

## **Energetische Modernisierungsraten im Gebäudebestand**

- Empirische Daten und Ziele für die Klimaschutzstrategie im Wohngebäudesektor -

Dr. Nikolaus Diefenbach, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt

Online-Vortrag im Rahmen der „Macro-Kontext-Session“ der Firma Viessmann am 25.10.2021

---

Institut Wohnen und Umwelt GmbH,  
Darmstadt

Gesellschafter:  
Land Hessen, Stadt Darmstadt

Interdisziplinäres Forschungsinstitut  
ca. 40 Mitarbeiter



Foto/(c) : Kristof Lemp / bauverein AG

Forschungsfelder:

- Wohnungsmärkte und Wohnungspolitik
- Energetische Gebäudebewertung und -optimierung
- Strategische Entwicklung des Gebäudebestands
- Handlungslogiken von Akteuren im Gebäudebereich

- Empirische Daten zur energetischen Modernisierung im Wohngebäudebestand
  - Analysen zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele im Wohngebäudebestand
  - Ausblick auf Klimaschutzinstrumente für den Wohngebäudebestand
-

# Erhebungen des IWU zum energetischen Zustand und Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand



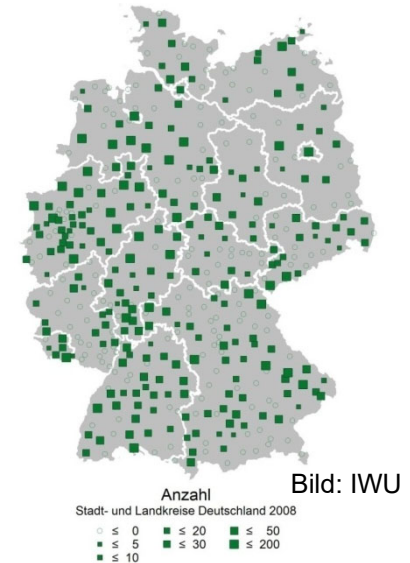
## „Datenbasis Gebäudebestand“ (2009):

*abgeschlossen: Ende 2010, Fördermittelgeber: BBR, HMUELV, KfW („Zukunft Bau“)*

*Projektpartner: Bremer Energie-Institut (heute: Fraunhofer IFAM)*

- Kooperation mit 415 Schornsteinfegern
- Rückläufe aus 241 Stadt- und Landkreisen
- > 7.300 auswertbare Fragebögen (Wohngebäude)

⇒ Zustand und Modernisierungsraten bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung circa Ende 2009

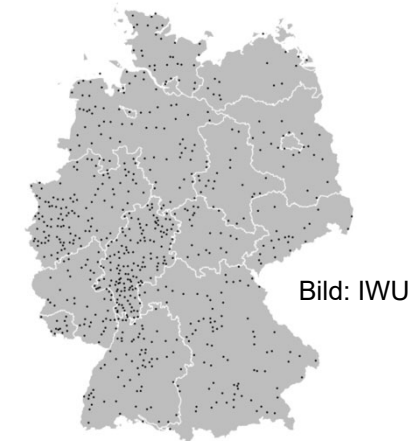


## „Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016“

*abgeschlossen: Frühjahr 2018, Fördermittelgeber: BBR, HMWEVL („Zukunft Bau“)*

- Kooperation mit 683 Städten / Gemeinden (davon 149 in Hessen)
- 16.982 auswertbare Fragebögen (davon 9.065 in Hessen)

⇒ Zustand und Modernisierungsraten bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung circa Ende 2016



# Dynamik bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung: Energetische Modernisierungsraten 2010-2016



## Energetische Modernisierungsraten beim Wärmeschutz (flächengewichtet):

|                            |                              |                                  |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Außenwand:                 | 0,79 %/a +/- 0,06 %/a        |                                  |
| Dach/Obergeschossdecke:    | 1,53 %/a +/- 0,08 %/a        | (ca. 2/3 Dach-, 1/3 OGD-Dämmung) |
| Fußboden/Kellerdecke:      | 0,37 %/a +/- 0,04 %/a        |                                  |
| Fenster:                   | 1,82 %/a +/- 0,10 %/a        |                                  |
| <b>Wärmeschutz gesamt:</b> | <b>0,99 %/a +/- 0,04 %/a</b> |                                  |

## Energetische Modernisierungsrate bei der Wärmeerzeugung:

(Installation eines neuen Haupt-Wärmeerzeugers / erstmaliger Anschluss an Fernwärme):

**3,05 %/a +/- 0,12 %/a**

Mittelwerte für den Zeitraum 2010-2016 mit Angabe des statistischen Standardfehlers,  
bezogen auf den gesamten Wohngebäudebestand

H. Cischinsky / N. Diefenbach: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016 – Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen  
und Modernisierungstrends im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand, IWU, 2018

# Struktur der Wärmeversorgung im Wohngebäudebestand und bei Modernisierung

---



Einteilung Haupt-Wärmeerzeuger:

- **„herkömmliche Systeme“:**  
mit Gas/Öl/Kohle betriebene Kessel und Öfen,  
direktelektrische Heizung (z. B. Nachtspeicherheizung)
- **„alternative Systeme“:**  
Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplung, Holz-/Biomasseheizungen, Fernwärme

| Anteile:                                  | herkömmliche / alternative Systeme |                     |
|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Wohngebäude 2016:                         | 84,8 % / 15,2 %                    | (jeweils +/- 0,8 %) |
| Erneuerung Haupt-Wärmeerzeuger 2010-2016: | 84,2 % / 15,8 %                    | (jeweils +/- 1,7 %) |

---

# Energetische Modernisierung in Wohngebäuden als Einzelmaßnahmen bzw. in Paketen

## **Berücksichtigte Maßnahmen:**

1. Dämmung Außenwand
2. Dämmung Dach bzw. Obergeschossdecke
3. Dämmung Fußboden bzw. Kellerdecke
4. Fenstererneuerung
5. Einbau eines neuen Haupt-Wärmeerzeugers
6. Einbau einer thermischen Solaranlage

## **Anzahl der pro Gebäude im Zeitraum 2010-2016 durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen:**

(Wohngebäude mit Baujahr bis 2009 / mindestens eine Maßnahme durchgeführt)

|               |                  |
|---------------|------------------|
| 1 Maßnahme:   | 60,2 % +/- 1,8 % |
| 2 Maßnahmen:  | 26,1 % +/- 1,7 % |
| 3 Maßnahmen:  | 8,7 % +/- 1,0 %  |
| 4 Maßnahmen:  | 3,1 % +/- 0,4 %  |
| 5 Maßnahmen:  | 1,1 % +/- 0,3 %  |
| 6 Maßnahmen:  | 0,7 % +/- 0,3 %  |
| <u>Summe:</u> | <u>100,0 %</u>   |

# Exkurs: Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude (IWU 2021)



Forschungsprojekt IWU 2015-2021 (noch laufend), Projektpartner: IÖR (Dresden), Universität Wuppertal  
=> Repräsentative Erhebung des Nichtwohngebäudebestandes ([www.datanwg.de](http://www.datanwg.de))

