

# Zur Identifikation und Visualisierung von Einfamilienhausgebieten der 1950er- bis 1970er-Jahre für eine nachhaltige Raumplanung

*Dominik Visca, Max Hoppe, Kevin Kaminski, Pascal Neis*

(Dominik Visca, Hochschule Mainz, Fachbereich Technik, Lucy-Hillebrand-Straße 2, 55128, Mainz, dominik.visca@hs-mainz.de)  
(Max Hoppe, Hochschule Mainz, Fachbereich Technik, Lucy-Hillebrand-Straße 2, 55128, Mainz, max.hoppe@hs-mainz.de)  
(Kevin Kaminski, Hochschule Mainz, Fachbereich Technik, Lucy-Hillebrand-Straße 2, 55128, Mainz, kevin.kaminski@hs-mainz.de)  
(Dr. rer. nat. Pascal Neis, Hochschule Mainz, Fachbereich Technik, Lucy-Hillebrand-Straße 2, 55128, Mainz, pascal.neis@hs-mainz.de)

## 1 ABSTRACT

Alternde Einfamilienhausgebiete sind eine Herausforderung für die nachhaltige Raumplanung. Insbesondere im ländlichen Raum führt der demografische Wandel vermehrt zu Leerständen in den Gebäudebeständen der 1950er- bis 1970er-Jahre, da der Generationenwechsel von Erstbesitzern zu jungen Familien oder neuen Eigentümern häufig problematisch verläuft. Diese Gebiete zu identifizieren ist daher von entscheidendem Nutzen, um raumplanerische Maßnahmen treffen zu können.

Anhand des Baujahres eines Gebäudes lassen sich relevante Einfamilienhausgebiete erfassen. Angaben zu Gebäudebaujahren finden sich u. a. im AFIS-ALKIS-ATKIS-Modell (AAA-Modell). In den konkreten Datensätzen fehlt diese Angabe jedoch zumeist. Daher werden in der jüngeren Forschung die bereits durch die INSPIRE-Richtlinie (Richtlinie 2007/2/EG) flächenmäßig verfügbaren Bebauungspläne behelfsweise herangezogen. Eine Auswertung hinsichtlich Festsetzungen und Datum der Rechtskraft ist hierbei jedoch nur ein Indiz für das Baujahr der Wohngebäude im überplanten Gemeindegebiet. Vor allem in schrumpfenden Regionen, in denen es oft zu Leerständen kommt, gibt es mitunter eine große zeitliche Diskrepanz zwischen dem Rechtskraftdatum eines Bebauungsplans und dem tatsächlichen Baujahr eines Gebäudes. Die Einfamilienhausgebiete lassen sich dort nicht abschließend identifizieren.

Durch die Kombination verschiedener heterogener Quellen und Disaggregation von Daten können erforderliche Baujahresklassen identifiziert werden. Diese Methode bietet sich als praktikable Vorgehensweise an, die sowohl als Grundlage für Fragen der Forschung als auch der Raumplanung herangezogen werden kann. Als Evaluation dient ein Negativabgleich mit Erhebungen von Gebäudebaujahren der vergangenen ca. 25 Jahre in einem Testgebiet.

Keywords: Identifikation, Raumplanung, Einfamilienhausgebiete, Visualisierung, Open Data

## 2 HINTERGRUND UND HERAUSFORDERUNGEN

In Deutschland wird die Zahl der über 80-Jährigen bei etwa 10 Millionen Menschen im Jahr 2050 liegen – gegenüber 6,1 Millionen im Jahr 2021 (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2022a, 2022b, RICHTER 2020). Im gleichen Jahr werden voraussichtlich 30 Prozent der Bevölkerung über 65 Jahre alt sein (ebd.). Diese Entwicklung ist eine zentrale gesellschaftliche Herausforderung und verstärkt im Hinblick auf Umbruchsituationen bzw. den Generationenwechsel in Einfamilienhaus-Gebieten (EFH-Gebiete) der 1950er- bis 1970er-Jahre (vgl. u. a. ADAM et al. 2018, KÖHLER & SCHAFFERT 2015, KRAJEWSKI 2014, RAAB 2006). Diese Quartiere wurden mit der Absicht errichtet, Familien mit Kindern ausreichend Raum anzubieten, sowie als Alterssicherung zu dienen. In der Folge kommt es zu lebenszyklusbedingten Veränderungen: Mit dem Umzug in eine altersgerechte Wohnform oder spätestens mit dem Tod der Elterngeneration steht ein Generationenwechsel an (vgl. ebd.). Viele der älteren EFH-Objekte erfüllen die gegenwärtig nachgefragten Merkmale bezüglich Wohnflächen, Wohnungszuschnitten, Zimmergrößen oder technischer Ausstattung nicht mehr. Für Erstbesitzer ohne Investitionsbereitschaft in einem Ein- oder Zweipersonenhaushalt bedeutet dies sowohl einen Verlust an Immobilienwert als auch eine nicht mehr gerechte Wohnform, da die häufig zu große Wohnfläche nur selten den Wohnbedürfnissen entspricht (vgl. ebd.). In der Konsequenz erschwert sich besonders in ländlich-peripherer Lage und/oder in strukturschwachen Regionen der Generationenwechsel.

Um auf diese demographische Entwicklung mit angepassten städtebaulichen und raumplanerischen Maßnahmen reagieren zu können, werden neben feingranularen Daten, auf deren Basis Dynamiken unterhalb der Gemeindeebene analysiert werden können, vor allem Baujahresdaten von relevanten Gebäudebeständen benötigt. Für kleinräumige demographische Analysen kommen in Deutschland zunehmend georeferenzierte Einwohnermeldedaten zur Verwendung (vgl. u. a. LINDNER 2020, SCHONLAU et al. 2019).

