Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude
Abschlusstagung und Workshops
28. und 29. April 2021
(digital)

Der Bestand der Nichtwohngebäude in Deutschland: Daten und Fakten

Michael Hörner
Institut Wohnen und Umwelt
Darmstadt

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

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

© taa22 Adobe Stock_78873655.jpeg

! Es sind mehr, als man denkt …

- Unsere Hochrechnung auf ganz Deutschland ergibt

21,124 ± 0,445 Mio.
Nichtwohngebäude.

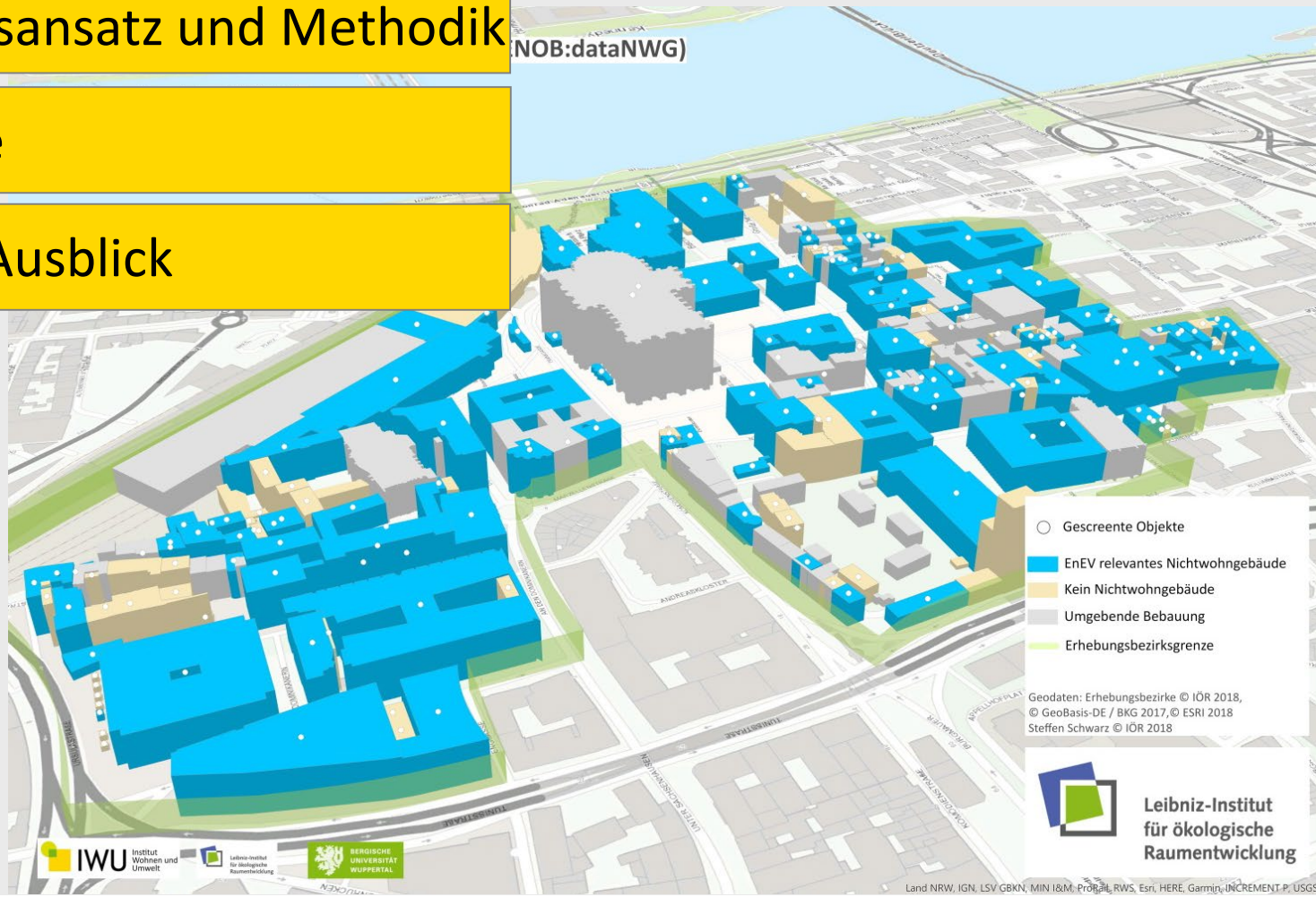
- Davon sind aber nur

1,981 ± 0,152 Mio.
beheizte oder gekühlte Nichtwohngebäude,

also in vollem Umfang GEG-relevant.

ENOB:dataNWG

1	Herausforderung und Ziele
2	Forschungsansatz und Methodik
3	Ergebnisse
4	Fazit und Ausblick



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 **Gebäudebestand**.
- Dazu braucht man **belastbare Daten** zur Struktur sowie dem Stand und der Dynamik der energetischen Beschaffenheit, die es bisher **nur für den Bestand der Wohngebäude** gibt (*Gebäude- und Wohnungszählung* im Rahmen des Zensus, *Bautätigkeitsstatistik, Datenerhebung Wohngebäudebestand (IWU 2016))*
- Nichtwohngebäude werden in der *Bautätigkeitsstatistik* erst ab 1980 für die alten Bundesländer und ab 1993 für das vereinigte Deutschland geführt (destatis 2020a). **Es gibt keine amtlichen Zahlen zum Gesamtbestand der Nichtwohngebäude in Deutschland.**

- **Wir schließen die Datenlücke:**

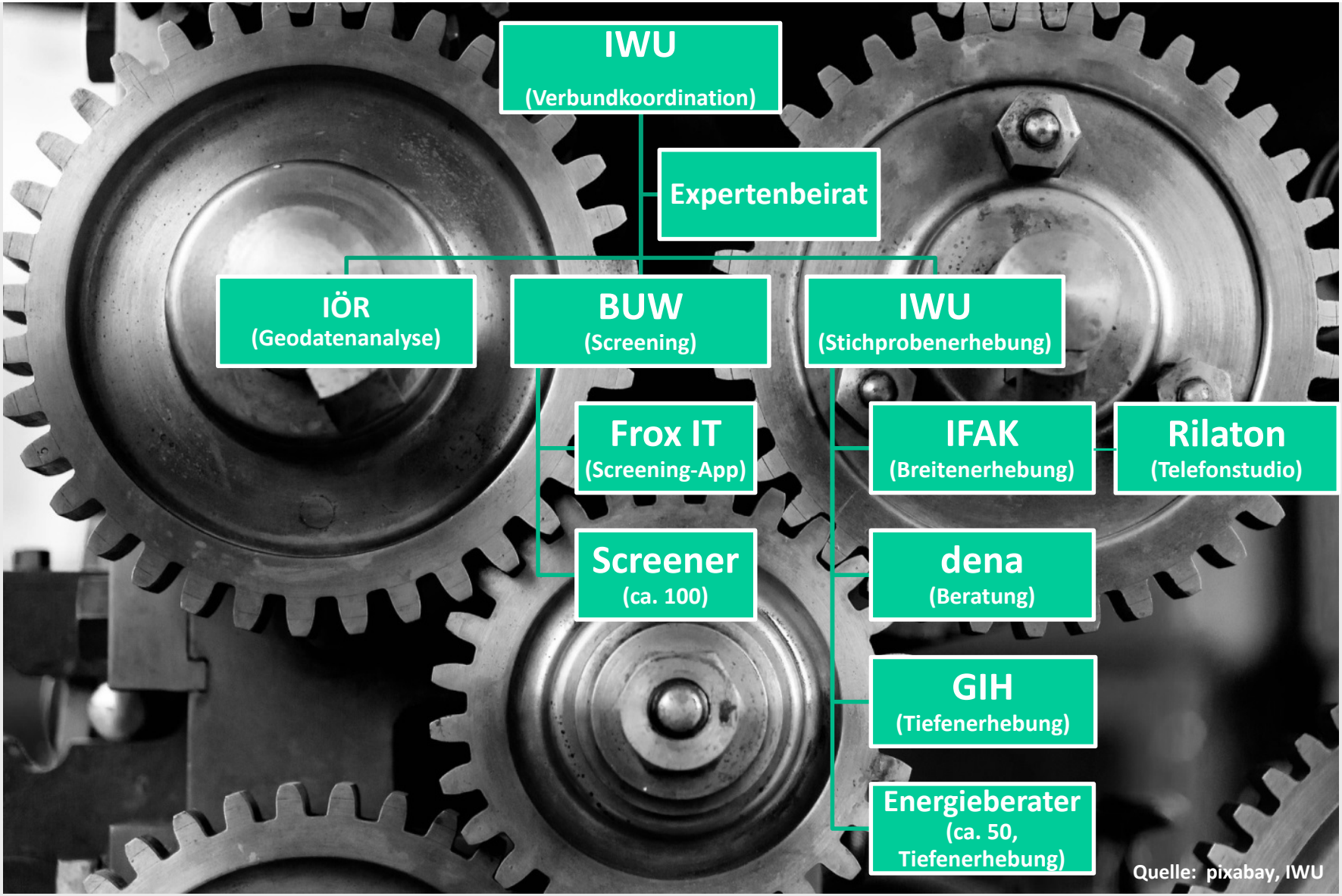
  Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude (ENOB:dataNWG)

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

1.2 Forschungsfragen

- Stichprobenerhebung energetische Beschaffenheit
  - 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 „GEG-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 Bestand der „GEG-relevanten“ Nichtwohngebäude heute? Wie kann der zukünftige Energieverbrauch in Szenarien 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?
- Immobilienwirtschaft
  - Bei der Erforschung der Gebäudebestände in Deutschland spielen auch immobilienwirtschaftliche Fragen eine wichtige Rolle. Insbesondere Angaben zu Nutz-/Mietflächen sind von großer Bedeutung.

1.3 Projektteam



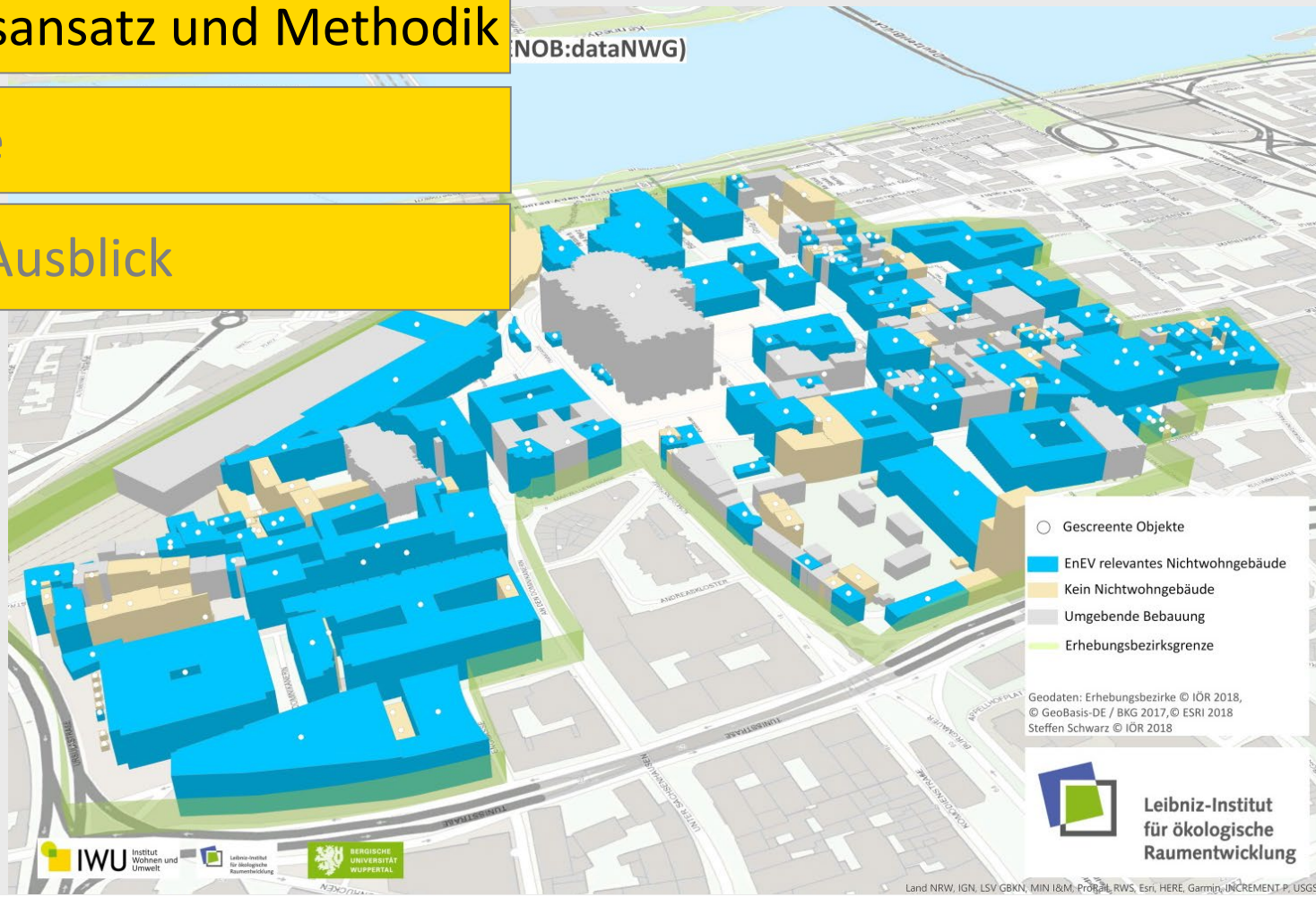
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz und Methodik

