
Bauliche Verdichtung und Nutzungsverdichtung

Eine explorative und
fallstudienbasierte
Analyse

Hochschule Luzern – Wirtschaft



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Wohnungswesen BWO

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Wohnungswesen BWO
Storchengasse 6, 2540 Grenchen
Tel. +41 58 480 91 11
info@bwo.admin.ch, www.bwo.admin.ch

Download

www.bwo.admin.ch

Projektsteuerung

Christoph Enzler, BWO

Autoren

Hochschule Luzern – Wirtschaft
Zentralstrasse 9
6002 Luzern

Katia Delbiaggio
Gabrielle Wanzenried
Melanie Lienhard
Markus Gmünder
Sibylla Amstutz

Begleitgruppe

Matthias Howald, Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Urs Rey, Statistik Stadt Zürich
Mariano Riposi, Bundesamt für Statistik BFS
Christian Rossé, Bundesamt für Statistik BFS

Zitierweise

Hochschule Luzern – Wirtschaft (2020). *Bauliche Verdichtung und Nutzungsverdichtung: Eine explorative und fallstudienbasierte Analyse*. Bundesamt für Wohnungswesen, Grenchen.

Anmerkungen

Die Zusammenfassung dieser Publikation ist in deutscher und französischer Sprache erhältlich.

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitgruppe übereinstimmen muss.

Titelbild

© VBS

Zusammenfassung

Hauptziel der ersten Etappe der Teilrevision des Raumplanungsgesetzes (RPG) ist die Förderung der Siedlungsentwicklung nach innen, um kompakte Siedlungen zu schaffen und dadurch die Landschaft zu schonen. Bauliche Verdichtung ist dabei ein Mittel, das eine höhere Nutzungsdichte ermöglichen und somit den haushälterischen Umgang mit der knappen Ressource Boden fördern kann.

Neben der baulichen Verdichtung gibt es weitere Faktoren, die einen Einfluss auf die Nutzungsdichte ausüben. Zu erwähnen sind unter anderem die Lage des Objekts, der Lebenszyklus einer Immobilie beziehungsweise eines Quartiers und die Veränderung der Wohnpräferenzen in Bezug auf die Grundrissgestaltung. Der Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung ist somit alles andere als eindeutig. Erstaunlicherweise gibt es jedoch kaum Studien, die diesen Zusammenhang untersuchen.

Die vorliegende Vorstudie verfolgt deshalb erstens das Ziel, eine Übersicht über die nationale und internationale Literatur zum Thema zu liefern. Zweitens soll sie mit einem explorativen und fallstudienbasierten Ansatz die Machbarkeit einer gesamtschweizerischen empirischen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung auf Gebäudeebene überprüfen. Auf der inhaltlichen Ebene liegt der Fokus dabei ausschliesslich auf Wohnnutzungen, während aus empirischer Sicht primär Bundesdaten, insbesondere jene der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS), zur Anwendung kommen.

Die Machbarkeit einer schweizweiten Analyse wird sowohl mit einzelnen Fallstudien auf Parzellenebene als auch im Rahmen einer Fallstudie für die ganze Stadt Luzern beurteilt. Es zeigen sich dabei verschiedene datentechnische Herausforderungen. Besonders relevant ist erstens, dass die GWS keine Angaben zur Parzelle (insb. Parzellengrösse und eidgenössische Grundstücksidentifikationsnummer E-GRID) enthält. Zweitens, dass Registerbereinigungen und Imputationen bei den Angaben zur Wohnfläche zu Verzerrungen bei der Ermittlung von Wohnflächenveränderungen führen können. Und drittens, dass in der GWS Informationen zu baulichen Veränderungen fehlen und bei Ersatzneubauten die Verbindung zwischen dem neuen und dem abgebrochenen Gebäude verloren geht, was die Untersuchung der Effekte der immer wichtiger werdenden Wohnbauerneuerung erschwert. Die Resultate der Fallstudie zur Stadt Luzern sind somit mit Vorsicht zu geniessen, und die mit dem gewählten Ansatz einhergehende datentechnische Unschärfe spricht gegen eine Ausweitung des Analyseperimeters auf die ganze Schweiz.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Theoretische Auslegeordnung	6
2.1 Literaturübersicht	6
2.1.1 Internationale Studien	6
2.1.2 Schweizer Studien	8
2.1.3 Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche	10
2.2 Präzisierung der Forschungsfrage	10
3. Fallstudien auf Parzellenebene	13
3.1 Fallstudie Löwenstrasse	13
3.2 Fallstudie Mettenwylstrasse	15
3.3 Fallstudie Gütschhöhe	17
3.4 Machbarkeitsbeurteilung aufgrund der Fallstudien auf Parzellenebene	19
4. Analyse auf aggregierter Ebene: Auswertungskonzept und Machbarkeitsüberprüfung	21
4.1 Angaben zum Bauland	21
4.2 Identifikation unterschiedlicher Formen baulicher Verdichtung	21
4.3 Machbarkeitsanalyse anhand einer Fallstudie auf aggregierter Ebene zur Stadt Luzern	24
4.3.1 Kategorie «Keine Flächenveränderung»	27
4.3.2 Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung»	28
4.3.3 Kategorie «Umnutzung Arbeit in Wohnen»	30
4.3.4 Kategorie «Wohnersatzbau»	30
4.3.5 Kategorie «Wohnneubau»	31
4.4 Machbarkeitsbeurteilung aufgrund der Fallstudie für die Stadt Luzern	31
5. Schlussfolgerungen	33
Literatur	35
Anhang	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Formen baulicher Wohnbauverdichtung	11
Abbildung 2: Fallstudie Löwenstrasse – Objekt vor (links) und nach (rechts) dem Umbau.....	13
Abbildung 3: Fallstudie Löwenstrasse – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (links) und nach (rechts) dem Umbau	14
Abbildung 4: Fallstudie Mettenwylstrasse – Wohnersatzbau	15
Abbildung 5: Fallstudie Mettenwylstrasse – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (links) und nach (rechts) der baulichen Intervention	16
Abbildung 6: Fallstudie Gütschhöhe – Wohnersatzbau.....	17
Abbildung 7: Fallstudie Gütschhöhe – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (oben) und nach (unten) der baulichen Intervention	18
Abbildung 8: EGID-Typen und Formen baulicher Verdichtung	22
Abbildung 9: Streuung der Variable Nutzungsintensität der Wohnungsfläche (Anzahl Personen pro 100 m ² Wohnungsfläche) auf Gebäudestufe (nur Fälle mit Werten bis 100 Personen pro 100 m ² Wohnfläche).....	25
Abbildung 10: Durchschnittliche Nutzungsintensität der Kategorie «Ohne Flächenveränderung» auf Gebäudestufe nach Luzerner Quartieren in 2017.....	27
Abbildung 11: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Veränderung der Wohnungsfläche und Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudeebene.	28
Abbildung 12: Kategorie «Wohnersatzbau Wohnen in Wohnen», Veränderung der Wohnungsfläche und Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudeebene.	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Typologisierungskonzept für Veränderungen der Nutzungsdichte gemäss Wolff et al. (2018).....	7
Tabelle 2: Anteile der baulichen und sozialen Verdichtung in der Stadt Zürich von 2000 bis 2015.....	9
Tabelle 3: Fallstudie Löwenstrasse – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017.....	14
Tabelle 4: Fallstudie Mettenwylstrasse – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017.....	16
Tabelle 5: Fallstudie Gütschhöhe – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017.....	18
Tabelle 6: Veränderung von Wohngeschossfläche, Anzahl Wohnungen und Anzahl Personen, 2012–2017	25
Tabelle 7: Kategorisierung der Gebäuden (nach Bereinigungen der Ausreisser) je Art der baulichen Veränderung – GWS Daten Stadt Luzern 2012 bis 2017.....	26

Verzeichnis der Abkürzungen

AinW	Umnutzungen Arbeits- in Wohngebäude
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung ARE
BD	Bauliche Dichte
BFS	Bundesamt für Statistik
BWO	Bundesamt für Wohnungswesen
EGID	Eidgenössische Gebäudeidentifikationsnummer
E-GRID	Eidgenössische Grundstücksidentifikationsnummer
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
GWS	Gebäude- und Wohnungsstatistik
ND	Nutzungsdichte
RPG	Raumplanungsgesetz
WGF	Wohngeschossfläche
WinA	Umnutzungen Wohn- in Arbeitsgebäude

1. Einleitung

Hauptziel der ersten Etappe der Teilrevision des Raumplanungsgesetzes (RPG) ist die Förderung der Siedlungsentwicklung nach innen, um kompakte Siedlungen zu schaffen und dadurch die Landschaft zu schonen.¹ Bauliche Verdichtung ist dabei ein Mittel, das eine höhere Nutzungsdichte ermöglichen kann und fördert somit den haushälterischen Umgang mit der knappen Ressource Boden.

Bauliche Verdichtung kann zum einen realisiert werden, indem Wohnobjekte im Bestand ausgebaut, erweitert oder aufgestockt werden. Zum anderen sind der Wohnersatzbau, die Umnutzung von Arbeits- in Wohnfläche oder der Wohnneubau auf unbebautem Bauland weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der Baudichte (Rey & Jörg, 2018 a, S. 3–4). Neben der baulichen Verdichtung gibt es weitere Faktoren, die einen Einfluss auf die Nutzungsdichte ausüben. Zu erwähnen sind unter anderem die Lage des Objekts, der Lebenszyklus einer Immobilie beziehungsweise eines Quartiers und die Veränderung der Wohnpräferenzen in Bezug auf die Grundrissgestaltung. Es ist nicht auszuschliessen, dass eine bauliche Verdichtung unter Umständen sogar zu einer Reduktion der Nutzungsdichte führt. Dies zum Beispiel, wenn alte Bausubstanz mit engen Grundrissen erneuert oder abgerissen und mit grosszügigen Wohnungen ersetzt wird.

Der Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung ist somit alles andere als eindeutig. Erstaunlicherweise gibt es jedoch kaum Studien, die diesen Zusammenhang untersuchen. Die vorliegende Studie verfolgt deshalb erstens das Ziel, eine Übersicht über die nationale und internationale Literatur zum Thema zu erarbeiten, und zweitens soll die Machbarkeit einer empirischen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung auf Stufe Gesamtschweiz überprüft werden. Auf der inhaltlichen Ebene liegt der Fokus dabei ausschliesslich auf Wohnnutzungen, das heisst auf der Wohnbauverdichtung, während aus empirischer Sicht primär Bundesdaten, insbesondere jene der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS), im Vordergrund stehen.

Der empirische Teil der Studie ist explorativ, fallstudienorientiert und verfolgt ein iteratives Vorgehen. In einem ersten Schritt wird anhand ausgewählter Fallstudien auf Parzellenebene der Datenbedarf identifiziert und anschliessend diskutiert, inwieweit sich dieser mit GWS-Daten decken lässt. Die Fallstudien sind so ausgewählt, dass sie unterschiedliche Formen baulicher Verdichtung berücksichtigen. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wird anschliessend präzisiert, welche Forschungsfragen sich mit den verfügbaren Daten überhaupt vertiefen lassen und welche qualitativen Einschränkungen dabei in Kauf genommen werden müssen. In einem zweiten Schritt folgt die Entwicklung eines Auswertungskonzeptes für eine mögliche Analyse der eingegrenzten Forschungsfragen auf Stufe Gesamtschweiz sowie dessen Überprüfung anhand einer Fallstudie auf aggregierter Ebene. Als Aggregationsperimeter wird dabei die Ebene Stadt gewählt und als Fallstudie die Stadt Luzern. In der Fallstudie wird insbesondere zwischen verschiedenen Formen baulicher Verdichtung unterschieden und, wenn immer datentechnisch möglich, die Rolle weiterer angebotsseitiger Beeinflussungsfaktoren berücksichtigt. In einem dritten und letzten Schritt folgen die Diskussion bezüglich der Machbarkeit einer gesamtschweizerischen Analyse über den Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsdichte anhand von Bundesdaten sowie Schlussfolgerungen hinsichtlich der statistischen Erfassung dieser Daten.

Die Studie ist wie folgt gegliedert: Nach der theoretischen Auslegeordnung in Kapitel 2 mit Literaturübersicht und Modellierungsansatz folgen in Kapitel 3 die Fallstudien auf Parzellenebene sowie die Präzisierung der Forschungsfrage. Kapitel 4 beschreibt das Auswertungskonzept für die Analysen auf aggregierter Ebene sowie dessen Anwendung im Rahmen der Fallstudie zur Stadt Luzern. Die Schlussfolgerungen folgen in Kapitel 5.

¹ Weitere Informationen zur 1. Etappe der Raumplanungsrevision können auf der Webseite des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE abgerufen werden (<https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/raumplanungsrecht/revision-des-raumplanungsgesetzes--rpg-/rpg1.html>).

2. Theoretische Auslegeordnung

Die Aktualität und die Relevanz der Forschungsfrage widerspiegeln sich kaum in der bisherigen nationalen und internationalen Forschung. Im nächsten Abschnitt (Kapitel 2.1) werden einige Studien vorgestellt, die Teilaspekte der Fragestellung untersucht haben und somit auf der inhaltlichen und vereinzelt auch auf der methodologischen Seite Anhaltspunkte für die vorliegende Vorstudie liefern. Anschliessend wird in Kapitel 2.2 die Fragestellung eingegrenzt, damit eine empirische Strategie für die geplante Analyse abgeleitet werden kann.

2.1 Literaturübersicht

In der nachfolgenden Übersicht wird zwischen Literatur aus dem internationalen Kontext und Literatur, die sich spezifisch auf die Schweiz bezieht, unterschieden.

2.1.1 Internationale Studien

Auf internationaler Ebene ist vor allem unter den Stichworten «residential density», «housing density» und «urban densification / urban intensification» eine breite Auswahl an Fachliteratur zu finden. Diese bezieht sich grösstenteils auf die Untersuchung baulicher Dichte, teilweise auch auf die Untersuchung der Nutzungsdichte. Im Rahmen der vorliegenden Recherche konnte jedoch keine Literatur gefunden werden, die den Einfluss der baulichen Dichte auf die Nutzungsdichte analysiert.

Jun & Morrow-Jones (2011) untersuchen im US-amerikanischen Kontext die Wohnpräferenzen einzelner Haushalte und welche Faktoren einen Einfluss darauf haben, dass Haushalte sich für dichtere Wohnformen entscheiden. Ihre Befragung unter Hauseigentümern zeigt, dass vor allem die Erreichbarkeit, die Quartiereigenschaften sowie die Lebensphase die Wahl eines baulich dichteren Quartiers als Wohnort beeinflussen. Besonders die Nähe zum Arbeitsort heben die Autorinnen als ausschlaggebend hervor, daneben ist auch die Gehdistanz zu Läden, Dienstleistern und öffentlichen Verkehrsmitteln entscheidend. Weiter können sie zudem ermitteln, dass baulich dichtere Quartiere eher für Haushalte nicht verheirateter Paare ohne Kinder attraktiv sind (ibid., 2011, S. 138–141). Dunse, Thanos & Bramley (2013) betrachten den Einfluss verschiedener baulicher Dichten auf die Hauspreise in England. Wie die Autoren selber betonen, sind die Zusammenhänge von den jeweiligen lokalen Immobilienmärkten abhängig. So stellen sie fest, dass in gewissen Märkten sowohl für niedrigere bauliche Dichten als auch für höhere bauliche Dichten eine Prämie bezahlt wird, während in London vor allem Gebäude mit einer mittleren baulichen Dichte eine Prämie erzielen (ibid., 2013, S. 233 f.). Eine Studie aus Kanada (Filion et al., 2010) untersucht die Nutzungsdichte der vier grössten kanadischen Metropolregionen im zeitlichen Verlauf zwischen 1971 und 2006. Dabei wird deutlich, dass jede Metropolregion einen unterschiedlichen Dichteverlauf aufweist. Während in Vancouver im betrachteten Zeitraum eine Verdichtung stattfand, zeigen Montreal und Ottawa-Hull eher Zersiedelungstendenzen (ibid., 2010, S. 541). Die Autoren/-innen betonen in ihrer Untersuchung die Bedeutung von zeitgemässen und bedürfnisgerechten Wohnformen für die soziale Dichte. Montreal wies zu Beginn des Untersuchungszeitraums einen grossen Anteil dichter Wohnformen auf. Die Tatsache, dass diese jedoch nicht bedürfnisgerecht ausgerichtet waren, förderte mit der Zeit die soziale Entdichtung (ibid., 2010, S. 563).

Bedeutend für die Fragestellung des vorliegenden Forschungsprojekts ist vor allem die Arbeit von Wolff et al. (2018), welche Urbanisierungstrends in kleineren, mittleren und grossen Städten Europas verfolgt. Dabei konzentrieren sich die Autoren/-innen sowohl auf die Zu- als auch Abnahmen der Siedlungsfläche in Relation zur Bevölkerungsentwicklung seit dem Jahr 1990². Sie entwickeln dazu ein eigenes methodisches Vorgehen und grenzen morphologische urbane Gebiete ab, in denen sie die Nutzungsdichte (Bevölkerung pro Siedlungsgebiet in Hektaren) in einem gemeindeübergreifenden urbanen Gebiet betrachten. Als Grundlage dafür werden die Daten des sogenannten Urban-Morphological-Zones-(UMZ)-Datensatzes³ verwendet, kombiniert mit Kriterien (z. B. minimale Einwohnerzahl, Dichte und Anteil bebautes

² Im originalen Wortlaut sprechen die Autoren/-innen von «deconcentration and concentration with respect to population growth or decline, taking into account small and large urban areas» (Wolff et al., 2018, S. 5).

³ Die Daten zu den «Urban Morphological Zones» (UMZ) werden von der European Environment Agency publiziert (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data#c0=5&c11=&c5=all&b_start=0&c12=urban+morphological+zones).

Gebiet), nach denen lokale Verwaltungseinheiten gemäss Eurostat als Städte klassifiziert werden. Die so definierten Städte werden dann mit ihren angrenzenden, nichtstädtischen Gemeinden zusammengeführt. Dadurch erhalten Wolff et al. 5692 (morphologische) urbane Gebiete in 35 europäischen Ländern. Die Nutzungsdichte messen sie als den Quotienten des Totals der Bewohner/innen in den definierten urbanen Gebieten und des Totals der Siedlungsgebiete in Hektaren⁴. Die Siedlungsgebiete bestehen dabei aus einem Teilbereich innerhalb der definierten urbanen Gebiete und werden aus Daten aus dem Corine Land Cover abgeleitet, in dem die beiden Klassifizierungen «continuous urban fabric»⁵ und «discontinuous urban fabric»⁶ zum Einsatz kommen. Das Siedlungsgebiet setzt sich somit sowohl aus zusammenhängendem als auch aus diskontinuierlichem urbanem Gefüge zusammen. Die Veränderung der Nutzungsdichte wird schliesslich anhand von Daten für die Jahre 1990, 2000 und 2012 typologisiert, indem zwischen Zunahme und Abnahme von Einwohnerzahlen und Siedlungsfläche unterschieden wird (ibid., 2018, S. 7 f.). Die folgende Tabelle ist aus dem Artikel adaptiert übernommen und gibt das Typologisierungskonzept wieder.

