



**Universität  
Zürich** <sup>UZH</sup>

## **Abschlussarbeit**

zur Erlangung des  
Master of Advanced Studies in Real Estate

### **Das monozentrische Stadtmodell**

Anwendung des Modells zur Analyse des Wohnungsbestandes und dessen  
Entwicklung in sechs Schweizer Städten

Verfasser: Tüschen  
Daniel

Eingereicht bei: Dr. Daniel Sager, Meta-Sys AG

Abgabedatum: 04.09.2023

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Executive Summary .....	VIII
1. Einleitung .....	1
1.1 Ausgangslage .....	1
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen .....	2
1.3 Abgrenzung des Themas .....	4
2. Theoretische Grundlagen .....	5
2.1 Stadtökonomie: Grundlagen und Einordnung des MSMs .....	5
2.2 Das monozentrische Stadtmodell von Jan Brueckner .....	7
2.3 Die Grenzen des Modells .....	11
2.4 MSM: Vorliegende Studienergebnisse und Daten zu Schweizer Städten .....	14
2.5 Der schweizerische Wohnungsmarkt .....	15
2.5.1 Bevölkerung und Landnutzung .....	15
2.5.2 Der heutige Wohnungsbestand als Resultat der Schweizer Verkehrsentwicklung und Siedlungsgeschichte .....	17
2.5.3 Mobilitätsverhalten .....	20
2.5.4 Wohn- und Wohnungsflächen .....	22
2.5.5 Haushaltsgrößen und Wohnflächenverbrauch .....	23
2.5.6 Rechtliche Rahmenbedingungen .....	25
3. Empirische Analyse .....	27
3.1 Methode .....	27
3.1.1 Studiendesign .....	27
3.1.2 Datengrundlage .....	28
3.1.3 Variablen .....	29
3.1.3.1 Unabhängige Variablen: Fahrzeiten .....	30

3.1.3.2	Endogene Variablen .....	31
3.1.3.3	Kovariate und Modellerweiterungen.....	31
3.1.4	Statistische Methoden.....	33
3.2	Ergebnisse .....	34
3.2.1	Basismodell .....	34
3.2.2	Erweiterung .....	44
3.2.3	Disaggregation des Modells zur Untersuchung des Neubaubestandes ....	50
4.	Schlussbetrachtung .....	56
4.1	Zusammenfassung .....	56
4.2	Diskussion und Ausblick .....	58
	Literaturverzeichnis .....	61
	Anhang .....	67

**Abkürzungsverzeichnis**

AfS	Amt für Städtebau
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
BehiG	Behindertengleichstellungsgesetz
BfS	Bundesamt für Statistik
BWO	Bundesamt für Wohnungswesen
EGID	Eidgenössischer Gebäude-Identifikator
ESTV	Eidgenössische Steuerverwaltung
EWR	Kantonales Einwohnerregister
GWR	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister
HZ	Hauptzentrum
KaReB	Kapazitäts- und Reserveberechnungen
LOESS	Locally estimated Scatterplot Smoothing (lokal gewichteter Regression-Streudiagramm-Glätter)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSM	Monozentrisches Stadtmodell
ns	nicht signifikant
NZ	Nebenzentrum
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PBG	Planungs- und Baugesetz
RPG	Raumplanungsgesetz
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
WBS	Wohnungs-Bewertungs-System
BE	Bern
BS	Basel
GE	Genf
LAU	Lausanne
LU	Luzern
ZH	Zürich

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wohnflächenkonsum an zwei Standorten entsprechend Nutzenfunktion und Budgetgerade (Kraus, 2006, S. 5) .....	8
Abbildung 2: Die Grenze der Stadt, definiert über die Zahlungsbereitschaft für den Boden (Brueckner, 1987, S. 829).....	10
Abbildung 3: Mietgradienten in einer polyzentrischen Stadt (Geltner, Miller, Clayton & Eichholtz, 2021, S. 89) .....	11
Abbildung 4: Bevölkerungsentwicklung nach regionsuisse-Raumtyp (Grafik: regionsuisse, 2023; Datenquelle: BFS) .....	16
Abbildung 5: Gebäudebestand Stadt Zürich nach Bauperioden (Stadt Zürich, 2018a) .	18
Abbildung 6: Das Pendlereinzugsgebiet von Zürich (ohne Ausland) (Bundesamt für Statistik BFS, 2021c, S. 9).....	21
Abbildung 7: Entwicklung der Privathaushalte nach Haushaltsgrösse (Bundesamt für Statistik BFS, 2021b).....	24
Abbildung 8: Untersuchte Wohnungen .....	29
Abbildung 9: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt .....	35
Abbildung 10: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt.....	36
Abbildung 11: Anzahl Wohnungen pro Hektar, Genf.....	37
Abbildung 12: Anzahl Wohnungen pro Hektar, Luzern .....	37
Abbildung 13: Anzahl Wohnungen pro Hektar, Zürich.....	38
Abbildung 14: Anzahl Wohnungen pro Hektar, Lausanne .....	38
Abbildung 15: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt .....	39
Abbildung 16: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt.....	40
Abbildung 17: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Stadt Genf.....	41
Abbildung 18: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Stadt Basel .....	41
Abbildung 19: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt.....	42

Abbildung 20: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt .....	43
Abbildung 21: Durchschnittliche Wohnungsgrösse pro Hektar in Zürich, Hauptzentrum (Zürich HB) und untersuchte Nebenzentren Bhf Wallisellen, Bhf Oerlikon und Bhf Altstetten.....	49
Abbildung 22: Durchschnittliche Anzahl Wohnungen pro Hektar in Zürich, Hauptzentrum (Zürich HB) und untersuchte Nebenzentren Bhf Wallisellen, Bhf Oerlikon und Bhf Altstetten.....	49
Abbildung 23: Durchschnittliche Wohnungsflächen, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich .....	50
Abbildung 24: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve der multivariaten Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich.....	51
Abbildung 25: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Zimmer, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich .....	52
Abbildung 26: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve der multivariaten Regressionsmodelle „Grosszügigkeit in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ für die Städte Genf und Bern, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich .....	52
Abbildung 27: Durchschnittliche Wohnungsdichte, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich .....	53
Abbildung 28: Regressionsgeraden der multivariaten Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ pro Stadt, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich .....	54
Abbildung 29: Durchschnittliche Fahrzeit zum Haupt- und nächsten Nebenzentrum, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich.....	54

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wohnungsfläche nach Bauperiode (Daten: Bundesamt für Statistik BFS, 2022e).....	22
Tabelle 2: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner in Ein- und Mehrpersonenhaushalten, Stand 2021 (Bundesamt für Statistik BFS, 2023a).....	23
Tabelle 3: Verwendete Variablen.....	30
Tabelle 4: Ausgewählte Nebenzentren.....	32
Tabelle 5: Datengruppen zur Analyse der Nebenzentren.....	34
Tabelle 6: Auswertung, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “ für Gesamtgruppe und pro Stadt.....	35
Tabelle 7: Zusammenfassung, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “, Gesamtgruppe und pro Stadt.....	39
Tabelle 8: Zusammenfassung, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “, für Gesamtgruppe und pro Stadt.....	42
Tabelle 9: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Wohnungsflächen in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “, Gesamtgruppe.....	44
Tabelle 10: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “, Gesamtgruppe.....	45
Tabelle 11: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Grosszügigkeit in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> “, Gesamtgruppe.....	45
Tabelle 12: Zusammenfassung der Regressionen „Wohnungsgrössen in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> /Fahrzeit <sub>NZ</sub> “ für Gruppe A, B und C.....	47
Tabelle 13: Zusammenfassung der Regressionen „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit <sub>HZ</sub> /Fahrzeit <sub>NZ</sub> “ für Gruppe A, B und C.....	48

## **Executive Summary**

Das Verständnis von Siedlungsstrukturen im urbanen Raum und die Modellierung urbaner Dynamik sind seit nunmehr 100 Jahren Bestandteil der stadtökonomischen Forschung. Das von Alonso, Mills und Muth in den 1960er Jahren entwickelte monozentrische Stadtmodell ist das zentrale ökonomische Modell zur Beschreibung der räumlichen Allokation von Wohn- und Arbeitsstätten in einer Stadt und des Zusammenhangs zwischen Flächennutzung, Bodenwert, Mietpreisen in Relation zu Verkehrskosten und der Entfernung zum Stadtzentrum. Um einen Schwerpunkt auf die Erreichbarkeit der Haushalte zu legen, werden in der vorliegenden Arbeit die Grundgedanken des Modells auf sechs Schweizer Städte - Zürich, Genf, Basel, Lausanne, Bern und Luzern – angewendet und der Wohnungsbestand wird in Relation zur Dauer der ÖV-Fahrzeit ins Stadtzentrum analysiert.

Alle sechs untersuchten Städte zeigen statistisch signifikante Ergebnisse: Es wurde festgestellt, dass die Fahrzeit zum Stadtzentrum die Wohnungsdichte, die Wohnungsflächen und die Grosszügigkeit von Wohnungen (Fläche pro Zimmer) signifikant vorhersagt. Die Städte weisen im Vergleich nachvollziehbare Unterschiede auf, die sich u.a. durch ihre geographische Lage und Siedlungsgeschichte erklären lassen. Es wurden Einflussfaktoren untersucht, die im Basismodell nicht berücksichtigt sind. Es konnte ein starker Einfluss von Bauperioden auf die abhängigen Variablen des Wohnungsbestandes bestätigt werden. In Gemeinden mit hohem Pro-Kopf-Einkommen sind die Wohnungen im Durchschnitt grösser und weisen eine niedrigere Wohnungsdichte auf als in Gemeinden mit niedrigem Einkommen. Die Analyse städtischer Nebenzentren legt nahe, dass diese in allen untersuchten Städten wichtige Ankerpunkte darstellen.

In einem letzten Schritt wurde der Wohnungsneubau ab 2020 im Vergleich zum älteren Wohnungsbestand untersucht. Es zeigt sich, dass die neuen Wohnungen in den untersuchten Städten im Durchschnitt kleiner sind als die des älteren Bestandes und sich in Wohngebieten befinden, die eine höhere Wohnungsdichte aufweisen als nicht vom Stadtumbau betroffene Areale. Für vier der sechs Städte gilt, dass seit 2020 vor allem in gut an die Innenstadt angebundenen Gebieten dichter gebaut worden ist als in früheren Bauperioden. Die jüngste Bautätigkeit im Untersuchungsperimeter unterscheidet sich daher von früheren Mustern und ein Trend zur Innenverdichtung ist zu beobachten. Das monozentrische Stadtmodell erweist sich dabei in der Studie als qualifiziertes Instrument zur Analyse des untersuchten Wohnungsbestandes und seiner Entwicklung.



## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangslage

Mietkosten, Wohnungsgrösse und Lage der Wohnung: Mit diesen drei Aspekten des Wohnungsmarktes beschäftigen sich alle Wohnungssuchenden, wenn sie ein neues Zuhause suchen. Auch als Laien stellen sie fest, dass die ökonomischen Eigenschaften je nach Standort sehr unterschiedlich sein können und berücksichtigen dies bei der Wahl ihrer Wohnung. Die Mietkosten einer Wohnung im Stadtzentrum sind deutlich höher als die einer vergleichbaren Wohnung am Stadtrand. Im Alltag ist eine unterschiedliche bauliche Dichte in Städten erlebbar. Im Stadtzentrum ist sie in Blockrandbebauungen mit hohen Mehrparteienhäusern höher als in Siedlungen in der Agglomeration mit freistehenden Einfamilienhäusern.

Aktuell sind Zeitungen und Immobilienjournale gefüllt mit Berichten über zum Teil hitzig geführte politische Debatten über eine drohende Wohnungsnot und mögliche Lösungsansätze. In manchen asiatischen oder auch europäischen Metropolen zeigen sich teils prekäre Verhältnisse auf dem Wohnungsmarkt. Dies drückt sich z.B. darin aus, dass die Pariser Stadtverwaltung aus der Not heraus Gesetze erlassen hat, die für Wohnungen die Mindestgrösse von neun Quadratmetern und minimal 2,20m Raumhöhe vorschreibt. Dies sind Verhältnisse, wie man sie auf dem Schweizer Wohnungsmarkt nicht beobachtet. Jedoch sind die Kauf- und Mietpreise in den letzten zwanzig Jahren kontinuierlich gestiegen<sup>1</sup> (Bodmer, 2023, S. 41-43), die Leerwohnungsziffer ist in vielen Grossstädten besorgniserregend tief<sup>2</sup> (Bundesamt für Statistik BFS, 2022c; Stadt Zürich, 2022b). Zudem steht die Schweiz vor der grossen Herausforderung, für das prognostizierte Bevölkerungswachstum (Bundesamt für Statistik BFS, 2020) genügend Wohnraum zur Verfügung zu stellen.

Gleichzeitig gibt es zentrale raumplanerische Themen, z.B. ist die Zersiedelung als Folge des Bevölkerungswachstums eine der Hauptursachen des Klimawandels (IPCC, 2014, S. 47). Der Bund verfolgt unter anderem deshalb Strategien zur Innenentwicklung der Städte. Eine deutliche Mehrheit der Schweizer Stimmberechtigten hat 2013 der ersten Revision des Raumplanungsgesetzes zugestimmt, die eine kompakte

---

<sup>1</sup> Die durchschnittlichen Wohnungsmieten in der Schweiz sind seit 2000 etwa 20% teurer geworden und sind damit stärker gestiegen als das BIP und Haushaltseinkommen pro Kopf.

<sup>2</sup> Leerwohnungsziffern: Stadt Zürich 0,07%, Kanton Basel-Stadt 1,17%, Kanton Zug 0,3%, Kanton Genf 0,38%

Siedlungsentwicklung vorsieht, um ein unkontrolliertes Wachstum der Siedlungsfläche in der Schweiz zu verhindern.

Im Zuge der Industrialisierung haben sich europäische und amerikanische Städte sehr stark verändert. Ökonominen und Ökonomen begannen zu diesem Zeitpunkt erstmals, die neu entstandenen Siedlungsstrukturen zu untersuchen (Quigley, 1998, S. 127), um auftretende Phänomene auf dem Immobilienmarkt wissenschaftlich zu erklären. Zu diesem Zweck wurden ökonomische Modelle entwickelt. Diese rücken im öffentlichen Diskurs über den Schweizer Wohnungsmarkt und den zukünftigen Wohnraumbedarf wieder vermehrt in den Vordergrund, da sie eine Hilfestellung zur datenbasierten Analyse und zum Verständnis stadtökonomischer Fragestellungen bieten können. Ausgangspunkt der Analyse in dieser Arbeit ist die Verwendung des monozentrischen Stadtmodells (MSM). Es ist das zentrale ökonomische Modell zur Beschreibung der räumlichen Allokation von Ressourcen wie Wohn- und Arbeitsstätten in einer Stadt und des Zusammenhangs zwischen Flächennutzung, Bodenwerten, Mietpreisen und Verkehrskosten. In seiner einfachsten Form geht das MSM von folgenden Grundannahmen aus: Städte entwickeln sich um einen Mittelpunkt herum. Im amerikanischen Modell ist dies der Central Business District (CBD), der funktionale Kern- und Hauptgeschäftsbezirk der Stadt. Das Modell geht davon aus, dass Menschen und Unternehmen bei der Standortwahl die Transportkosten berücksichtigen und daher dazu neigen, möglichst nahe am CBD zu wohnen und zu arbeiten. Dadurch entsteht ein urbaner Raum mit konzentrischen Ringen von Wohn- und Gewerbegebieten um den CBD herum. Die Nähe zum CBD bestimmt dabei die Grundstücks- und Immobilienwerte, die bebaute Dichte und Gebäudehöhe, die Mietpreise und - unter der Annahme, dass Haushalte einen gewissen Teil ihres Vermögens für das Gut «Wohnen» ausgeben - die nachgefragten Wohnungsgrößen. Eine nähere Erläuterung erfolgt in Kapitel 2.1.

## **1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen**

In dieser Arbeit wird der Wohnungsbestand in Schweizer Städten empirisch untersucht und aufgezeigt, wie Wohnungen in den Städten verteilt sind. Dies geschieht anhand der Analyse der Wohnungsflächen<sup>3</sup>, der Wohnungsdichte (Anzahl Wohnungen pro Fläche) und der Grosszügigkeit der Wohnungen (Formel: Wohnungsfläche geteilt durch die Anzahl der Zimmer). Dabei spielt der Zusammenhang zur Mobilität der Haushalte und

---

<sup>3</sup> Der Begriff «Wohnungsfläche» wird geläufig synonym mit dem Begriff «Wohnungsgrösse» verwendet. In dieser Arbeit wird der BFS-Definition (siehe Kapitel 2.5.4) gefolgt und durchgehend von Wohnungsflächen gesprochen.

deren Erreichbarkeit des Stadtzentrums eine zentrale Rolle. In der dreistufigen empirischen Analyse wird das MSM auf die sechs Schweizer Städte Zürich, Basel, Genf, Lausanne, Bern und Luzern angewendet und erweitert, um die unten aufgeführten Hypothesen und Forschungsfragen zu beantworten.

### 1. **Basismodell: Überprüfung von Hypothesen des MSMs**

Forschungsfrage 1: Lassen sich die folgenden Hypothesen, die auf den Voraussagen des MSM basieren, im Wohnungsbestand der Schweizer Städte nachweisen?

- Hypothese 1: Es besteht eine negative Korrelation zwischen der Wohnungsdichte (Anzahl Wohnungen pro Hektar) und der ÖV-Fahrzeit zum Stadtzentrum.
- Hypothese 2: Es besteht eine positive Korrelation zwischen der Wohnungsfläche und der ÖV-Fahrzeit zum Stadtzentrum
- Hypothese 3: Es gibt eine positive Korrelation zwischen der Grosszügigkeit von Wohnungen (Wohnungsfläche pro Zimmer) und der ÖV-Fahrzeit zum Stadtzentrum<sup>4</sup>

### 2. **Erweiterung des Basismodells um zusätzliche Faktoren**

Forschungsfrage 2: Wie wirken sich verschiedene Einflussfaktoren (Bauperiode, Einkommen und Subzentren) aus, die im ursprünglichen MSM nicht berücksichtigt wurden?

### 3. **Disaggregation des Modells zur Untersuchung des Neubaubestandes**

Forschungsfrage 3: Wie sind die Neubautätigkeiten seit 2020 hinsichtlich Innenentwicklung und ÖV-Anbindung (im Vergleich zum älteren Wohnungsbestand) einzuordnen?

Dazu werden die folgenden Hypothesen betrachtet:

- Hypothese 4: Die Wohnungsfläche von neu gebauten Wohnungen seit 2020 ist durchschnittlich kleiner als die des älteren Bestandes
- Hypothese 5: Die Wohnungsfläche pro Zimmer von neu gebauten Wohnungen seit 2020 ist durchschnittlich kleiner als die des älteren Bestandes

---

<sup>4</sup> Nicht Teil des MSM nach Brueckner, aber als untersuchenswert erachtet (siehe Kapitel 2.5.3)

- Hypothese 6: Seit 2020 ist eine bauliche Verdichtung festzustellen: Die Wohnungsdichte pro Hektar von neu gebauten Wohnungen seit 2020 ist durchschnittlich höher als die des älteren Bestandes
- Hypothese 7: Die ÖV-Anbindung neuer Wohnungen ist besser als die des Altbestandes: Die ÖV-Fahrzeiten zu Haupt- und Nebenzentren von neu gebauten Wohnungen seit 2020 sind durchschnittlich kürzer als die des älteren Bestandes

### **1.3 Abgrenzung des Themas**

Das MSM wurde seit seiner Veröffentlichung kontinuierlich weiterentwickelt und überarbeitet (siehe beispielsweise: Arribas-Bel & Sanz-Gracia, 2014; Brueckner, 1987; Fujita, 1989; Liotta, Viguié & Lepetit, 2022). Es gibt eine breite internationale Forschungsgemeinschaft, die das Modell zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen nutzt. Die Forschung befasst sich vor allem mit der Verteilung der Bevölkerungsdichte, den Mietpreisen und der Lage der städtischen Gebiete (Liotta et al., 2022, S. 1). Auch zu den Annahmen des MSM bezüglich Mietpreisen, Gebäudehöhen und Bevölkerungsdichte in Schweizer Städten liegen einige Forschungsergebnisse und Sekundärdaten vor (siehe Kapitel 2.4). Zudem gibt es Studien des Kantons und der Stadt Zürich zu einzelnen Aspekten des Modells. Eine systematische und vergleichende Untersuchung von Schweizer Städten, insbesondere in Bezug auf die Verteilung der Wohnungen und deren Grösse existiert zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht. Zudem liegen keine Daten vor, wie stark gewisse Einflussfaktoren (Forschungsfrage 2) die Wohnungsverteilung beeinflussen. Ziel dieser Arbeit ist es daher, die bereits vorliegenden Ergebnisse inhaltlich zu ergänzen und in ein Gesamtbild einzuordnen.

Es gibt eine gewisse Trägheit in der Stadtentwicklung. McMillen (2006) betont, dass der Wohnungsbestand immer ein Spiegelbild der Vergangenheit ist (S. 136). Gebaute Dichten und das Wohnungsangebot ändern sich nur langsam. Durantou und Puga (2015) sprechen in diesem Zusammenhang von „durable housing“ (S. 497). Auch die Pendelzeiten verändern sich relativ langsam. Derzeit werden in der Schweiz rund 50'000 Wohnungen pro Jahr gebaut. Dies entspricht rund einem Prozent des bestehenden Wohnungsbestandes von 4,7 Mio. Wohnungen (Bodmer, 2023, S. 44).

Sollte es zu einem Ungleichgewicht von Wohnungsangebot und Wohnungsnachfrage kommen, könnte dieses nur langsam durch eine Anpassung der Bausubstanz ausgeglichen werden. Bei einer starken Veränderung der Nachfrage, z.B. durch eine sich verändernde Bevölkerungsstruktur oder starke Zuwanderung, können sich Mieten oder Bodenpreise

deutlich schneller anpassen als der Wohnungsbestand. Der Umfang der frei verfügbaren Daten des Bundesamtes für Statistik zu allen Wohngebäuden und Wohnungen in der Schweiz ermöglicht durch gezielte Erweiterungen und Anpassungen des MSM eine breite Analyse des Wohnungsbestandes und der Bautätigkeit in den letzten Jahren. Damit soll die Diskussion um die Innenverdichtung der Schweizer Städte mit Informationen unterfüttert werden. Hat die Bauwirtschaft in den letzten Jahren einen Beitrag zur Innenverdichtung der Schweizer Städte geleistet und wie sieht dieser aus?

Die für ein umfassendes Verständnis der Thematik notwendigen theoretischen Grundlagen werden in Kapitel 2 vermittelt. Neben der historischen Einordnung und den Grundlagen des monozentrischen Stadtmodells werden die relevanten Eigenschaften des schweizerischen Wohnungsmarktes erläutert. In der empirischen Untersuchung in Kapitel 3 werden in drei Schritten die in Kapitel 1.2 aufgestellten Hypothesen empirischen Hypothesentests unterzogen und die Forschungsfragen untersucht. Die Schlussbetrachtung in Kapitel 4 stellt die Ergebnisse der Analyse in den Kontext der theoretischen Grundlagen und der aktuellen Debatte.

## **2. Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Stadtökonomie: Grundlagen und Einordnung des MSMs**

Bei ökonomischen Modellen handelt es sich um eine Untersuchungs- und Erklärungsmethode der Wirtschaftstheorie, bei der komplexe wirtschaftliche Zusammenhänge möglichst einfach dargestellt werden. Ziel ist es, ökonomische Zusammenhänge aufzuzeigen und Ausschnitte der realen Welt zu untersuchen, während die Rahmenbedingungen unverändert bleiben (Ceteris-paribus-Methode). Diese Modelle sind aus einem bestimmten Zeitgeist heraus entstanden. Nach Quigley (1998) lässt sich die Geschichte der Stadtökonomie grob in vier Perioden unterteilen, in denen sich Forschende der Wirtschaftswissenschaften intensiv mit Städten beschäftigt haben (S. 127-129). Er beschreibt die Perioden folgendermassen. Nach dem Ersten Weltkrieg, im Kontext der Industrialisierung der Städte, analysierten Robert Murray Haig und andere MikroökonomInnen der Columbia University für New York, "where things are in a city area" (Haig, 1926, S. 402). Sie analysierten damit zum ersten Mal eine städtische Raumstruktur unter ökonomischen Gesichtspunkten. Sie prägten damit die erste Periode. Die Forschung ab Mitte der sechziger Jahre, in der die Erkenntnisse der ersten Periode erstmals in Modellen für den städtischen Wohnungssektor formalisiert wurden, definiert die zweite

Periode. Die vorhandenen Erkenntnisse aus den zwanziger Jahren wurden mit alten Theorien aus dem 19. Jahrhundert über landwirtschaftliche Produktionsstätten und deren Bodenwerte von von Thünen (1826, S. 23-51) kombiniert. Das wichtigste, daraus entstandene Modell ist das monozentrische Stadtmodell (MSM) von Alonso (1964), Muth (1969) und Mills (1967), das in den folgenden Jahrzehnten in theoretischen und angewandten Arbeiten umfassend überprüft, verfeinert und erweitert wurde. Alonso veröffentlichte seine Theorie erstmals 1964 in seinem Buch "Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent". In seiner Arbeit untersuchte er die räumliche Verteilung von Wohn- und Gewerbegebieten in Städten und entwickelte das monozentrische Stadtmodell als eine Möglichkeit, dieses Phänomen zu erklären. Die zentrale Beobachtung war, dass die unterschiedlich hohen Pendelkosten innerhalb eines Stadtgebietes durch die Wohnungspreise ausgeglichen werden müssen (Alonso, 1964, S. 4). Dies hat weitreichende Auswirkungen auf die räumliche Struktur der Stadt. Brueckner (1987) fasst zusammen, dass Alonso diese Implikationen in einem Rahmen sah, in dem Individuen direkt Land konsumieren, während Muth und Mills ein realistischeres Modell analysierten, in dem Land ein Zwischenprodukt für die Produktion von Wohnraum ist, der das Endprodukt darstellt (S. 821).

Quigley (1998) führt weiter aus, dass die dritte konzentrierte Fortschrittsperiode in unserem Stadtverständnis etwa zeitgleich in New York stattfand. Die umfangreiche Studie über die zukünftige Entwicklung der Metropolregion New York, die von Forschenden der Harvard University durchgeführt wurde, führte zu einer ersten grossen Analyse der Allokationsfaktoren der Industrie. Die Haupteckkenntnis war die Theorie der externen Skaleneffekte, d.h. die Theorie über die Vorteile einer räumlichen Konzentration ähnlicher Industrien in der Nähe von Stadtzentren und die daraus resultierenden niedrigeren Produktionskosten. Die vierte Periode, die in den 1980er Jahren begann, ist durch eine neue Sichtweise auf Städte und ihren Einfluss auf das Wirtschaftswachstum gekennzeichnet. Neue Techniken der Datenerhebung und -auswertung ermöglichten es erstmals, die Theorien der dritten Periode zu überprüfen und das Wachstum von Städten in den Zusammenhang wirtschaftlicher Entwicklung zu setzen (S. 128).

## 2.2 Das monozentrische Stadtmodell von Jan Brueckner<sup>5</sup>

In dieser Arbeit wird das monozentrische Stadtmodell in der Fassung von Brueckner (1987) verwendet, das neben dem Modell von Fujita (1989) als bedeutendste Weiterentwicklung des Modells von Alonso, Muth und Mills gilt.

Ausgangspunkt der Betrachtung ist eine topographielose Ebene, auf der sich eine kreisförmige Stadt befindet. Die Stadt ist von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben. Innerhalb der Stadt sind alle Grundstücke gleich gut bebaubar. Im Zentrum der Stadt befindet sich der zentrale Geschäftsbezirk. Dieser wird central business district (CBD) genannt und in diesem arbeiten alle Einwohnenden der Stadt. Die Einwohnenden pendeln zur Arbeit in den CBD und nutzen dabei ein dichtes Verkehrsnetz, mit dem alle Punkte in der Stadt leicht zu erreichen sind. Schmidheiny (2022) erläutert, dass daher zur Vereinfachung die Radialdistanz  $x$  als Pendeldistanz zwischen Wohnort und CBD angenommen werden kann (S. 9). Er führt aus, dass die Einwohnenden die Strecke täglich einmal hin- und wieder zurückfahren. Sie arbeiten feste Stunden und erhalten alle den identischen Tageslohn in der Höhe von  $y$ . Die Haushalte verwenden das Einkommen  $y$  für den Wohnraumkonsum  $q$ , für Konsumgüter  $z$  und die für das Pendeln notwendigen Transportkosten  $t$  (dies sind monetäre Kosten und keine Zeitkosten). Je grösser die Pendeldistanz  $x$  ist, desto höher sind auch die entsprechenden Transportkosten  $t(x)$ . Wohnungen in einer bestimmten Entfernung  $x$  zum CBD kosten einen bestimmten Mietpreis  $p(x)$  pro  $m^2$  Wohnungsfläche. Wie Kraus (2006) beschreibt, verhalten sich die Haushalte rational. Ihr Nutzen hängt nur von ihrem Wohnraum- und Konsumgüterkonsum ab. Alle Haushalte versuchen ihren Nutzen  $v(q, z)$  zu maximieren<sup>6</sup>, wobei ihr Budget durch ihr Einkommen  $y$  und die Pendelkosten  $t$  begrenzt ist (S. 2). Laut Kraus (2006) ergibt sich eine Budgetgerade, auf der sich das Gleichgewicht einer konvexen Indifferenzkurve entsprechend der Nutzenfunktion des Individuums<sup>7</sup> an ihrem tangentialen Schnittpunkt einstellt (siehe Abbildung 1). Am Standort  $x_1$  sind die Pendelkosten  $tx_1$  höher und damit das effektive Budget kleiner. Die Budgetgerade verläuft daher flacher. Ausserdem sind die Mietpreise  $p(x_1)$  niedriger als an Standort  $x_0$ . Die Indifferenzkurve entsprechend der Nutzenfunktion hat einen anderen tangentialen Schnittpunkt  $e$ , an dem der Nutzen optimiert ist. Am Standort  $x_1$  ist daher der

<sup>5</sup> Die Ausführungen in diesem Kapitel beruhen weitgehend auf den für ökonomische Laien gut verständlichen, nicht-mathematischen Erläuterungen von Kraus (2006) und Schmidheiny (2014; 2022).

<sup>6</sup> Modellvorstellung des homo oeconomicus: ausschliesslich nach wirtschaftlichen Kriterien handelnder Mensch

<sup>7</sup> Die Nutzenfunktion ist eine mathematische Funktion, die die Präferenzen im Konsum von Wirtschaftsgütern beschreibt.



Wohnflächenkonsum  $q_1$  höher als am Standort  $x_0$  (S. 3-6). Um die Kosten für den Arbeitsweg zu reduzieren, würden alle Ansässigen vorzugsweise im Zentrum wohnen. Sie sind nur bereit, weiter ausserhalb zu wohnen, wenn die entsprechenden Wohnkosten pro  $m^2$   $p(x)$  niedriger sind als im Zentrum, damit ihr Nutzenniveau gleich hoch bleibt (Schmidheiny, 2022, S. 12-13). Durch die hohe Nachfrage im Zentrum steigen dort die Preise für Wohnraum, während sie im Umland sinken. Daraus ergibt sich die Modelleigenschaft: *Der Mietpreis pro  $m^2$   $p(x)$  sinkt mit der Distanz  $x$  zum Stadtzentrum CBD*. Unter der Annahme, dass die Haushalte mobil sind und ein freier Markt besteht, auf dem sich die Preise nach Angebot und Nachfrage einstellen, kann man schlussfolgern, dass Standortvorteile kapitalisiert werden. Die Preise steigen so lange, bis der Standort nicht mehr attraktiver ist als andere Standorte in der Stadt. Es stellt sich ein räumliches Gleichgewicht ein, das sogenannte *spatial equilibrium*, bei dem sich die Wohnungspreise so verteilen, dass kein Haushalt mehr umziehen möchte, beziehungsweise alle Standorte gleich attraktiv sind (Schmidheiny, 2014, S. 16).

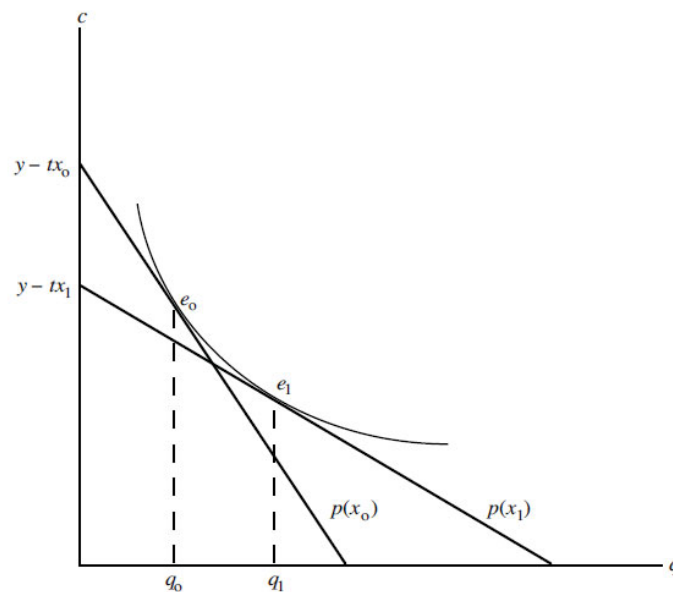


Abbildung 1: Wohnflächenkonsum an zwei Standorten entsprechend Nutzenfunktion und Budgetgerade (Kraus, 2006, S. 5)

Haushalte, die weiter vom Stadtzentrum entfernt wohnen, verfügen aufgrund der höheren Pendelkosten über ein geringeres Budget als Haushalte, die näher am Stadtzentrum wohnen. Gleichzeitig sinkt der relative Preis von Wohnraum im Vergleich zu Substituten, z.B. Konsumgütern  $z$ . In grösserer Entfernung vom Zentrum, wo die Mietpreise pro  $m^2$   $p(x)$  relativ zum Einkommen niedriger sind, werden daher gemäss Nachfragegesetz grössere Wohnungen nachgefragt und weniger Konsumgüter konsumiert. Bei geringer Entfernung zum Zentrum, wo die Mietpreise relativ zum Einkommen hoch sind, werden



kleinere Wohnungen nachgefragt und der geringere Wohnflächenkonsum durch mehr Konsumgüter substituiert (Schmidheiny, 2022, S. 19-20). Aus den beschriebenen Nachfrageunterschieden ergibt sich, dass *die Grösse von Wohnungen (= Wohnkonsum  $q$ ) mit der Distanz zum Stadtzentrum steigt* (Brueckner, 1987, S. 824).

Nach der Erläuterung der Faktoren für die Nachfrage der Haushalte (Verbrauchermarkt) wird ein Blick auf den Markt für die Erstellung der Wohnungen geworfen. Immobilienentwickler\*innen pachten die Grundstücke von den Eigentümer\*innen der Grundstücke. Sie versuchen ihren Gewinn zu maximieren, indem sie die gebauten Wohnungen zu einem möglichst hohen Preis vermieten. Das Modell sieht vor, dass die Entwickelnden keine Markteintrittskosten haben und sich zu einem festen Zinssatz Geld von der Bank leihen können. Das MSM geht davon aus, dass die Stückkosten der auf einem Grundstück erstellten Wohnungen mit der Anzahl der Geschosse steigen. Man geht also davon aus, dass jedes zusätzliche Geschoss eines Hauses etwas teurer ist als das darunterliegende. Die Annahme, dass die Grenzkosten einer zusätzlichen Produktionseinheit höher sind, erscheint kontraintuitiv und ist für viele Betrachtungsfälle, wie z.B. in der Massenproduktion von Konsumgütern, falsch. Die Anwendung auf das MSM lässt sich aber laut Schmidheiny (2022) dadurch rechtfertigen, dass Gebäude mit zunehmender Höhe komplexere statische Konstruktionen wie Foundationen und eine höhere Tragfähigkeit benötigen und dass die Kosten für Versorgung und Erschliessung steigen (S. 25). Er leitet daraus ab, dass die Immobilienentwickler\*innen so viele Stockwerke bauen, bis die Erträge aus den zusätzlichen Wohnungen nicht mehr höher sind als die dafür notwendigen Zinskosten. Je höher die Miete  $p(x)$  an einem Standort ist, desto mehr Geschosse werden gebaut (bis die Kosten nicht mehr gedeckt sind). Das bedeutet, dass im Stadtzentrum höhere Gebäude gebaut werden als am Stadtrand und dass die Gebäudehöhe mit zunehmender Entfernung  $x$  vom Stadtzentrum abnimmt. Daraus folgt, dass auch die *Wohnungsdichte, d.h. die Anzahl der Wohnungen pro Flächeneinheit, mit zunehmender Distanz  $x$  zum Stadtzentrum abnimmt. Damit einhergehend nimmt auch die Bevölkerungsdichte (Anzahl der Einwohner pro Flächeneinheit), auch Nettowohndichte genannt, mit zunehmender Distanz  $x$  zum Stadtzentrum ab* (Kraus, 2006, S. 13). Da auch die Eigentümerschaft ihren Gewinn maximieren möchte, verpachten sie ihre Grundstücke an die meistbietenden Entwickler\*innen. Da die Grundstücke in Zentrumsnähe höher bebaut werden und zudem die Mieten pro  $m^2$  Wohnungsfläche höher sind als am Stadtrand, sind auch die entsprechenden Pachtpreise höher. Der Pachtpreis pro Flächeneinheit nimmt also mit der Entfernung  $x$  vom CBD ab.