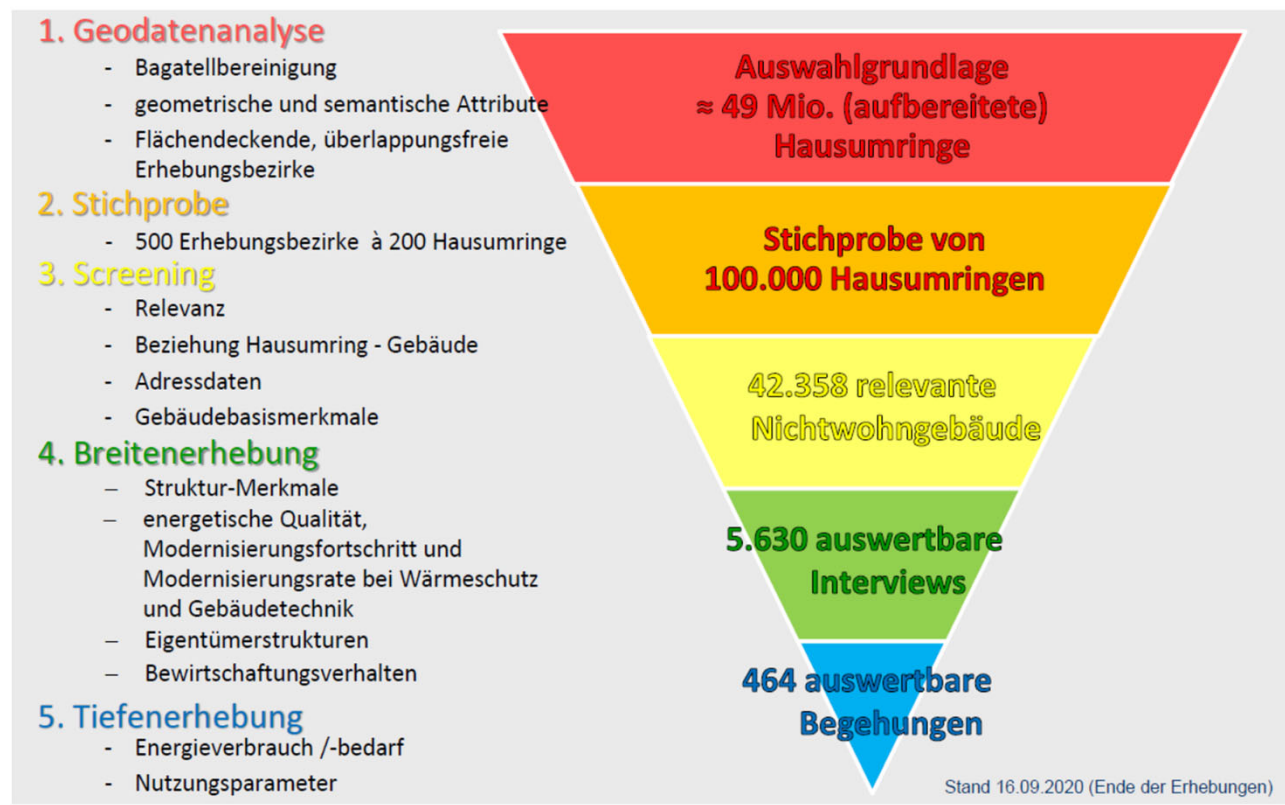
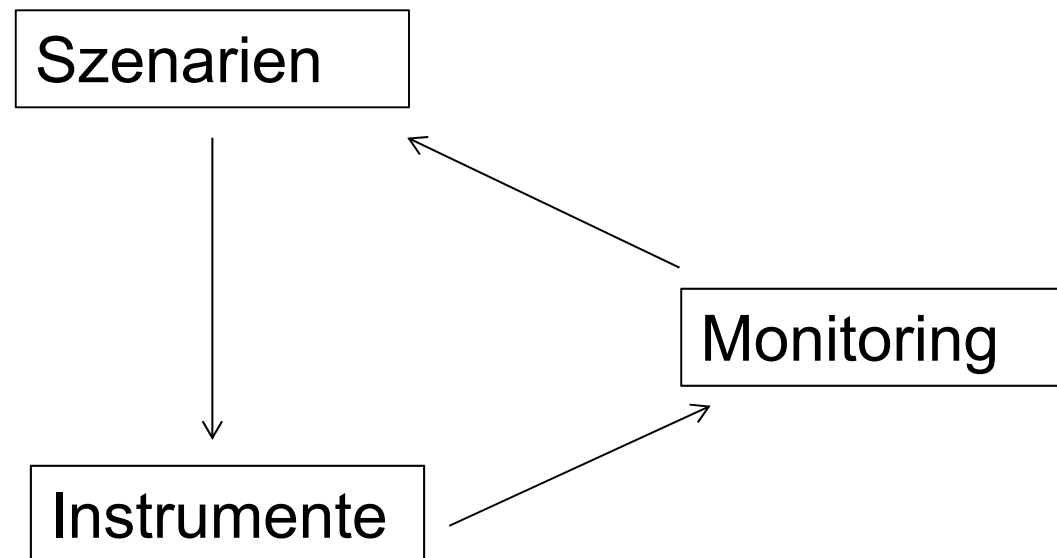


Bild: IWU





## **IWU-Szenarien im Projekt EPISCOPE:**

Klimaschutzziel: 87,5 % Treibhausgasreduktion bis 2050 gegenüber 1990  
Mitte des Zielintervalls (80 - 95 %) im Energiekonzept 2010 der Bundesregierung

Schlussfolgerungen der Szenarienanalysen / Zentrale Herausforderungen im Bestand:

- ca. Verdopplung der energetischen Modernisierungsrate beim Wärmeschutz
- (annähernd vollständig:) Bei Neuinstallation der Wärmeerzeuger: Ablösung der bisherigen herkömmlichen Wärmeversorgungsstruktur durch alternative Systeme
- Zeitrahmen für den Übergang: ca. 10 Jahre

Studie „IWU 2015“: N. Diefenbach, T. Loga, B. Stein: Szenarienanalysen und Monitoringkonzepte im Hinblick auf die langfristigen Klimaschutzziele im deutschen Wohngebäudebestand, IWU, September 2015