Tabelle 1: Typologisierungskonzept für Veränderungen der Nutzungsdichte gemäss Wolff et al. (2018)

Veränderung der Nutzungsdichte (+ oder -)		Bevölkerungsentwicklung	
		Zunahme	Abnahme / stabil
Entwicklung der Siedlungsfläche	Zunahme	Zersiedelndes Wachstum – Kompaktes Wachstum + <i>Die Nutzungsdichte nimmt zu, wenn die Rate der Bevölkerungszunahme die Rate der Siedlungsflächenzunahme übersteigt; im gegenteiligen Fall nimmt die Nutzungsdichte ab.</i>	Zersiedelnde Schrumpfung – <i>Die Nutzungsdichte kann nur abnehmen, wenn die Bevölkerung abnimmt oder stagniert, die Siedlungsfläche jedoch zunimmt.</i>
	Abnahme / stabil	Wiederverwendung + <i>Die Nutzungsdichte kann nur zunehmen, wenn die Bevölkerung zunimmt, die Siedlungsfläche jedoch stagniert oder abnimmt.</i>	Unternutzung – Kompakte Schrumpfung + <i>Die Nutzungsdichte nimmt ab, wenn die Rate der Bevölkerungsabnahme die Rate der Siedlungsflächenabnahme übersteigt; im gegenteiligen Fall nimmt die Nutzungsdichte zu.</i>

Quelle: Wolff et al. (2018), Abbildung 3, S. 8 [eigene Übersetzung mit zum Teil Ergänzungen und geänderter Darstellung]

Die Autoren/-innen stellen fest, dass seit dem Jahr 2000 drei unterschiedliche, parallel vorkommende Trends in den verschiedenen urbanen Gebieten Europas sichtbar werden (ibid., 2018, S. 9):

1. Eine abnehmende Bevölkerung in wachsenden Siedlungsgebieten, oder in anderen Worten eine «zersiedelnde Schrumpfung» in gewissen urbanen Gebieten,
2. eine abnehmende Bevölkerung in schrumpfenden Siedlungsgebieten, also eine «Unternutzung» beziehungsweise «kompakte Schrumpfung», und
3. eine zunehmende Bevölkerung in wachsenden Siedlungsgebieten, also ein «zersiedelndes» oder «kompaktes Wachstum».

⁴ Die Autoren/-innen schliessen industrielle Gebiete sowie grössere Infrastrukturen gezielt aus. Es handelt sich jedoch nicht exklusiv um Wohnzonen im engeren Sinne, weshalb wir hier dennoch von Siedlungsgebiet im Allgemeinen sprechen. Siehe dazu auch Fussnoten 5 und 6.

⁵ Laut Definition wird die Klassifizierung «continuous urban fabric» zugeteilt, wenn urbane Strukturen und Transportinfrastrukturen die Landoberfläche dominieren und mehr als 80 % der Landoberfläche mit Gebäuden, Strassen und künstlich befestigten Flächen bedeckt sind (<https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/index-clc-111.html>).

⁶ Die Klassifizierung «discontinuous urban fabric» wird zugeteilt, wenn urbane Strukturen und Transportinfrastrukturen zusammen mit Grünflächen den Grossteil des Raumgefüges ausmachen. Undurchlässige Flächen und Strukturen wie Gebäude, Strassen und künstlich befestigte Flächen können dabei 30 bis 80 % der Landbedeckung ausmachen (<https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/index-clc-112.html>).

Interessanterweise beobachten Wolff et al. anscheinend keinen allgemeinen europäischen Trend der «Wiederverwertung», bei dem die Siedlungsfläche stagniert oder sogar abnimmt, während die Bevölkerung zunimmt – was am ehesten den Zielsetzungen der Innenentwicklung entsprechen würde. Ihre Untersuchungen zeigen auch auf, dass eine zunehmende Nutzungsdichte vor allem in Städten mit einer wachsenden Bevölkerung zu beobachten ist. Wie die Autoren/-innen betonen, lässt dies vermuten, dass in diesen Städten ein «kompaktes Wachstum» stattfindet, bei dem weniger Siedlungsfläche pro Person beansprucht wird. Wie sie schreiben, lässt sich dieser Trend unter anderem auch in der Schweiz feststellen (S. 12). Des Weiteren untersuchen Wolff et al. die Muster der Dichteveränderung in den europäischen Gross- (> 100 000 Einwohner/innen) sowie Klein- und Mittelstädten (< 100 000 Einwohner/innen). Für die Schweiz kommen sie zum Schluss, dass es fast keine städtischen Gebiete gibt, die einen Bevölkerungsrückgang erfahren haben. Die Anteile des «kompakten Wachstums» sowie der «Wiederverwendung» sind zudem, im Vergleich zu den meisten aufgeführten europäischen Ländern, relativ hoch. Ähnlich hohe Anteile sind vor allem in den skandinavischen Ländern, dem Vereinigten Königreich, Belgien und Luxemburg zu beobachten (Abb. 5, S. 13).

2.1.2 Schweizer Studien

Zum Thema der Treiber und der Beeinflussung der Nutzungsdichte (z. B. beim Wohnflächenkonsum) sind bereits einige Studien mit Schweizer Fokus verfasst worden (siehe z. B. Gmünder, 2013; Delbiaggio & Wanzenried, 2016, oder Institut für Wirtschaftsstudien Basel, 2016). Auf die Ergebnisse dieser Studien wird hier nicht eingegangen, da sie primär auf die Nutzungsdichte beziehungsweise auf den Wohnflächenkonsum an sich fokussieren und somit die Analyse des Zusammenhangs zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsdichte nur am Rande betrachten.

Schläpfer et al. (2018) haben in einer Studie im Auftrag des Schweizerischen Städteverbandes die Siedlungsentwicklung nach innen in den Schweizer Städten untersucht. Unter anderem ermitteln sie dabei das Niveau der baulichen Dichte im Verhältnis zum Niveau der Nutzungsdichte in verschiedenen schweizerischen Städten. Sie stellen eine positive Korrelation zwischen dem Niveau der baulichen Dichte und dem Niveau der Nutzungsdichte⁷ fest (Abb. 8, S. 24). Weiter ermitteln sie, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Nutzungsdichte und jener der Wohnneubautätigkeit⁸ gibt (Abb. 31, S. 60). Wo mehr gebaut wird, finden somit auch mehr Einwohner/innen Platz. Jedoch gilt es dabei einige Punkte zu beachten:

- Aus den Untersuchungen ist nicht ersichtlich, wo die Wohnneubautätigkeit stattfindet. Ein Neubau auf zuvor unbebautem oder gewerblich genutztem Land führt automatisch zu einer höheren Nutzungsdichte.
- Da die Studie für den Städteverband realisiert wurde, untersucht sie ausschliesslich den städtischen Kontext. Dort ist in der Regel die Nachfrage nach zusätzlichem Wohnraum gegeben. In peripheren Gebieten kann nicht von der selben Wohnraumnachfrage ausgegangen werden und es besteht eher das Risiko, dass eine erhöhte Wohnneubautätigkeit zu höheren Leerständen führt.
- Die Wohnneubautätigkeit per se führt nicht automatisch zu einer höheren Nutzungsdichte. Sehr grosszügige Grundrisse bei Ersatzneubauten können beispielsweise auch zu einer Reduktion der Nutzungsdichte führen.

⁷ Die Autoren/-innen definieren die Nutzungsdichte als «Anzahl Einwohner (2016) pro ha Bauzone (2017) über alle Zonen, bebaut und unbebaut». Die bauliche Dichte wird gemessen als «m² Geschossfläche in Wohnbauten (2015) pro m² Bauzone (2017), alle Zonen, bebaut und unbebaut». (S. 24)

⁸ Die Wohnneubautätigkeit ist definiert als «die durchschnittliche Anzahl neu erstellter Wohnbauten in den Jahren 2006 bis 2015 relativ zum Bestand 2010». (S. 60).

Die Autoren können mit dem gewählten Ansatz somit nicht erklären, erstens inwieweit die festgestellte Neubautätigkeit mit zunehmender baulicher Verdichtung einhergeht, und zweitens, wie sich unterschiedliche Formen von Wohnbautätigkeit auf die Nutzungsverdichtung auswirken. Es ist nämlich anzunehmen, dass Wohnersatzneubauten und Bauten auf der grünen Wiese sich diesbezüglich deutlich differenzieren. Wie in einer Analyse des Immo-Monitorings 2020 (Wüest Partner, 2019) festgehalten, unterscheidet sich jedoch die Relevanz unterschiedlicher Formen von Wohnneubautätigkeit sehr stark zwischen Regionen (Abb. 4.6, S. 53). Da die Studie von Schläpfer et al. (2018) auf die Wohnneubautätigkeit fokussiert, bleibt schliesslich die Frage offen, wie Umbauten im Bestand sich auf die Nutzungsverdichtung auswirken.

Für den Schweizer Kontext und die Fragestellung bedeutend sind vor allem die Studien von Urs Rey und seinen Kollegen/-innen von der Statistik Stadt Zürich, da sie sich gezielt mit der baulichen Erneuerung und ihren Effekten auf die Nutzungsdichte auseinandersetzen und dabei auf Wohnersatzbauten sowie Umbauten fokussieren. Geografisch ist der Betrachtungsraum jeweils auf die Stadt Zürich limitiert. Urs Rey und Stefanie Jörg untersuchen unter anderem das Ausmass der baulichen Erneuerung in der Stadt Zürich zwischen den Jahren 2000 bis 2015. Dabei stellen sie einerseits fest, dass der Anteil der Ersatzneubauten an der baulichen Erneuerung stark zugenommen hat. 2015 war fast jede vierte Wohnung (22,3 % des Wohnungsbestandes) ersetzt oder bestandserneuert (Rey & Jörg, 2018 a). Jedoch konstatieren sie andererseits auch, dass das Bevölkerungswachstum aufgrund des höheren Wohnflächenkonsums in Wohnersatzbauten nur beschränkt aufgefangen wird. Die Personenzahl erhöht sich durch Ersatzneubau stärker als die Wohnungszahl, aber weniger als die Wohnfläche. Die Nutzungsverdichtung hält somit mit der baulichen Verdichtung nicht Schritt (Rey & Jörg, 2018 b).

Tabelle 2: Anteile der baulichen und sozialen Verdichtung in der Stadt Zürich von 2000 bis 2015

2000–2015	Bauliche Verdichtung	Soziale Verdichtung	Bevölkerungseffekt
Bestandserneuerung (inkl. energetischer Erneuerung)	+2,1 % Wohnungen	+10,2 %	+ 6100 Personen
Ersatzneubauten	+46,2 % Wohnungen	+68,6 %	+ 7300 Personen
Keine Erneuerung	N/A	N/A	+ 4200 Personen

Quelle: Rey & Jörg, 2018 a, S. 9 f. [eigene Darstellung]

In einer Publikation von 2016 zeigt Rey zudem auf, dass Bestandserneuerungen (d.h. Umbauten) im Vergleich zu Ersatzneubauten zu einer erhöhten Belegung führten und somit im Hinblick auf eine Erhöhung der Nutzungsdichte zielführender sind (Rey, 2016).

Rey & Brenner konnten die Erneuerungsraten auch nach Eigentümertypen differenzieren. Sie stellen fest, dass bei der öffentlichen Hand und bei den Wohnbaugenossenschaften höhere Erneuerungsraten zu beobachten sind. Niedrige Erneuerungsraten finden sich hingegen bei Privatpersonen und im Stockwerkeigentum (Rey & Brenner, 2016 b, S. 18 ff.). Wie die Untersuchungen aus der Publikation «Zürich baut sich neu» (Rey, 2015)⁹ zeigen, nimmt in Ersatzneubauten die durchschnittliche Wohnfläche pro Person bei privaten und kommerziellen Eigentümern sowie im Stockwerkeigentum ab, bei gemeinnützigen Wohnbauträgern hingegen eher etwas zu. Wie Rey betont, ist die Ausgangslage bei gemeinnützigen Wohnbauträgern jedoch anders. Sie verfügen im Schnitt über eine deutlich niedrigere Wohnfläche pro Person. Die kleinen Wohnungen «bilden für die Bauträger ein strukturelles Problem, sind vielfach nicht mehr familientauglich und werden überwiegend von Kleinhaushalten bewohnt [...]» (ibid., 2015, S. 32). Der Ersatzneubau führt somit zu einem leicht höheren Pro-Kopf-Wohnflächenkonsum, die «Wohnfläche pro Person ist aber nach wie vor deutlich tiefer als bei den anderen Eigentumskategorien» (ibid., 2015, S. 32).

⁹ In dieser Studie benutzt Rey eine 2010 entwickelte Methode zur Erfassung von Ersatzneubauten vor und nach der baulichen Erneuerung (siehe dazu Rey, 2015, S. 32 oder Rey, 2010, Anhang 1, S. 23), die in methodischer Hinsicht für die Fallstudie in Kapitel 4 von grosser Bedeutung ist.

Rey untersucht zudem spezifisch den «Verdichtungsgrad» für verschiedene Messgrössen (wie z. B. für Gebäudevolumen, Wohnungszahl, Wohnfläche und Bewohnerzahl), indem er die Differenz zwischen besagter Messgrösse beim Ersatzneubau und beim Vorgängerbau in Prozent des Vorgängerbaus betrachtet (ibid., 2015, S. 22). Dabei zeigt sich unter anderem, dass mit der Erstellung von zeitgemässen Wohnungsgrundrissen bei Ersatzneubauten tendenziell auch die Wohnungsgrösse ansteigt. Während die Zimmeranzahl nur leicht steigt (Verdichtungsgrad = 51 %), ist bei der Wohnfläche eine Verdoppelung feststellbar (Verdichtungsgrad = 102 %). Bei der Bewohnerzahl beträgt der Verdichtungsgrad jedoch lediglich 77 Prozent (ibid., 2015, S. 22, Abb. G_12). Rey hat die beobachtete Bau- und Ersatzneubautätigkeit auch nach Zonenart unterscheiden können. Relativ zur Ausgangsdichte (P/ha) konnte in den W2- und W5-Zonen¹⁰ die höchste Verdichtung erreicht werden. Absolut weisen jedoch Quartiererhaltungs- und W4-Zonen die höchsten Einwohnerdichten auf (ibid., 2015, S. 26). Dies verdeutlicht, dass dem Unterschied zwischen relativen Dichtegewinnen und absoluten Dichteniveaus Rechnung zu tragen ist.

2.1.3 Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Thema der Verdichtung in der Literatur unter den verschiedensten Aspekten betrachtet wird, sowohl unter dem Blickwinkel der baulichen Dichte als auch unter dem Blickwinkel der Nutzungsdichte. Es existieren Studien zu den Haushaltspräferenzen, welche die Nutzungsdichte beeinflussen, zu Faktoren, welche die bauliche Dichte beeinflussen, zum Dichteverlauf in verschiedenen Städten oder zum Verhältnis zwischen dem Niveau der baulichen Dichte und dem Niveau der Nutzungsdichte. Sowohl auf schweizerischer als auch auf internationaler Ebene konnten jedoch keine Studien zum Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung nach Form baulicher Erneuerung und Nutzungsverdichtung gefunden werden. Am nächsten an dieser Fragestellung sind die Studien der Statistik Stadt Zürich, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Ersatzneubauten und Veränderungen in der Nutzungsdichte für die Stadt Zürich auseinandersetzen. Offen bleibt jedoch die Frage, welche Rolle die verschiedenen Formen baulicher Verdichtung (siehe Abbildung 1) für die Nutzungsverdichtung spielen.

2.2 Präzisierung der Forschungsfrage

Um die aufgrund des Literaturstudiums identifizierte Lücke zumindest teilweise schliessen zu können, soll nachfolgend beurteilt werden, inwieweit der Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung in der Schweiz mit Bundesdaten untersucht werden kann. Dabei interessiert vor allem, wie dieser Zusammenhang unter Berücksichtigung weiterer relevanter Faktoren variiert und wann bauliche Verdichtung von einer besonders ausgeprägten Erhöhung der Nutzerdichte begleitet ist. Die Frage, welche Faktoren die bauliche Dichte an sich und die Nutzungsdichte an sich beeinflussen, ist zwar inhaltlich verwandt, steht jedoch nicht im Fokus der vorliegenden Studie.

Die Nutzungsdichte (ND) wird definiert als Anzahl Bewohner/innen pro Quadratmeter Bauland, während die bauliche Dichte (BD) als Geschossfläche pro Quadratmeter Bauland festgelegt wird. Gemäss SIA Norm 416 ist die Geschossfläche «die allseitig umschlossene und überdeckte Grundrissfläche der zugänglichen Geschosse einschliesslich der Konstruktionsflächen». Sie stellt somit die Summe aus Nettogeschossfläche (Nutzfläche plus Verkehrsfläche plus Funktionsfläche) und Konstruktionsfläche dar. Da die Studie explizit auf den Bereich Wohnen fokussiert, bleiben sowohl die Beschäftigten als auch die Arbeitsfläche unberücksichtigt und es wird im Folgenden der Begriff Wohngeschossfläche (WGF) benutzt. Nutzungsverdichtung beziehungsweise bauliche Verdichtung werden somit als Prozesse verstanden, in denen pro Quadratmeter Bauland die Anzahl Bewohner/innen beziehungsweise die Wohngeschossfläche steigt.

¹⁰ Beides sind Wohnzonen. Die Zahl bezieht sich üblicherweise auf die erlaubte Anzahl Vollgeschosse innerhalb der Zone.

Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Nutzungsdichte (ΔND) und der Veränderung der baulichen Dichte (ΔBD) zwischen (t-1) und t kann somit als Quotient erfasst werden:

$$\frac{\Delta ND}{\Delta BD} = \frac{\Delta \text{Bewohner} / \text{m}^2 \text{ Bauland}}{\Delta WGF / \text{m}^2 \text{ Bauland}} \quad (1)$$

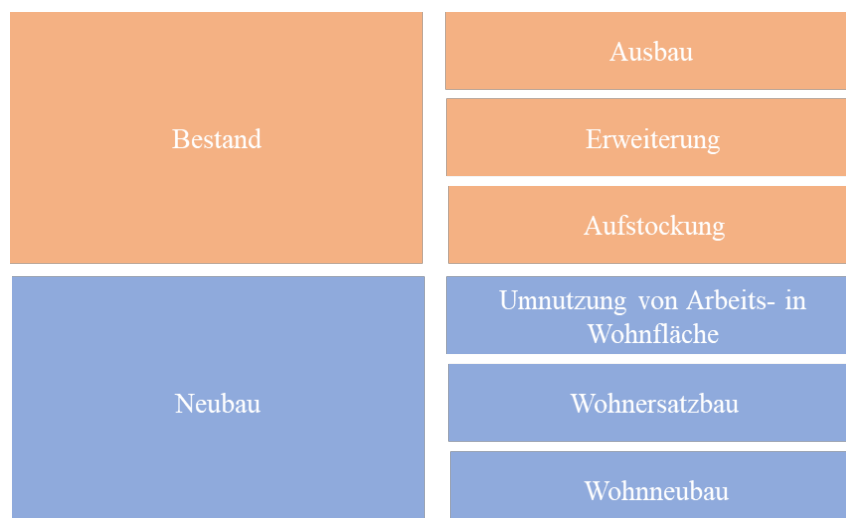
Dieser explorativen Studie liegt die Hypothese zugrunde, dass dieser Quotient je nach Rahmenbedingungen unterschiedlich ausfallen und somit bauliche Wohnbauverdichtung sich unterschiedlich auf das Ziel der Nutzungsverdichtung auswirken kann. Diese Rahmenbedingungen sind bisher kaum untersucht worden. Wie in der Literaturrecherche in Kapitel 2.1 betont, haben sich jedoch bereits zahlreiche Studien im In- und Ausland mit den Faktoren beschäftigt, welche die Nutzungsverdichtung an sich und die bauliche Verdichtung an sich beeinflussen. Basierend darauf kann die Hypothese aufgestellt werden, dass die Veränderung der Nutzungsdichte von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird:

$$\Delta ND = f(\Delta BD, BD_{(t-1)}, ND_{(t-1)}, x_1, \dots, x_n) \quad (2)$$

Zum einen spielen die Veränderung der baulichen Dichte ΔBD während der betrachteten Periode und das Niveau der baulichen Dichte in (t-1) eine Rolle. Zum anderen sind das Niveau der Nutzungsdichte in (t-1) sowie weitere Faktoren x_1 bis x_n von Bedeutung. Letztere können sowohl angebotsseitiger als auch nachfrageseitiger Natur sein. Angebotsseitige Faktoren sind unter anderem die Formen baulicher Verdichtung, der Gebäudetyp, das Preisniveau, das Baugesetz (u. a. Bauzonentyp, Überbauungsziffer, Ausnützungsziffer, Anzahl Geschosse), die Eigentumsverhältnisse, die Umgebungsqualität, die räumliche Typologie (z. B. ländlicher oder urbaner Raum), Regulierungen (z. B. Mietrecht, Differenz der Preise von Bestandes- und Angebotsmieten) oder der Lebenszyklus der Immobilien. Zu den nachfrageseitigen Faktoren gehören die Wohnpräferenzen der Haushalte sowie generelle sozioökonomische Entwicklungen wie Wohlstand, gesellschaftliche Alterung oder der Trend zu Einpersonenhaushalten. Für die Ziele der Studie sind primär die angebotsseitigen Faktoren relevant, da Präferenzen und sozioökonomische Trends kaum beeinflussbar sind und somit im Sinne der wirtschaftspolitischen Steuerung der Siedlungsentwicklung nach innen nur von untergeordneter Relevanz sind.

Von besonderem Interesse im aktuellen Diskurs ist die Frage, wie die unterschiedlichen Formen baulicher Verdichtung sich auf die Nutzungsverdichtung auswirken. Bauliche Verdichtung, das heisst die Erhöhung der Wohngeschossfläche pro Quadratmeter Bauland, kann nämlich aufgrund unterschiedlicher Formen baulicher Interventionen erfolgen (Abbildung 1).

Abbildung 1: Formen baulicher Wohnbauverdichtung



Bauliche Verdichtung kann realisiert werden, indem zum einen Wohnobjekte im Bestand ausgebaut (z. B. mit einer Dachwohnung anstelle eines Estrichs), erweitert oder aufgestockt werden. Zum anderen sind die Umnutzung von Arbeits- in Wohnfläche, der Wohnersatzbau sowie der Wohnneubau auf unbebautem Bauland weitere Möglichkeiten, die Wohnbaudichte zu erhöhen (Rey et al., 2018, S. 3–4).

Mit der vorliegenden explorativen Studie soll überprüft werden, inwieweit sich die Entwicklung der Nutzungsdichte im Verhältnis zur Entwicklung der baulichen Dichte (vgl. Formel [1]) Schweizweit und anhand von Bundesdaten, insbesondere jenen der Gebäude- und Wohnungsstatistik GWS, untersuchen lässt. Dabei soll vor allem zwischen Formen baulicher Verdichtung unterschieden und, wenn immer möglich, die Rolle weiterer angebotsseitiger Beeinflussungsfaktoren berücksichtigt werden.

3. Fallstudien auf Parzellenebene

Zur Beurteilung der Datenlage im Hinblick auf die Fragestellung wird im Sinne eines iterativen Vorgehens in einem ersten Schritt der Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung gemäss Formeln (1) und (2) auf Stufe der einzelnen Parzellen untersucht. Die Fallstudienresultate an sich sind dabei von zweitrangiger Bedeutung und dienen primär dazu, die Ermittlung der benötigten Kennzahlen zu testen.

Zu diesem Zweck werden geeignete Bauprojekte identifiziert und für jedes Projekt beurteilt, inwieweit beziehungsweise mit welchen Statistiken der untersuchte Zusammenhang ermittelt werden kann. Wichtige Kriterien für die Auswahl der Projekte sind die Verfügbarkeit von Informationen zum baulichen Eingriff sowie die Verschiedenheit bezüglich Form der baulichen Veränderung. Konkret handelt es sich um einen Umbau (Kap. 3.1) und zwei Wohnersatzbauten (Kap. 3.2 und Kap. 3.3) in der Stadt Luzern. Basierend auf den Fallstudien werden Schlussfolgerungen zur Datenlage und zur Machbarkeit einer Analyse auf aggregierter Ebene gezogen.

3.1 Fallstudie Löwenstrasse

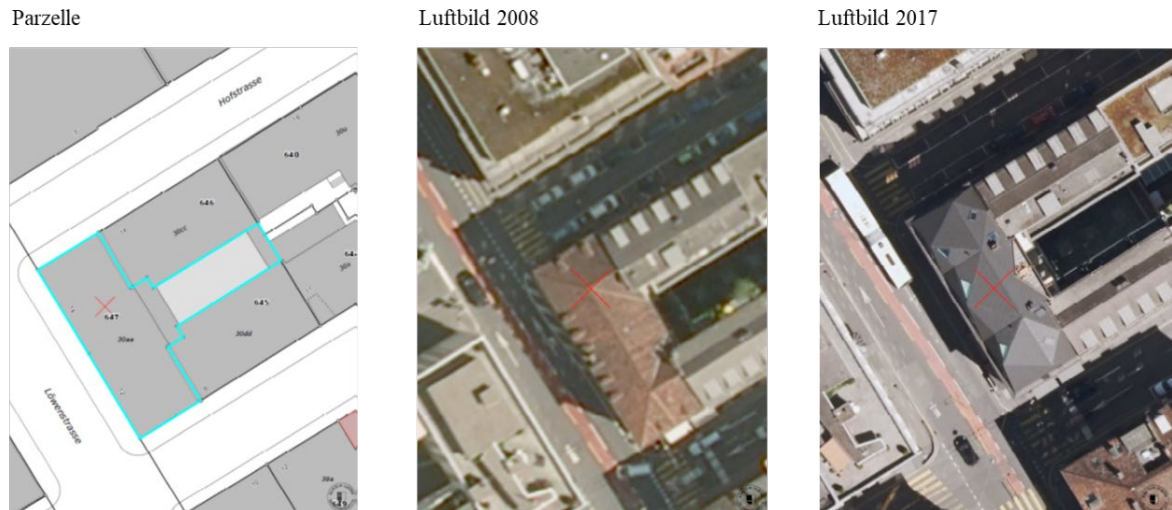
Das Objekt befindet sich in der Luzerner Altstadt und wurde im Jahr 1873 als Hotel gebaut und später als Wohn- und Geschäftsliegenschaft genutzt. Das Gebäude befand sich nahezu im Originalzustand, als es 2013/2014 aufgestockt und ausgebaut wurde (Abbildung 2). Neu sind in der Immobilie 23 sogenannte «Serviced Apartments» (d. h. möblierte Wohnungen mit Hotelkomfort) sowie Geschäftsflächen im Erdgeschoss untergebracht (Hartmann Schweizer 2018).

Abbildung 2: Fallstudie Löwenstrasse – Objekt vor (links) und nach (rechts) dem Umbau (Bildernachweis: Hartmann Schweizer 2018)



Anhand der Adresse können im Geoportal des Kantons Luzern (www.geoportal.lu.ch) Grundbuchinformationen zum Gebäude eruiert sowie ein Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor und nach dem Umbau generiert werden (Abbildung 3). Das Gebäude hat gemäss Grundbuch eine Gebäudefläche (definiert als Fläche innerhalb der Fassadenlinien) von 250 Quadratmetern, während die Grundstücksfläche 370 Quadratmeter beträgt.

Abbildung 3: Fallstudie Löwenstrasse – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (links) und nach (rechts) dem Umbau
(Quelle: www.geoportal.lu.ch)



Um den Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung zu untersuchen, müssen die verfügbaren Informationen zum Objekt mit Informationen zu den Bewohnern/-innen des Gebäudes verknüpft werden. Im Geoportal wird deshalb auch die Gebäudeidentifikationsnummer EGID ermittelt und anhand dieser in der Gebäude- und Wohnungsstatistik GWS des Bundes nach Informationen zum Gebäude und zu seinen Bewohnern/-innen gesucht. Da es sich um einen Umbau handelt, bleibt die EGID im Betrachtungszeitraum unverändert (GWR-Merkmalskatalog, S. 43). Tabelle 3 weist die für die Fragestellung wichtigsten Kennzahlen für die Jahre 2009 bis 2017 aus, die zum Objekt und zu seinen Bewohnern/-innen in der GWS erfasst sind.

Tabelle 3: Fallstudie Löwenstrasse – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017

Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl EGIDs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl Wohnungen (GAZWOT)	4	4	4	4	4	4	23	23	23
Anzahl 1-ZW	0	0	0	0	0	0	20	20	20
Anzahl 2-ZW	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Anzahl 3-ZW	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Anzahl 4-ZW	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Anzahl 5-ZW	1	3	3	3	3	3	0	0	0
Anzahl 6-ZW	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Wohnfläche total (Summe WAREAS)	370	370	370	370	370	370	931	931	931
Anzahl Geschosse (GASTWS)	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Anzahl Personen im Gebäude (GAPTO)	k.A.	k.A.	8	4	0	0	7	12	12
Anzahl Personen im Privathaushalt (Summe WAPTO)	k.A.	k.A.	k.A.	4	0	0	7	12	10

Die Wohnungsfläche¹¹ hat sich gemäss GWS nach dem Umbau fast verdreifacht. Neben der Aufstockung von fünf auf sechs Geschosse (Variable GASTWS) kann aus den GWS-Daten zudem eruiert werden, dass sich im Gebäude vor dem Umbau vier Wohnungen befanden (Variable GAZWOT). Dies waren gemäss

¹¹ Gemäss GWR-Merkmalskatalog ist die Variable WAREAS wie folgt definiert (S. 103): Als Wohnungsfläche ist die Summe der Flächen sämtlicher Zimmer, Küchen, Kochnischen, Badezimmer, Toiletten, Abstellräume, Gänge, Veranden usw. einer Wohnung erfasst. Zusätzliche separate Wohnräume (z. B. Mansarden), offene Balkone und Terrassen sowie nicht bewohnbare Keller- und Dachgeschossräume fallen bei der Berechnung der Wohnungsfläche ausser Betracht.

Angaben für die Jahre 2010 bis 2014 eine Vier-Zimmer-Wohnung und drei Fünf-Zimmer-Wohnungen, die kurz vor dem Umbau von insgesamt nur noch vier Personen bewohnt wurden. Die Angabe zur Anzahl Wohnungen nach Zimmerzahl im Jahr 2009 weicht jedoch von diesen Informationen ab und ist möglicherweise auf Registerbereinigungen zurückzuführen.¹² Nach dem Umbau bestehen die dreiundzwanzig Wohnungen grossmehrheitlich aus Ein-Zimmer-Wohnungen und werden insgesamt von maximal zwölf Personen (gemäss der Variable GAPTO, Anzahl Personen im Gebäude, ab 2011 verfügbar) beziehungsweise zehn Personen (gemäss Variable WAPTO, Anzahl Personen in Wohnung, ab 2012 verfügbar) bewohnt. Dabei ist erstens zu beachten, dass die Variable GAPTO nur Personen zählt, die beim Einwohnerregister der Gemeinde gemeldet sind. Personen mit hohem Fluktuationsverhalten (z.B. Studenten mit Wochenaufenthaltsstatus oder Personen, die ein Studio nur zu Arbeitszwecken belegen) werden jedoch nur zu einem geringen Teil in den Einwohnerregistern erfasst. Die Variable GAPTO eignet sich somit nicht erschöpfend zur Validierung von Wohnungsbelegungen bei Wohnungen mit hoher Umzugsfrequenz. Zweitens, bei der Differenz zwischen dem Wert der Variable GAPTO und dem Wert der Variable WAPTO ist Folgendes zu bemerken: GAPTO zählt alle Personen, die via Adresse einem Gebäude (EGID) zugeordnet werden können, während bei WAPTO alle Personen gezählt werden, die nicht nur dem Gebäude, sondern auch einer bestimmten Wohnung zugeordnet werden konnten. Ein GAPTO-Wert höher als WAPTO bedeutet somit, dass zwar dem Gebäude Personen zugeordnet werden können, nicht aber einer bestimmten Wohnung. GAPTO ist daher immer gleich oder grösser als WAPTO.

Informationen zur Grundstücksfläche sind in der GWS nicht vorhanden. Für die Berechnung von Nutzungsdichte und baulicher Dichte sind somit Verknüpfungen zwischen der GWS und dem Grundbuch notwendig. Es ist zudem auffällig, dass das Grundbuch eine Grundstücksfläche von 370 Quadratmetern aufweist, während in der GWS die gleiche Zahl als Summe der Wohnungsflächen ausgewiesen ist. Dies könnte sowohl Zufall sein als auch auf Mängel bei der Erfassung im GWR vor dem Umbau hinweisen, die nach dem Umbau behoben wurden.

3.2 Fallstudie Mettenwylstrasse

Das Objekt befindet sich im Luzerner Quartier Wesemlin-Dreilinden. 2012/2013 wurde das alte Wohnhaus mit zwei Wohnungen und Schopf abgebrochen und durch ein reines Wohngebäude mit vier Wohnungen und einer Garage ersetzt (Abbildung 4).

Abbildung 4: Fallstudie Mettenwylstrasse – Wohnersatzbau

(Bildernachweis: Schärli Architekten (8.4.2019), www.schaerli-ag.ch/page/de/projekte/detail/1890.wohnhaus)



Analog zur Fallstudie Löwenstrasse können auch für dieses Objekt im Geoportal des Kantons Luzern Grundbuchinformationen ermittelt und ein Auszug aus dem Grundbuchplan sowie Luftbilder vor und nach der baulichen Intervention generiert werden (Abbildung 5). Das neue Gebäude hat eine Gebäudefläche von 231 Quadratmetern, während die Grundstücksfläche 1248 Quadratmeter beträgt. Informationen zur Gebäude- und Grundstücksfläche des abgerissenen Gebäudes werden dagegen nicht mehr im Geoportal des Kantons aufgeführt.

¹² Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Anpassung auf Umbaumaassnahmen (z.B. mittels Trennwänden) zurückzuführen ist.

Abbildung 5: Fallstudie Mettenwylstrasse – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (links) und nach (rechts) der baulichen Intervention
(Quelle: www.geoportal.lu.ch)



Ebenfalls analog zum Vorgehen für die erste Fallstudie werden mit der Gebäudeidentifikationsnummer EGID aus dem Geoportal des Kantons Luzern die Informationen zum neuen Objekt und zu seinen Bewohnern/-innen in der Gebäude- und Wohnungsstatistik GWS des Bundes identifiziert. Die Identifikation der GWS-Informationen zum abgerissenen Objekt ist jedoch nicht direkt möglich: Bei einem Ersatzbau wird dem neuen Gebäude eine neue EGID zugeteilt (GWR-Merkmalskatalog, S. 43). Die EGID des abgerissenen Gebäudes wird jedoch im Geoportal nicht mehr aufgeführt. Zudem ist es nicht möglich, in der GWS die neue EGID mit der alten EGID in Verbindung zu bringen. Auch die Identifikation der alten EGID im GWS-Datensatz mittels der im GWS verzeichneten Meterkoordinaten des neuen Gebäudes ist nicht erfolgsversprechend, da diese im GWS-Datensatz zum einen gerundet sind und zum anderen nicht immer am gleichen Ort gemessen werden. Es ist deshalb notwendig, den alten Gebäudeperimeter auf dem Geoportal in der Luftbildkarte mittels Zeitachse manuell zu ermitteln und im GWS-Datensatz nach EGIDs zu suchen, deren Meterkoordinaten innerhalb dieses Perimeters liegen. Dieses Vorgehen ist jedoch für grosse Datenmengen eher ungeeignet, da sehr zeitaufwendig.

Nachdem die EGIDs des neuen und des alten Gebäudes mit der beschriebenen Methode in Verbindung gebracht wurden, können die relevanten GWS-Informationen (Tabelle 4) ermittelt werden.

Tabelle 4: Fallstudie Mettenwylstrasse – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017

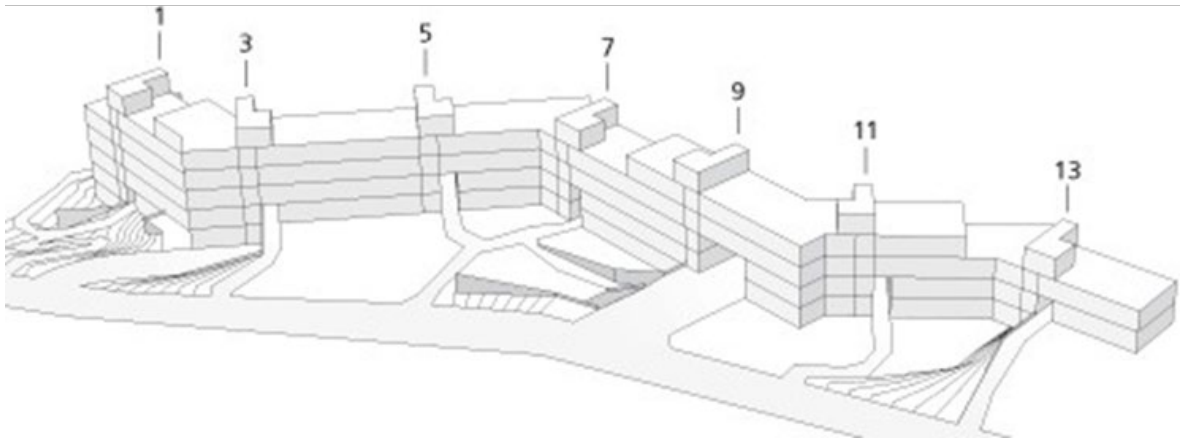
Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl EGIDs	1	1	1	k.A.	k.A.	1	1	1	1
Anzahl Wohnungen (GAZWOT)	2	2	2	k.A.	k.A.	4	4	4	4
Anzahl 1-ZW	0	0	0	k.A.	k.A.	0	0	0	0
Anzahl 2-ZW	1	1	1	k.A.	k.A.	0	0	0	0
Anzahl 3-ZW	1	1	1	k.A.	k.A.	0	0	0	0
Anzahl 4-ZW	0	0	0	k.A.	k.A.	4	4	4	4
Anzahl 5-ZW	0	0	0	k.A.	k.A.	0	0	0	0
Anzahl 6-ZW	0	0	0	k.A.	k.A.	0	0	0	0
Wohnfläche total (Summe WAREAS)	110	110	110	k.A.	k.A.	698	698	698	698
Anzahl Geschosse (GASTWS)	3	3	3	k.A.	k.A.	4	4	4	4
Anzahl Personen im Gebäude (GAPTO)	k.A.	k.A.	1	k.A.	k.A.	9	10	10	10
Anzahl Personen im Privathaushalt (Summe WAPTO)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	9	10	10	10

Die verfügbare Wohnungsfläche gemäss GWS (siehe Fussnote 11 für die Definition) hat sich mit dem Wohnersatzbau rund versechsfacht. Für die Informationen zur Anzahl Bewohner/innen vor dem Umbau stehen nur die Angaben auf Stufe Gebäude (GAPTO, ab 2011) zur Verfügung.