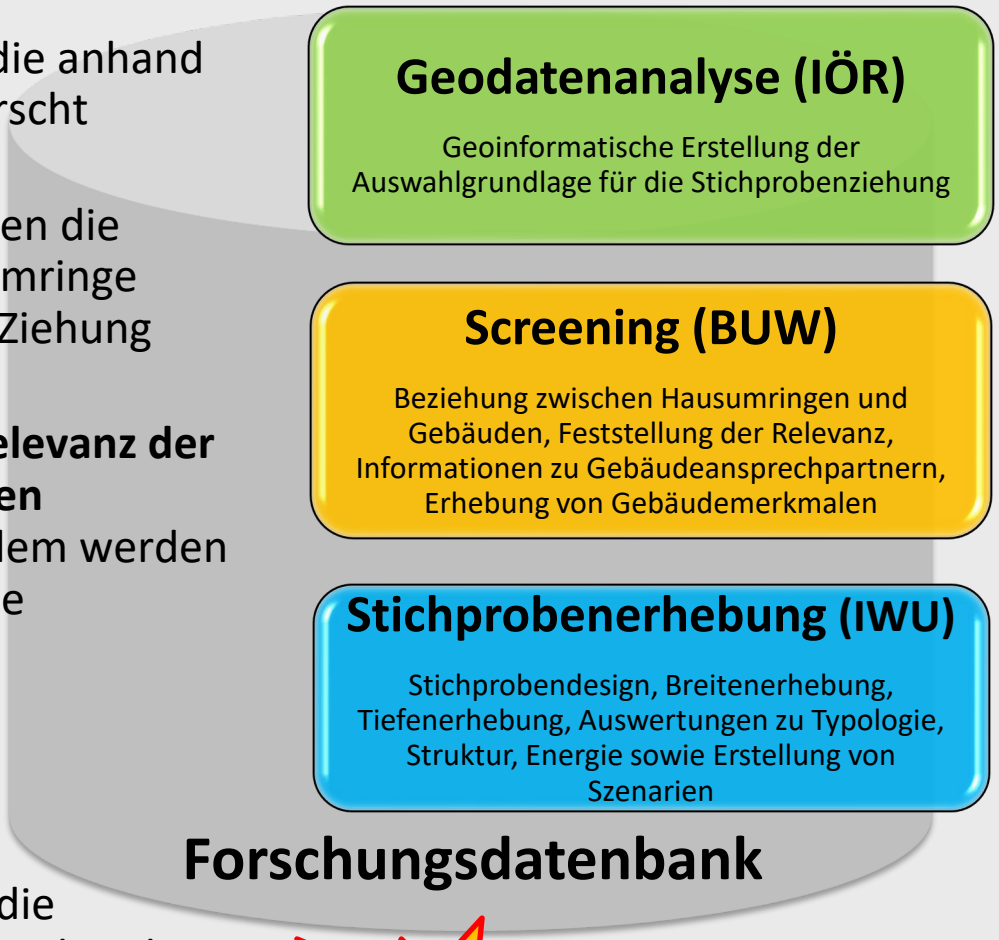
3 Ergebnisse

4 Fazit und Ausblick



2.1 Forschungsansatz ENOB:dataNWG

- Unser Forschungsinteresse gilt den **Nichtwohngebäuden** in Deutschland, die anhand einer **repräsentativen Stichprobe** erforscht werden sollen.
- Da es **kein Gebäuderegister** gibt, dienten die georeferenzierten Polygone der Hausumringe (HU-DE) als **Auswahlgrundlage** für die Ziehung einer Stichprobe.
- Mit dem Screening vor Ort muss die **Relevanz der Hausumringe** und ihre **Beziehung zu den Gebäuden** festgestellt werden. Außerdem werden Hinweise auf die **Eigentümer** und einige **Gebäudemerkmale** ermittelt.



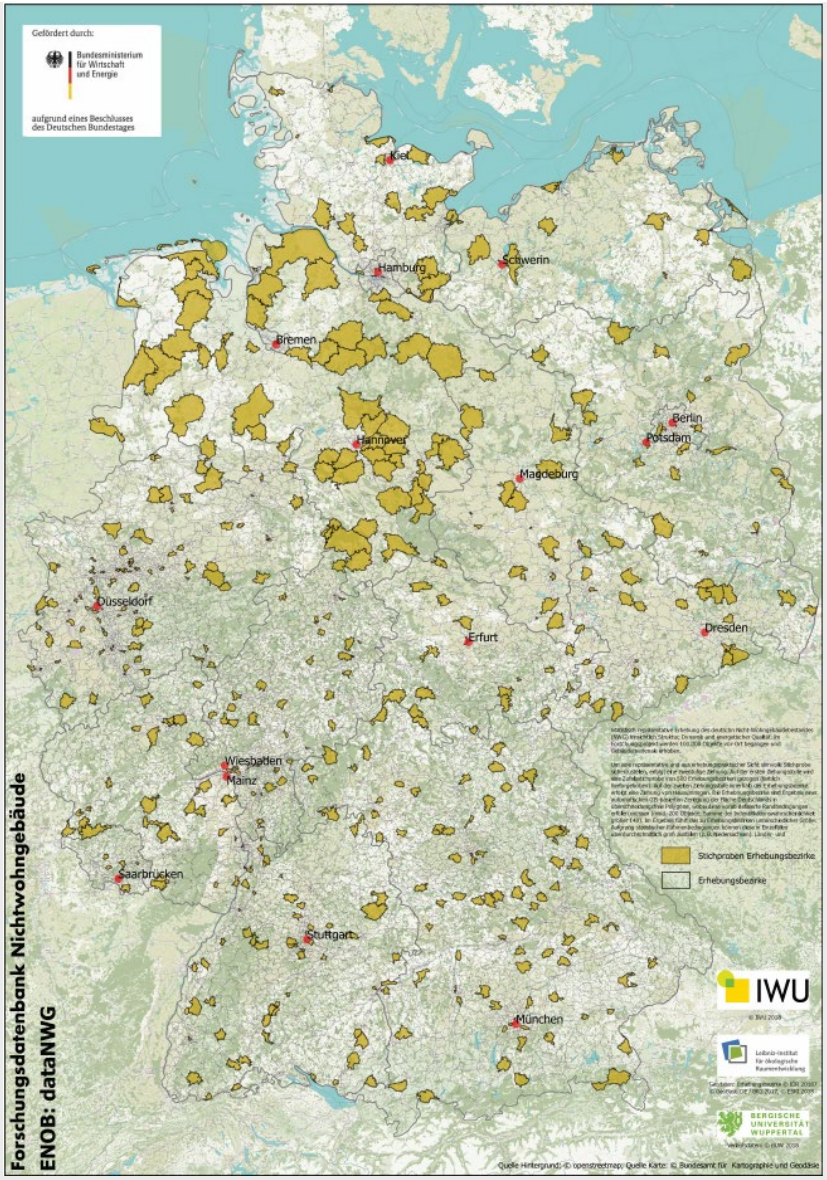
- Dadurch eröffnet sich zum ersten Mal die Möglichkeit, den Sektor der Nichtwohngebäude in einer klassischen **Stichprobenerhebung statistisch repräsentativ und kostengünstig** zu erforschen.

Neu

2.2 Stichprobendesign

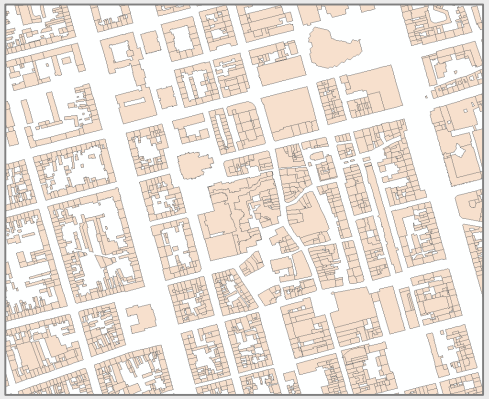
Geobasisdaten stellen eine geeignete Auswahlgrundlage für die Stichprobenziehung dar

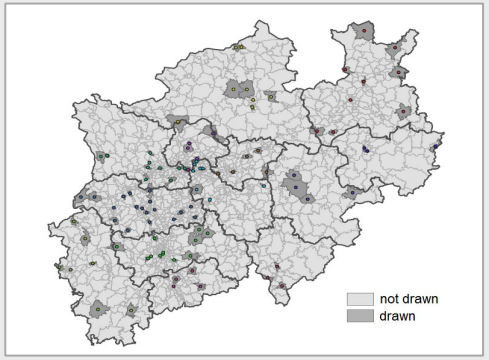
- Amtliche Hausumringe Deutschland (HU-DE) + 3D Gebäudemodell (LoD1-DE)
  - Abgeleitet aus dem Liegenschaftkataster
  - Relevanz und Hinweise auf Eigentümer müssen vor Ort ermittelt werden
- Zweistufige, geschichtete Stichprobe aus erhebungspraktischen Gründen erforderlich
  - Erhebungsbezirke als primäre Erhebungseinheiten
  - Hausumringe als sekundäre Erhebungseinheiten

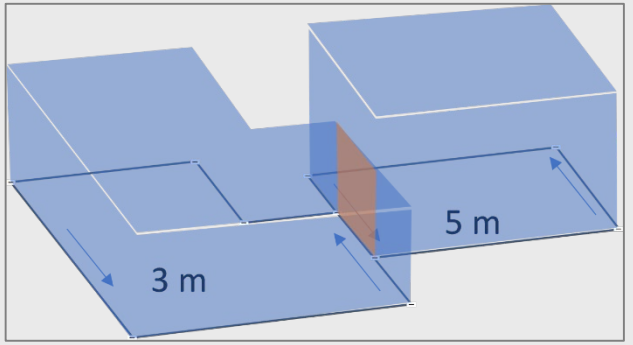


2.3 Geodatenanalyse

- Hausumringe
  - Geometrische Bereinigung
  - Festlegung einer Relevanzwahrscheinlichkeit
  - Berechnung von Merkmalen
    - Morphologie
    - Umgebung
    - Semantik
- Erhebungsbezirke
  - Automatisierte Generierung
  - Beachtung stichprobenmethodischer Randbedingungen
  - Berücksichtigung erhebungspraktischer Begrenzungen
- Hüllflächenberechnung
  - Geoinformatische Methoden wurden angewendet, um geometrische Eigenschaften für alle Gebäude in der Stichprobe zu berechnen.

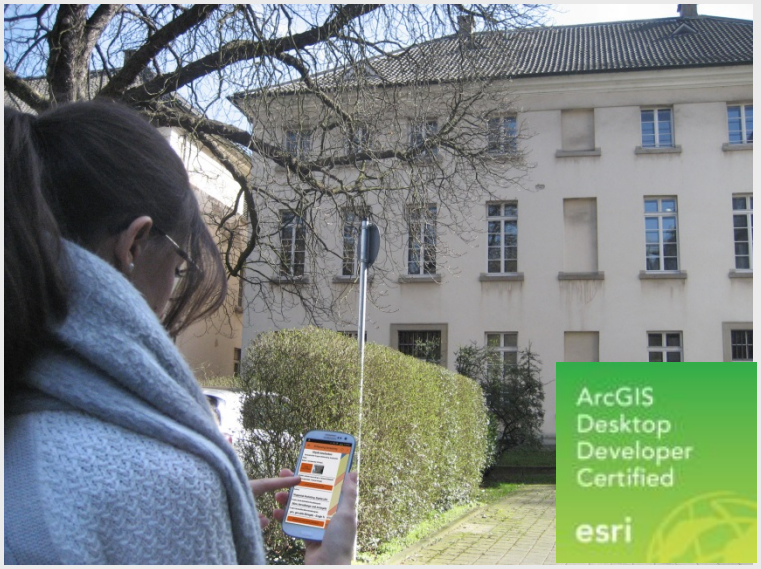


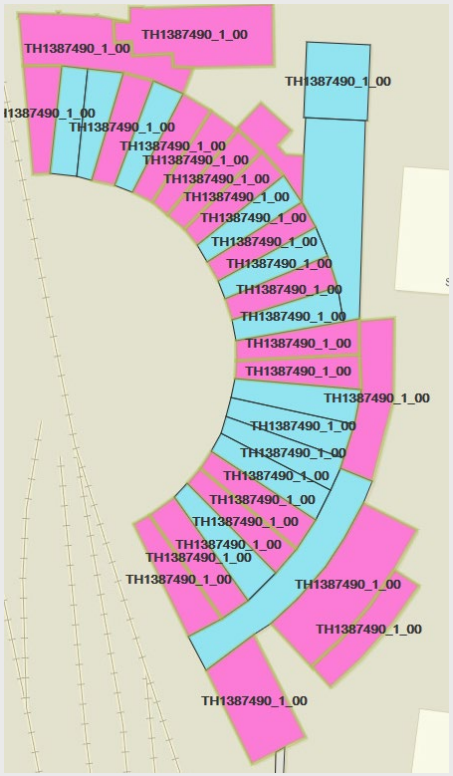




2.4 Screening

- Was ist ein einzelnes Nichtwohngebäude?
- Beziehung HU zu Gebäude
- Informationen zum Eigentümer
- Relevanz für Breitenerhebung
- Merkmale für erste Auswertungen und Nonresponse-Modell