---

# IWU-Szenarien 2015: Annahmen zur Erhöhung der mittleren Modernisierungsrate beim Wärmeschutz

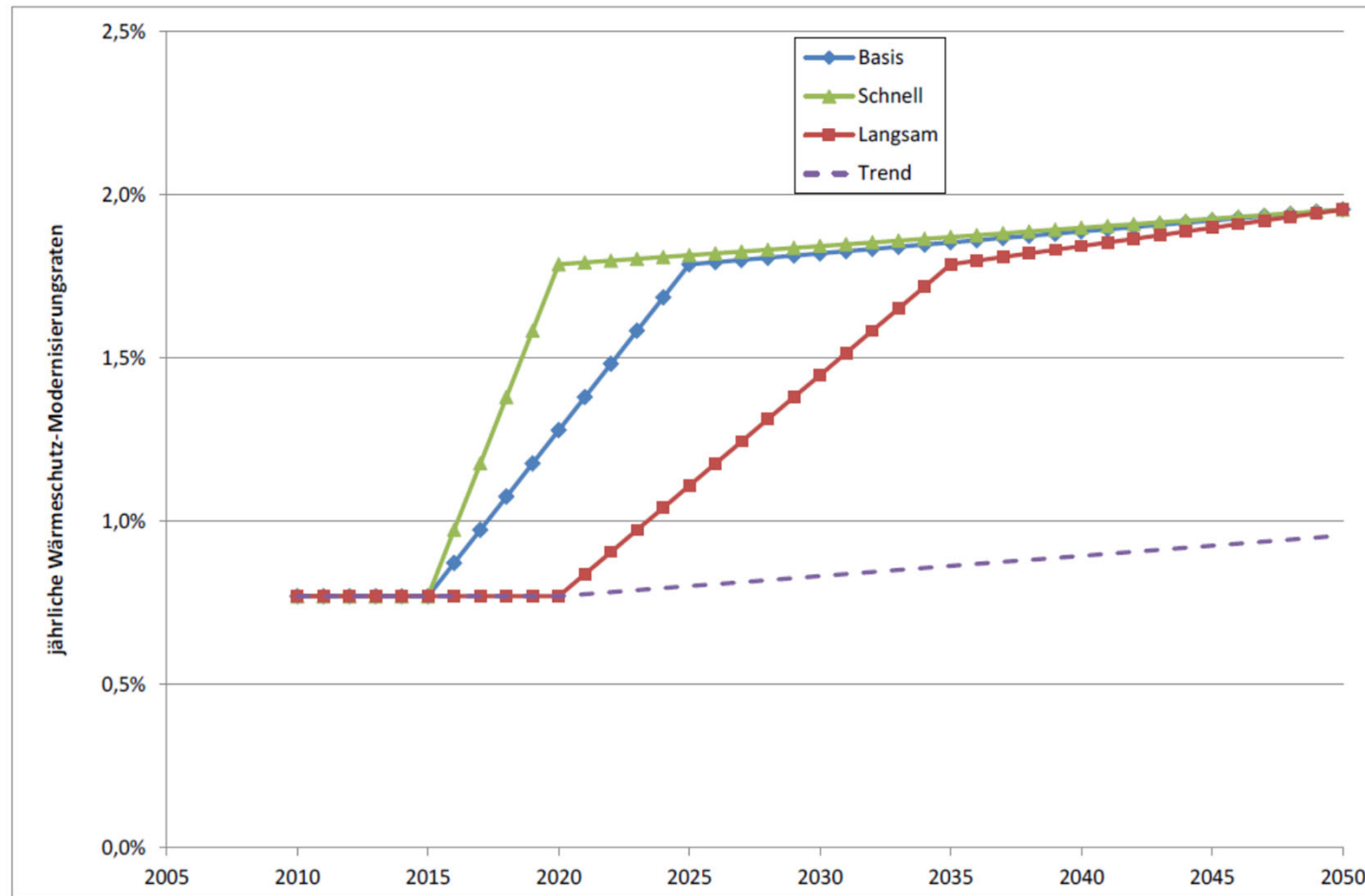


Bild: IWU

- Entwicklung im Wohngebäudebestand (hier: Baujahre bis 2009)
- starker Anstieg der Raten vor allem bei Kellerdecken, Obergeschossdecken, Außenwänden
- nur geringer Anstieg bei Dächern und Fenstern

# IWU-Szenarien 2015: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs im Wohngebäudesektor

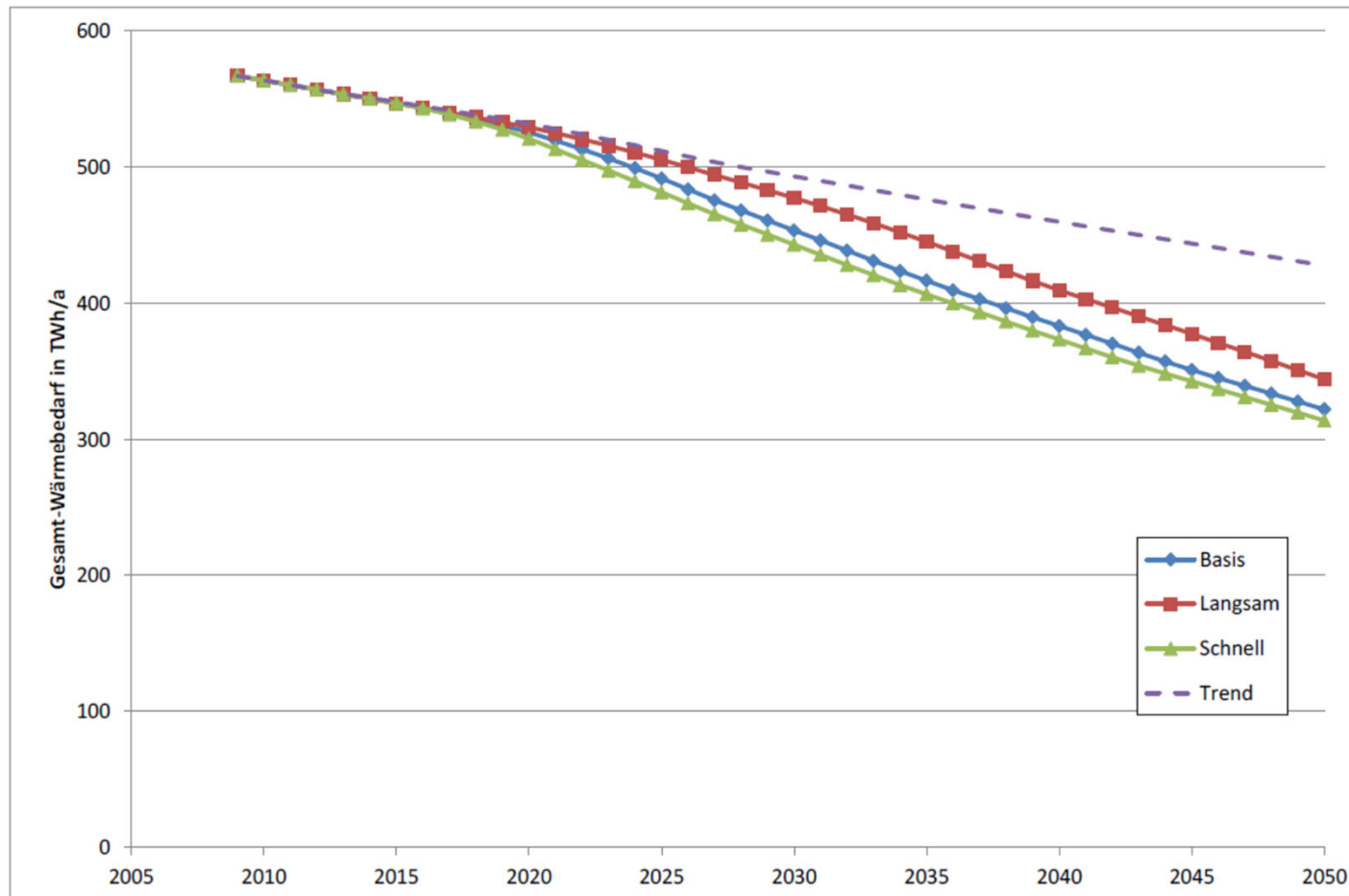


Bild: IWU

Gesamtwärmebedarf Heizung und Warmwasser inklusive Verteilverlusten in den Gebäuden, inklusive Neubau, Netto-Wert (durch Lüftungs-Wärmerückgewinnung reduziert)  
Noch ohne Berücksichtigung reduzierten Haushaltstromverbrauchs 2050 („Studie 2019“: + 20 TWh/a)

