

Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude (ENOB:dataNWG)

Forschungsprojekt im Förderbereich
Energieoptimierte Gebäude und Quartiere im
6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung
Förderkennzeichen 03ET1315

Projektdesign und erste Ergebnisse des Screenings

Michael Hörner, Dr. Holger Cischinsky
Institut Wohnen und Umwelt
Darmstadt, 05. Mai 2020

KFW
Bank für Sozialwirtschaft

Zur Energieanalyse von
Gebäuden wird das Werkzeug
VSA 2.0 verwendet. VSA 2.0
wird vom IWU mit Mitteln der
KfW Bankengruppe erstellt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Quelle: Adobe Stock

BMW, PT 05.05.2020, IWU

ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz

3 Methodik

4 erste Ergebnisse



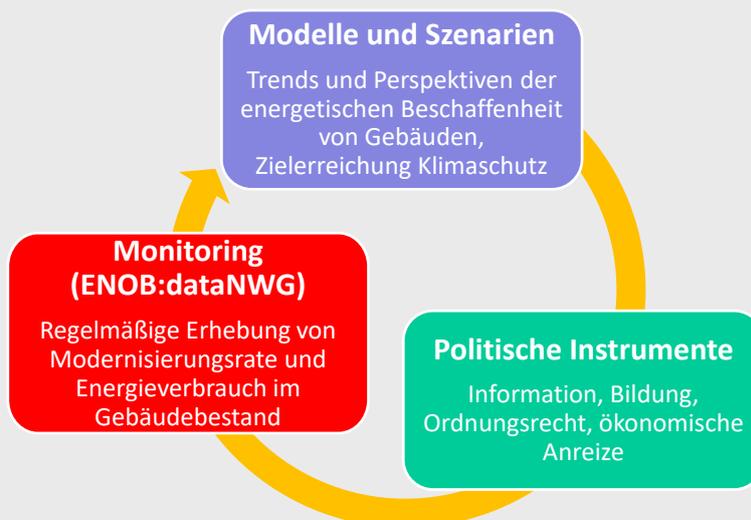
BMW, PT 05.05.2020, IWU

2

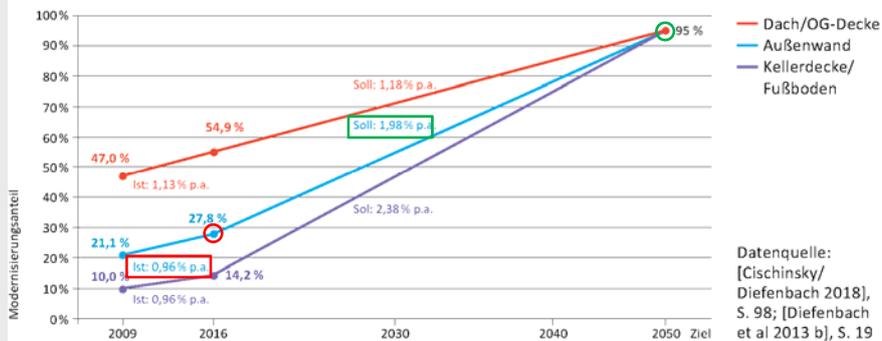
1.1 Herausforderung

- Die Steuerung der Volkswirtschaft auf die Ziele der Bundesregierung in Energiewende und Klimaschutz machen **sektorspezifische Szenarienanalysen** und ein **Monitoring** erforderlich, auch und insbesondere für den **Gebäudesektor**.
- Dazu braucht man **belastbare Daten**, die es **nur für den Bereich der Wohngebäude** gibt, aus der Gebäude- und Wohnungszählung im Rahmen des Zensus und der Bautätigkeitsstatistik
- **Für den Bestand der Nichtwohngebäude fehlt die (amtliche) Datengrundlage weitestgehend.**
- **Wir schließen die Datenlücke:**
Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude (ENOB:dataNWG)
Forschungsprojekt im Förderbereich
Energieoptimierte Gebäude und Quartiere im
6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung
Förderkennzeichen 03ET1315

1.2 Steuerung der Energiewende im Gebäudesektor



1.3 Datenerhebung Wohngebäudebestand



Modernisierungsfortschritt

Anteil der Gebäudehüllfläche (vor 1978 gebaut), der in 2009 bzw. in 2016 bereits energetisch modernisiert war und der Zielwert 2050

Netto-Modernisierungsrate

Jährlicher Rate der modernisierten Gebäudehüllflächen, Ist und Soll

ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz

3 Methodik

4 erste Ergebnisse



2.1 Forschungsansatz ENOB:dataNWG

- Unser Forschungsinteresse gilt den Nichtwohngebäuden in Deutschland als **Untersuchungseinheiten (UE)**, die anhand einer repräsentativen Stichprobe erforscht werden sollen. Eine Vollerhebung wäre unverhältnismäßig aufwändig. Die Anzahl der UE ist aber unbekannt.
- Davon zu unterscheiden sind die **Erhebungseinheiten (EE)**, die georeferenzierten Polygone der Hausumringe, die als Auswahlgrundlage für die Ziehung einer **Stichprobe** geeignet sind.
- Mit dem Screening vor Ort wird die **Relevanz der EE** und die **Beziehung zwischen EE und UE** festgestellt. Die Hochrechnungsfaktoren lassen sich übertragen.