2.5 Breitenerhebung

- Interviews durch Marktforschungsinstitut ifak
  - Die Befragung wendet sich an die Person/en, die die Fragen zum Gebäude beantworten kann/ können (und will / wollen).
  - Die Befragung dauert ca. 30 Minuten, kann jederzeit unterbrochen und später fortgeführt werden.
  - Mehrere Personen können nacheinander am Fragebogen arbeiten, z.B. Herr „Fenster“ und Frau „Heizung“
  - Methodenwechsel von Telefon zu Online während des Interviews möglich
- Gliederung in 6 Themenbereiche
  - Basisdaten (Nutzung, Baujahr, Größe, …)
  - Fassade und Fenster
  - Dach und Keller
  - Heizung / Solarthermie
  - Lüftung, Kühlung, Kälte
  - Beleuchtung

  Interesse an Tiefenerhebung

(c) Monkey Business - Fotolia__90418149_XL.jpg

(c) SZ-Designs - AdobeStock__68494416.jpeg

2.6 Tiefenerhebung

Messwerte

Witterung

Leerstand

Erhebung VSA 2.0

Gebäude

Anlagen

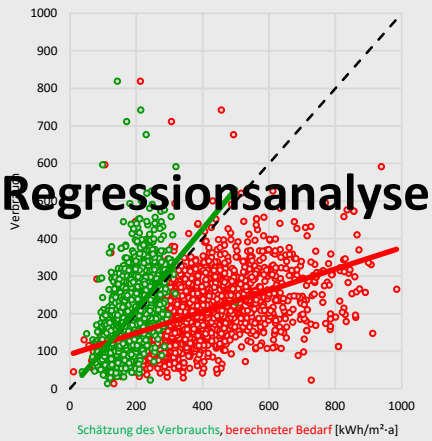
Nutzung

Bereinigung → Verbrauch

Berechnung
TEK 9.24 bzw. DIBS 2.0

Modellierung → Bedarf

Regressionsanalyse



Erhebung des gemessenen **Energieverbrauch**s und der **energetischen Beschaffenheit** und **Nutzung** des Gebäudes

Bereinigung des Energieverbrauchs und **Modellierung** des Energiebedarfs

Abgleich von Bedarf und Verbrauch
mit statistischen Methoden

2.7 Projektdesign im Überblick

1. Geodatenanalyse

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

2. Stichprobe

- 500 Erhebungsbezirke à 200 Hausumringe

3. Screening

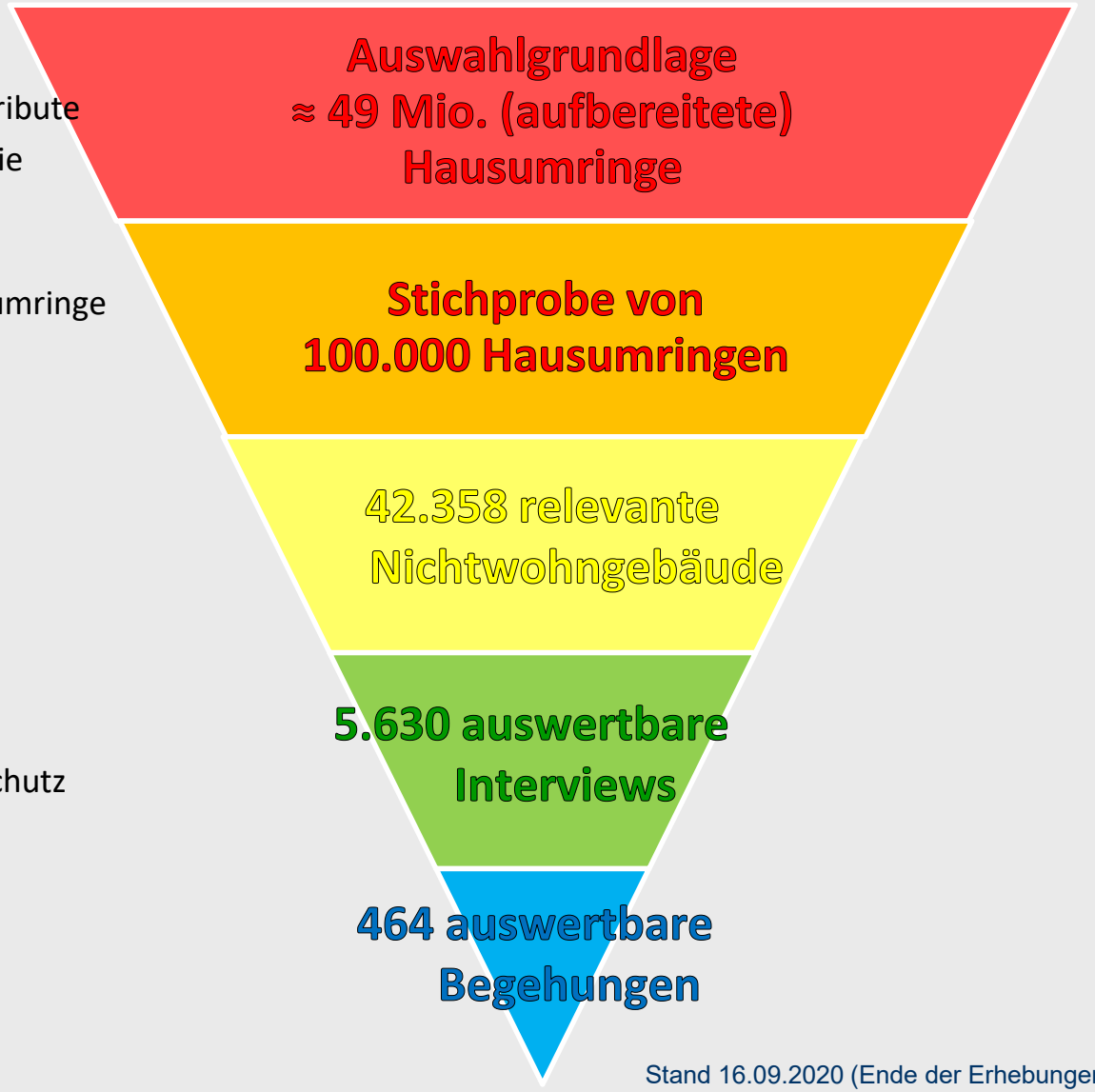
- Relevanz
- Beziehung Hausumring - Gebäude
- Adressdaten
- Gebäudebasismerkmale

4. Breitenerhebung

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

5. Tiefenerhebung

- Energieverbrauch /-bedarf
- Nutzungsparameter



Stand 16.09.2020 (Ende der Erhebungen)

2.8 Probleme

- Freiwillige Teilnahme kann zu verzerrenden Antwortausfällen (Nonresponse) führen.
  -> Bei entsprechendem Erhebungsdesign kann ein sog. Nonresponse-Modell dies ausgleichen. So konnten wir mögliche Verzerrungen aufgrund des Gebäudezustands durch das vorgelagerte Screening ausschließen.
- Komplexe Fragen können Befragte überfordern.
  -> Durch den Einsatz qualifizierten Erhebungspersonals, die sorgfältige Gestaltung des Fragebogens und die technische Realisierung der Befragung (CATI, Online) bis hin zur Suche von kompetenten Gebäudeansprechpartnern (Kontaktqualifizierung) konnte diese Art von „Messfehler“ reduziert werden.
- Die fehlende Auswahlgrundlage in Form eines Gebäuderegisters hat Konsequenzen für das Stichprobendesign zur Erhebung der Nichtwohngebäude, die den Standardfehler vergrößern:
  - Erhebungsbezirke verursachen den Klumpeneffekt,
  - eingeschränkte Relevanzfeststellung führt zu stark fluktuierenden Ziehungswahrscheinlichkeiten.

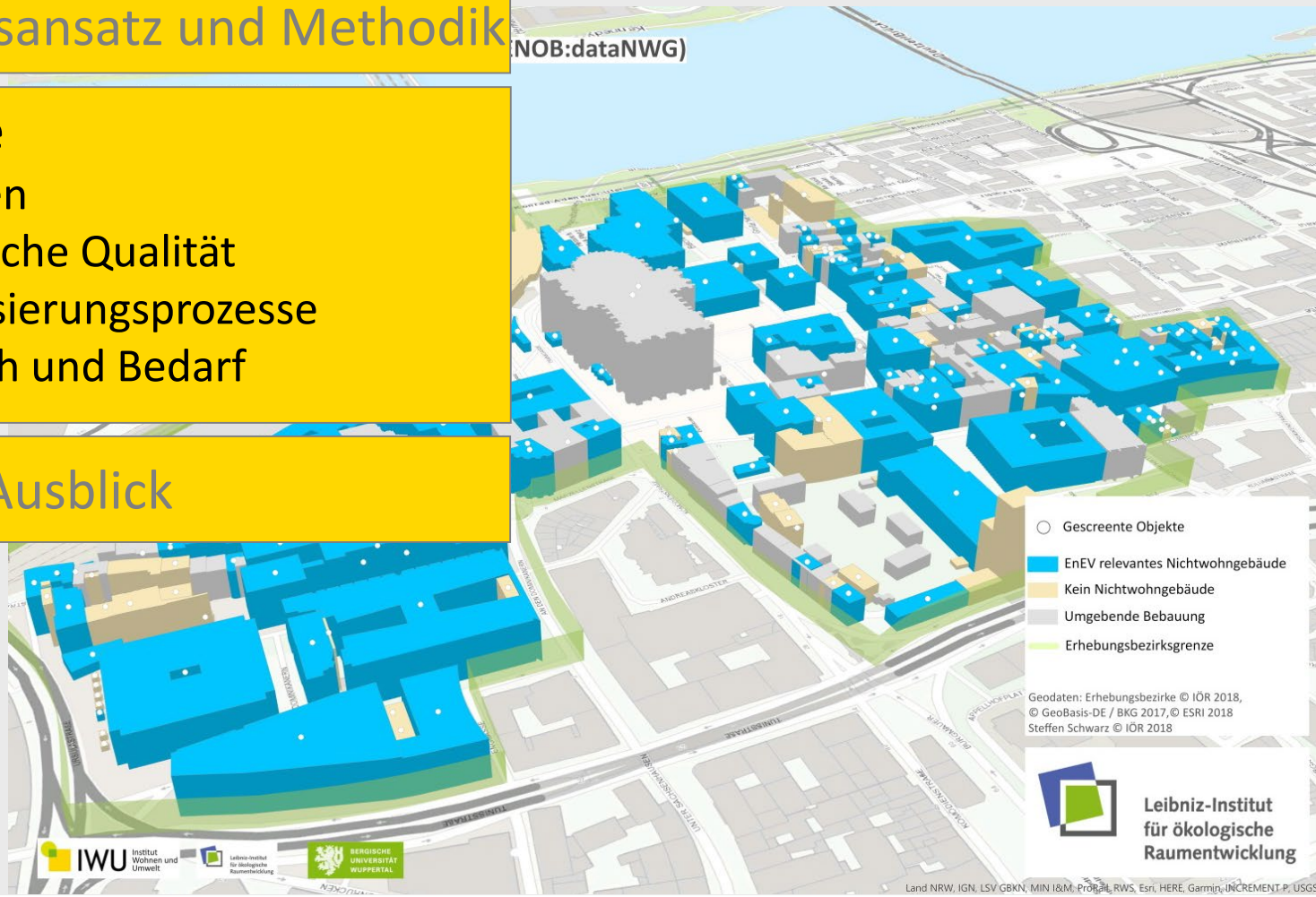
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz und Methodik