Ausserhalb der Stadt pachten Landwirt\*innen landwirtschaftliche Flächen zu einem bestimmten Preis. Die Stadt endet dort, wo der Pachtpreis, den die Entwickelnden zu zahlen bereit sind, niedriger ist als der Pachtpreis, den die Landwirt\*innen zu zahlen bereit sind (siehe Abbildung 2). Dieser Punkt definiert die Stadtgrenze (Brueckner, 1987, S. 830).

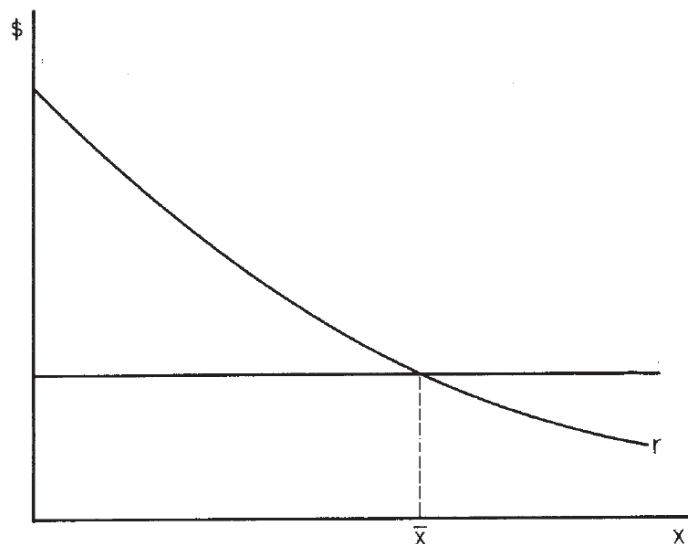


Abbildung 2: Die Grenze der Stadt, definiert über die Zahlungsbereitschaft für den Boden (Brueckner, 1987, S. 829)

Im MSM wird zwischen der «offenen» und der «geschlossenen» Stadt unterschieden. Für die «geschlossene» Stadt wird angenommen, dass es eine feste Anzahl von Menschen in der Stadt gibt. Es gibt also keine Zu- oder Abwanderung in andere Städte. Die Stadtgrenze  $\bar{x}$  liegt dort, wo die Pachtpreise der Landwirtschaft gleich der Zahlungsbereitschaft  $r$  der Entwickelnden für die Pacht von Bauland für Wohnungen sind (abnehmend mit zunehmendem Radius  $x$ ). Je nachdem, wie hoch die Pachtpreise der Landwirtschaft sind, wird die Stadt entweder dichter bebaut und kleiner oder weniger dicht bebaut und grösser (McMillen, 2006, S. 132). Der Pachtpreis der Landwirtschaft beeinflusst auch das Preisniveau aller Mieten in der Stadt. Brueckner (1987) fasst zusammen, dass es in der offenen Stadt zu Wanderungen in andere Städte kommt. Ist der Nutzen gemäss der Nutzenfunktion in der Stadt zu gering (z.B. durch hohe Mietpreise), ziehen die Menschen in eine andere Stadt. Sind die Mietpreise zu niedrig, dann ziehen mehr Menschen zu. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen den Städten ein, bei dem der Nutzen aller Städte gleich ist. Daraus folgt, dass der Mietpreis in der Nähe des CBD ein festes Niveau hat. Der Wettbewerb zwischen Entwickelnden und Landwirt\*innen bestimmt den Stadtrand und damit die Anzahl der Einwohnenden (S. 836-838).

Schmidheiny (2022) stellt fest, dass sich das Gleichgewicht realer Städte kurzfristig wie in einer «geschlossenen» Stadt einstellt. Erst langfristig wird es wie in einer «offenen» Stadt sein, da die Wanderungen zwischen Städten teuer und aufwendig sind. Die Mieten passen sich schnell an eine verändernde Nachfrage an, die Anpassung der Bausubstanz und des Wohnkonsums dauert jedoch deutlich länger (S. 34).

### 2.3 Die Grenzen des Modells

Brueckner (1987) weist selbst darauf hin, dass das MSM viele reale Faktoren ausblendet und eine starke Vereinfachung der Realität darstellt (S. 839). Dennoch hat das Modell eine gute Vorhersagekraft für wesentliche Eigenschaften von Städten. Im Jahr 2022 untersuchte eine Studie der TU Berlin und der Ecole des Ponts ParisTech die Vorhersagen des Modells erstmals anhand eines globalen Datensatzes und konnte für 192 Städten aufzeigen, dass die groben Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsdichte, Mietpreisgefälle und Transportkosten für die meisten Städte auf der Welt zutreffen (Liotta et al., 2022, S. 1). 95% der untersuchten Städte weisen negative Dichtegradienten auf. In 159 Städte korrelieren zudem die Mietpreise mit den Transportzeiten. Das MSM ist global betrachtet also insgesamt sehr robust.

Dass Städte rein monozentrisch sind, ist die erste Annahme des Modells, über die man stolpert. Obwohl die meisten Städte auf der Welt ein zentrales und dominantes Zentrum haben, so sind sie natürlich nicht völlig monozentrisch. Vor allem in Grossstädten und in Metropolregionen gibt es wichtige Nebenzentren ausserhalb des CBD, die wichtige Lebensbedürfnisse bedienen, wie z.B. sekundäre Arbeitsplatzzentren, Flughäfen, Kultureinrichtungen oder grosse Universitätsgelände (MACs = Major Activity Centres). Daneben gibt es kleinere Zentren in den Stadtteilen, die eine lokale Bedeutung haben (NBCs = Neighborhood Business Centres).

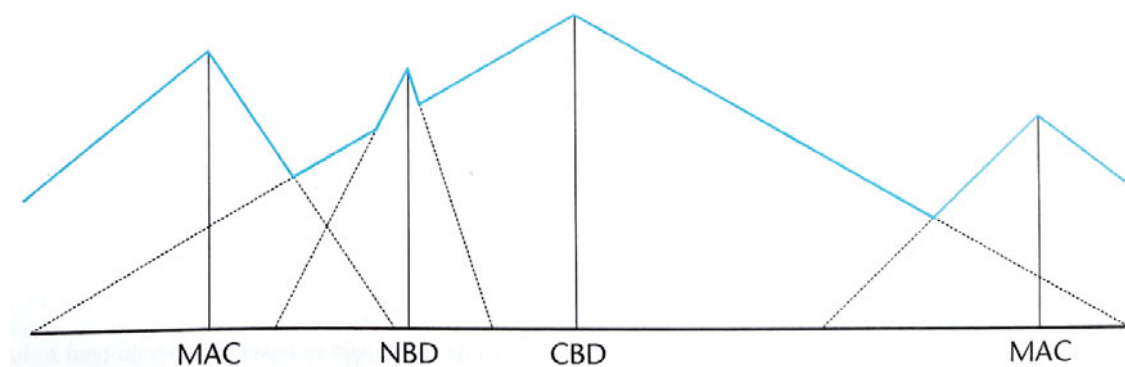


Abbildung 3: Mietgradienten in einer polyzentrischen Stadt (Geltner, Miller, Clayton & Eichholtz, 2021, S. 89)

Der Arbeitsplatz (innerhalb oder ausserhalb des CBD) ist also nicht der einzige Ort, zu dem Haushalte versuchen, ihre damit verbundenen Transportkosten zu reduzieren. Insbesondere die Zersiedelung und das Zusammenwachsen von Städten haben zu einer Zunahme solcher MACs und NBCs geführt (Geltner et al., 2021, S. 89-90). Darüber hinaus gibt es Regionen, wie z.B. das Ruhrgebiet in Deutschland, die nie ein klares Zentrum hatten, sondern mehrere CBDs aufweisen. Man spricht dann von polynuklearen, bzw. polyzentrischen Städte(-regionen). Abbildung 3 zeigt, wie die verschiedenen Subzentren das MSM, hier beispielhaft die Mietpreisgradienten, beeinflussen: Sie überlagern sich. Die Bedeutung von Subzentren war bereits Brueckner (1987, S. 839) bewusst, jedoch konnte die damalige Forschungsgemeinschaft den statistischen Zusammenhang noch nicht nachweisen.

Im Gegensatz zur allgemeinen Meinung, dass Polyzentrik stark ausgeprägt ist, stehen die Forschungsergebnisse von Arribas-Bel und Sanz-Gracia (2014). Sie weisen darauf hin, dass im Jahr 2010 fast 60% aller US-amerikanischen Metropolregionen monozentrische Merkmale aufweisen. Dies steht im Gegensatz zur gängigen Wahrnehmung der heutigen Urbanisierung, die sehr polyzentrisch erscheint. Die Analyse von über 350 US-amerikanischen Regionen zeigt auf, dass die meisten kleinen und mittelgrossen Regionen monozentrisch strukturiert sind (S. 980). Schmidt, Krehl, Fina und Siedentop (2020) haben das MSM auf deutsche Ballungsräume angewandt und kommen ähnlich wie die amerikanischen Studien zu dem Ergebnis, dass das monozentrische Modell grundsätzlich signifikante Ergebnisse liefert. Eine Proxy-Variable für regionale Polyzentrik ist jedoch nicht signifikant (S. 1674).

Die Grundannahme des MSM, dass die Arbeitsplätze (nur) im CBD angesiedelt sind und der Grund für die Attraktivität der Innenstadt sind, ist zu eindimensional. Stadtzentren sind vielfältiger und weisen zusätzliche Qualitäten in Form von lokalen, öffentlichen Gütern auf – was aber nicht bedeutet, dass das Modell keine Gültigkeit mehr hat. Ganz im Gegenteil. Eine ökonomische Einordnung europäischer Innenstädte findet sich in dem Grundlagenwerk „Urban Economics“ von O'Sullivan (2012, S. 197). Er verweist auf Brueckner, Thisse und Zenou (1999), die in einem Vergleich von Paris und Detroit feststellen, dass das kulturelle Angebot in Paris eine zusätzliche Attraktivität des Zentrums gegenüber den Vororten darstellt (S. 92-95). Dies führt auch zu einer hohen Konzentration einkommensstarker Haushalte im Zentrum.

Im Vergleich zu Detroit unternimmt die wohlhabende Pariser Bürgerschaft 50% mehr Fahrten ins Stadtzentrum als wohlhabende Detroiter\*innen, obwohl die Kosten etwa 30% höher sind.

Das Modell geht davon aus, dass alle Menschen das gleiche Einkommen haben<sup>8</sup>. In der Realität haben Haushalte unterschiedliche Einkommen und bevorzugen unterschiedliche Wohnstandorte, wie Brueckner et al. (1999) zeigen. Darüber hinaus konsumieren wohlhabende Personen mehr Wohnraum als einkommensschwache Haushalte. Hartwick, Schweizer und Varaiya (1976) zeigen jedoch, dass die Einkommensheterogenität innerhalb einer Stadt nur einen geringen Einfluss auf die Haupteigenschaften des Modells hat (S. 397). Folgt man der Logik des MSMs für offene Städte, so müssten Städte, in denen die Mieten im Verhältnis zum Durchschnittseinkommen niedrig sind, im Vergleich zu anderen Städten sehr attraktiv sein. Es käme zu einer starken Zuwanderung, die zu einem Anstieg der Mieten und anschliessend zu einem Ausgleich mit anderen Städten führen würde, bis diese wieder gleich attraktiv wären.

Das MSM geht vereinfachend von einem dichten Verkehrsnetz aus, in dem nur die direkt gemessene Distanz zwischen Wohnort und Zentrum für die entsprechenden Pendelkosten relevant ist. In der Realität ist sowohl die MIV- als auch die ÖV-Infrastruktur heterogen und es gibt besser- und schlechter erreichbare Orte. Insbesondere die ÖV-Netze zeigen, dass räumlich weiter entfernte Wohnstandorte, z.B. nahe grosser Bahnhöfe, teilweise über schnellere Pendelverbindungen ins Zentrum verfügen als räumlich näher gelegene. Häufig sind weniger die Pendelkosten als vielmehr die Pendelzeit für den Weg zur Arbeit relevant (siehe Kapitel 2.5.3). Die globale Studie von (Liotta et al., 2022) berücksichtigt dies im verwendeten Modell.

In der Immobilienwirtschaft werden Wohnungen heute als Nutzenbündel betrachtet und mit hedonischen Methoden bewertet. In älteren Versionen des MSM wird der Nutzen von Wohnungen auf das alleinige Attribut ihrer Grösse reduziert. Die Mikrolage, das Image eines Quartiers oder der Ausbaustandard werden nicht berücksichtigt. Die Implementierung dieser Qualitäten in das Modell erfolgte erst in den 1980er Jahren und zeigte in den damaligen Studien nur einen geringen Einfluss auf die Grundaussagen des Modells (Brueckner, 1987, S. 839).

---

<sup>8</sup> Hier weist das MSM eine Unlogik auf: Die Entwickler und die Bodenbesitzer, die versuchen ihren Gewinn maximieren, werden mehr verdienen als die restlichen Bürger, die im CBD arbeiten. Diese müssten nach Logik des Modells also ausserhalb der Stadt wohnen.

Nicht zu unterschätzen ist die Bedeutung der Baugeschichte und des geltenden Bau- und Planungsrechts, das eine Überbauung einschränkt. In den Kapiteln 2.5.2 und 2.5.4 werden anhand des schweizerischen Wohnungsmarktes verschiedene Einflussfaktoren aufgezeigt. Die von McMillen (2006, S. 136) und Duranton und Puga (2015, S. 497) beschriebene Trägheit des Immobilienmarktes wird vom MSM nicht berücksichtigt. Eine rasche Veränderung des Wohnungsangebots durch Neubau, Aufstockung oder Abriss aufgrund veränderter Nachfrage, ist in Realität nicht möglich.

#### **2.4 MSM: Vorliegende Studienergebnisse und Daten zu Schweizer Städten**

Die Studie von Liotta, Viguié und Lepetit (2021) untersucht auch die fünf grössten Städte der Schweiz Zürich, Genf, Basel, Lausanne und Bern. Die Pendelzeiten haben laut den Ergebnissen einen nachweisbaren Einfluss auf die Mietkosten und es besteht ein positiver Gradient zwischen Miethöhe und Bevölkerungsdichte (S. 11-15). Neben dieser grobkörnigen Analyse gibt es für die Schweiz weitere, allerdings fragmentarische Studien und Sekundärdaten. So zeigt Schmidheiny (2022) anhand von Regressionskurven für Zürich, Genf, Basel, Lausanne und Bern auf, dass Mietpreise und Gebäudehöhen mit zunehmender Entfernung zum Stadtzentrum abnehmen (S. 15; S. 27). Die empirischen Untersuchungen zu den Mietpreisgradienten der Städte des CUREM-Absolventen Oswald (2022) bestätigen diese Ergebnisse (S. 31-42). Weitere Daten liegen für den Kanton und die Stadt Zürich vor. Moser (2017) zeigt in der Publikation „Der Preis des Bodens“ den negativen Zusammenhang zwischen Pendelzeit und Bodenpreis im Kanton Zürich auf (S. 21). Auch innerhalb der Stadt Zürich lassen sich Gradienten im Mietpreisniveau feststellen. So zeigt die Mietpreiserhebung der Stadt Zürich, dass Wohnungen mit 2 bis 4 Zimmern stets in den zentralsten Quartieren Lindenhof, Rathaus, City, Hochschulen sowie in den an die Seenordseite stossenden Quartieren Seefeld und Mühlebach am teuersten sind (Stadt Zürich, 2022a). Auffällig ist bei allen vorliegenden Regressionsanalysen der regressive Kurvenverlauf. Die Miet- und Kaufpreise steigen zum Zentrum hin überproportional, während sich die Gradienten mit zunehmender Distanz ab etwa 10 km bzw. einer Fahrzeit von über 20 Minuten abflachen. Ein zusätzlicher Kilometer bzw. eine zusätzliche Minute Fahrzeit wirkt sich also in Zentrumsnähe deutlich stärker auf die Miet- und Kaufpreise aus als bei grösseren Entfernungen bzw. längeren Fahrzeiten. Für den Wohnungsbestand liegen weniger Ergebnisse vor. Die Studie von Liotta et al. (2021) weist zwar negative Bevölkerungsdichte-Gradienten nach (S. S. 15), trifft aber keine Aussagen über die gebaute Dichte von Wohnungen oder deren -grössen. Das Bundesamt für Wohnungswesen BWO hat 2017 die Wohnungsflächen nach Siedlungstyp untersuchen



lassen (Sotomo, 2017). Die grössten Wohnungen befinden sich demnach erwartungsgemäss im ländlichen Raum (113,9m<sup>2</sup>) und die kleinsten in den grossen Kernstädten (83,3m<sup>2</sup>) (S. 21). Kleinräumigere Untersuchungen finden sich wiederum in den Analysen des Statistischen Amtes des Kantons Zürich. Dieses führt Statistiken zum Wohnflächenkonsum, zur Anzahl Personen pro Wohnung und zu den Wohnungsgrössen pro Kantonsgemeinde (Statistisches Amt Kanton Zürich, 2015, S. 9).

## **2.5 Der schweizerische Wohnungsmarkt**

Für die nächsten dreissig Jahre wird ein Bevölkerungswachstum in der Schweiz von über 20% prognostiziert (Bundesamt für Statistik BFS, 2020, S. 6). Eine zentrale Aufgabe wird es sein, die steigende Nachfrage mit bezahlbarem und gut erschlossenem Wohnraum zu decken, der nicht nur in ausreichender Quantität, sondern auch in der erforderlichen Qualität und an den richtigen Standorten erstellt werden muss. Grundlage für weitere Planungen muss ein Verständnis des heutigen Wohnungsmarktes sein. Dazu werden in diesem Kapitel neben den für das monozentrische Stadtmodell relevanten Teilaspekten die notwendigen allgemeinen Grundlagen kurz dargestellt.

### **2.5.1 Bevölkerung und Landnutzung**

Die Bevölkerung der Schweiz hat sich seit 1945 von 4,43 Mio. auf heute 8,7 Mio. Einwohnende etwa verdoppelt, für die rund 4,7 Mio. Wohnungen<sup>9</sup> zur Verfügung stehen. Davon befinden sich rund 3,7 Mio. Wohnungen in Mehrfamilienhäusern und 1 Mio. in Einfamilienhäusern (22%). Die Hälfte aller Wohnungen befindet sich in den fünf bevölkerungsreichsten Kantonen Zürich, Bern, Waadt, Aargau und St. Gallen (Bundesamt für Statistik BFS, 2023b). Vor fünfzig Jahren gab es noch 2,2 Mio. Wohnungen für 6,2 Mio. Einwohnende. Während sich der Wohnungsbestand seither mehr als verdoppelt hat, ist die Bevölkerung nur um 40% gewachsen (Bodmer, 2023, S. 18). Das kräftige Bevölkerungswachstum der letzten zwanzig Jahre wird sich gemäss den Bevölkerungsszenarien des Bundesamt für Statistik BFS (2020) auch in Zukunft fortsetzen. Das Basisszenario rechnet bis 2050 mit rund 1,8 Millionen zusätzlichen Einwohnenden, die eine Wohnung benötigen (S. 6). Gestützt auf diese Zahlen versucht die Raumplanung in der Schweiz entsprechende Baulandreserven bereitzustellen, um die künftige Nachfrage bedienen zu können. Gemäss der Arealstatistik 2018 des Bundesamtes für Statistik (BFS) beträgt die Siedlungsfläche in der Schweiz rund

---

<sup>9</sup> Der Begriff «Wohnung» wird sowohl für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern als auch für Einfamilienhäuser verwendet (entsprechend dem Sprachgebrauch in der Statistik des Bundes)

3300km<sup>2</sup>, was ca. 8% der Landesfläche entspricht. Zwischen 1985 und 2018 hat die Siedlungsfläche um rund 30% zugenommen. Die Wohnareale, die etwa ein Drittel der Siedlungsfläche ausmachen, haben in diesem Zeitraum sogar um 61% zugenommen. Damit ist die Siedlungsfläche im gleichen Zeitraum doppelt so stark gewachsen wie die Bevölkerung. Das Siedlungsflächenwachstum ging im letzten halben Jahrhundert grösstenteils zu Lasten der Landwirtschaftsfläche (Bundesamt für Statistik BFS, 2021a, S. 10). Heute leben rund 84% der Bevölkerung der Schweiz in den 49 Agglomerationen, d.h. in Gebieten, in denen mehrere Gemeinden „eng verbunden sind und gemeinsam mindestens 20'000 Einwohnerinnen und Einwohner zählen“ (Schweizerischer Städteverband, 2014, S. 1). Dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die ländlichen und periurbanen Gemeinden in den letzten vierzig Jahren im Vergleich zu den (Gross-)Städten überproportional gewachsen sind (vgl. Abbildung 4). Entgegen den raumplanerischen Bestrebungen seit den 1970er-Jahren hat statt einer Verdichtung faktisch eine Zersiedelung stattgefunden.

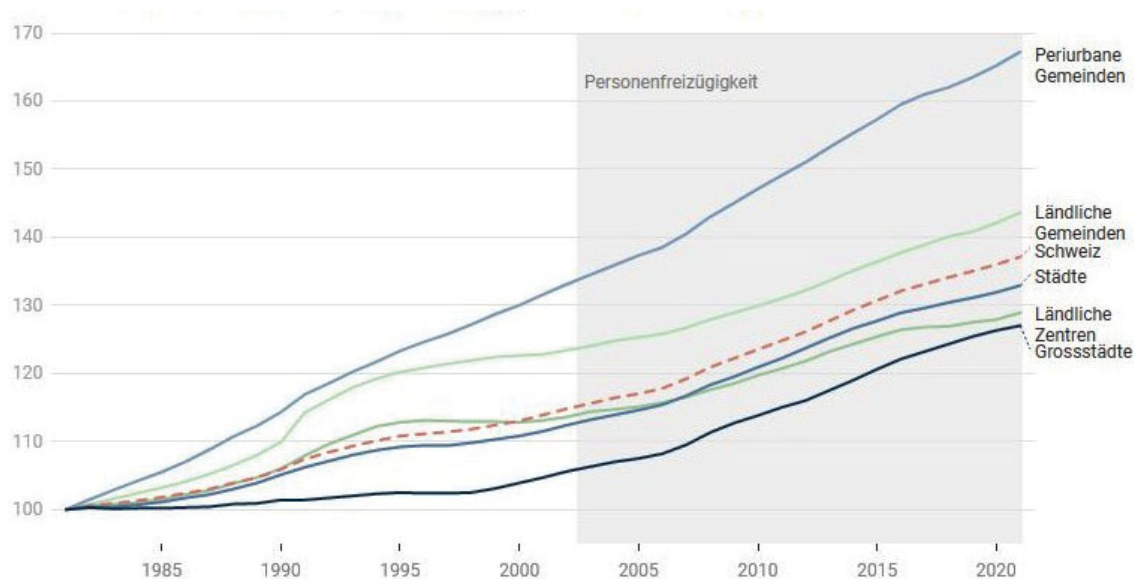


Abbildung 4: Bevölkerungsentwicklung nach regionsuisse-Raumtyp (Grafik: regionsuisse, 2023; Datenquelle: BFS)

Wenn die Bevölkerungsentwicklung gemäss den Prognosen des BFS eintritt, wird nach Berechnungen von Bodmer (2023) im Jahr 2050 rund 35% mehr Wohnfläche benötigt (S. 116). Die Rechnungen berücksichtigen den Trend des Wohnflächenkonsums (siehe Kapitel 2.5.4). Insgesamt würden 25'000 Hektare benötigt, was rund 2% der heutigen Landwirtschaftsfläche entspricht. Grundsätzlich stellt sich also nicht die Frage, ob die Schweiz genügend Platz hat, um Wohnraum für potenziell 10 oder 11 Millionen



Menschen zu schaffen, sondern wie dieser Bedarf im Sinne des RPG auf bereits erschlossene und nachgefragte Gebiete konzentriert und begrenzt und zu einem akzeptablen Preis angeboten werden kann. Ausserdem gibt es einen Konflikt zwischen dem Schutz des unbebauten Bodens und gleichzeitig zusätzlichem Wohnraum. Eine verdichtete Bebauung, die durch die hohen Grundstückspreise in den Städten gefördert wird, könnte den Flächenverbrauch reduzieren. Verdichtung ist jedoch teuer, komplex in der Umsetzung und durch die Gesetzgebung eingeschränkt (siehe Kapitel 2.5.6). Wichtig ist, sich zu erinnern: Die Wohnbautätigkeit bestimmt bei hoher Nachfrage entscheidend die Bevölkerungsentwicklung. Im Rahmen der Kapazitäts- und Reserveberechnungen (KaReB) berechnet z.B. das Amt für Städtebau (AfS) der Stadt Zürich insbesondere die zukünftige potenzielle Inanspruchnahme der Geschossflächenreserven, um die Verdichtungspotenziale auszuweisen und Prognosen über die Bevölkerungsentwicklung zu erstellen (Stadt Zürich Statistik, 2022, S. 37).

## **2.5.2 Der heutige Wohnungsbestand als Resultat der Schweizer**

### **Verkehrsentwicklung und Siedlungsgeschichte**

Der heutige Wohnungsbestand geht auf eine jahrhundertelange Siedlungsgeschichte zurück. Im folgenden Abschnitt wird der Bezug zur Verkehrsentwicklung, wie er von Bubenhofer (2017) hergestellt wird, aufgegriffen. Die jeweils vorhandenen infrastrukturellen Möglichkeiten haben im Laufe der Geschichte beeinflusst, wo sich Menschen niedergelassen haben. Sie erklären, warum sich an bestimmten Orten vermehrt ein Wohnungsbestand aus einer bestimmten Bauepoche befindet. Dies hat wiederum Auswirkungen auf die Wohnungsdichte und die Wohnungsgrössen in den jeweiligen Quartieren. Am Beispiel der Stadt Zürich ist in Abbildung 5 deutlich die mittelalterliche Altstadt, der innere Ring einer weitgehend bis 1920 entstandenen Bebauung und eine grosse Agglomeration zu erkennen. Die Neubautätigkeiten seit der Jahrtausendwende verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet, zumeist auf ehemaligen Industrie- und Brachflächen. Ein Vergleich des Bundesamtes für Statistik BFS (2023b) zeigt, dass die Schweizer Städte über einen sehr unterschiedlichen Altbaubestand verfügen. Während Zürich im schweizerischen Durchschnitt liegt, fällt vor allem auf, dass Basel-Stadt über den mit Abstand ältesten Gebäudepark verfügt, der zu 90% aus Häusern besteht, die vor 1980 gebaut wurden.

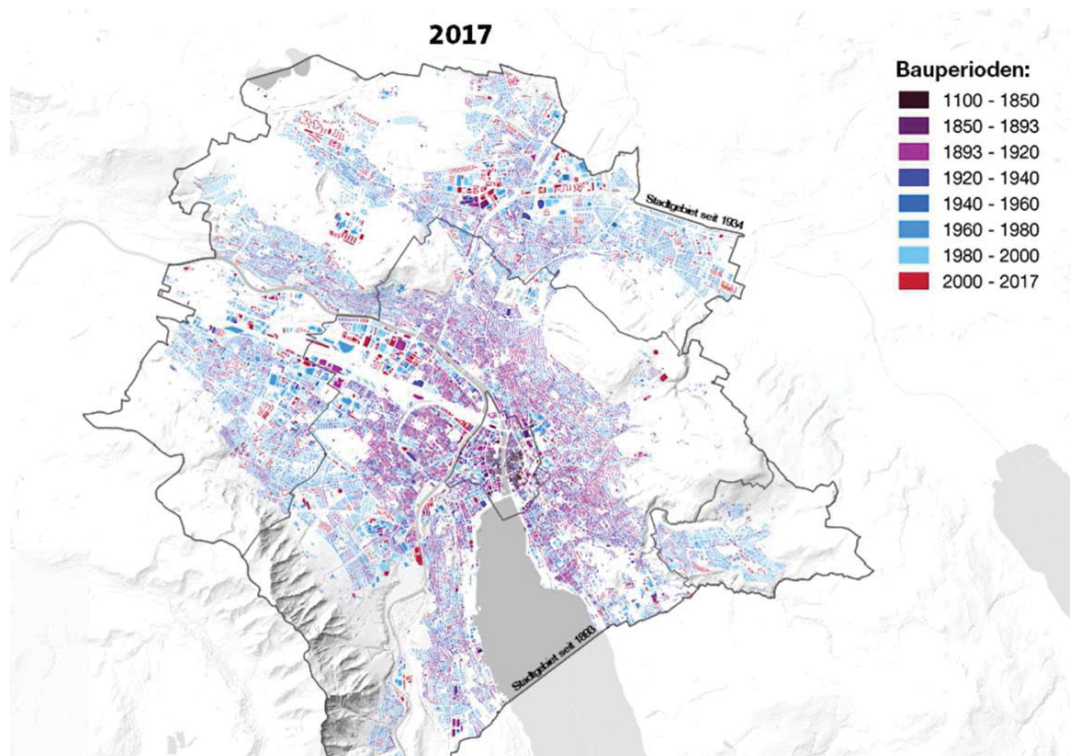


Abbildung 5: Gebäudebestand Stadt Zürich nach Bauperioden (Stadt Zürich, 2018a)

Die Schweiz hat sich seit dem Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert stetig urbanisiert. Typisch waren die relativ kleinen Städte in grosser Anzahl im Schweizer Mittelland. Um 1800 hatten Basel, Genf, Lausanne, Genf und Zürich jeweils mit zwischen 10'000 und 20'000 Einwohner\*innen (Fasol & Mathieu, 2016, S. 78-90). Die Siedlungen waren jeweils sehr kompakt und dicht bebaut, da unter anderem die Mobilität weitgehend zu Fuss erfolgte<sup>10</sup>. Zwischen 1850 und dem 1. Weltkrieg wuchsen die Städte, unter anderem durch die Gründung des Bundesstaates 1848, rasant. Dies bedeutete für die Städte mehr Sicherheit und bessere wirtschaftliche Verbindungen. Weitere Gründe für das Wachstum war die Erfindung der Eisenbahn, ein besseres Strassennetz und die parallel verlaufende industrielle Revolution (Bubenhofer, 2017). Die Stadtzentren wurden über die Schiene miteinander verbunden und dadurch attraktiver. Innerhalb der Städte blieb der Fussgängerverkehr vorherrschend, was zu einer hohen Dichte der zentrumsnahen Quartiere führte. Mit dem Bau von innerstädtischen Tramnetzen wuchsen die Städte vor allem entlang dieser Linien, ohne dass die Pendelzeiten zu den meist zentral gelegenen Arbeitsplätzen zu lang wurden (Fasol & Mathieu, 2016, S. 148-158). Die Zwischenkriegszeit zeigte nur ein leichtes Wachstum der Städte, daneben gewann das nun in Massenproduktion hergestellte Velo als Verkehrsmittel an Bedeutung. Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte die Schweiz ein enormes Wirtschafts- und

<sup>10</sup> Andere Gründe lagen auch vor: z.B. Notwendigkeit von Stadtmauern zur Verteidigung

Bevölkerungswachstum. Mit der Erfindung des Automobils erhöhte sich zudem die Reichweite der Pendelnden. Die Motorisierung breiter Bevölkerungsschichten ging mit einem starken Ausbau der Strasseninfrastruktur einher. Dies führte zu dem völlig neuen Phänomen, dass sich die Siedlungsgebiete flächenmässig stark ausdehnten. Es entstanden meist monozentrische, auf die Kernstadt ausgerichtete Agglomerationen mit hohen Pendlerströmen in die Zentren (Kretz & Kueng, 2016, S. 19-20). Ein sensibleres Verständnis für eine ressourcenschonende Flächennutzung in den 1970er und 1980er Jahren führte zu einer Verlangsamung des Wachstums der Strasseninfrastruktur und gleichzeitig zu einer Renaissance des öffentlichen Personenverkehrs. Dies führte jedoch nicht zu einem Rückgang der Zersiedelung, sondern zu einer weiteren Suburbanisierung. Gleichzeitig ging die Bevölkerung in den Städten zwischen 1960 und 2000 stark zurück. Die Stadt Zürich zum Beispiel schrumpfte in dem Zeitraum von etwa 440'000 auf 350'000 Einwohner\*innen (Bubenhofer, 2017). Erst seit den 1990er Jahren werden Städte von der breiten Bevölkerung wieder als potenziell qualitätsvolle urbane Lebensräume betrachtet, deren Aufwertung durch Massnahmen, wie z.B. die stellenweise Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV), unterstützt werden soll (Frey, 1996, S. 21-28). Während in den letzten zwanzig Jahren vor allem verbliebene innerstädtische Industrie- und Eisenbahnbrachen zu Wohnraum entwickelt wurden, wird die neue Aufgabe für Planende und Entwickelnde darin bestehen, die Verdichtung in bereits bestehenden Quartieren umzusetzen (Wüest Partner, 2018, S. 64-65). Die siedlungsstrukturelle Funktion von Bahnhöfen, die früher vor allem Hauptverkehrsknotenpunkte waren, hat mit der Reurbanisierung weiter zugenommen. Sie liegen in der Nähe der historischen Stadtkerne, sind öffentliche Drehscheiben für den Pendel- und Freizeitverkehr und aufgrund der hohen Fahrgastfrequenzen<sup>11</sup> hochattraktive Standorte für die umliegenden Gewerbe-, Einzelhandels- und Wohnimmobilien. Erreichbarkeit ist heute ein wichtiger Standortfaktor, nicht nur für Unternehmen, die von der Vernetzung in der Wirtschaft teilnehmen möchten. Auch „für die Qualität eines Wohnstandorts ist die Erreichbarkeit ein zentraler Standortfaktor. Der Zugang zu Arbeitsplätzen, aber auch zu Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten, prägt ganz entscheidend die Attraktivität eines Standorts mit“ (BAK Economics, 2021, S. 4).

---

<sup>11</sup> Den Bahnhof Zürich HB nutzen pro Werktag etwa 450.000 Passagiere (Ein- und Aussteiger) (SBB, 2023)

### 2.5.3 Mobilitätsverhalten

Wie bereits erläutert, steht die Zersiedelung und Suburbanisierung in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung der Infrastruktur, der Verkehrsmittel und des Mobilitätsverhaltens der Bevölkerung. Auch die Verfügbarkeit von Bauland spielt eine wichtige Rolle. Nach der Logik des MSM würden die Menschen nur in ländlichen und periurbanen Gebieten wohnen, weil sie die höheren Pendelkosten und -zeiten ins Stadtzentrum durch niedrigere Wohnkosten kompensieren können und den gleichen Gesamtnutzen haben wie die Bewohnerschaft des Stadtzentrums. Relevanter als die monetären Pendelkosten dürften für die meisten Pendelnden die Pendelzeit sein. Winkelmann und Bachmann (2004) stellen dazu in ihrer Studie zu den Elastizitäten von Pendelkosten und Pendelzeit fest, dass «Zeit [...] im Pendelverkehr tatsächlich wichtiger zu sein [scheint; Anm. d. Verf.] als Geld.» (S. 14). Die Untersuchungen von Stutzer und Frey (2008) zeigen, dass Personen mit längeren Pendelzeiten systematisch ein geringeres subjektives Wohlbefinden aufweisen (S. 339). Es stellt sich daher die Frage, inwiefern Menschen den Wohnort wählen, an dem sie gerne leben möchten oder ob der Wohnort z.B. durch die räumliche Entmischung von Wohn- und Arbeitsstätten erzwungen wird. Gemäss BFS Bundesamt für Statistik BFS (2021c) pendeln heute rund 70% aller Erwerbstätigen von ihrer Wohngemeinde in eine andere Gemeinde zur Arbeit. Im Durchschnitt sind dies rund 14 km pro Arbeitsweg (einfache Strecke), wofür durchschnittlich 29 Minuten benötigt werden. Etwas mehr als die Hälfte der Pendelnden benutzt für den Arbeitsweg das Auto, gut ein Viertel den öffentlichen Verkehr und knapp 20% legen den Weg mit dem Velo oder zu Fuss zurück (S. 2-5). Der Modal Split der Stadt Zürich zeigt beispielsweise, dass nur noch rund 20% aller Wege mit dem Auto zurückgelegt werden, der Rest wird mit dem ÖV (über 40%), dem Velo oder zu Fuss bewältigt (Stadt Zürich, 2022c, S. 8-10). 85% der Zürcher Bevölkerung besitzen ein ÖV-Abonnement, nur 50% besitzen ein Auto.