3.3 Fallstudie Gütschhöhe

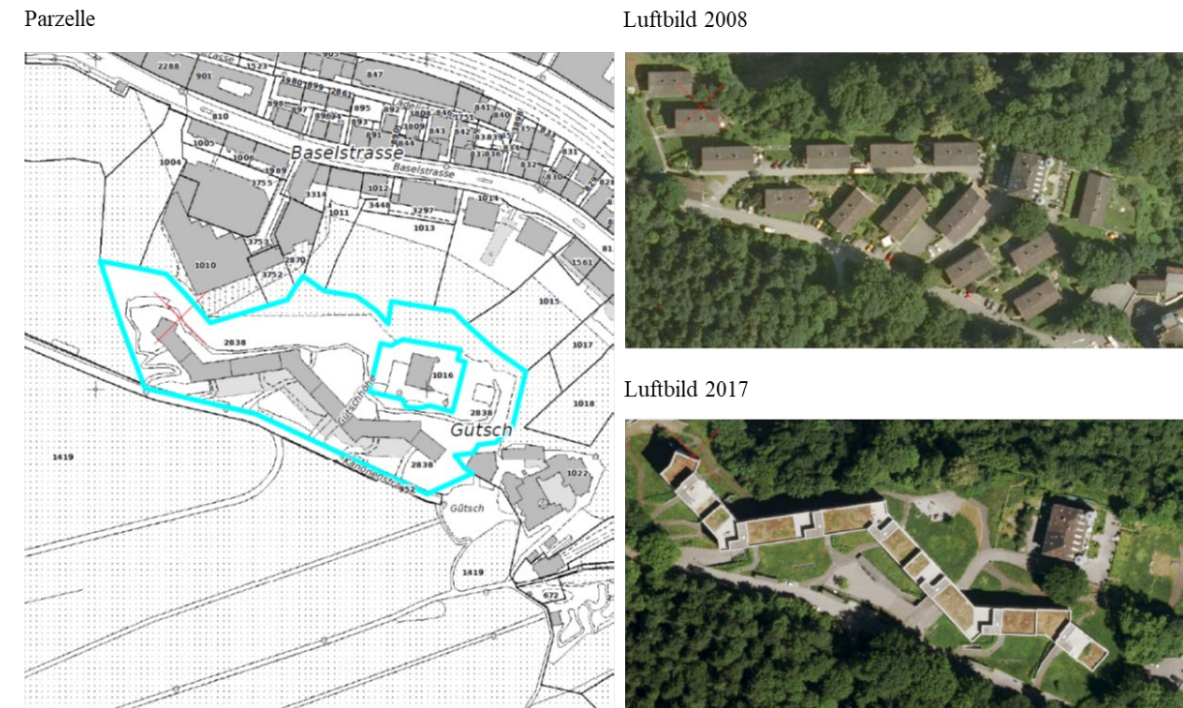
In den Jahren 2010/2011 wurden im Luzerner Quartier Ober- und Untergütsch vierzehn Wohngebäude abgerissen und von der Wohnbaugenossenschaft GEFA in Etappen mit sieben aneinandergebauten Gebäuden unterschiedlicher Grösse und Höhe ersetzt.

Abbildung 6: Fallstudie Gütschhöhe – Wohnersatzbau
 (Bildernachweis: www.guetschhoe.ch)



Die Grundbuchinformationen zu den neuen Gebäuden, ein Auszug aus dem Grundbuchplan sowie Luftbilder vor und nach der baulichen Intervention werden analog zu den zwei anderen Fallstudien generiert (Abbildung 7). Die totale Gebäudefläche des neuen Gebäudekomplexes beträgt 2223 Quadratmeter und die Grundstücksfläche 17 200 Quadratmeter. Die Gebäude- und die Grundstücksfläche der abgerissenen Gebäude werden dagegen, wie schon bei der vorherigen Fallstudie, nicht mehr im Geoportal des Kantons aufgeführt.

Abbildung 7: Fallstudie Gütschhöhe – Auszug aus dem Grundbuchplan und Luftbilder vor (oben) und nach (unten) der baulichen Intervention
(Quelle: www.geoportal.lu.ch)



Analog zur Fallstudie Mettenwylstrasse besteht bei der EGID ein Identifikationsproblem, da sich diese aufgrund des Ersatzbaus ändert. Mit der gleichen Methode können auch hier die alten EGIDs identifiziert und anschliessend die verfügbaren GWS-Informationen ermittelt werden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Fallstudie Gütschhöhe – Relevante Informationen aus der GWS 2009–2017

Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl EGIDs	27	k.A.	5	7	7	7	7	7	7
Anzahl Wohnungen (GAZWOT)	61	k.A.	43	56	56	56	56	56	56
Anzahl 1-ZW	0	k.A.	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl 2-ZW	0	k.A.	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl 3-ZW	6	k.A.	13	11	18	18	18	18	18
Anzahl 4-ZW	42	k.A.	25	36	28	28	28	28	28
Anzahl 5-ZW	12	k.A.	4	8	9	9	9	9	9
Anzahl 6-ZW	0	k.A.	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl 7-ZW	1	k.A.	0	0	0	0	0	0	0
Wohnfläche total (Summe WAREAS)	6260	k.A.	4364	6023	5812	5812	5812	5812	5812
Anzahl Personen im Gebäude (GAPTO)	k.A.	k.A.	83	136	136	157	162	169	169
Anzahl Personen im Privathaushalt (Summe WAPTO)	k.A.	k.A.	k.A.	122	136	157	162	169	168

Vor dem Abriss weist die Überbauung 27 EGIDs auf. Daraus kann abgeleitet werden, dass die 14 sichtbaren Objekte im Luftbild von 2008 (Abbildung 7, Bild oben) vor der Realisierung des Wohnersatzbaus aus zum Teil aneinandergestellten Gebäuden bestanden. Vor der baulichen Intervention hatten zudem rund zwei Drittel der Wohnungen vier Zimmer, während im Wohnersatzbau dies nur für die Hälfte der Wohnungen der Fall ist. Dafür gibt es deutlich mehr Drei-Zimmer-Wohnungen und weniger Wohnungen mit fünf oder mehr Zimmern. Die totale Wohnungsfläche hat sich erstaunlicherweise für einen

Wohnersatzbau reduziert, während die durchschnittliche Wohnungsfläche pro Wohnung über alle Wohnungsgrößen praktisch gleichgeblieben ist (103 m² in 2009 vs. 104 m² in 2017).¹³

Wie schon in den vorherigen Fallstudien festgestellt, sind in der GWS keine Informationen zur Grundstücksfläche und zur Gebäudefläche vorhanden. Für die Berechnung von Nutzungsdichte und baulicher Dichte sind deshalb Verknüpfungen zwischen der GWS und dem Grundbuch notwendig. Da für die Zeit vor der baulichen Intervention in der GWS keine Angaben zur Anzahl Bewohner/innen vorhanden sind, ist die Berechnung der Veränderung der Nutzungsdichte jedoch auch mit diesen Angaben nicht möglich.

3.4 Machbarkeitsbeurteilung aufgrund der Fallstudien auf Parzellenebene

Die Fallstudien auf Parzellenebene erlauben verschiedene Schlussfolgerungen zu den Herausforderungen, welche die empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung anhand von GWS-Daten mit sich bringt:

- *Lieferung von pseudonymisierten EGIDs*
Aus Datenschutzgründen stellt das BFS die GWS-Daten auch mit Unterzeichnung des «Vertrags über die einmalige Lieferung und Verwendung von Einzeldaten» standardmässig nur mit pseudonymisierten EGIDs zur Verfügung. Dadurch ist die Identifikation eines spezifischen Gebäudes im GWS-Datensatz jedoch unmöglich. Die Meterkoordinaten helfen dabei auch nicht weiter, da diese im GWS gerundet sind und zudem nicht zwingend im Zentrum des Gebäudes liegen beziehungsweise von Jahr zu Jahr variieren können. Im Weiteren sind Verknüpfungen mit anderen Datensätzen (z. B. mit dem Gebäude- und Wohnungsregister GWR) anhand von Pseudo-EGIDs nicht möglich. Aus diesem Grund stellte das BFS dem Bearbeitungsteam nachträglich die Daten mit echten EGIDs zur Verfügung.
- *Identifikationsproblem bei Wohnersatzbauten, Umnutzungen und Neubauten*
Da sich beim Wohnersatzbau die EGID verändert, ist eine Verbindung zwischen den GWS-Informationen des alten und des neuen Gebäudes nicht ohne Weiteres möglich. Zudem sind in der GWS nur ausgewählte Variablen aus dem GWR enthalten. Insbesondere sind in der GWS nur Gebäude mit dem Status «bestehend» (Variable GSTAT 1004) erfasst, während abgebrochene Gebäude nicht mehr berücksichtigt werden, sowie nur Wohngebäude (GKAT 1020, 1030, 1040), das heisst keine Gebäude ohne Wohnnutzung (GKAT 1060), provisorische Unterkünfte (GKAT 1010) und Sonderbauten (GKAT 1080). Die Unterscheidung zwischen Umnutzungen Arbeits- in Wohngebäude (AinW) und Neubauten ist somit mit GWS-Daten alleine nicht möglich, da in beiden Fällen in der GWS keine Informationen zur Situation vor der baulichen Intervention vorhanden sind (beim Neubau, da vorher kein Gebäude existierte; bei der Umnutzung AinW, da vorher kein Wohngebäude bestand). Verknüpfungen mit GWR-Daten sind somit notwendig, um Umnutzungen AinW von Neubauten zu unterscheiden.
- *Personendaten erst ab 2011/2012*
Daten zur Anzahl Bewohner/innen sind erst ab 2011 (auf Stufe Gebäude) beziehungsweise erst ab 2012 (auf Stufe Wohnung) in der GWS vorhanden. Analysen zur Entwicklung der Wohnungsfläche im Verhältnis zur Entwicklung der Anzahl Bewohner/innen sind anhand von GWS-Daten somit erst ab 2011/12 möglich.
- *Nur Informationen zur reinen Wohnungsfläche*
Wichtige Bestandteile der Wohngeschossfläche gemäss SIA Norm 416 (insb. Verkehrsflächen) bleiben in der GWS unberücksichtigt, da diese nur Angaben zur reinen Wohnungsfläche enthält (Variable WAREAS).¹⁴ Zudem enthält die GWS auch keine Informationen zur totalen Geschossfläche (insb. zu den Nutzflächen ohne Wohnnutzung sowie zur Fläche von provisorischen Unterkünften und Sonderbauten, d. h. GKAT 1010, 1060 und 1080).
- *Imputationen zur Wohnungsfläche*

¹³ Gemäss Auskunft von A. Bucher, Immobilienbewirtschafter der Wohnbaugenossenschaft GEFA, verfügte die abgebrochene Überbauung nur über 4'640 m² Nettowohnfläche, diejenige für die neue Überbauung hat er dagegen bestätigen können (Email von Di. 17.3.2020).

¹⁴ Siehe Fussnote 11 für die Definition von WAREAS.

In der GWS wird die Wohnungsfläche (Variable WAREAS) geschätzt, falls keine Informationen vorhanden sind (GWS-Merkmalskatalog, S. 103). Die Anteile der imputierten Werte variieren dabei sehr stark von Gemeinde zu Gemeinde. Zudem können die eingesetzten Werte aus statistischen Gründen von Jahr zu Jahr mit geringen Abweichungen variieren.¹⁵

- *Keine Parzellenangaben (u. a. Grundstücknummer und Parzellengrösse)*
Diese Informationen sind nur im Grundbuch enthalten, wobei (zumindest im Kanton Luzern) auch dort nur der aktuelle Status digital erfasst ist. Historische Daten müssen meist mit grossem Aufwand aus den Hauptbüchern manuell zusammengetragen werden.¹⁶ Zudem sind Datenverknüpfungen zwischen dem Grundbuchdatensatz und dem GWS-Datensatz via EGIDs nicht direkt möglich, da im Grundbuch die EGIDs nicht ausgewiesen werden, sondern nur die Grundstücksidentifikationsnummer E-GRID.¹⁷ Ohne Parzellengrösse können jedoch Nutzungsdichte und bauliche Dichte an sich nicht berechnet werden.
- *Aussagekraft der Daten*
Kurz vor einer baulichen Veränderung sinkt tendenziell die Anzahl Bewohner/innen im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt, da Mieter/innen oft relativ rasch nach der Ankündigung einer baulichen Intervention sich eine neue Bleibe suchen, statt auf die Kündigung zu warten. Zudem kann die Anzahl Bewohner/innen unmittelbar nach der Fertigstellung einer Liegenschaft aufgrund von Vermarktungsschwierigkeiten unter dem langjährigen Schnitt liegen.
- *Qualität der Daten und Registerbereinigungen*
Die GWS-Angaben sind nicht immer zuverlässig, dies insbesondere für die Jahre vor 2012. Die Qualität und Vollständigkeit der ursprünglichen Quelle, des GWR, wird zwar laufend verbessert, ist jedoch massgeblich von den Gemeinden abhängig, die dem Bund die Daten liefern. Auch die laufenden Verbesserungsbestrebungen sind für die beabsichtigte Analyse nicht unproblematisch: Registerbereinigungen, z. B. bei der Anzahl Bewohner/innen oder bei der Wohnungsfläche, aber auch neue Einträge oder Löschungen von Einträgen, können nicht unmittelbar von tatsächlich stattgefundenen Veränderungen unterschieden werden.
- *Bedarf nach weiteren Informationen*
Neben Angaben zur Anzahl Bewohner/innen und zur Wohnungsfläche enthält die GWS gebäude- und wohnungsspezifische Informationen zu vielen Faktoren, die für die untersuchte Fragestellung relevant sind (z. B. Raumtyp, Gebäudetyp, Anzahl Zimmer und Bauperiode). Für Informationen zu anderen relevanten Faktoren gemäss Ausführungen in Kapitel 2.2 (u. a. Umgebungsqualität und Immobilienpreise) sind dagegen Verknüpfungen mit anderen Datensätzen notwendig. Auch die Bezeichnung derjenigen Gebäude ohne bauliche und technische Veränderung wäre sehr hilfreich, so dass daraus allfällige Veränderungen der Nutzungsdichte ohne bauliche Massnahmen (z.B. aufgrund von Bevölkerungsdruck) abgeleitet werden könnten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die GWS zwar die zentrale Statistik für eine empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen Nutzungsverdichtung und baulicher Verdichtung auf Stufe Gesamtschweiz ist, da sie ab dem Jahr 2012 Personen- mit Gebäude- und Wohnungsdaten kombiniert. Da die GWS jedoch keine Angaben zur Parzelle (insb. zur Parzellengrösse) enthält und auch keine direkte Verknüpfung zum Grundbuch erlaubt (keine eidgenössische Grundstücksidentifikationsnummer E-GRID), ist mit dieser Statistik die Berechnung von baulicher Verdichtung und von Nutzungsverdichtung nicht möglich. Weiter ist es für eine Unterscheidung der Formen baulicher Verdichtung zudem notwendig, die GWS-Daten mit GWR-Informationen zu ergänzen (insb. Informationen zu Abbrüchen sowie zu Gebäuden ohne Wohnnutzung). Schliesslich ist bei der GWS-Variable zur Wohnungsfläche WAREAS sicherzustellen, dass Änderungen aufgrund von tatsächlichen baulichen Eingriffen erfolgt sind und nicht die Folge von Registerbereinigungen oder Imputationen darstellen. Im nächsten Kapitel wird daher ein Auswertungskonzept entwickelt, getestet und beurteilt, das diese Restriktionen berücksichtigt.

¹⁵ Gemäss Auskunft von M. Spörri, BFS.

¹⁶ Gemäss schriftlicher Auskunft von Frau C. Amrein-Frank, Stv. Leiterin des Grundbuchs des Kantons Luzern, am 20.3.2019.

¹⁷ Eine georeferenzierte Verknüpfung gemäss jener im Geoportal wäre grundsätzlich für den aktuellen Zustand möglich, nicht aber für die Analyse von zeitlichen Entwicklungen. Das gleiche gilt für Verknüpfungen via E-GRID von Grundbuch und GWR.

4. Analyse auf aggregierter Ebene: Auswertungskonzept und Machbarkeitsüberprüfung

Die Fallstudien auf Parzellenebene haben die Möglichkeiten und Grenzen der Analyse anhand von GWS-Daten aufgezeigt. Im Folgenden wird zunächst beschrieben, wie mit den wichtigsten datentechnischen Restriktionen und Herausforderungen bei einer Analyse auf aggregierter Ebene umgegangen werden kann (Kap. 4.1 und Kap. 4.2). Anschliessend wird die Machbarkeit einer schweizweiten Analyse überprüft, indem eine Fallstudie auf aggregierter Ebene für die Stadt Luzern durchgeführt wird (Kap. 4.3).

4.1 Angaben zum Bauland

In Kapitel 3 wurde hervorgehoben, dass die direkte Ermittlung des Zusammenhangs zwischen der Veränderung der baulichen Dichte und der Veränderung der Nutzungsdichte gemäss Formel (1) nicht möglich ist, da in der GWS (und auch im GWR) Angaben zum Bauland nicht erfasst werden. Es ist aber so, dass sich rein mathematisch in Formel (1) das Bauland kürzen lässt:

$$\frac{\Delta ND}{\Delta BD} = \frac{\Delta \text{Bewohner} / m^2 \text{ Bauland}}{\Delta WGF / m^2 \text{ Bauland}} = \frac{\Delta \text{Bewohner}}{\Delta WGF} \quad (3)$$

Die Entwicklung der Nutzungsdichte im Verhältnis zur baulichen Verdichtung kann daher mit dem Quotienten «Veränderung der Anzahl Bewohner/innen im Verhältnis zur Veränderung der Wohngeschossfläche» ausgedrückt werden, wobei Informationen zum Bauland beziehungsweise zur Grundstücksfläche nicht mehr notwendig sind. Bei der Interpretation dieses Quotienten ist jedoch Vorsicht geboten:

- Ein positiver Quotient kann sowohl durch die gleichzeitige Zunahme (Fall A) als auch durch die gleichzeitige Abnahme (Fall B) der beiden Grössen Nutzungsdichte und bauliche Dichte verursacht werden;
- Ein negativer Quotient kann sowohl durch die Abnahme der Nutzungsdichte bei steigender baulicher Verdichtung (Fall C) als auch durch die Zunahme der Nutzungsdichte bei sinkender baulicher Verdichtung (Fall D) verursacht werden.