3 Ergebnisse
- Strukturen
- Energetische Qualität
- Modernisierungsprozesse
- Verbrauch und Bedarf

4 Fazit und Ausblick

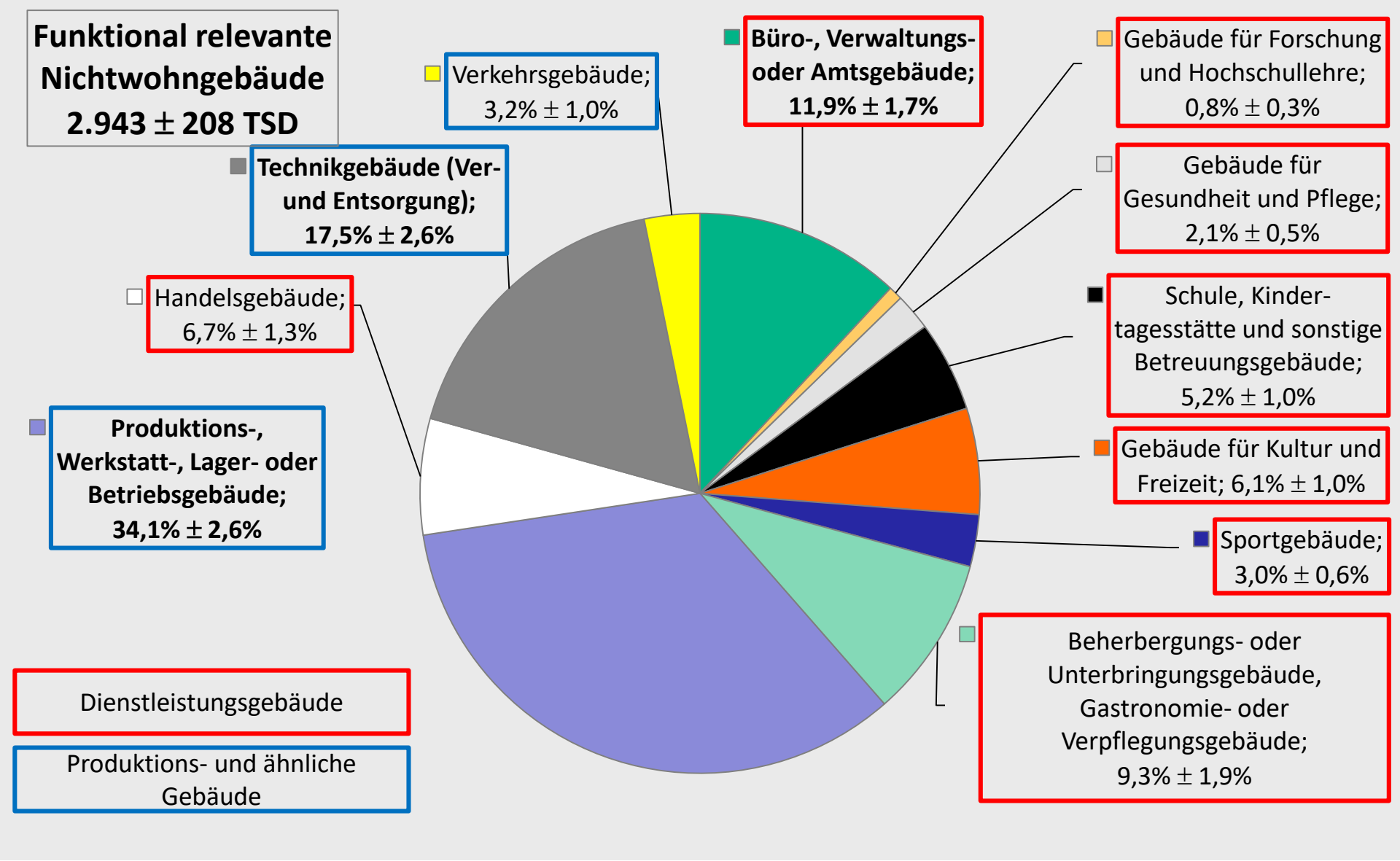


3.1 Zerlegung des Bestands

Nichtwohngebäude in Deutschland (Auswertung 1.1.2)	Anzahl in TSD	absoluter Standardfehler in TSD	relativer Standardfehler in %
Nichtwohngebäude (NWG)	21.124	445	2,1%
... davon thermisch relevante NWG(1)	... 2.172	168	7,7%
... davon **GEG-relevante NWG**(2)	... **1.981**	152	7,7%
... davon thermisch gering-konditionierte NWG(3)	... 0,192	47	24,7%
... davon sonstige thermisch konditionierte NWG(4)	... 4.166	170	4,1%
... davon thermisch nicht konditionierte NWG(5)	... 14.786	375	2,5%
Funktional relevante NWG	2.943	208	7,1%
... davon GEG-relevante NWG	... 1.981	152	7,7%
... davon thermisch gering-konditionierte NWG	... 192	47	24,7%
... davon thermisch nicht konditionierte NWG	... 771	111	14,3%

Bisher genannte Mengengerüste thermisch konditionierter Nichtwohngebäude (2,99 Mio. bei (BMVBS 2013 S. 42) bzw. 3,231 Mio. bei (Clausnitzer 2015) sowie mindestens 3,5 Mio. in (BMWi 2020 S. 30)) liegen oberhalb der von uns ermittelten Menge funktional relevanter NWG. Die Angaben der Befragten zeigen, dass mit etwa 26 % ein nicht vernachlässigbarer Anteil der funktional relevanten Nichtwohngebäude als nicht thermisch relevant anzunehmen ist.

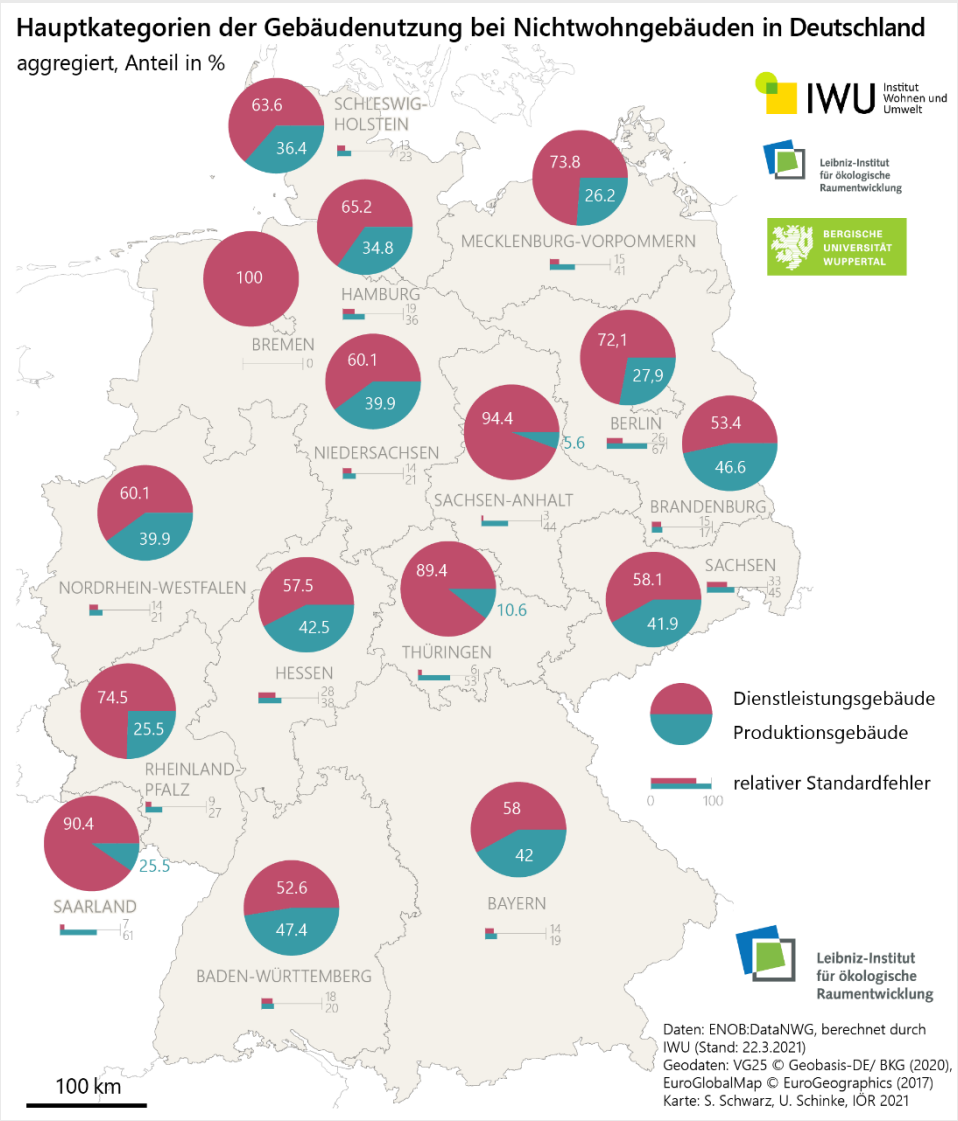
3.2 Haupt-Gebäudefunktion

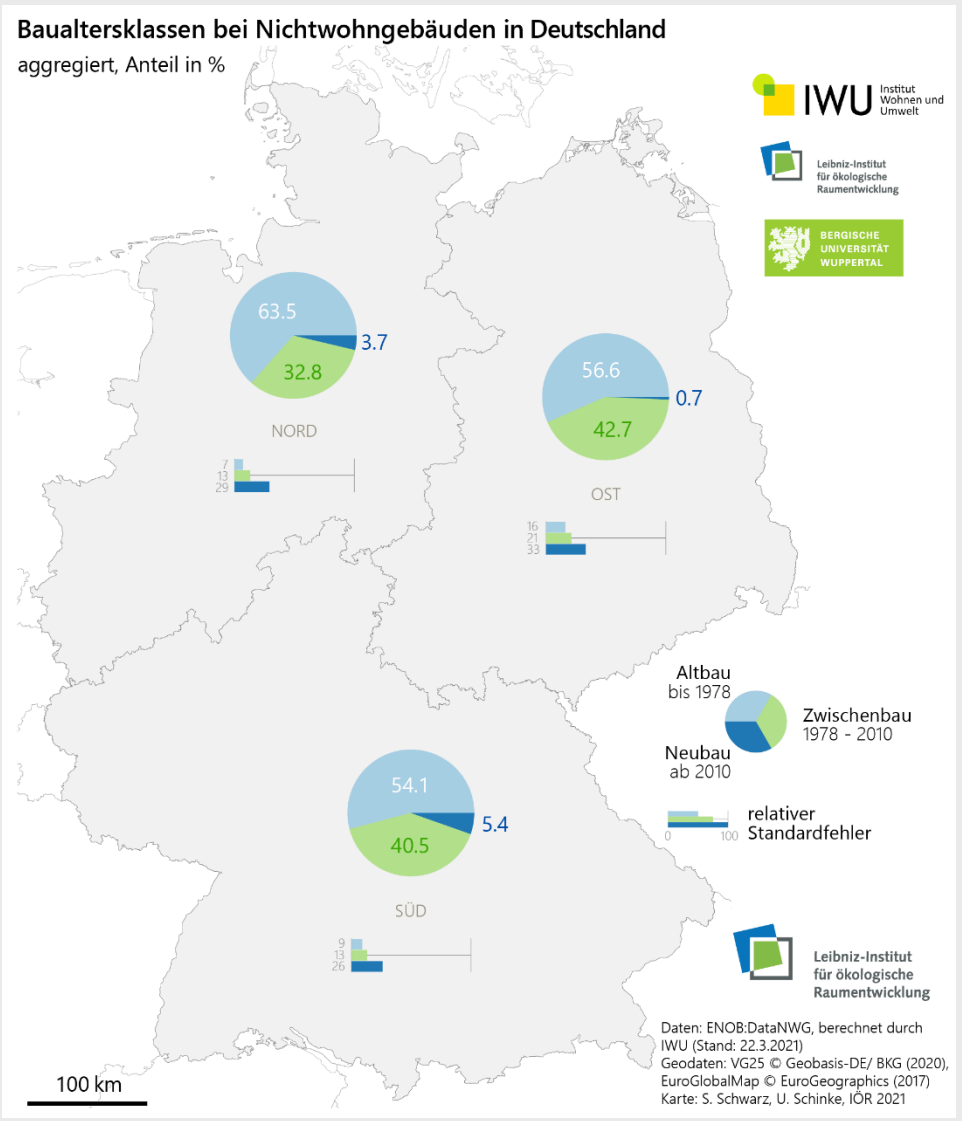


3.3 Baualtersklassen

Auswertung 1.1.9.	GEG-relevante Nichtwohngebäude nach Baualtersklassen (Spaltenprozente)			
Aggregierte Baualtersklassen	Relative Häufigkeit in %	Baualtersklassen	Relative Häufigkeit in %	Relativer Standard-fehler in %
Altbauten vor 1. WSVO	**57,9 ± 3,3%**	<= 1859	3,2%	28,5%
		1860 - 1918	10,4%	16,2%
		1919 - 1948	6,2%	18,6%
		1949 - 1957	7,5%	22,4%
		1958 - 1968	15,3%	16,3%
		1969 - 1978	15,2%	15,9%
Bestandsbauten nach 1. WSVO	38,2 ± 3,3%	1979 - 1983	5,0%	22,6%
		1984 - 1994	14,2%	17,2%
		1995 - 2001	9,3%	15,3%
		2002 - 2009	9,7%	21,4%
Neubauten	3,9 ± 0,8%	2010 - 2014	3,1%	22,6%
		>= 2015	0,8%	40,9%

3.4 Regionale Verteilung





3.5 Flächen und Volumen

Flächen und Volumina GEG-relevanter NWG (Auswertung 1.2.1, Breitenerhebung)	Summe ± abs. Standardfehler in Mio.	Mittel ± abs. Standardfehler
Bruttovolumen [m³]	18.182 ± 2.658	9.181 ± 1.142
Bruttogrundfläche [m²]	**3.507 ± 0.399**	**1.771 ± 149**
Fassadenfläche [m²]	1.905 ± 0.187	962 ± 59
... davon transparente Fläche [m²]	647 ± 76	327 ± 29
... davon opake Fläche gegen außen [m²]	1.211 ± 0.119	611 ± 37
Dachfläche [m²]	1.858 ± 0.254	938 ± 106

Die Geobasisdaten bilden zusammen mit ausgewählten Befragungsdaten eine ausgezeichnete Grundlage zur näherungsweisen Berechnung und Hochrechnung von geometrischen Merkmalen.

Für das Merkmal Bruttogrundfläche wird eine Summe von 3,507 ± 0,399 Mio. m² für alle GEG-relevanten NWG ermittelt, was einem Mittelwert von 1.771 ± 149 m² BGF pro NWG entspricht. Die Angabe zur BGF aus ENOB:dataNWG kann mit den in (BMWi, BMU 2015) angegebenen, nach Gebäudekategorien differenzierten Faktoren auf NRF umgerechnet werden. Es ergibt sich eine NRF von 3,083 ± 0,351 Mio. m².