B: Geodatenanalyse

Geoinformatische Erstellung der Auswahlgrundlage für die Stichprobenziehung

C: Screening

Beziehung zwischen Hausumringen und Gebäuden, Feststellung der Relevanz, Informationen zu Gebäudeansprechpartnern, Erhebung von Gebäudemerkmalen

A: Stichprobenerhebung

Stichprobendesign, Breitenerhebung, Tiefenerhebung, Auswertungen zu Typologie, Struktur, Energie sowie Erstellung von Szenarien

Forschungsdatenbank



- Dadurch eröffnet sich zum ersten Mal die **Möglichkeit, den Sektor der Nichtwohngebäude in einer klassischen Stichprobenerhebung statistisch repräsentativ und kostengünstig zu erforschen.**

2.2 Forschungsfragen

- **Stichprobenerhebung**
 - Wie stellt sich allgemein die **Struktur der Nichtwohngebäude** dar (räumliche Verteilung, Gebäudekategorien, Bauwerkstypen, Sektoren, Anzahl, Fläche, Baualter, **Geometrien und Hüllflächen**)?
 - Wie stellt sich die **energetische Qualität von Gebäudehülle und technischen Anlagen** bei „EnEV-relevanten“ Nichtwohngebäuden im Bestand dar? Welche energetischen und sonstigen Modernisierungsprozesse laufen mit welcher Geschwindigkeit ab? Wie hoch ist die bauteil- bzw. anlagenbezogene **Modernisierungsrate** pro Jahr?
 - Welche Rückschlüsse können aus der Entwicklung des Zustands und der Modernisierungsdynamik im Nichtwohngebäudebestand auf die Motivation der Akteure bei **Investitionsentscheidungen** gezogen werden und inwieweit hängen diese Entscheidungen von rechtlichen, volks- und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab?
 - Welche Bedeutung hat der **Energieverbrauch** im Sektor der „EnEV-relevanten“ Nichtwohngebäude heute? Wie kann der zukünftige Energieverbrauch verlässlicher prognostiziert werden (**Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich**), Nutzungsparameter?
- **Geoinformatik:**
 - Welche Möglichkeiten bietet die Geoinformatik in Kombination mit Bildverarbeitung und maschinellem Lernen, um aus deutschlandweit digital vorliegenden, georeferenzierten Gebäudedaten in Gestalt von amtlichen Hausumringen und -koordinaten bzw. LoD1-Geometrien in Kombination mit anderen Datenquellen **automatisierte Rückschlüsse auf Bestand und Struktur der Nichtwohngebäude bzw. von Gebäuden allgemein in Deutschland** zu ziehen?
- **Szenarien**
 - Welche Relevanz hat der Sektor der Nichtwohngebäude für die Erreichung der nationalen Klimaschutzziele im Gebäudesektor? Durch welche **Maßnahmenszenarien** werden die Ziele in 2030 bzw. 2050 erreichbar?

2.3 Projektdesign

1. Geodatenanalyse

- Bagatellbereinigung
- geometrische und semantische Attribute
- Flächendeckende, überlappungsfreie Erhebungsbezirke

2. Stichprobe

- 500 Erhebungsbezirke a 200 Hausumringen

3. Screening

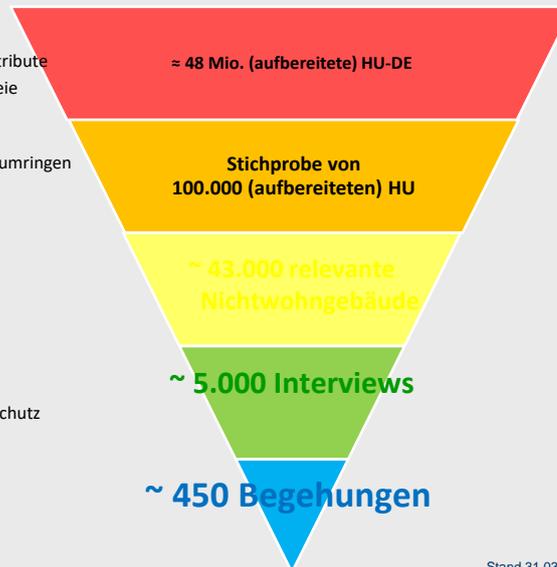
- Relevanz
- Beziehung Hausumring - Gebäude
- Adressdaten
- Gebäudebasismerkmale

4. Breitenerhebung

- Struktur-Merkmale
- energetische Qualität, Modernisierungsfortschritt und Modernisierungsrate bei Wärmeschutz und Gebäudetechnik
- Eigentümerstrukturen
- Bewirtschaftungsverhalten

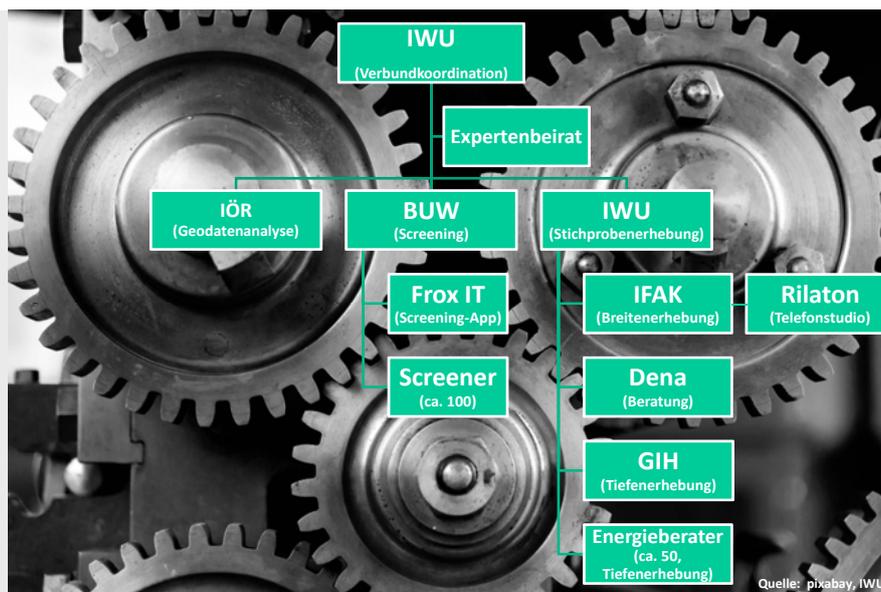
5. Tiefenerhebung

- Energieverbrauch /-bedarf
- Nutzerparameter



Stand 31.03.2020

2.4 Projektteam - Hauptphase



Quelle: pixabay, IWU

- 1 Herausforderung und Ziele
- 2 Forschungsansatz
- 3 Methodik
- 4 erste Ergebnisse



3.1 Was ist ein Nichtwohngebäude?

Musterbauordnung: „Gebäude sind selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen“.