In Fall B und Fall D geht die bauliche Verdichtung, das heisst die Nutzungsintensität der knappen Ressource Bauland, zurück. In Fall B ist dies sogar mit einer positiven Entwicklung des Quotienten gemäss Formel (3) verbunden. Da im Vordergrund der explorativen Vorstudie der Effekt der baulichen Verdichtung auf die Nutzungsverdichtung im Fokus steht, sind somit nur die Fälle A und C von Interesse. Alle Fälle mit abnehmender baulicher Dichte werden von der Analyse ausgeschlossen. Innerhalb der Fälle mit zunehmender baulicher Dichte ist der Quotient dann wie folgt zu interpretieren:

- Negativer Quotient: Die bauliche Verdichtung führt zu einer Reduktion der Nutzungsdichte, das heisst, die Nutzungsintensität der Wohnfläche hat durch die bauliche Verdichtung abgenommen;
- Positiver Quotient: Die bauliche Verdichtung führt zu einer Erhöhung der Nutzungsdichte, das heisst, die Nutzungsintensität der Wohnfläche hat durch die bauliche Verdichtung zugenommen.

Der Vorstudie liegt dabei die Hypothese zugrunde, dass unterschiedliche Rahmenbedingungen (z. B. Formen baulicher Verdichtung, Gebäudetypen und räumliche Typologien wie beispielsweise urban oder ländlich) zu unterschiedlichen Entwicklungen in der Nutzungsintensität der Wohnfläche infolge baulicher Verdichtung führen.

4.2 Identifikation unterschiedlicher Formen baulicher Verdichtung

Eine weitere wichtige Erkenntnis aus den Fallstudien auf Parzellenebene war die Notwendigkeit, die Daten der GWS mit Informationen aus dem GWR zu ergänzen, um zwischen den verschiedenen Formen baulicher Verdichtung zu unterscheiden. Dies zum einen, da die EGIDs sich beim Wohnersatzbau ändern und es somit nicht möglich ist, in der GWS die Daten des alten und des neuen Gebäudes direkt miteinander in Verbindung zu bringen. Zum anderen, da alleine anhand von GWS-Daten die Unterscheidung zwischen Umnutzungen des Typs «Arbeit in Wohnen» (AinW) und Neubauten nicht möglich ist. Das alte Gebäude wird bei Umnutzungen des Typs AinW in der GWS nämlich nicht erfasst, da es sich nicht um ein Wohngebäude handelt. Das Fehlen der EGID im GWS-Datensatz könnte jedoch auch auf einen Neubau auf der

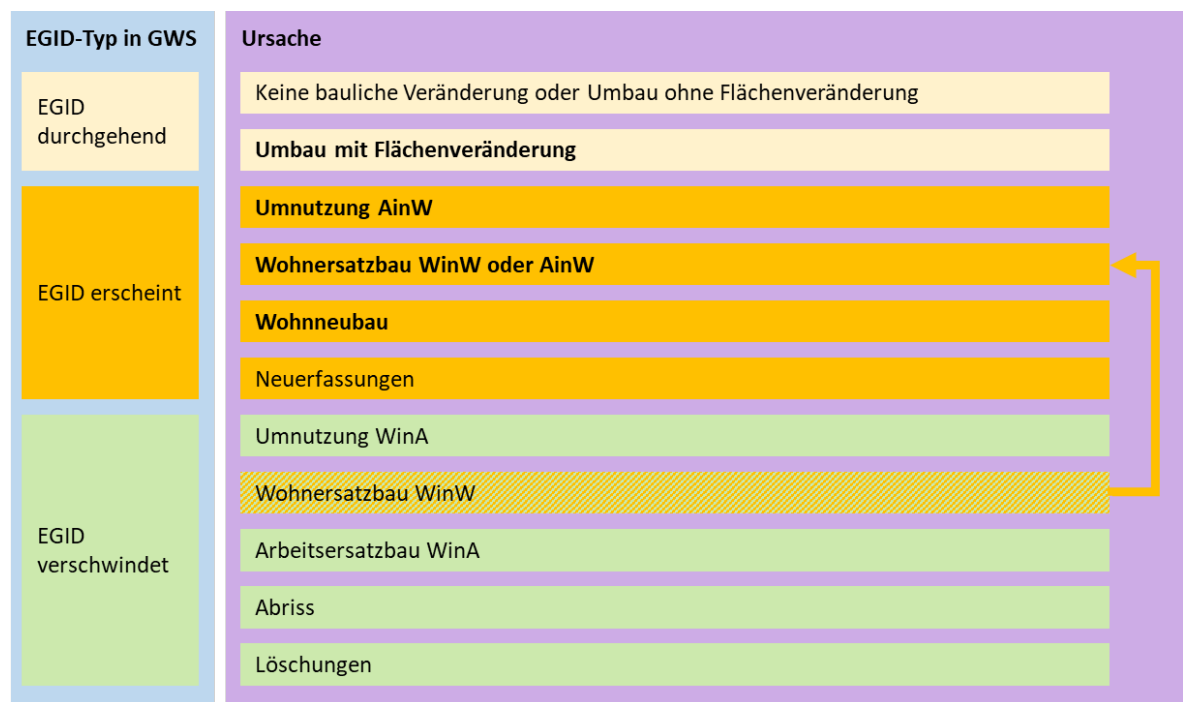
grünen Wiese hinweisen. Bei einer Verknüpfung zwischen GWS und GWR-Daten ist jedoch zu beachten, dass das GWR keine Historie aufweist, sondern immer nur ein Abbild des aktuellen Informationsstandes zu bestehenden Gebäuden und erfolgten Abbrüchen ist¹⁸.

Eckpfeiler der Identifikation unterschiedlicher Formen baulicher Verdichtung in einem bestimmten Perimeter anhand von GWS/GWR-Daten ist die Beobachtung, dass in der GWS drei Typen von EGIDs vorkommen:

- Typ «EGID durchgehend»: Diese EGIDs sind durchgehend in allen Jahren vorhanden;
- Typ «EGID erscheint»: Diese EGIDs sind zu Beginn der Betrachtungsperiode nicht vorhanden und erscheinen ab einem gegebenen Jahr innerhalb der Betrachtungsperiode;
- Typ «EGID verschwindet»: Diese EGIDs sind zu Beginn der Betrachtungsperiode vorhanden und verschwinden ab einem gegebenen Jahr innerhalb der Betrachtungsperiode.

Jeder der drei EGID-Typen ist mit anderen Formen baulicher Verdichtung gemäss Abbildung 1 vereinbar, wobei die Typen «EGID erscheint» und «EGID verschwindet» gleichzeitig auf mehrere Formen baulicher Verdichtung hinweisen können. Jedoch können diese zwei Typen auch nur das Resultat von GWR-Aktualisierungen sein (Neuerfassungen bestehender, noch nicht erfasster Gebäude oder Löschung von falschen Einträgen), da die Qualität der erfassten Daten laufend verbessert wird. Eine entsprechende Übersicht ist in Abbildung 8 vorhanden.

Abbildung 8: EGID-Typen und Formen baulicher Verdichtung



In fetter Schrift sind in Abbildung 8 die fünf Formen baulicher Verdichtung hervorgehoben, die relevant für die Fragestellung der Vorstudie sind:

- **Umbau mit Flächenveränderung**
- **Umnutzung Arbeit in Wohnen (AinW)**
- **Wohnersatzbau Wohnen in Wohnen (WinW)**
- **Wohnersatzbau Arbeit in Wohnen (AinW)**

¹⁸ Gemäss telefonischer Auskunft von M. Nanini (BFS) existieren zwar Snapshots des GWR für den internen Gebrauch. Die offizielle Historisierung der Daten wird jedoch von der GWS übernommen.

- Wohnneubau

Die Kategorie «Wohnersatzbau WinW» innerhalb der Kategorie «EGID verschwindet» ist keine separate Kategorie, sondern stellt die EGID des abgerissenen Wohngebäudes dar, die mit der EGID des neuen Wohngebäudes in Verbindung gebracht werden muss. Da die Studie auf den Bereich Wohnen fokussiert, sind Umnutzungen des Typs «Wohnen in Arbeiten» (WinA), Arbeitersatzbauten (d. h. Wohngebäude, die mit Gewerbegebäude ersetzt werden) sowie Abrisse nicht relevant. Schliesslich sind Registeraktualisierungen (Löschungen und Neuerfassungen, aber auch Korrekturen bei Flächenangaben) zu identifizieren und aus der Analyse auszuschliessen.

Für die Einteilung der GWS-Daten der Betrachtungsperiode in die fünf erwähnten Formen baulicher Verdichtung kommt folgendes Auswertungskonzept zur Anwendung:

- In einem ersten Schritt werden alle GWS-EGIDs überprüft und zu einer der Gruppen «EGID durchgehend», «EGID erscheint» oder «EGID verschwindet» zugeteilt;
- Innerhalb der Gruppe «EGID durchgehend» werden die zwei Formen baulicher Verdichtung wie folgt kategorisiert:
 - **Kategorie 1: Keine bauliche Veränderung oder Umbau ohne Flächenveränderungen**
Kategorie 1 enthält jene Gebäude, an denen während der Betrachtungsperiode keine baulichen Veränderungen vorgenommen wurden, oder Umbauten, die zu keiner Wohnungsflächenveränderung führten. Diese Fälle werden über die Wohnungsfläche im Gebäude (Summe der Werte der Variable WAREAS), welche sich nicht verändert hat, identifiziert.
 - **Kategorie 2: Umbau mit Flächenveränderungen**
Kategorie 2 betrifft Gebäude, in denen Umbauten mit Wohnungsflächenveränderungen stattgefunden haben. Identifikationsmerkmal ist zum einen eine positive oder negative Veränderung der totalen Wohnungsfläche im Gebäude (Summe der Werte der Variable WAREAS) in der betrachteten Periode, wobei Imputationen bei dieser Variable zu überprüfen sind. Zum anderen ist zwischen Flächenveränderungen aufgrund von Umbauten und Flächenveränderungen infolge von Registerbereinigungen zu unterscheiden. Dafür ist im Rahmen der Fallstudie eine geeignete Proxy-Variable zu finden, da Registerbereinigungen im GWR nicht vermerkt sind.
- Innerhalb der Gruppe «EGID erscheint» werden die unterschiedlichen Formen baulicher Verdichtung wie folgt kategorisiert:
 - **Kategorie 3: Umnutzung Arbeiten in Wohnen (AinW)**
Kategorie 3 enthält Gebäude beziehungsweise EGIDs, die eine Nutzungsänderung vom Arbeiten zum Wohnen erfahren haben. Die EGID erscheint im GWS erst im Verlauf der Betrachtungsperiode, weil das Gebäude vorher kein Wohn-, sondern ein Arbeitsgebäude war. Als Identifikationsmerkmale dienen das Baujahr des Gebäudes (Variable GBAUJ) sowie das Baujahr der Wohnung (Variable WBAUJ) aus dem GWR. Konkret enthält diese Kategorie jene Gebäude beziehungsweise EGIDs, für die das Baujahr des Gebäudes (GBAUJ) vor dem Beginn der Betrachtungsperiode liegt, während eine oder mehrere Wohnungen im Gebäude ein Baujahr innerhalb der Betrachtungsperiode aufweisen. Anzumerken ist, dass bei der Variable GBAUJ eine Unschärfe besteht, u.a. da Gemeinden diese nur ausfüllen, wenn die Gemeinde über Informationen zum Gebäude verfügt, was nicht bei allen Gebäuden der Fall ist.¹⁹ Als Alternative zu GBAUJ bietet sich die Variable Bauperiode des Gebäudes (GBAUP) an, die weniger präzise, aber zuverlässigere Informationen enthält.
 - **Kategorie 4: Wohnersatzbau (Wohnen in Wohnen WinW oder Arbeiten in Wohnen AinW)**

¹⁹ Die Variable ist auch fehleranfällig. Wenn bei der Registerbereinigung eine Wohnung beispielsweise in einem falschen Stockwerk gelöscht und in einem anderen Stockwerk wiedereröffnet wird, kann die korrigierte Wohnung grundsätzlich ein falsches Baujahr erhalten.

Kategorie 4 enthält Wohnersatzbauten, und zwar entweder Wohngebäude als Ersatz eines abgebrochenen Wohngebäudes (WinW) oder als Ersatz eines Arbeitsgebäudes (AinW). Diese Kategorie bereitet bei der Identifikation der EGIDs insofern Schwierigkeiten, weil den neu erstellten Gebäuden eine neue EGID zugeordnet wird und somit die Vorgängerbauten (auf derselben Parzelle oder nach einer Umparzellierung) in der GWS und/oder dem GWR nicht mehr identifizierbar sind. Zur Lösung des Identifikationsproblems kann man in Anlehnung an Rey (2015) wie folgt vorgehen: In einem ersten Schritt sind von jenen EGIDs, die während der Betrachtungsperiode neu erscheinen, jene mit einem Baujahr des Gebäudes (GBAUJ) ab Beginn der Betrachtungsperiode zu selektieren. Dies sind jene Gebäude, die neu erstellt wurden. Für diese EGIDs ist dann um die Geokoordinaten herum und anhand der GWR-Variable Gebäudefläche (GAREA) eine geokodierte Fläche zu berechnen, die um 50 Prozent grösser (oder sogar mehr) als die Gebäudefläche gemäss GAREA ist. Schliesslich ist im GWR in den EGIDs der Kategorie Abbruch (GSTAT 1007) nach Gebäuden mit Geokoordinaten innerhalb der berechneten Fläche zu suchen. Falls welche gefunden werden, ist schliesslich anhand der Variable GKAT zu überprüfen, ob es sich beim abgebrochenen Gebäude um ein Wohngebäude (GKAT 1020, 1030 und 1040) oder um ein Arbeitsgebäude (restliche GKAT) handelt. Im ersten Fall kann die erscheinende EGID als Ersatzneubau WinW, im letzteren als Ersatzneubau AinW kategorisiert werden. Anhand der alten EGID sind schliesslich in der GWS die Informationen zum abgebrochenen Gebäude zu ermitteln, falls dieses in der untersuchten Betrachtungsperiode noch existierte. Die Identifikationsmethode nach Rey (2015) ist zwar sehr raffiniert, eine gewisse Identifikationsunschärfe bleibt jedoch bestehen.²⁰ Aus diesem Grund ist eine manuelle Nachkontrolle zu empfehlen, zum Beispiel anhand der Luftbilder im Geoportal.

- **Kategorie 5: Wohnneubau**

Kategorie 5 enthält Neubauten von Wohngebäuden, die auf der grünen Wiese, das heisst auf vorgängig nicht bebautem Land, erstellt wurden. In dieser Kategorie sind jene EGIDs enthalten, für die nach der Methode Rey (2015) keine Gebäude in der GWR-Kategorie «Abbruch» gefunden werden konnten. Da bei dieser Methode eine gewisse Unschärfe bleibt, ist eine manuelle Nachkontrolle zu empfehlen, zum Beispiel anhand der Luftbilder im Geoportal.²¹

- Die Neuerfassungen von Gebäuden im GWR / in der GWS erscheinen ebenfalls im Typ «EGID erscheint» und sind als Restkategorie nach dem Ausschlussprinzip definiert.

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit sich dieses Auswertungskonzept für eine Analyse auf aggregierter Ebene, idealerweise auf schweizweiter Ebene, eignet. Im Vordergrund der Machbarkeitsanalyse stehen sowohl dessen Umsetzbarkeit als auch die Qualität der benötigten Daten und die Zuverlässigkeit der damit generierten Resultate.

4.3 Machbarkeitsanalyse anhand einer Fallstudie auf aggregierter Ebene zur Stadt Luzern

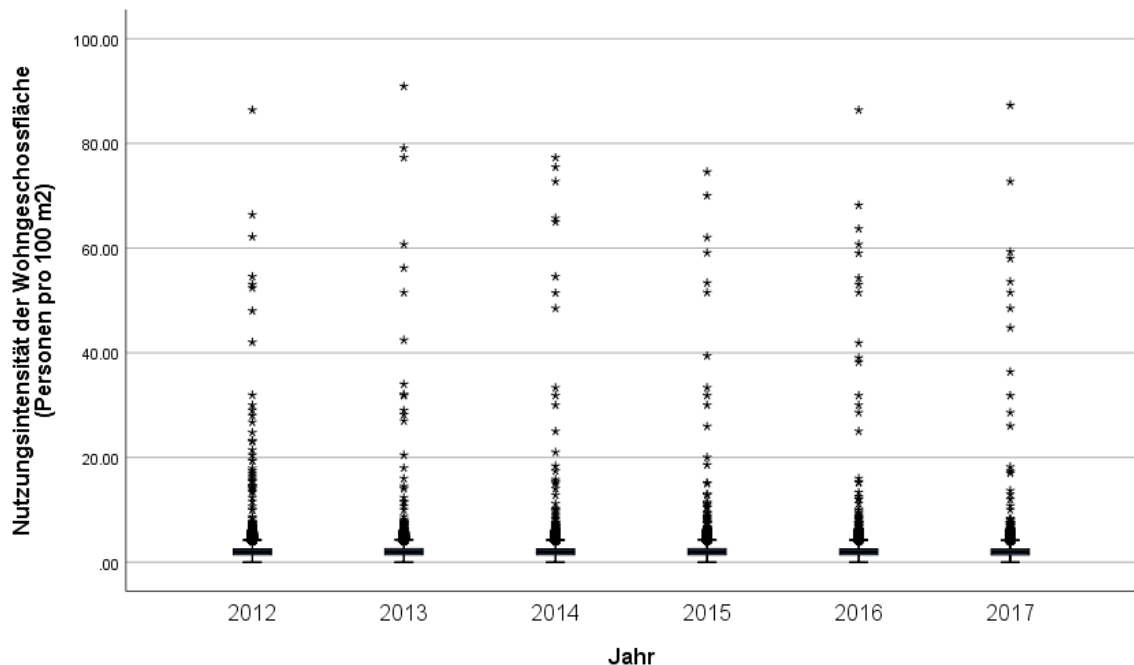
Die Machbarkeit des Auswertungskonzeptes gemäss Kapitel 4.1 und 4.2 wird nun im Rahmen einer Fallstudie für die Stadt Luzern überprüft. Die in der Fallstudie benutzten GWR-Daten stellen den Informationsstand per 1.3.2019 dar. Die GWS-Daten dagegen berücksichtigen die Periode 2012 bis 2017. Für die Auswertung werden Daten aus der Entität Wohnung mit Daten aus der Entität Gebäude kombiniert.

Zur Überprüfung der Qualität der für die Fragestellung zentralen Variablen (insb. «Anzahl Personen im Gebäude» und «Wohnungsfläche des Gebäudes») wird in einem ersten Schritt die Streuung der Nutzungsintensität der Wohnungsfläche auf Gebäudestufe überprüft. Die Nutzungsintensität wird dabei als «Anzahl Personen in einem Gebäude pro 100 m² Wohnungsfläche» definiert.

²⁰ Siehe Rey (2015), S. 32–33, für die mit der Methodik verbundenen Herausforderungen bei der Identifikation der Ersatzprojekte.