# IWU-Szenarien 2015: Annahmen zum Strukturwechsel bei der Heizungsmodernisierung (neu eingebaute Systeme)

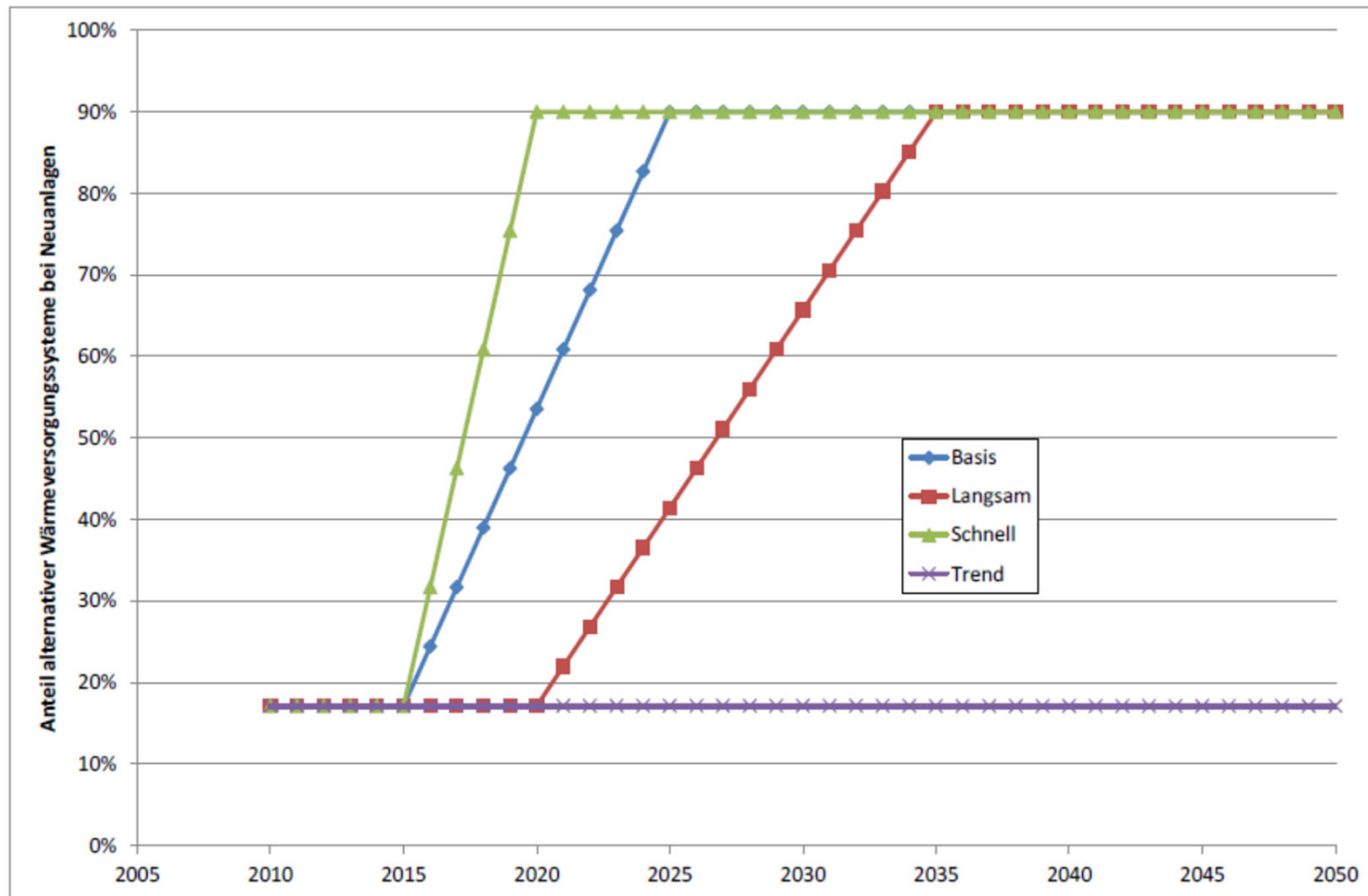


Bild: IWU

Anteil „alternativer Systeme“ (Wärmepumpen, Biomasse, KWK, Fernwärme) bei der Modernisierung des Hauptwärmeerzeugers im Gebäudebestand (BJ bis 2009), darin dominierend: Wärmepumpe

# IWU-Szenarien 2015: Entwicklung der Treibhausgasemissionen für die Wohngebäude Wärmeversorgung (inkl. Vorketten)

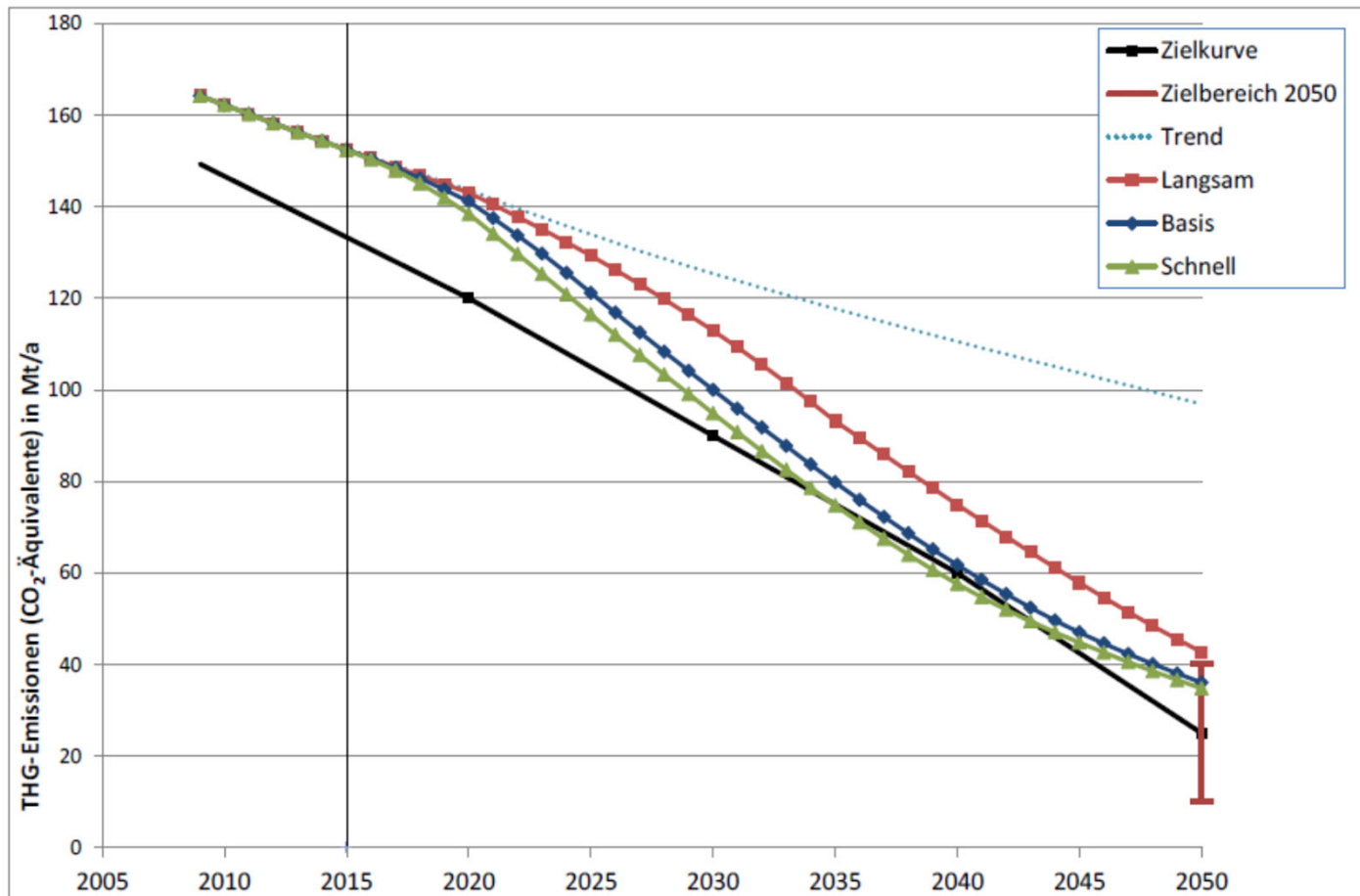


Bild: IWU

mitberücksichtigt: Umbau der (für den Wärmesektor genutzten Stromversorgung) in Richtung reduzierter Treibhausgasemissionen / steigender Anteile erneuerbarer Energie (Windkraft, PV)