StBa, E206: Auf die Umschließung durch Wände kommt es dabei nicht an; die Überdachung alleine ist ausreichend

WoFIV: Bei Nichtwohngebäuden handelt es sich um Gebäude, die **auf mehr als der Hälfte der Nutzfläche Nichtwohnzwecken gewidmet** sind.



Gaststätte, Restaurant



Priv. gen., Bürogeb. – Multi T.



Allgemeinbildende Schule



Hochschulgeb. sonst. Schwerp.



Gebäude für Sportaußenanlage



Veranstalt.geb., Kino, Theater



Krankenhaus, Klinik, Kur- & Reha



Gebäude f. Produktion & Verarb.

3.2 Was ist ein einzelnes Nichtwohngebäude?

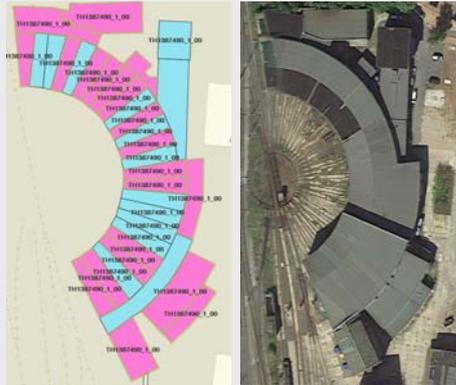
Als **einzelne Gebäude** gelten neben freistehenden Gebäuden diejenigen Gebäude, die in **zeitlichem Zusammenhang auf Basis einer einheitlichen architektonischen Planung** errichtet wurden

zuzüglich nachträglich ergänzter, nicht eigenständig nutzbarer Gebäudeteile, die hinsichtlich der Erschließung und der Nutzung **aus funktionalen Gründen dem Gebäude zuzurechnen** sind.

Alle Gebäudeteile eines Nichtwohngebäudes müssen miteinander **baulich verbunden** sein.

In Zweifelsfällen ist auch die **Veräußerbarkeit** ein Kriterium bei der Entscheidung, welche Teile zu einem Gebäude gehören.

Wichtig: Ein Hausumring umringt i.d.R kein „Haus“ sondern nur einen Teil davon.



BMW, PT 05.05.2020, IWU

13

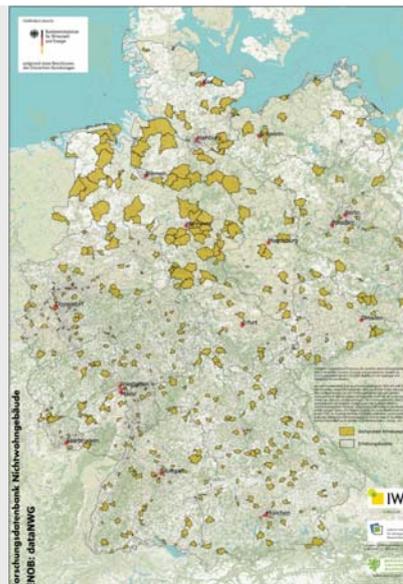
3.3 Screening

Der Screener sagt die Wahrheit!

Erhebungspraktische Einschränkung: Erhebungsbezirke.

Datenaufnahme per App nur vom öffentlichen Raum aus.

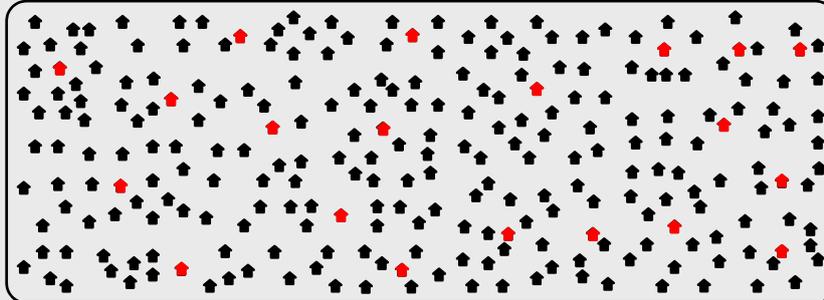
- Relevanz
- Beziehung Hausumringe <-> Gebäude
- Adressinformationen zur Ansprache im Interview
- Merkmale: Gebäudefunktion, Baualter, Modernisierungszustand, Fassade, Dachform, Anzahl Vollgeschosse