Seit 1990 ist eine starke Dekonzentration zu beobachten. Die Pendlereinzugsgebiete haben sich stark vergrössert (vgl. z.B. Stadt Zürich, Abbildung 6). Auch die Pendlerströme zwischen den grossen Städten und den Agglomerationen haben stark zugenommen (Bundesamt für Statistik BFS, 2021c, S. 7-10). Die Zunahme des Pendlerverkehrs resultiert einerseits aus der Bereitschaft und Möglichkeit der Arbeitnehmenden, längere Arbeitswege in Kauf zu nehmen. Moser (2007) beschreibt, dass neben höheren mittleren Pendelgeschwindigkeiten durch bessere Infrastruktur vor allem die Substitution von langsamen durch schnelle Verkehrsmittel auf kurzen Distanzen für eine bessere Erreichbarkeit sorgt (S. 134-135).

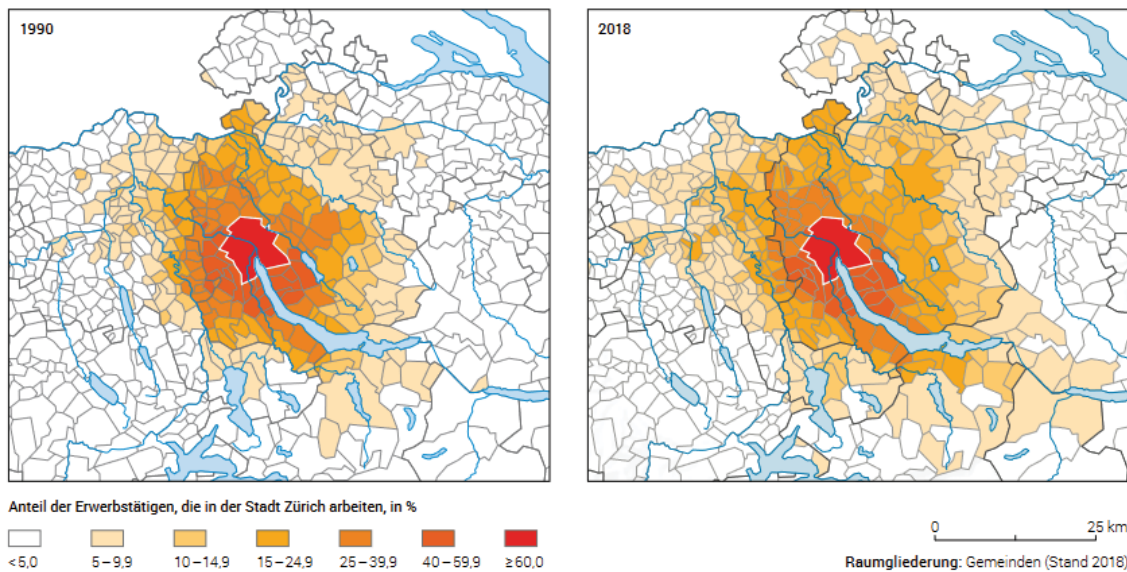


Abbildung 6: Das Pendlereinzugsgebiet von Zürich (ohne Ausland) (Bundesamt für Statistik BFS, 2021c, S. 9)

Dadurch werden längere Pendeldistanzen möglich. Zum anderen gibt es eine morphologische Komponente. Neben Moser beschreiben auch Guth, Siedentop und Holz-Rau (2012) in ihrer Arbeit zum Einfluss der Siedlungsstruktur auf den Pendelverkehr in westdeutschen Städten, dass die räumliche Entmischung von Arbeits- und Wohnstätten, auch als «Jobs-housing imbalance» bezeichnet, im Zusammenhang mit der Zersiedelung einen entscheidenden Einfluss auf das Pendelverhalten hat (S. 485-486). Der Nachweis des Ungleichgewichts erfolgt über die Ermittlung der Nachfrage nach Wohnstandorten. Die Fahrländer Partner AG (2008) untersuchte in ihrer Studie für das Bundesamt für Raumentwicklung ARE die Allokation der vorhandenen Baulandreserven. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass vor allem in den Agglomerationen der Grossstädte und entlang der Autobahnen zu wenig Reserven für die zu erwartende Nachfrage vorhanden sind. In den Gemeinden abseits der grossen Zentren sind die Bauzonen hingegen grösser als die Nachfrage (S. 4-6). Aus ökonomischer Sicht sollten die Reserven jedoch dort liegen, wo die Nachfrage am grössten ist. Aus raumplanerischer Sicht sollten die Bauzonen dort liegen, wo bereits eine hohe Siedlungsdichte besteht, um die Zersiedelung und Suburbanisierung zu bremsen. Um grosse Pendlerströme und -distanzen zu vermeiden, sollten die Bauzonen aus Sicht der Mobilität möglichst in kurzer Fahrdistanz zu den Arbeitsplätzen (und Freizeitangeboten) liegen. Zudem ist davon auszugehen, dass die verdrängten Bürger\*innen nach der Logik des MSM am Stadtrand mehr Wohnfläche konsumieren werden als dies im Zentrum der Fall wäre.



### 2.5.4 Wohn- und Wohnungsflächen

„Die Wohnungsfläche ist die Summe der Flächen sämtlicher Zimmer, Küchen, Kochnischen, Badezimmer, Toilettenräume, Reduits (Abstellräume), Gänge, Veranden usw. Zusätzliche separate Wohnräume (z. B. Mansarden), offene Balkone und Terrassen sowie nicht bewohnbare Keller- und Dachgeschossräume fallen bei der Berechnung ausser Betracht.“ (Bundesamt für Statistik BFS, 2022a, S. 20). Die durchschnittliche Wohnungsfläche auf dem schweizerischen Wohnungsmarkt beträgt heute 99 m<sup>2</sup>. Dieser Wert ist in den letzten zwanzig Jahren relativ stabil geblieben. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, schwankt die durchschnittliche Wohnungsfläche jedoch je nach Bauperiode stark. Zwischen 1946 und 1970 wurden durchschnittlich 83 m<sup>2</sup> grosse Wohnungen gebaut, während vor allem um die Jahrtausendwende deutlich grössere Wohnungen entstanden sind (2001-2005: 130 m<sup>2</sup>). Seit 2016 sind die Wohnungsflächen wieder rückläufig, fallen aber nicht unter den Durchschnittswert (Bundesamt für Statistik BFS, 2022e).

<b>Total</b>	Vor 1919	1919 - 1945	1946 -1960	1961 -1970	1971 -1980	1981 -1990	1991 -2000	2001 -2005	2006 -2010	2011 -2015	2016 -2021
<b>99,1</b>	96,5	92,2	83,8	82,9	93,2	106,8	112,3	131,1	124,9	115,1	102,4
<b>m<sup>2</sup></b>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>

Tabelle 1: Wohnungsfläche nach Bauperiode (Daten: Bundesamt für Statistik BFS, 2022e)

Neubautätigkeiten stellen zwar häufig eine bauliche Verdichtung dar, mit durchschnittlich 102 m<sup>2</sup> grossen Wohnungsflächen (Stand 2019) wird aber weder eine Verringerung der durchschnittlichen Wohnungsfläche noch eine höhere Bevölkerungsdichte oder ein sparsamerer Umgang mit Grund und Boden erreicht (Heye, 2019, S. 17). Je nach zeitlichem Wachstumsschwerpunkt der Gemeinden unterscheiden sich diese gerade auch in den durchschnittlichen Wohnungsflächen. So liegt Basel-Stadt mit dem ältesten Wohnungsbestand der Schweiz mit einer durchschnittlichen Wohnungsfläche von 80 m<sup>2</sup> deutlich unter dem gesamtschweizerischen Mittel. Die durchschnittliche Fläche pro Zimmer liegt in allen Kantonen zwischen 25 und 27 Quadratmetern. Auffallend ist der Unterschied zwischen Miet- und Eigentumswohnungen. So sind Eigentumswohnungen nicht nur in Bezug auf die Wohnungsfläche, sondern auch in Bezug auf die Zimmerzahl grösser und Bewohner\*innen konsumieren mehr Wohnfläche (Bundesamt für Statistik BFS, 2022e).

„Die durchschnittliche Wohnfläche pro BewohnerIn wird berechnet, indem die Summe der Wohnungsflächen durch die Gesamtzahl ihrer BewohnerInnen geteilt wird.“ (Bundesamt für Statistik BFS, 2022b). Im Jahr 2021 beträgt die durchschnittliche Wohnfläche in der Schweiz rund 46 m<sup>2</sup> pro Person. In mehr als einem Drittel der

Haushalte lebt nur eine Person. Deren Wohnflächenkonsum ist mit 80 m<sup>2</sup> doppelt so hoch wie derjenige von Mehrpersonenhaushalten mit 40 m<sup>2</sup> (siehe Tabelle 2). Die Wohnfläche von Eigentümer\*innen liegt mit 54 m<sup>2</sup> um 13 m<sup>2</sup> über der von Mieter\*innen (41 m<sup>2</sup>). Interessant ist, dass der Wohnflächenverbrauch der Wohnungsgrösse folgt. Je mehr Zimmer die Wohnungen haben, desto mehr Wohnfläche verbrauchen die dort wohnenden Personen. Den 1,4 Mio. Einpersonenhaushalten in der Schweiz stehen nur knapp eine Mio. Wohnungen mit 1 oder 2 Zimmern gegenüber. Eine effiziente Unterbringung dieser Haushalte wäre bei Anwendung der üblichen städtischen oder genossenschaftlichen Mietbedingungen (Zimmerzahl minus eins = Mindestpersonenzahl) theoretisch nicht möglich.

	Anteil Haushalte	Whg. total	Whg. mit 1 Zimmer	Whg. mit 2 Zimmer	Whg. mit 3 Zimmer	Whg. mit 4 Zimmer	Whg. mit 5 Zimmer	Whg. mit 6+ Zimmer
<b>Einpersonenhaushalte</b>	<b>37 %</b>	<b>80 m<sup>2</sup></b>	36 m <sup>2</sup>	58 m <sup>2</sup>	78 m <sup>2</sup>	103 m <sup>2</sup>	131 m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>
<b>Haushalte von 2+ Personen</b>	<b>63 %</b>	<b>40 m<sup>2</sup></b>	18 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	32 m <sup>2</sup>	37 m <sup>2</sup>	45 m <sup>2</sup>	54 m <sup>2</sup>

Tabelle 2: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner in Ein- und Mehrpersonenhaushalten, Stand 2021 (Bundesamt für Statistik BFS, 2023a)

„Als Zimmer gelten Wohnräume wie Wohnzimmer, Schlafzimmer, Kinderzimmer usw., die als Gesamtes eine Wohnung bilden. Nicht gezählt werden Küche, Badezimmer, Duschen, Toiletten, Reduits, Korridore, halbe Zimmer<sup>12</sup>, Veranden sowie zusätzliche separate Wohnräume ausserhalb der Wohnung.“ (Bundesamt für Statistik BFS, 2022a, S. 22). Die Erhebungen der Stadt Zürich zeigen, dass zwischen 1946 und 1980 knapp die Hälfte der Neubauten 1- und 2-Zimmer-Wohnungen waren. Deren Anteil nahm bis zur Jahrtausendwende kontinuierlich ab, während Wohnungen mit 3 und mehr Zimmern vermehrt gebaut wurden. Diese familienfreundlichen Wohnungen wurden von der Stadt Zürich teilweise aktiv mit Programmen gefördert (z.B. «Wohnen für Alle»). Seit der Jahrtausendwende ist ein Rückgang der grösseren Wohnungen zugunsten vor allem von 2- und 3-Zimmerwohnungen zu beobachten (Stadt Zürich, 2018b).

### 2.5.5 Haushaltgrössen und Wohnflächenverbrauch

Um die Grössemerkmale des Wohnungsbestandes richtig interpretieren zu können, ist ein grundlegendes Verständnis der Haushaltgrössen und des Wohnflächenkonsums sowie deren Entwicklung notwendig. Die Schweiz hat im letzten Jahrhundert einen

<sup>12</sup> Halbe Zimmer sind «natürlich belichtete und belüftete Flächen von mindestens 5 m<sup>2</sup>, die nicht als Zimmer angerechnet werden können» (Bundesamt für Wohnungswesen BWO, 2015)

tiefgreifenden sozialen und wirtschaftlichen Wandel erfahren. Die Entwicklung der privaten Haushalte zeigt ein massives Bevölkerungswachstum, vor allem aber einen Wandel von Haushalten mit kinderreichen Grossfamilien hin zu kleinen, oft kinderlosen Haushalten. Statistische Erhebungen reichen bis 1860 zurück, seitdem ist die Zahl der Haushalte von 0,5 auf 3,8 Millionen gestiegen. Lag die durchschnittliche Haushaltsgrösse 1860 noch bei 4,8 Personen pro Haushalt, so ist sie laut Bundesamt für Statistik BFS (2021b) bis heute auf rund 2,2 Personen pro Haushalt gesunken (S. 1-2). Während der Anteil der kinderreichen Familien abnimmt, steigt der Anteil der Ein- und Zweipersonenhaushalte. Dafür gibt es mehrere Gründe.

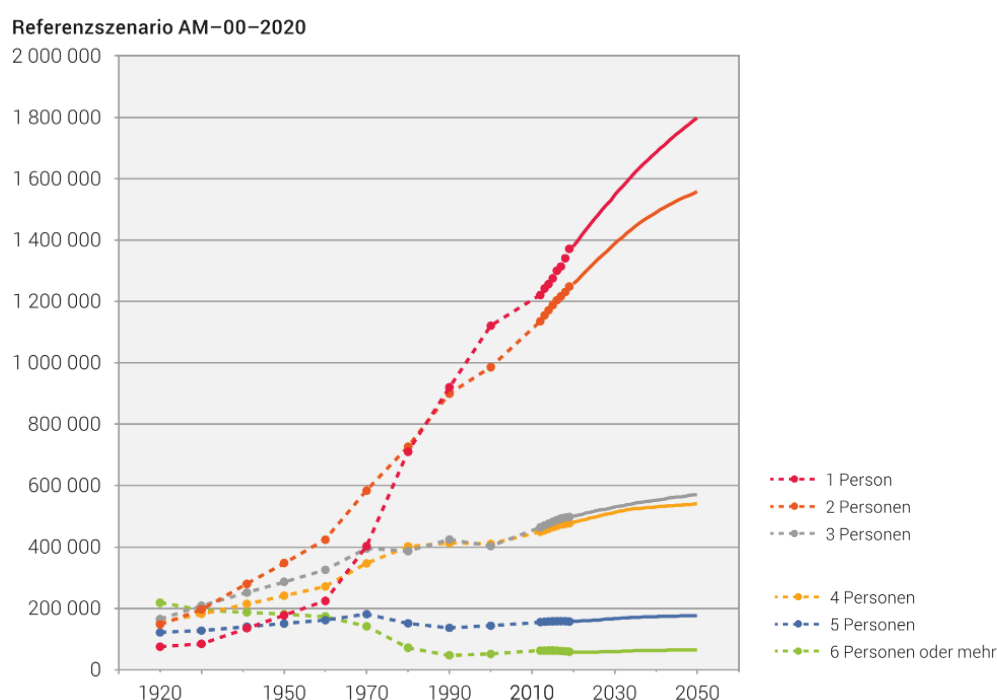


Abbildung 7: Entwicklung der Privathaushalte nach Haushaltsgrösse (Bundesamt für Statistik BFS, 2021b)

Der wichtigste Faktor ist die Zunahme des Wohlstands durch den wirtschaftlichen Aufschwung, in dessen Verlauf sich die Schweiz von einer Agrargesellschaft des 19. Jahrhunderts zu einer urban geprägten Dienstleistungs- und Industriegesellschaft entwickelt hat (Willimann, 2023). Dies äussert sich beispielsweise in einer höheren Lebenserwartung, einer niedrigeren Geburtenrate, einer höheren Scheidungsrate und einer veränderten Religionszugehörigkeit. Für 2050 rechnet das BFS mit 4,7 Mio. Haushalten mit einer durchschnittlichen Haushaltsgrösse von 2,1 (Bundesamt für Statistik BFS, 2021b, S. 5). Für die Raumplanung ist die Entwicklung der Haushalte relevant. Während die Grösse der Haushalte stark abgenommen hat, zeigt Kapitel 2.5.4, dass sich die Grössen der gleichzeitig gebauten Wohnungen nicht im gleichen Mass verändert haben. Stattdessen hat die pro Person beanspruchte Wohnfläche in den letzten



Jahrzehnten stark zugenommen. Sie ist von 33 m<sup>2</sup> im Jahr 1980 auf rund 46 m<sup>2</sup> stark angestiegen, wobei sich der Trend seit 2000 abgeschwächt hat (Bodmer, 2023, S. 20). Zu einem allgemein höheren Ressourcenverbrauch führt u.a. der steigende Wohlstand. Dazu gehört auch der Wohnflächenverbrauch<sup>13</sup>.

### **2.5.6 Rechtliche Rahmenbedingungen**

Das MSM basiert auf einem freien Immobilienmarkt, auf dem die Entwickelnden entsprechend der Nachfrage so hoch und so dicht bauen, wie sie es für angemessen halten. Bau- und Raumplanungsgesetze existieren in diesem Modell nicht. Die Wirklichkeit sieht anders aus. Grundstückseigentümer\*innen können trotz ihres Besitzes nicht nach Belieben über ihr Grundstück verfügen. Sie sind durch das Zivilrecht, z.B. im Verhältnis zur Nachbarschaft, vor allem aber durch das öffentliche Recht beschränkt. Ein dichtes, für Laien schwer durchschaubares Geflecht von Gesetzen, Verordnungen, Planungs- und Baureglementen und Richtlinien auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene schränkt ein, in welchem Umfang eine Parzelle bebaut oder auch umgebaut werden darf.

Das erste Raumplanungsgesetz (RPG) zur Ordnung der Bauzonen in der Schweiz wurde 1980 erlassen. Trotz der im Gesetz vorgesehenen „haushälterischen Bodennutzung“ (Artikel 1 des Bundesgesetzes über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Januar 2019), SR 700) und der „Verdichtung der Siedlungsfläche“ (Art. 3, RPG) hat der Landverbrauch weiter zugenommen. Im Jahr 2012 wurde das Bundesgesetz revidiert und als neues Ziel explizit die Siedlungsentwicklung nach Innen (Art. 1 Abs. 2 lit. a<sup>bis</sup> RPG) festgelegt. In der Praxis erstellen die Kantone eine strategische, nur behördenverbindliche Richtplanung, die sicherstellen soll, dass die Bauzonen bedarfsgerecht eingezont und überbaut werden. Gestützt darauf erlassen die Gemeinden (soweit nicht durch eidgenössisches oder kantonales Recht vorgegeben) Baugesetze sowie Bau- und Zonenordnungen, welche die zulässige Bau- und Nutzungsweise von Grundstücken regeln. Ausnützungs- oder Baumassenziffern und notwendige Grenzabstände legen für den Grundeigentümer das maximale Bauvolumen auf seinem Grundstück fest. Solange keine Mindestausnützungsziffern vorgeschrieben waren<sup>14</sup>, wurde in der Vergangenheit bei tiefen Bodenpreisen oder geringer Nachfrage nicht die

---

<sup>13</sup> Siehe hierzu beispielsweise «Repräsentative Erhebung von Pro-Kopf- Verbräuchen natürlicher Ressourcen in Deutschland (nach Bevölkerungsgruppen)», eine Studie des deutschen Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2016 (Kleinhüchelkotten, Neitzke & Moser, 2016, S. 81-84)

<sup>14</sup> Die meisten Kantone verfügen mittlerweile über unterschiedliche Dichtevorschriften (Muggli, 2013, S. 160)

maximal mögliche Baumasse realisiert, was zu Geschossflächenreserven in den jeweiligen Bauzonen führte (Muggli, 2013, S. 160).

Von der Regelbauweise kann abgewichen werden, wenn ein Sondernutzungsplan, z.B. ein Gestaltungsplan, für ein bestimmtes Gebiet aufgestellt wird und eine gebietsbezogene Erhöhung der Ausnutzungsziffer zulässt. Zudem kann in Arealüberbauungen eine höhere Dichte erreicht werden (EspaceSuisse: Verband für Raumplanung, 2019). Eine bauliche Verdichtung durch Wohnersatzbauten findet nachweislich in der Stadt Zürich statt: In den Jahren 2015 bis 2019 wurden für jede abgebrochene Wohnung durchschnittlich 1,7 neue Wohnungen erstellt (Stadt Zürich, 2020).

Es gibt weitere Instrumente der öffentlichen Hand zur Steuerung der Bebauung. Die Stadt Zürich verfügt beispielsweise über eine Hochhausrichtlinie, die festlegt, in welchen Stadtgebieten Hochhäuser in welcher Höhe gebaut werden dürfen<sup>15</sup>. Vor allem die zentralsten Orte der Städte, die historischen Altstädte, stehen oft unter Schutz und erfahren daher weniger Transformation als andere Stadtquartiere. „Die Rücksichtnahme auf Natur- und Baudenkmäler [, wie Denkmalschutzobjekte oder schützenswerte Ortsbilder, Anm. d. Verf.], bedingt einen Umgebungsschutz, der einer Verdichtung entgegenstehen kann“ (Muggli, 2013, S. 162). Er argumentiert, dass bei einer Verdichtung aber vor allem die Qualitätsmerkmale der bestehenden Baudenkmäler eine wichtige Rolle für die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger spielen können. Salvi (2003) stellt in Bezug auf das MSM die Hypothese auf, dass die aktuelle Dichte in den Städten ökonomisch suboptimal niedrig ist im Vergleich zu der Dichte, die sich durch einen freien Markt ergeben würde.

Seiner Meinung nach sollten die Baugesetze und -vorschriften entsprechend gelockert werden, um positive Anreize für eine Verdichtung zu schaffen (S. 2-3). Nach der Logik des MSMs würde sich die optimale Dichte im räumlichen Gleichgewicht automatisch einstellen. Schmidheiny (2022) fasst zusammen, dass aufgrund von Markteingriffen im Falle einer „geschlossenen“ Stadt mehr Haushalte in unattraktiven Lagen leben müssen und die Zersiedelung zunimmt. Die Mietpreise sind in der gesamten Stadt höher als sie sein müssten. Bei einer „offenen“ Stadt würden mehr Menschen in andere Städte abwandern (S. 58).

---

<sup>15</sup> Nach § 284 des Planungs- und Baugesetzes PBG des Kantons Zürich vom 7. September 1975 (Stand 01.07.2023), Ordnungsnummer 700.1, darf jedoch „die Ausnutzung (...) nicht grösser als bei einer gewöhnlichen Überbauung sein“. (Anmerkung: Ausser über Gestaltungspläne)

Für Wohnbauten gibt es verschiedene Rahmenbedingungen, welche Einfluss auf die Wohnungsfläche und folglich auch den Preis haben. Die eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Planungs- und Bauvorschriften schreiben z.B. lichte Raumhöhen, notwendige Kochbereiche oder Abstellräume im Umfang von 10% der Wohnungsfläche vor. Bei Neubauten mit mehr als acht Wohneinheiten muss die Erschliessung hindernisfrei nach SIA 500 ausgeführt werden, was einen erhöhten Flächenbedarf zur Folge hat (Art. 3 lit. C des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG) vom 13. Dezember 2002 (Stand am 1. Juli 2020), SR 151.3 und § 239a PBG). Lärmschutz, energieeffizientes Bauen und weitere Vorschriften wirken sich zusätzlich auf die Baupreise aus. Das Wohnungs-Bewertungs-System (WBS) des Bundes legt zudem Mindeststandards für Raumgrössen und Wohnungsflächen fest, die für eine staatliche Förderung eingehalten werden müssen. Mindestens ein Zimmer muss 14 m<sup>2</sup> gross sein, alle anderen Zimmer mindestens 10 m<sup>2</sup>. Werden alle Vorgaben kombiniert, ergeben sich Mindestgrössen für Wohnungen von 60 m<sup>2</sup> für eine 3-Zimmer-Wohnung bzw. 80 m<sup>2</sup> für eine 4-Zimmer-Wohnung (Bundesamt für Wohnungswesen BWO, 2015, S. 8-21). Ein Trend zu Kleinstwohnungen, wie er in gewissen internationalen Metropolen zu beobachten ist, ist daher auch bei einer Verschärfung der Marktsituation nicht zu erwarten. Um den Wohnflächenverbrauch zu reduzieren, wenden Genossenschaften und die öffentliche Hand inzwischen häufig Belegungsvorschriften an, die eine effiziente Belegung (i.d.R. Mindestbelegung = Anzahl Zimmer - 1) von Wohnungen vorschreiben, die zur Kostenmiete vermietet werden.

### **3. Empirische Analyse**

Die theoretischen Grundlagen, die in den vorherigen Abschnitten erläutert wurden, zeigen, dass rechtliche und siedlungsgeschichtliche Rahmenbedingungen erheblichen Einfluss auf die Eigenschaften und Verortung von Wohnungen haben. Ausserdem wurde die Theorie des MSM erläutert. Diese Grundlagen bilden das Gerüst, auf der die folgende empirische Analyse aufgebaut ist.

#### **3.1 Methode**

##### **3.1.1 Studiendesign**

Diese Studie ist eine beobachtende Querschnittsstudie mit drei Analyseschritten. Im ersten Schritt der Analyse wird ein Basismodell erstellt, das auf den Grundprinzipien des MSM nach Brueckner (1987) basiert. In diesem Modell werden die Hauptbahnhöfe der

untersuchten Städte jeweils als Zentrum betrachtet und es wird die räumliche Verteilung der *Wohnungsdichte* (Anzahl der Wohnungen pro Hektar), der *Wohnungsflächen* und der *Grosszügigkeit* der Wohnungen (gemessen in Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der ÖV-Fahrzeit zum Hauptbahnhof analysiert. Die Wahl der Hauptbahnhöfe als Stadtzentrum und der Fahrzeiten als Prädiktorvariable folgt den Erläuterungen in Kapitel 2.5.2 und 2.5.3. Hier weicht das Modell bewusst vom MSM nach Brueckner ab. Dieses bestimmt die Abhängigkeit der Variablen über die Transportkosten in Form von monetären Kosten, die proportional zur Radialdistanz sind. Im zweiten Analyseschritt werden im Modell Einflussfaktoren berücksichtigt, durch deren Integration ein umfassenderes und realitätsnäheres Modell angestrebt wird. Gleichzeitig wird untersucht, wie stark der jeweilige Einfluss der Einflussfaktoren ist, die das MSM nach Brueckner nicht enthält. Bei den Einflussfaktoren handelt es sich um die *Bauperiode* der Wohnungen, das steuerbare *Pro-Kopf-Einkommen* je Gemeinde und die Bedeutung von *Nebenzentren*. Die Relevanz der Faktoren *Bauperiode* und *Einkommen* wird in einer multivariaten Regression, die *Nebenzentren* werden durch eine Trennung des Datensatzes untersucht (Erläuterung in Kapitel 3.1.7). In einem letzten Schritt wird eine Analyse durchgeführt, bei der die Neubauten seit 2020 disaggregiert vom Altbestand analysiert werden. Ziel ist es, die Auswirkungen der Neubautenentwicklung auf das monozentrische Modell zu untersuchen. Von besonderem Interesse ist dabei, inwieweit sich die jüngste Bautätigkeit hinsichtlich der Innenverdichtung von früheren Mustern unterscheidet und ob sie die Regressionen signifikant beeinflusst.

### 3.1.2 Datengrundlage

Als grundlegender Datensatz des Modells wird das eidgenössische *Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)* des BFS verwendet, dessen Basisdaten kostenlos abgerufen werden können. Das GWR wurde auf Basis der Daten der Volkszählung 2000 für statistische Zwecke aufgebaut und hat sich seither als wichtigstes nationales Gebäudeinformationssystem etabliert. Der geokodierte Datensatz erfasst gemäss Merkmalskatalog (Bundesamt für Statistik BFS, 2022d) alle Gebäude mit Wohnnutzung und deren Wohnungen in der Schweiz mit zahlreichen Attributen wie Wohnungsstatus, Anzahl Zimmer, Wohnfläche und Nutzungsart der Wohnung. Die beiden Datensätze „Gebäude“ und „Wohnungen“ sind über den Eidgenössischen Gebäude-Identifikator EGID miteinander verknüpft.

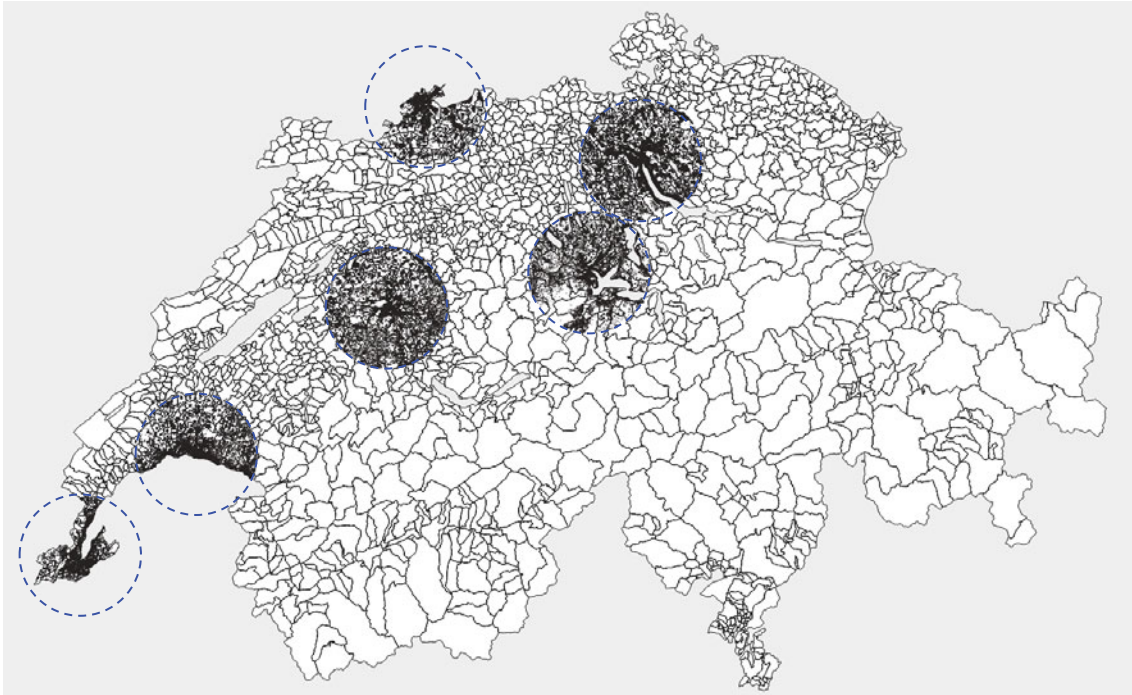


Abbildung 8: Untersuchte Wohnungen

Die Beobachtungseinheit der Studie ist eine Wohnung gemäss Definition des BFS. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Untersuchung des schweizerischen Wohnungsmarktes für Miet- und Eigentumswohnungen. Zweitwohnungen oder nicht zu Wohnzwecken genutzte Wohnungen werden nicht berücksichtigt. Zudem werden nur bestehende Wohnungen betrachtet. Unabhängig der Gemeindezugehörigkeit wurden alle Wohnungen im Umkreis von 20 km um den jeweiligen Hauptbahnhof folgender Städte erfasst: Zürich, Genf, Basel, Lausanne, Bern und Luzern. Bei den verwendeten Daten handelt es sich somit nicht um eine Stichprobe, sondern die Gesamtheit des Stichprobenrahmens. Die erfassten Wohnungen sind in Abbildung 7 visuell dargestellt. Wie erkennbar ist, beschränken sich die Daten auf Wohnungen in der Schweiz, weshalb Wohnungen, die im Untersuchungsradius von Genf, Lausanne und Basel, aber in Frankreich oder Deutschland liegen, ausgeschlossen sind. Es werden durch die räumliche Begrenzung für die sechs Städte zusammen etwa 1,81 Mio. Wohnungen, also etwa 40% des gesamten Wohnungsbestandes der Schweiz, berücksichtigt.

### 3.1.3 Variablen

Die für die empirische Analyse relevanten Variablen der Datensätze (und die daraus abgeleiteten Variablen) sind in der folgenden Tabelle 3 aufgeführt. Eine detaillierte Auflistung und Beschreibung der wichtigsten verwendeten Variablen findet sich in den folgenden Unterkapiteln.



Variable	Beschreibung	Quelle
BFS-Gemeindenummer	Über die BFS-Gemeindenummer werden Gebäude einer politischen Gemeinde zugeordnet.	GWR
EGID	Gesamtschweizerisch eindeutige Identifikationsnummer für alle Gebäude (mithilfe der EGID können Wohnungen mit Gebäuden verknüpft werden)	GWR
Gebäudekoordinaten	E- und N-Gebäudekoordinaten zur numerischen Lokalisierung des Gebäudes	GWR
Baujahr der Gebäude	Angabe zum Baujahr des Gebäudes (Jahr der Fertigstellung)	GWR
Bauperiode	Bestimmung der Bauperioden in Anlehnung an die Einteilung des BFS (siehe 3.1.3.3)	abgeleitet aus GWR
Wohnungsstatus	Angabe zum aktuellen Zustand der Wohnung: z.B. in Planung / bestehend	GWR
Nutzungsart der Wohnung	Parameter, z.B. zur Unterscheidung von Erst- und Zweitwohnungen	GWR
Anzahl Zimmer	Umfasst alle bewohnbaren Räume innerhalb der Wohnung wie Wohnzimmer, Schlafzimmer usw.	GWR
Wohnungsfläche	Als Wohnungsfläche ist die Summe der Flächen sämtlicher Zimmer, Küchen, Kochnischen, Badezimmer, Toiletten, Abstellräume, Gänge, Veranden usw. einer Wohnung erfasst.	GWR
Fläche pro Zimmer	Entspricht: Wohnungsfläche geteilt durch die Anzahl Zimmer	abgeleitet von GWR
Baujahr der Wohnung	Baujahr der Wohnungen (Anmerkung: Wohnungen, welche vor dem Jahr 2000 fertiggestellt wurden (durch Neubau oder Umbau des Gebäudes), sind im GWR mit Baujahr 1999 erfasst.)	GWR
Wohnungsdichte	Wohnungen pro Hektar, Stand Juli 2023 (siehe 3.1.3.2)	abgeleitet von GWR
Bahnhof-Nr	Zur eindeutigen Bestimmung der Bahnhöfe	SBB, passagierfrequenz
Bahnhof-Koordinaten	E- und N-Gebäudekoordinaten zur numerischen Lokalisierung des Bahnhofes	SBB, passagierfrequenz
Passagierfrequenz pro Werktag	Anzahl der ein- und aussteigenden Passagiere am entsprechenden Bahnhof. (Anmerkung: Die im zweiten Schritt ermittelten Nebenzentren können anhand der Fahrgastfrequenzen deskriptiv verifiziert werden.)	SBB, passagierfrequenz
Fahrzeit <sub>HZ</sub>	ÖV-Fahrzeit zum Hauptzentrum (HZ) in Minuten	API der Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz
Fahrzeit <sub>NZ</sub>	ÖV-Fahrzeit zum Nebenzentrum NZ in Minuten	API der Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz
Steuerbares Einkommen	Durchschnittliches steuerbares Einkommen pro Steuerpflichtigem pro Gemeinde (in zehntausend CHF)	ESTV, Statistischer Atlas der Schweiz

Tabelle 3: Verwendete Variablen

### 3.1.3.1 Unabhängige Variablen: Fahrzeiten

Die ÖV-Fahrzeiten wurden über die Programmierschnittstelle (API) der Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz (2023) bezogen. Aufgrund des beschränkten Datenzugriffs wurden die Fahrzeiten jeweils für die Mittelpunkt-Koordinaten von Feldern mit einer Rastergrösse von 500x500m mit einer maximalen Distanz von 20km zu den Haupt- und Nebenzentren generiert. Die API hat die Fahrzeiten für eine fiktive Abfahrt am Montag, den 17.07.2023 um 12:30 Uhr<sup>16</sup> erstellt. Die Fahrzeiten, die auf der schnellsten Route basieren, setzen sich zusammen aus der reinen ÖV-Fahrzeit und dem notwendigen

<sup>16</sup> Der Stundentakt der SBB garantiert die gleichen Fahrzeiten zu anderen Tageszeiten (ausser nachts)

Fussweg zur nächsten Haltestelle. Anschliessend wurde allen Wohnungen in den 500x500m grossen Feldern die jeweils ermittelte Fahrzeit zugewiesen. Daraus ergibt sich eine leichte Unschärfe der Reisezeit von etwa 5 Minuten. Wenige Mittelpunkt-Koordinaten liegen in unwegsamem Gelände (Gewässer, dichter Wald), für diese konnte keine Reisezeit ermittelt werden. Davon sind aber lediglich knapp 5000 Wohnungen betroffen, welche in der Analyse nicht berücksichtigt wurden.

