

# **Klimaschutz im Wohngebäudebestand: Herausforderungen für Wärmeschutz und Wärmeversorgung**

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

Vortrag beim Herbstforum Altbau, Stuttgart, 24.11.2021

- Empirische Daten zur energetischen Modernisierung im Wohngebäudebestand
- Analysen zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele im Wohngebäudebestand
  - notwendige Dynamik
  - zukünftige Wärmeversorgungsstruktur
  - aktuelle Herausforderungen

## „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**



Anzahl  
Stadt- und Landkreise Deutschland 2008

□	≤ 0
■	≤ 20
■	≤ 50
■	≤ 100
■	≤ 200

Bild: IWU

## „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**



Bild: IWU

## 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

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 %)

## **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>

## **IWU-Szenarien im EU-Projekt „EPISCOPE“:**

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

## **Hauptthema: Notwendige Geschwindigkeit des Umsteuern**

- Trendszenario und drei Zielszenarien („Schnell“, „Basis“, „Langsam“)
- Maßnahmen der Zielszenarien:
  - ca. Verdopplung der mittleren energetischen Modernisierungsrate Wärmeschutz (differenziert nach Bauteilen)
  - bei Heizungsmodernisierung: weitgehend Ablösung herkömmliche => alternative Systeme
  - Übergang zu höheren Anteilen erneuerbarer Energien bei der Stromversorgung
- Übergangszeiträume (Wärmeschutz / Heizungsmodernisierung)
  - „Schnell“: 5 Jahre
  - „Basis“: 10 Jahre
  - „Langsam“: 20 Jahre(Stromversorgung: gleiche Entwicklung in den Zielszenarien)

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

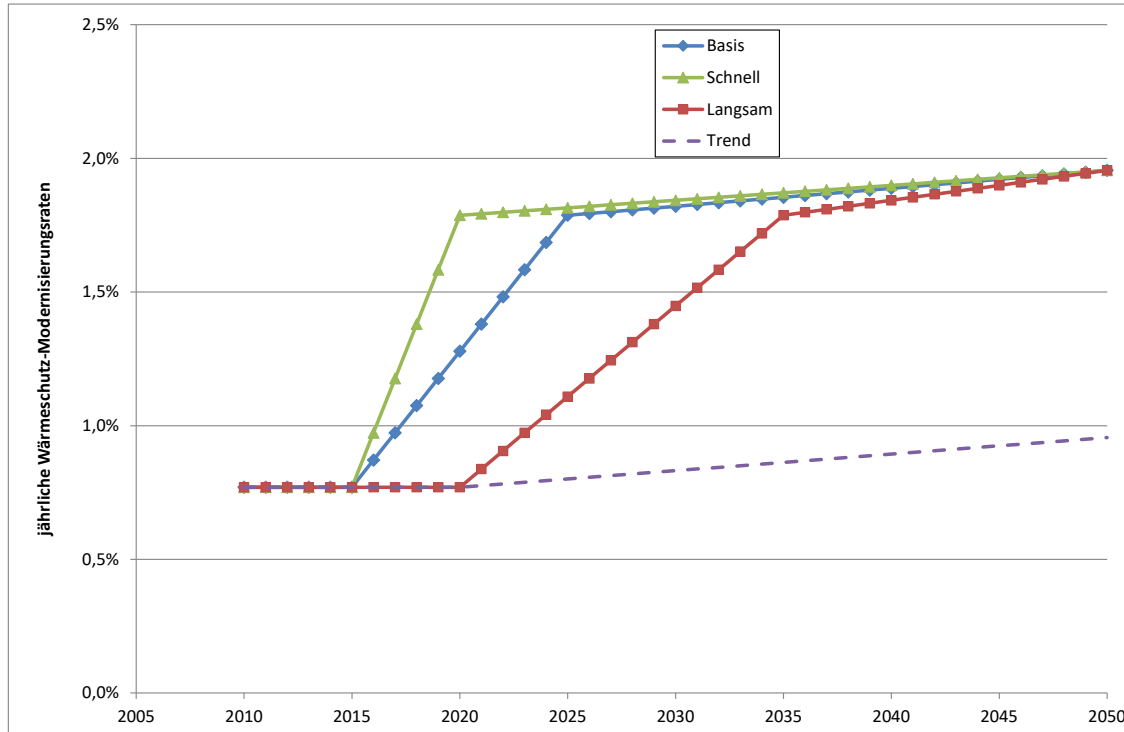


Bild: IWU

- Entwicklung im Wohngebäudebestand (hier: Baujahre bis 2009)
- hier mittlere Rate, tatsächlich differenziert (starker Anstieg vor allem bei Keller-/OG-Decken, Wänden)