BMW, PT 05.05.2020, IWU

14

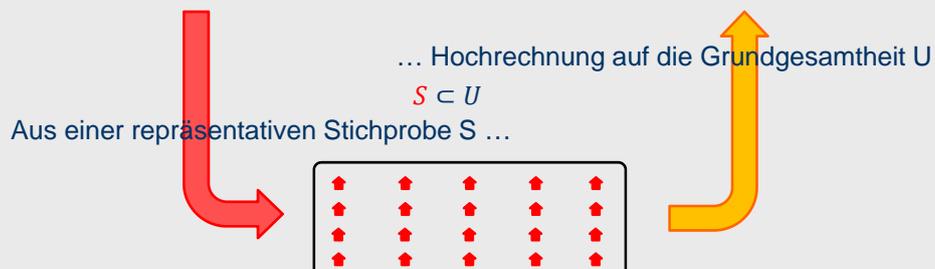
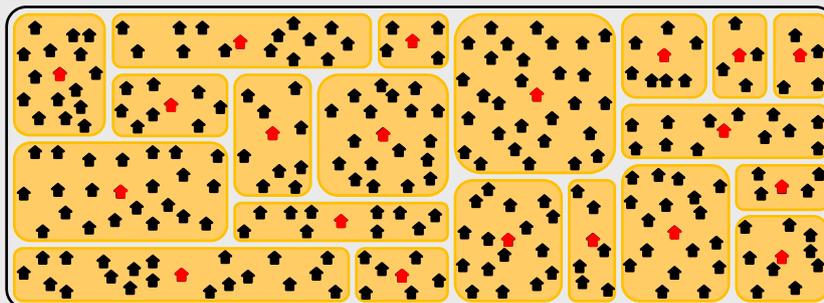
3.4 Repräsentativität



Postulat der Stichprobentheorie:

1. Entscheidet über die Aufnahme einer Erhebungseinheit in die **Stichprobe** allein der **Zufall**,
2. sind die **Aufnahmewahrscheinlichkeiten** („Inklusionswahrscheinlichkeiten 1. Ordnung“) aller Erhebungseinheiten in der Stichprobe **bekannt** und
3. hat grundsätzlich **jede Erhebungseinheit** in Deutschland eine **Chance auf Aufnahme in die Stichprobe** (positive Auswahlwahrscheinlichkeiten), wird **Repräsentativität** im Sinne von Erwartungstreue erreicht.

3.5 Induktive Statistik



3.6 Schätzung

Sei U die Menge aller Untersuchungseinheiten, d.h. aller Gebäude in Deutschland, und y_k das Gebäudemerkmal mit den Ausprägungen Wohn- bzw. Nichtwohngebäude. Die Anzahl der Nichtwohngebäude t in Deutschland wäre dann $t = \sum_{y_k=NWG} y_k$. Sie ist aber unbekannt.

Um die Anzahl t der NWG auf Basis der Stichprobe zu schätzen, greift man zurück auf den

Horvitz-Thompson-Schätzer, auch Merkmalssummen-Schätzer: $\hat{t} = \sum_{y_k=NWG} \frac{y_k}{\pi_k}$

S gezogene Stichprobe von Untersuchungseinheiten, also Gebäude,

$\pi_k > 0$ Ziehungswahrscheinlichkeit von k .

Bei dieser Übertragung von Stichprobenbefunden auf die Grundgesamtheit entstehen Unsicherheiten, die stichprobenbedingten Fehler, die in allen Auswertungen ausgewiesen werden.

Die Quantifizierung sogenannter nicht-stichprobenbedingter Fehler bleibt schwierig, sowohl in einer Stichprobenerhebung als auch in einer Vollerhebung (Befragte können sich irren oder gar bewusst falsche Angaben machen).

Cischinsky, Holger, Stichprobe: Modellierung und Ziehung, IWU, Darmstadt 2018

3.7 Interpretation

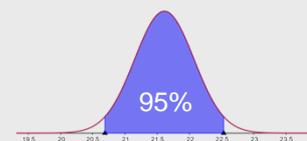
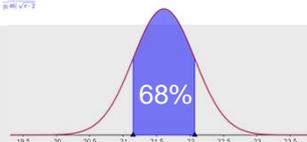
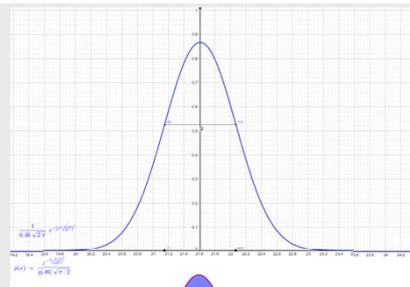
Schätzung der Anzahl der **überwiegend zu Nicht-Wohnzwecken genutzten Gebäude** in Deutschland:

21,607 Mio. \pm 0,457 Mio.

(Stand 1. Hochrechnung)

Das heißt:

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 68\%$ liegt die wahre aber unbekannte Anzahl aller Nichtwohngebäude in Deutschland zwischen 22,064 Mio. und 21,150 Mio., also im Intervall ± 1 Standardfehler.
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ liegt die wahre aber unbekannte Anzahl aller Nichtwohngebäude in Deutschland zwischen 22,521 Mio. und 20,693 Mio., also im Intervall ± 2 Standardfehler.