### 3.1.3.2 Endogene Variablen

- *Wohnungsdichte* (Anzahl Wohnungen pro Hektar, Stand Juli 2023): Die Wohnungsdichte bezieht sich auf die Anzahl der zum Zeitpunkt der Datenextraktion (12.07.2023) erfassten Wohnungen pro Hektar. Der Wert für die Wohnungsdichte wird auf alle Wohnungen angewandt, die innerhalb des Hektars liegen. Bei den disaggregierten Analysen nach älteren (vor 2020 errichteten) und neueren Gebäuden (ab 2020 erbaut) ist zu beachten, dass die Variable nicht die Wohndichte des Zeitraums (vor / ab 2020) angibt, in dem das Gebäude errichtet wurde, sondern vielmehr die Wohndichte für ältere und neuere Gebäude im Jahr 2023.
- *Wohnungsfläche*: Vorhandene GWR-Variable
- *Grosszügigkeit* (Fläche pro Zimmer): Es wurde die GWR-Variable "Wohnungsfläche" durch die GWR-Variable "Anzahl Zimmer" geteilt.

### 3.1.3.3 Kovariate und Modellerweiterungen

Die Bestimmung der Bauperioden erfolgt in Anlehnung an die Einteilung des BFS in folgende Gruppen: Vor 1919, 1919-1945, 1946-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020, 2021-2023. Es werden in dieser Studie zwei Operationalisierungen der Bauzeit verwendet. In dem Fall, dass die Bauperiode als Faktorvariable (Analyseschritt 2) verwendet wird, wird sie entsprechend der oben gezeigten Kategorisierung angewandt. Bei der Unterteilung in alte und neue Gebäude (Analyseschritt 3) wird zwischen Gebäuden, die vor 2020 gebaut wurden, und solchen, die zwischen 2020 und 2023 gebaut wurden, unterschieden. Zunächst wurde die jüngste Bauperiode gemäss BFS (2021-2023) im Vergleich zu allen älteren Perioden betrachtet. Nach der Überprüfung der Daten wurde die GWR-Variable „Baujahr Wohnung“ zur Klassifizierung verwendet und ein zusätzliches Jahr (2020) hinzugefügt, um die Zahl der Wohnungen in der Untergruppe zu erhöhen. Die Untergruppe des älteren Bestandes weist 1,74 Mio. Wohnungen auf. Im Zeitraum Januar 2020 bis Juli 2023 wurden etwa 70'000

neue Wohnungen im maximalen Umkreis von 20km um die sechs Städte herum erstellt worden. Dies ist folglich die Datenmenge der zweiten Untergruppe.

Um den Einfluss der Einkommensverhältnisse zu untersuchen, wird das durchschnittliche steuerbare Einkommen pro steuerpflichtiger Person pro Gemeinde berücksichtigt. Dieses wird anhand der BFS-Gemeindenummer den Wohnungen zugeordnet. Die Daten basieren auf dem Datensatz 2019 des BFS, dessen Quelle die Eidgenössische Steuerverwaltung (ESTV) ist. Abrufbar sind die Daten über den staatlichen Atlas der Schweiz (ESTV, 2019). Für die Regressionen wurde die Variable für Einkommen, dividiert durch zehntausend, verwendet. Dies ermöglicht eine bessere Analyse der Koeffizienten.

	<b>Nebenzentrum</b>	<b>Bahnhof</b>	<b>Bhf-Nr</b>
Zürich	Glatttal	Wallisellen	8503129
	Zürich Nord	Oerlikon	8503006
	Altstetten/Hardbrücke	Altstetten	8503001
	Limmattal	Dietikon	8503508
Basel	Birsstadt Süd	Dornach-Arlesheim	8500118
	Liestal	Liestal	8500023
Genf	Flughafen	Genève Aéroport	8501026
	Lancy	Lancy-Pont-Rouge	8516155
	Chêne-Bourg	Chêne-Bourg	8516274
Lausanne	District de l'ouest lausannois	Renens VD	8501118
	Morges	Morges	8501037
	Pully	Pully	8501121
Bern	Zollikofen	Zollikofen	8504410
	Köniz	Köniz	8507083
	Bern West	Bümpliz Nord	8504489
	Ostermundigen	Ostermundigen	8507002
Luzern	Luzern Ost	Ebikon	8502200
	Luzern Nord	Emmenbrücke	8502021
	Luzern Süd	Horw	8508319

Tabelle 4: Ausgewählte Nebenzentren

Die Festlegung der untersuchten Nebenzentren der Städte erfolgte auf der Grundlage von Agglomerationsprogrammen und Richtplänen der Städte und Kantone. Diese weisen den Nebenzentren eine siedlungsstrukturelle und/oder infrastrukturelle Bedeutung zu. Ausgewählt wurden Nebenzentren, die im engeren Agglomerationsraum der Kernstädte liegen und maximal 10 km Luftlinie (Ausnahme: Liestal, Basel) von den Kernstädten entfernt sind (siehe Tabelle 4). Als Mittelpunkt der Nebenzentren wurden die jeweils wichtigsten Bahnhöfe gewählt. Zur Überprüfung der Relevanz der Bahnhöfe wurde ein deskriptiver Vergleich der Fahrgastfrequenzen anhand des Passagierfrequenzen-Datensets (SBB, 2023) durchgeführt. Für alle Wohnungen innerhalb des 20km grossen Radius um die Hauptbahnhöfe wurde die Fahrzeit zum nächstliegenden Nebenzentrum



bestimmt. Dies bedeutet, dass die Bedeutung der Nebenzentren innerhalb einer Stadt gesamthaft bewertet werden. Die Bedeutung der einzelnen Nebenzentren werden nicht untersucht.

### 3.1.4 Statistische Methoden

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 werden einfache lineare Regressionsmodelle verwendet, um den Zusammenhang zwischen der ÖV-Fahrzeit zum Stadtzentrum (unter Verwendung des Hauptbahnhofs einer Stadt) und der Wohnungsdichte, der Wohnungsflächen und der Grosszügigkeit der Wohnungen zu bewerten. Für jede der sechs in diese Studie einbezogenen Städte werden drei Regressionsmodelle erstellt, in denen die Fahrzeit zum Stadtzentrum ( $Fahrzeit_{HZ}$ ) als Vorhersagevariable und die Wohnungsdichte, die Wohnungsfläche und die Grosszügigkeit der Wohnungen als separate Ergebnisvariablen enthalten sind. In diesen Modellen sind keine Kovariate enthalten. Die Ergebnisse der Regressionen werden zunächst in einem Diagramm dargestellt, wobei jeweils die Methode der lokal geschätzten Streudiagrammglättung (LOESS) verwendet wird, um die sich ändernde Steigung für jede Stadt darzustellen. Unterlegt sind diese Diagramme mit Punkten, die die durchschnittliche Observation pro Wert der Prädiktorvariable darstellen. Die Regressionsgeraden, die aus den Regressionsmodellen gewonnen wurde, werden für die Städte in separaten Grafiken präsentiert. Mithilfe der Geoinformationssystemsoftware QGIS wurden ausserdem Karten erstellt, die die geografische Verteilung der Wohnungsdichte pro Hektar und der durchschnittlichen Wohnungsflächen pro Hektar berücksichtigen.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 wird das Basismodell um weitere Variablen erweitert. Mit Hilfe einer multivariaten linearen Regression wird untersucht, wie sich die Einflussfaktoren *Bauperiode* und *Einkommen* auswirken, die im ursprünglichen Modell nicht berücksichtigt wurden. Dies passiert, indem sie als Kovariate in das Modell aufgenommen werden. Anhand der Regressionszusammenfassungen werden die Koeffizienten der Kovariate und die Koeffizienten der Prädiktorvariable  $Fahrzeit_{HZ}$  ausgewertet. Die Analyse wird für die Gesamtgruppe der Städte durchgeführt, nicht für die einzelnen Städte.

Zur Untersuchung der Nebenzentren wurden drei Wohnungsgruppen A, B und C entsprechend der Tabelle 5 erstellt. Die Gruppen B und C enthalten die gleichen Wohnungen, die Prädiktorvariable ist jedoch unterschiedlich. Für die Gruppen werden die Regressionen für „Wohnungsdichte“ und „Wohnungsflächen“, jeweils mit der entsprechenden Prädiktorvariable, also der Fahrzeit zum Hauptzentrum und der Fahrzeit

zum Nebenzentrum, durchgeführt. Anschliessend werden anhand der Regressionszusammenfassungen die Koeffizienten der Regressionen für die Gruppen B und C verglichen. Es werden die Z- und p-Werte für B-C beigezogen. Die Analyse wird für die Gesamtgruppe, sowie alle Städte separat durchgeführt. Dies erlaubt einen Vergleich der Städte. Auf die Regressionsanalyse „Grosszügigkeit“ wurde verzichtet.

Gruppe	A	B	C
Auswahl Wohnungen	Wohnungen, deren Fahrzeit zum Hauptzentrum kürzer ist als die Fahrzeit zu einem Nebenzentrum	Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem Nebenzentrum kürzer ist als die Fahrzeit zum Hauptzentrum	Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem Nebenzentrum kürzer ist als die Fahrzeit zum Hauptzentrum
Verwendete Prädiktorvariable	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	Fahrzeit <sub>NZ</sub>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>

Tabelle 5: Datengruppen zur Analyse der Nebenzentren

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 3 wird das lineare Regressionsmodell aufgeschlüsselt, um die Neubautätigkeit zu bewerten. Der Datensatz wird disaggregiert in den Wohnungsbestand, der bis einschliesslich 2019 gebaut wurde und in den Wohnungsbestand, der danach gebaut wurde. Es wird untersucht, inwieweit die Baudynamik seit 2020 im Hinblick auf Innenentwicklung und Mobilitätsverhalten zu bewerten ist. Die dafür notwendigen Variablen liegen bereits aus der vorherigen Modellierung vor. Einerseits werden die Durchschnittswerte der Wohnungsflächen, der Wohnungsdichte und der Grosszügigkeit für die beiden Untergruppen erstellt und gegenübergestellt. Ausserdem werden die multivariaten Regressionen aus Schritt 2 für die Untergruppen durchgeführt. Die Ergebnisse der Regressionen werden entweder in Grafiken, die die LOESS-Kurve und Punkte, die die durchschnittliche Observation pro Wert der Prädiktorvariable darstellen oder mithilfe von Regressionsgeraden präsentiert. Diese werden deskriptiv beschrieben. Da alle Daten des Stichprobenrahmens verwendet wurden, wird auf Signifikanztests verzichtet.

## 3.2 Ergebnisse

### 3.2.1 Basismodell

Die Hypothese 1, die einen negativen Zusammenhang zwischen der Wohnungsdichte (Anzahl Wohnungen pro Hektar) und der Fahrzeit mit dem ÖV ins Stadtzentrum untersuchte, wird bestätigt. Die Koeffizienten sind in allen untersuchten Städten (Zürich, Genf, Basel, Lausanne, Bern und Luzern) negativ und statistisch signifikant (siehe Tabelle 6). Visuell dargestellt sind die Ergebnisse in Abbildung 9.

1. Basismodell					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Datenmenge
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.783	0.003	< 0.001***	1'812'192
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.510	0.003	< 0.001***	649'935
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-4.745	0.016	< 0.001***	220'417
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-2.899	0.010	< 0.001***	250'439
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.983	0.010	< 0.001***	233'683
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.358	0.005	< 0.001***	249'373
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.210	0.006	< 0.001***	208'345

**Total**<sup>17</sup>: Residual standard error: 57.75 on 1812190 degrees of freedom, Multiple R-squared: 0.1932, Adjusted R-squared: 0.1932, F-statistic: 4.341e+05 on 1 and 1812190 DF, p-value: < 2.2e-16

Signifikanz:  $p > 0.05 = \text{ns}$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle 6: Auswertung, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ für Gesamtgruppe und pro Stadt

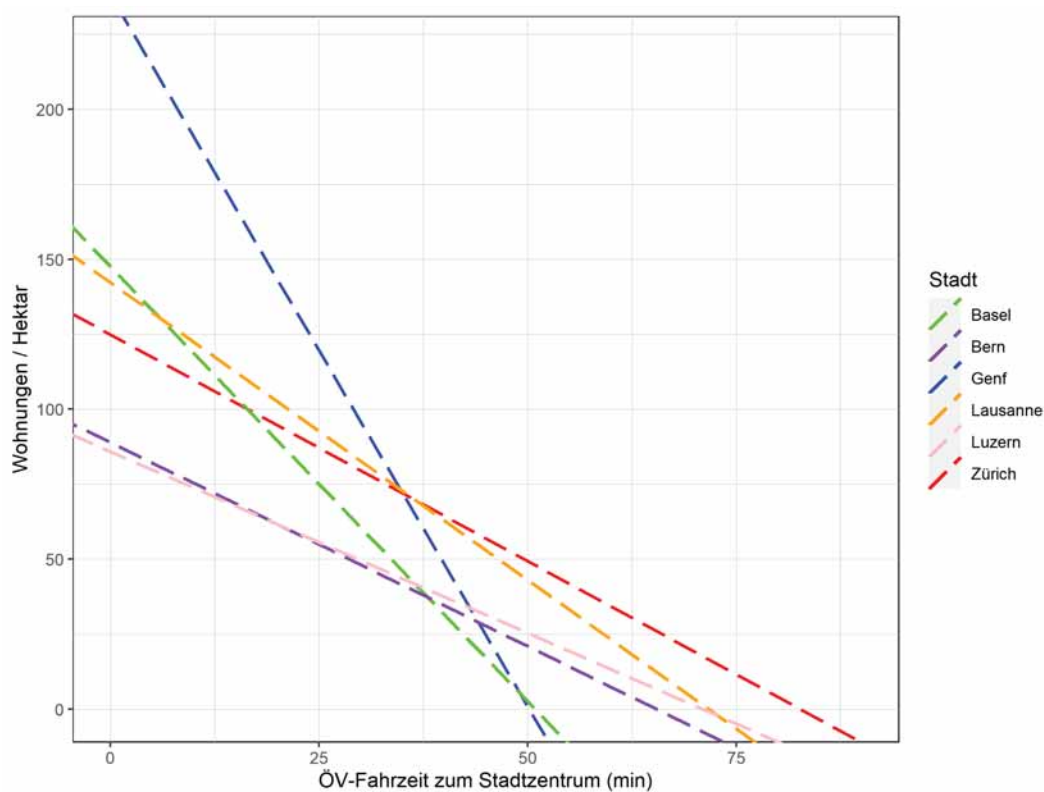


Abbildung 9: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

Dies bestätigt den Zusammenhang zwischen der Erreichbarkeit des Stadtzentrums und der räumlichen Verteilung der Wohnungen, wobei eine längere Fahrzeit zum Stadtzentrum mit einer geringeren Wohnungsdichte einhergeht. Abbildung 10 zeigt, dass die durchschnittliche Wohnungsdichte zum Zentrum hin überproportional zunimmt,

<sup>17</sup> Zur besseren Lesbarkeit wurde hier und bei einigen folgenden Regressionen auf die Darstellung von R-squared, Freiheitsgrade und F-statistics für die einzelnen Städte verzichtet.

während sich die LOESS-Kurve mit zunehmender Fahrzeit abflacht. Eine zusätzliche Minute Fahrzeit wirkt sich also in Zentrumsnähe stärker auf die Wohnungsdichte aus als bei längeren Fahrzeiten. Genf besitzt mit einem Wert von -4.7 den kleinsten negativen Koeffizienten aller Städte. Die kartographische Darstellung (Abbildung 11) bestätigt die hohe Wohnungsdichte im Stadtzentrum. Die beiden Städte Bern und Luzern weisen bei kürzeren ÖV-Fahrzeiten die geringste Wohnungsdichte auf, auch dies kann anhand der Karte für Luzern (Abbildung 12) nachvollzogen werden. Die Stadt Zürich weist zwar einen relativ schwachen negativen Koeffizienten auf, jedoch sind die durchschnittlichen Wohnungsdichten bei längeren Fahrzeiten deutlich grösser als in den anderen Städten (siehe auch Abbildung 13). Dies deutet auf die stärkste Verstädterung der Agglomerationsgemeinden hin. Auffallend an der LOESS-Kurve der Stadt Lausanne (Abbildung 10) ist die Abflachung der durchschnittlichen Wohnungsdichte zum Stadtzentrum hin. Aus der kartographischen Abbildung 14 geht hervor, dass sich die höchste Wohnungsdichte der Stadt in den westlichen Stadtteilen rund um Renens befindet, während in der Nähe des Hauptbahnhofs Lausanne Gare, insbesondere in dem wohlhabenden Vorort Pully der auf die Geschichte eines Winzerdorfs zurückgeht, eine lockere Bebauung zu finden ist. Die weiteren, hier nicht abgebildeten Karten sind im Anhang 1 zu finden.

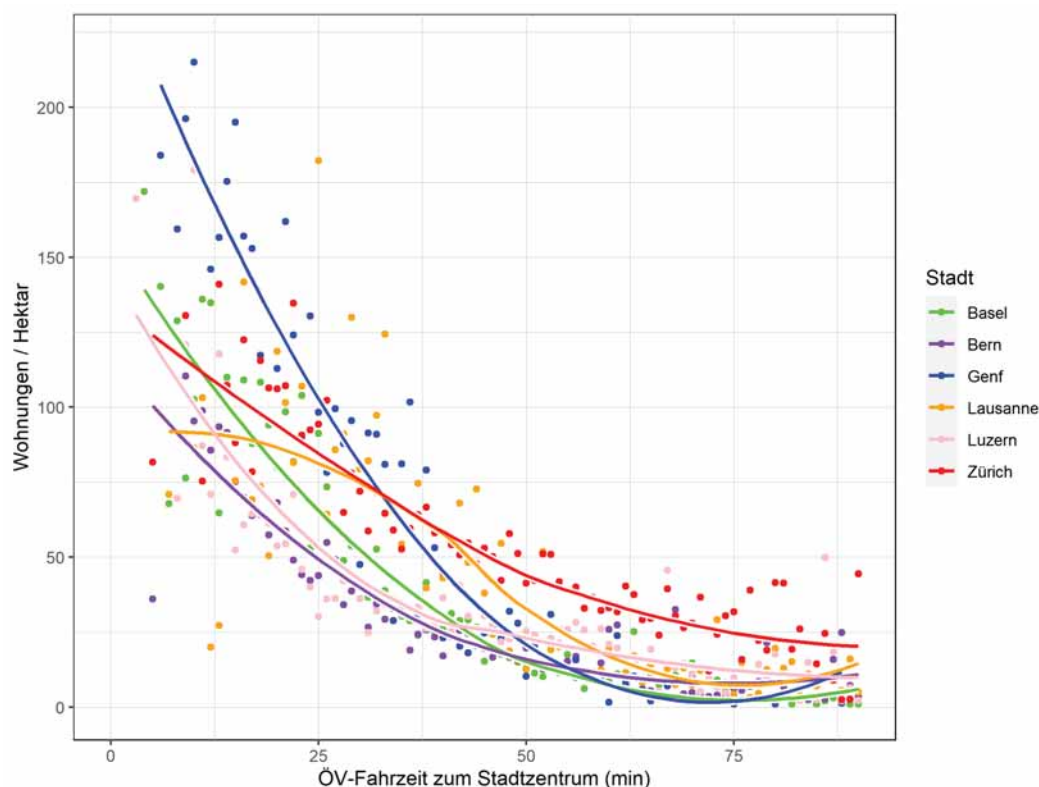


Abbildung 10: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

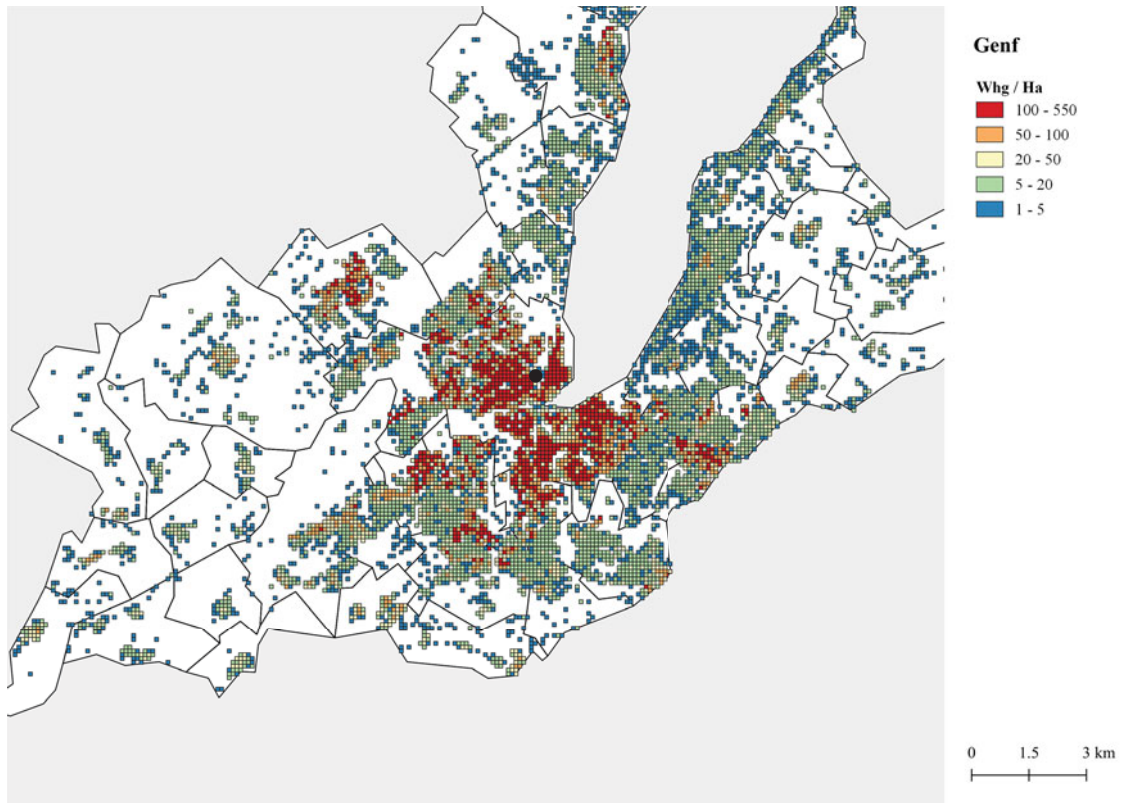


Abbildung 11: Karte Anzahl Wohnungen pro Hektar, Genf

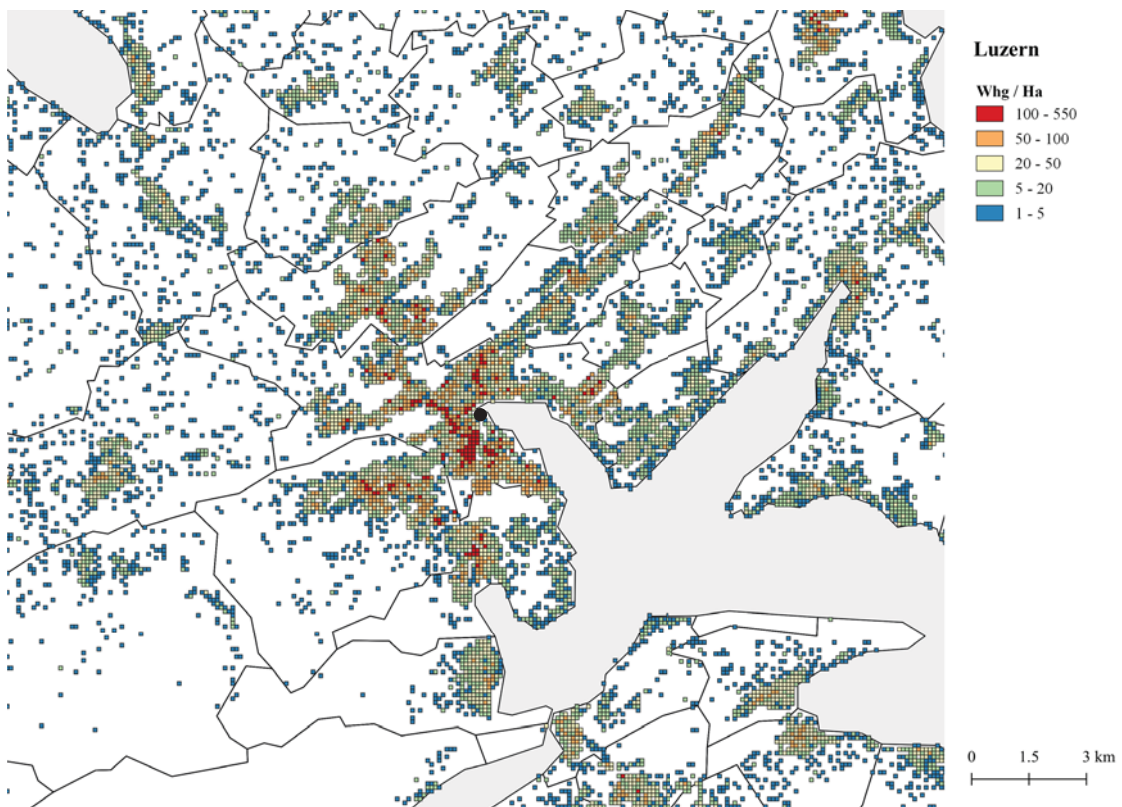


Abbildung 12: Karte Anzahl Wohnungen pro Hektar, Luzern



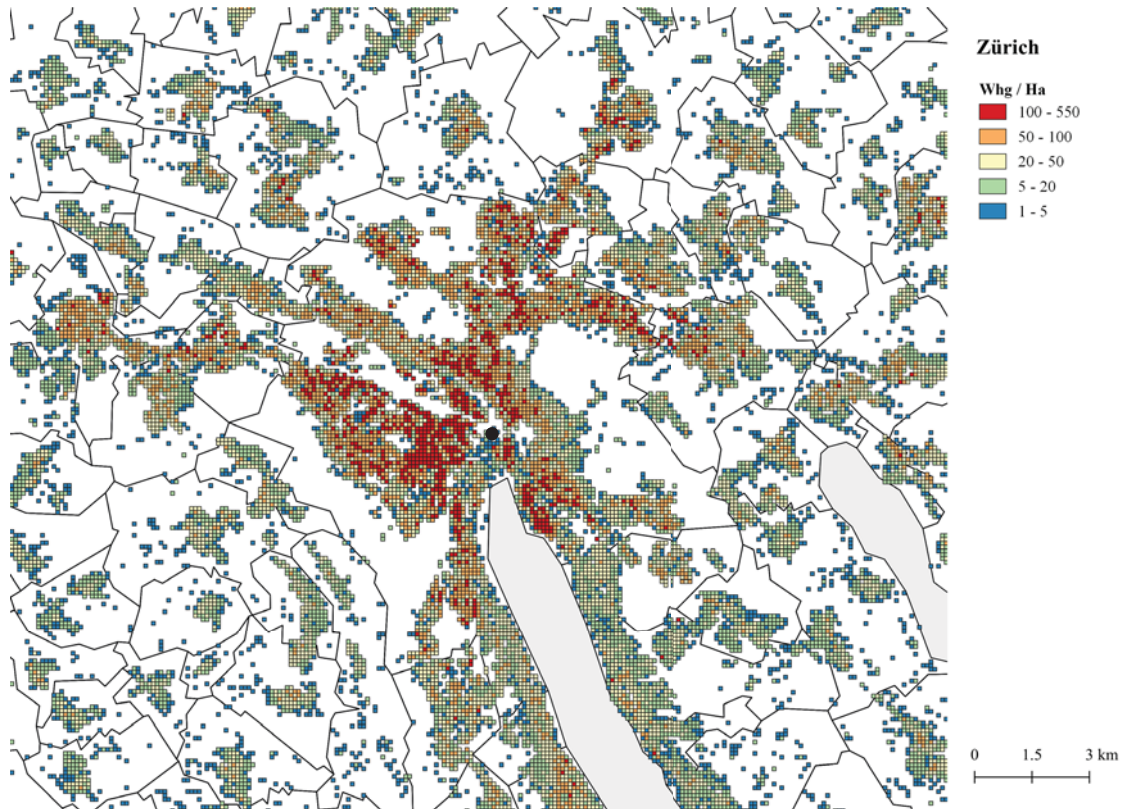


Abbildung 13: Karte Anzahl Wohnungen pro Hektar, Zürich

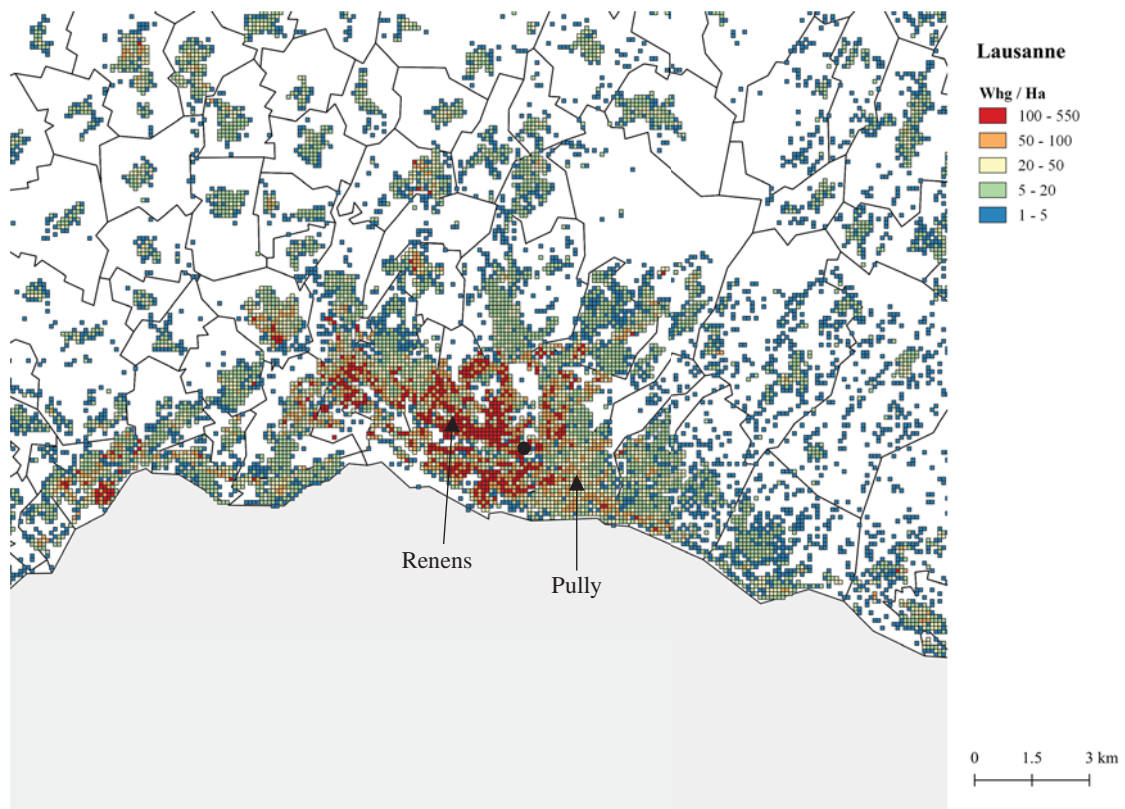


Abbildung 14: Karte Anzahl Wohnungen pro Hektar, Lausanne



Die zu Hypothese 2 durchgeführte Regressionsanalyse bestätigt die Hypothese, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Wohnungsfläche und der ÖV-Fahrzeit ins Stadtzentrum besteht (siehe Tabelle 7 und Abbildung 15). Damit können die Ergebnisse von Sotomo (2017) und dem Statistischen Amt Kanton Zürich (2015) gestützt und ergänzt werden.

1. Basismodell					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Datenmenge
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.737	0.002	< 0.001 ***	1'812'192
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.828	0.004	< 0.001 ***	649'935
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	1.722	0.011	< 0.001 ***	220'417
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	1.298	0.008	< 0.001 ***	250'439
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.884	0.007	< 0.001 ***	233'683
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.624	0.005	< 0.001 ***	249'373
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.660	0.007	< 0.001 ***	208'345

**Total:** Residual standard error: 47.94 on 1761943 degrees of freedom (50247 Beobachtungen als fehlend gelöscht),  
Multiple R-squared: 0.05625, Adjusted R-squared: 0.05625, F-statistic: 1.05e+05 on 1 and 1761943 DF,  
p-value: < 2.2e-16

Signifikanz:  $p > 0.05 = ns$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle 7: Zusammenfassung, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“, Gesamtgruppe und pro Stadt

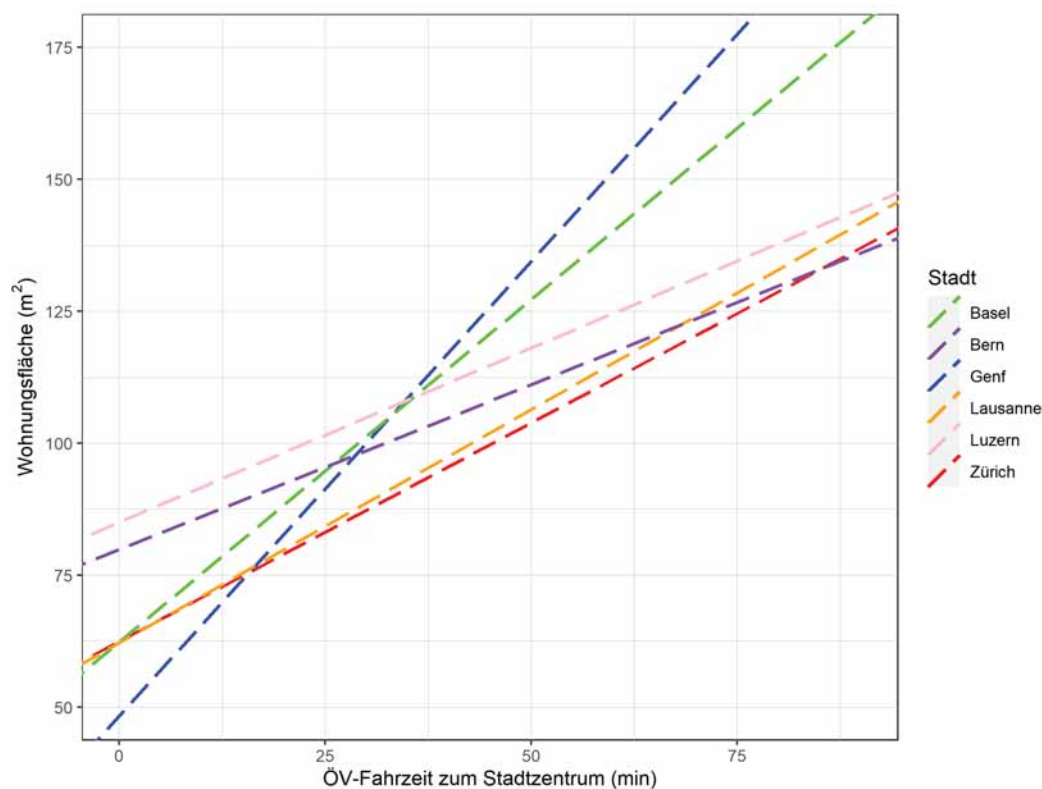


Abbildung 15: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

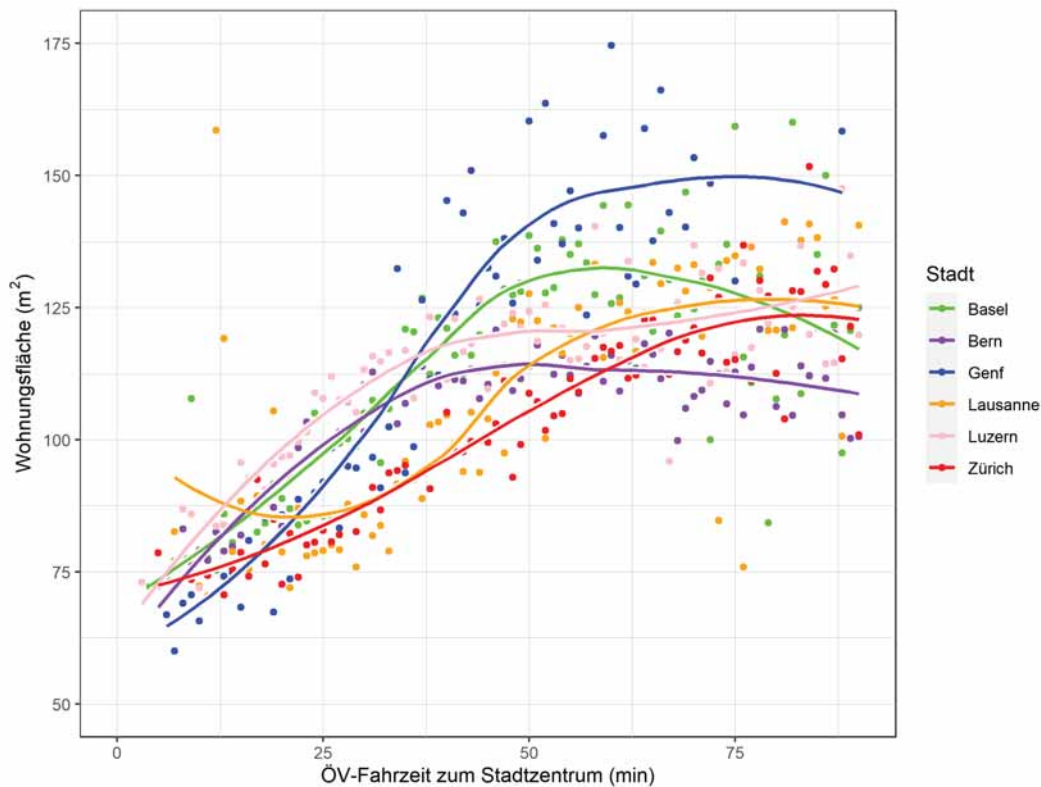


Abbildung 16: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

Die Regressionszusammenfassung zeigt, dass die Koeffizienten für die Städte alle positiv und statistisch signifikant sind. Das bedeutet, dass in allen Städten längere Fahrzeiten mit dem ÖV ins Stadtzentrum mit grösseren Wohnungsflächen einhergehen. Genf hat den höchsten positiven Koeffizienten (1.722), was bedeutet, dass der Zusammenhang zwischen Wohnungsgrösse und Fahrzeit ins Stadtzentrum in Genf besonders ausgeprägt ist. Die LOESS-Kurve (Abbildungen 16) deutet darauf hin, dass die Wohnungen in der dicht bebauten Innenstadt (siehe Hypothese 1) besonders kompakt sind und dass die Wohnungen, die mit einem längeren Fahrzeitaufwand erreicht werden, im Durchschnitt grösser sind als in den Vergleichsstädten. Die kartographische Abbildung 17 lässt vermuten, dass es sich hierbei um die grossen Wohnungen an den Seeufern handelt. Grundsätzlich ist für alle untersuchten Städte eine Abflachung der LOESS-Kurve mit zunehmender ÖV-Fahrzeit festzustellen.