²¹ Siehe Rey (2015), S. 32–33, für die mit der Methodik verbundenen Herausforderungen bei der Identifikation der Ersatzprojekte.

Abbildung 9: Streuung der Variable Nutzungsintensität der Wohngeschossfläche (Anzahl Personen pro 100 m² Wohnungsfläche) auf Gebäudestufe (nur Fälle mit Werten bis 100 Personen pro 100 m² Wohnfläche)



Im Datensatz sind einige extreme Ausreisser mit Werten über 100 vorhanden. Aber auch bei Nutzungsintensitäten von 10 bis 100 Personen pro 100 Quadratmeter Wohnungsfläche ist es fraglich, wie plausibel diese Werte sind (siehe Abbildung 9). Im Folgenden werden daher alle Beobachtungen mit einer Nutzungsintensität höher als 20 eliminiert.²² Diese Obergrenze ist bewusst sehr grosszügig gewählt worden, damit auch Kollektivhaushalte wie beispielsweise Alters- und Pflegeheime oder Studentenheime berücksichtigt bleiben. Nach der Bereinigung der Ausreisser wird die totale Veränderung von Wohngeschossfläche, Anzahl Wohnungen und Anzahl Bewohner/innen zwischen 2012 und 2017 gemäss GWS-Statistik berechnet (Tabelle 6).

Tabelle 6: Veränderung von Wohngeschossfläche, Anzahl Wohnungen und Anzahl Personen, 2012–2017

	Jahr						Veränderung
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012-2017
Wohngeschossfläche (in m2)	3'847'615	3'887'328	3'904'080	3'944'493	3'970'508	3'980'679	133'064
Anzahl Wohnungen im Gebäude	44'330	44'670	44'881	45'303	45'541	45'621	1'291
Anzahl Personen im Gebäude	79'307	80'538	81'156	81'801	81'379	81'234	1'927

In der Stadt Luzern sind zwischen 2012 und 2017 fast 1300 neue Wohnungen entstanden mit insgesamt rund 133 000 Quadratmetern Wohnungsfläche. Gleichzeitig hat sich die Anzahl Bewohner/innen um fast 2000 Personen erhöht.

²² Es werden jeweils nur die Beobachtungen der Jahre mit einer Überschreitung des Quotienten eliminiert. Aus diesem Grund kann im Folgenden die Anzahl Beobachtungen von Jahr zu Jahr leicht variieren.

Es stellt sich somit die Frage, wie die unterschiedlichen Formen baulicher Veränderung zu dieser Entwicklung beigetragen haben. Die Allokation der EGIDs der Stadt Luzern auf die Formen baulicher Verdichtung gemäss Auswertungskonzept in Kapitel 4.2 ist in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Kategorisierung der Gebäude (nach Bereinigungen der Ausreisser) je Art der baulichen Veränderung – GWS Daten Stadt Luzern 2012 bis 2017

			Jahr						Gesamt
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Typ baulicher Veränderung	Keine Flächenveränderung	Anzahl	6'658	6'654	6'653	6'654	6'660	6'654	39'933
		% innerhalb von Jahr	89.5%	89.0%	88.8%	88.4%	87.6%	87.6%	88.5%
	Umbau mit Flächenveränderung	Anzahl	780	780	780	781	809	782	4'712
		% innerhalb von Jahr	10.5%	10.4%	10.4%	10.4%	10.6%	10.3%	10.4%
	Umnutzung A in W	Anzahl	0	5	6	9	14	15	49
		% innerhalb von Jahr	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.1%
	Wohnersatzbau	Anzahl	0	20	28	44	54	73	219
		% innerhalb von Jahr	0.0%	0.3%	0.4%	0.6%	0.7%	1.0%	0.5%
	Wohnneubau	Anzahl	0	10	18	34	60	65	187
		% innerhalb von Jahr	0.0%	0.1%	0.2%	0.5%	0.8%	0.9%	0.4%
	Neuerfassung von Wohngebäuden	Anzahl	0	5	6	7	7	8	33
		% innerhalb von Jahr	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Gesamt		Anzahl	7'438	7'474	7'491	7'529	7'604	7'597	45'133
		% innerhalb von Jahr	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Insgesamt konnten jährlich rund 7500 Stadt-Luzerner Gebäude einer dieser Kategorien zugeordnet werden. Die Mehrheit der Gebäude hat in der betrachteten Periode gemäss Auswertungskonzept keine bauliche Veränderung erfahren, bei rund zehn Prozent des Gesamtbestandes hat ein Umbau mit Flächenveränderung stattgefunden und die restlichen Gebäude, also rund zwei Prozent, sind den übrigen Kategorien zuzuordnen.

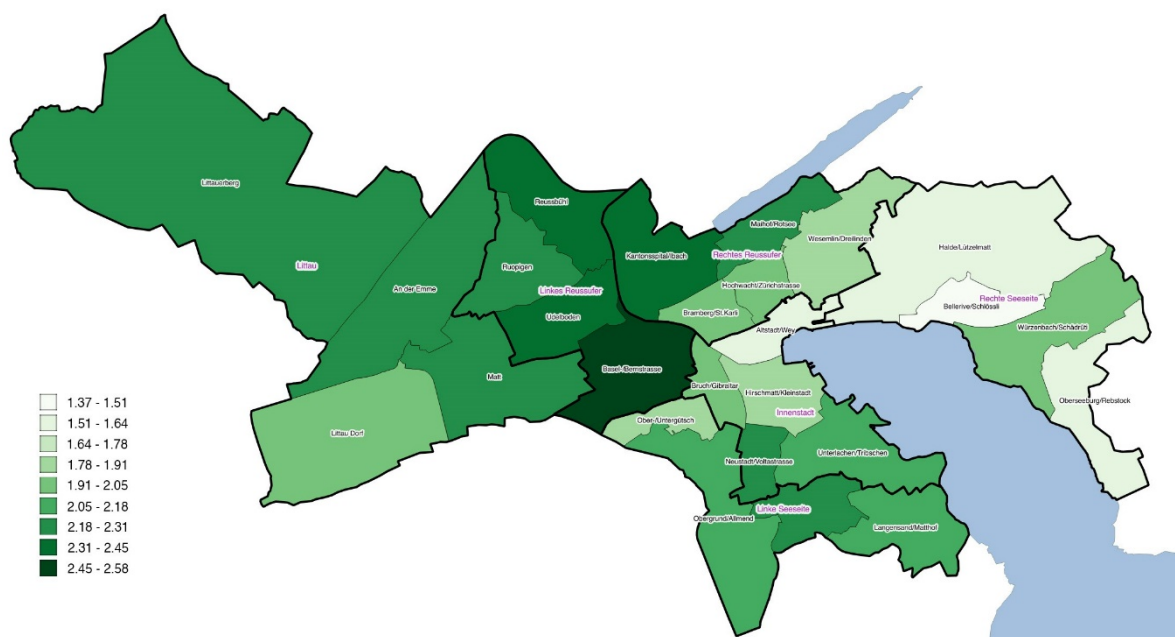
Diese Kategorisierung ist jedoch mit Vorsicht zu geniessen:

- Wie in Kapitel 3.4 betont, wird im GWR die Datenqualität laufend verbessert. Eine Registerkorrektur der Variable WAREAS (Wohnungsfläche) führt bei der angewandten Kategorisierungsmethode zu einer Zuordnung auf die Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», auch wenn kein Umbau stattgefunden hat. Bei der Analyse der Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» soll deshalb im Folgenden versucht werden, anhand einer Proxy-Variable eine möglichst effektive Filterung der falschen Zuteilungen zu erreichen.
- Die Zuteilung auf die Kategorien 4 (Ersatzneubau WinW oder AinW) und 5 (Neubauten) gemäss der Methode, die in Kapitel 4.2 beschrieben wurde, musste mit den Luftbildern 2008 und 2011 aus dem Geoportal des Kantons Luzern (www.geoportal.lu.ch) überprüft und manuell korrigiert werden. Die Anzahl Ersatzneubauten wurde nämlich unterschätzt: Fälle, die als Neubauten identifiziert wurden, waren in der Tat Ersatzneubauten. Zudem kann auch nach der manuellen Überprüfung nicht von einer vollständigen Ausmerzung der Fehlzuteilungen ausgegangen werden.

- Schliesslich stellt auch die verhältnismässig kurze Betrachtungsperiode von 2012 zu 2017 ein Problem dar. Dies insbesondere im Hinblick auf den Umstand, dass Ersatzbauprojekte typischerweise mehrere Jahre dauern und die EGIDs der abgebrochenen Gebäude zum Teil im GWS-Datensatz 2012–2017 nicht mehr erscheinen.

4.3.1 Kategorie «Keine Flächenveränderung»

Abbildung 10: Durchschnittliche Nutzungsintensität der Kategorie «Ohne Flächenveränderung» auf Gebäudestufe nach Luzerner Quartieren in 2017.



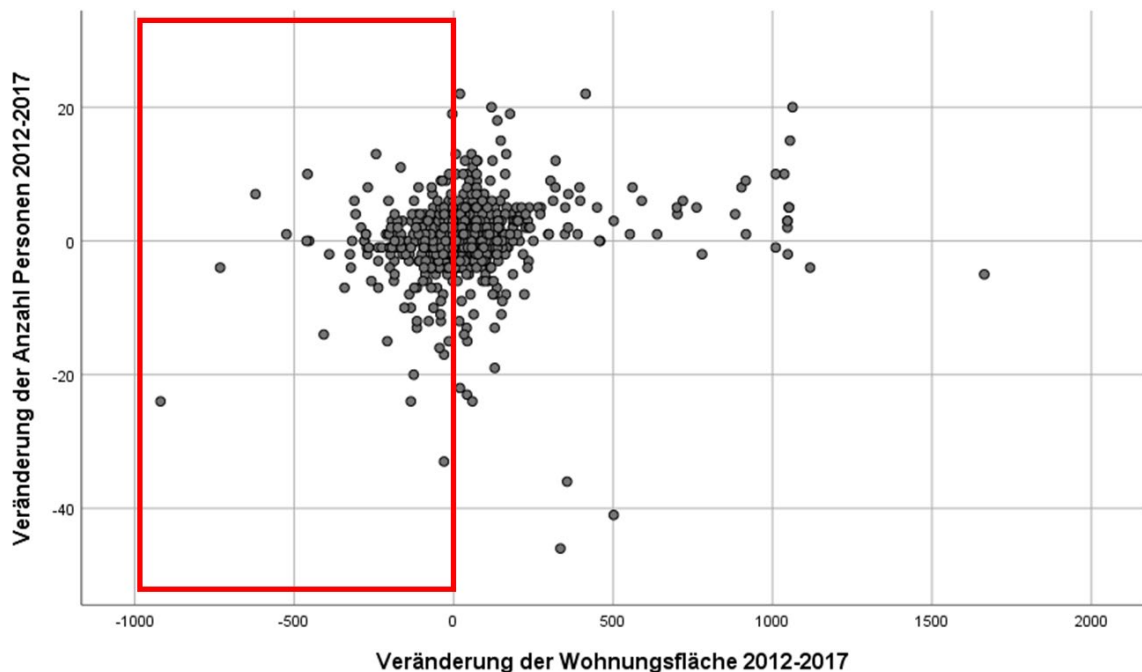
Die Karte (Abbildung 10) verdeutlicht, dass vor allem die Quartiere des linken Reussufers und insbesondere das Quartier Basel-/Bernstrasse sowie das Quartier Kantonsspital/Ibach am rechten Reussufer eine höhere Nutzungsintensität aufweisen. Eher geringere Nutzungsintensitäten sind in den Quartieren Halde / Lützel matt, Bellerive / Schlössli und Oberseeburg/ Rebstock sowie im Quartier Altstadt /Wey vorzufinden. Dies ist insofern nicht erstaunlich, als dass diese Quartiere eher wohlhabender sind und in der Tendenz vermutlich grössere Wohnungen mit einer geringeren Belegung aufweisen. Gleichermassen könnte die höhere Nutzungsintensität am linken Reussufer dadurch bedingt sein, dass diese Quartiere tendenziell einen etwas höheren Anteil an ausländischer Wohnbevölkerung und einen tieferen Anteil von grossen Wohnungen mit fünf oder mehr Zimmern aufweisen. Besonders das Quartier Basel-/Bernstrasse, welches die höchste Nutzungsintensität aufweist, ist ein typisches «Ankunftsquartier» für ausländische Zuzüger in Luzern. Insgesamt lässt sich aus der Karte auch ablesen, dass die Littauer Stadtquartiere (seit Anfang 2010 durch die Gemeindefusion Teil der Stadt Luzern) eine ähnlich hohe Nutzungsintensität wie die übrigen Stadtquartiere aufweisen.

Die Nutzungsdichte der Kategorie «Keine Flächenveränderung» variiert jedoch nicht nur nach Raumtyp, hier spezifisch nach Quartier, sondern hängt auch von weiteren angebotsseitigen Faktoren wie der Gebäudekategorie (Einfamilienhäuser mit dem tiefsten und Mehrfamilienhäuser mit dem höchsten Wert), der Anzahl Wohnungen im Gebäude (Nutzungsdichte tendenziell mit der Anzahl Wohnungen steigend) oder dem Baujahr (Wohnungen gebaut zwischen 1981 und 1985 mit der tiefsten und Wohnungen der Periode 1946–1960 mit der höchsten Nutzungsdichte) ab. Details zu diesen Auswertungen sind in Anhang 1 enthalten.

4.3.2 Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung»

Für diese Kategorie wird in einem ersten Schritt bei der Grundgesamtheit gemäss Tabelle 7 der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Wohnungsfläche und der Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudeebene untersucht (Abbildung 11).

Abbildung 11: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Veränderung der Wohnungsfläche und Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudeebene.



Die grosse Anzahl von Gebäuden mit negativer Flächenveränderung zwischen 2012 und 2017 (rot eingeraht in Abbildung 11, rund 42 % der Beobachtungen) wirft Fragen auf. Verkleinerungen der reinen Wohnfläche bei einem Umbau sind zwar möglich: Sie können durch die Umwandlung von Wohnfläche in Nebenfläche (grössere Treppenhäuser, Bastelräume, Weinkeller, Veloräume, Wasch- und Lagerräume) im Sinne der Anpassung des Gebäudes an modernere Bedürfnisse oder bei der Umnutzung von Wohn- und Arbeitsfläche erfolgen.

Die Grössenordnung des Anteils Gebäude mit negativer Flächenveränderung scheint jedoch auch auf andere Effekte hinzuweisen. Zum einen kann die Ursache bei den Imputationen liegen: Wie in Kapitel 3 bereits festgehalten können bei Imputationen die eingesetzten Werte aus statistischen Gründen von Jahr zu Jahr mit geringen Abweichungen variieren²³ und somit zu Verzerrungen bei der Kategoriezuteilung führen. Zum anderen könnten Korrekturen von Wohnungsflächenangaben infolge von GWR-Registerbereinigungen dazu geführt haben. Eine Kontrolle dieser Hypothese hätte früher anhand der GWR-Variable Jahr der Gebäuderenovation (GRENJ) erfolgen können, diese wird jedoch im Gebäude- und Wohnungsregister mittlerweile nicht mehr geführt. Mit der GWR-Variable WBAUJ könnte kontrolliert werden, ob neue Wohnungen in bestehenden Gebäuden realisiert wurden. Der Umbau existierender Wohnungen wird mit dieser Variable jedoch nicht erfasst. Eine entsprechende Filterung des Datensatzes würde somit einen wichtigen Teil der Umbauten ausschliessen.

Das BFS schlägt deshalb vor, die Filterung von Registerkorrekturen aus der Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» anhand der Variable GPROID vorzunehmen. Es handelt sich um eine unveröffentlichte Variable des BFS. Gemäss Angaben von Mitarbeitenden des BFS weist sie aus, ob ein Bauprojekt mit dem entsprechenden Gebäude verbunden ist.²⁴ Diese Variable gibt es nur auf Gebäudestufe und nicht auf Stufe Wohnungen sowie erst ab 2013. Zudem weist sie nur im Generellen auf ein Bauprojekt hin, das heisst, es kann nur spekuliert werden, ob es sich a) beim entsprechenden Bauprojekt überhaupt um einen Wohnungsumbau handelt und b) ob in der Wohnung mit veränderten Wohnungsflächenwerten (WAREAS) tatsächlich ein Umbau stattfand.²⁵ GPROID kann somit auf einen Umbau mit Flächenveränderung hinweisen, es bleibt aber das Restrisiko, dass es sich bei der Änderung der Wohnungsflächenangaben schlicht und einfach um Registerbereinigungen handelt. Trotz dieser restlichen Unschärfe ist eine Filterung der Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» die beste verfügbare Option, um im Datensatz zwischen Registerbereinigungen und Umbauten zu unterscheiden.

Es stellt sich heraus, dass nur bei rund 55 Prozent der Gebäude dieser Kategorie im GWR die Existenz eines Bauprojektes erfasst ist. Als weitere Erklärung für die erstaunlich hohe Anzahl von Gebäuden mit negativer Flächenveränderung kommen auch manuelle oder stochastische Flächenimputationen in Frage. Diese erfolgen primär dann, wenn auf Wohnungsstufe keine Angaben zur Fläche vorliegen oder wenn die Originalwerte als nicht plausibel erachtet werden (BFS 2018 b). Bei rund 7 Prozent der Luzerner Gebäude der Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» haben in der Betrachtungsperiode Imputationen zur Fläche stattgefunden.

Mit der Filterung der Daten ohne Bauprojektangabe und mit Imputationen bei den Flächenangaben gehen mehr als die Hälfte der Fälle verloren. Die Anzahl Fälle mit negativer Flächenveränderung reduziert sich jedoch nur marginal (von 42 auf 37 %). Kosten und Nutzen der Filterung sind somit fraglich, da der Anteil Gebäude mit negativer Veränderung immer noch nicht plausibel erscheint. Es ist sogar naheliegend, dass falsche Registerangaben genau dann entdeckt und korrigiert werden, wenn Bauprojekte aufgrund der Meldepflicht zur Registeranpassungen führen.

Für eine wirksame Filterung der Fälle mit Registerbereinigungen müsste man also direkte Angaben dazu haben, und nicht mit Proxys (wie z. B. GPROID) arbeiten. Es wäre deshalb wünschenswert, wenn in der statistischen Erfassung bei der Variable WAREAS nicht nur ein Hinweis für Imputationen, sondern auch

²³ Gemäss Auskunft von M. Spörri, BFS.

²⁴ Gemäss E-Mail von Marc Spoerri, BFS, vom 10.12.2019.

²⁵ Gemäss E-Mail von Marc Spoerri, BFS, vom 28.11.2019.

ein Hinweis für Registerbereinigungen eingeführt werden könnte. Ohne eine Filterung der Fälle mit Registerkorrekturen sind Zeitreihenanalysen des Zusammenhangs zwischen baulicher Entwicklung und Entwicklung der Nutzungsdichte nur mit grösster Vorsicht zu geniessen (siehe Anhang 2 für ausgewählte Auswertungen, wobei nur Fälle mit einer Nutzungsintensität über 20 Personen pro 100 m² Wohnungsfläche ausgeschlossen wurden).