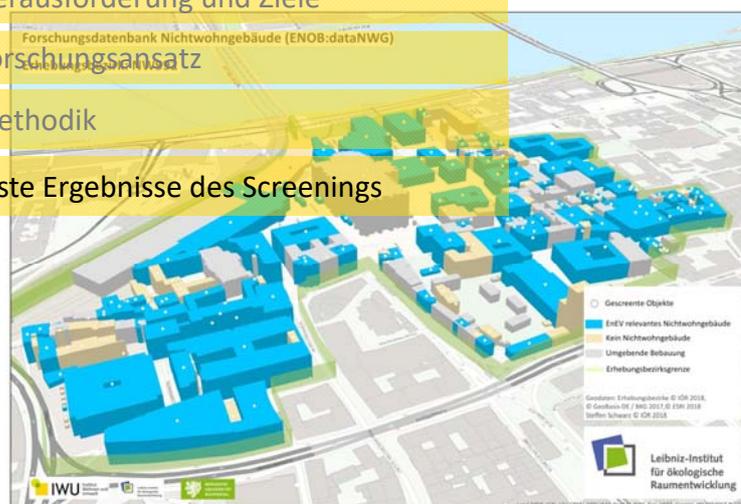
3.8 Stichtag

- Erreichbar sind im vorliegenden Fall alle zum Zeitpunkt des Screenings vorhandenen Nichtwohngebäude, die Schnittflächen mit Hausumringen haben, die im April 2015 in der vom Verbundpartner IÖR aufbereiteten Datenbank amtlicher Hausumringe Deutschland enthalten waren. Das sind die Hausumringe, die bis **Ende 2014** gemeldet waren.
- Erreichbar sind somit auch nach 2014 fertiggestellte Nichtwohngebäude, aber nur, solange sie Schnittflächen mit Hausumringen haben, die bereits im April 2015 in der Datenbank vorhanden waren. Bei diesen über die Auswahlgrundlage erreichbaren Nichtwohngebäuden mit Fertigstellungszeitpunkt nach 2014 dürfte es sich deshalb fast ausschließlich um solche Neubauten handeln, die auf Abrissgrundstücken erstellt wurden.
- Neubauten auf neu ausgewiesenen Bauflächen haben dagegen grundsätzlich keine Erfassungschance. Gleiches gilt auch für Nichtwohngebäude, die Ende 2014 zwar bereits errichtet waren, die aber aufgrund der zeitverzögerten, sich auf bis zu drei Jahre hinziehenden Aufnahme in das Liegenschaftskataster dort Ende 2014 noch nicht erfasst waren.
- Zu beachten ist, dass sich das Screening aus erhebungspraktischen Gründen bis Ende Mai 2019 erstreckte, die Breitenerhebung bis Ende September 2019.
- Vor diesem Hintergrund wurde von den Verbundpartnern die Entscheidung getroffen, zwar alle im Screening identifizierten Nichtwohngebäude ungeachtet ihres tatsächlichen oder vermuteten Baualters in die Erhebung aufzunehmen, die späteren eigenen Auswertungen aber grundsätzlich nur auf diejenigen **Nichtwohngebäude mit einem Baujahr von 2014 oder älter** zu beschränken.

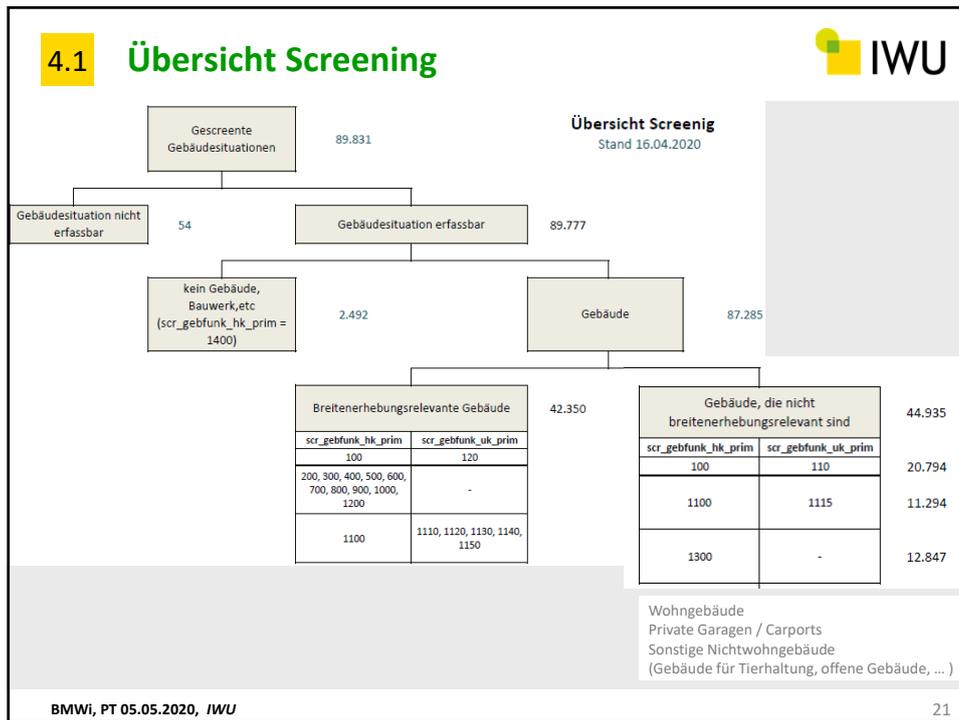
Cischinsky, Holger, Stichprobe: Modellierung und Ziehung, IWU, Darmstadt 2018

ENOB:dataNWG

- 1 Herausforderung und Ziele
- 2 Forschungsansatz
- 3 Methodik
- 4 erste Ergebnisse des Screenings



4.1 Übersicht Screening



4.2 Ergebnis Screening (1. Hochrechnung)

Primäre Gebäudefunktion (Screener-Feststellung)	Summe in TSD	Standard-fehler in TSD	Standard-fehler in %
überwiegend zu Nicht-Wohnzwecken genutzte Gebäude	21.607	457	2,1%
Nichtwohngebäude (NWG)	10.484	248	2,4%
... relevante NWG ⁽¹⁾	3.653	96	2,6%
... sonstige NWG ⁽²⁾	6.831	219	3,2%
Private Einzelgaragen oder Carports (Unterkategorie 1115)	11.123	305	2,7%

⁽¹⁾ Als relevante NWG sind hier die Gebäude bezeichnet, die nach dem Kenntnisstand des Screenings mutmaßlich EnEV-relevant sind. Erst im Interview der Breitenerhebung kann abschließend festgestellt werden, ob ein Gebäude tatsächlich EnEV-relevant ist, z.B. ob es beheizt ist.