Zielkurve: generelle Emissions-Minderungsziele im Energiekonzept 2010 der Bundesregierung, hier auf Wohngebäude angewendet

# IWU 2019: Wärmeversorgung Wohngebäudebestand 2050 – Zusammenspiel Strom-/Wärmesektor

Entwicklung eines Simulationsmodells (Stundenschritte):

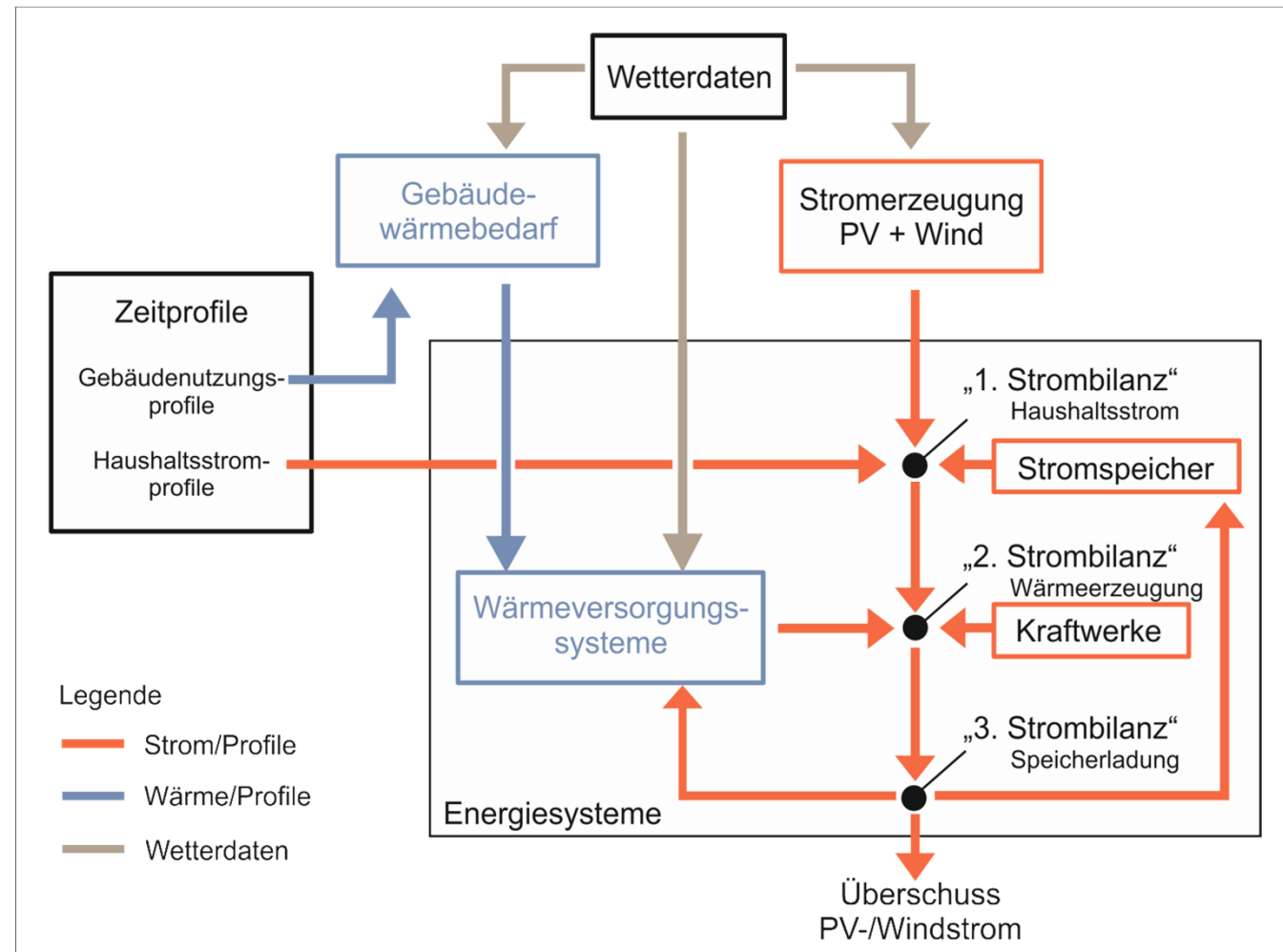


Bild: IWU

# IWU 2019: Annahmen zum Wohngebäude-Wärmeverbrauch im Jahr 2050



## Gesamt-Wärmebedarf Q (Heizung + Warmwasser + Verteilverluste im Gebäude):

Ermittlung auf Basis von IWU-Szenarienanalysen zur Wärmeschutzdynamik (EU-Projekt EPISCOPE):

*IWU-Szenarien 2015:*

*Ausgangspunkt 2015 ca. 550 TWh/a*

*Trend 2050: 450 TWh/a*

*realistisch erreichbar: 300-400 TWh/a*

*(Optimistische Untergrenze: 250 TWh/a)*

**=> Intervallmitte: 350 TWh/a**

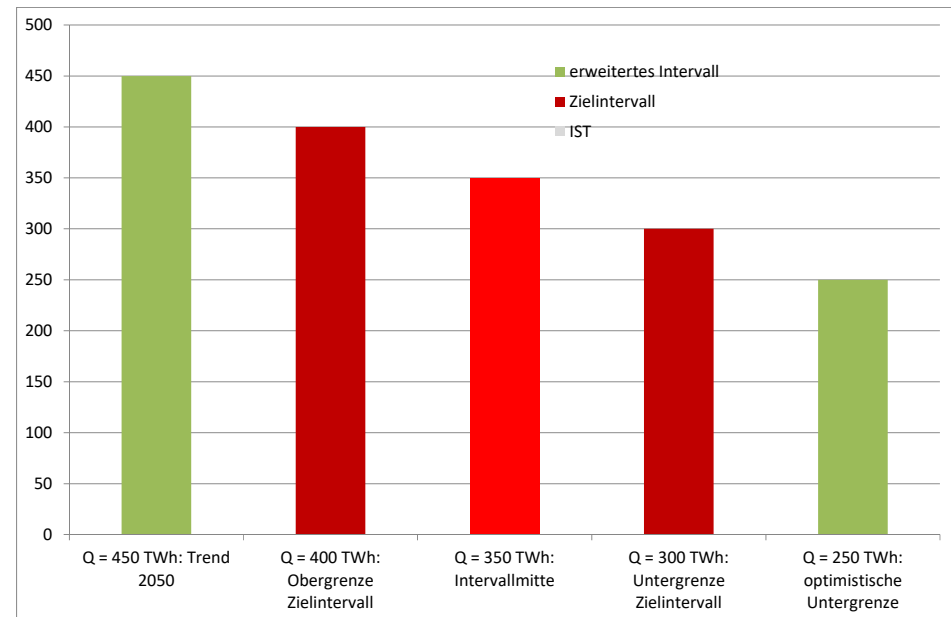


Bild: IWU

**Intervallmitte (350 TWh/a)** entspricht ungefähr Basisszenario im Projekt EPISCOPE (IWU 2015)\*:

- Verdopplung Wärmeschutz-Modernisierungsraten 2016-2025
- 2050 > 75 % Wärmeschutz-Modernisierungsfortschritt im Bestand 2009 (>> 90 % im Altbau bis BJ 1978)