4.3.3 Kategorie «Umnutzung Arbeit in Wohnen»

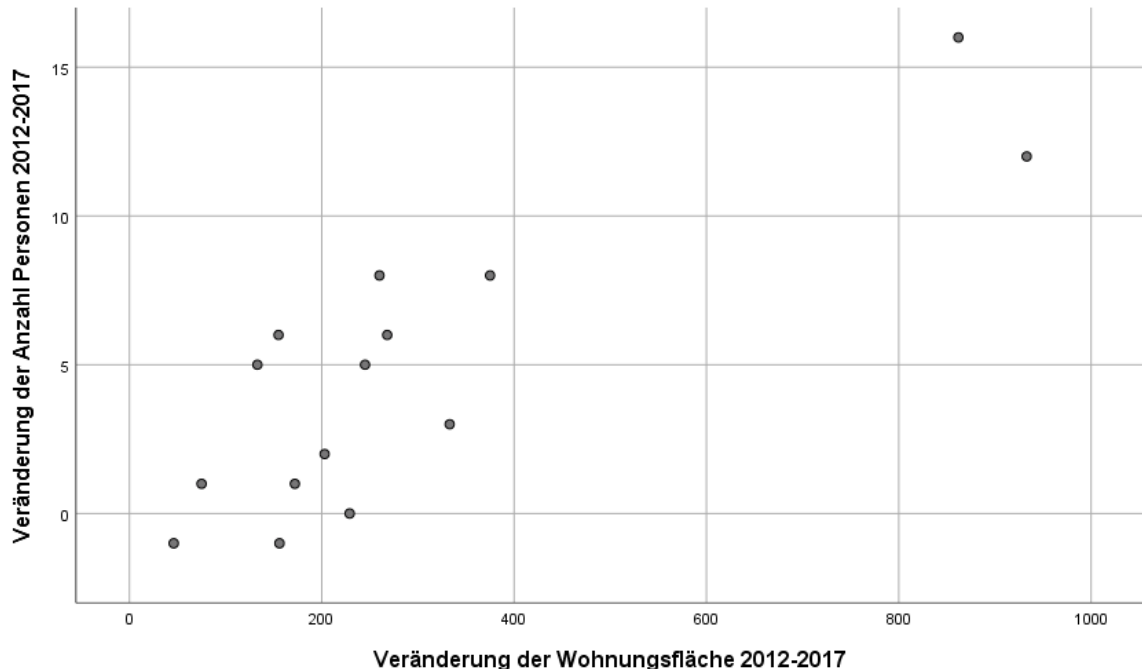
Mit der Umnutzung von Arbeitsfläche in Wohnfläche wurden gemäss Auswertungskonzept GWS/GWR-Daten in der Betrachtungsperiode insgesamt fast 4000 Quadratmeter an Wohnungsfläche geschaffen, die Platz für 15 Gebäude, 34 Wohnungen und 51 Bewohner/innen bietet. Die durchschnittliche Nutzungsintensität der neuen Wohnungsfläche auf Gebäudestufe ist jedoch etwas tiefer als bei der Kategorie «Ohne Flächenveränderung» und variiert zwischen 1.37 in 2013 und 1.48 in 2017. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die kurze Analyseperiode tendenziell zur Unterschätzung des langfristigen Nutzungsintensitätspotenzials führt, da kurz nach Fertigstellung der Wohnungen mit Unterbelegungen zu rechnen ist. Aufgrund der kleinen Fallzahl sind weiterführende Analysen zur Nutzungsintensität (beispielsweise nach Gebäudekategorie, Anzahl Wohnungen im Gebäude oder Baujahr) nicht sinnvoll. Zudem ist die Untersuchung des Effekts der baulichen Verdichtung auf die Nutzungsverdichtung per Definition nicht möglich, da vor dem Eingriff gar keine Wohnfläche existierte.

4.3.4 Kategorie «Wohnersatzbau»

Mit Wohnersatzbauten des Typs Wohnen in Wohnen oder des Typs Arbeit in Wohnen gemäss Auswertungskonzept und GWS/GWR-Daten wurden in der Betrachtungsperiode insgesamt fast 50 000 Quadratmeter Wohnungsfläche generiert, die Platz für 73 Gebäude, 430 Wohnungen und 844 Bewohner/innen schaffte. Die durchschnittliche Nutzungsintensität der neuen Wohnungsfläche auf Gebäudestufe ist etwas tiefer als bei der Kategorie «Keine Flächenveränderung», aber etwas höher als bei der Kategorie «Umnutzung» und variiert zwischen 1.43 in 2013 und 1.78 in 2017. Auch hier ist zu beachten, dass die kurze Analyseperiode tendenziell zur Unterschätzung des langfristigen Nutzungsintensitätspotenzials führt, da kurz nach Fertigstellung der Wohnungen mit Unterbelegungen zu rechnen ist. Auch für diese Kategorie sind aufgrund der relativ kleinen Fallzahl weiterführende Analysen zur Nutzungsintensität (beispielsweise nach Gebäudekategorie, Anzahl Wohnungen im Gebäude oder Baujahr) kaum aussagekräftig.

Eine Analyse der Entwicklung der Nutzungsintensität der Wohnungsfläche infolge baulicher Verdichtung ist nur für die Unterkategorie Wohnersatzbau des Typs Wohnen in Wohnen möglich, da für den Typ Arbeit in Wohnen vor dem Eingriff gar keine Wohnfläche existierte. Für insgesamt 22 Wohnersatzbauten konnten nach der in Kapitel 4.2 beschriebenen Methode Angaben zum abgerissenen Wohngebäude in der GWS-Statistik für die Periode 2012 bis 2017 gefunden werden. Auch hier ist zu beachten, dass die relativ kurze Betrachtungszeit zu Verzerrungen führen kann, wenn die Bauarbeiten zu Beginn oder am Ende der untersuchten Periode stattfinden. Im ersteren Fall kann das alte Gebäude in der Statistik immer noch erscheinen, aber schon leer oder sogar abgerissen sein, im letzteren das neue Gebäude noch im Bau und somit noch leer sein. Nach der Bereinigung der Fälle, bei denen im alten Gebäude schon keine Personen mehr wohnten, sowie der Fälle mit negativer Veränderung der Wohnungsfläche gemäss Erläuterungen in Kapitel 4.1 verbleiben 15 Fälle im Datensatz. Für diese Fälle ist die Beziehung zwischen der Veränderung der Wohnungsfläche und der Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudestufe vor und nach dem baulichen Eingriff in Abbildung 12 dargestellt.

Abbildung 12: Kategorie «Wohnersatzbau Wohnen in Wohnen», Veränderung der Wohnungsfläche und Veränderung der Anzahl Bewohner/innen auf Gebäudeebene.



Die Veränderung der Nutzungsintensität der Wohnungsfläche infolge des baulichen Eingriffs gemäss Formel (3) beträgt 0.0142. Dies heisst, dass pro 100 Quadratmeter zusätzlicher Wohngeschossfläche durchschnittlich Platz für zusätzliche 1.42 Einwohner/innen geschaffen wurde. Äusserst spannend wäre hier zu untersuchen, wie dieser Effekt sich zwischen Raumtypen (z. B. zwischen ländlichen und urbanen Gemeinden) oder Gebäudetypen unterscheidet. Für aussagekräftige Resultate wäre jedoch eine deutlich höhere Fallzahl notwendig, die nur durch eine Erweiterung des Betrachtungszeitraums oder noch besser des Analyseperimeters zu erzielen wäre.

4.3.5 Kategorie «Wohnneubau»

Aufgrund von Wohnneubauten wurden gemäss Auswertungskonzept und GWS/GWR-Daten in der Betrachtungsperiode Wohnungsflächen im Umfang von insgesamt rund 51 000 Quadratmetern geschaffen, die Platz für 65 Gebäude, 461 Wohnungen und 936 Bewohner/innen bieten. Die durchschnittliche Nutzungsintensität der neu kreierten Wohnungsfläche auf Gebäudeebene variiert zwischen 1.68 in 2013 und 1.78 in 2017. Auch hier ist zu beachten, dass die kurze Analyseperiode tendenziell zur Unterschätzung des langfristigen Nutzungsintensitätspotenzials führt, da kurz nach Fertigstellung der Wohnungen mit Unterbelegungen zu rechnen ist. Aufgrund der kleinen Fallzahl wird auf weiterführende Analysen zur Nutzungsintensität (beispielsweise nach Gebäudekategorie, Anzahl Wohnungen im Gebäude oder Baujahr) verzichtet, da solche kaum aussagekräftig wären. Zudem ist die Untersuchung des Effekts der baulichen Verdichtung auf die Nutzungsverdichtung bei dieser Kategorie per Definition nicht möglich, da vor dem Eingriff gar keine Wohnfläche existierte.

4.4 Machbarkeitsbeurteilung aufgrund der Fallstudie für die Stadt Luzern

Die Umsetzung des Auswertungskonzeptes von Kapitel 4.2 im Rahmen der Fallstudie für die Stadt Luzern hat gezeigt, dass GWR-Bereinigungen zur Verbesserung der Datenqualität problematisch sind. Korrekturen von Wohnungsflächenangaben führen nämlich entweder zu einer falschen Zuordnung der baulichen Veränderungsform oder zu verzerrten Wohnungsflächenveränderungen. Diese problematische Unschärfe konnte leider auch nicht anhand von unveröffentlichten GWR-Informationen zu einem allfälligen Bauprojekt ausgemerzt werden.

Weiter hat sich die Zuordnung von Ersatzneubauten auf die abgebrochenen Objekte ebenfalls als herausfordernd erwiesen. Unter anderem aufgrund des relativ kurzen Betrachtungszeitraums wird ein Teil der Ersatzneubauten nicht als solche erkannt, was zu einer Überschätzung der Wohnneubauten führt. Weiter zurück als 2011 ist die Analyse jedoch nicht möglich, da Personendaten erst ab dann in der GWS erscheinen.

5. Schlussfolgerungen

Ziel dieser Vorstudie war zum einen die Erarbeitung einer Übersicht über die nationale und internationale Literatur zum Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung. Dabei hat sich herausgestellt, dass das Thema der baulichen Verdichtung an sich oder der Nutzungsverdichtung an sich bisher ausführlich behandelt wurde. Studien zum Zusammenhang zwischen baulicher Verdichtung und Nutzungsverdichtung sind dagegen rar. Für die Schweiz haben sich primär Rey et al. (2010, 2015, 2016 a und b, 2018 a und b) mit der Fragestellung befasst und unter anderem untersucht, wie Ersatzneubauten und Umbauten die Nutzungsdichte in der Stadt Zürich verändert haben. Sie konstatierten unter anderem, dass bei Ersatzneubauten die Nutzungsverdichtung mit der baulichen Verdichtung nicht Schritt halten kann. Ob diese äusserst spannende Erkenntnis auch ausserhalb der Stadt Zürich und für andere Formen baulicher Verdichtung gilt, war jedoch nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Zum anderen hatte die Vorstudie das Ziel, mit einem explorativen und fallstudienbasierten Ansatz empirisch zu untersuchen, inwieweit sich die Entwicklung der Nutzungsdichte im Verhältnis zur Entwicklung der baulichen Dichte schweizweit und anhand von Bundesdaten erforschen lässt. Dabei standen insbesondere die Unterscheidung zwischen Formen baulicher Verdichtung im Vordergrund und, wenn immer möglich, die Berücksichtigung weiterer angebotsseitiger Beeinflussungsfaktoren.

Mit Fallstudien auf Parzellenebene konnte eine erste Einschätzung der Datenlage auf Bundesebene erzielt werden. Es kam zum Vorschein, dass die Gebäude- und Wohnungsstatistik GWS zwar die zentrale Statistik für eine empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen Nutzungsverdichtung und baulicher Verdichtung auf Stufe Gesamtschweiz darstellt, da sie ab dem Jahr 2012 Personen- mit Gebäude- und Wohnungsdaten kombiniert. Da die GWS jedoch keine Angaben zur Parzelle (insb. zur Parzellengrösse) enthält und auch keine direkte Verknüpfung zum Grundbuch erlaubt (keine eidgenössische Grundstücksideifikationsnummer E-GRID), ist mit dieser Statistik die Berechnung von baulicher Dichte und von Nutzungsdichte sowie von deren Veränderung über die Zeit nicht direkt möglich. Weiter haben die Analysen ergeben, dass es für eine Unterscheidung der verschiedenen Formen baulicher Verdichtung notwendig ist, die GWS-Daten mit GWR-Informationen zu ergänzen. Dies unter anderem, da abgebrochene Gebäude aus der GWS verschwinden und nur noch als Abbruch im Gebäude- und Wohnungsregister GWR aufgeführt werden. Schliesslich ist auch hinsichtlich der GWS-Informationen zur Wohnfläche Relevantes ans Licht gekommen. Erstens sind in der GWS mit der Variable WAREAS ausschliesslich Angaben zur Wohnfläche vorhanden. Wichtige Bestandteile der Wohngeschossfläche gemäss SIA Norm 416 (insb. Verkehrsflächen) bleiben dabei unberücksichtigt. Zweitens wird – falls für eine gegebene Wohnung keine Angaben zur Wohnfläche vorhanden sind – die Variable WAREAS in der GWS imputiert, mit entsprechenden negativen Konsequenzen für die Verlässlichkeit der erfassten Werte.

Da mit der GWS die Berechnung von baulicher Dichte und von Nutzungsdichte nicht direkt möglich ist, wurde für die Fallstudie auf aggregierter Ebene die Forschungsfrage auf die Veränderung der Nutzungsintensität der Wohnfläche infolge baulicher Verdichtungsmassnahmen eingegrenzt. Die Hypothese ist, dass unterschiedliche Rahmenbedingungen (z. B. Formen baulicher Verdichtung, Gebäudetypen oder räumliche Typologien wie urban oder ländlich) zu unterschiedlichen Entwicklungen der Nutzungsintensität der Wohnfläche infolge baulicher Verdichtung führen. Ein entsprechendes Auswertungskonzept für Analysen auf aggregierter Ebene wurde entwickelt und im Rahmen einer Fallstudie für die Stadt Luzern auf seine Eignung für eine schweizweite Analyse getestet. Anhand dieses Konzeptes, das eine Ergänzung der GWS-Informationen mit GWR-Angaben bedingte, wurden die Informationen zu den Gebäuden der Stadt Luzern für die Periode 2012 bis 2017 nach den unterschiedlichen Formen baulicher Verdichtung (Umbau mit Flächenveränderung, Umnutzung Arbeit in Wohnen, Wohnersatzbau Arbeit in Wohnen, Wohnersatzbau Wohnen in Wohnen, Wohnneubau) kategorisiert. Dabei kamen verschiedene datentechnische Herausforderungen zum Vorschein. Besonders gravierend war, dass Registerkorrekturen der Angaben zur Wohnfläche (Variable WAREAS) sowie Variationen in den imputierten Werten zu einer Zuordnung auf die Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» führen können, auch wenn keine Flächenveränderungen stattgefunden haben. Weiter führte der relativ kurze Betrachtungszeitraum zu einer tendenziellen Unterschätzung der Ersatzneubauten und Überschätzung der Wohnneubauten. Die Resultate

der Fallstudie zur Stadt Luzern sind somit mit Vorsicht zu geniessen. Zudem spricht die vorliegende datentechnische Unschärfe gegen eine Ausweitung des Analyseperimeters auf die ganze Schweiz.

Für Zeitreihenanalysen im Generellen und für die Untersuchung der äusserst relevanten Fragestellung der vorliegenden explorativen Vorstudie im Spezifischen wären somit punktuelle Anpassungen in der GWS-Datenerfassung von Vorteil. Erstens wäre die Erfassung der Parzellengrösse oder der Eidgenössischen Grundstücksidentifikationsnummer E-GRID wünschenswert, damit aus der Statistik direkt oder via Datensatzverknüpfungen Informationen zur baulichen Dichte und zur Nutzungsdichte ermittelt werden können. Zweitens wäre das Vermerken von Registerbereinigungen und der Verzicht auf Anpassungen von imputierten Werten bei der Variable Wohnungsfläche (WAREAS) sehr hilfreich, um falsche Zuordnungen von baulichen Interventionen sowie Verzerrungen in der Ermittlung von Wohnungsflächenveränderungen zu vermeiden. Drittens wäre es ideal, wenn bauliche Veränderungen auch in der GWS erfasst würden sowie die Verbindung zwischen dem neuen und dem abgebrochenen Gebäude bei Ersatzneubauten in der Statistik erhalten bliebe, damit die Effekte der immer wichtiger werdenden Wohnbaurerneuerung über die Zeit verfolgt werden können. Diese Anpassungen würden die zukünftige Nutzung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen optimieren und somit das kontinuierliche Monitoring des Effektes baulicher Verdichtungsmassnahmen auf die Nutzungsverdichtung unterstützen.

Literatur

Bundesamt für Statistik BFS (2018 a). Merkmalskatalog – Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister, Version 4.1.

Bundesamt für Statistik BFS (2018 b). Datenbeschreibung GWS. Veröffentlicht am 20.12.2018.

Delbiaggio, K. & Wanzenried, G. (2016). Wohnflächenkonsum und Wohnflächenbedarf. Grenchen und Luzern: Studie im Auftrag des Bundesamtes für Wohnungswesen BWO.

Dunse, N., Thanos, S. & Bramley, G. (2013). Planning policy, housing density and consumer preferences, *Journal of Property Research*, 30:3, 221–238.

Filion, P., Bunting, T., Pavlic, D. & Langlois, P. (2010). Intensification and Sprawl: Residential Density Trajectories in Canada's Largest Metropolitan Regions, *Urban Geography*, 31:4, 541–569.

Gmünder, M. (2013). Treiber und Steuerungsmöglichkeiten des Wohnflächenkonsums. Präsentation an den Grenchner Wohntagen, 5.11.2013.

Hartmann Schweizer, R. (2018). Dreiecke auf gefalteter Dachlandschaft. *ARCH* 2018-1, S. 12–22.

Institut für Wirtschaftsstudien Basel (2016). Analyse von Instrumenten zur Steuerung des Wohnflächenkonsums. Grenchen und Basel: Bundesamt für Wohnungswesen sowie Kantons- und Stadtentwicklung Basel-Stadt.

Jun, H.-J. & Morrow-Jones, H. A. (2011). Residential Density and Location Decisions: The Factors Affecting Homeowners' Choice of Denser Neighborhoods, 38:2, 121–146.

Kaufmann, P., Keser, A., Kraft, C., Schlegel, Y. & Wyss, A. (2017). Städtische Verdichtung: Neue Daten. Neue Wege. Neue Chancen? Studie im Auftrag der Implemia Schweiz AG.

Rey, U. & Jörg, S. (2018 a). Ersatzneubau, Erneuerung, Verdichtung in der Stadt Zürich: Statistische Grundlageninformationen zu einem aktuellen Thema. Präsentation am Swiss Real Estate Research Congress, 23.3.2018. Verfügbar unter: https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/srerp/Congress+2018/Papers/Rey+%26+J%C3%B6rg_Ersatzneubau%2C+Erneuerung%2C+Verdichtung+in+der+Stadt+Z%C3%BCrich.+Statistische+Grundlageninformationen.pdf, Zugriff am: 02.03.2020.

Rey, U. & Jörg, S. (2018 b). Jung und gebildet. *werk, bauen + wohnen*, 9-2018.

