

Für Mensch & Umwelt

Fachtagung „Erneuerbare Energien in Gebäuden – Herausforderungen für Statistik und Berichterstattung“

Dezentrale Erneuerbare Energien im Gebäudesektor – Modellierung von Wärmepumpen und Solarthermie für die Energieberichterstattung

Roman Engelhardt

Fachgebiet V 1.8

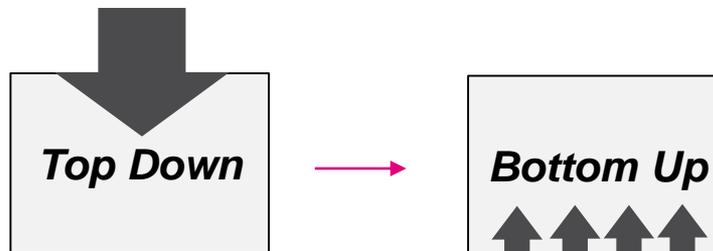
Monitoring erneuerbare Energien, Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)



Umwelt 
Bundesamt

Herausforderungen bei der Berichterstattung zu dezentralen erneuerbaren Energien

- Für ein kontinuierliches Monitoring des Fortschritts der Energiewende muss sicher gestellt werden, dass alle relevanten Energiemengen erfasst werden. 
- Die energiestatistische Herausforderung ist, dass die amtliche Energie(wirtschafts)-Statistik immer noch darauf ausgerichtet ist Daten zentraler Energieversorgungsstrukturen (Erdgas, Mineralöl, Kohle) zu sammeln.
- Die Besonderheit bei den Erneuerbaren Energien ist jedoch das **lokale Aufkommen**.