Bezüglich Baujahresdaten fällt die Informationsdichte jedoch zumeist gering aus. Durch Datendisaggregation und -anreicherung kann dieser Knappheit begegnet werden (WECK-PONTEN et al. 2018). Im Kontext verschiedener Fragestellungen werden dafür u. a. die Ergebnisse des Zensus von 2011, Bebauungspläne sowie Luft- und Satellitenbilder herangezogen. EICHHORN & SIEDENTOP (2022) verweisen beispielsweise im Zusammenhang zur Schätzung der Innenentwicklung in nordrhein-westfälischen Gemeinden zwischen 1979 und 2011 auf die Angaben zum Baujahr in den Zensusdaten von 2011, die von ihnen in Kombination mit Luftbildern genutzt werden. Für MUCKEL & OGOREK (2018) besitzen Bebauungspläne den Vorteil, dass sie neben der Art der baulichen Nutzung (vgl. § 30 BauGB) per verbindlichem Rechtskraftdatum Hinweise über das Baujahr der im Kartenausschnitt oder im Geltungsbereich sichtbaren Gebäude geben. Gleichzeitig besitzen Bebauungspläne nicht nur ein Rechtskraftdatum, sondern stellen auch ein historisches Dokument dar. IOSIFESCU et al. (2016) und CHEN et al. (2021) machen darauf aufmerksam, dass das Vektorisieren von Inhalten aus historischen Karten mit hinreichender Genauigkeit für grundlegende räumliche Abfragen möglich ist. In diesem Zusammenhang ist auch das Ableiten von Hausumringen auf Basis von Luftbildern (LI et al. 2019) historischen Satellitenbildern (WURM et al. 2011) sowie anderen Vektordatensätzen wie OpenStreetMap (FAN et al. 2014) ein in jüngerer Zeit umfangreich erforschtes Gebiet der Fernerkundung. Diese eignen sich aber nur bedingt für die Vektorisierung von Bebauungsplänen. HERRMANN (2019) und KMENT (2017) geben zu bedenken, dass sich wegen des zu kleinen Maßstabs und der meist unvollständig vorhandenen Gebäudetypen keine Prognosen über zukünftige Entwicklungen der Siedlungsfläche des Einfamilienhausgebietes realisieren lassen.

Um die Einfamilienhausgebiete der 1950er-, 1960er- und 1970er-Jahre kleiner Kommunen zu ermitteln, greift dieser Beitrag Aspekte zur intelligenten Verknüpfung dieser Ansätze auf. Als Grundlage dienen die Zensusdaten der Volkszählung von 2011 aus denen sich die Dynamiken des Gebäudebestandes ableiten lassen (RUPRECHT 2014). Zur Disaggregation der Zensusdaten werden die gemäß INSPIRE-Richtlinien flächenmäßig verfügbaren Bebauungspläne verwendet, die laut WECK-PONTEN et al. (2018) Hinweise zu Gebäudebaujahren enthalten können.

Dazu wird im folgenden Abschnitt eine halb-automatisierte Methode vorgestellt. Im Anschluss werden Methode und Ergebnisse kritisch diskutiert, um hiernach die Ergebnisse auf Basis einer großangelegten Erhebung der amtlichen Hausumringe und darin enthaltener Baujahre der letzten ca. 25 Jahre zu evaluieren. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick.

Codierung im Datensatz	Merkmalsbeschreibung
1	Vor 1919
2	1919 – 1948
3	1949 – 1978
4	1979 – 1986
5	1987 – 1990
6	1991 – 1995
7	1996 – 2000
8	2001 – 2004
9	2005 – 2008
10	2009 und später

Tab. 1: Merkmalsausprägungen des Attributs Baujahr im Datensatz „Gebäude um 100 Meter-Gitter“ (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2022c).

### 3 METHODIK

#### 3.1 Datengrundlage

Als Grundlage für die Ermittlung und anschließende Visualisierung der Einfamilienhausgebiete dienen die offenen Daten der Zensus 2011-Volkszählung (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2022c). Seit der Änderung des Bundesstatistikgesetzes im Jahr 2013 liegt ein großer Teil der für den Zensus 2011 erhobenen Daten in aggregierten 100m-Gitterzellen vor (NEUTZE 2015). Eines der

erhobenen Merkmale ist das klassifizierte Baujahr der jeweils in einer Gitterzelle enthaltenen Wohngebäude. Tabelle 1 zeigt die im Zensus 2011 vorhandenen Merkmalsausprägungen des Attributes „Baujahr“.

Aus der Auflistung ist ersichtlich, dass die Klassifizierung der Baujahre vor allem ab dem Jahr 1987 eine hohe zeitliche Auflösung aufweist. Der für diese Arbeit relevante Zeitraum der 1950er- bis 1970er-Jahre wird im Groben hingegen von nur einer Klasse „1949 – 1978“ abgedeckt. Diese Klasse erlaubt eine Abgrenzung von Gebäuden zu jüngeren und älteren Gebäuden, allerdings keine Abgrenzung nach z.B. Jahrzehnten innerhalb dieser Klasse. Das Fehlen des Jahres 1979 und das zusätzliche Vorhandensein des Jahres 1949 ist in Ermangelung einer bundesweit verfügbaren Alternative räumlich hochauflösender Baujahresdaten zu vernachlässigen.

### 3.2 Identifizierung von Wohngebäuden

Die Baujahresklassen der Zensusdaten sind angelehnt an PAJARES et al. (2021) und VISCA et al. (2022) auf die Wohngebäude zu disaggregieren, um eine genauere Ebene als die bereitgestellten 100m-Gitterzellen zu erhalten. In einem ersten Schritt ist die Identifizierung von Wohngebäuden notwendig. Dafür werden die Hausumringe des amtlichen Liegenschaftskatastersystems (ALKIS) verwendet (siehe Abbildung 1). Um Nebengebäude (z.B. Garagen oder nachträgliche Anbauten) vorzufiltern, erscheinen nur diejenigen Gebäudepolygone nützlich, die mindestens eine, ebenfalls aus ALKIS stammende, georeferenzierte Gebäudeadresse beinhalten. Anschließend findet eine Filterung nach Wohngebäuden durch einen Abgleich einerseits mit den ebenfalls in ALKIS vorgehaltenen Nutzungsarten, andererseits mit OpenStreetMap-Gebäudepolygonen die ein „amenity“-Tag aufweisen, welche eine entsprechende wohnliche Gebäudenutzung ausschließen. Dafür werden pro Zensus-Gitterzelle Adress- und Gebäudedaten aus OpenStreetMap (OSM) über die Overpass API von OLBRICHT (2015) extrahiert und die Ergebnisse mit den amtlichen Hausumringen verschnitten. Ausschließlich gewerblich, industriell oder landwirtschaftlich genutzte Gebäude werden so aus dem Datensatz entfernt.