⁽²⁾ Als sonstige NWG sind hier die Gebäude bezeichnet, die nach der im Screenings festgestellten Gebäudefunktion nicht EnEV-relevant sind, also z.B. Gebäude für Tierhaltung oder offene Betriebsgebäude.

BMW, PT 05.05.2020, IWU 22

4.3 Was ist eine Garage?

Die Garagengebäude sind die zahlenmäßig häufigste Gebäudekategorie.

Die Garagengebäude sind sehr heterogen.

Manchmal bilden Wohnhaus und Garage eine Einheit (inner-gebäudlicher Zugang), manchmal nicht (Fertigarage):

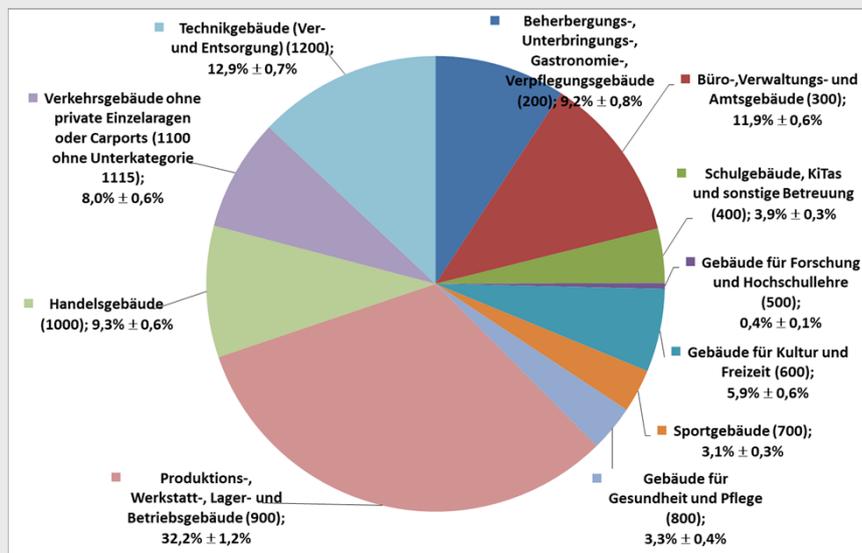
Garagenzeilen sind in den Geobasisdaten verschiedener Bundesländer unterschiedlich aufgelöst, in manchen als mehrere einzelne Garagengebäude (siehe oben Beispiel Hamburg) und in manchen als ein Gebäude (siehe oben Beispiel Erfurt), das die gesamte Zeile umfasst.

Im Screening wurde aus Aufwandsgründen auf die einheitliche Korrektur verzichtet, weil für diese nicht EnEV-relevante Gebäudekategorie der damit verbundene Aufwand für zu hoch angesehen wurde

Garagengebäude werden gesondert ausgewiesen.

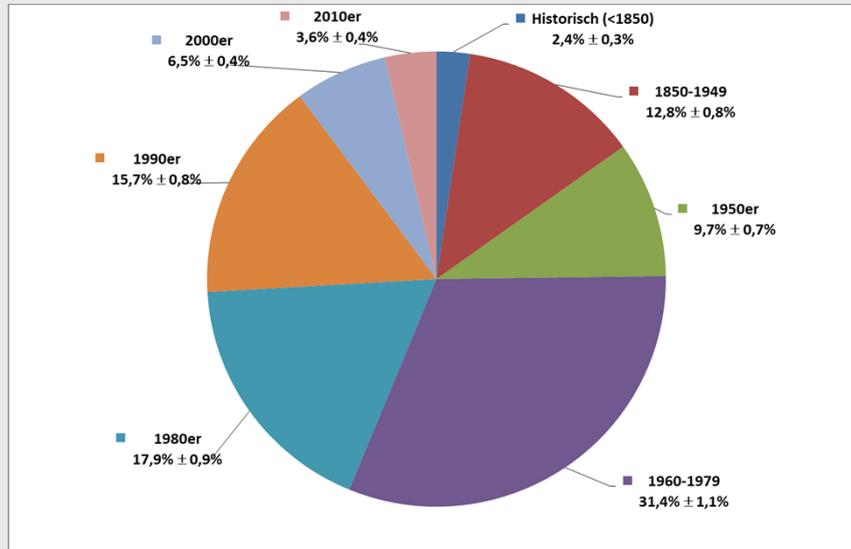


4.4 Gebädefunktion relevanter NWG (1. Hochrechnung)



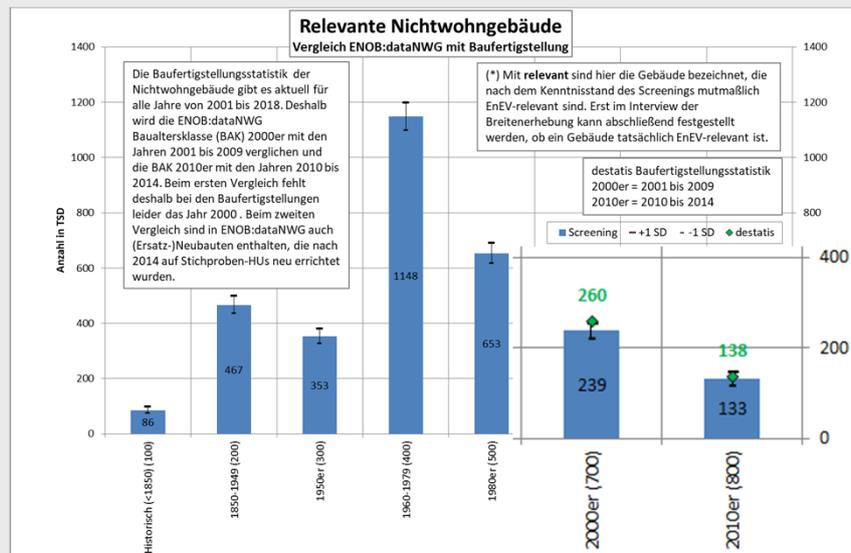
4.5

Baualtersklasse relevanter NWG
(1. Hochrechnung)