3.6 Büroflächenbestand nach Größenklassen

	Screening - Büro als Hauptnutzung			Screening - Büro als Haupt- od. Nebennutz.		
	Fläche in Mio. m²		*Std.fehler in Mio. m²*	Fläche in Mio. m²		*Std.fehler in Mio. m²*
<100 m²	5		± 1	11		± 2
100 - < 1.000 m²	113	58 %	± 8	147	62 %	± 10
1.000 - < 5.000 m²	140		± 11	159		± 13
5.000 - < 10.000 m²	52		± 6	58		± 10
10.000 - < 25.0000 m²	53		± 9	54		± 10
25.0000 - 49.999 m²	58		± 30	59		± 31
>= 50.000 m²	22		± 9	22		± 9
Gesamt	444		± 39	510		± 44
Fallzahl	*7.764*			*12.087*		

$$fl_buero = geb_flaeche \cdot scr_vollgeschosse \cdot ant_bueronutzung \cdot 0{,}85$$

Etwa 60 % des Büroflächenbestandes ist in Gebäuden verortet, in denen nicht mehr als 5.000 m² Bürofläche vorhanden ist. Anders als in den deutschen TOP-Bürostandorten spielen die „kleinteiligen Bestände“ deutschlandweit eine bedeutende Rolle!

3.7 Vergleich mit der amtlichen Statistik

Wohn- und Mischgebäude	Anzahl in TSD	absoluter Standardfehler in TSD	relativer Standardfehler in %
ENOB:dataNWG (Auswertung 1.1.6, Screening und Breitenerhebung)			
Wohngebäude (WG)	20.374	485	2,4%
... davon WG mit Gewerbeeinheiten	... 2.231	134	6,0%
Nichtwohngebäude mit Wohnraum	527	44	8,4%
Destatis (Gebäude und Wohnungen 2019)			
Bestand an Wohngebäuden (Stand 31.12.2018)	19.053	Keine Angabe	
Bestand an Wohngebäuden (Stand 31.12.2014)	18.628	Keine Angabe	

Die Hochrechnung aus ENOB:dataNWG überschätzt den Wert zum Stichtag 31.12.2014 um 9,3% und den zum 31.12.2018 um 6,9%. Zu berücksichtigen sind dabei Unterschiede bei den Stichtagen und Erhebungszeiträumen und in der Erhebungsmethodik. Auch andere Studien auf Grundlage von Geobasisdaten (Hartmann et al. 2016) kommen zu höheren Anzahlen von Wohngebäuden als die amtliche Statistik.

Vergleiche mit der Bautätigkeitsstatistik der Nichtwohngebäude sind schwieriger, da der Bestand nicht komplett erfasst ist. Sowohl eigene Auswertungen aus ENOB:dataNWG als auch Untersuchungen von (Busch 2012) deuten an, dass die Baufertigstellungsstatistik den Bestand an Nichtwohngebäuden nur unvollständig erfasst.

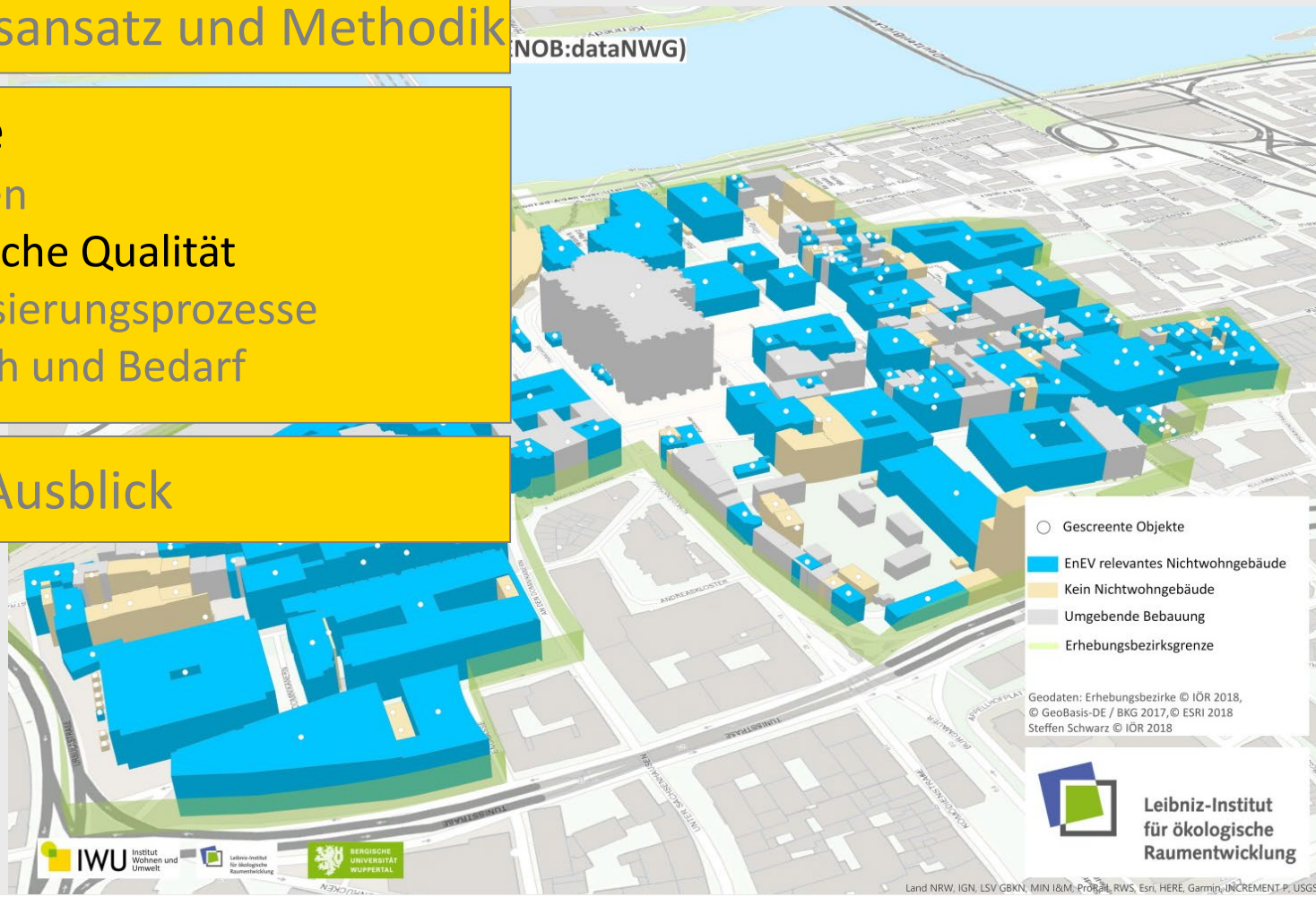
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz und Methodik

3 Ergebnisse
- Strukturen
- Energetische Qualität
- Modernisierungsprozesse
- Verbrauch und Bedarf

4 Fazit und Ausblick



3.8 Dämmfortschritt Außenwand

GEG-relevante NWG	Dämmfortschritt Außenwand[(1)], flächenbezogen			
Auswertung 2.3.3 (21.4.21)	Altbau vor 1. WSVO	Bestandsbau nach 1. WSVO bis 2009	Neubau (ab 2010)	Gesamt
Dienstleistungs-gebäude	25,6 ± 5,2%	58,4 ± 16,2%	94,3 ± 33,2%	37,5 ± 6,5%
Produktions- und ähnliche Gebäude	33,8 ± 13,6%	50,4 ± 18,7%	(77,8 ± 46,2%)[(2)]	43,8 ± 11,7%
Gesamt	28,2 ± 6,1%	54,4 ± 13,5%	87,0 ± 30,1%	40,0 ± 6,5%[(3)]

Insgesamt weisen 40% aller Außenwandflächen von NWG Wärmedämm-schichten auf, erwartungsgemäß bei Altbauten deutlich weniger, bei Neubauten deutlich mehr.

(1) Dämmfortschritt AW: Anteil gedämmte AW-Fläche an gesamter AW-Fläche
(2) (###) relativer Standardfehler ≥ 50%
(3) Vergleichswert Wohngebäude gesamt: 41,7 ± 1,2 %.

3.9 Transparente Bauteile

GEG-relevante NWG	Erneuerungsfortschritt Glasart[(1)], flächenbezogen			
Auswertung 2.2.2 (23.4.21)	Altbau vor 1. WSVO	Bestandsbau nach 1. WSVO bis 2009	Neubau (ab 2010)	Gesamt
1-S-Glas	10,7 ± 3,9%	3,7 ± 1,6%	(0,2 ± 0,2%) [(2)]	8,1 ± 2,6%
2-S-Glas	84,0 ± 20,1%	87,5 ± 18,4%	62,3± 29,3%	84,5 ± 14,6%
3-S-Glas	5,3 ± 1,7%	8,8 ± 2,7%	37,5 ± 17,1%	7,4 ± 1,6%[(3)]

Insgesamt weisen 84,5% aller transparenten Flächen von NWG 2-Scheiben-Verglasung auf. Nur Neubauten haben einen deutlich höheren Anteil an 3-S-Verglasung.

(1) Erneuerungsfortschritt transparente Bauteile: Flächenanteil der heute überwiegenden Glasart an der gesamten Fläche der transparenten Bauteile
(2) (###) relativer Standardfehler ≥ 50%
(3) Vergleichswert Wohngebäude Neubau (Tab. 39 unten): 2-S-Glas 23,0 ± 3,1%, 3-S-Glas 76,9 ± 3,1%.

3.10 Bestandsaufnahme Wärmeerzeuger

GEG-relevante NWG	Kategorie Hauptwärmeerzeuger[(1)], gebäudebezogen, Spaltenprozente			
Auswertung 3.1.6 (22.4.21)	Altbau vor 1. WSVO	Bestandsbau nach 1. WSVO bis 2009	Neubau[(3)] (ab 2010)	Gesamt
Zentral elektrisch	(1,5 ± 1,0%)[(2)]	(5,6 ± 2,8%)	4,2 ± 1,3%	3,2 ± 1,2%
Dezentral elektrisch	2,0 ± 0,6%	(5,9 ± 3,6%)	(1,1± 0,7%)	3,5 ± 1,5%
Zentral Brennstoff	78,0 ± 3,0%	66,0 ± 5,3%	54,1 ± 10,9%	72,5 ± 2,8%
Dezentral Brennstoff	4,8 ± 2,2%	(4,1 ± 2,1%)	(21,7 ± 12,0%)	5,2 ± 1,6%
Nah- oder Fernwärme	13,7 ± 2,1%	18,4 ± 4,6%	18,9 ± 7,8%	15,7 ± 2,3%

Heizkessel überwiegen in allen Altersklassen. Nah- und Fernwärme hat im Vergleich zu den Wohngebäuden etwa den doppelten Anteil. Die Anzahl elektrischer Wärmepumpen im Neubau ist auffallend gering. Gasbetriebene Hell- und Dunkelstrahler überwiegen bei dezentralen Anlagen mit Brennstoff.

(1) Merkmal w_erz_kat aus überwiegender Beheizungsart und Energieträger.
(2) (###) relativer Standardfehler ≥ 50%
(3) Vergleichswert Wohngebäude Neubau (Tab. 52)
elektrische Wärmepumpen: 39,0%, Heizkessel: 49,8%, Fernwärme: 7,1%

3.11 Raumlufttechnische Anlagen

GEG-relevante NWG	Art der Lüftung	
Auswertung 3.2.1 (22.4.21)	Anzahl ± abs. Standardfehler in TSD	Anteil ± abs. Standardfehler in %
GEG-relevante Nichtwohngebäude (NWG)	1.981 ± 152	100%
... davon mit Fensterlüftung	1.541 ± 128	78% ± 3%
... davon nur mit dezentralen Anlagen(1)	156 ± 45	8% ± 2%
... davon mit zentralen RLT-Anlagen	285 ± 40	14% ± 2%

78% der Gebäude werden durch Fensterlüftung mit frischer Außenluft versorgt, 8% verfügen nach Angabe der Befragten über dezentrale, 14% über zentrale Lüftungsanlagen.

(1) Dezentrale rlt. Anlagen umfassen in die Fassade oder Fenster integrierte Geräte, die keine zentrale Luftverteilung haben. Die Frage war um den Hinweis ergänzt, dass Umluft- oder Luftheizungsanlagen, die keine frische Außenluft in die Räume bringen, oder dezentrale Klein-anlagen wie z.B. WC-Lüfter oder mobile Klimageräte nicht zu den Anlagen zählen, die hier angegeben werden sollten.

3.12 Luftbehandlungsfunktionen

GEG-relevante NWG mit zentraler Raumlufttechnik	Luftbehandlungsfunktionen (LBF) (1)	
Auswertung 3.2.3 (22.4.21)	Anzahl ± abs. Standardfehler in TSD	Anteil ± abs. Standardfehler in %
GEG-relevante NWG mit zentraler RLT	285 ± 40	100%
... davon keine LBF	163 ± 27	57% ± 5%
... davon mit einer LBF	57 ± 12	20% ± 3%
... davon mit zwei LBF	50 ± 13	18% ± 4%
... davon mit drei LBF	6 ± 2	2% ± 1%
... davon mit vier LBF	9 ± 3	3% ± 1%

Mehr als die Hälfte der RLT-Anlagen sind sehr einfache Lüftungsanlagen ohne Luftbehandlungsfunktionen, etwa zwei Fünftel Teilklimaanlagen und nur 5% Vollklimaanlagen. Wärmerückgewinnung wurde in 23%, die Lüftungsfunktion Umluft in 22% der Anlagen angegeben.