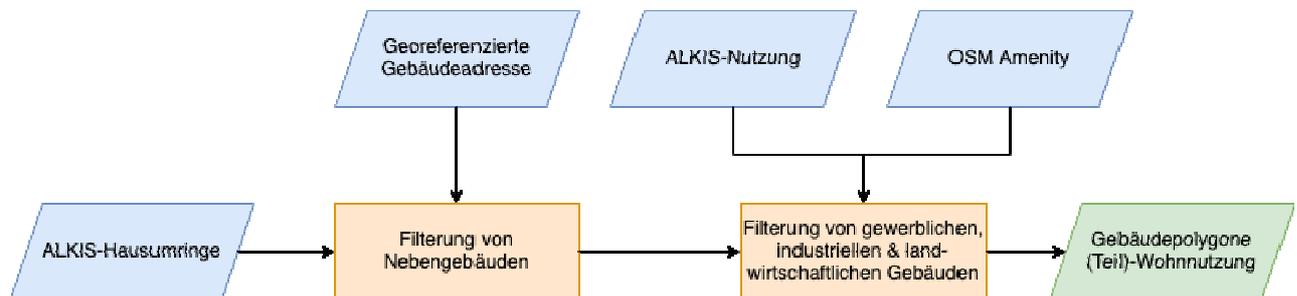


Abb. 1: Schematische Darstellung der Vorverarbeitung des ALKIS-Hausumringe.

Um die rein tabellarisch vorliegenden Baujahresklassen auf die korrekten Gebäudepolygone disaggregieren zu können, sind Informationen aus sekundären Datensätzen notwendig. Zentral sind dabei die rechtskräftigen Bebauungspläne der Kommunen. Unabhängig vom konkreten Geltungsbereich eines Bebauungsplans liefert der gesamte Kartenausschnitt des Planwerks Hinweise zum Vorhandensein von Gebäuden zum Zeitpunkt des Rechtskraftdatum bzw. des angegebenen Datums der verwendeten ALKIS-Daten. Auch die Abwesenheit eines Bebauungsplans liefert einen Hinweis auf die Baujahresklasse. Das Planungsinstrument des verpflichtenden Bebauungsplans entstand erst mit der Verabschiedung des Bundesbaugesetzes (BBauG) im Jahr 1960, bebaute aber nicht überplante, größere Gebiete müssen dementsprechend älter sein (SCHRÖTELER-VON BRANDT 2018). Für die überplante Gebiete ist eine systematische Auswertung des in den Bebauungsplänen sichtbaren Gebäudebestands notwendig.

### 3.3 Vektorisierung von Bebauungsplänen

Die bereitgestellten Bebauungspläne liegen i.d.R. nur als gescanntes Plandokument im PDF-Format vor, ggf. zusätzlich auch als georeferenziertes und auf den Geltungsbereich zugeschnittenes Rasterbild. Abhängig vom Alter des Bebauungsplans und der daraus folgenden Datengrundlage verfügen die in Geoportalen bereitgestellten Bebauungspläne über exportierbare Vektor-Ebenen. Dies ermöglicht bei jüngeren Plänen auf CAD-Basis den Import des PDFs und das Abgreifen der georeferenzierten Vektordateien in einem Geoinformationssystem. Bei Scans unterzeichneter Originale oder einem älteren Bebauungsplan ist diese Möglichkeit nicht gegeben. Daher ist es erforderlich, die Bebauungspläne zu vektorisieren, um über eine räumliche Abfrage das Vorhandensein der im aktuellen ALKIS-Bestand vorhandenen Gebäudepolygone

mit den historischen Gebäudepolygonen aus ALKIS, der automatischen Liegenschaftskarte (ALK) bzw. der Flurkarte abzugleichen (siehe Abbildung 2).

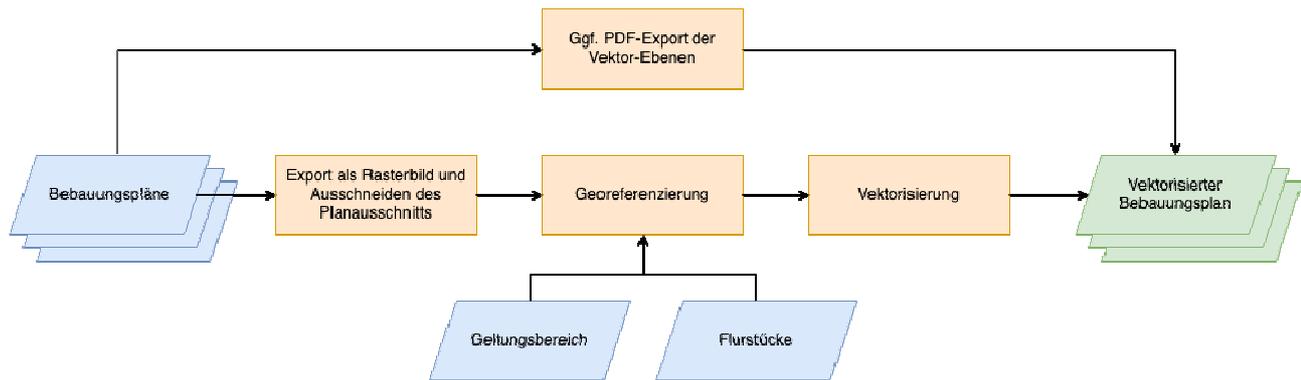


Abb. 2: Verarbeitungsschritte: Vektorisierung der Bebauungspläne.

Die Anforderung an möglichst akkurate, rechtwinklige Gebäudepolygone ist nicht notwendigerweise erforderlich für die Abfrage, ob zu zwei (oder mehr) unterschiedlichen Zeitpunkten ein Gebäude vorhanden ist oder nicht. Die Bebauungspläne werden vektorisiert und mit einem Zeitstempel des Rechtskraftdatums bzw. dem ALKIS-Datenstand versehen.