4.6

Vergleich mit Baufertigstellungsstatistik
(1. Hochrechnung)



4.7

Wohngebäude (1. Hochrechnung)



	Summe in TSD	Standardfehler
Anzahl Wohngebäude (ENOB:dataNWG, mit Grenzfallgebäude ⁽¹⁾)	20.055	noch nicht ermittelt
Anzahl Wohngebäude (ENOB:dataNWG, ohne Grenzfallgebäude (120))	19.622	noch nicht ermittelt
Bestand an Wohngebäuden (destatis, 31231-02-01-5-B, 31.12.2018)	19.053	nicht angegeben
Bestand an Wohngebäuden (destatis, 31231-02-01-5-B, 31.12.2014)	18.628	nicht angegeben

⁽¹⁾ Bei Grenzfallgebäuden (UK_{prim} = 120) konnte im Screening nicht abschließend eingeschätzt werden, ob es sich um ein Gebäude handelt, das überwiegend (also zu mehr als 50% der Nutzfläche) für Wohnzwecke oder für Nicht-Wohnzwecke genutzt wird. Diese Gebäude wurden in die Breiterehebung gegeben. In den dazu geführten Interviews wurde in ca. 80% der Fälle überwiegende Wohnnutzung angegeben.

Abgesehen von dem stichprobenbedingten Fehler unserer Daten sind beim Vergleich mit dem amtlichen Bestand noch folgende Aspekte zu betrachten:

Der amtliche Jahresendbestand 2018 ist das Ergebnis einer – bekanntermaßen fehleranfälligen – Fortschreibung ausgehend von den Vollerhebungsergebnissen der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2011.

Auch die GWZ-Ergebnisse selbst sind nicht 100%ig sicher – allein schon deshalb, weil auch sie auf unsicheren Befragtenangaben basieren.

Der amtliche Jahresendbestand 2018 bezieht sich auf den Stichtag 31.12.2018. Wir haben in unserer Erhebung jedoch keinen exakten Stichtag, denn das Screening lief über mehr als ein Jahr.

Hinzu kommt, dass unsere HU-Stichprobe auf einem Datenbankauszug vom April 2015 basiert, wir damit also nach dem 31.12.2014 fertiggestellte Neubauten auf zuvor unbebauten Grundstücken gar nicht erreichen können.

BMW, PT 05.05.2020, IWU 27

4.8

Mischgebäude (1. Hochrechnung)



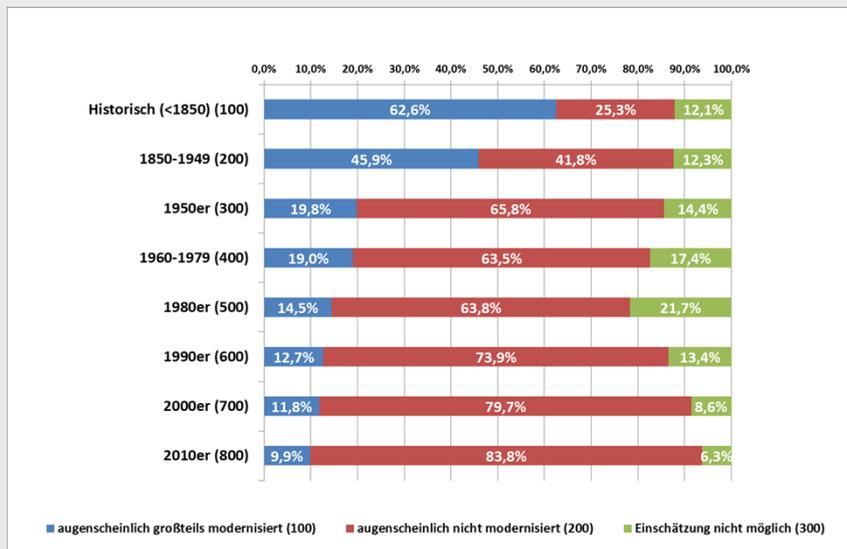
1.1.4 Wohn- und Mischgebäude (Screener-Feststellung, Datenstand 09.04.2020)	Anzahl in TSD	Standard fehler in TSD	Fallzahl
Wohngebäude (inkl. der Grenzfallgebäude)	20.055	-	21.622
... davon Wohngebäude mit Gewerbeeinheiten	2.127	-	3.849
Nichtwohngebäude mit Wohnraum	793	47	2.984
Destatis / GWZ 2011			
Sonstige Gebäude mit Wohnraum 2014 ⁽¹⁾	669	-	
Sonstige Gebäude mit Wohnraum 2018 ⁽¹⁾	677	-	

⁽¹⁾ Da im Zuge der jährlichen Bautätigkeitsstatistik nur der Wohngebäudebestand (einschließlich Wohnheime), nicht aber der Bestand an sonstigen Gebäuden mit Wohnraum fortgeschrieben wird, handelt es sich bei den hier ausgewiesenen Gebäudebestandszahlen zu den sonstigen Gebäuden mit Wohnraum um eigene Schätzungen. Konkret wurden die aus der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2011 bekannten Bestandszahlen für das Bundesgebiet mit denjenigen Raten fortgeschrieben, um die die (amtlicherseits fortgeschriebenen) Wohnungszahlen in diesen Gebäuden zwischen dem Zensusstichtag (9. Mai 2011) jeweils gestiegen sind.