(1) Die Komplexität einer raumlufttechnischen Anlage kann durch die Anzahl der thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen klassifiziert werden. Dabei werden die Funktionen Heizen (H), Kühlen (K), Befeuchten (B) und (gezieltes) Entfeuchten (E) unterschieden.

3.13 Typologie

GEG-relevante NWG	Mittlerer U-Wert in W/m²K der transparenten Bauteile(1), gebäudebezogen			
Auswertung 1.3.8 (22.4.21)	Altbau vor 1. WSVO	Bestandsbau nach 1. WSVO bis 2009	Neubau (ab 2010)	Gesamt
Büro-, Verwaltungs- oder Amtsgebäude	2,53 ± 0,15	2,11± 0,22	0,97 ± 0,05	2,33 ± 0,12
Schule, Kindertagesstätte und sonstiges Betreuungsgebäude	2,45 ± 0,12	1,93 ± 0,12	1,24 ± 0,06	2,17 ± 0,11
Beherbergungs- oder Unterbringungsgebäude, Gastronomie- oder Verpflegungsgebäude	2,66 ± 0,25	2,30 ± 0,37	1,19 ± 0,13	2,56 ± 0,22
Handelsgebäude	2,50 ± 0,17	2,28 ± 0,20	1,16 ± 0,13	2,35 ± 0,14
Produktions-, Werkstatt-, Lager- oder Betriebsgebäude	2,95 ± 0,20	2,09 ± 0,11	1,25 ± 0,04	2,52 ± 0,14

Für wichtige Merkmale der Gebäudehülle weisen wir mittlere Kennwerte in einer Typologie aus, differenziert nach 11 Haupt-Gebäudefunktionen und aggregierten Baualtersklassen, hier exemplarisch für einige Funktionen dargestellt.

(1) Merkmal U_Fen, flächengewichtet aus Bauweise 1 und 2 und baualterstypischen U-Werten der von den Befragten angegebenen Glasarten (nach Bekanntmachung BMWi 2015).

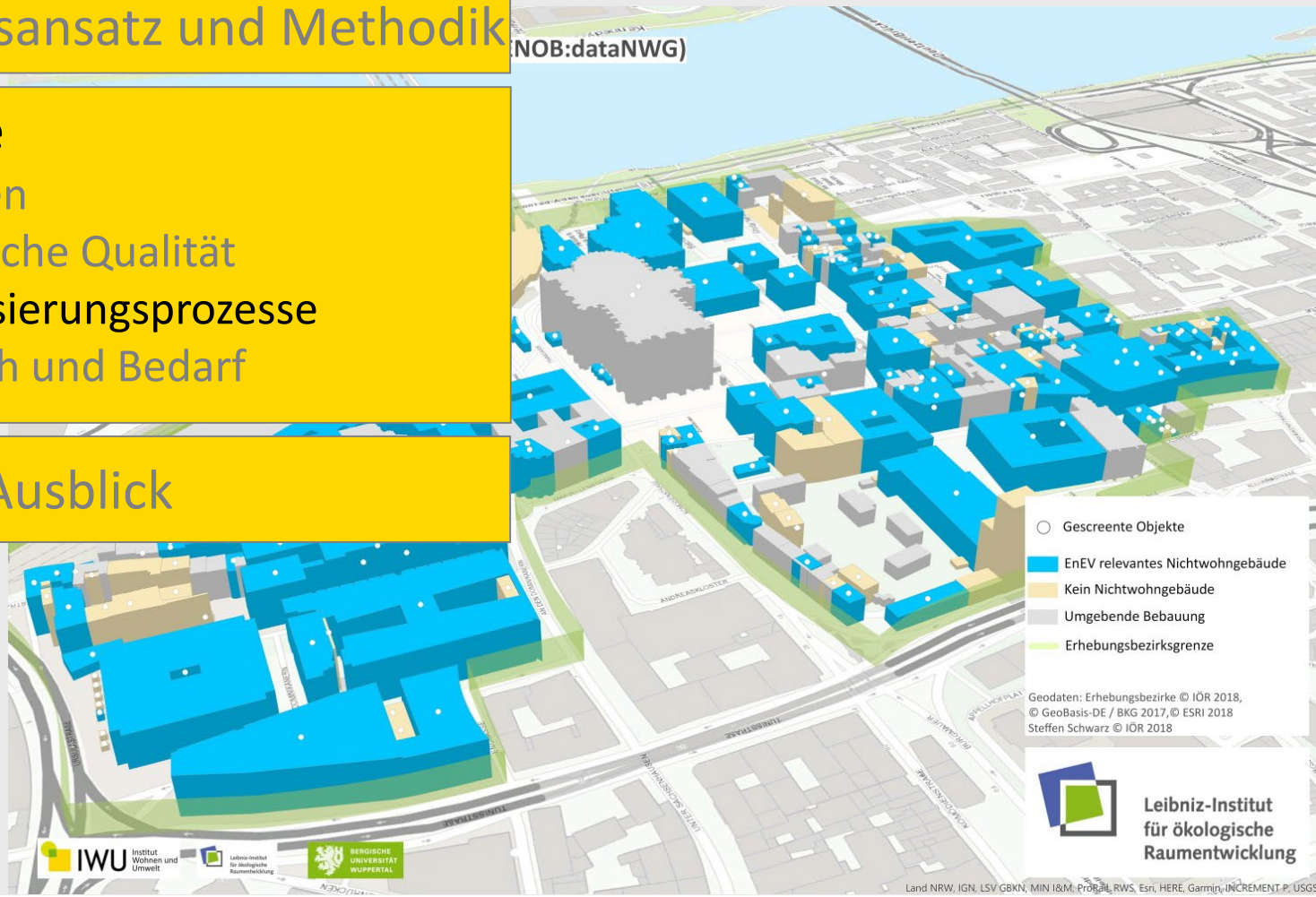
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz und Methodik

3 Ergebnisse
- Strukturen
- Energetische Qualität
- Modernisierungsprozesse
- Verbrauch und Bedarf

4 Fazit und Ausblick



3.14 Dämmrate Außenwand

GEG-relevante NWG	Dämmrate Außenwand[(1)] in %/a flächenbezogen, Zeitraum 2010 – 2014			
Auswertung 2.3.16.1	Altbau vor 1. WSVO	Bestandsbau nach 1. WSVO bis 2009	Neubau (ab 2010)	Gesamt
Dienstleistungs-gebäude	1,07 ± 0,34 [191][(2)]	(0,31 ± 0,29)[(3)] [30]	- [1]	0,82 ± 0,29 [222]
Produktions- und ähnliche Gebäude	(0,33 ± 0,19) [22]	(0,02 ± 0,02) [6]	- [1]	(0,2 ± 0,1) (29)
Gesamt	0,87 ± 0,26[(4)] [213]	(0,17 ± 0,15) [36]	- [2]	0,57 ± 0,19 [251]

Eine deutliche Erhöhung der Modernisierungsrate erscheint notwendig, um die Klimaschutzziele 2050 im Gebäudebestand zu erreichen.

(1) Dämmrate AW: Anteil der AW-Fläche, die nachträglich gedämmt wurde, an gesamter AW-Fläche in % pro Jahr
(2) [nnn] Fallzahlen
(3) (###) relativer Standardfehler ≥ 50%
(4) Vergleichswert Altbau Wohngebäude: 1,22 ± 0,10%/a, Unterschied ist nicht statistisch abgesichert (Signifikanzniveau 5%).

3.15 Sanierung ohne Dämmung (Außenwand)

GEG-relevante NWG	Sanierungsrate ohne Dämmung (Außenwand)[(1)], in %/a Gebäude (vor 2010 errichtet), Maßnahmen-Zeitraum ab 2010			
Auswertung 2.4.1 **(22.04.21)**	Altbau (vor 1. WSVO)	Bestandsbau (nach 1. WSVO bis 2009)	Neubau (ab 2010)	Gesamt
Dienstleistungs-gebäude	2,94 ± 0,47[(2)]	2,77 ± 0,70[(3)]	-	2,88 ± 0,40
Produktions- und ähnliche Gebäude	3,69 ± 0,96	2,13 ± 0,61	-	2,98 ± 0,60
Gesamt	3,20 ± 0,48[(2)]	2,49 ± 0,48	-	2,92 ± 0,35

Offensichtlich findet eine beträchtliche Bautätigkeit an den Außenwänden der Nichtwohngebäude statt, wie übrigens auch bei den Wohngebäuden.

(1) Sanierungsrate AW: Anteil der Nichtwohngebäude mit Baujahr vor 2010, die seit dem 1.1.2010 an der Außenwand neu angestrichen, verputzt oder mit Verkleidungen versehen wurden, in % pro Jahr

(2) Vergleichswert Altbau Wohngebäude: 2,25 ± 0,32%, Unterschied ist nicht statistisch abgesichert (Signifikanzniveau 5%).

3.16 Modernisierung Verglasungen

GEG-relevante NWG	Modernisierung Verglasungen, gebäudebezogen	
Auswertung 2.2.5 (26.04.21)	Altbau (vor 1. WSVO)	Gesamt
Jährliche Rate seit 2010(1)	2,3 ± 0,6 %/a	1,6 ± 0,6 %/a
Fortschritt insgesamt	78 ± 3 %	53 ± 3 %

Verglasungen werden mit einer deutliche höheren Rate modernisiert: 2,3 ± 0,6 %/a im Altbau (gebäudebezogen), obwohl diese spezifisch das teuerste Bauteil sind. Das ist niedriger als im Bestand der Wohngebäude.(2)

Insgesamt wurden die Verglasungen in 78% der Altbauten bzw. in 53% aller Nichtwohngebäude seit deren Errichtung ganz oder teilweise erneuert.

(1) Erneuerungsrate: Anteil der Nichtwohngebäude, an denen seit dem 1.1.2010 Verglasungen ganz oder teilweise erneuert wurden, an der Referenzmenge, in % pro Jahr

(2) Vergleichswert Altbau Wohngebäude (Tab. 43): 4,39 ± 0,17%, Unterschied ist statistisch abgesichert (Signifikanzniveau 5%).

3.17 Modernisierung Wärmeerzeuger

GEG-relevante NWG	Modernisierungsrate Hauptwärmeerzeuger in %/a, gebäudebezogen	
Auswertung 3.1.9	Altbau (vor 1. WSVO)	Gesamt
Zeitraum 2010 – 2014	2,9 ± 0,6	2,3 ± 0,4
Zeitraum 2015 oder später	2,0 ± 0,4	2,2 ± 0,4

Bei leichter Steigerung der Modernisierungsdynamik kann das Gros der Wärmeerzeuger bis 2050 noch einmal ausgetauscht werden.

3.18 Energieträgerwechsel?

GEG-relevante NWG, in denen ab 2010 der Haupt-Wärmeerzeuger erneuert wurde Auswertung 3.1.8 (22.4.21)		Welche Art von Wärmeerzeuger wurde bei Modernisierung neu installiert ? (w_erz_art_et_neu_2) -> Zeilenprozente					
		Gas-Heizkessel	Öl-Heizkessel	Biomasse-Heizkessel	Wärme-pumpe	Nah- und Fernwärme	Sonstige
Womit wurde die Heizwärme vorher (überwiegend) erzeugt? (qG17)	Gas-Heizkessel	80,5 ± 6,2%	-	2,4 ± 1,4%	(0,2 ± 0,2%)	10,9 ± 5,3%	6,0%
	Öl-Heizkessel	33,9 ± 9,3%	14,9 ± 4,0%	25,9 ± 11,8%	(0,2 ± 0,1%)	10,5 ± 5,3%	14,6%
	Nah- oder Fernwärme	38,7 ± 18,9%	-	-	-	34,1 ± 14,2%	27,1%
	Wärme-pumpe	-	-	-	90 ± 15%(1)	-	10%
Gesamt (Zeilenprozente)		56,5 ± 6,3%	4,1 ± 1,1%	9,1 ± 3,8%	(3,8 ± 2,8%)	9,5 ± 2,7%	17%

(1) Bei Wärmepumpen sind die Fallzahlen extrem gering, was die Aussagekraft einschränkt.