### 3.4 Abgleich von Hausumringen mit Bebauungsplänen

Entsprechend der Darstellung in Abbildung 3 sind anschließend von den eingangs gefilterten Hausumringen mit (Teil-)Wohnnutzung Zentroide innerhalb des jeweiligen Polygons zu bilden. Um das früheste Vorhandensein des Gebäudes in einem Bebauungsplan zu identifizieren und den jeweiligen Zeitstempel an das Gebäudepolygon anzuhängen, wird iterativ in chronologischer Reihenfolge für jeden Bebauungsplan überprüft, ob die gebildeten Zentroide innerhalb eines flächenmäßig ähnlichen Polygons aus einem vektorisierten Bebauungsplan vorliegen. Dementsprechend ist eine möglichst nahe Abbildung des Hausumrings nicht notwendig, solange die ungefähre Geometrie und Lage erhalten bleibt. Am Ende aller Iterationen liegt für jedes Gebäudepolygon das Datum des frühesten Auftretens und des letzten „Nicht-Auftretens“ in einem Bebauungsplan, bzw. „keine Angabe“ vor, wenn das Gebäude in keinem Bebauungsplan-Kartenausschnitt sichtbar ist. Die so entstehende Zeitspanne entspricht dem Zeitfenster, in dem das Gebäude fertiggestellt wurde.

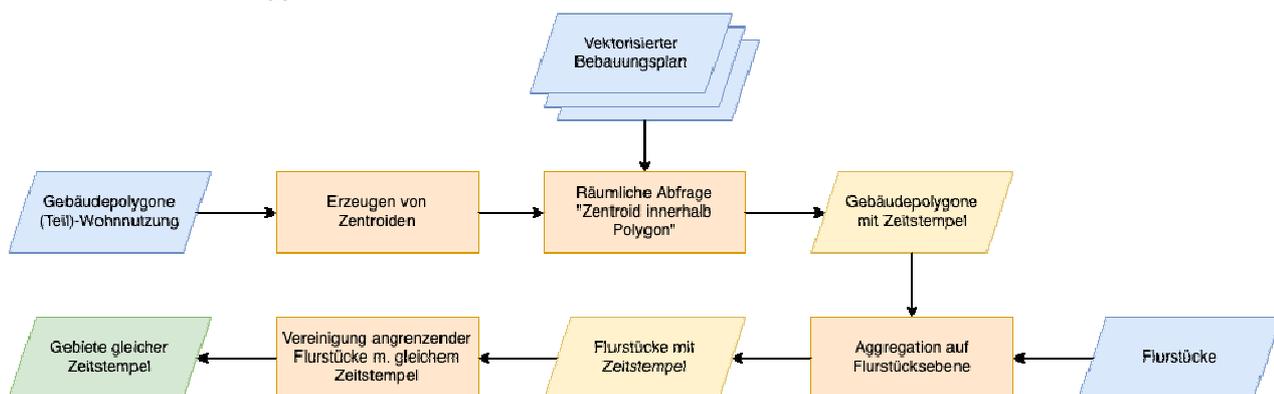


Abb. 3: Abgleich des Vorhandenseins von Gebäuden in historischen Bebauungsplänen.

### 3.5 Disaggregation der Zensusdaten

Die Zeitstempel der Gebäudepolygone werden anschließend auf Flurstückebene aggregiert, wobei stets auf das älteste Gebäude pro Flurstück zurückgegriffen wird. Alle angrenzenden Flurstücke mit dem gleichen Zeitstempel sind dann zu vereinigen, um größere Gebiete gleicher Baujahres-Hinweise zu erhalten. Diese Flächen dienen als primäres Verteilungsmerkmal zur Disaggregation der Zensusdaten.

Pro Zensus-Gitterzelle wird die eigentliche Disaggregation der Baujahresklassen durchgeführt. Für jede in einer Gitterzelle enthaltene Merkmalsausprägung des Attributes „Baujahr“ wird eine dreistufige Verteilung auf alle innerhalb der Gitterzelle liegenden Gebäude aus dem gefilterten Gebäudepolygon-Datensatz vorgenommen. Zuerst werden alle Baujahresklassen auf diejenigen Gebäude verteilt, die sich in einem für

die Baujahresklasse passenden Gebiet gleicher Baujahres-Hinweise befinden. Dabei ist der spezifischere Zeitrahmen anzuwenden (d.h. „jünger als 1985 und älter als 2002“ ist spezifischer als „älter als 2003“). Sollte die Verteilung nicht abschließend sein, wird die relative Entfernung zu bekannter historischer Bausubstanz als Indikator für ein Gebäudealter hinzugezogen. Klassische Points of Interest (POIs) in diesem Sinne sind Kirchen, Rathäuser oder der Marktplatz als Indikator für den historischen Ortskern. Entsprechend der Entwicklung von Siedlungserweiterungen sind jüngere Gebäude tendenziell weiter von diesem historischen Ortskern entfernt als ältere. Können Baujahresklassen weiterhin keinem Gebäude zugeordnet werden, müssen diese auf alle übrigen Gebäude in der Gitterzelle randomisiert verteilt werden.

### 3.6 Identifizierung von Einfamilienhäusern

Die Ermittlung von Einfamilienhausgebieten macht darüber hinaus die Differenzierung von Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern notwendig. Zu diesem Zweck werden die über die Overpass API extrahierten Gebäudedaten entsprechend der Vorgehensweise nach VISCA et al. (2022) auf Basis des Attributes „Gebäudetyp (Größe)“ bzw. der Grundfläche und Stockwerkszahl mit den Gebäudepolygonen verschnitten. Analog zur Aggregation der Baujahreshinweise der Bebauungspläne zu Gebieten gleicher Baujahreshinweise ist eine schrittweise Aggregation der Einfamilienhäuser auf Flurstücke und dann eine Vereinigung auf Basis dieser Baujahresklassen hin zu Einfamilienhausgebieten identischer Baujahresklassen vorzunehmen (siehe Abbildung 4).

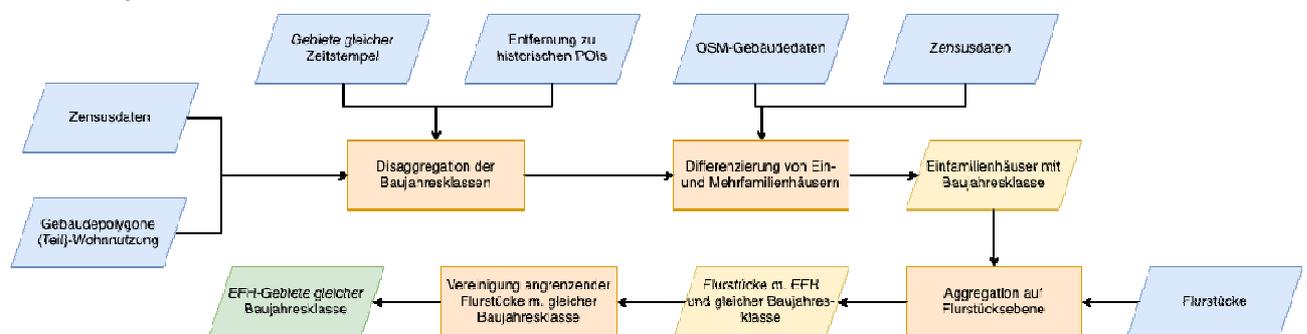


Abb. 4: Disaggregation der Zensusdaten, Identifizierung von Einfamilienhäusern und Aggregation zu Einfamilienhausgebieten identischer Zensus-Baujahresklassen.