\* in Studie 2019 zusätzlich berücksichtigt: Erhöhter Wärmebedarf wegen Einsparungen beim Haushaltsstromverbrauch (verminderte interne Wärmegewinne)



# IWU 2019: Deckung des Wärmeverbrauchs durch die verschiedenen Energieträger (Holz, Erdgas, Sonne, Wind)

Ergebnisse aus: Analyse der Energieversorgungsstruktur für den Wohngebäudesektor zur Erreichung der Klimaschutzziele 2050, IWU, 2019



Beispiel: Intervallmitte für den Wohngebäude-Wärmebedarf  
 $Q = 350 \text{ TWh/a}$

Bild: IWU

$$Q = Q_{\text{Holz}} + Q_{\text{Gas}} + Q_{\text{Solar}} + Q_{\text{Wind}}$$

- Berücksichtigung der generellen Potentialgrenzen aller Energieträger (bei Erdgas: aufgrund Treibhausgasziel)
- Elementare Überlegungen zu Jahresnutzungsgraden (effiziente Erzeugung Gas-Kraftwerke/KWK + el. Wärmepumpen, ergänzende Heizkessel) =>  $Q_{\text{Gas}} \approx 109 \text{ TWh/a}$ ,  $Q_{\text{Holz}} \approx 43 \text{ TWh/a}$
- Bei Solar- und Windenergie: Zusätzliche Potentialgrenzen wegen zeitlichem Auseinanderfallen von Produktion und Bedarf  
=> Ableitung vereinfachter Ansätze mit dem Simulationsmodell

