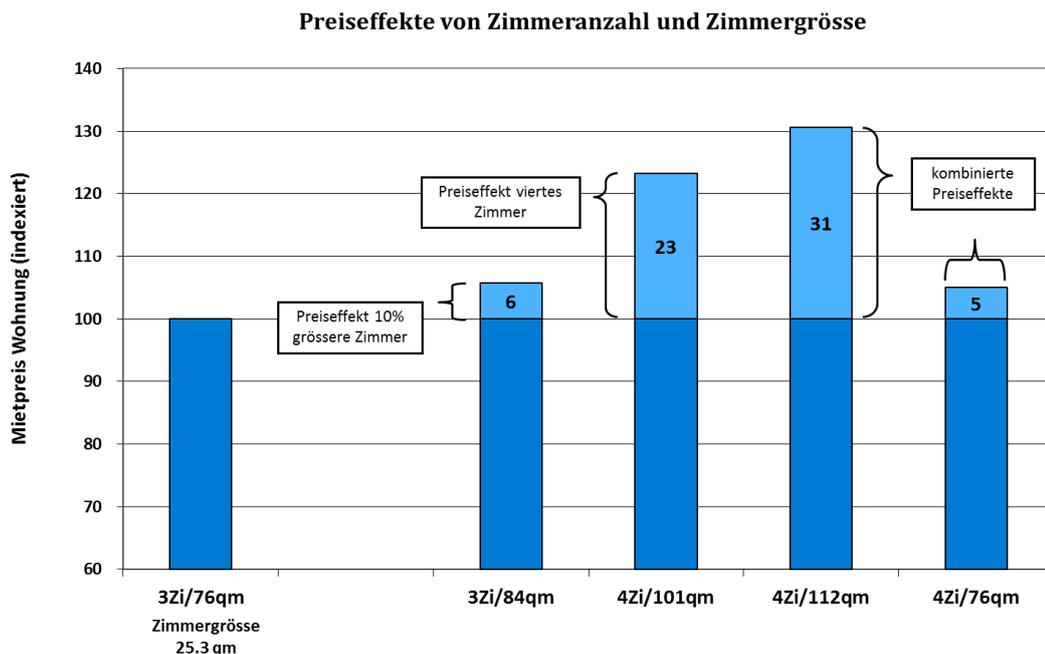


Abbildung: kombinierter Preiseffekt von Zimmerzahl und Zimmergrösse auf den Mietpreis, Quelle: Zürcher Kantonalbank

2.4 Einfluss der Mikrolage

Beispiel: Die 5 Prozent Inserate mit der besten/schlechtesten Mikrolage haben einen Preisaufschlag/Preisabschlag von 21/12 Prozent gegenüber einer durchschnittlichen Mikrolage (Preisauflschlag = 0). Das beste Objekt - 61 Prozent Aufschlag - ist also 192 Prozent teurer als das schlechteste Objekt - 16 Prozent Abschlag.

Quantile		Preiseffekt Mikrolage (ohne Lärm) STW
100%	Max	61%
99%		34%
95%		21%
90%		14%
75%	Q3	6%
50%	Median	-4%
25%	Q1	-8%
10%		-12%
5%		-12%
1%		-12%
0%	Min	-16%

Preiseffekt der Mikrolage (ohne Lärm), Quelle: Zürcher Kantonalbank

2.5 Einfluss des Lärms

Bildet man für alle Inserate von Stockwerkeigentum die mit den Koeffizienten gewichtete Summe der Lärmbelastung durch Strassen oder Bahn gelangt man zum Preiseffekt des Lärms.

Beispiel: Die 5 Prozent von Lärm betroffenen Inserate mit dem meisten Lärm haben einen Preisabschlag von 8 Prozent. Das am meisten belastete Objekt einen Abschlag von 19 Prozent gegenüber einem nicht von Lärm belasteten Objekt.

Quantile		Preiseffekt Lärm STW
100%	Max	0%
99%		-1%
95%		-1%
90%		-1%
75%	Q3	-1%
50%	Median	-2%
25%	Q1	-3%
10%		-6%
5%		-8%
1%		-12%
0%	Min	-19%

Preiseffekt des Lärms (nur von Lärm betroffene Inserate), Quelle: Zürcher Kantonalbank

Beispiel: Die 5 Prozent Inserate mit der besten/schlechtesten Mikrolage mit Lärm haben einen Preisaufschlag/Preisabschlag von 20/15 Prozent gegenüber einer durchschnittlichen Mikrolage mit Lärm (Preisauflschlag = 0). Das beste Objekt - 55 Prozent Aufschlag - ist also 216 Prozent teurer als das schlechteste Objekt - 28 Prozent Abschlag.