## 4 ERGEBNISSE & DISKUSSION

Die Stadt Otterberg (Verbandsgemeinde Otterbach-Otterberg, Rheinland-Pfalz, Deutschland) diente als Testgebiet. Ihr Siedlungsgebiet umfasst eine Fläche von ca. 2,20 km<sup>2</sup> und enthält laut ALKIS 3.369 amtliche Hausumringe, aus denen Nebengebäude und nicht wohnlich genutzte Gebäude auf 1.756 Hausumringe gefiltert wurden. Ein manuelles Aussortieren von Grundstücken u.a. im Außenbereich wurde nicht vorgenommen. Der erzeugte Datensatz stellt die Grundlage der nachfolgenden Auswertungen dar.

Im Untersuchungsgebiet sind 22 Bebauungspläne rechtskräftig und im Internet veröffentlicht (Stand: Juli 2022). Das Rechtskraftdatum erstreckt sich dabei von 1987 bis 2019. Insgesamt sind 1.081 der 1.756 wohnlich genutzten Gebäude von mindestens einem Bebauungsplan überplant. Weitere 45 Gebäude sind außerhalb eines Bebauungsplan-Geltungsbereich, allerdings im sichtbaren Kartenausschnitt mindestens eines Bebauungsplans enthalten. Es ergeben sich für 1.126 Gebäude Informationen zur späteren Disaggregation.

Die 22 Bebauungspläne wurden auf den Kartenausschnitt zugeschnitten, georeferenziert und vektorisiert. Bei älteren Plänen bestehen die größten räumlichen Abweichungen, da deren Datengrundlage noch die Flurkarte ist. Der mitunter schlechte Planzustand erschwerte die Georeferenzierung. Aufgrund der sich veränderten Aufteilung der Flurstücke sind die die Referenzpunkte zum aktuellen Kataster schwer zu finden. Weiterhin weicht die Datengrundlage der Flurkarte auch innerhalb eines Plans räumlich zueinander ab, was ein Entzerren und Drehen einzelner Planausschnitte notwendig macht. Insbesondere die alten Bebauungspläne erfordern daher ein hohes Maß an manueller Vorbereitung. Die eigentliche Vektorisierung ist aufgrund der sehr heterogenen Ausgestaltung der Bebauungspläne nicht gleichermaßen zufriedenstellend. Insbesondere Bebauungspläne, die viele Schraffuren enthalten, erzeugen häufig für jeden Schraffur-Innenraum einzelne Polygone, die in einem Nachbearbeitungsschritt wieder zu generalisieren sind.

Abbildung 5 zeigt die 605 roten Hausumringe mit einem Baujahr jünger als 1987, die nicht als Einfamilienhausgebiete der 1950er- bis 1970er-Jahre in Betracht kommen. Die 521 grünen Hausumringe könnten im gesuchten Zeitraum liegen. Häufig sind die Baujahreshinweise allerdings sehr grob, wie in Tabelle 2 zu sehen.

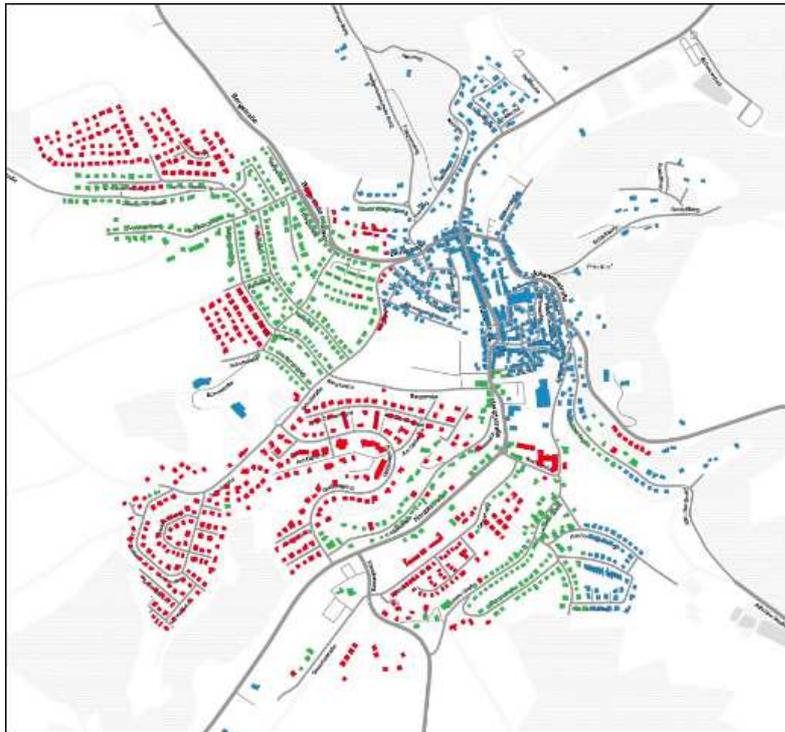


Abb. 5: Rechtskräftige Bebauungspläne, Map Tiles von Stamen Design, CC BY 3.0. Daten von OpenStreetMap, ODbL.

Bei den blauen Hausumringen handelt sich um 630 Gebäude im unbeplanten Innenbereich deren Baujahre älter als 1960 sind. Diese Gebäude könnten in der frühen Phase der Siedlungsentwicklung nach 1945 entstanden sein. Zum großen Teil handelt es sich um Bausubstanz des vor 1919 errichteten historischen Ortskern.