Anhand der Karte (Abbildung 18) kann für Basel nachvollzogen werden, wie die Topographie die Verteilung der Wohnungen beeinflusst. Im Birs- und Liestal ziehen sich streifenartig durchschnittlich kleinere Wohnungen durch die Täler, die mit der S- und Eisenbahn gut angebunden an die Basler Innenstadt sind. An den Hängen der Täler sind die Wohnungen deutlich grösser. Die Abbildungen von Zürich, Lausanne, Luzern und Bern finden sich im Anhang 2.

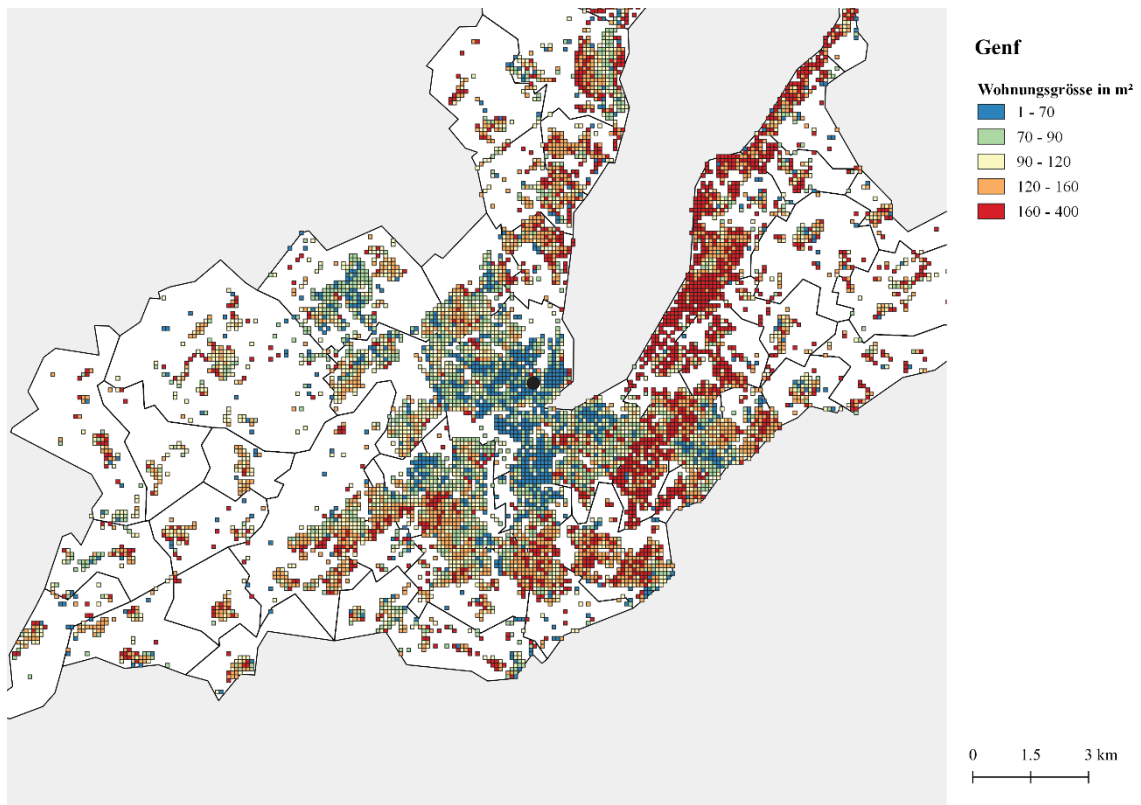


Abbildung 17: Karte Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Genf

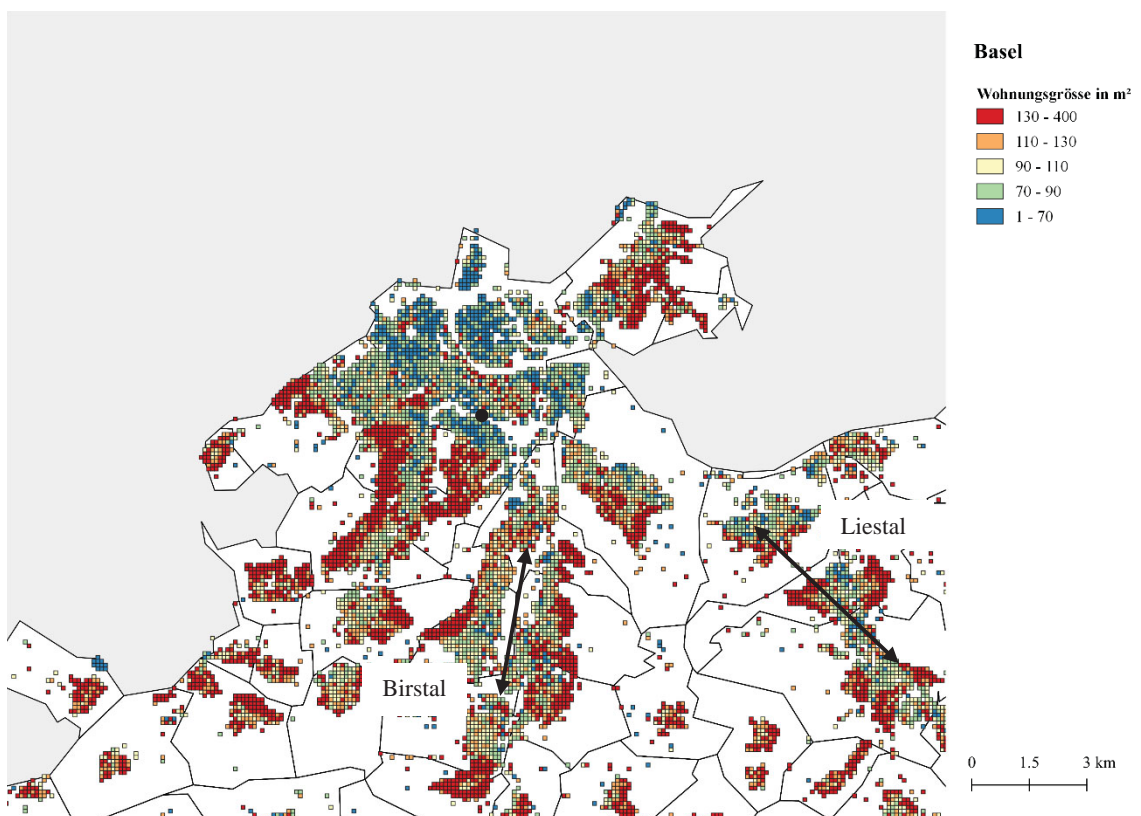


Abbildung 18: Karte Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Basel

Die dritte getestete Hypothese besagt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Grosszügigkeit der Wohnungen, gemessen als Wohnungsfläche pro Zimmer in  $m^2$ , und der Fahrzeit mit dem ÖV ins Stadtzentrum besteht. Die Regressionsanalyse bestätigt diese Hypothese für alle Städte. Die Koeffizienten für die Städte sind alle positiv und weisen auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang hin (siehe Tabelle 8 und Abbildung 19).

1. Basismodell					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Datenmenge
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.033	0.000	< 0.001***	1'812'192
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.033	0.001	< 0.001***	649'935
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.024	0.002	< 0.001***	220'417
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.056	0.001	< 0.001***	250'439
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.058	0.001	< 0.001***	233'683
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.020	0.001	< 0.001***	249'373
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.042	0.001	< 0.001***	208'345

**Total:** Residual standard error: 8.21 on 1761937 degrees of freedom (50253 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.004076, Adjusted R-squared: 0.004075, F-statistic: 7211 on 1 and 1761937 DF, p-value: < 2.2e-16

Signifikanz:  $p > 0.05 = ns$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle 8: Zusammenfassung, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“, für Gesamtgruppe und pro Stadt

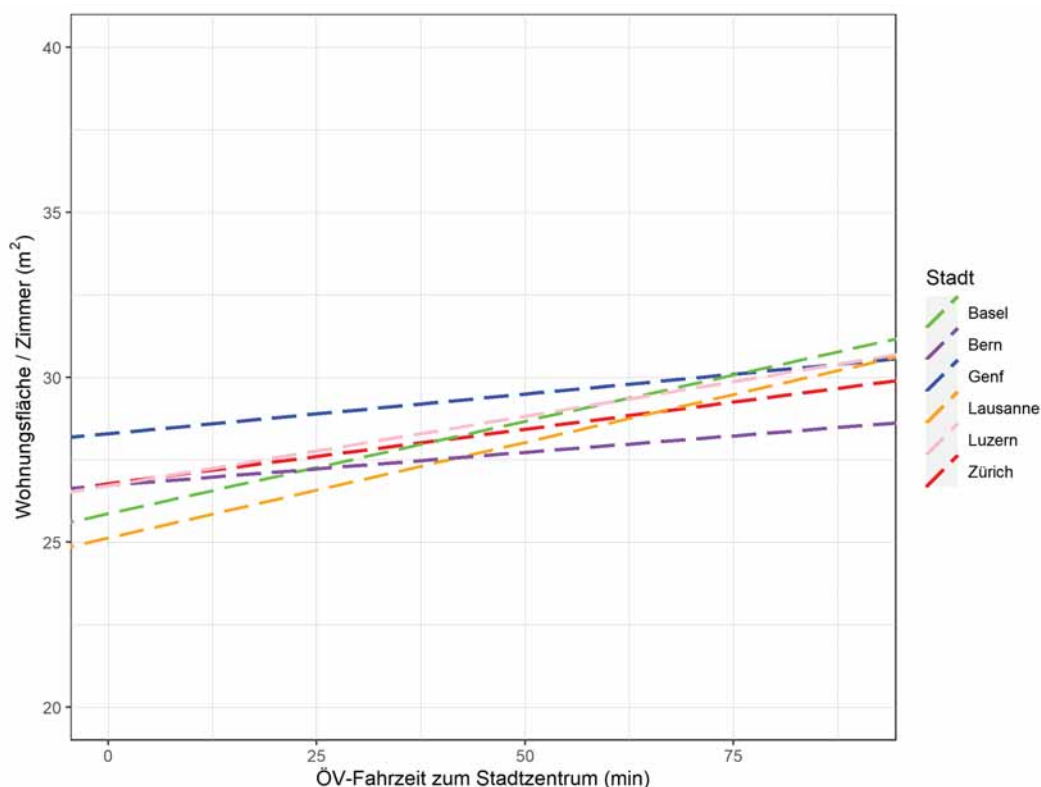


Abbildung 19: Regressionsgeraden, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

Die Ergebnisse zeigen, dass längere Fahrzeiten zum Stadtzentrum in den verschiedenen Städten mit grosszügigeren Wohnungen einhergehen, die mehr Fläche pro Zimmer bieten. Der Koeffizient (für alle sechs Städte) von 0.033 besagt, dass bei einer um 10 Minuten längeren Fahrzeit mit dem ÖV ins Zentrum die Fläche pro Zimmer um rund 0.3 m<sup>2</sup> zunimmt. Den niedrigsten Koeffizienten weist Bern (0.020) auf, den höchsten hingegen Lausanne (0.056) (vgl. Regressionsgeraden, Abbildung 19). Ein Vergleich mit dem Schweizer Durchschnitt, der gemäss Bundesamt für Statistik BFS (2022e) bei 27,3 m<sup>2</sup> liegt, legt nahe, dass die Städte keine grossen Abweichungen vom nationalen Durchschnitt aufweisen. Die LOESS-Kurven (Abbildung 20) zeigen, dass die Gradienten für kürzere ÖV-Fahrzeiten relativ linear sind. Bei längeren Fahrzeiten weist Genf im Vergleich zu anderen Städten sehr grosszügige Wohnungen auf. Dies lässt sich mit den grossen Wohnungsflächen und der geringen Wohndichte erklären. Die abfallende Kurve für Basel wird von einer geringen Anzahl von Wohnungen in Basel mit einer Fahrzeit über 75 min.<sup>18</sup> geprägt, die in der Regression aber nicht trendbestimmend sind.

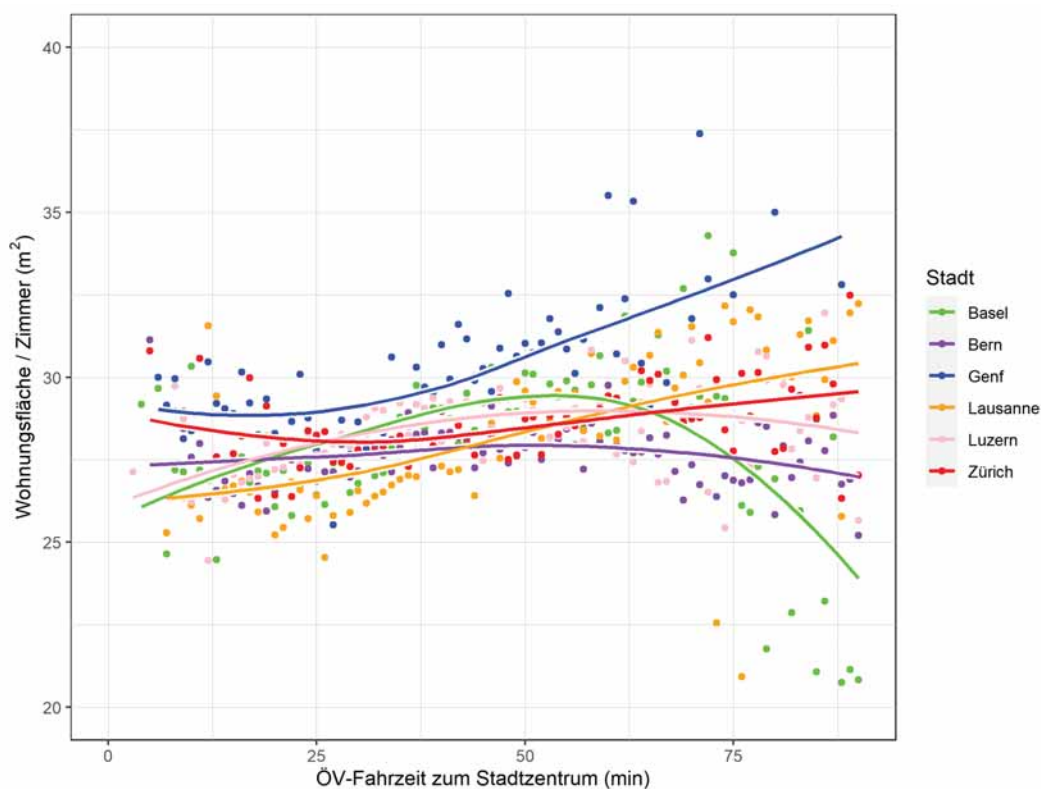


Abbildung 20: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve, einfache Regressionsmodelle „Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt

<sup>18</sup> Lediglich 118 untersuchte Wohnungen in Basel verfügen über eine Fahrzeit zwischen 75 und 90 min.

Zusammenfassend zeigen die drei Regressionsanalysen, dass die ÖV-Fahrzeit ins Stadtzentrum in den untersuchten Schweizer Städten einen signifikanten Einfluss auf die Wohnungsdichte, die Wohnungsfläche und die Grosszügigkeit der Wohnungen hat. Längere Fahrzeiten sind mit grösseren Wohnungen, weniger Wohnungen pro Hektar und grösseren Flächen pro Zimmer verbunden. Die Hypothesen, die auf den Grundprinzipien des MSM nach Brueckner (1987) basieren, können demnach alle bestätigt werden. Von daher kann die Forschungsfrage 1 positiv beantwortet werden. In den untersuchten Schweizer Städten können die beschriebenen Hypothesen, die auf den Voraussagen des MSM basieren, im Wohnungsbestand nachgewiesen werden.

### 3.2.2 Erweiterung

Die Ergebnisse der multivariaten Regression zeigen die geschätzten Koeffizienten für die unabhängigen Variablen „Bauperiode“ und „Einkommen“ in Bezug auf die Variable „Fahrzeit<sub>HB</sub>“ in den drei Modellen „Wohnungsfläche“, „Wohnungsdichte“ und „Grosszügigkeit“. Die Zusammenfassungen können den Tabellen 9, 10 und 11 entnommen werden. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen signifikante Zusammenhänge.

	1. Basismodell			2. Erweiterungen			
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.737	0.002	< 0.001***	0.563	0.003	< 0.001***
	vor 1919				1.706	0.264	< 0.001***
	1919-1945				-1.668	0.269	< 0.001***
	1946-1960				-15.251	0.259	< 0.001***
	1961-1970				-15.746	0.257	< 0.001***
Bauperiode (Referenz 2021-2023)	1971-1980				-5.156	0.261	< 0.001***
	1981-1990				9.636	0.271	< 0.001***
	1991-2000				16.001	0.277	< 0.001***
	2001-2010				28.754	0.261	< 0.001***
	2011-2020				10.167	0.255	< 0.001***
	Einkommen (in zehntausend CHF)				3.738	0.019	< 0.001***

Residual standard error: 45.24 on 1324663 degrees of freedom (487517 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.1604, Adjusted R-squared: 0.1604, F-statistic: 2.3e+04 on 11 and 1324663 DF, p-value: < 2.2e-16

Signifikanz:  $p > 0.05 = \text{ns}$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle 9: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Wohnungsflächen in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“, Gesamtgruppe



	1. Basismodell			2. Erweiterungen			
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.783	0.003	< 0.001***	-1.587	0.003	< 0.001***
	vor 1919				-2.509	0.313	< 0.001***
	1919-1945				-8.720	0.318	< 0.001***
	1946-1960				-7.763	0.307	< 0.001***
Bauperiode (Referenz 2021-2023)	1961-1970				-0.893	0.304	0.003*
	1971-1980				-9.628	0.309	< 0.001***
	1981-1990				-21.865	0.320	< 0.001***
	1991-2000				-22.467	0.326	< 0.001***
	2001-2010				-25.192	0.308	< 0.001***
	2011-2020				-6.886	0.303	< 0.001***
	Einkommen (in zehntausend CHF)				-4.756	0.022	< 0.001***
Residual standard error: 53.66 on 1355919 degrees of freedom (456261 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.2304, Adjusted R-squared: 0.2304, F-statistic: 3.69e+04 on 11 and 1355919 DF, p-value: < 2.2e-16							
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***							

Tabelle 10: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“, Gesamtgruppe

	1. Basismodell			2. Erweiterungen			
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.033	0.000	< 0.001***	0.014	0.000	< 0.001***
	vor 1919				-1.960	0.047	< 0.001***
	1919-1945				-2.893	0.047	< 0.001***
	1946-1960				-4.443	0.046	< 0.001***
Bauperiode (Referenz 2021-2023)	1961-1970				-3.966	0.045	< 0.001***
	1971-1980				-2.449	0.046	< 0.001***
	1981-1990				-0.815	0.048	< 0.001***
	1991-2000				0.293	0.049	< 0.001***
	2001-2010				1.580	0.046	< 0.001***
	2011-2020				1.430	0.045	< 0.001***
	Einkommen (in zehntausend CHF)				0.333	0.003	< 0.001***
Residual standard error: 7.967 on 1324659 degrees of freedom (487521 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.08215, Adjusted R-squared: 0.08214, F-statistic: 1.078e+04 on 11 and 1324659 DF, p-value: < 2.2e-16							
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***							

Tabelle 11: Auswertung des multivariaten Regressionsmodells „Grosszügigkeit in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“, Gesamtgruppe

Die Koeffizienten für die verschiedenen Bauperioden zeigen, wie sich das Bauen in diesen spezifischen Perioden im Vergleich zur Referenzperiode 2021-2023 auf die abhängige Variable auswirkt. Die negativen Koeffizienten der Bauperioden zwischen 1919 und 1980 weisen darauf hin, dass die Wohnungen dieser Bauperioden tendenziell eine geringere Wohnungsfläche im Vergleich zur Referenzperiode aufweisen. Die Wohnungen der Baujahre 1946 bis 1970 sind im Durchschnitt etwa 15 m<sup>2</sup> kleiner als die aktuellen Neubauwohnungen. Die Wohnungen der Bauperiode 2001-2010 sind im Durchschnitt rund 28 m<sup>2</sup> grösser als die Wohnungen der aktuellen Referenzperiode.

Unabhängig von der Fahrzeit ins Stadtzentrum weist die Bauperiode 2021-2023 im Vergleich zu den letzten vier Jahrzehnten durchschnittlich markant kleinere Wohnungsflächen auf. In der multivariaten Regression der abhängigen Variable „Wohnungsdichte“ weisen die Koeffizienten aller Bauperioden im Vergleich zur Referenzperiode kleinere negative Werte auf. Somit weisen alle vergangenen Perioden tendenziell weniger Wohnungen pro Hektar auf als die Referenzperiode 2021-2023. Die Koeffizienten für die Wohnungsdichte der Bauperiode 1981-2010 sind im Zusammenhang mit den Koeffizienten für die Wohnungsfläche zu interpretieren. Die Wohnungsdichte dieser Bauperioden ist im Durchschnitt um etwa 20 bis 25 Wohnungen pro Hektar geringer als in der Referenzperiode (bei gleichzeitig grösseren Wohnungsflächen). Es zeigt sich, dass die Bauperioden auch einen Einfluss auf die Grosszügigkeit der Wohnungen haben. Die Ergebnisse decken sich mit den Daten des Bundesamtes für Statistik BFS (2022e), wonach vor allem die Bauperioden zwischen 1946 und 1970 kleinere Zimmer aufweisen als die anderen Bauperioden.

Das steuerbare Einkommen pro Kopf erwies sich ebenfalls als signifikanter Einflussfaktor. Wohnungen in Gemeinden mit höherem Pro-Kopf-Einkommen weisen in den Modellen grössere Wohnungsflächen, weniger Wohnungen pro Hektar und grosszügigere Wohnungen (mit grösseren Flächen pro Zimmer) auf. Brueckner (1987) beschreibt die gleichen Phänomene in seiner Analyse zu Einkommensveränderungen und deren Auswirkungen auf das MSM (Brueckner, 1987). Gemäss den Koeffizienten ist zu erwarten, dass bei einem Einkommensanstieg von 10'000 CHF die Wohnungen im Durchschnitt 3.74 m<sup>2</sup> mehr Wohnungsfläche und 0.3 m<sup>2</sup> mehr Fläche pro Zimmer aufweisen. Je höher die Einkommen sind, so geringer scheint die Wohnungsdichte pro Hektar zu sein. Der Koeffizient für die Variable  $Fahrzeit_{HB}$  ist in den multivariaten Modellen kleiner als in den Basismodellen. Dies deutet darauf hin, dass die Faktoren "Bauperiode" und "Einkommen" einen Teil der Variation der abhängigen Variablen erklären und den direkten Einfluss der Fahrzeit zum Zentrum auf die abhängige Variable abschwächen. Dies gilt insbesondere für den Koeffizienten der  $Fahrzeit_{HB}$  für die abhängige Variable der Grosszügigkeit der Wohnungen. Die Zimmer der Wohnungen ab 2021 sind etwa 1.5 m<sup>2</sup> kleiner als die der Bauperiode 2001-2020.

Um den zweiten Teil der Forschungsfrage 2 zu beantworten, werden die Regressionskoeffizienten der ÖV-Fahrzeit zum Nebenzentrum (Gruppe B) und der ÖV-Fahrzeit zum Hauptzentrum (Gruppe C) für die Wohnungen verglichen, deren Fahrzeit zum Nebenzentrum kürzer als zum Hauptzentrum ist (siehe Tabellen 12 und 13). In der

Regression „Wohnungsgrösse“ zeigt sich für die Gesamtgruppe (total), dass die Fahrzeit zum nächsten Nebenzentrum (Fahrzeit<sub>NZ</sub>) für die Wohnungen der Gruppe C einen positiven Einfluss auf die Wohnungsflächen hat, während die Fahrzeit zum Hauptzentrum in der Gruppe B einen noch stärkeren positiven Einfluss hat. Für Genf und Bern ist der Koeffizient der Fahrzeit<sub>NZ</sub> signifikant grösser als der Koeffizient der Fahrzeit<sub>HZ</sub> in Gruppe C. Für die beiden Städte scheinen die Nebenzentren einen stärkeren Einfluss als die Hauptzentren zu haben. In der Regression „Wohnungsdichte“ zeigt sich in der Gesamtbetrachtung, dass die Fahrzeit zum nächsten Nebenzentrum (Fahrzeit<sub>NZ</sub>) für die Gruppe C einen negativen Einfluss auf die Wohnungsdichte hat, während die Fahrzeit zum (Fahrzeit<sub>HZ</sub>) in der Gruppe B auch einen negativen, aber etwas kleineren negativen Koeffizienten hat. Bern zeigt im Gegensatz zu allen anderen Städten einen signifikant stärkeren Koeffizienten für die Fahrzeit<sub>NZ</sub> als für die Fahrzeit<sub>HZ</sub>. Die Ergebnisse legen nahe, dass Nebenzentren für die untersuchte Gruppe durchaus wichtige Ankerpunkte darstellen und die Voraussagen des MSM bezüglich Wohnungsfläche und Wohnungsdichte auch in Bezug auf die Nebenzentren gelten.

		A		B		C			
		Wohnungen, deren Fahrzeit zum HZ kürzer ist als die Fahrzeit zu einem NZ		Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem NZ kürzer ist als die Fahrzeit zum HZ		Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem NZ kürzer ist als die Fahrzeit zum HZ			
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Koeffizient	Std. Fehler	Koeffizient	Std. Fehler	Z-Wert B-C	p-Wert B-C
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.687	0.006			0.793	0.004	-8.695	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.757	0.004				
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.950	0.016			0.882	0.005	-7.061	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.840	0.005				
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.851	0.027			0.652	0.033	8.591	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.982	0.033				
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.604	0.015			1.059	0.017	-20.159	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.643	0.017				
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.616	0.013			0.590	0.010	-1.652	0.098 ns
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.576	0.010				
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	1.016	0.027			0.548	0.014	14.196	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.754	0.017				
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	0.507	0.012			0.543	0.013	1.429	0.153 ns
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			0.557	0.013				

**Total, A:** Residual standard error: 45.41 on 424176 degrees of freedom (189748 Beobachtungen als fehlend gelöscht),

Multiple R-squared: 0.1697, Adjusted R-squared: 0.1697, F-statistic: 5418 on 16 and 424176 DF, p-value: < 2.2e-16

**Total, B:** Residual standard error: 44.16 on 876878 degrees of freedom (280918 Beobachtungen als fehlend gelöscht)

Multiple R-squared: 0.1794, Adjusted R-squared: 0.1794, F-statistic: 1.198e+04 on 16 and 876878 DF, p-value: < 2.2e-16

**Total, C:** Residual standard error: 43.92 on 876878 degrees of freedom (280918 Beobachtungen als fehlend gelöscht)

Multiple R-squared: 0.188, Adjusted R-squared: 0.188, F-statistic: 1.269e+04 on 16 and 876878 DF, p-value: < 2.2e-16

Signifikanz:  $p > 0.05 = \text{ns}$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle 12: Zusammenfassung der Regressionen „Wohnungsgrössen in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>/Fahrzeit<sub>NZ</sub>“ für Gruppe A, B und C

Die Fahrzeit zum Hauptzentrum der Städte (Fahrzeit<sub>HZ</sub>) für die gleichen Wohnungen (in der Gruppe C) weist ebenfalls einen positiven Koeffizienten für die Wohnungsflächen und ebenfalls einen negativen Koeffizienten für die Wohnungsdichte aus. Dies deutet, dass sowohl Haupt- als auch Nebenzentren für die Gesamtgruppe der untersuchten Städten einen ähnlichen, laut p-Wert zu grossen Teilen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Variablen der Wohnungen haben. Die Zusammenfassungen der einzelnen Regressionen sind im Anhang 4 zu finden. Anhand der Kartendarstellungen (Abbildung 21 und 22) kann z.B. eine starke Verstädterung (hohe Wohnungsdichte, kleine Wohnungen) rund um die Zürcher Nebenzentren festgestellt werden. Die Farbgradienten scheinen die Regressionsergebnisse zu stützen. Zusammenfassend für die Gesamtgruppe ist festzuhalten, dass Nebenzentren einen signifikanten Einfluss auf die Wohnungsfläche und Wohnungsdichte haben, wobei die Fahrzeit zum Hauptzentrum in der Regel einen stärkeren Einfluss ausübt als die Fahrzeit zum nächsten Nebenzentrum.

		A		B		C			
		Wohnungen, deren Fahrzeit zum HZ kürzer ist als die Fahrzeit zu einem NZ		Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem NZ kürzer ist als die Fahrzeit zum HZ		Wohnungen, deren Fahrzeit zu einem NZ kürzer ist als die Fahrzeit zum HZ			
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Koeffizient	Std. Fehler	Koeffizient	Std. Fehler	Z-Wert B-C	p-Wert B-C
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-2.114	0.008			-1.539	0.004	30.028	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-1.296	0.004				
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-2.239	0.016			-1.746	0.004	26.002	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-1.477	0.005				
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-3.771	0.040			-2.568	0.046	2.190	0.029*
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-2.219	0.048				
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-2.216	0.022			-1.091	0.010	52.573	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-0.451	0.011				
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-2.060	0.015			-1.279	0.014	-0.889	0.374 ns
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-1.302	0.014				
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.327	0.018			-0.831	0.009	-15.101	< 0.001***
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-1.035	0.011				
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>HZ</sub>	-1.532	0.012			-0.633	0.009	0.529	0.597 ns
	Fahrzeit <sub>NZ</sub>			-0.629	0.009				

**Total, A:** Residual standard error: 58.11 on 430755 degrees of freedom (183169 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.3358, Adjusted R-squared: 0.3358, F-statistic: 1.361e+04 on 16 and 430755 DF, p-value: < 2.2e-16  
**Total, B:** Residual standard error: 48.05 on 901092 degrees of freedom (256704 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.2239, Adjusted R-squared: 0.2239, F-statistic: 1.624e+04 on 16 and 901092 DF, p-value: < 2.2e-16  
**Total, C:** Residual standard error: 46.54 on 901092 degrees of freedom (256704 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.2719, Adjusted R-squared: 0.2719, F-statistic: 2.103e+04 on 16 and 901092 DF, p-value: < 2.2e-16

Signifikanz: p > 0.05 = ns | p ≤ 0.05 = \* | p ≤ 0.01 = \*\* | p ≤ 0.001 = \*\*\*

Tabelle 13: Zusammenfassung der Regressionen „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>/Fahrzeit<sub>NZ</sub>“ für Gruppe A, B und C



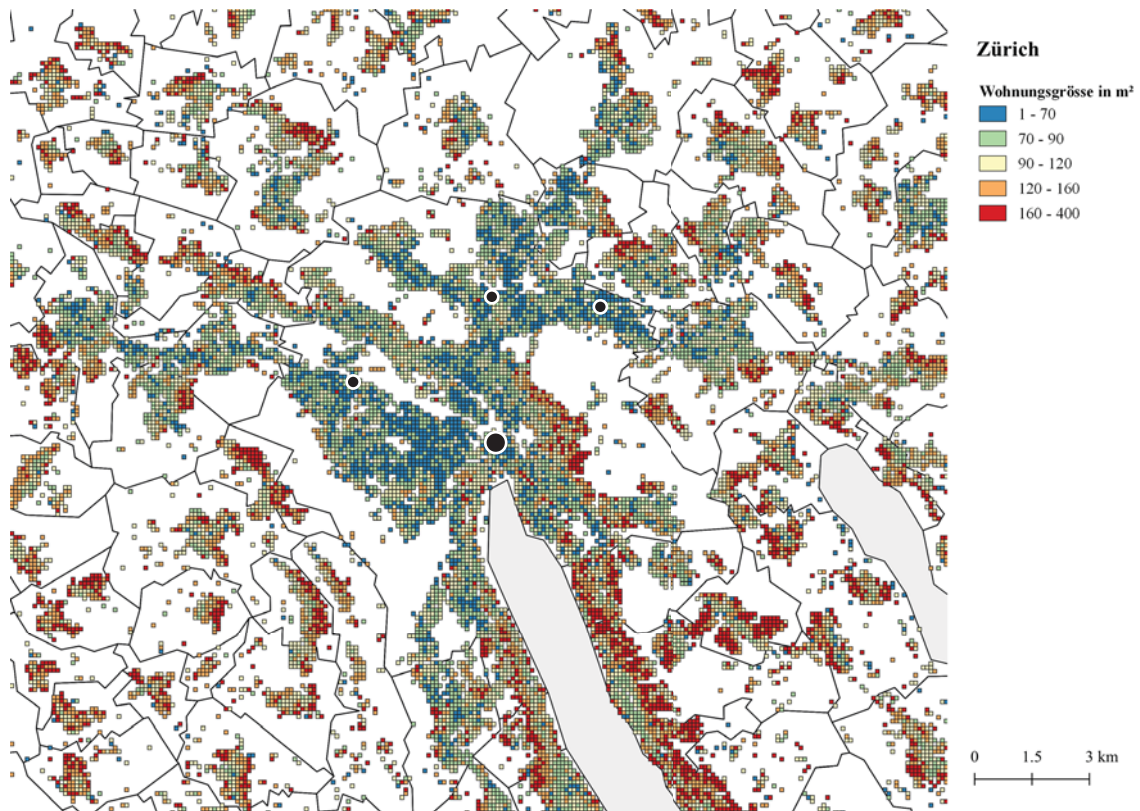


Abbildung 21: Karte mit durchschnittlicher Wohnungsgröße pro Hektar in Zürich, Hauptzentrum (Zürich HB) und untersuchte Nebenzentren Bhf Wallisellen, Bhf Oerlikon und Bhf Altstetten

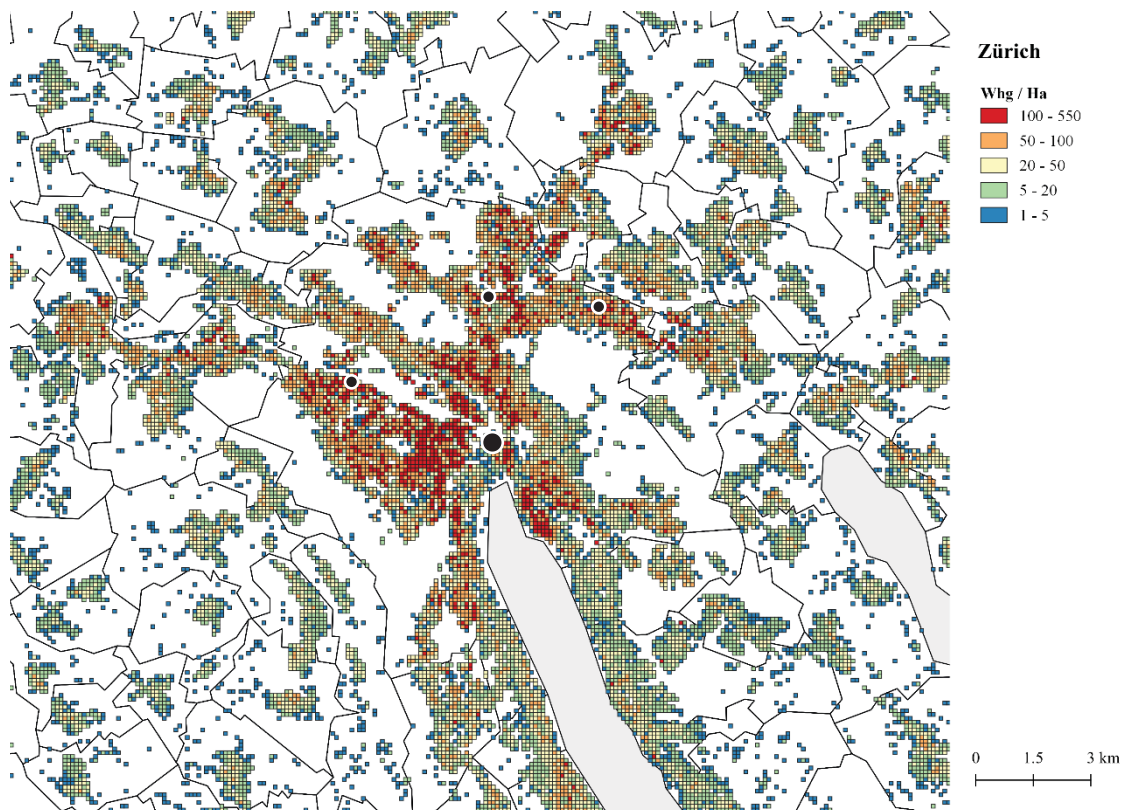


Abbildung 22: Karte mit durchschnittlicher Anzahl Wohnungen pro Hektar in Zürich, Hauptzentrum (Zürich HB) und untersuchte Nebenzentren Bhf Wallisellen, Bhf Oerlikon und Bhf Altstetten

### 3.2.3 Disaggregation des Modells zur Untersuchung des Neubaubestandes<sup>19</sup>

Wie dem Balkendiagramm (Abbildung 23) entnommen werden kann, liegt die durchschnittliche Wohnungsfläche der ab 2020 erstellten Wohnungen bei 92,7 m<sup>2</sup>. Damit sind die Wohnungsflächen im Schnitt etwa 5% kleiner als die des älteren Bestandes. Im Vergleich fällt auf, dass in Lausanne die Wohnungsflächen deutlich abgenommen haben. Die Wohnungen dort sind im Durchschnitt knapp 20 m<sup>2</sup> kleiner als die neu erstellten Wohnungen in Bern und Luzern. Lausanne ist die Stadt, die mit 83 m<sup>2</sup> die kleinsten durchschnittlichen Wohnungsflächen ab 2020 aufweist. Lediglich in Bern haben die Wohnungsflächen im Vergleich zur Vergangenheit zugenommen. Die Abbildung 24 zeigt die Wohnungsflächenentwicklung in Abhängigkeit zur ÖV-Fahrzeit zum Stadtzentrum. Alle Städte zeigen kleinere oder ähnlich grosse Wohnungen bis zu einer ÖV-Fahrzeit von etwa 25 Minuten. Während in den Städten Zürich, Genf, Lausanne und Luzern auch bei längerer Fahrzeit die Wohnungsflächen kleiner geworden sind, so scheinen diese in Basel und vor allem in Bern grösser als die des Wohnungsbestandes bis 2020 zu sein. Zusammenfassend betrachtet legen die Daten nahe, dass die Hypothese 4 in der Gesamtbetrachtung und für alle Städte bis auf Bern zuzutreffen scheint.