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

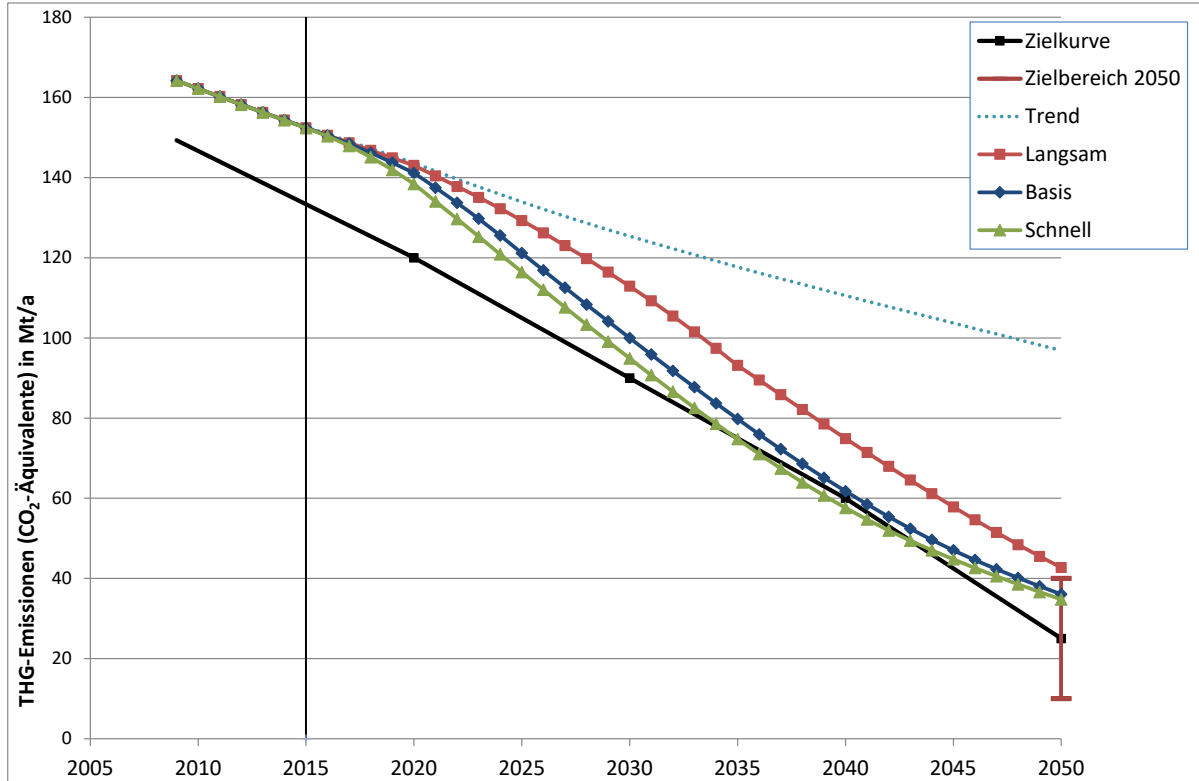


Bild: IWU

Zielkurve: generelle Emissionsminderungsziele im Energiekonzept 2010 der Bundesregierung, hier auf Wohngebäude angewendet

## **Schlussfolgerungen der Szenarienanalysen / Zentrale Herausforderungen im Bestand:**

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

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

Entwicklung eines Simulationsmodells (Stundenschritte):