Baujahreshinweise laut Bebauungsplan	Gebäudeanzahl
Älter als 2017	2
Älter als 2015	12
Älter als 2003	312
Älter als 2002	1
Älter als 2001	112
Älter als 2000	13
Älter als 1989	8
Älter als 1987	58

Tab. 2: Baujahreshinweise der 521 relevanten Hausumringe

Die Disaggregation der Zensusdaten zeigt, dass die Wohngebiete der 1950er- bis 1970er-Jahre aufgrund der homogenen Siedlungsstruktur einen hohen Deckungsgrad mit der Vorauswertung der Bebauungspläne besitzen. Abbildung 6 zeigt ein Neubaugebiet, welches nach dem Stichtag des Zensus 2011 geplant und bebaut wurde. Die blau eingefärbten Hausumringe im rechten Kartenausschnitt bedeuten, dass keine Angaben in den Zensusdaten zu einem Baujahr existieren, während die roten Hausumringe im linken Kartenausschnitt aus den Bebauungsplänen stammen und die Baujahre nach 1970 repräsentieren. Rechts unten konnten Baublöcke aus den Jahren 1949 bis 1978 identifiziert werden. Summenbildungen in den Zensusdaten über einzelne Attribute hinweg sind nicht immer deckungsgleich mit den tatsächlichen Gegebenheiten. Die Auswirkungen des Anonymisierungsverfahrens lassen sich oben im Bild erkennen: Laut Bebauungsplänen sind die dortigen Gebäude älter als 2003 (grün, links), im Zensus von 2011 hingegen sind keine Angaben (blau, rechts) zu diesen Gebäuden zu finden.



Abb. 6: Gegenüberstellung aus Bebauungsplan-Auswertung (links) und Zensus-Disaggregation (rechts), Map Tiles von Stamen Design, CC BY 3.0. Daten von OpenStreetMap, ODbL.

Im unbeplanten, dicht bebauten Innenbereich des historischen Ortskerns erzeugt die Methode nur wenig nachvollziehbare Ergebnisse. In der exemplarischen Gitterzelle hält der Zensusdatensatz zu 35 Gebäuden aus sechs Baujahresklassen bereit (siehe Abbildung 7). Aufgrund der fehlenden Angaben aus der Bebauungsplan-Auswertung und der ähnlichen Distanz der Bebauung zum Ortskern, bzw. zu POIs wie der Kirche (unten rechts im Bild), ist nur eine Zufallsverteilung möglich. Eine gebäude- oder flurstückscharfe Zuteilung von Baujahresklassen ist ohne weitere Informationen ausgeschlossen. Im Kontext der Zielsetzung, Einfamilienhausgebiete abzugrenzen lässt sich der gezeigte Kartenausschnitt trotz allem als möglicher Kandidat ausschließen. Zwar konnte am linken Rand der Gitterzelle eine Bebauung (siehe grüne Fläche) disaggregiert werden, allerdings kann hier schwerlich von einem Einfamilienhausgebiet die Rede sein. Die gelben Hausumringe im rechten Kartenausschnitt zeigen die erwartete, historische Bausubstanz aus den Jahren 1949 und früher an.



Abb. 7: Beispiel verbesserungsfähiger Disaggregation (links Bebauungsplan-Auswertung, rechts Zensusdisaggregation), Map Tiles von Stamen Design, CC BY 3.0. Daten von OpenStreetMap, ODbL.

Die Analyse verdeutlicht, dass zur Bestimmung des Baujahres auch die Ermittlung der einzelnen Einfamilienhäuser nötig ist. Ein Abgleich nach Gebäudeart über OpenStreetMap verspricht aufgrund der tendenziell eher mangelnden Datenvollständigkeit im ländlichen Raum dabei wenig Erfolg. Eine Disaggregation der Gebäudetypen aus dem Zensusdatensatz ist daher nur randomisiert möglich, wobei innerhalb der relativ homogenen Siedlungserweiterungsgebiete auch die Aggregationsebene der 100m- Gebiete hinreichende Genauigkeit liefern kann. Weder notwendig noch zielführend stellt die Berücksichtigung jedes einzelnen Ausreißers, ob des Baujahres oder des Gebäudetyps, dar. Die Einfamilienhausgebiete charakterisiert eine Durchmischung des Baubestandes durch Nachverdichtung oder Neubauten. Daher müssen sie unabhängig von einzelner nicht zur Definition passenden Bausubstanz in Gänze zu betrachtet werden. Das Ergebnis der daraus folgenden Aggregation zu größeren Einfamilienhausgebieten der 1950er- bis 1970er-Jahre ist für die Stadt Otterberg in Abbildung 8 zu sehen.