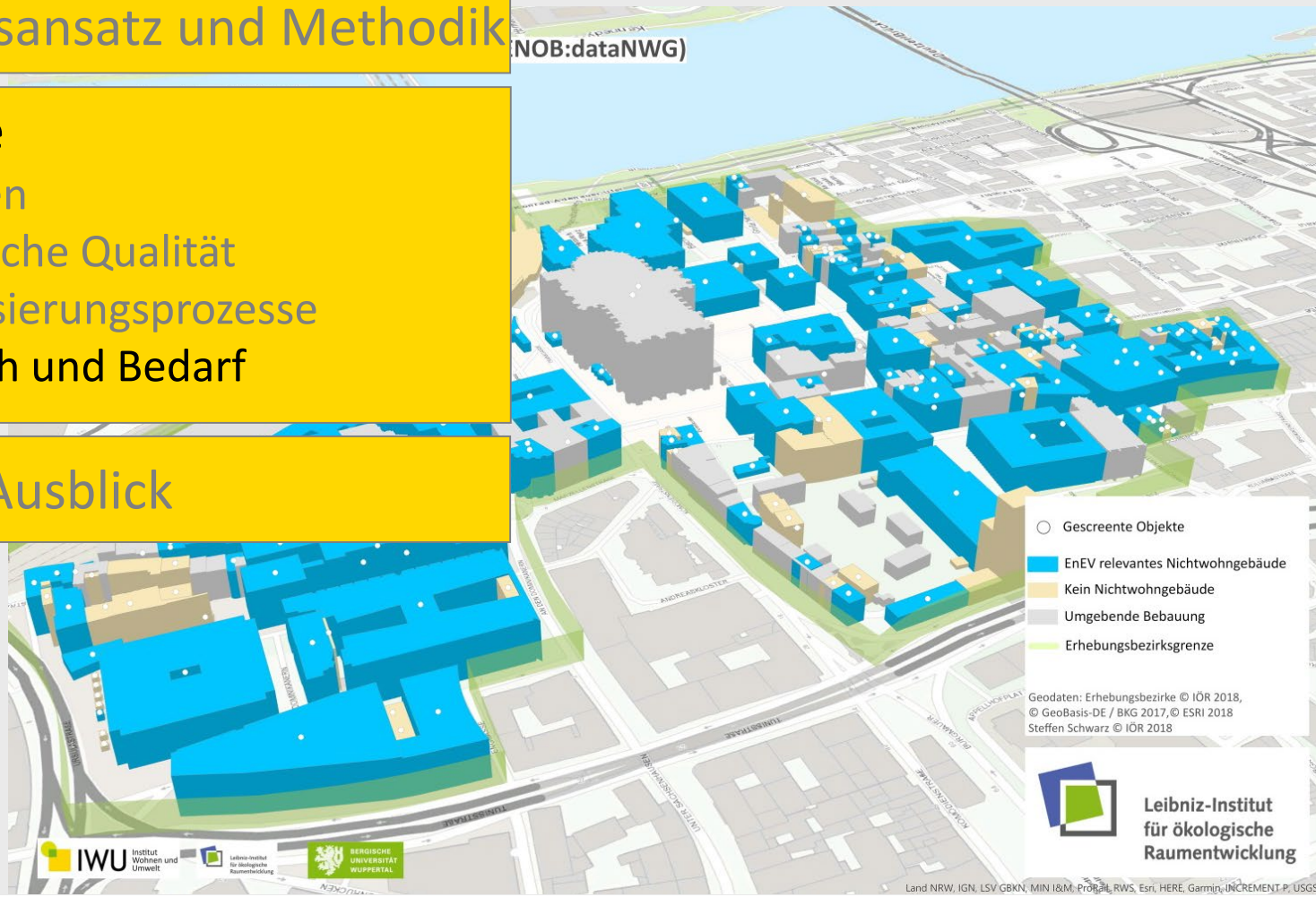
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

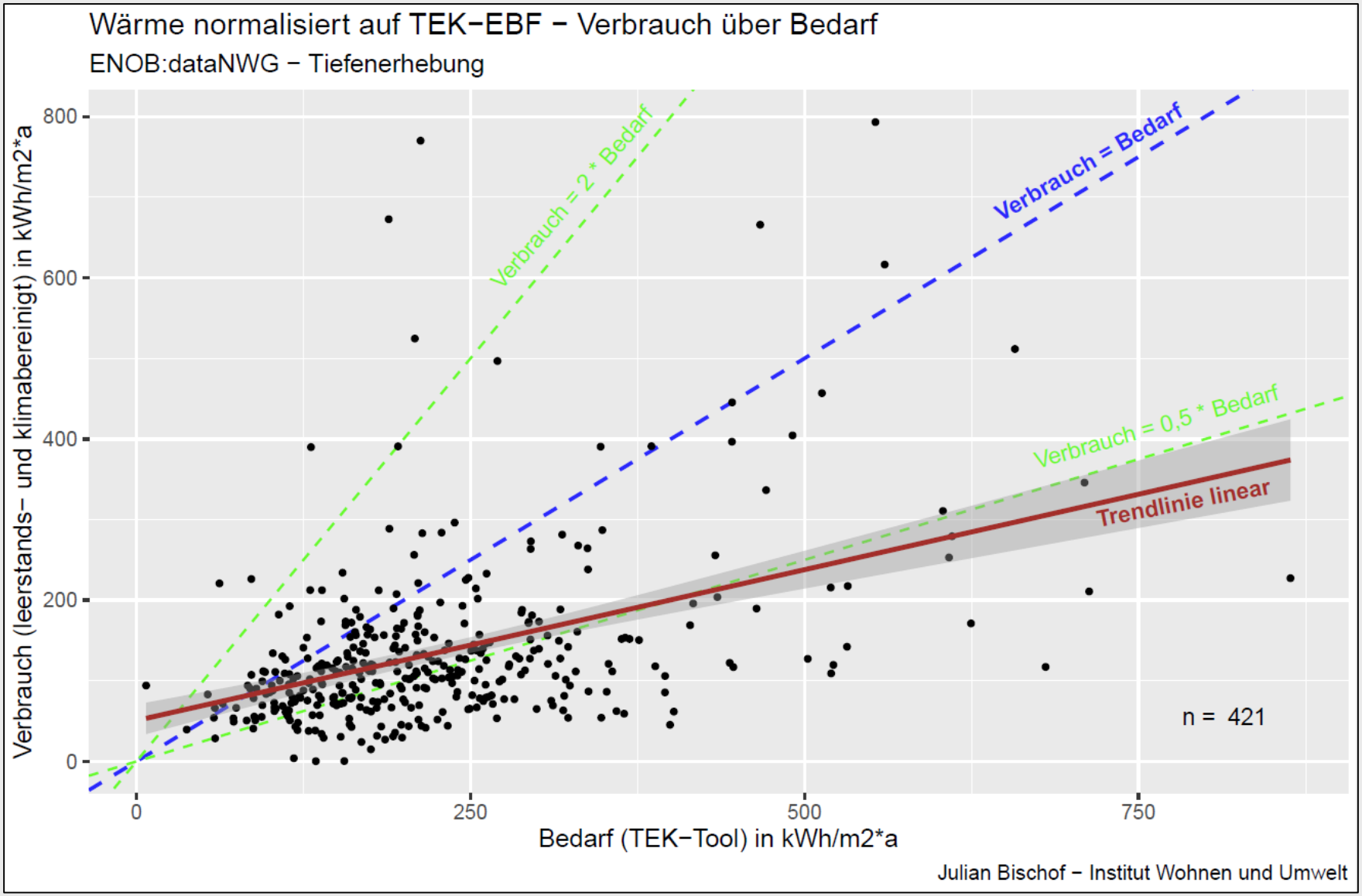
2 Forschungsansatz und Methodik

3 Ergebnisse
- Strukturen
- Energetische Qualität
- Modernisierungsprozesse
- Verbrauch und Bedarf

4 Fazit und Ausblick



3.19 Brennstoffe/Fernwärme Verbrauch / Bedarf



3.20 Kalibrierungsfunktion Verbrauch / Bedarf

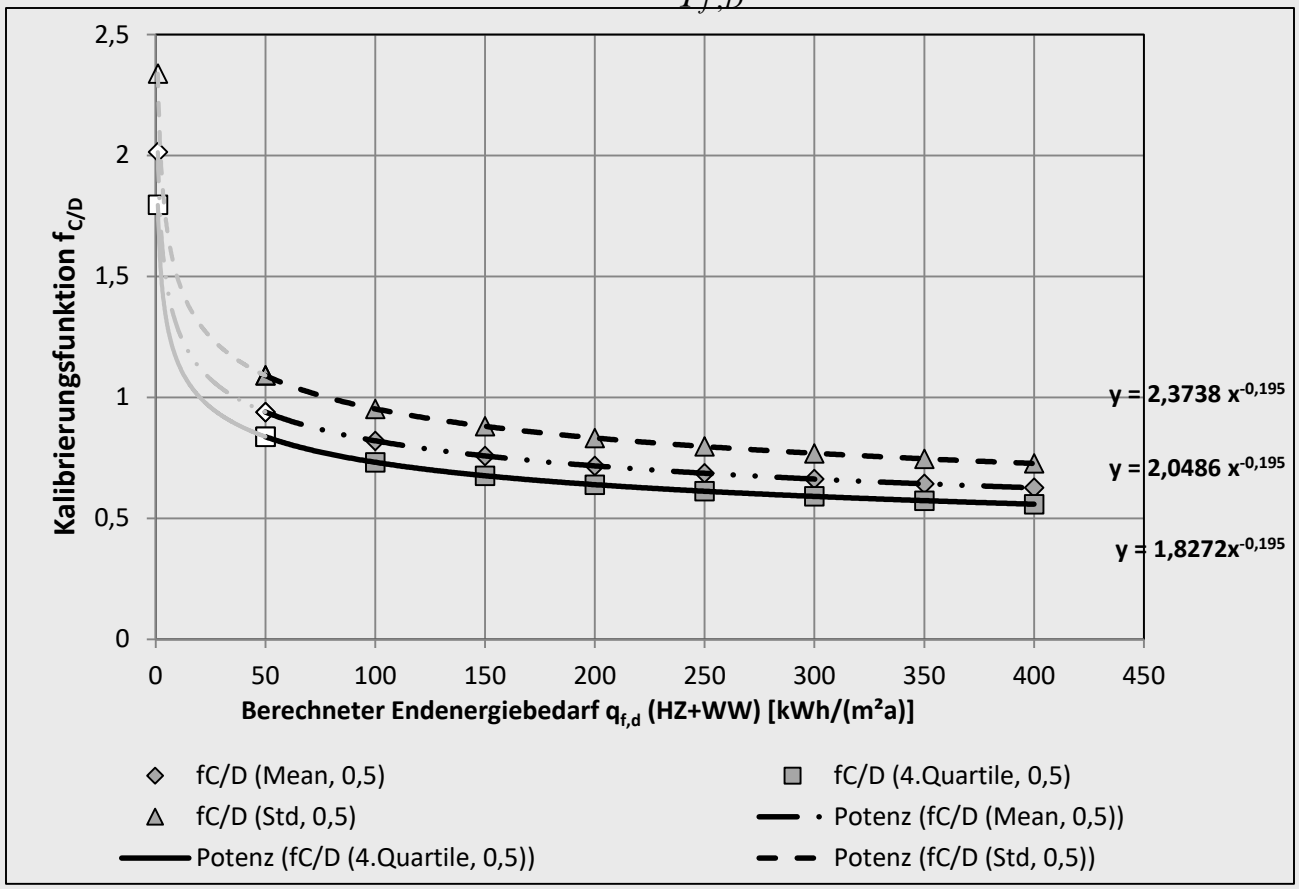
- Schätzfunktion für den Verbrauch

$$\hat{q}_{f,C} = q_{f,D}^{Std-simpl.\beta_5} \cdot e^{\beta_0+\beta_1\cdot f_{winvent,area}+\beta_2\cdot\Delta q_{int,std-real}+\beta_3\cdot\Delta t_{use,std-real}+\beta_4\cdot\Delta\vartheta_{int,std-real}}$$

$$= f_{C/D}\left(q_{f,D}^{Std-simpl.}\right)\cdot q_{f,D}^{Std-simpl.}$$

- Kalibrierungsfunktion $f_{C/D}$:

$$f_{C/D} = \frac{\hat{q}_{f,C}}{q_{f,D}^{Std-simpl.}} = \left(q_{f,D}^{Std-simpl.}\right)^{\beta_5-1} f_{use}$$



Quelle: TEK (IWU)