# IWU 2019: Untersuchung der Beiträge von Solar- und Windenergie mit dem Simulationsprogramm

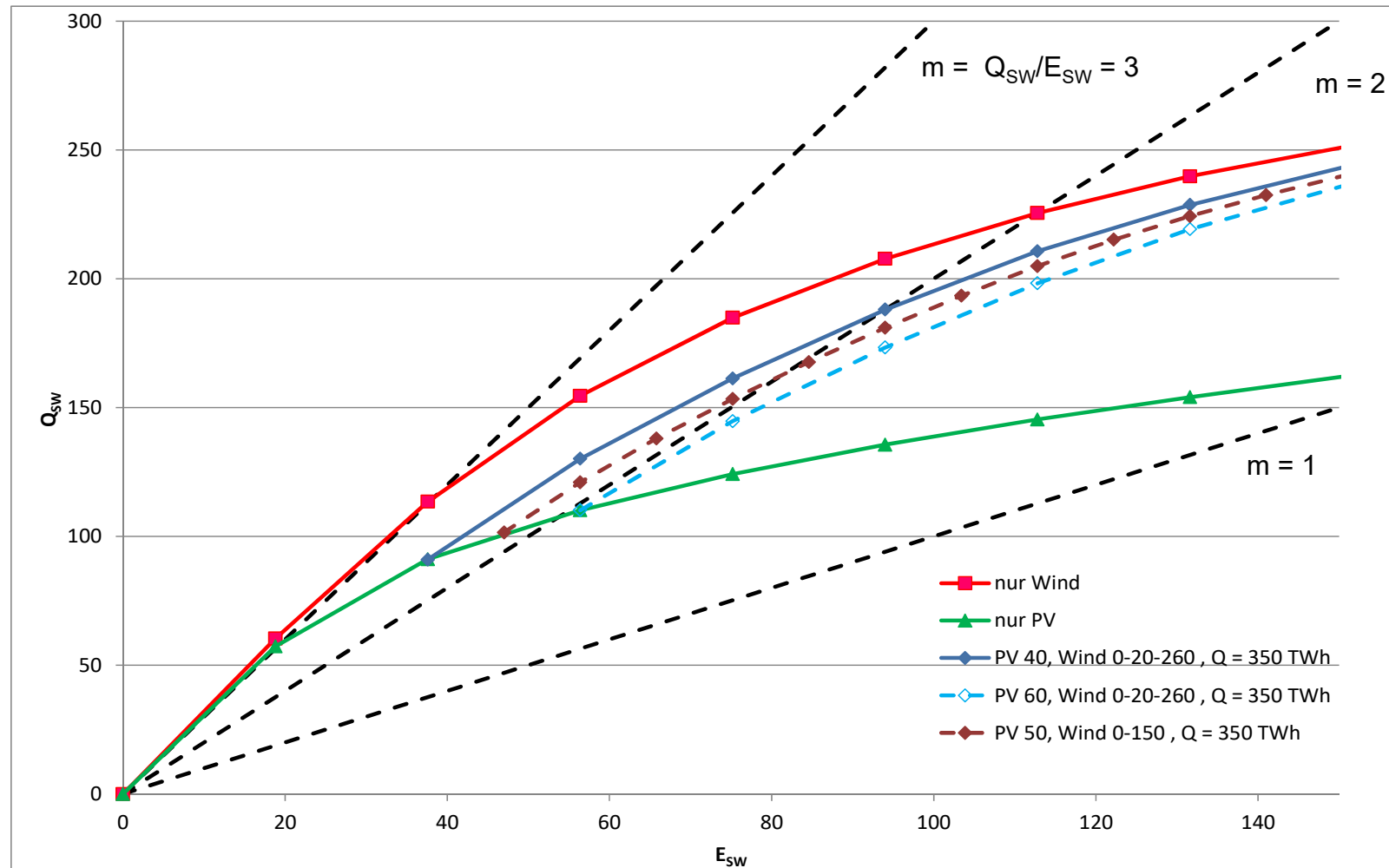


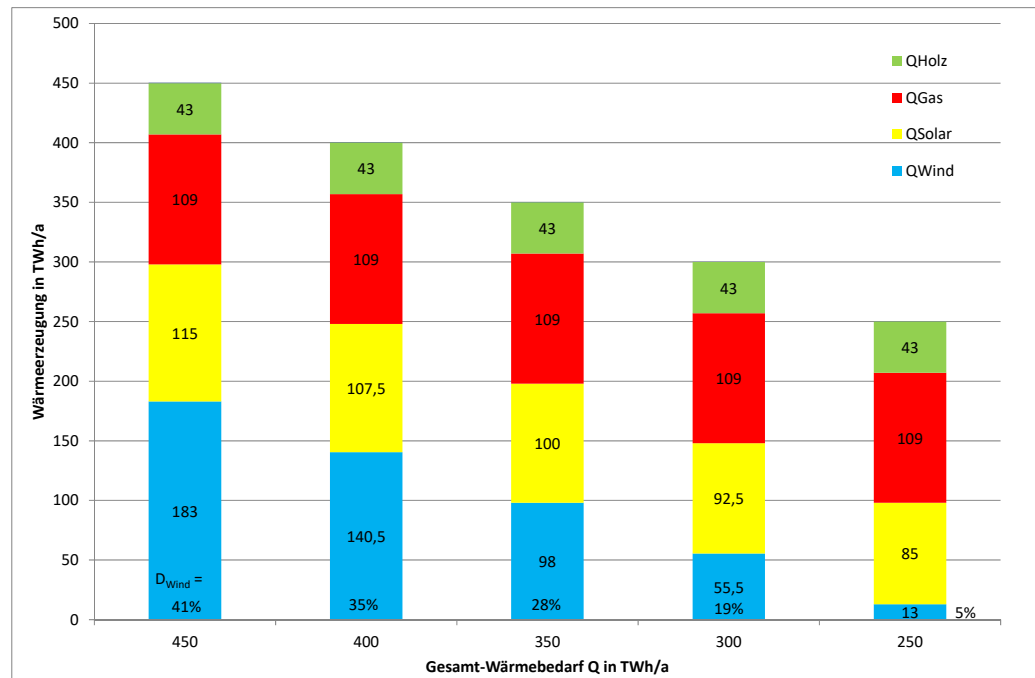
Bild: IWU

x-Achse:  $E_{SW}$ : Solar- bzw. Windstrom (für die Wärmeerzeugung eingesetzt) in TWh/a

y-Achse:  $Q_{SW}$ : daraus erzeugte Wärme (durch Wärmepumpen) in TWh/a

# IWU 2019: Deckung des Wärmeverbrauchs für verschiedene Wärmeschutzszenarien

Ergebnisse aus: Analyse der Energieversorgungsstruktur für den Wohngebäudesektor zur Erreichung der Klimaschutzziel 2050, IWU, 2019



Wohngebäude-Wärmebedarf 2050:  
 $Q = 250 - 450 \text{ TWh/a}$

Ergebnis für  $Q_{\text{Solar}}$ :  
 $Q_{\text{Solar}} \approx 85 - 115 \text{ TWh/a}$   
für  $Q = 250 - 450 \text{ TWh/a}$

Bild: IWU

Vergleich 4. Balken => 2. Balken:

Wärmbedarf  $Q$  : 300 => 400 TWh/a (+ 33 %)

Wärmeerzeugung aus Windkraft  $Q_{\text{Wind}}$ : 55,5 => 140,5 TWh/a („Faktor 2,5“)

- angenommenes Windstrompotential für Wohngebäude-Wärmeversorgung:  
50 – 100 TWh/a (pessimistisch / optimistisch)
- Aufgrund zeitl. Verlauf (Angebot/Nachfrage) nicht vollständig nutzbar (Simulationsergebnisse)

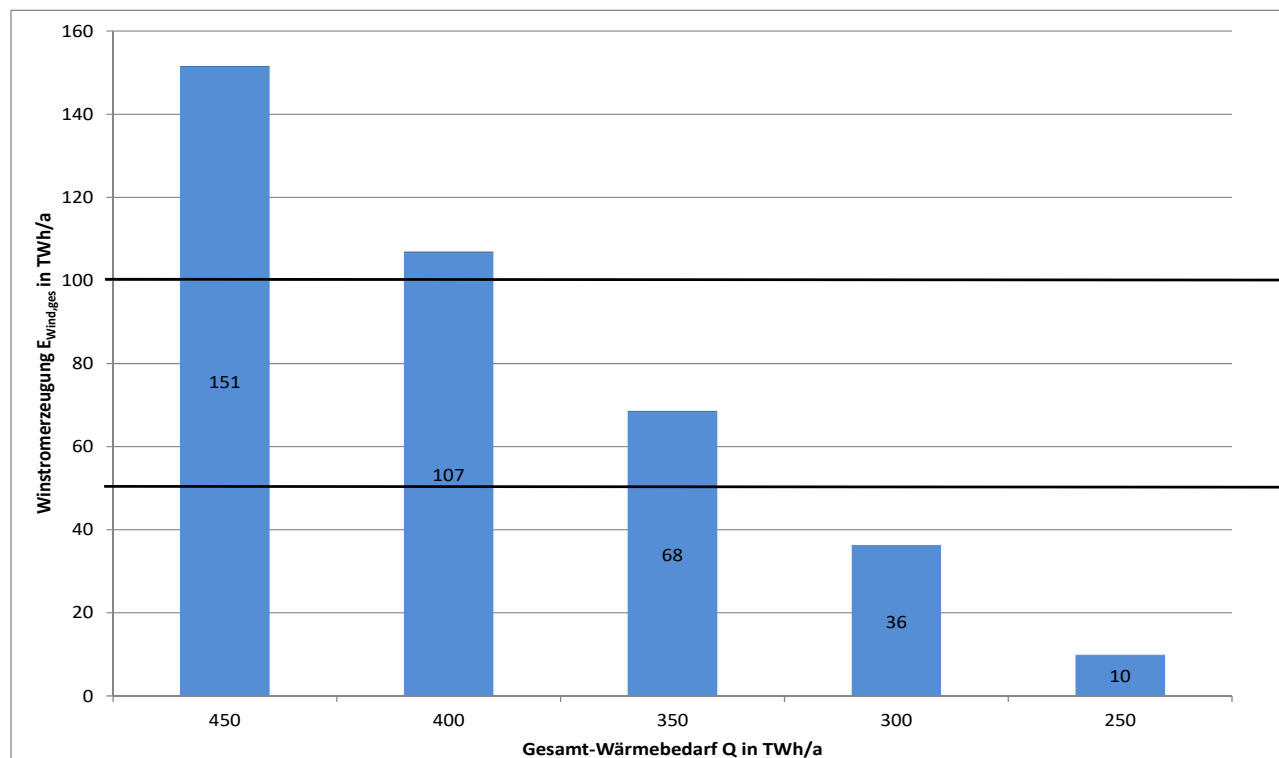


Bild: IWU

⇒ Sensible Abhängigkeit: Wärmebedarf Q => Windstrombedarf

Q: 300 -> 400 TWh/a (+ ein Drittel) => Windstrom: 36 -> 107 TWh/a („Faktor Drei“)

# IWU 2019: Verschärfte Klimaschutzziele, weniger Biomasse => Verwendung von „Zukunftstechnologien“

$$Q = Q_{\text{Holz}} + Q_{\text{Gas}} + Q_{\text{Solar}} + Q_{\text{Wind}} + Q_{\text{Zukunft}}$$

Analyse: THG-Ziel 95 % Emissionsreduktion, halbiertes Biomassepotential

=> notwendiger Beitrag von (emissionsfreien) Zukunftstechnologien zur Wärmeerzeugung

(z. B. synthetische Brennstoffe, effiziente Verwendung z. B. PTG => Kraftwerke => Wärmepumpen)