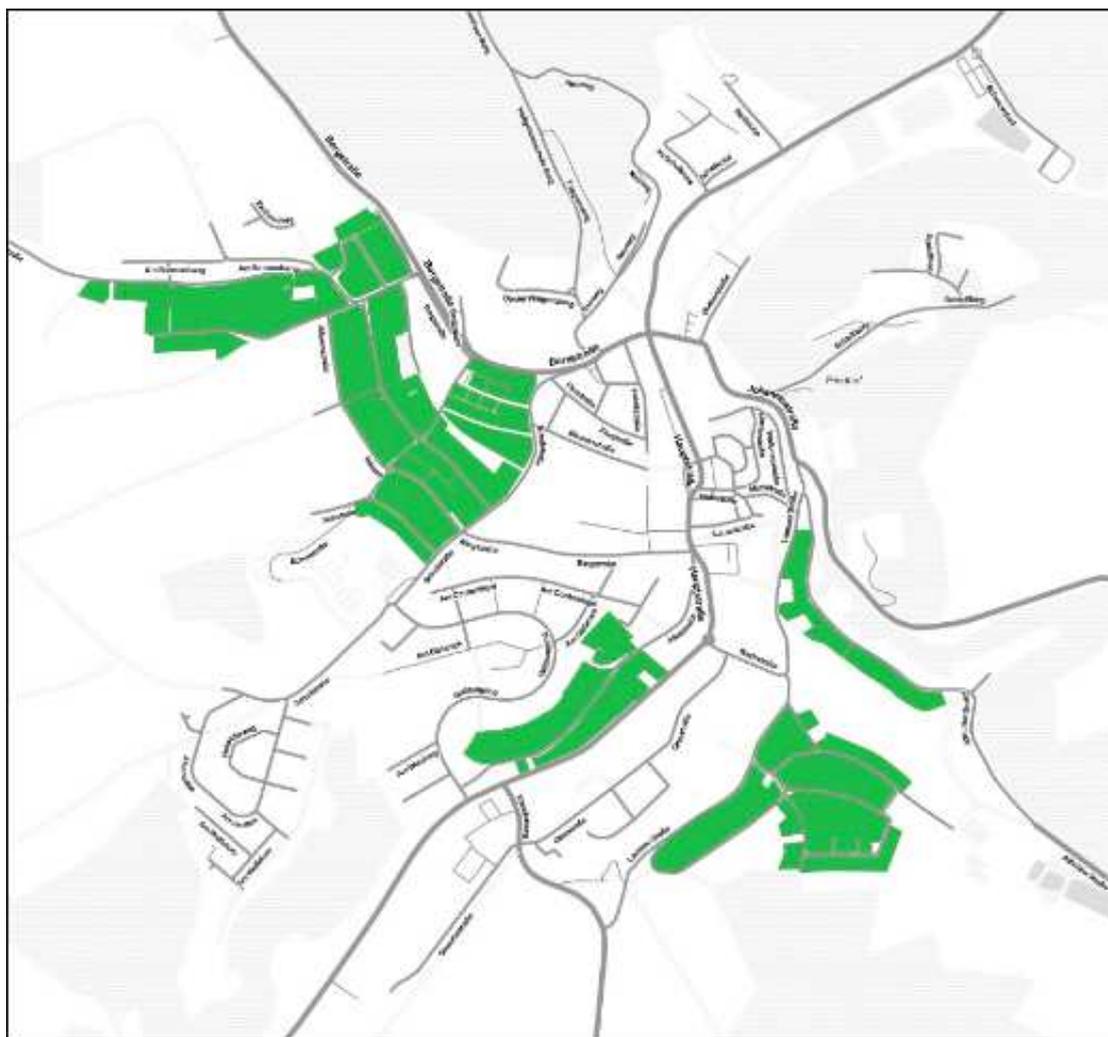


Abb. 8: Einfamilienhausgebiete der 1950er- bis 1970er-Jahre, Map Tiles von Stamen Design, CC BY 3.0. Daten von OpenStreetMap, ODbL.

Zur Validierung der Ergebnisse wird ein Datensatz der amtliche Hausumringe des Landesamts für Vermessung und Geobasisinformation des Landes Rheinland-Pfalz verwendet, der im Zuge eines großangelegten Erhebungsverfahrens die Baujahre der letzten ca. 25 Jahre ergänzt. Zwar lassen sich damit die fraglichen Einfamilienhausgebiete nicht identifizieren, die Angaben sind jedoch als Negativabgleich zur Evaluierung der hier präsentierten Methodik hilfreich. Von den 1.756 amtlichen Hausumringen wurden für 347 Baujahre zwischen 1957 und 2021 ergänzt, wobei nur 10 Baujahre älter als 1998 sind. Mit ca. 44% wurde ein großer Teil der Hausumringe nicht von der Disaggregation berücksichtigt. Überwiegend handelt es sich dabei um Neubauten nach dem Stichtag des Zensus 2011, die für die Fragestellung keine Relevanz besitzen. Von den verbliebenen 56% hat für ca. 19% der Fälle die Disaggregation der Hausumringe eine nicht dem tatsächlichen Gebäudebaujahr entsprechende Baujahresklasse zugewiesen. Hingegen für ca. ca. 81% aller relevanten Fälle hat die Methode die korrekte Baujahresklasse den Hausumringen zugeordnet.

## 5 AUSBLICK

Mit Blick auf zukünftige Verbesserungen von Aktualität, Tiefe, Übertragbarkeit sowie generelle Verfügbarkeit von Daten lässt sich festhalten, dass mit der Veröffentlichung der Ergebnisse des Zensus 2022 aktualisierte Baujahresklassen verfügbar sein werden. Das ermöglicht einen Abgleich mit den Zensusergebnissen 2011 wodurch mögliche Lücken aufgedeckt werden können, die u. a. dem Anonymisierungsverfahren geschuldet sind. Dadurch ließe sich eine feinere Disaggregation der Baujahre nach Jahrzehnten vornehmen, um relevante Einfamilienhausgebiete spezifischer betrachten zu können. Auch für zukünftige demographische Entwicklungen sind genaue Angabe aktueller und zukünftiger Bebauung obligatorisch.

Die Daten der Liegenschaftskataster haben zwar den Vorteil, dass sie einer auf alle Bundesländer abgestimmten ALKIS-Modellierungsvorschrift unterliegen, aufgrund der dezentralen Führung in über 400 Liegenschaftsämtern gibt es jedoch erkennbare Unterschiede zwischen den Datenprodukten. Auch sind sie nicht in allen Bundesländern frei verfügbar (vgl. MEINEL 2020, FINA 2021). Eine weitere Harmonisierung und eine flächendeckende Öffnung der Datenbestände würden zur besseren Übertragbarkeit der aufgezeigten Methode beitragen. Die Daten aus dem OpenStreetMap-Projekt profitieren von einer laufenden Aktualisierung durch Mitwirkende, die sich auch in einer zunehmenden Tiefe und Verfügbarkeit von Informationen in ländlichen Gebieten bemerkbar macht (vgl. HECHT et al. 2013). Werden falsche oder irrtümliche Informationen beachtet, ist ein verbesserter Datenabgleich bezüglich der Nutzungsarten potentiell möglich (vgl. NEIS & ZIELSTRA 2014). Um einen zusätzlichen Mehrwert für die Auswertung von sichtbaren Gebäudebeständen in Bebauungsplänen zu erhalten, hilft der Zugang zu nicht mehr rechtskräftigen Plänen. In der Praxis gestaltet sich der Umgang jedoch schwierig, da gemäß INSPIRE-Richtlinie (Richtlinie 2007/2/EG) eine webbasierte Bereitstellung nur für Bebauungspläne ab Dezember 2013 vorgesehen ist. Eine Historisierung älterer Bebauungspläne wäre wünschenswert.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