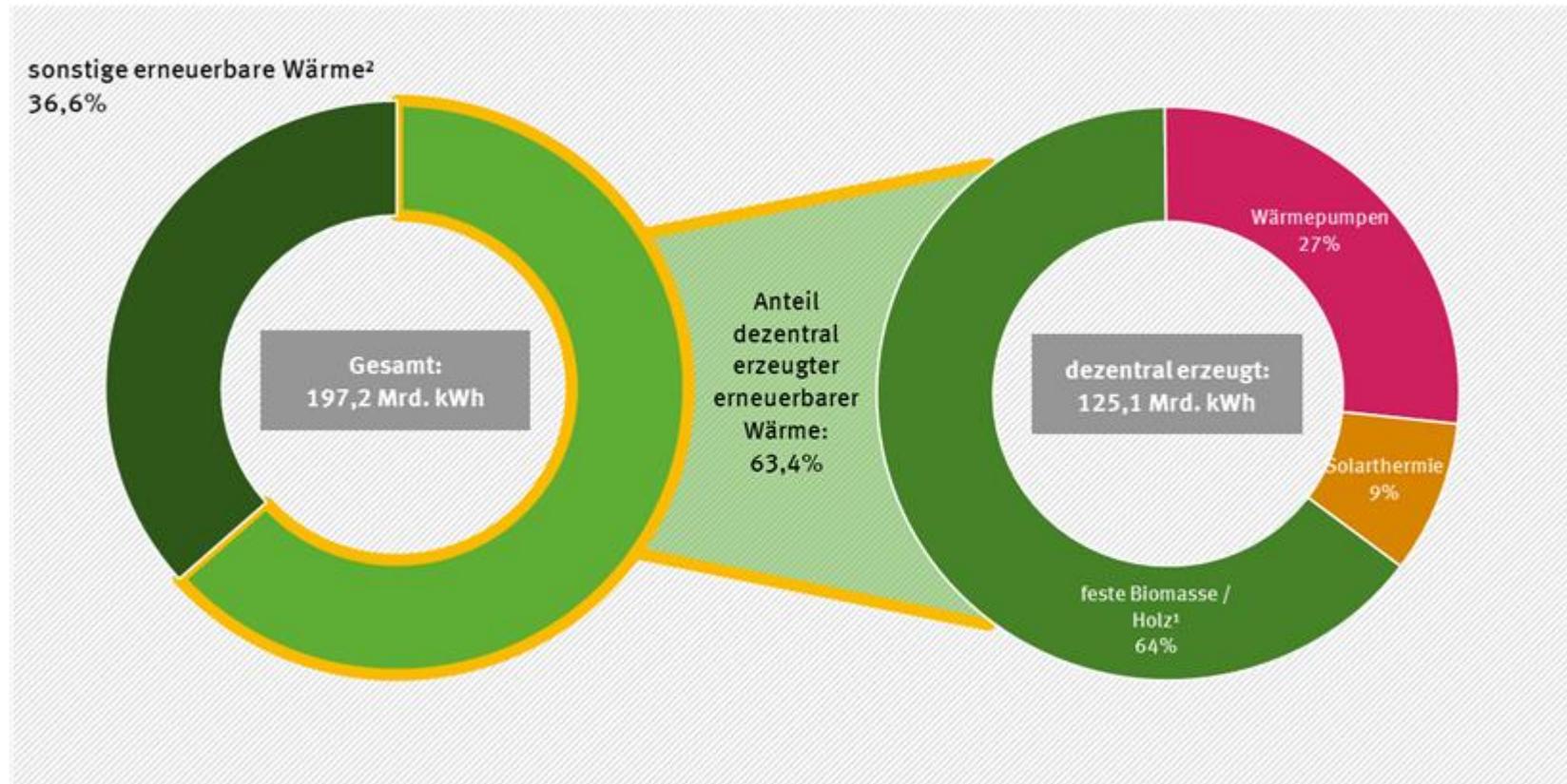


- Durch die zunehmende Nutzung dezentraler EE, insbesondere im Wärmesektor, besteht die Notwendigkeit Energiemengen zunehmend „Bottom Up“ zu erfassen.

→ **Modellierung der nutzbar gemachten Wärme aus Wärmepumpen und Solarthermie**

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2024

Anteile in Prozent [%]



¹ Nutzung von fester Biomasse / Holz in Haushalten und im GHD-Sektor

² entspricht leitungsgebundener Wärme, Industrie- und Prozesswärme sowie Wärme aus Heiz-(kraft)werken

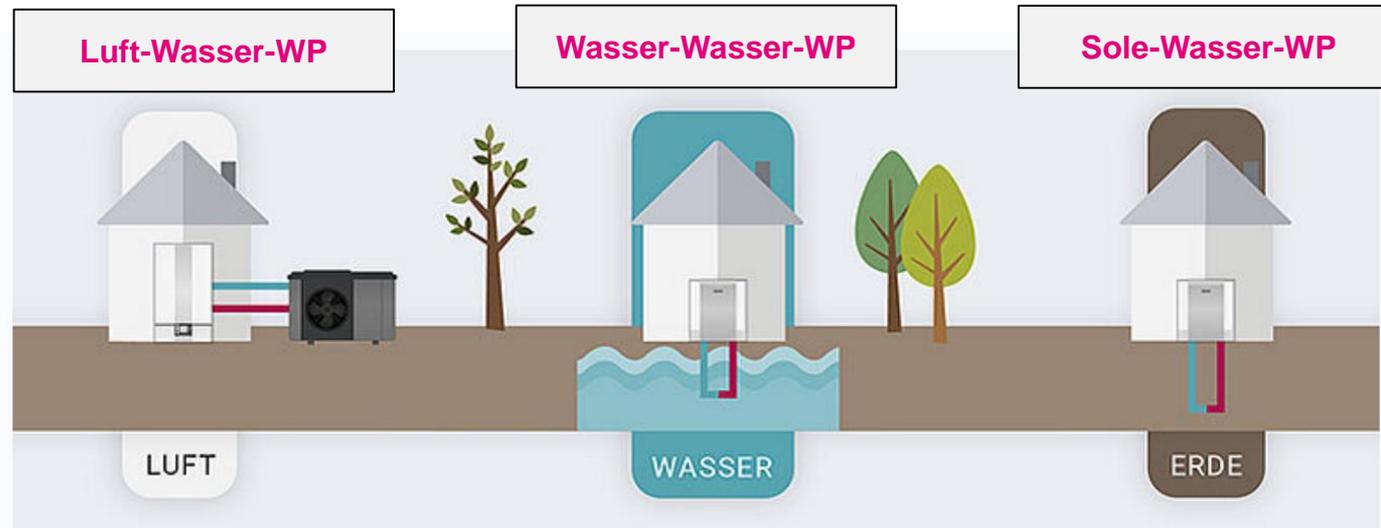
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 02/2025

Bilanzierung von Wärmepumpen

(oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme)