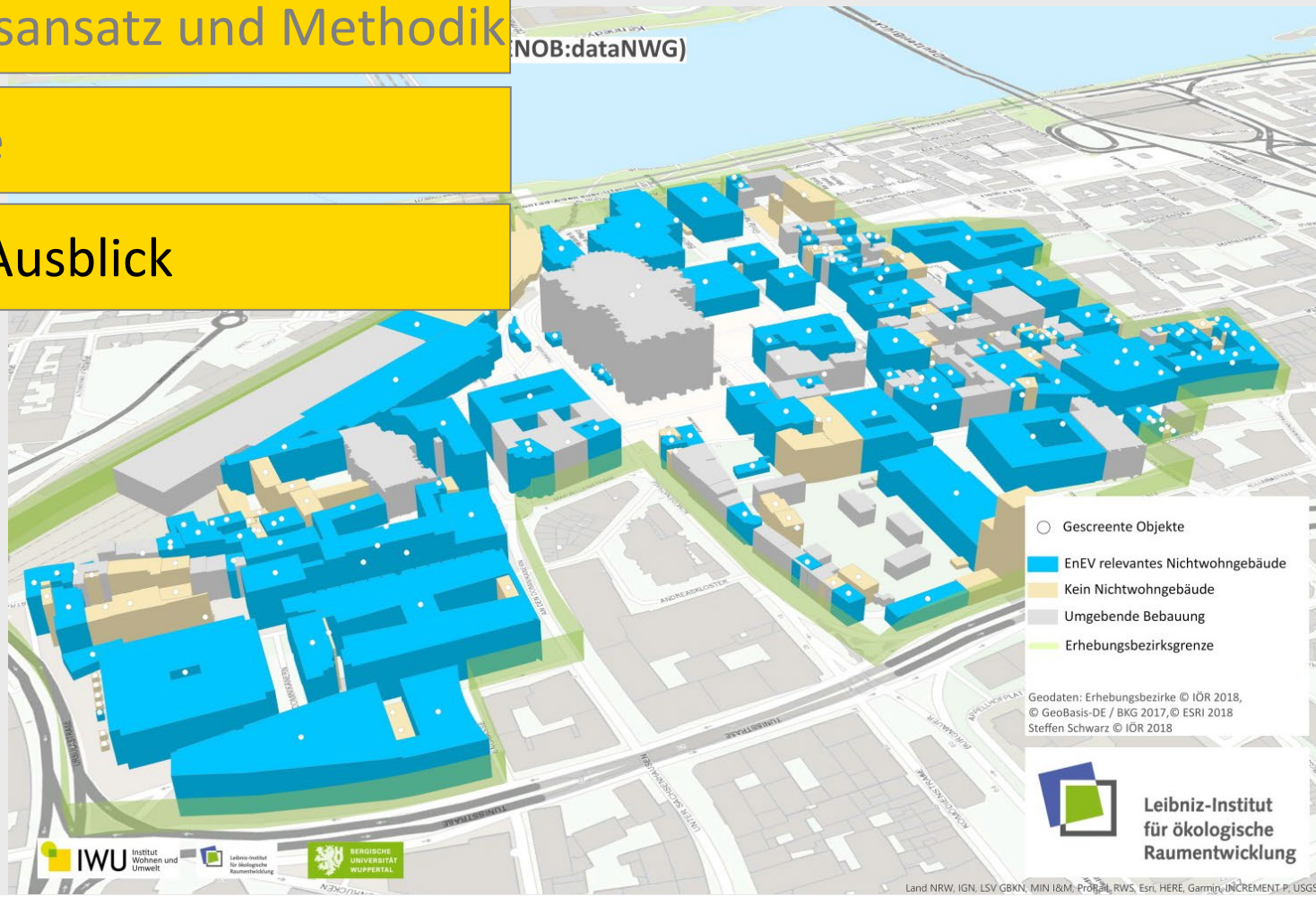
ENOB:dataNWG

1 Herausforderung und Ziele

2 Forschungsansatz und Methodik

3 Ergebnisse

4 Fazit und Ausblick



4.1 Fazit

- Das Projektdesign funktioniert. Aufbereitete Geobasisdaten sind eine geeignete Auswahlgrundlage für die Stichprobenziehung. Die Befragung funktioniert auch im Bereich eher kommerzieller Gebäude.
- Aktuelle Kenndaten der Dynamik der energetischen Modernisierung im Bestand der Nichtwohngebäude konnten gewonnen werden:
  - An der Außenwand im Altbau liegt die mittlere Dämmrate bei 0,9 ± 0,3 %/a (flächenbezogen). Eine deutliche Erhöhung erscheint notwendig, um Klimaschutzziele im Gebäudebestand zu erreichen.
  - Verglasungen werden mit einer deutliche höheren Rate modernisiert: 2,3 ± 0,6 %/a im Altbau (gebäudebezogen), obwohl diese spezifisch das teuerste Bauteil sind.
  - Die Bautätigkeit an der Außenwand insgesamt liegt aber deutlich höher, Rate der Sanierungen ohne Dämmung: 2,9 ± 0,4 %/a (gebäudebezogen)
  - Im Zeitraum 2010 - 2014 wurden in durchschnittlich 2,9 ± 0,6 %/a aller GEG-rel. Altbauten die Hauptwärmeerzeuger erneuert. Das Gros der Wärmeerzeuger könnten so bis 2050 noch einmal erneuert werden.
  - Der Energieträgerwechsel weg von fossilen Brennstoffen war in diesem Zeitraum für eine Wärmewende unzureichend.
- Die bisher gewonnenen Kenndaten der energetischen Modernisierung zeigen eine etwas schwächere Dynamik als im Wohngebäudebestand. Festgestellte Unterschiede sind bei den jetzigen Stichprobengrößen jedoch nur teilweise statistisch abgesichert.

4.2 Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude

- Die aufbereiteten Erhebungsdaten werden Dritten für eigene Auswertungen zugänglich gemacht.
- Verschiedene Zugangswege bieten wir an. Sie machen unterschiedlich intensive Einarbeitung in das Projekt ENOB:dataNWG erforderlich.
- Der Endbericht mit vielen Auswertungen zu Stand und Dynamik der energetischen Modernisierung im Bestand der Nichtwohngebäude wird nach Fertigstellung auf www.datanwg.de verfügbar sein. Zwischenberichte sind dort schon abrufbar.

-> Workshop 1 morgen 9:00 Uhr

- **Stichprobenkonzept und Nutzung der Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude durch Externe**

4.3 Automatisierte Klassifikation von Gebäuden

Die automatisierte Klassifikation von Wohn- und Nichtwohngebäuden aus den Geobasisdaten kann die Qualität der Stichprobe verbessern und dadurch die Standardfehler verringern.

- Screeningdaten dienen als Referenz für maschinelles Lernverfahren am IÖR
- Im Projektverlauf aufgedeckte Beziehungen zwischen HU und Gebäude waren wertvoller Input für erneute Merkmalsberechnung zu den Geodaten
- Vorläufiges Ziel: Trennung der Wohn/Nichtwohngebäude
  - Binäre Klassifikation mittels Entscheidungsbäumen ergab Genauigkeiten von ca. 90%
- Anschließende Auswertung nach Hauptkategorien ergibt, dass Nichtwohngebäude-Klassen schwerer trennbar sind.
- Merkmalswichtigkeiten konnten abgeleitet werden
  - Reduzierung der benötigten Merkmale und Rechenzeit für deutschlandweite Anwendung eines Klassifizierungsalgorithmus.

-> Workshop 2 morgen 10:30 Uhr

- **Geodatengrundlage und Geodatenanalyse sowie Ausblick auf den Aufbau eines deutschlandweiten Gebäudebestandsmonitorings**

4.4 Immobilienwirtschaft

- Auch immobilienwirtschaftliche Kennzahlen konnten aus den Erhebungen abgeleitet werden.
- Die Hochrechnungen aus dem Screening und der Breitenerhebung sind für unterschiedliche immobilienwirtschaftliche Fragestellungen geeignet.
  - Büro-, Logistik- und Handelsimmobilien
  - Anzahlen und Flächen
  - Regionale Verfügbarkeiten

-> Workshop 3 morgen 13:00 Uhr

- **Screening des Gebäudebestands und Ausblick auf das Potenzial der Daten für die Immobilienwirtschaft**

4.5 Mikrosimulationsmodell Energieverbrauch

- Antwortausfälle im Datensatz der GEG-relevanten NWG werden durch Imputation vervollständigt
- Energiebilanz mit dem Dynamic ISO Building Simulator (DIBS, ISO 13790)
- Berechnung des thermischen Endenergiebedarfs für alle GEG-relevanten Gebäude in der Breitenerhebung
- Kalibrierung am Verbrauch mit den Ergebnissen der Tiefenerhebung
- Hochrechnung des Verbrauchs der Nichtwohngebäude in Deutschland

-> Workshop 4 morgen 14:45 Uhr

- **Methodik der Breiten- und Tiefenerhebung und Lessons learned**

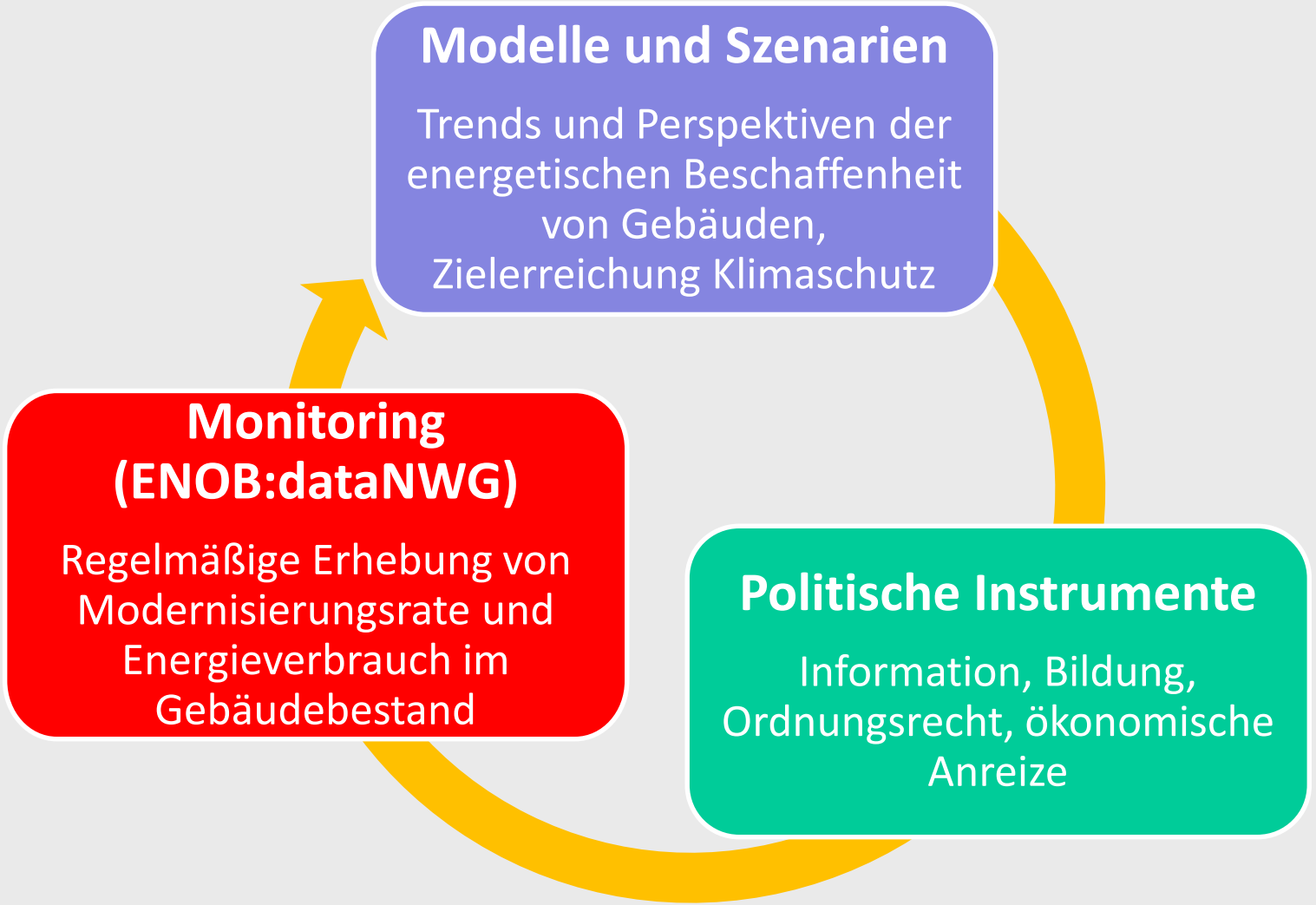
4.6 Gebäudemonitoring

- Eine zeitnahe Überprüfung der Einhaltung von Klimaschutzzielen im Gebäudesektor durch **regelmäßige Stichprobenerhebungen** ist machbar.
- Ein **Gebäuderegister** sollte dazu eingeführt werden, um den Aufwand für die Stichprobenziehung und die Erhebungen deutlich zu reduzieren. Der Aufwand zur Erstbefüllung wäre vermutlich vergleichbar mit dem für die Durchführung der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ), die bereits fester Bestandteil des Zensus ist, sich aber nur auf Gebäude mit Wohnraum erstreckt.
- Der Klumpeneffekt infolge der Ziehung von Erhebungsbezirken auf der ersten Ziehungsstufe könnte ebenso wie zu stark fluktuierende Ziehungswahrscheinlichkeiten vermieden werden. Die Standardfehler würden geringer, die **Aussagekraft der Ergebnisse erhöht** werden.
- Die **Teilnahme** an den Erhebungen sollte, wie z.B. beim Mikrozensus, **verpflichtend** sein, um verzerrende Antwortausfälle zu vermeiden.

-> Workshop 4 morgen 14:45 Uhr

- **Methodik der Breiten- und Tiefenerhebung und Lessons learned**

4.7 Steuerung der Energiewende



Wir danken …

dem Fördermittelgeber

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

dem Projektträger

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

dem Sponsor

KfW
Bank aus Verantwortung

den Mitgliedern des Expertenbeirats

Dr. Jan Steinbach
Ann-Cathrin Borsch
Wilko Specht
Günther Steudle
Martin Schultze
Herrmann Hofstetter
Nicolas Schaistoß
Prof. Dr. Michael Voigtländer
Dr. Dietmar Edler
Prof. Dr. Martin Gornig
Dr. Christine Lemaitre
Tobias Kassner
Dr. Alexander Barthel
Till Bullmann
Carsten Rolle
Andreas Illert
Stefan Dittrich
Dr. Peter Hug
Friedrich Schulte
Detlef Raphael
Prof. Peter Birkner
Dorothee Walther
Prof. Dr. Rainer Durth
Dr. Hans-Joachim Ziesing
Wolfgang Neußer
Aleksandar Denic
Silvia Uplegger
Mathias Linder
Anna Braune
Petra Bühner
Mark Becker
Marc Elxnat
Dr. Klaus Ritgen
Sabine Georgi
Eva Neubrand

den Unterstützern

BKG
BMU
Deutscher Städtetag
DGNB
DIHK
Drees & Sommer
GIH
House of Energy
Immobilien Zeitung
KfW Bankengruppe
VDMA
ZIA

Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude

(ENOB:dataNWG)

Wir haben den
Bestand der Nichtwohngebäude
vermessen.

© Yuttana Studio - AdobeStock_88782021.jpeg