BMW, PT 05.05.2020, IWU 28

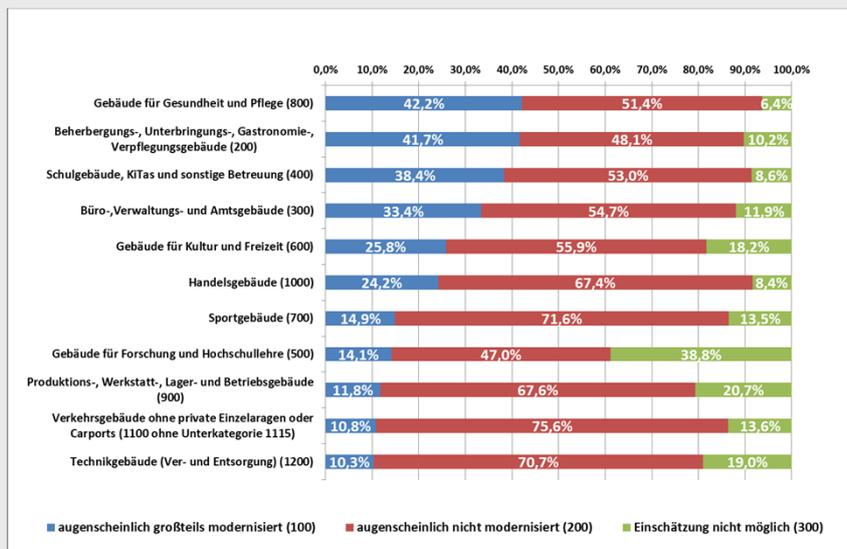
4.9

Modernisierungszustand nach Baualter
(1. Hochrechnung)



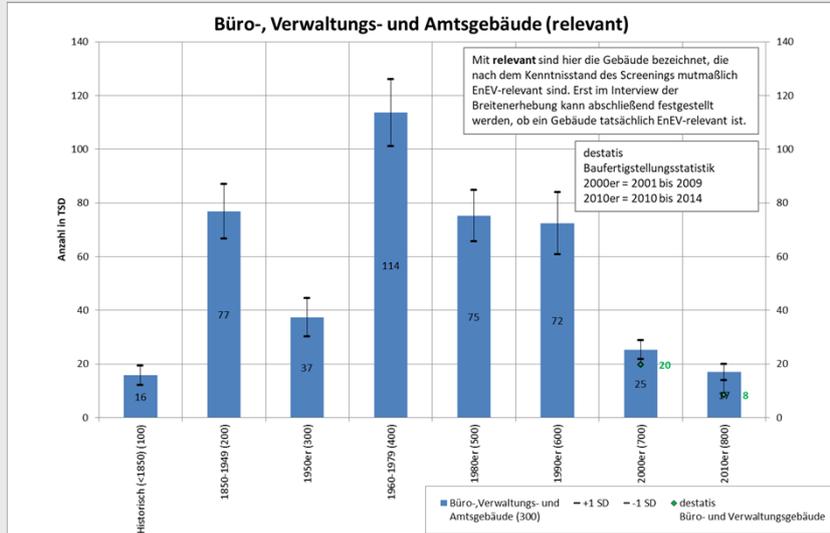
4.10

Modernisierungszustand nach Funktion
(1. Hochrechnung)



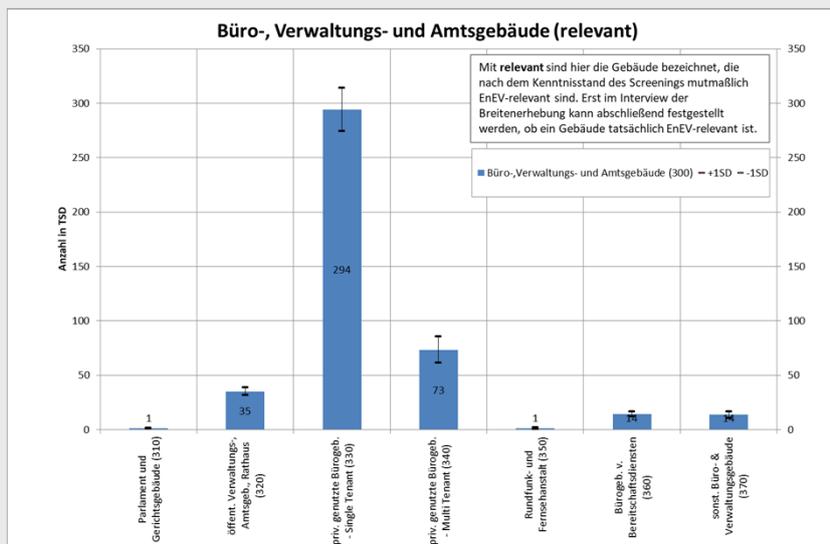
4.11

Büro-, Verwaltungs- und Amtsgebäude
Baualtersklassen (1. Hochrechnung)



4.12

Büro-, Verwaltungs- und Amtsgebäude
Haupt-/Unterkategorie (1. Hochrechnung)



4.13 Berechnung von Hüllflächen

Multiparts

Auch Geodaten haben Toleranzen:
Virtuelle Abstände und Mikroabstände

Overlap und Duplikate

Im Screening musste editiert werden, dabei gab es auch Fehler, z.B. bei Trennen eines HU in zwei Gebäude.

Automatisierte und manuelle Bereinigungen der Datenbasis sind erforderlich.



BMW, PT 05.05.2020, IWU

Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude

(ENOB:dataNWG)

Wir haben den
Bestand der Nichtwohngebäude
vermessen.



Quelle: AdobeStock