Statistische Erfassung der oberflächennahen Geothermie und Umweltwärme (Wärmepumpen)

- Wesentlich Arten von Heizungswärmepumpen – überwiegend in Wohngebäuden*

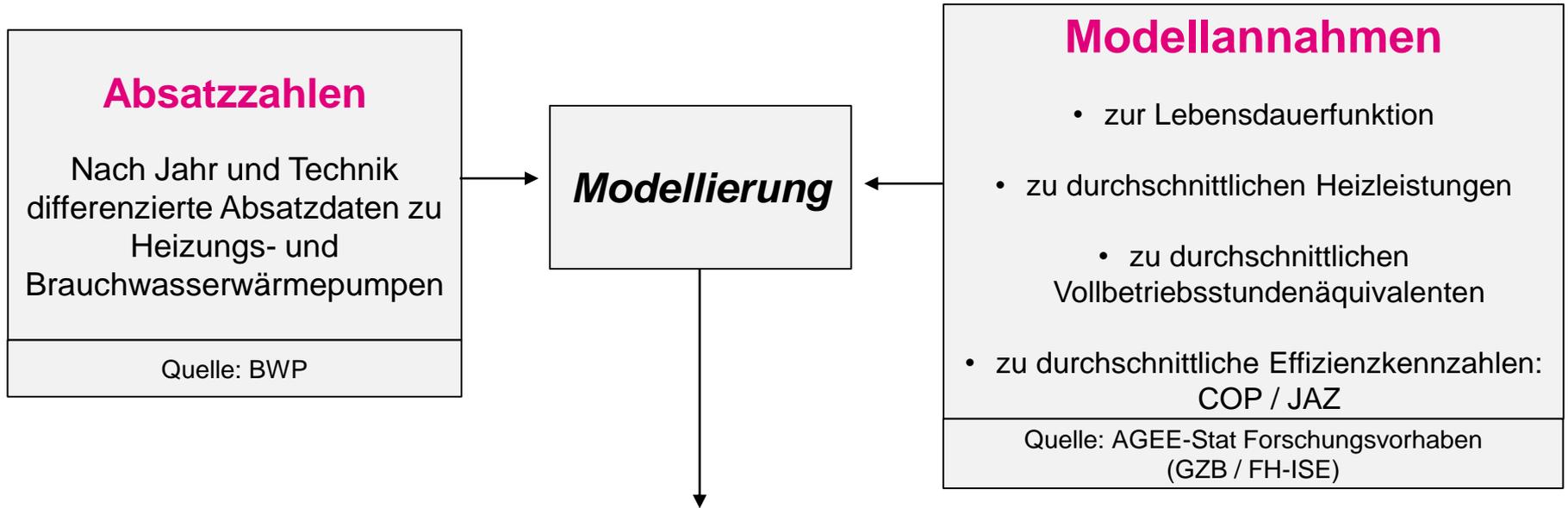


Quelle: <https://www.dein-heizungsbauer.de/ratgeber/bauen-sanieren/waermepumpe-arten/>

* Zudem gibt es noch reine Brauchwasser-WP, gasbetriebene WP, Luft-Luft-WP, sowie sonstige WP wie bswp. Flusswasser-WP

- Zur Bilanzierung der nutzbar gemachten Wärme aus Wärmepumpen ist eine Modellrechnung notwendig.
- Basis des AGEE-Stat Modells:
Fachgutachten GZB (FH-IEG) und wissenschaftliches Unterstützungsvorhaben (FH-ISE)

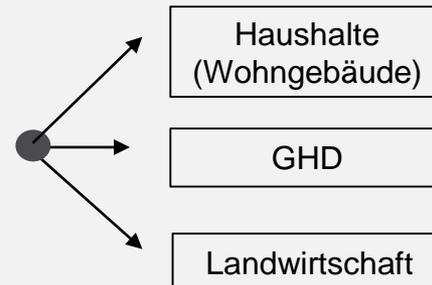
Modellierung der nutzbar gemachten Wärme aus Wärmepumpen



Modellergebnisse:

Nach Technik differenzierte Ergebnisse zum Gesamtbestand von WP

- zur Anzahl von Wärmepumpen (Gesamtbestand)
- zur elektrischen und thermischen Gesamtleistung
- zur genutzten elektrischen Antriebsarbeit (Stromverbrauch)
- zur nutzbar gemachten (erneuerbaren) Wärme
- zu durchschnittlichen Vollbetriebsstundenäquivalenten
- zu durchschnittlichen Effizienzkennzahlen (COP/JAZ)