Rey, U. (2016). Bauliche Erneuerung und Verdichtung. Zürich: Statistik Stadt Zürich. Verfügbar unter: https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/publikationen-angebote/publikationen/webartikel/2016-08-03_Bauliche-Erneuerung-und-Verdichtung.html Zugriff am: 02.03.2020.

Rey, U. & Brenner, M. (2016). Bauliche Erneuerung in Zahlen: Erneuerung von Wohnbauten in der Stadt Zürich 2000–2015. Zürich: Statistik Stadt Zürich.

Rey, U. (2015). Zürich baut sich neu: Ersatzneubauprojekte 2004–2015. Zürich: Statistik Stadt Zürich.

Rey, U. (2010). Ersatzneubau von Wohnungen immer wichtiger. *statistik.info* Nr. 03/10 Zürich: Statistisches Amt des Kantons Zürich. Verfügbar unter: https://statistik.zh.ch/dam/justiz_innern/statistik/Publikationen/statistik_info/si_2010_03_ersatzneubau

[wohnungen.pdf.spooler.download.1326986446538.pdf/si_2010_03_ersatzneubau_wohnungen.pdf](#)
Zugriff am: 02.03.2020.

Schläpfer, J., Belart, D. & Schnorf, P. (2018). Siedlungsentwicklung nach innen in den Städten. Studie von Wüest Partner im Auftrag des Schweizerischen Städteverbandes.

Wolff, M., Haase, D. & Haase, A. (2018). Compact or spread? A quantitative spatial model of urban areas in Europe since 1990, PLoS ONE, 13:2, 1–22. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192326.g005>, Zugriff am: 02.03.2020.

Wüest Partner (2019). Immo-Monitoring 2020 – Herbstausgabe.

Anhang

Anhang 1:

Kategorie «Ohne Flächenveränderung» – Nutzungsintensität, Auswertung nach verschiedenen angebotsseitigen Bestimmungsfaktoren, 2012–2017 (ohne Fälle mit Nutzungsintensität > 20)

Abbildung A-1: Kategorie «Ohne Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Gebäudekategorie, 2012–2017

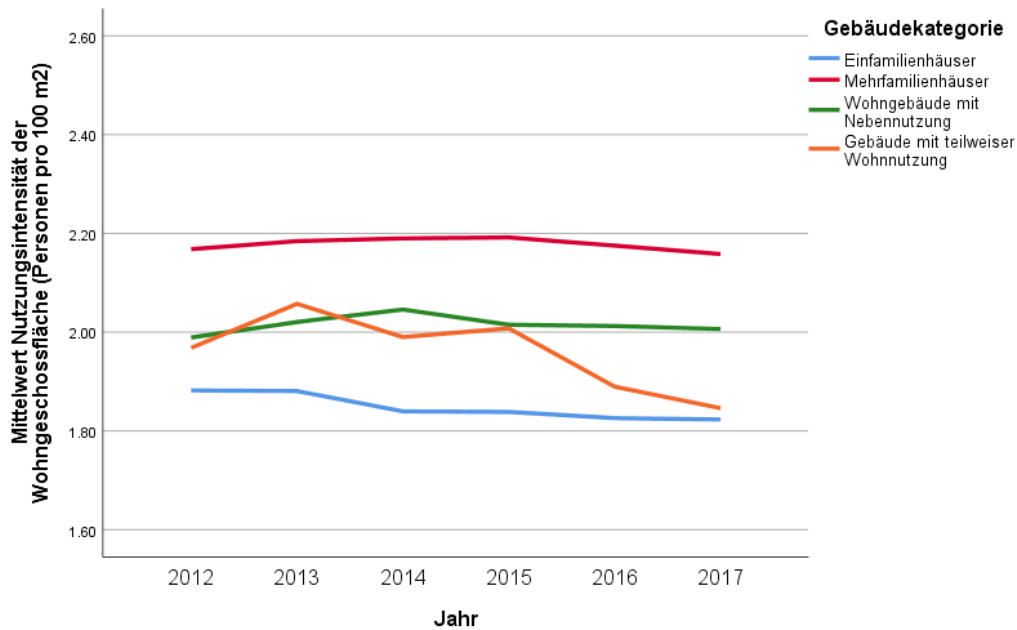


Abbildung A-2: Kategorie «Ohne Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Anzahl Wohnungen, 2012–2017

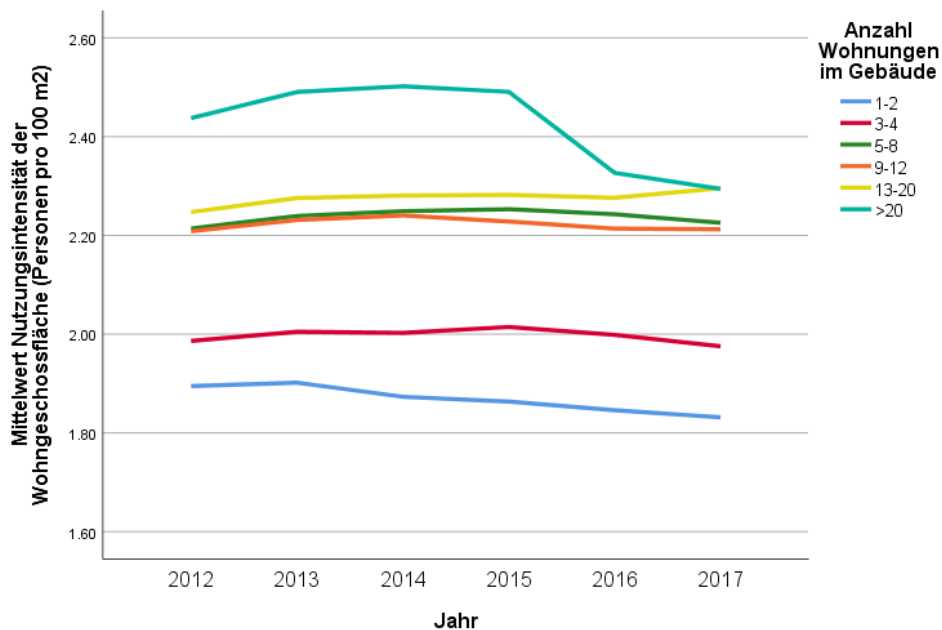
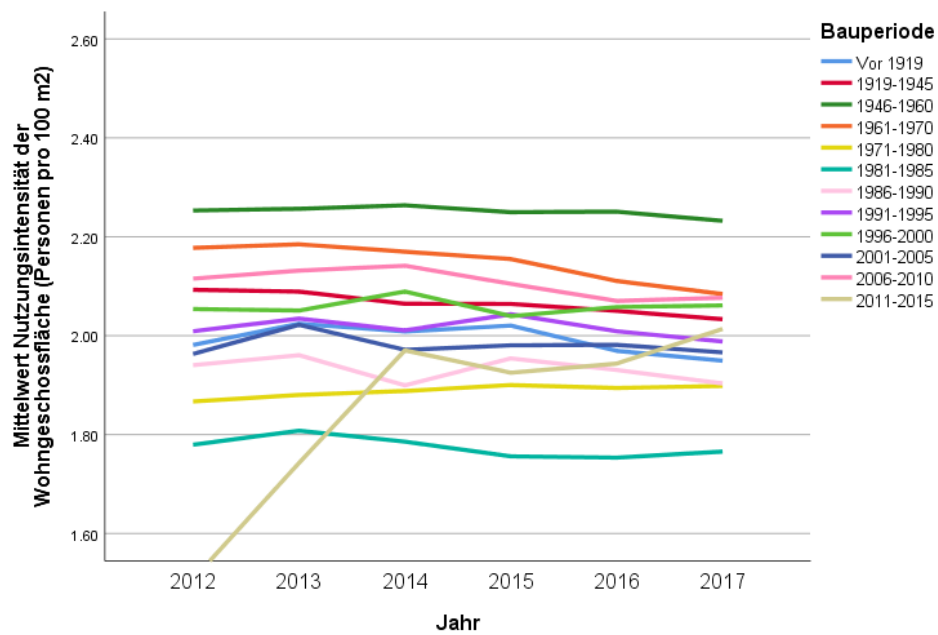


Abbildung A-3: Kategorie «Ohne Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Gebäudebauperiode, 2012–2017²⁶



²⁶ Die tiefe Nutzungsichte in den Jahren 2012 und 2013 der Gebäudegruppe mit Baujahr 2011–2015 ist auf die Verzerrung in der Anzahl Bewohner/innen zurückzuführen, die infolge Bauphase und Wohnungsbezug entsteht.

Anhang 2:

Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung» – Nutzungsintensität (Niveau und Veränderung infolge baulicher Verdichtung), Auswertungen nach verschiedenen Bestimmungsfaktoren, 2012–2017 (ohne Fälle mit Nutzungsintensität > 20)

Diese Auswertungen sind illustrativer Natur. Wie in Kapitel 4.3.2 erläutert, ist es aufgrund der verfügbaren GWR- und GWS-Informationen nicht möglich, zwischen Flächenveränderungen aufgrund von Umbauten und Flächenveränderungen aufgrund von Registerbereinigungen zu unterscheiden. Dies ist problematisch, da Registerbereinigungen nicht nur zu falschen Zuordnungen zwischen der Kategorie «ohne Flächenveränderung» und der Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», sondern auch zu einer Verzerrung in der erfassten Flächenveränderung führen. Schliesslich ist auch zu bemerken, dass die Werte für das Jahr 2012 kaum plausibel sind.

Niveau der Nutzungsintensität

Abbildung A-4: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Gebäudekategorie, 2012–2017

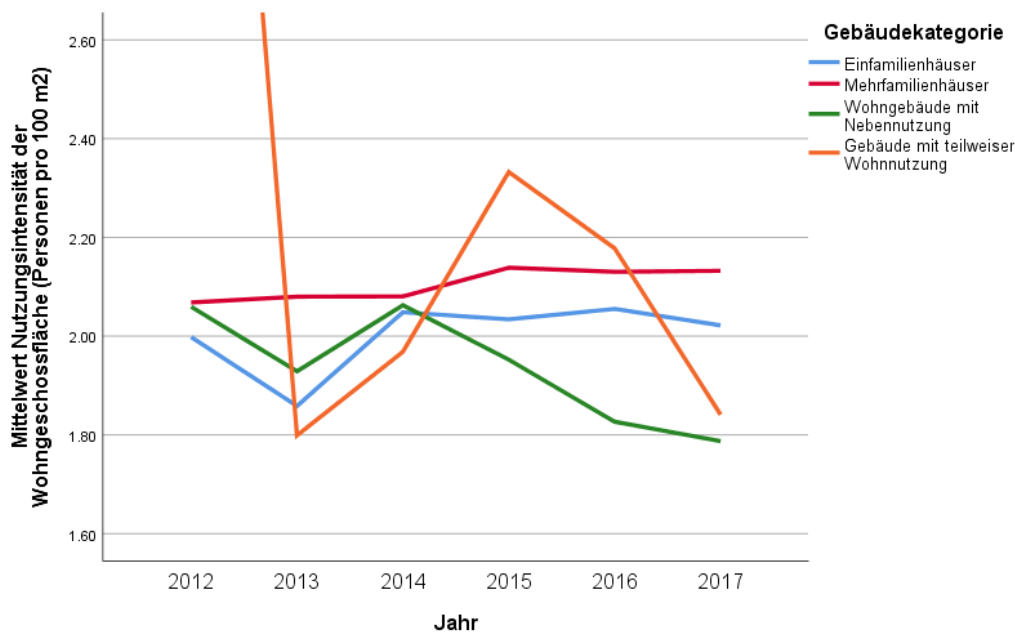


Abbildung A-5: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Anzahl Wohnungen, 2012–2017

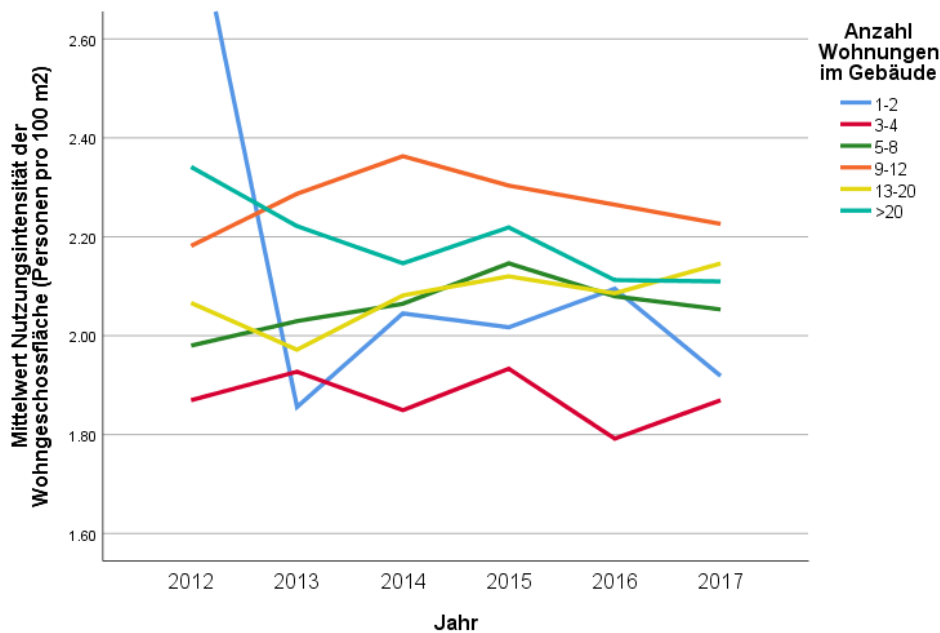
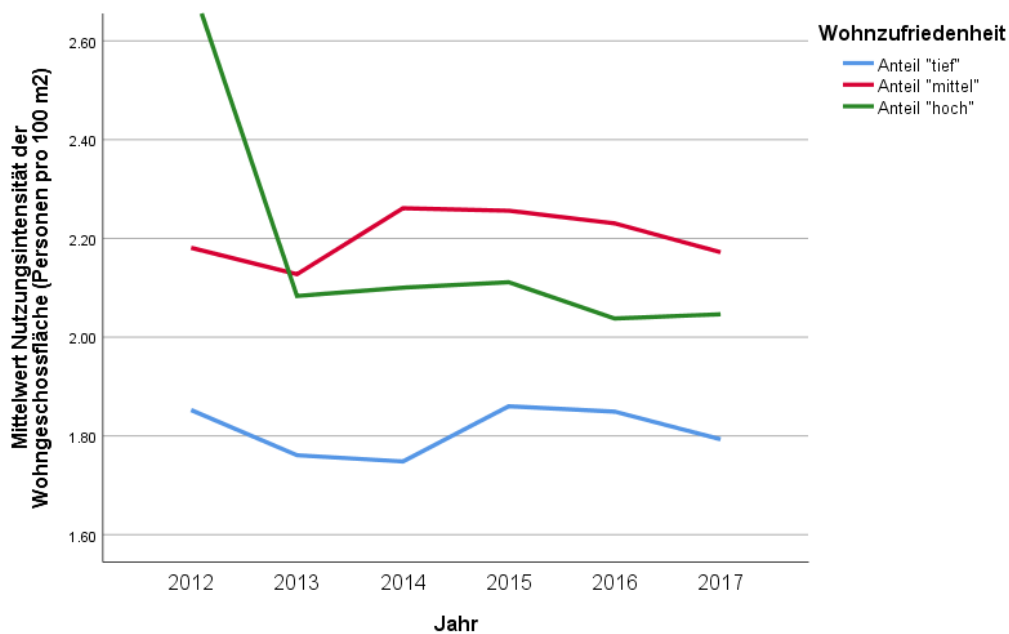


Abbildung A-6: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Nutzungsintensität nach Wohnzufriedenheitsniveaus²⁷, 2012–2017



²⁷ Die Daten stammen aus der Bevölkerungsbefragung 2015 in der Stadt Luzern und beziehen sich auf die Frage «Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer persönlichen Wohnsituation im Moment?». Die Auswertung erfolgt auf Stufe Stadtkreise und die Ausprägungen «tief», «mittel» und «hoch» beziehen sich auf den Anteil der Antworten in der Antwortkategorie «Werte 7 bis 10», wobei 0 «überhaupt nicht zufrieden» und 10 «sehr zufrieden» bedeutet.

Veränderung der Nutzungsintensität infolge baulicher Verdichtung

In dieser Kategorie hat sich die Wohngeschossfläche zwischen 2012 und 2017 um 29 031 Quadratmeter erhöht. Die Anzahl Wohnungen hat sich um 391 Einheiten erhöht und die Anzahl Bewohner/innen um 401 Personen.

Wie in Kapitel 4.1 diskutiert, sind für die Fragestellung der vorliegenden Vorstudie primär alle Fälle mit einer Erhöhung der Wohnfläche, also alle Fälle mit baulicher Verdichtung, von Interesse. In dieser Kategorie gibt es in der Stadt Luzern 448 Gebäude, die eine positive Veränderung der Wohnfläche zwischen 2012 und 2017 aufweisen. Die Nutzungsintensität der Wohnfläche aufgrund des Umbaus hat sich auf Gebäudeebene im Betrachtungszeitraum um 0.0179 erhöht. Dies heisst, dass pro 100 Quadratmeter zusätzlicher Wohngeschossfläche durchschnittlich Platz für zusätzliche 1.79 Einwohner/innen geschaffen wurde.

Abbildung A-7: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Veränderung der Nutzungsintensität der Wohnfläche zwischen 2012 und 2017 nach Gebäudekategorie

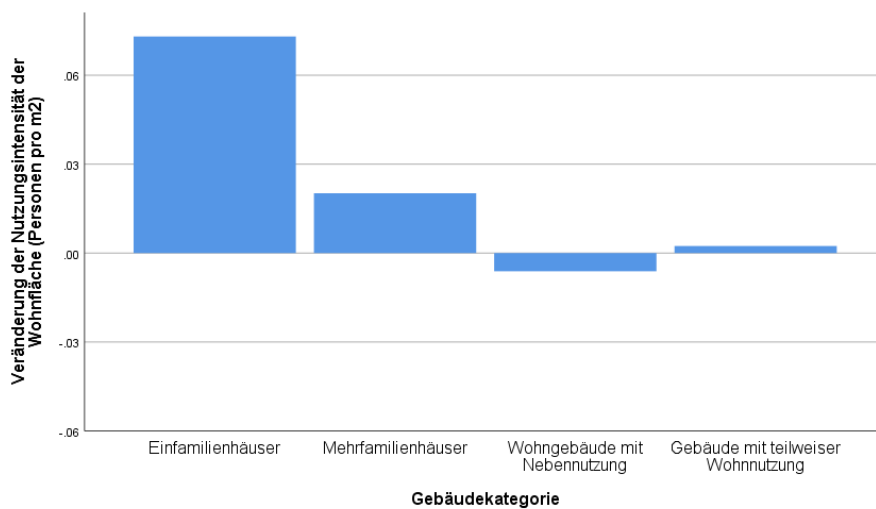


Abbildung A-8: Kategorie «Umbau mit Flächenveränderung», Veränderung der Nutzungsintensität der Wohnfläche zwischen 2012 und 2017 nach Anzahl Wohnungen