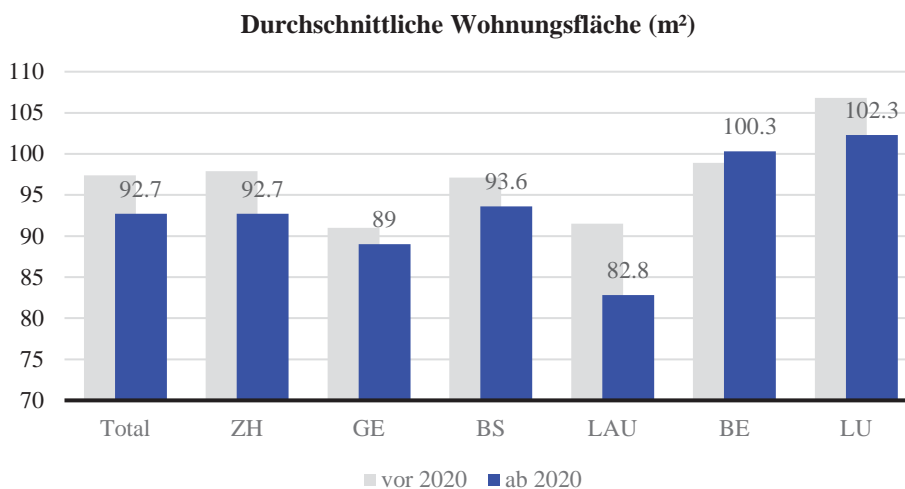


Abbildung 23: Durchschnittliche Wohnungsflächen, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

<sup>19</sup> Das Kapitel beschränkt sich auf die Darstellung von Grafiken und Diagrammen. Die Daten der Balkendiagramme sind in Anhang 5, die Zusammenfassungen der Regressionen im Anhang 6 zu finden.



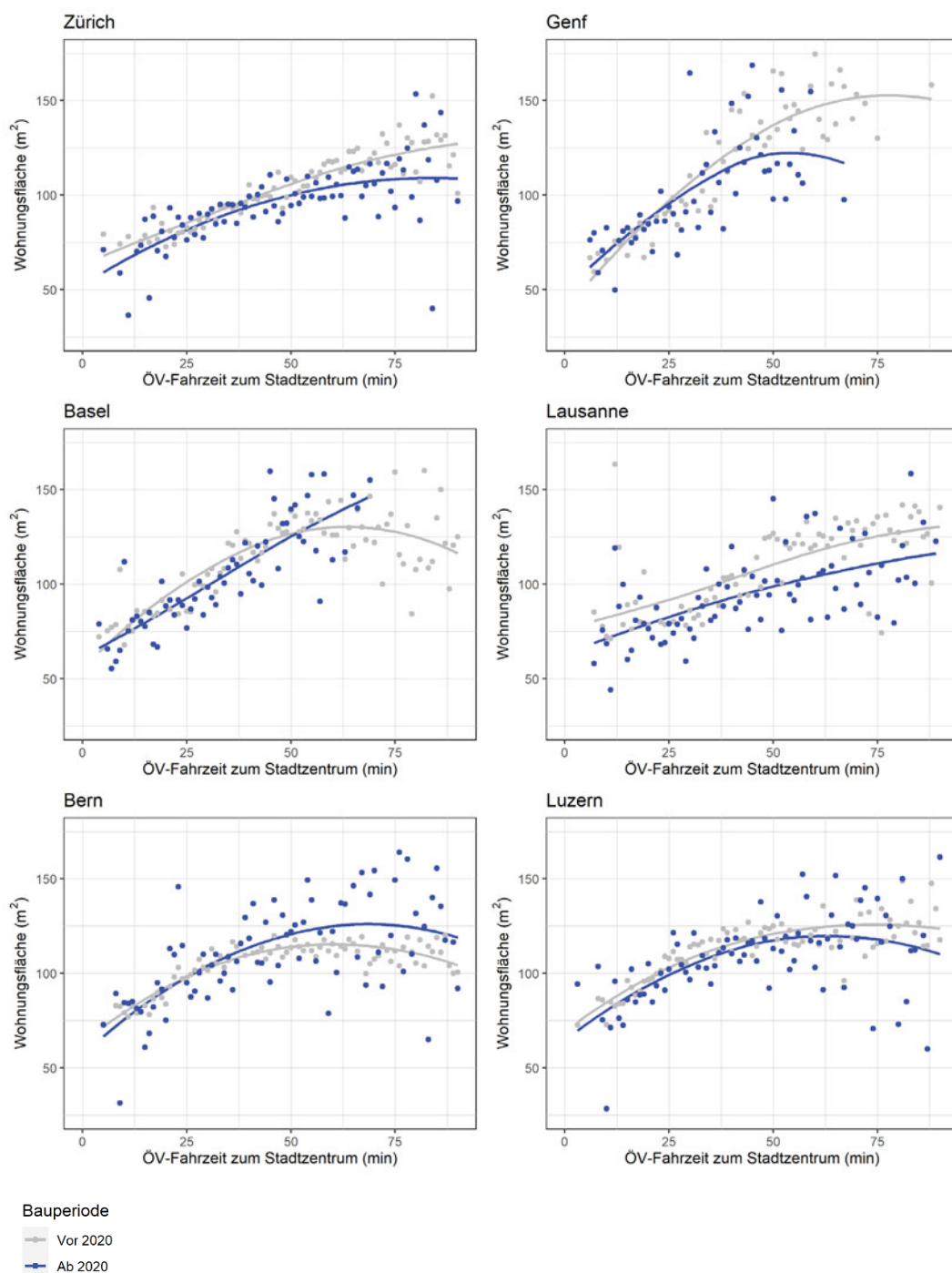


Abbildung 24: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve der multivariaten Regressionsmodelle „Wohnungsfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ pro Stadt, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

Während die Wohnungsflächen gesamthaft betrachtet abgenommen haben, sind die durchschnittlichen Flächen pro Zimmer der neu gebauten Wohnungen seit 2020 grösser als die des älteren Bestandes. Das Balkendiagramm (Abbildung 25) zeigt, dass die Zimmer im Schnitt etwa  $2\text{m}^2$  grösser sind und die Fläche für die Periode 2020-2023 bei  $30,6\text{m}^2$  beträgt. Lediglich in Genf sind die Zimmer seit 2020 durchschnittlich kleiner als die Zimmer in Wohnungen des Altbestandes. Es zeigt sich ein regionaler Unterschied in

den Zimmergrössen für die Bauperiode ab 2020. So sind sie im französisch sprachigen Lausanne und Genf fast  $3\text{m}^2$  niedriger als in den deutschsprachigen Städten. In Genf scheinen, wie der Abbildung 26 entnommen werden kann, die Wohnungsflächen vor allem bei längerer Fahrzeit zum Stadtzentrum kleiner geworden zu sein. Die Hypothese 5, die besagt, dass die Wohnungsflächen pro Zimmer von neu gebauten Wohnungen seit 2020 kleiner als die des älteren Bestandes sind, kann für die Gesamtgruppe der untersuchten Städte nicht bestätigt werden. Lediglich für die Stadt Genf trifft sie zu. Es ist jedoch der Verweis auf Kapitel 3.2.2 angebracht, in dem aufgezeigt werden konnte, dass die Zimmerflächen für die Gesamtgruppe ab 2021 etwa  $1.5\text{ m}^2$  kleiner als die Zimmer der beiden vorangegangenen Jahrzehnte sind.

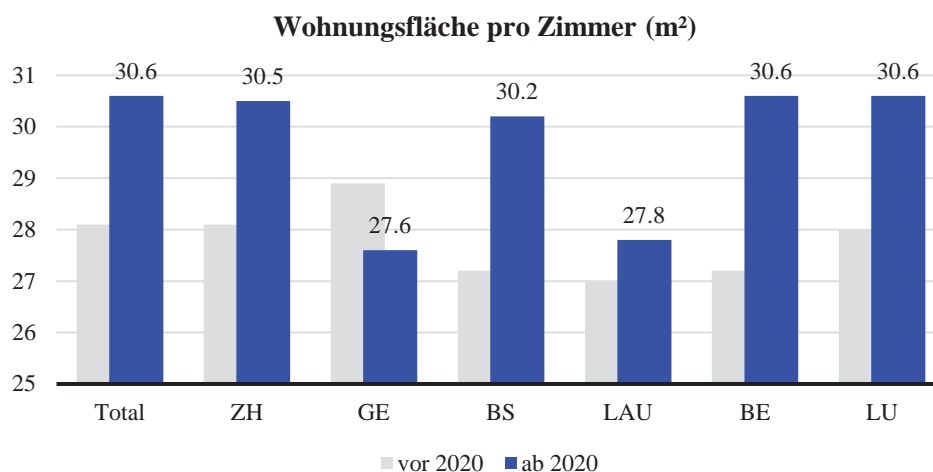


Abbildung 25: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Zimmer, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

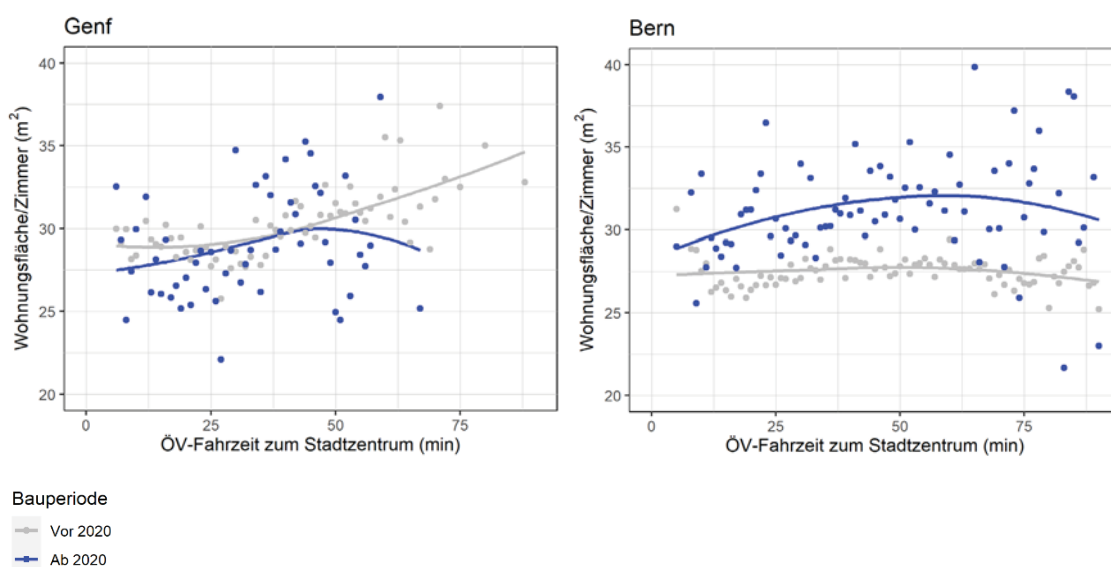


Abbildung 26: Durchschnittliche Observation pro Prädiktor-Wert und LOESS-Kurve der multivariaten Regressionsmodelle „Grosszügigkeit in Abhängigkeit von der Fahrzeit<sub>HZ</sub>“ für die Städte Genf und Bern, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

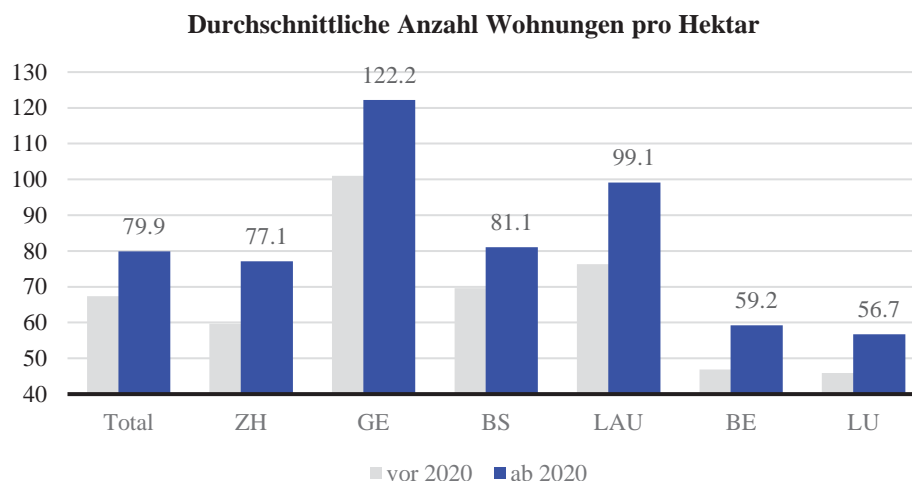
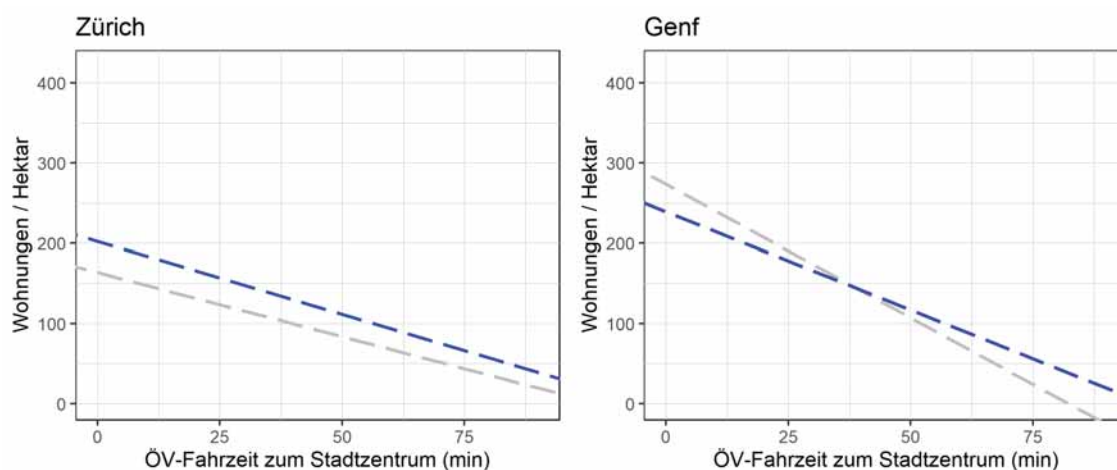


Abbildung 27: Durchschnittliche Wohnungsdichte, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

Entsprechend Abbildung 27 ist die durchschnittliche Wohnungsdichte für die Untergruppe 2020-2023 (70'000 Wohnungen) höher ist als die des Altbestandes (1,74 Mio. Wohnungen). Dies bedeutet aufgrund der Variablen-Eigenschaften, dass die neu gebauten Wohnungen in dichter bebauten Hektarzellen liegen als der Altbestand. Daraus lässt sich schliessen, dass die neu gebauten Wohnungen eine verdichtende Wirkung auf ihr Umfeld haben und deshalb eine höhere Dichte aufgewiesen wird. Die Wohnungsdichte für den Altbestand wird eine gewisse Ungenauigkeit aufweisen, da diese auch durch die neu gebauten Wohnungen beeinflusst wird. Aus der Abbildung 28 kann entnommen werden, dass für vier von sechs Städten die linearen Regressionsgeraden für die Untergruppe 2020-2023 steiler sind als für den Altbestand, ausserdem weisen sie eine höhere Konstante auf. Dies weist darauf hin, dass seit 2020 vor allem in Zentrumsnähe dichter gebaut worden ist als in den Bauperioden zuvor.



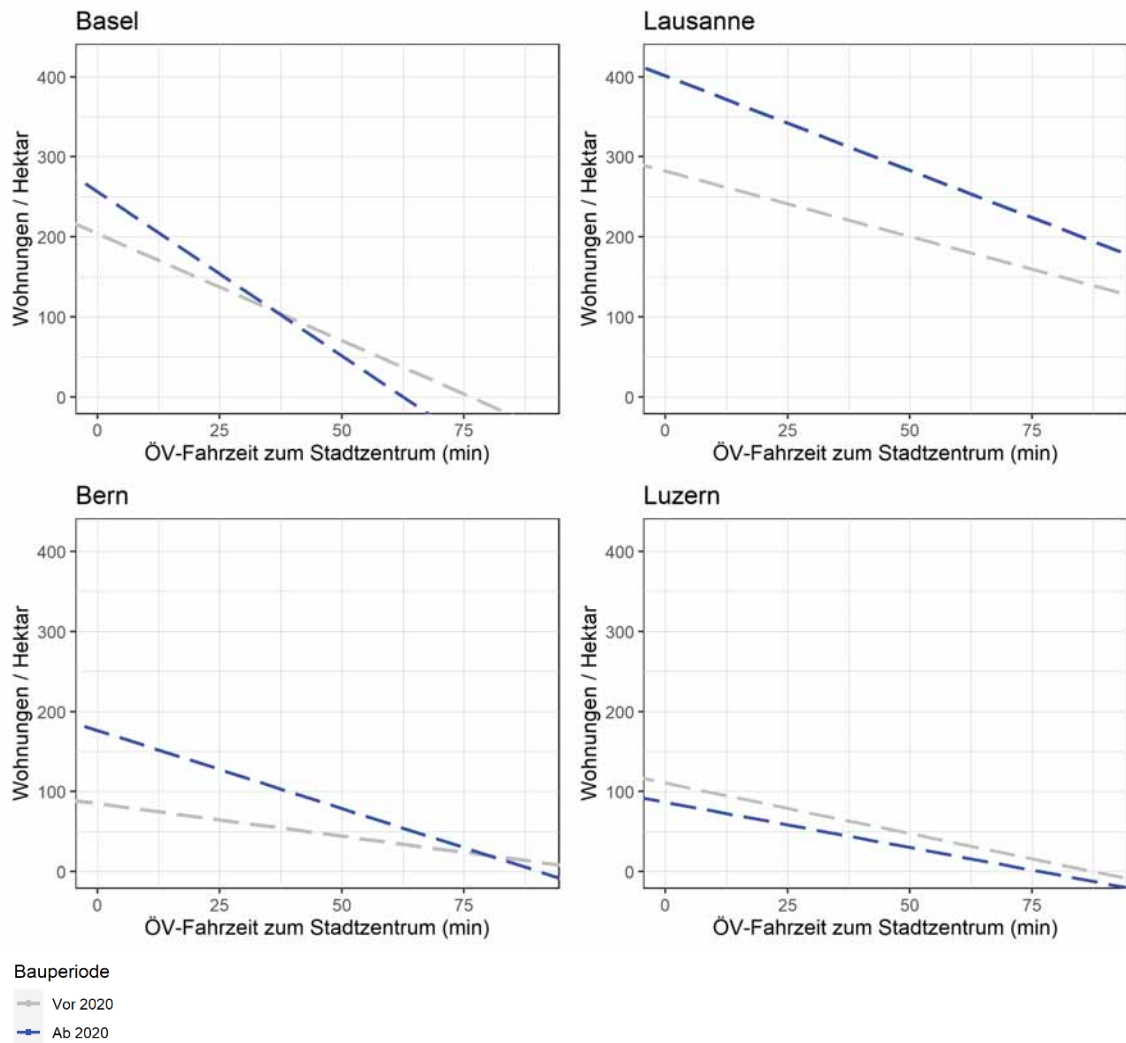


Abbildung 28: Regressionsgeraden der multivariaten Regressionsmodelle „Wohnungsdichte in Abhängigkeit von der FahrzeitHZ“ pro Stadt, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

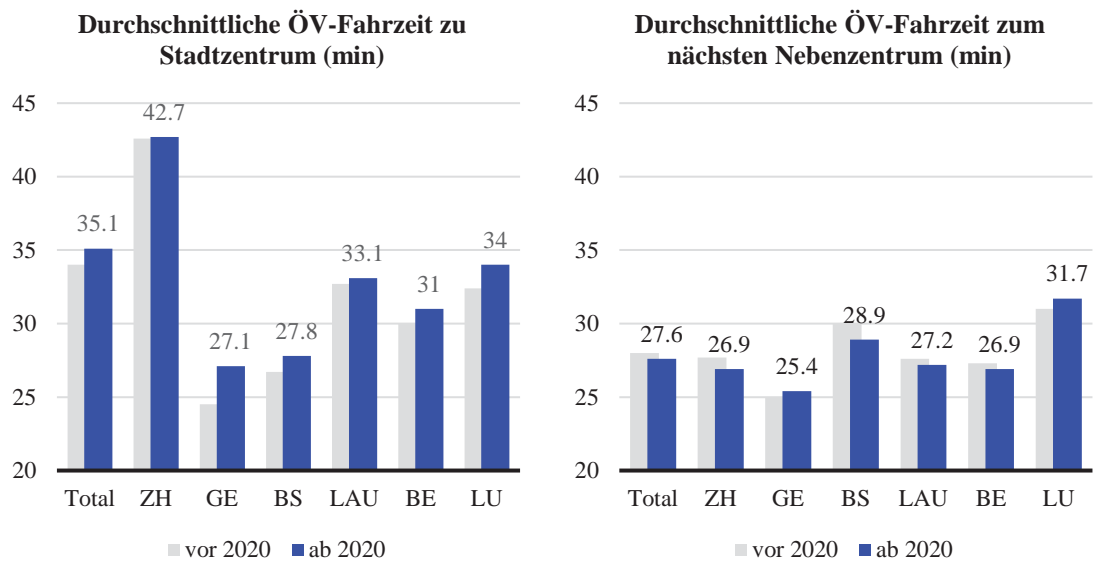


Abbildung 29: Durchschnittliche Fahrzeit zum Haupt- und nächsten Nebenzentrum, Gebäudebestand 2020 und 2023 im Vergleich

Die durchschnittlichen ÖV-Fahrzeiten zum Stadtzentrum betragen für die Gesamtgruppe der untersuchten Wohnungen 34 min. Die durchschnittliche Fahrzeit zum nächsten Nebenzentrum beträgt 28 min<sup>20</sup> (siehe Abbildung 29). Die Werte entsprechen etwa den bundesweiten mittleren Pendelzeiten (vgl. mit Kapitel 2.5.3). Die durchschnittlichen Fahrzeiten für Wohnungen ab 2020 unterscheiden sich nur marginal von den Fahrzeiten für Wohnungen des Altbestandes. Die Tatsache, dass die Fahrzeiten nicht wesentlich länger geworden sind, zeigt, dass die Anbindungsqualität der untersuchten Neubauten etwa gleich gut ist wie die des Bestandes. Innerhalb des Untersuchungsperimeters wurde seit 2020 also nicht vorrangig in schlecht erschlossenen Randlagen gebaut. Grundsätzlich kann die Hypothese 7, die für Neubauten zu Haupt- und Nebenzentren kürzere Fahrzeiten prognostiziert hat, allerdings nicht bestätigt werden.

Die Neubautätigkeiten seit 2020 im Vergleich zum älteren Gebäudebestand lassen sich für die Gesamtgruppe der Städte wie folgt zusammenfassen: Die Wohnungsflächen haben durchschnittlich um 5% abgenommen, die Zimmergrößen sind dagegen im Mittel etwa 6% grösser als die des Altbestandes. Neu erstellte Wohnungen seit 2020 weisen in allen Städten eine höhere durchschnittliche Variable für Wohnungsdichte auf. Die Regressionsgeraden für Wohnungsdichte lassen darauf schliessen, dass vor allem in Gebieten mit kürzerer Fahrzeit zum Zentrum seit 2020 dichter gebaut worden ist als vorher. Hinsichtlich Innenentwicklung können die Bauaktivitäten seit 2020 deshalb grundlegend positiv eingeschätzt werden. Lediglich die grosse Fläche pro Zimmer in den Wohnungen kann kritisch eingeschätzt werden, da diese in der Vergangenheit mit einer geringeren Nutzungsdichte einhergegangen ist. Die durchschnittlichen Fahrzeiten variieren zwischen den beiden Gruppen nur wenig, daher kann hinsichtlich einer besseren ÖV-Anbindung für Neubauten keine verlässliche Aussage getroffen werden.

---

<sup>20</sup> Diese Fahrzeit wurde nur für die Wohnungen erhoben, von denen aus ein Nebenzentrum mit dem ÖV schneller als das Hauptzentrum erreicht wird. Die Fahrzeiten von Basel und Genf erscheinen kürzer als die der anderen Städte, dies ist ein Trugschluss. Die grenznahe Lage resultiert in weniger Wohnungen mit längerer Fahrzeit zum Zentrum als die anderen Städte.

## 4. Schlussbetrachtung

### 4.1 Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen der empirischen Analyse lassen sich folgende Aspekte ableiten. Es kann festgehalten werden, dass das monozentrische Stadtmodell ein qualifiziertes Analyseinstrument zur Beschreibung der Strukturen (nicht nur) von Schweizer Städten ist. Es ist bemerkenswert, wie gut das historisch fundierte Modell auch sechzig Jahre nach seiner Erstveröffentlichung mit gewissen Modifikationen anwendbar ist. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schlussfolgerungen des Modells in Bezug auf Wohnungsdichte und Wohnungsgrösse für die Städte der untersuchten Stichprobe gültig sind. Die Verwendung der als relevanter erachteten ÖV-Fahrzeit zum Hauptbahnhof der Städte als Prädiktorvariable anstelle der im Modell von Brueckner (1987) verwendeten monetären Pendelkosten für die Radialdistanz zum Ort der höchsten Arbeitsplatzdichte ändert daran nichts. Die Ergebnisse der einfachen Regressionsmodelle stehen im Einklang mit der bestehenden Literatur von Liotta et al. (2021) und Schmidheiny (2022). Die in Sekundärdaten z.B. von Moser (2017) für den Kanton Zürich oder von Sotomo (2017) für die regionsuisse-Raumtypen beschriebenen Eigenschaften bezüglich Wohnungsfläche und -dichte können im Untersuchungsperimeter der sechs Schweizer Städte bestätigt werden. Die untersuchte Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) ist nicht Bestandteil des MSM, wurde aber untersucht, da sie ein Indikator für den Konsum des Gutes „Wohnen“ sein kann. Wie vom MSM vorhergesagt, legen die Daten nahe, dass bei niedrigeren relativen Kosten für das Gut Wohnen (bei längeren Pendelzeiten ins Zentrum) nicht nur mehr Wohnungsfläche, sondern auch mehr Fläche pro Zimmer konsumiert wird.

Die multivariate Regression zeigt diesbezüglich aber auch, dass die Bauperiode der Wohnungen und das Pro-Kopf-Einkommen in den Gemeinden einen Einfluss auf alle drei unabhängigen Variablen haben. Es kann bestätigt werden, dass das siedlungsgeschichtliche Radialwachstum der Städte (vgl. Kapitel 2.5.2) und die damit verbundene Häufung von Wohnungen einer Bauperiode in einer bestimmten Fahrdistanz zum Zentrum die Gradienten prägt. Dennoch verbleiben signifikante faktorbereinigte Regressionskoeffizienten für die Variable ÖV-Fahrzeit. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein höheres Einkommen (allerdings ohne Berücksichtigung der lokalen Steuerbelastung) zu einer höheren Nachfrage nach grösseren und grosszügigeren Wohnungen führt, die von der Bauwirtschaft entsprechend bedient wird. Bemerkenswert ist das Ergebnis, dass die Fahrzeit zu Nebenzentren in der Regel einen signifikanten



Einfluss auf die Wohnfläche und die Wohndichte hat, der ähnlich gross ist wie der Einfluss der Fahrzeit zum Hauptzentrum (siehe Diskussion, Kapitel 4.2).

Das MSM ist ein statisches Modell, das die Ergebnisse der Bautätigkeit in der Vergangenheit darstellt. Durch die Analyse disaggregierter Daten aus verschiedenen Zeiträumen kann es jedoch verwendet werden, um Trendänderungen in der jüngeren Vergangenheit darzustellen. Dies ist zwar keine Prognose für die Zukunft, aber es kann deutlich gemacht werden, ob eine von der Politik vorgegebene Richtung in den folgenden Jahren in die Praxis umgesetzt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die etwa 70'000 Wohnungen im Untersuchungsperimeter ab 2020 im Durchschnitt kleiner sind als der durchschnittliche Altbestand. Erstmals seit vier Jahrzehnten sinkt damit die durchschnittliche Wohnungsfläche des Wohnungsbestandes in den Städten. Dies ist hoch zu bewerten. Es könnte darauf hindeuten, dass eine Trendwende eingeleitet ist und sich die Bautätigkeit den sich verändernden Haushaltsstrukturen (vgl. Kapitel 2.5.5) und steigenden Preisen anpasst (Bodmer, 2023, S. 11-12). Die höhere realisierte Wohnungsdichte ist ein Indiz dafür, dass in allen Städten seit 2020 eine Verdichtung der Bausubstanz durch Wohnersatzbau und Neubau stattgefunden hat. Es kann jedoch keine Aussage darüber getroffen werden, wie viele neue Gebiete erstmals bebaut worden sind. Die bauliche Verdichtung der letzten Jahre bedeutet nicht automatisch eine Erhöhung der Nutzungsdichte. Die Literatur deutet an, dass die Eigenschaften des Wohnungsbestandes einen Einfluss auf den Wohnflächenkonsum pro Kopf und die Belegungsdichte haben. In der Regel wird in kleineren Wohnungen dichter gewohnt (siehe Tabelle 2, Kapitel 2.5.4). Die in der Analyse festgestellten grossen Zimmer werden sich negativ auf die Nutzungsdichte auswirken. Diese sind jedoch kleiner als die Zimmer der beiden Jahrzehnte 2001-2019, auch hier ist also ein Trend zu flächensensitiverer Planung erkennen. Interessanterweise geht z.B. das Prognosemodell zur zukünftigen Wohnbevölkerung der Stadt Zürich jedoch nicht davon aus, dass der Wohnflächenkonsum in Zukunft abnehmen wird (Stadt Zürich Statistik, 2022, S. 37).

Gute Erreichbarkeit wird in einer zunehmend vernetzten Welt immer relevanter. Je besser eine Region vernetzt ist, desto besser kann sie sich wirtschaftlich entwickeln und desto attraktiver ist sie für potenzielle Zuzüger\*innen. Je besser und schneller beispielsweise eine Agglomerationsgemeinde mit dem öffentlichen Verkehr an eines der grossen Zentren angebunden ist, desto höher ist dort die Nachfrage nach Wohnraum (vgl. Kapitel 2.5.1, Fahrländer Partner AG, 2008, S. 4-6). Erfreulich ist die Feststellung, dass die durchschnittliche Fahrzeit mit dem öffentlichen Verkehr in die Stadtzentren für die

Gesamtheit der untersuchten 1.8 Mio. Wohnungen bei rund 34 Minuten liegt. Dies spricht für eine allgemein gute ÖV-Erschliessung. Es kann für die sechs Städte gezeigt werden, dass die Erreichbarkeit mit dem ÖV auch ein entscheidender Standortfaktor für Neubauprojekte zu sein scheint. Obwohl man davon ausgehen könnte, dass heutzutage noch vorhandene Baugrundstücke schlechter erschlossen sind als bereits bebaute, weisen die Wohnungen ab 2020 ähnlich lange Fahrzeiten auf wie der ältere Bestand. Allerdings ist hier wie bei allen anderen Ergebnissen zu beachten, dass nur ein räumlicher Ausschnitt des urbaneren Schweizer Wohnungsbestandes untersucht wurde und nicht der Grossteil des peri-urban und ländlich gelegenen Wohnungsbestandes der Schweiz.

#### **4.2 Diskussion und Ausblick**

Die Attraktivität von Städten war nicht immer so hoch, wie man sie heute wahrnimmt. Der Anreiz, möglichst zentrumsnah in einer Stadt zu wohnen, ist subjektiv und nicht für alle Bevölkerungsgruppen relevant. Bis zur Jahrtausendwende gab es vier Jahrzehnte lang eine regelrechte Stadtflucht in die Agglomerationen. Dennoch ist die Stadt ein jahrtausendealtes Erfolgsmodell. Der Trend der letzten zwanzig Jahre, dass die Bevölkerung wächst und die Nachfrage nach städtischem Wohnraum steigt, ist Grundlage dieser Arbeit und der immer umfangreicher werdenden Literatur dazu. Selbstkritisch ist anzumerken, dass das Forschungsthema diesem Zeitgeist unterliegt. Nichtsdestotrotz ist das Modell, das auch die Bauten aus den Jahrzehnten der Suburbanisierung berücksichtigt, äusserst robust. Das Modell dieser Arbeit berücksichtigt 1,8 Mio. Wohnungen und 16 Variablen, die über verschiedene Datensätze, teils über APIs abgefragt worden, eingespeist worden sind. Die Menge an zur Verfügung stehenden Daten wächst immer weiter, die Komplexität in der Analyse ist hoch. In diesem Zusammenhang möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Betreuer Dr. Daniel Sager und seinem Mitarbeiter Nataell Cornu von der Firma Meta-Sys AG bedanken. Nicht nur für die Bereitstellung der Daten, sondern vor allem auch für die sehr lehrreiche Betreuung bezüglich Forschungsdesign und empirischer Analyse.

Das Forschungsdesign weist Abwandlungen zum MSM nach Brueckner auf, die noch einmal reflektiert werden sollen. Der Fokus der Arbeit liegt auf dem Zentrum der Stadt an der Stelle des Hauptbahnhofes. Dieser ist (wahrscheinlich) nicht der Ort mit der höchsten Arbeitsplatzdichte in der Stadt, weist aber eine historisch begründete siedlungsstrukturelle Zentralität auf (siehe Kapitel 2.5.2) und liegt in der Nähe der Innenstadt, die in dieser Arbeit als Nutzenbündel für die heutige Bevölkerung verstanden wird. Neben seiner Funktion als wichtiger Verkehrsknotenpunkt ist das Stadtzentrum ein

Ort kultureller Einrichtungen und Universitäten, ein Ort der Geschichte, ein Geschäftszentrum und natürlich ein Ort mit vielen Arbeitsplätzen. Es wird davon ausgegangen, dass dies die Attraktivität der Innenstadt stärker prägt als die alleinige Betrachtung der Anzahl der Arbeitsplätze. Die konkrete Verteilung der Arbeitsplätze wird in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Grundsätzlich finden sich alle Limitationen des MSM (vgl. Kapitel 2.3) als Vereinfachungen im Forschungsdesign wieder, wenngleich im zweiten empirischen Analyseschritt einige Einflussfaktoren überprüft wurden.