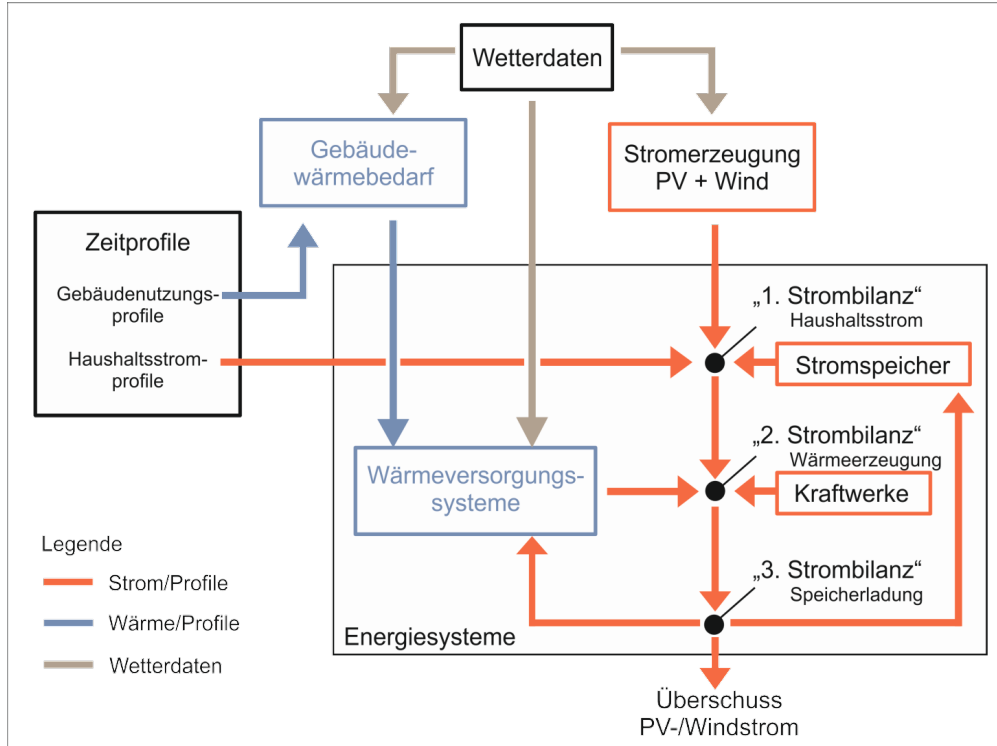


Bild: IWU

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



Bild: IWU

Balkenhöhe:  
Zukünftiger Wohngebäude-Wärmebedarf ca. 2050  
(Heizung und Warmwasser)  
 $Q = 350 \text{ TWh/a}$

(entspricht ungefähr dem Basiszenario aus IWU 2015)

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

- Berücksichtigung der generellen Potentialgrenzen aller Energieträger (bei Erdgas: aufgrund Treibhausgasziel -87,5 %)
- 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

- Annahmen zum zukünftigen Gebäude-Wärmebedarf  $Q$  (Heizung und Warmwasser), ca. im Jahr 2050:  
„erreichbarer Zielwert“:  **$Q = 350 \text{ TWh/a}$**  (ca. Basiszenario IWU 2015)  
Bandbreite:  $Q = 250 - 450 \text{ TWh/a}$  (obere Grenze: Trendszenario IWU 2015)  
zum Vergleich: Ausgangswert 2015 ca.  $Q = 550 \text{ TWh/a}$