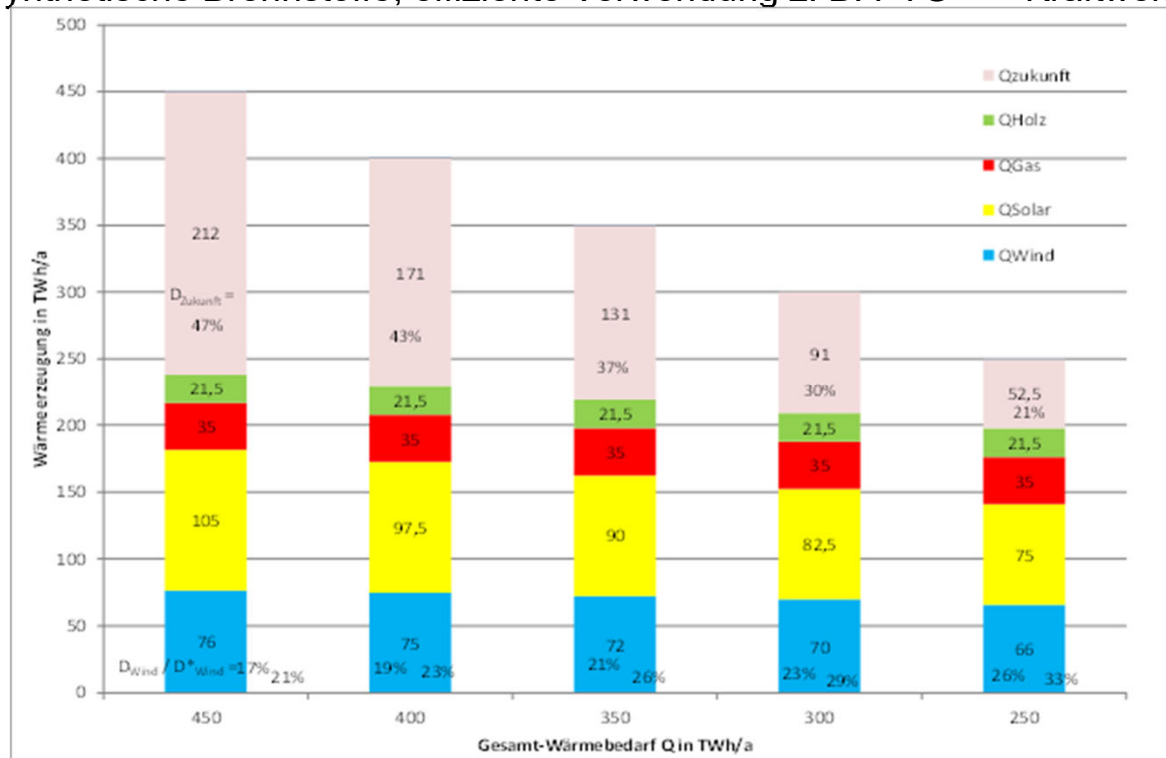


Bild: IWU

hier: Analyse für Windstrompotential (für Wohngebäude-Wärmeversorgung): 50 TWh/a (Untergrenze),  
80 % der Gebäude mit Wärmepumpen, zusätzlich 10 % mit Solarthermie ausgestattet.

- 
- Begrenzte Potentiale aller Energieträger (fossile Brennstoffe / Biomasse / Sonne / Wind)  
=> Reduzierung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand  
=> Erhöhung der energetischen Modernisierungsraten beim Wärmeschutz
  - Rolle der Brennstoffe (fossile ebenso wie Biomasse)  
=> zeitlicher Ausgleich von der fluktuierenden Wind-/Solarenergie  
=> Fähigkeit zur Nutzung von Wind-/Solarenergie muss in der Breite geschaffen werden
  - Gros des Wärmeverbrauchs liegt auch im modernisierten Gebäudebestand im Winter  
=> Erhebliche Beiträge der Windenergie zur Wärmeerzeugung  
=> Schlüsselrolle für elektrische Wärmepumpen (auch bivalente Systeme geeignet)  
=> umgekehrt: Im Sommer quasi kein Brennstoffverbrauch mehr notwendig
  - Aussagen gelten für Einzelhausheizungen ebenso wie für Wärmenetze
  - Für Klimaneutralität: Relevante Anteile synthetischer Brennstoffe für die Wärmeversorgung (insbesondere: Kraftwerke/KWK => Wärmepumpen),  
Unsicherheiten über Zeitpfad der Einführung und Kosten
  - Robuste Klimaschutzstrategie (Offenheit für die verschiedenen Pfade, sofortige Wirksamkeit):  
=> jetzt in der Breite auf vorhandene Optionen setzen (Wärmeschutz, Wärmepumpen, Wind)  
=> gleichzeitig so schnell wie möglich die synthetischen Brennstoffe einführen („Wasserstoff“)
-

---

## **Herausforderung Klimaschutz:**

- erhebliche Steigerung der Wärmeschutz-Modernisierungsraten
  - Einführung einer neuen Wärmeversorgungsstruktur
- ⇒ Hohe Kosten (gegenüber der Vergangenheit / Nichtanrechnung des Klimaschutz-Nutzens)

## **Herausforderung Gebäudebestand:**

- Vielfalt hinsichtlich Gebäudetypen / Gebäudezustand / Sanierungsnotwendigkeit
  - Vielfalt von Hauseigentümern / Bewohnern / allgemeinen Randbedingungen
- ⇒ Staat setzt die Rahmenbedingungen, aber Eigentümer entscheidet über konkrete Maßnahmen
- ⇒ „Weiche Maßnahmen“ (Information / Transparenz / Aus-/Weiterbildung) als wichtige Grundlage
- ⇒ Ökonomische Maßnahmen (Energie-/CO<sub>2</sub>-Bepreisung und Förderung) als Motor der Entwicklung
- ⇒ Lastenverteilung der Kosten: Sozialer Ausgleich

## **Aktuelle Situation („Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung von 2019)**

- Erhöhung des „negativen“ und „positiven“ ökonomischen Antriebs durch (verstärkte) CO<sub>2</sub>-Bepreisung und erhöhte Förderung eröffnet Chancen
  - Erfolg wird von der Höhe des ökonomischen Antriebs ab, aber auch von der konkreten Ausgestaltung der Instrumente abhängen
-

# Weiterentwicklung der Förderung für die energetische Modernisierung



---

## Einzelmaßnahmen oder Pakete?

- Realität im Bestand (überwiegend Einzelmaßnahmen) muss weiterhin abgebildet werden
- Paketförderung: stimmige Gesamtkonzepte / Anreiz für zusätzliche Maßnahmen
  - => Förderung von Einzelmaßnahmen und Effizienzhausstandards beibehalten
  - => Über kleinere Pakete als ergänzende Zwischenstufe nachdenken

## Quantität oder Qualität?

- Wärmeversorgung: Modernisierungsrate ist bereits hoch => Qualität / Struktur ist entscheidend
- Wärmeschutz: Quantität (Rate) und Qualität (U-Werte) sind wichtig, aber die Rate ist wichtiger:
  - => Prüfen, ob auch bei Restriktionen ausreichend Anreize für Dämmung bestehen
  - => „Konflikt“ mit gestaffelten Fördersätzen auflösen: Belohnung besonders hoher Qualität

## Pauschal oder differenziert?

- Verminderte Effektivität durch einheitliche prozentuale Fördersätze
  - Bsp.: - höchste Kosten und Förderung pro Bauteilfläche bei Fenstern und Dachdämmung
  - dort aber: höchste Ist-Raten (Kopplung an Sanierung) u. geringste Chancen für weitere Erhöhung
- => Zielgenaue Ausdifferenzierung der Förderung bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung
  - Bsp.: erhöhte Fördersätze für die Dämmung von Wänden, Obergeschoss- u. Kellerdecken

## Generell:

- Zielgenauigkeit durch Ausdifferenzierung (Annäherung an Vielfalt des Gebäudebestands)
  - Gleichzeitig Übersichtlichkeit / leichte Zugänglichkeit
-