Die Grundaussage, dass die Erreichbarkeit wichtiger ist als die monetären Kosten für die Pendelnden, wird in der vorliegenden Literatur nicht näher erläutert, erscheint aber logisch und richtig. Die Wahl der ÖV-Fahrzeiten (inkl. Fusswegen) stellt eine Vereinfachung dar und berücksichtigt weder den MIV- noch den Veloverkehr. Auch wenn die Bedeutung des ÖV-Verkehrs in den Stadtgemeinden höher ist als die des MIV-Verkehrs, werden in der Schweiz insgesamt rund 50% aller Arbeitswege mit dem Auto zurückgelegt. Genau genommen müsste, wie z.B. bei Liotta et al. (2022), zumindest ein Mittelwert aus ÖV- und MIV-Fahrzeiten angesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Wohnungen mit langer ÖV-Fahrzeit im 20 km grossen Radius der Städte mit dem MIV deutlich schneller zu erreichen sind. Die Beschaffung von koordinatenbasierten MIV-Fahrzeiten über z.B. die Distance Matrix API von Google Maps war für diese Arbeit jedoch nicht möglich. Zudem werden nur Fahrzeiten und keine Frequenzen berücksichtigt. Die Auswahl der Wohnstandorte mit einem Radius von maximal zwanzig Kilometern um die Stadtzentren folgt der Idee, dass die zusammenhängende Bebauungsstruktur der Städte betrachtet werden soll. Damit werden aber bei weitem nicht alle Pendelnden einer Stadt erfasst, da insbesondere mit der Eisenbahn zum Teil lange Pendelstrecken, z.B. Basel – Zürich, zurückgelegt werden.

Die vorliegende Arbeit versucht, sich der Thematik der Polyzentralität von Städten anhand der Untersuchung ausgewählter Nebenzentren zu nähern. Die aufgezeigten Zusammenhänge zwischen dem Wohnungsbestand und den Nebenzentren sind aufschlussreich, sollten aber nicht isoliert interpretiert werden. Schmidt et al. (2020) und Arribas-Bel und Sanz-Gracia (2014) verwenden wesentlich komplexere statistische Modelle zur Untersuchung der Polyzentralität. Diese sollten für eine vertiefte Untersuchung der Schweizer Metropolregionen, ihrer Vernetzung und der Abhängigkeiten zwischen Siedlungsentwicklung und Pendlermobilität herangezogen werden.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Arbeit eine ökonomische Perspektive auf den Wohnungsmarkt einnimmt und nur den gebauten Bestand analysiert. So wird bei einer positiven Bewertung der Innenentwicklung kein Bezug zu soziologischen Aspekten des Wohnens wie Verdrängungseffekten oder sinkender Wohnzufriedenheit hergestellt, die mit einer Verdichtung einhergehen können. Der sozioökonomische Hintergrund der Haushalte wird zudem nur über die Betrachtung des steuerbaren Pro-Kopf-Einkommens pro Gemeinde beleuchtet. Eine Diskussion der sozialräumlichen Auswirkungen des Wohnungsmarktgeschehens würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Das Modell könnte jedoch theoretisch z.B. um georeferenzierte sozioökonomische Daten erweitert werden, um Abhängigkeiten zum Wohnungsbestand zu untersuchen.

Die ökonomische Sichtweise verleitet dazu, Vorschläge für Markteingriffe zu unterbreiten, die die aktuelle Wohnungsknappheit in den Städten vermeintlich entschärfen würden. Davon will die Arbeit jedoch Abstand nehmen. Vielmehr soll zum Abschluss aufgezeigt werden, inwiefern eine Erweiterung des vorgestellten Modells weiterführende Untersuchungen ermöglichen könnte. Grundsätzlich stellt der untersuchte Wohnungsbestand das Angebot auf dem Wohnungsmarkt dar. Nachfragefaktoren, die Belegungsdichte oder der Wohnflächenverbrauch pro Kopf wurden nicht untersucht. In Anlehnung an die Arbeit von Fahrländer Partner AG (2008) könnten die Zusammenhänge zwischen Angebot und Nachfrage in Relation zum Stadtzentrum untersucht werden. Die Nachfrage, z.B. in Form von georeferenzierten Portalanfragen, idealerweise in einem feineren Raster als auf Gemeindeebene gemessen, könnte in das Modell integriert werden. Eine Überlagerung mit Wohndichtegradienten oder Wohnflächengradienten würde Aussagen über räumliche Überschneidungen oder eben räumliche Nicht-Überschneidungen ermöglichen und die Frage beantworten: Wo werden welche Wohnungen angeboten und wo möchten die Menschen wie wohnen?

## Literaturverzeichnis

- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge, MA und London, England: Harvard University Press.
- Arribas-Bel, D. & Sanz-Gracia, F. (2014). The Validity of the Monocentric City Model in a Polycentric Age: US Metropolitan Areas in 1990, 2000 and 2010. *SSRN Electronic Journal*, 35. DOI: 10.2139/ssrn.2474858.
- BAK Economics (2021). *Regionale Erreichbarkeit der Schweiz 2020. Executive Summary zur Projektphase 2019/20*. Basel.
- Bodmer, F. (2023). *Der Schweizer Wohnungsmarkt: Eine Auslegeordnung*. Zürich: Park Books.
- Brueckner, J. K. (1987). The structure of urban equilibria: A unified treatment of the muth-mills model. In *Handbook of Regional and Urban Economics* (Bd. 2, S. 821-845). Amsterdam: Elsevier.
- Brueckner, J. K., Thisse, J.-F. & Zenou, Y. (1999). Why is central Paris rich and downtown Detroit poor?: An amenity-based theory. *European Economic Review*, 43(1), 91-107. DOI: 10.1016/S0014-2921(98)00019-1.
- Bubenhofer, J. (2017, 2017). *Geschichte der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung in der Schweiz*. Gefunden unter <https://mobilon.ch/?p=282>.
- Bundesamt für Statistik BFS (2020). *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und der Kantone 2020–2050*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2021a). *Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik 2018*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2021b). *Künftige Entwicklung der Privathaushalte: Szenarien zur Entwicklung der Privathaushalte in der Schweiz und in den Kantonen 2020–2050*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2021c). *Pendlermobilität in der Schweiz 2019*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2022a). *Bau- und Wohnungswesen 2020*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2022b). *Flächenverbrauch*. Gefunden unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen/wohnverhaeltnisse/flaechenverbrauch.html>.
- Bundesamt für Statistik BFS (2022c). *Leerwohnungszählung 2022. Deutlicher Rückgang der Leerwohnungsziffer im Jahr 2022*. Neuchâtel: Autor.

- Bundesamt für Statistik BFS (2022d). *Merkmalskatalog. Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister. Version 4.2*. Neuchâtel: Autor.
- Bundesamt für Statistik BFS (2022e). *Wohnungsgrösse*. Gefunden unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bauwohnungswesen/wohnungen/groesse.html>.
- Bundesamt für Statistik BFS (2023a). *Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister GWR*. Gefunden unter <https://www.housing-stat.ch/de/index.html>.
- Bundesamt für Statistik BFS (2023b). *Wohnungen*. Gefunden unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bauwohnungswesen/wohnungen.html>.
- Bundesamt für Wohnungswesen BWO (2015). *Wohnbauten planen, beurteilen und vergleichen*. Grenchen: Autor.
- Duranton, G. & Puga, D. (2015). Urban Land Use. In G. Duranton, J. V. Henderson & W. C. Strange (Hrsg.), *Handbook of Regional and Urban Economics* (Bd. 5, S. 467-560). Amsterdam: Elsevier.
- EspaceSuisse: Verband für Raumplanung (2019). *Bericht. Regelungen zur Förderung der Verdichtung und zur Beseitigung von Verdichtungshemmnissen*. Bern: Bundesamt für Raumentwicklung ARE.
- ESTV (2019). *Steuerbares Einkommen pro Steuerpflichtigem/-r, in Franken 2019*. Gefunden unter [https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/de/17230\\_9164\\_8282\\_8281/26753.html](https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/de/17230_9164_8282_8281/26753.html).
- Fahrländer Partner AG (2008). *Bauzonen Schweiz: Wie viele Bauzonen braucht die Schweiz?* (Schlussbericht). Ittigen: Bundesamt für Raumentwicklung.
- Fasol, L. & Mathieu, J. (2016). Die Expansion der Städte. In *Geschichte der Landschaft in der Schweiz*. Zürich: Orell Füssli.
- Frey, R. L. (1996). *Stadt: Lebens- und Wirtschaftsraum: eine ökonomische Analyse*. Zürich: vdf, Hochschul-Verlag an der ETH.
- Fujita, M. (1989). *Urban Economic Theory: Land Use and City Size*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Geltner, D., Miller, N. G., Clayton, J. & Eichholtz, P. (2021). *Commercial real estate: analysis and investments* (3). Mason, OH, USA: OnCourse Learning.
- Guth, D., Siedentop, S. & Holz-Rau, C. (2012). Erzwungenes oder exzessives Pendeln? *Raumforschung und Raumordnung*, 70, 485-499. DOI: 10.1007/s13147-012-0196-5.



- Haig, R. M. (1926). Toward an Understanding of the Metropolis: I. Some Speculations Regarding the Economic Basis of Urban Concentration. *The Quarterly Journal of Economics*, 40(2), 179-208. DOI: 10.2307/1884617.
- Hartwick, J., Schweizer, U. & Varaiya, P. (1976). Comparative statics of a residential economy with several classes. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 396-413. DOI: 10.1016/0022-0531(76)90049-1.
- Heye, C. (2019, 24. Januar). *Bezahlbares Wohnen dank hoher Nutzungsdichte? Soziokulturelle Lösungsansätze*. Präsentation anlässlich zawonet-Podium. Zürich.
- IPCC (2014). *Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)*. Genf: Autor.
- Kleinhüchelkotten, S., Neitzke, H. P. & Moser, S. (2016). *Repräsentative Erhebung von Pro-Kopf-Verbräuchen natürlicher Ressourcen in Deutschland (nach Bevölkerungsgruppen)*: Umweltbundesamt (DE).
- Kraus, M. (2006). Monocentric Cities. In D. P. McMillen & R. J. Arnott (Hrsg.), *A Companion to Urban Economics* (S. 97-108). Malden: Wiley-Blackwell.
- Kretz, S. & Kueng, L. (Hrsg.). (2016). *Urbane Qualitäten. Ein Handbuch am Beispiel der Metropolitanregion Zürich*. Zürich: Hochparterre. DOI: 10.3929/ethz-b-000119976.
- Liotta, C., Viguié, V. & Lepetit, Q. (2021, Nov.). *Is the monocentric urban economic model still empirically relevant? Assessing urban econometric predictions in 192 cities on five continents*. Gefunden unter [https://www.researchgate.net/publication/355901183\\_Is\\_the\\_monocentric\\_urban\\_economic\\_model\\_still\\_empirically\\_relevant\\_Assessing\\_urban\\_econometric\\_predictions\\_in\\_192\\_cities\\_on\\_five\\_continents](https://www.researchgate.net/publication/355901183_Is_the_monocentric_urban_economic_model_still_empirically_relevant_Assessing_urban_econometric_predictions_in_192_cities_on_five_continents).
- Liotta, C., Viguié, V. & Lepetit, Q. (2022). Testing the monocentric standard urban model in a global sample of cities. *Regional Science and Urban Economics*, 97, 103832. DOI: 10.1016/j.regsciurbeco.2022.103832.
- McMillen, D. P. (2006). Testing for Monocentricity. In D. P. McMillen & R. J. Arnott (Hrsg.), *A Companion to Urban Economics* (S. 128-140). Malden: Wiley-Blackwell.
- Mills, E. S. (1967). An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area. *The American Economic Review*, 57(2), 197-210. Verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/1821621>

- Moser, P. (2007). Pendelstrukturen im Grossraum Zürich: Entwicklungen und Perspektiven. *Informationen zur Raumentwicklung*, 2/3.2007, 131-139.
- Moser, P. (2017). *Der Preis des Bodens. Ein hedonisches Modell der Wohnbaulandpreise im Kanton Zürich*. Zürich: Statistisches Amt des Kantons Zürich.
- Muggli, R. (2013). Verdichtet bauen!: Postulat und Rechtswirklichkeiten (In *Schweizerische Baurechtstagung 2013*, S. 153-169). Freiburg: Institut für schweizerisches und internationales Baurecht
- Muth, R. F. (1969). *Cities and housing; the spatial pattern of urban residential land use*. Chicago: University of Chicago Press.
- O'Sullivan, A. (2012). *Urban economics* (8). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz (2023). *Fahrtprognose (TRIAS 2020)*. Gefunden unter <https://opentransportdata.swiss/de/cookbook/fahrtprognose/>.
- Oswald, M. (2022). *Homeoffice als Faktor im Wohnimmobilienmarkt*. Masterthesis MAS Real Estate, CUREM. Universität Zürich, Zürich. Gefunden unter: <https://www.curem.uzh.ch/dam/jcr:cb6f43d8-4933-4a50-8779-0847e90b8485/Oswald%20Manuel%20AbAr%20Lg21-22%20web.pdf>.
- Quigley, J. M. (1998). Urban Diversity and Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 12(2), 127-138. DOI: 10.1257/jep.12.2.127.
- regiosuisse (2023). *Monitoring: Bevölkerungswachstum*. Gefunden unter <https://regiosuisse.ch/regionenmonitoring/wohnbevoelkerung>.
- Salvi, M. (2003). *Ist eine höhere bauliche Dichte wünschenswert? Evidenz aus den Preisen von Einfamilienhäusern im Kanton Zürich*. München: Universitätsbibliothek München.
- SBB (2023, 28. Juli). *Datenset passagierfrequenz. Ein- und Aussteigende an Bahnhöfen*. Gefunden unter [https://data.sbb.ch/explore/dataset/passagierfrequenz/information/?flg=de&disjunctive.kt\\_ct\\_cantone&disjunctive.isb\\_gi](https://data.sbb.ch/explore/dataset/passagierfrequenz/information/?flg=de&disjunctive.kt_ct_cantone&disjunctive.isb_gi).
- Schmidheiny, K. (2014, 6. September). *Das monozentrische Stadtmodell*. Präsentation anlässlich iconomix-Fachtagung 2014. Zürich: Schweizerische Nationalbank.
- Schmidheiny, K. (2022, 19. September). *Simulation Urbanias: Das Grundmodell der Stadtökonomie*. Präsentation anlässlich iconomix Lern-Modul Stadtökonomie. Zürich: Schweizerische Nationalbank.
- Schmidt, S., Krehl, A., Fina, S. & Siedentop, S. (2020). Does the monocentric model work in a polycentric urban system? An examination of German metropolitan regions. *Urban Studies*, 58, 1674–1690. DOI: 10.1177/0042098020912980.

- Schweizerischer Städteverband (2014). *Neue Stadt- und Agglomerations-Definition: Abbild der Urbanisierung*. Bern: Autor.
- sotomo (2017). *Gemeinnütziges Wohnen im Fokus. Ein Vergleich zu Miete und Eigentum*. Grenchen: Bundesamt für Wohnungswesen.
- Stadt Zürich (2018a). *Wachstum*. Gefunden unter [https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet\\_der\\_stadt\\_zuerich/digitale-zeitreise/wachstum.html](https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet_der_stadt_zuerich/digitale-zeitreise/wachstum.html).
- Stadt Zürich (2018b). *Wohnen*. Gefunden unter [https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet\\_der\\_stadt\\_zuerich/digitale-zeitreise/wohnen.html](https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet_der_stadt_zuerich/digitale-zeitreise/wohnen.html).
- Stadt Zürich (2020, 7. April). *Bauliche Verdichtung aktuell*. Gefunden unter [https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/publikationen-angebote/publikationen/webartikel/2020-04-07\\_Bauliche-Verdichtung-aktuell.html](https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/publikationen-angebote/publikationen/webartikel/2020-04-07_Bauliche-Verdichtung-aktuell.html).
- Stadt Zürich (2022a). *Mietpreise in der Stadt Zürich*. Gefunden unter [https://www.stadt-zuerich.ch/content/prd/de/index/statistik/publikationen-angebote/publikationen/webartikel/2022-11-03\\_Mietpreise-in-der-Stadt-Zuerich.html](https://www.stadt-zuerich.ch/content/prd/de/index/statistik/publikationen-angebote/publikationen/webartikel/2022-11-03_Mietpreise-in-der-Stadt-Zuerich.html).
- Stadt Zürich (2022b). *Noch weniger leere Wohnungen in der Stadt Zürich*. Zürich: Autor.
- Stadt Zürich (Hrsg.) (2022c). *Stadtverkehr 2025. Bericht 2022*. Zürich: Autor.
- Stadt Zürich Statistik (2022). *Bevölkerungsszenarien 2022 bis 2040. Dokumentation*. Zürich: Autor.
- Statistisches Amt Kanton Zürich (2015). Gebäudestruktur und bauliche Dichte. Die Entwicklung baulicher Dichte im Kanton Zürich 2000-2014. *statistik.info*, 2015/8. Verfügbar unter [https://www.web.statistik.zh.ch/ogd/daten/ressourcen/KTZH\\_00000311\\_00001326.pdf](https://www.web.statistik.zh.ch/ogd/daten/ressourcen/KTZH_00000311_00001326.pdf)
- Stutzer, A. & Frey, B. S. (2008). Stress That Doesn't Pay: The Commuting Paradox. *Scandinavian Journal of Economics*, 110(2), 339-366. Verfügbar unter <https://ideas.repec.org/p/zur/iewwpx/151.html>
- von Thünen, J. H. (1826). *Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie* (Bd. 1. Auflage). Hamburg: Perthes.

- Willimann, I. (2023). Von der Grossfamilie zum Einpersonenhaushalt. *Die Volkswirtschaft*. Verfügbar unter <https://dievolkswirtschaft.ch/de/2023/01/von-der-grossfamilie-zum-einpersonenhaushalt/>.
- Winkelmann, R. & Bachmann, O. (2004). *Zeit und Geld. Wie beeinflussen Zeit und Kosten die Verkehrsmittelwahl von Zupendelnden in die Stadt Zürich?* Zürich: Statistik Stadt Zürich
- Wüest Partner (2018). *Siedlungsentwicklung nach innen in den Städten*. Bern: Schweizerischer Städteverband.