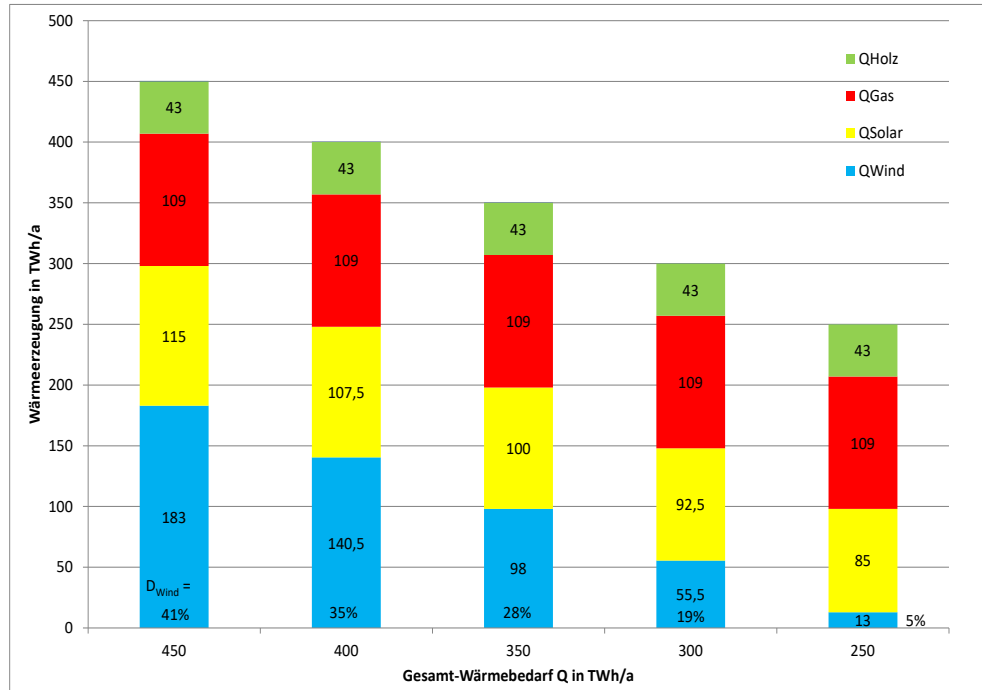
- Wärmeerzeugung aus Solarenergie (Solarthermie oder PV+Wärmepumpen)  
ungefähr  $Q_{\text{Solar}} = 100 \text{ TWh/a}$  erreichbar  
genauere Schätzung:  $Q_{\text{Solar}} = 85 - 115 \text{ TWh/a}$  für  $Q = 250 - 450 \text{ TWh/a}$

- Restbedarf muss durch Windenergie gedeckt werden  
 $Q_{\text{Wind}} = Q - Q_{\text{Holz}} - Q_{\text{Gas}} - Q_{\text{Solar}} = (350 - 43 - 109 - 100) \text{ TWh/a} = 98 \text{ TWh/a}$   
Deckungsgrad der Wärme aus Windkraft:  $D_{\text{Wind}} = 98/350 = 28 \%$



- Effizienz der Umwandlung von Windstrom in Wärme sinkt bei steigenden Deckungsbeiträgen  $D_{\text{Wind}}$  deutlich ab:  
=> möglichst flächendeckend die Fähigkeit zur effizienten Windstromnutzung durch Wärmepumpen schaffen
- Dieses Ziel lässt sich nicht nur mit monovalenten/monoenergetischen, sondern auch mit bivalenten Systemen erreichen (Wärmepumpen kombiniert mit Heizkesseln, „Hybridsysteme“)

# IWU 2019: Deckung des Wärmeverbrauchs für verschiedene Wärmeschutzszenarien



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

Bild: IWU

Vergleich 4. Balken => 2. Balken:

Wärmebedarf  $Q$  : 300 => 400 TWh/a („ein Drittel“)

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

Analyse Windstrombedarf (nicht dargestellt): „Faktor 3“

=> Zielerreichung hängt sensibel von den Fortschritten beim Wärmeschutz ab

- 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/Solar)
  - => gleichzeitig so schnell wie möglich die synthetischen Brennstoffe einführen („Wasserstoff“)

## **Herausforderung Klimaschutz:**

Möglichst schnell zu erreichen:

- Steigerung der Wärmeschutz-Modernisierungsraten
  - Einführung einer neuen Wärmeversorgungsstruktur bei Neuanlagen
- ⇒ Mehrkosten (gegenüber der Vergangenheit / Nichtanrechnung des Klimaschutz-Nutzens)

## **Herausforderung Gebäudebestand:**

- Vielfalt hinsichtlich Gebäudetypen / Sanierungsnotwendigkeit / Restriktionen
- Vielfalt von Hauseigentümern / Bewohnern / allgemeinen Randbedingungen

## ⇒ **Kurzfristig wirksames, differenziertes Instrumentarium**

- Fördermaßnahmen weiterhin als zentraler Baustein im Instrumentenmix
- Lastenverteilung => sozialer Ausgleich
- regelmäßige Zielkontrolle (Monitoring) => regelmäßiges Nachsteuern