- ADAM, B., ARING, J., BERNDGEN-KAISER, A., HOHN, U., JOCHEMSEN, K., KÖTTER, T., & WIESS, D.: Ältere Einfamilienhausgebiete im Umbruch – Eine unterschätzte planerische Herausforderung. Situation in Nordrhein-Westfalen. Positionspapier ARL. 2018.
- CHEN, Y., CARLINET, E., CHAZALON, J., MALLET, C., DUMÉNIÉU, B. & J. PERRET: Vectorization of Historical Maps Using Deep Edge Filtering and Closed Shape Extraction. In: Document Analysis and Recognition – Lecture Notes in Computer Science, Aufl. 12824. Springer, Cham, 2021.
- EICHHORN, S., & SIEDENTOP, S.: Innen vor Außen? Eine Schätzung der Innenentwicklung in nordrhein-westfälischen Gemeinden, 1979 bis 2011. Raumforschung Und Raumordnung | Spatial Research and Planning. 2022.
- FAN, H., ZIPF, A., FU, Q. & NEIS, P.: Quality assessment for building footprints data on OpenStreetMap. International Journal of Geographical Information Science 28. S. 700–719. 2014.
- FINA, S.: Stadtgrün unter Druck: Vergleichswerte zur urbanen Grünraumversorgung in deutschen Städten. Stadtforschung und Statistik: Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker, 34(2), S. 17-23. 2021.
- HECHT, R., KUNZE, C., HAHMANN, S.: Measuring Completeness of Building Footprints in OpenStreetMap over Space and Time. ISPRS Int. J. Geo-Inf., 2, S. 1066-1091. 2013.
- HERRMANN, A.: Die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch das Bauplanungsrecht. Juristische Geltung und Realisierung im sozialen System. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Baden-Baden, 2019.
- IOSIFESCU, I., TSORLINI, A., & L. HURNI: Towards a comprehensive methodology for automatic vectorization of raster historical maps. 2016.
- KMENT, M.: Öffentliches Baurecht. Band I Bauplanungsrecht – Schriftenreihe der Juristischen Schulung. 107(7). C.H. Beck, München, 2017.
- KÖHLER, T., SCHAFFERT, M.: Building Measures in the Face of Population Decline. In: Challenges for governance structures in urban and regional development = Fragen zur Steuerung von Stadt- und Regionalentwicklung, S. 195–208. Zürich, 2015.
- KRAJEWSKI, C.: Was wird aus den Traumhäusern? – Teil 1: Zum Umgang mit Einfamilienhaussiedlungen analysiert am Beispiel von Altena und Finnentrop in Südwestfalen. In: INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE WESTFÄLISCHE WILHELMS-UNIVERSITÄT MÜNSTER (14). Münster, 2014.
- LI, W., HE, C., FANG, J., ZHENG, J., FU, H., YU, L.: Semantic Segmentation-Based Building Footprint Extraction Using Very High-Resolution Satellite Images and Multi-Source GIS Data. Remote Sens. 11, 403. 2019.
- LINDNER, A.: Kommunales Monitoring. KomMonitor: Ein digitales Planungswerkzeug für die Stadtentwicklung. 47(3), S. 76-87. 2020.
- MEINEL, G.: Herausforderung Flächenmonitoring: Datenquellen für ein Flächeninformationssystem und was sie leisten können. Stadtforschung und Statistik: Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker, 33(1), S. 107-114. 2020.
- MUCKEL, S. & OGOREK, M.: Öffentliches Baurecht - Grundrisse des Rechts. C.H. Beck, München, 2018.
- NEIS, P. & ZIELSTRA, D.: Recent Developments and Future Trends in Volunteered Geographic Information Research: The Case of OpenStreetMap. Future Internet, 6, S. 76-106. 2014.
- NEUTZE, M.: Gitterbasierte Auswertungen des Zensus 2011. In: Stadtforschung und Statistik, S. 64-67, 2015.
- OLBRICHT, R. M.: Data Retrieval for Small Spatial Regions in OpenStreetMap (2015). In: Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney P. & Helbrich M. (eds) OpenStreetMap in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, S. 101-122, 2015.
- PAJARES, E., MUÑOZ NIETO, R., MENG, L., & WULFHORST, G.: Population Disaggregation on the Building Level Based on Outdated Census Data. In: ISPRS Int. J. Geo-Inf., 10, S. 662. 2021.
- RAAB, A.: Nachfrageorientierte Innenentwicklung und Flächenmanagement – Zukunftsausgabe bei Stadt- und Dorfumbau. In: Mitteilungen DVW Bayern, 65(4). S. 547-563. 2006.
- RICHTER, E.: Seniorendemokratie: Die Überalterung der Gesellschaft und ihre Folgen für die Politik. Berlin, Deutschland: Suhrkamp Verlag. 2020.
- RUPRECHT, M.-I.: Kleinräumige Siedlungsanalysen zur Abbildung von Veränderungen: Vom Nutzen baulich-räumlicher Daten für die Planung. In: Raumforschung und Raumordnung 72, S. 227–238. 2014.
- SCHONLAU, M., DANOWSKI-BUHREN, C., GUTH, M., KLEIN, U. & LINDNER, A.: Integriertes Monitoring als Werkzeug einer nachhaltigen Stadtentwicklung. IS THIS THE REAL WORLD? Perfect Smart Cities vs. Real Emotional Cities.

- Proceedings of REAL CORP 2019, 24th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society. S. 453-462. 2019.
- SCHRÖTELER-VON BRANDT, H.: Geschichte der Stadtplanung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, S. 805-821. 2018.
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: Bevölkerungsvorausrechnung. Abgerufen von: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/_inhalt.html). 2022a
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: Bevölkerungsstand: Amtliche Einwohnerzahl Deutschlands. Abgerufen von: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html). 2022b.
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER: Ergebnisse des Zensus 2011 zum Download - erweitert. o.O, o.J. Abgerufen von: <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>. 2022d.
- VISCA, D., HOPPE, M. & NEIS, P.: Generating a Pseudo Resident Registration Register by Using Open Data. In: GEOProcessing 2022: The Fourteenth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services. Porto, 2022.
- WECK-PONTEN, S., BECKER, R., HERLE, S., BLANKENBACH, J., FRISCH, J., & v. TREECK, C.: Automatisierte Datenaggregation zur Einbindung einer dynamischen Gebäudesimulation in ein Geoinformationssystem. 2018.
- WURM, M., TAUBENBÖCK, H., GOEBEL, J., ESCH, T. & WAGNER, G.: Zensus der Zukunft? - Erdbeobachtung zur räumlichen Abschätzung der Bevölkerungsverteilung. In: Standort - Zeitschrift für angewandte Geographie 35, S. 169–175. 2011.