## Anhang

### Anhang 1: Kartendarstellungen Wohnungsdichte

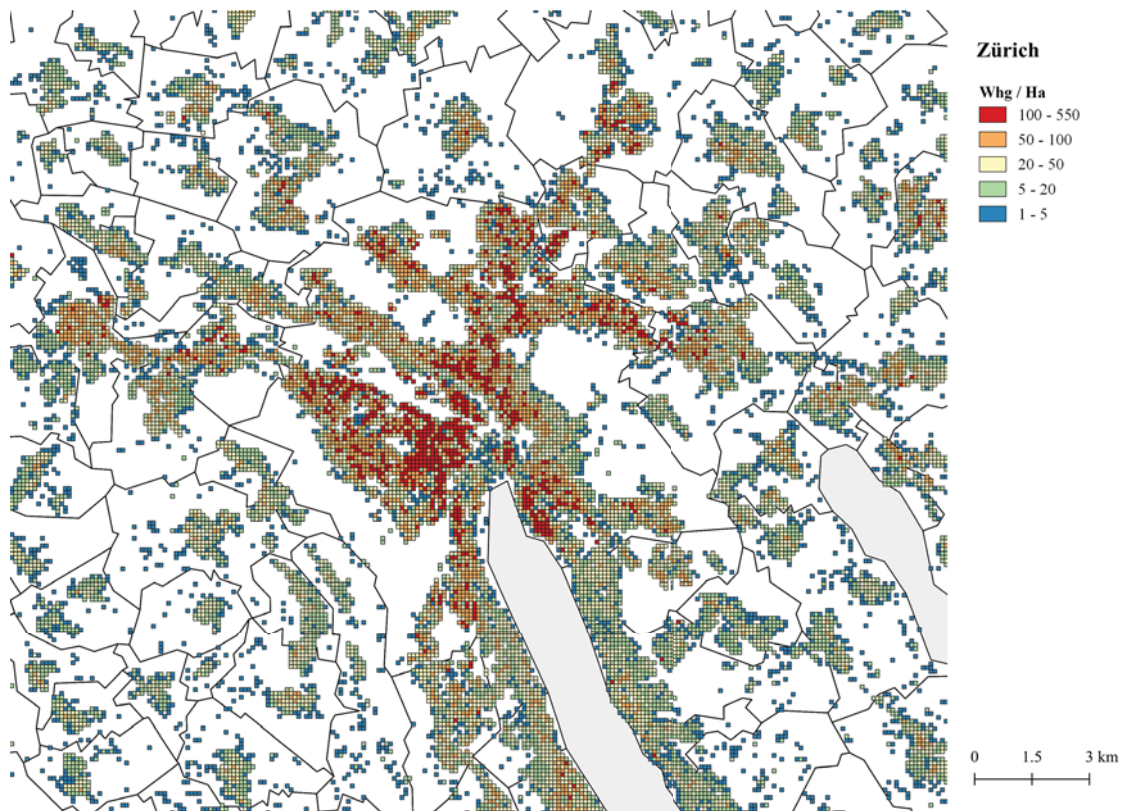


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Zürich

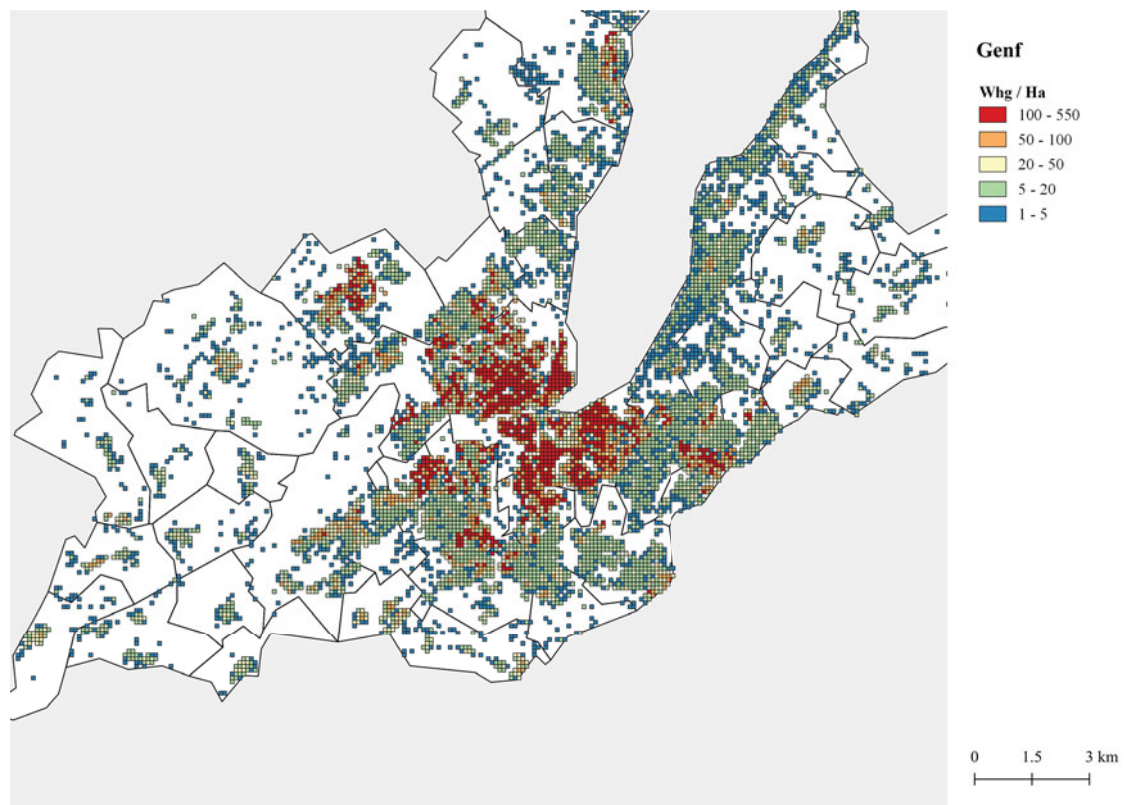


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Genf



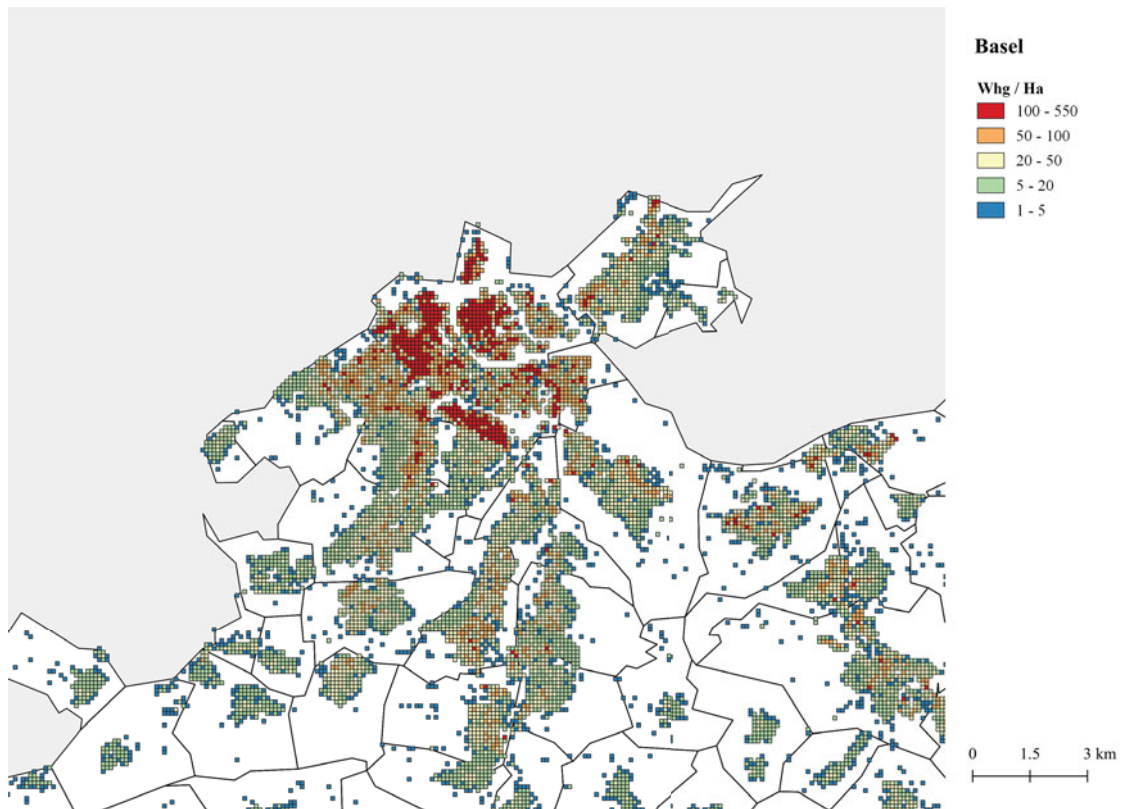


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Basel

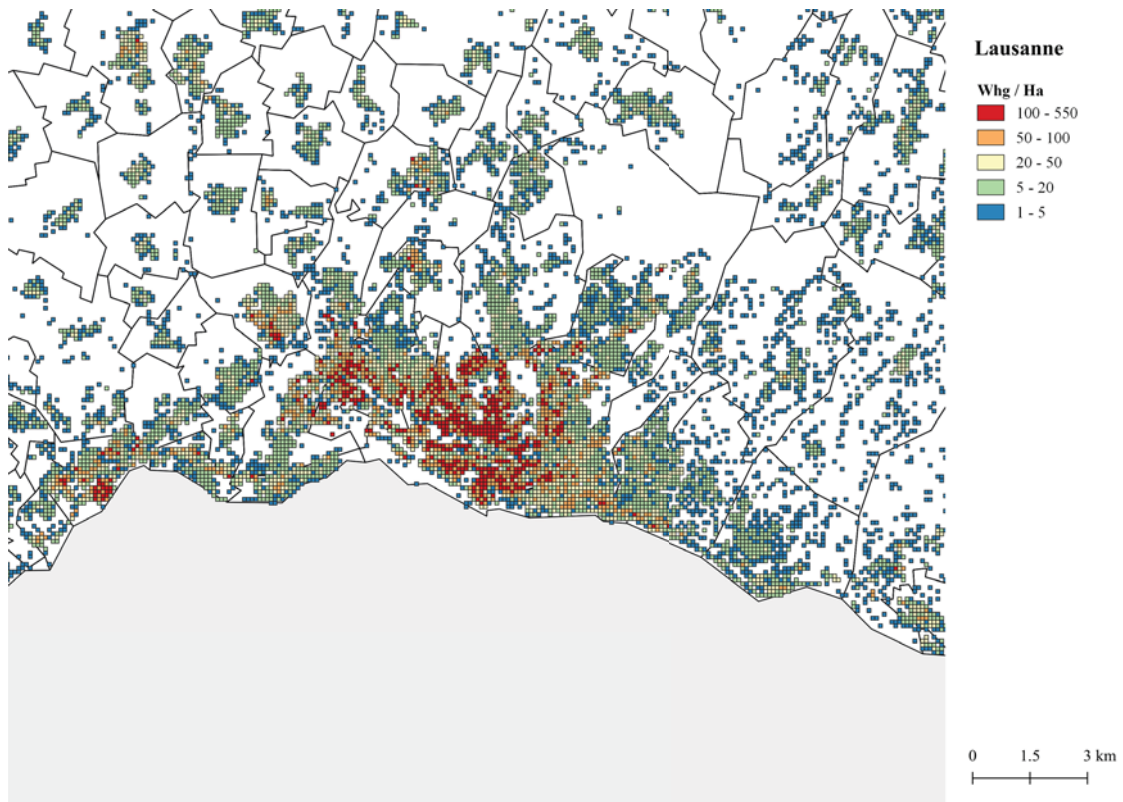


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Lausanne





Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Bern

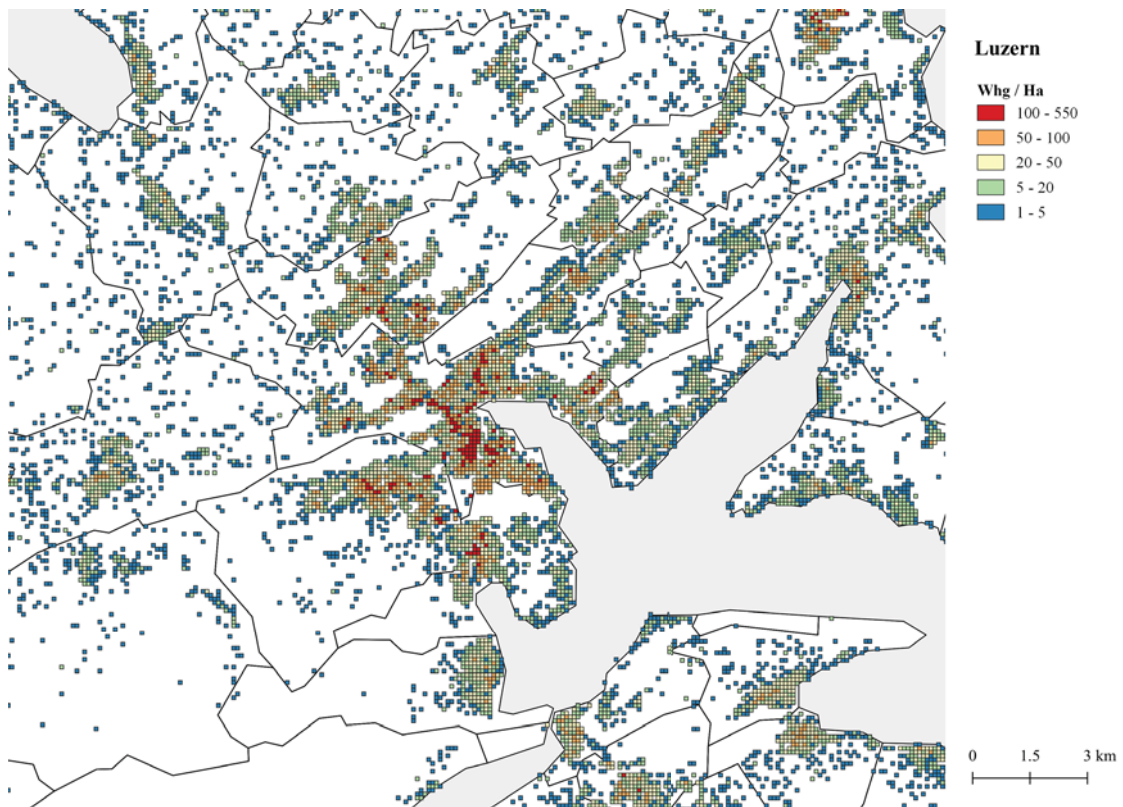


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsdichte pro Hektar, Luzern

## Anhang 2: Kartendarstellungen Wohnungsflächen

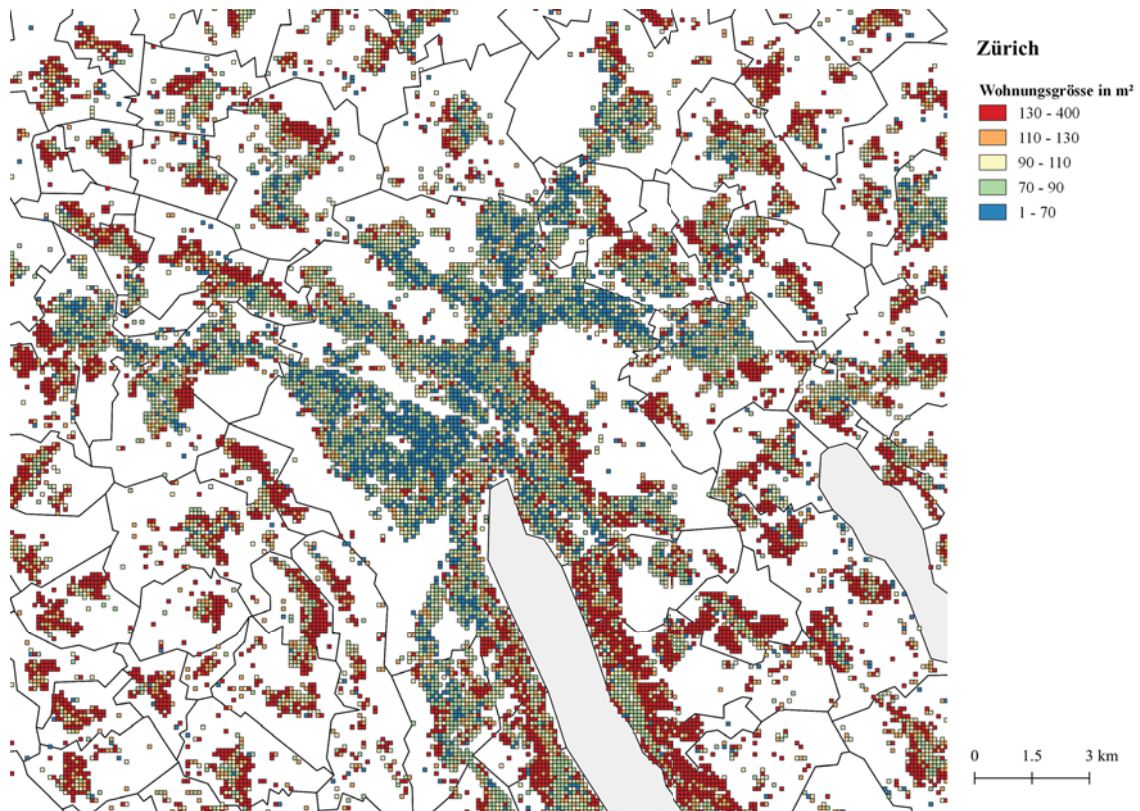


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Zürich

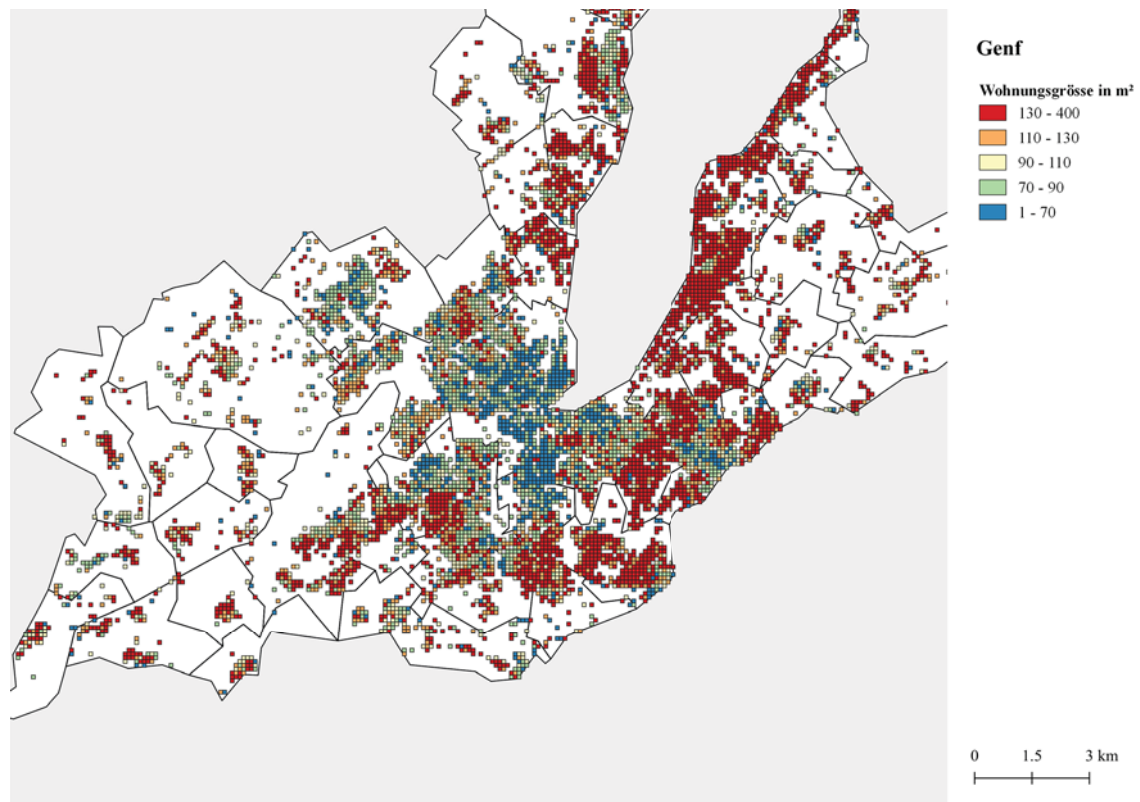


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Genf



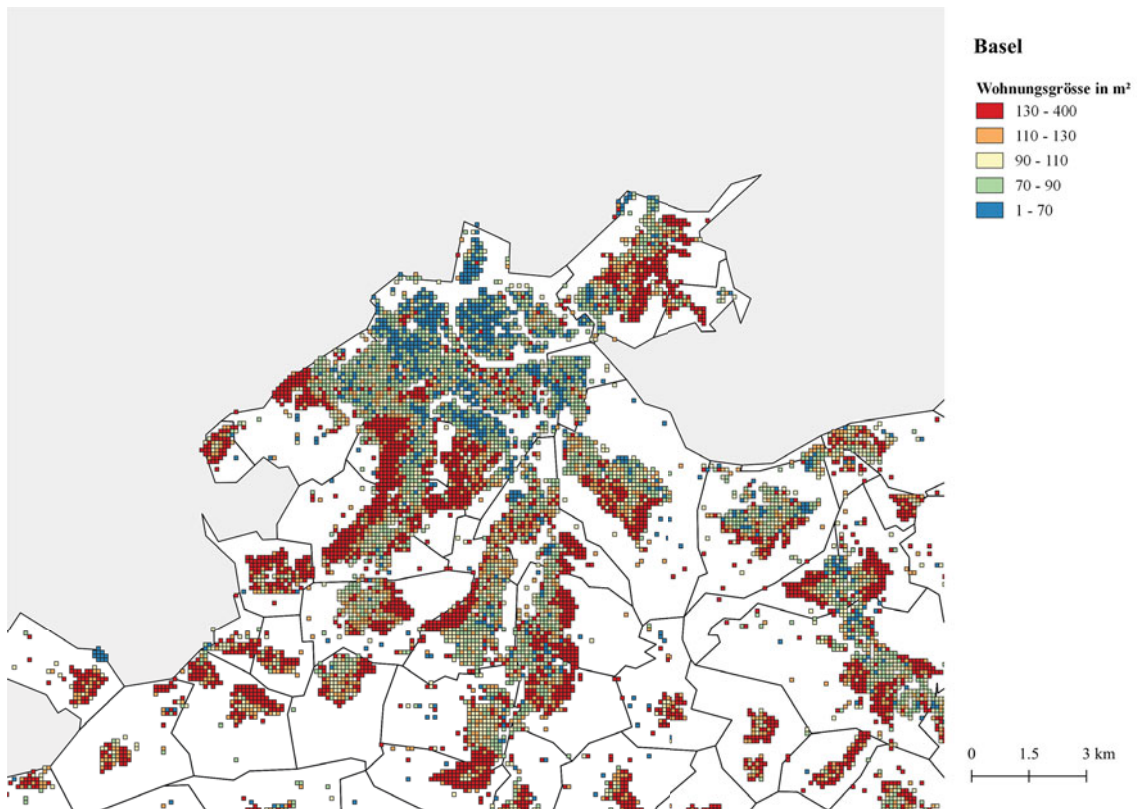


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Basel

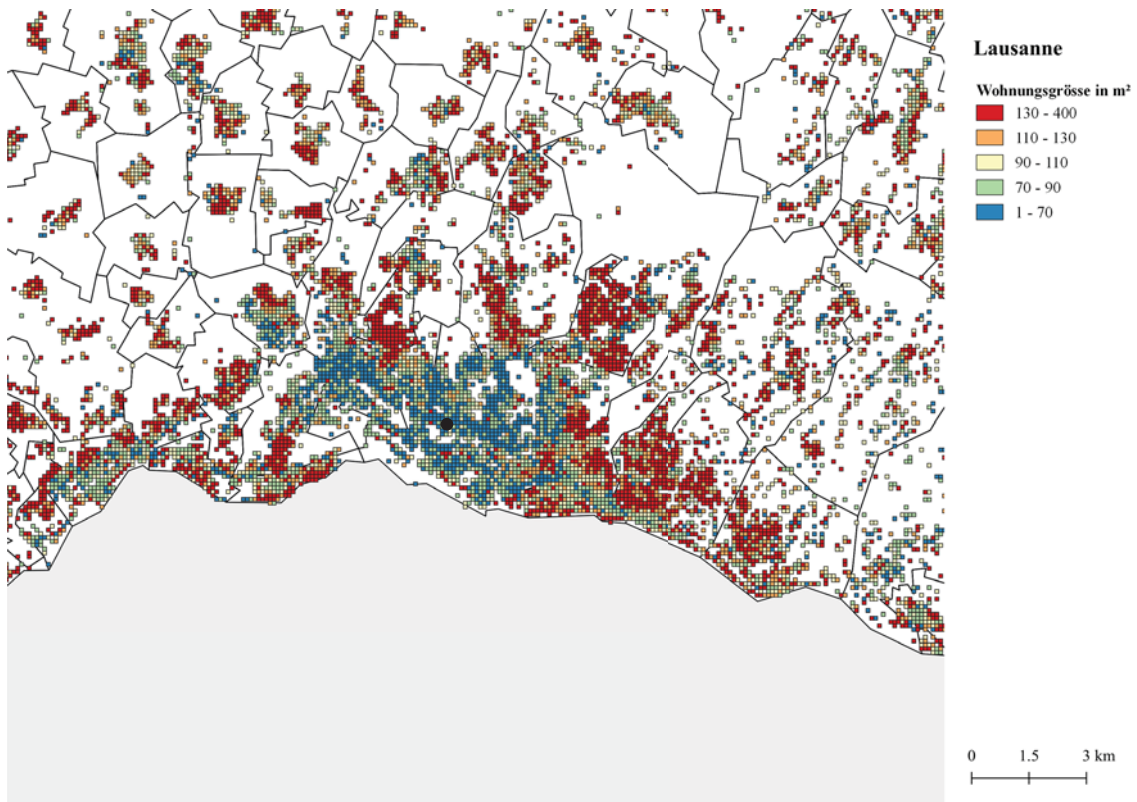


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Lausanne



Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Bern

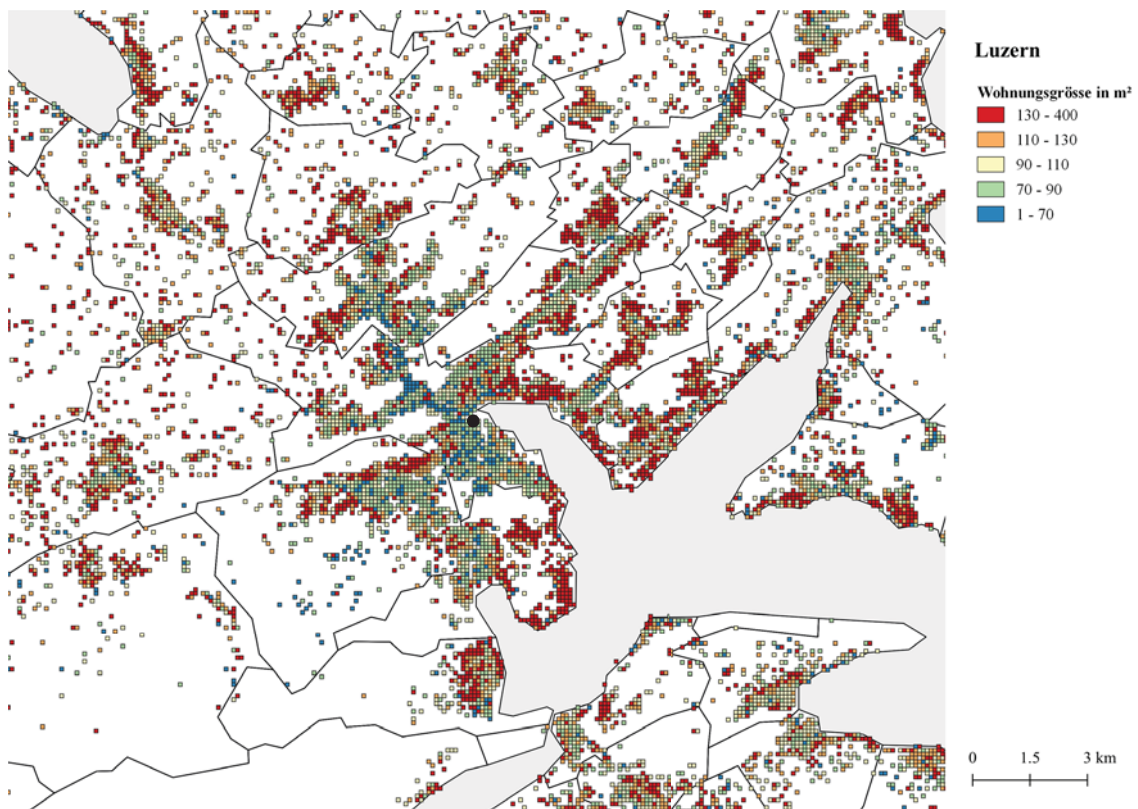


Abbildung: Durchschnittliche Wohnungsfläche pro Hektar, Luzern

## Anhang 3: Zusammenfassungen Regressionen «Anzahl Zimmer»

1. Basismodell				
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.021	0.000	< 0.001***
<b>Zürich</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.024	0.000	< 0.001***
<b>Genf</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.052	0.000	< 0.001***
<b>Basel</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.037	0.000	< 0.001***
<b>Lausanne</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.024	0.000	< 0.001***
<b>Bern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.020	0.000	< 0.001***
<b>Luzern</b>	Fahrzeit <sub>Zentrum</sub>	0.018	0.000	< 0.001***

Signifikanz:  $p > 0.05 = \text{ns}$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle: Einfache Regressionen, Anzahl Zimmer für Gesamtgruppe und pro Stadt

	Modell	1. Basismodell			2. Erweiterungen		
		Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz	Koeffizient	Std. Fehler	Signifikanz
<b>Total</b>	Fahrzeit <sub>HB</sub>	0.021	0.000	< 0.001***	0.017	0.009	< 0.001***
Bauperiode (Referenz 2021-2023)	vor 1919				0.320	0.000	< 0.001***
	1919-1945				0.315	0.008	< 0.001***
	1946-1960				-0.011	0.008	0.163 ns
	1961-1970				-0.082	0.008	< 0.001***
	1971-1980				0.145	0.008	< 0.001***
	1981-1990				0.452	0.008	< 0.001***
	1991-2000				0.520	0.008	< 0.001***
	2001-2010				0.769	0.008	< 0.001***
	2011-2020				0.168	0.008	< 0.001***
	Einkommen (in zehntausend CHF)				0.081	0.001	< 0.001***

Signifikanz:  $p > 0.05 = \text{ns}$  |  $p \leq 0.05 = *$  |  $p \leq 0.01 = **$  |  $p \leq 0.001 = ***$

Tabelle: Multivariate Regression, Anzahl Zimmer für Gesamtgruppe

## Anhang 4: Multivariate Regressionen zur Untersuchung der Nebenzentren

Gruppe A					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	3.92E+01	3.58E-01	109.314	<2e-16
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	6.87E-01	6.05E-03	113.418	<2e-16
	Einkommen (in zehntausend CHF)	4.36E-04	3.67E-06	118.964	<2e-16
Städte (Referenz Basel)	Bern	1.06E+01	3.43E-01	30.774	<2e-16
	Genf	-5.68E+00	2.50E-01	-22.712	<2e-16
	Lausanne	-2.23E+00	2.24E-01	-9.939	<2e-16
	Luzern	5.32E+00	2.30E-01	23.075	<2e-16
	Zürich	-8.85E+00	2.05E-01	-43.25	<2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)	1946-1960	-1.34E+01	2.72E-01	-49.063	<2e-16
	1961-1970	-1.56E+01	2.76E-01	-56.321	<2e-16
	1971-1980	-7.32E+00	2.94E-01	-24.873	<2e-16
	1981-1990	9.02E+00	3.38E-01	26.679	<2e-16
	1991-2000	1.02E+01	3.63E-01	27.985	<2e-16
	2001-2010	2.76E+01	3.21E-01	86.191	<2e-16
	2011-2020	8.49E+00	2.92E-01	29.031	<2e-16
	2021-2023	-1.10E+00	4.94E-01	-2.218	0.0265
	Vor 1919	2.52E+00	2.74E-01	9.196	<2e-16
Residual standard error: 45.41 on 424176 degrees of freedom (189748 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.1697, Adjusted R-squared: 0.1697, F-statistic: 5418 on 16 and 424176 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsgrössen», Gruppe A

Gruppe A					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	1.96E+02	4.54E-01	431.325	<2e-16
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	-2.11E+00	7.72E-03	273.996	<2e-16
	Einkommen (in zehntausend CHF)	-7.02E-04	4.63E-06	-151.72	<2e-16
Städte (Referenz Basel)	Bern	-4.05E+01	4.38E-01	-92.476	<2e-16
	Genf	3.95E+01	3.10E-01	127.359	<2e-16
	Lausanne	-2.60E+00	2.87E-01	-9.079	<2e-16
	Luzern	-1.82E+01	2.94E-01	-61.794	<2e-16
	Zürich	1.09E+00	2.60E-01	4.177	<2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)	1946-1960	5.11E-01	3.46E-01	1.478	0.1393
	1961-1970	1.57E+01	3.51E-01	44.731	<2e-16
	1971-1980	7.84E+00	3.74E-01	20.974	<2e-16
	1981-1990	-9.51E+00	4.29E-01	-22.16	<2e-16
	1991-2000	-9.36E+00	4.59E-01	-20.415	<2e-16
	2001-2010	-1.52E+01	4.06E-01	-37.386	<2e-16
	2011-2020	-6.86E-01	3.73E-01	-1.842	0.0655
	2021-2023	7.96E+00	6.31E-01	12.614	<2e-16
	Vor 1919	1.18E+01	3.49E-01	33.638	<2e-16
Residual standard error: 58.11 on 430755 degrees of freedom (183169 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.3358, Adjusted R-squared: 0.3358, F-statistic: 1.361e+04 on 16 and 430755 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsdichte», Gruppe A



Gruppe B					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	5.77E+01	3.05E-01	189.087	<2e-16
	Fahrzeit <sub>NB</sub>	7.57E-01	3.94E-03	192.384	<2e-16
Städte (Referenz Basel)	Einkommen (in zehntausend CHF)	3.36E-04	2.42E-06	138.744	<2e-16
	Bern	-5.63E+00	2.58E-01	-21.793	<2e-16
	Genf	-1.96E+01	2.84E-01	-68.884	<2e-16
	Lausanne	-1.64E+01	1.89E-01	-86.994	<2e-16
	Luzern	-8.05E+00	2.35E-01	-34.333	<2e-16
	Zürich	-1.60E+01	1.64E-01	-97.209	<2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)	1946-1960	-1.19E+01	2.23E-01	-53.174	<2e-16
	1961-1970	-1.19E+01	2.18E-01	-54.412	<2e-16
	1971-1980	-1.31E+00	2.24E-01	-5.837	5.3e-09
	1981-1990	1.32E+01	2.37E-01	55.612	<2e-16
	1991-2000	2.11E+01	2.44E-01	86.362	<2e-16
	2001-2010	3.15E+01	2.21E-01	142.575	<2e-16
	2011-2020	1.37E+01	2.13E-01	64.596	<2e-16
	2021-2023	3.07E+00	3.24E-01	9.464	<2e-16
Vor 1919	2.78E+00	2.41E-01	11.578	<2e-16	
Residual standard error: 44.16 on 876878 degrees of freedom (280918 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.1794, Adjusted R-squared: 0.1794, F-statistic: 1.198e+04 on 16 and 876878 DF, p-value: < 2.2e-16 Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsgrösse», Gruppe B (Fahrzeit zum Nebenzentrum)

Gruppe B					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	1.04E+02	3.27E-01	317.438	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>NB</sub>	-1.30E+00	4.23E-03	306.203	< 2e-16
Städte (Referenz Basel)	Einkommen (in zehntausend CHF)	-3.42E-04	2.57E-06	133.126	< 2e-16
	Bern	1.70E+00	2.79E-01	6.098	1.08e-09
	Genf	6.35E+01	2.95E-01	215.468	< 2e-16
	Lausanne	4.06E+01	2.04E-01	199.684	< 2e-16
	Luzern	1.18E+01	2.53E-01	46.747	< 2e-16
	Zürich	2.83E+01	1.76E-01	160.744	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)	1946-1960	-4.42E+00	2.40E-01	-18.408	< 2e-16
	1961-1970	-1.27E+00	2.34E-01	-5.421	5.92e-08
	1971-1980	-7.00E+00	2.40E-01	-29.117	< 2e-16
	1981-1990	-1.90E+01	2.55E-01	-74.613	< 2e-16
	1991-2000	-1.94E+01	2.61E-01	-74.257	< 2e-16
	2001-2010	-1.85E+01	2.38E-01	-77.895	< 2e-16
	2011-2020	7.67E-01	2.30E-01	3.335	0.000853
	2021-2023	5.34E+00	3.52E-01	15.174	< 2e-16
Vor 1919	2.39E+00	2.59E-01	9.241	< 2e-16	
Residual standard error: 48.05 on 901092 degrees of freedom (256704 Beobachtungen als fehlend gelöscht) Multiple R-squared: 0.2239, Adjusted R-squared: 0.2239, F-statistic: 1.624e+04 on 16 and 901092 DF, p-value: < 2.2e-16 Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsdichte», Gruppe B (Fahrzeit zum Nebenzentrum)

Gruppe C					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	4.42E+01	3.17E-01	139.442	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>NB</sub>	7.93E-01	3.67E-03	216.138	< 2e-16
Städte (Referenz Basel)	Einkommen (in zehntausend CHF)	4.30E-04	2.38E-06	180.493	< 2e-16
	Bern	-4.76E+00	2.57E-01	-18.546	< 2e-16
	Genf	-1.82E+01	2.83E-01	-64.494	< 2e-16
	Lausanne	-1.62E+01	1.88E-01	-86.418	< 2e-16
	Luzern	-7.43E+00	2.33E-01	-31.891	< 2e-16
	Zürich	-2.30E+01	1.69E-01	-	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)				136.092	
	1946-1960	-1.43E+01	2.22E-01	-64.594	< 2e-16
	1961-1970	-1.56E+01	2.18E-01	-71.487	< 2e-16
	1971-1980	-4.95E+00	2.24E-01	-22.082	< 2e-16
	1981-1990	9.00E+00	2.38E-01	37.885	< 2e-16
	1991-2000	1.71E+01	2.45E-01	69.828	< 2e-16
	2001-2010	2.70E+01	2.22E-01	121.644	< 2e-16
	2011-2020	9.50E+00	2.14E-01	44.47	< 2e-16
	2021-2023	-9.62E-01	3.24E-01	-2.971	0.00297
Vor 1919	2.34E+00	2.39E-01	9.8	< 2e-16	
Residual standard error: 43.92 on 876878 degrees of freedom (280918 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.188, Adjusted R-squared: 0.188, F-statistic: 1.269e+04 on 16 and 876878 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsgrösse», Gruppe C (Fahrzeit zum Hauptzentrum)

Gruppe C					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	1.32E+02	3.31E-01	398.989	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>NB</sub>	-1.54E+00	3.85E-03	-	< 2e-16
Städte (Referenz Basel)	Einkommen (in zehntausend CHF)	-5.11E-04	2.47E-06	-	< 2e-16
	Bern	3.18E-01	2.70E-01	1.177	0.2392
	Genf	6.04E+01	2.86E-01	211.541	< 2e-16
	Lausanne	4.03E+01	1.97E-01	204.535	< 2e-16
	Luzern	1.14E+01	2.45E-01	46.356	< 2e-16
	Zürich	4.25E+01	1.76E-01	241.172	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 2021- 2023)				207.212	
	1946-1960	5.22E-01	2.33E-01	2.24	0.02508
	1961-1970	6.50E+00	2.28E-01	28.475	< 2e-16
	1971-1980	7.63E-01	2.34E-01	3.253	0.00114
	1981-1990	-1.01E+01	2.49E-01	-40.498	< 2e-16
	1991-2000	-1.06E+01	2.55E-01	-41.378	< 2e-16
	2001-2010	-8.97E+00	2.33E-01	-38.509	< 2e-16
	2011-2020	9.57E+00	2.25E-01	42.523	< 2e-16
	2021-2023	1.38E+01	3.42E-01	40.214	< 2e-16
Vor 1919	4.54E+00	2.51E-01	18.091	< 2e-16	
Residual standard error: 46.54 on 901092 degrees of freedom (256704 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.2719, Adjusted R-squared: 0.2719, F-statistic: 2.103e+04 on 16 and 901092 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsdichte», Gruppe C (Fahrzeit zum Hauptzentrum)

## Anhang 5: Disaggregation des Modells: Durchschnittswerte

	Vor 2020	Ab 2020
<b>Total</b>	97.4 m <sup>2</sup>	92.7 m <sup>2</sup>
Zürich	97.9 m <sup>2</sup>	92.7 m <sup>2</sup>
Genf	91.0 m <sup>2</sup>	89.0 m <sup>2</sup>
Basel	97.1 m <sup>2</sup>	93.6 m <sup>2</sup>
Lausanne	91.5 m <sup>2</sup>	82.8 m <sup>2</sup>
Bern	98.9 m <sup>2</sup>	100.3 m <sup>2</sup>
Luzern	106.8 m <sup>2</sup>	102.3 m <sup>2</sup>

Tabelle: Durchschnittliche Wohnungsfläche (m<sup>2</sup>) vor/ab 2020

	Vor 2020	Ab 2020
<b>Total</b>	67.4	79.9
Zürich	59.7	77.1
Genf	101	122.2
Basel	69.6	81.1
Lausanne	76.3	99.1
Bern	46.9	59.2
Luzern	45.9	56.7

Tabelle: Durchschnittliche Anzahl Wohnungen pro Hektar vor/ab 2020

	Vor 2020	Ab 2020
<b>Total</b>	28.1 m <sup>2</sup>	30.6 m <sup>2</sup>
Zürich	28.1 m <sup>2</sup>	30.5 m <sup>2</sup>
Genf	28.9 m <sup>2</sup>	27.6 m <sup>2</sup>
Basel	27.2 m <sup>2</sup>	30.2 m <sup>2</sup>
Lausanne	27.0 m <sup>2</sup>	27.8 m <sup>2</sup>
Bern	27.2 m <sup>2</sup>	30.6 m <sup>2</sup>
Luzern	28.0 m <sup>2</sup>	30.6 m <sup>2</sup>

Tabelle: Durchschnittliche Fläche pro Zimmer (m<sup>2</sup>) vor/ab 2020

	Zum Hauptzentrum		Zum Nebenzentrum	
	Vor 2020	Ab 2020	Vor 2020	Ab 2020
<b>Total</b>	34	35.1	28	27.6
Zürich	42.6	42.7	27.7	26.9
Genf	24.5	27.1	25	25.4
Basel	26.7	27.8	30	28.9
Lausanne	32.7	33.1	27.6	27.2
Bern	30.0	31.0	27.3	26.9
Luzern	32.4	34.0	31	31.7

Tabelle: Durchschnittliche Fahrzeit (min) zum Hauptzentrum und zum Nebenzentrum (für Wohnungen, bei denen ein Nebenzentrum näher liegt als ein Hauptzentrum)

Anhang 6: Disaggregation des Modells: Multivariate Regressionen für Gesamtgruppe, vor/ab 2020

Vor 2020						
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz	
<b>Total</b>	(Intercept)	4.10E+01	2.20E-01	186.41	<2e-16	
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	5.61E-01	2.75E-03	204.19	<2e-16	
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	-1.37E+01	1.73E-01	-79.02	<2e-16	
	1961-1970	-1.42E+01	1.72E-01	-82.75	<2e-16	
	1971-1980	-3.50E+00	1.78E-01	-19.66	<2e-16	
	1981-1990	1.13E+01	1.93E-01	58.57	<2e-16	
	1991-2000	1.77E+01	2.01E-01	87.91	<2e-16	
	2001-2010	3.04E+01	1.78E-01	170.53	<2e-16	
	2011-2020	1.30E+01	1.73E-01	75.2	<2e-16	
	vor 1919	3.47E+00	1.82E-01	19.14	<2e-16	
		Einkommen (in zehntausend CHF)	3.75E-04	1.93E-06	194.51	<2e-16
	Residual standard error: 45.23 on 1259546 degrees of freedom (485011 Beobachtungen als fehlend gelöscht), Multiple R-squared: 0.1653, Adjusted R-squared: 0.1653, F-statistic: 2.494e+04 on 10 and 1259546 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***						

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsgrösse», Gesamtgruppe vor 2020

Vor 2020						
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz	
<b>Total</b>	(Intercept)	1.66E+02	2.54E-01	651.284	< 2e-16	
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	-1.57E+00	3.17E-03	-494.899	< 2e-16	
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	7.95E-01	2.01E-01	3.961	7.48E-05	
	1961-1970	7.66E+00	1.99E-01	38.552	< 2e-16	
	1971-1980	-1.17E+00	2.06E-01	-5.666	1.46E-08	
	1981-1990	-1.34E+01	2.23E-01	-59.947	< 2e-16	
	1991-2000	-1.40E+01	2.32E-01	-60.302	< 2e-16	
	2001-2010	-1.68E+01	2.07E-01	-81.122	< 2e-16	
	2011-2020	3.91E-02	2.02E-01	0.193	0.847	
	vor 1919	6.18E+00	2.11E-01	29.296	< 2e-16	
		Einkommen (in zehntausend CHF)	-4.67E-04	2.21E-06	-211.409	< 2e-16
	Residual standard error: 52.96 on 1290769 degrees of freedom (453788 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.2328, Adjusted R-squared: 0.2328, F-statistic: 3.917e+04 on 10 and 1290769 DF, p-value: < 2.2e-16						
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***						

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsdichte», Gesamtgruppe vor 2020

<b>Vor 2020</b>						
	<b>Modell</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>Std. Fehler</b>	<b>t-value</b>	<b>Signifikanz</b>	
<b>Total</b>	(Intercept)	2.33E+01	3.89E-02	598.63	<2e-16	
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	1.18E-02	4.85E-04	24.24	<2e-16	
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	-1.55E+00	3.06E-02	-50.73	<2e-16	
	1961-1970	-1.06E+00	3.03E-02	-34.91	<2e-16	
	1971-1980	4.67E-01	3.14E-02	14.87	<2e-16	
	1981-1990	2.10E+00	3.40E-02	61.84	<2e-16	
	1991-2000	3.23E+00	3.55E-02	90.91	<2e-16	
	2001-2010	4.52E+00	3.15E-02	143.56	<2e-16	
	2011-2020	4.47E+00	3.06E-02	146.08	<2e-16	
	vor 1919	9.18E-01	3.21E-02	28.63	<2e-16	
		Einkommen (in zehntausend CHF)	3.33E-05	3.40E-07	98.07	<2e-16
	Residual standard error: 7.984 on 1259542 degrees of freedom (485015 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.08365, Adjusted R-squared: 0.08364, F-statistic: 1.15e+04 on 10 and 1259542 DF, p-value: < 2.2e-16						
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***						

Tabelle: Multivariate Regression «Fläche pro Zimmer», Gesamtgruppe vor 2020

<b>Ab 2020</b>					
	<b>Modell</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>Std. Fehler</b>	<b>t-value</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>Total</b>	(Intercept)	2.59E+01	1.60E+00	16.188	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	5.60E-01	1.15E-02	48.92	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	-3.34E+00	2.05E+00	-1.629	0.103271
	1961-1970	5.60E-01	2.04E+00	0.275	0.783201
	1971-1980	-7.95E+00	2.11E+00	-3.772	0.000162
	1981-1990	2.64E+00	2.52E+00	1.051	0.293177
	1991-2000	-1.13E+01	3.08E+00	-3.668	0.000245
	2001-2010	-4.32E+00	3.09E+00	-1.397	0.162375
	2011-2020	1.83E+01	1.46E+00	12.529	< 2e-16
	2021-2023	1.89E+01	1.44E+00	13.104	< 2e-16
	vor 1919	5.88E+00	1.72E+00	3.41	0.00065
		Einkommen (in zehntausend CHF)	3.50E-04	7.90E-06	44.261
Residual standard error: 44.44 on 65083 degrees of freedom, (2467 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.08563, Adjusted R-squared: 0.08548m, F-statistic: 554.1 on 11 and 65083 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsgrösse», Gesamtgruppe ab 2020

Ab 2020					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	1.86E+02	2.34E+00	79.565	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	-1.84E+00	1.68E-02	-109.565	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	2.10E+01	3.01E+00	6.990	2.77e-12
	1961-1970	1.89E+01	2.99E+00	6.321	2.62e-10
	1971-1980	1.76E+01	3.09E+00	5.70	1.21e-08
	1981-1990	-6.18E-01	3.69E+00	-0.167	0.86706
	1991-2000	-1.18E+01	4.52E+00	-2.67	0.00913
	2001-2010	2.26E+01	4.53E+00	4.975	6.55e-07
	2011-2020	1.79E+01	2.14E+00	8.382	< 2e-16
	2021-2023	1.19E+01	2.12E+00	5.627	1.84e-08
	vor 1919	5.08E+00	2.53E+00	29	0.04454
		Einkommen (in zehntausend CHF)	-6.29E-04	1.16E-05	-54.233
Residual standard error: 65.23 on 65096 degrees of freedom (2454 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.196, Adjusted R-squared: 0.1959, F-statistic: 1443 on 11 and 65096 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Wohnungsdichte», Gesamtgruppe ab 2020

Ab 2020					
	Modell	Koeffizient	Std. Fehler	t-value	Signifikanz
<b>Total</b>	(Intercept)	2.36E+01	2.71E-01	87.348	< 2e-16
	Fahrzeit <sub>HB</sub>	5.87E-02	1.94E-03	30.26	< 2e-16
Bauperiode (Referenz 1919- 1945)	1946-1960	7.24E-01	3.47E-01	2.086	0.03702
	1961-1970	-9.11E-02	3.45E-01	-0.264	0.79168
	1971-1980	9.16E-01	3.57E-01	2.568	0.01024
	1981-1990	3.33E+00	4.26E-01	7.811	5.77E-15
	1991-2000	1.63E+00	5.22E-01	3.128	0.00176
	2001-2010	2.60E+00	5.23E-01	4.978	6.43E-07
	2011-2020	1.40E+00	2.47E-01	5.651	1.60E-08
	2021-2023	8.04E-01	2.45E-01	3.288	0.00101
	vor 1919	1.55E+00	2.92E-01	5.303	1.14E-07
		Einkommen (in zehntausend CHF)	3.43E-05	1.34E-06	25.602
Residual standard error: 7.524 on 65083 degrees of freedom, (2467 Beobachtungen als fehlend gelöscht)					
Multiple R-squared: 0.0275, Adjusted R-squared: 0.02733, F-statistic: 167.3 on 11 and 65083 DF, p-value: < 2.2e-16					
Signifikanz: p > 0.05 = ns   p ≤ 0.05 = *   p ≤ 0.01 = **   p ≤ 0.001 = ***					

Tabelle: Multivariate Regression «Fläche pro Zimmer», Gesamtgruppe ab 2020



## Anhang 7: Disaggregation des Modells: Grafik «Grosszügigkeit» (Fläche pro Zimmer)

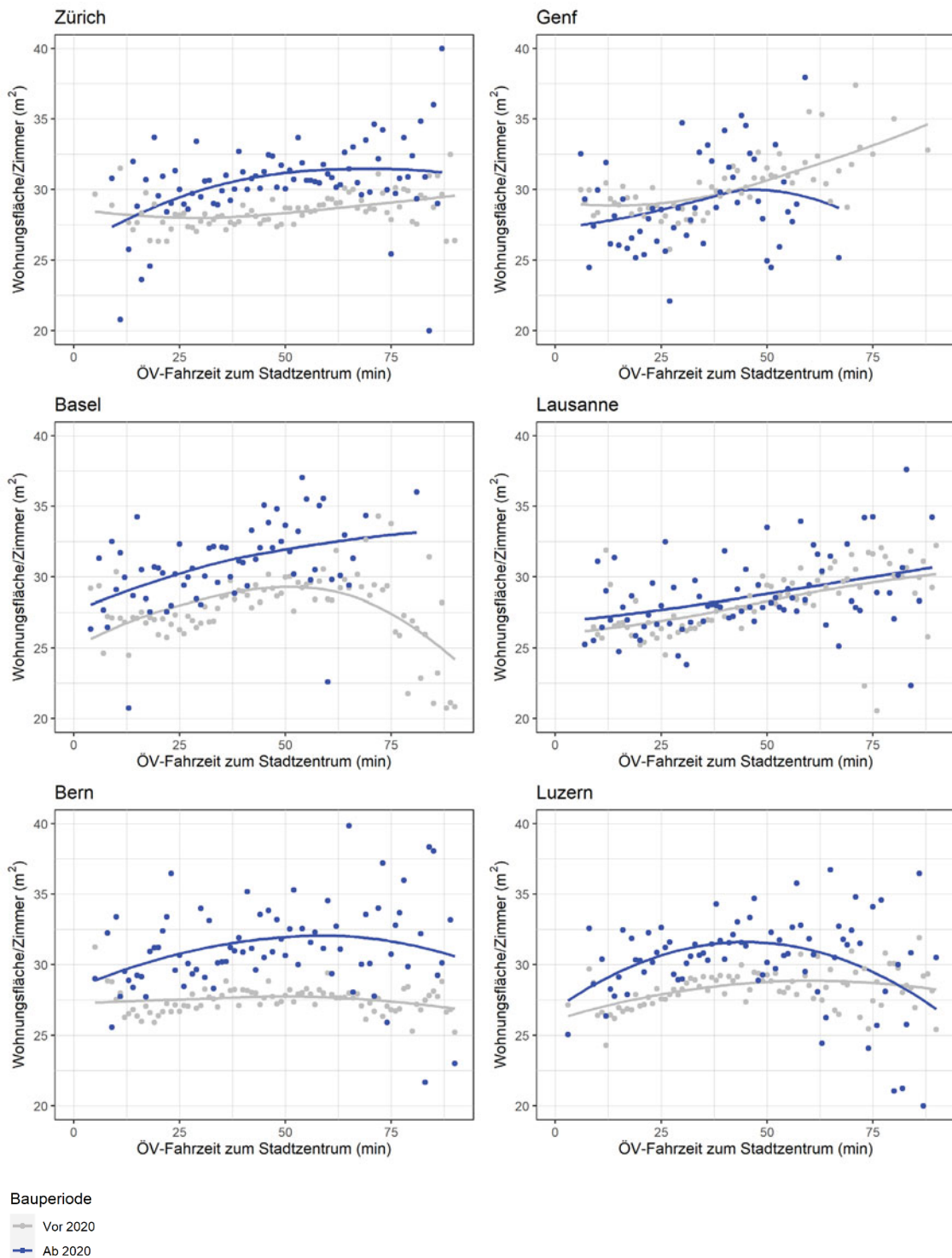


Abbildung: Durchschnittliche Grosszügigkeit (Fläche pro Zimmer) in Abhängigkeit zur ÖV-Fahrzeit, Gebäudebestand 2020 und 2023

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema „Das monozentrische Stadtmodell. Anwendung des Modells zur Analyse des Wohnungsbestandes und dessen Entwicklung in sechs Schweizer Städten“ selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung kenntlich gemacht.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Zürich, den 04.09.2023



---

Daniel Tüschen