Quantile		Preiseffekt Mikrolage (mit Lärm) STW
100%	Max	55%
99%		33%
95%		20%
90%		13%
75%	Q3	5%
50%	Median	-4%
25%	Q1	-10%
10%		-13%
5%		-15%
1%		-19%
0%	Min	-28%

Preiseffekt der Mikrolage mit Lärm, Quelle: Zürcher Kantonalbank

2.6 Residuen

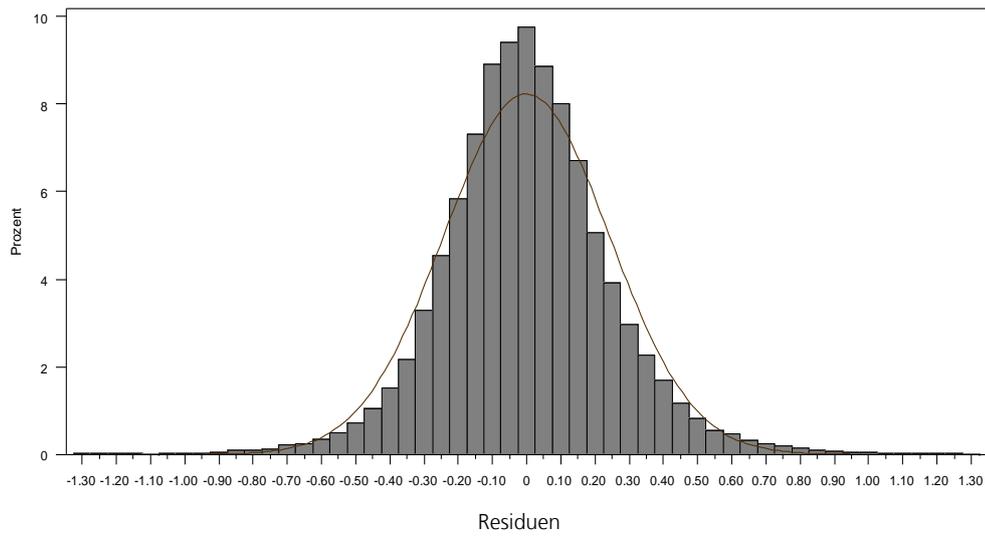


Abbildung: Verteilung der Residuen, Quelle: Zürcher Kantonalbank

Residuen

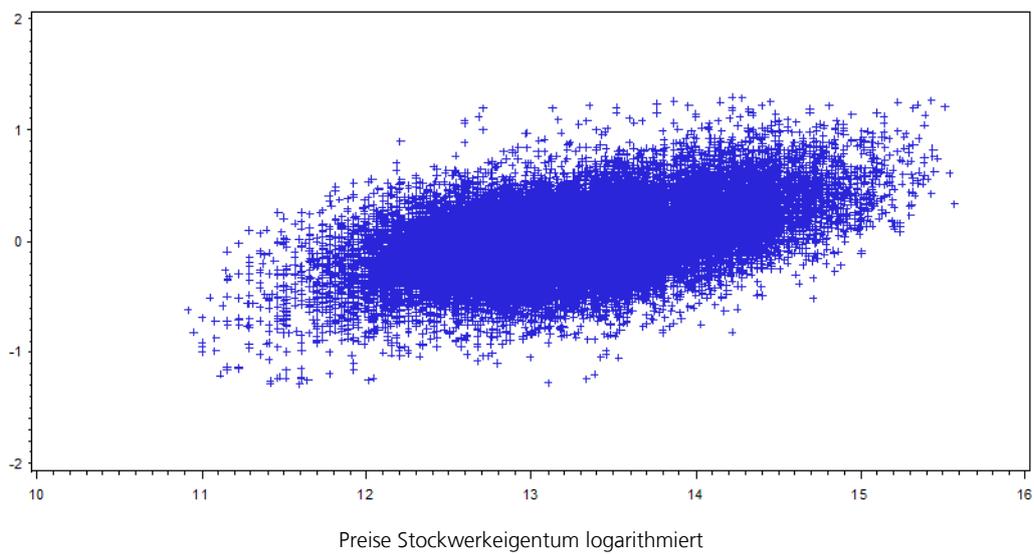


Abbildung: Streudiagramm der Residuen, Quelle: Zürcher Kantonalbank