Amtliche Daten für Industrie und Fernwärme

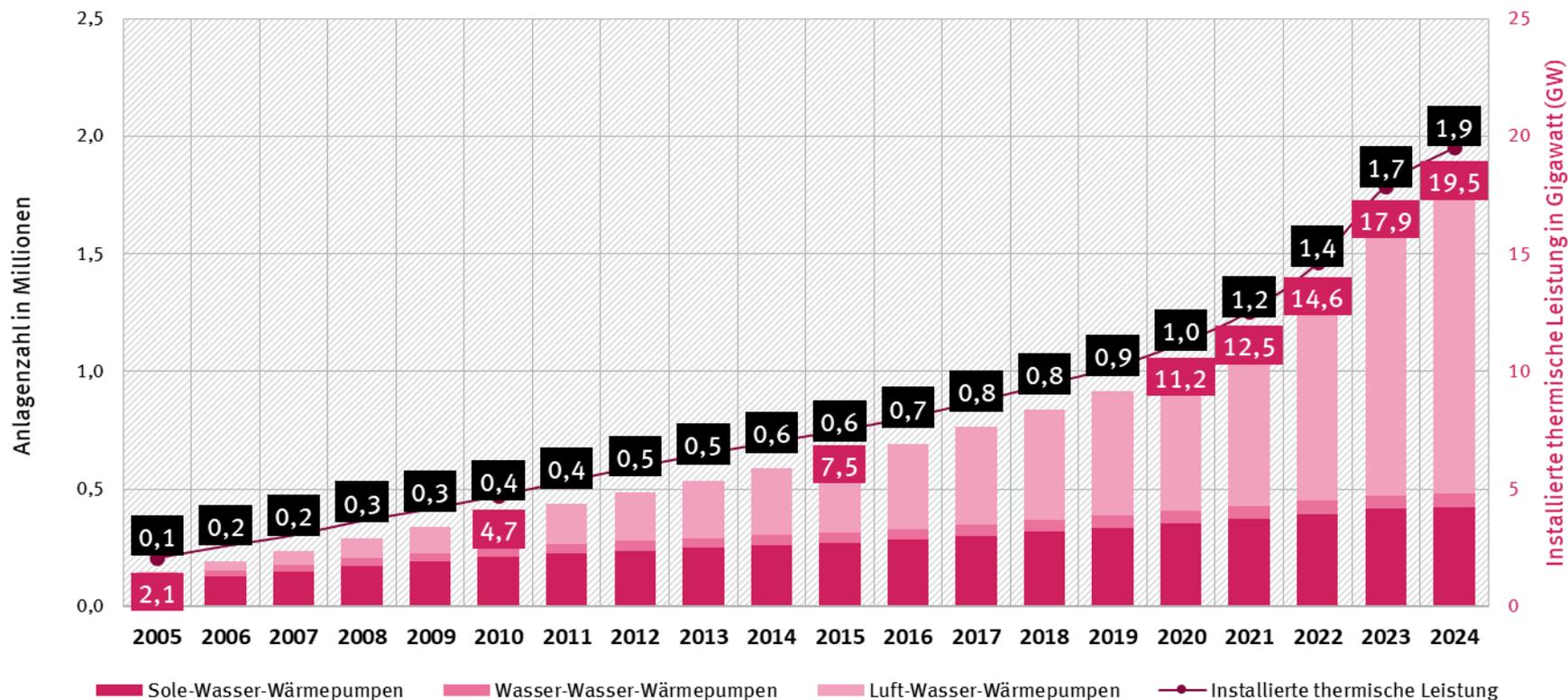
Quelle: destatis

Herausforderungen bei der Modellierung von Wärmepumpen

- wenig empirische Daten u.a. zu Effizienz und Vollbetriebsstundenäquivalenten / Wärmebedarfsniveau (insb. im Altbaubestand)
- komplexe Modellierung von Witterungseinflüssen
- schlechte Datenbasis zur Ableitung der sektoralen Verteilung (HH / GHD)
- perspektivisch steigende Relevanz von Großwärmepumpen (Fernwärme/Industrie)

Ergebnisse des AGEE-Stat Wärmepumpenmodells: Elektrische Heizwärmepumpen

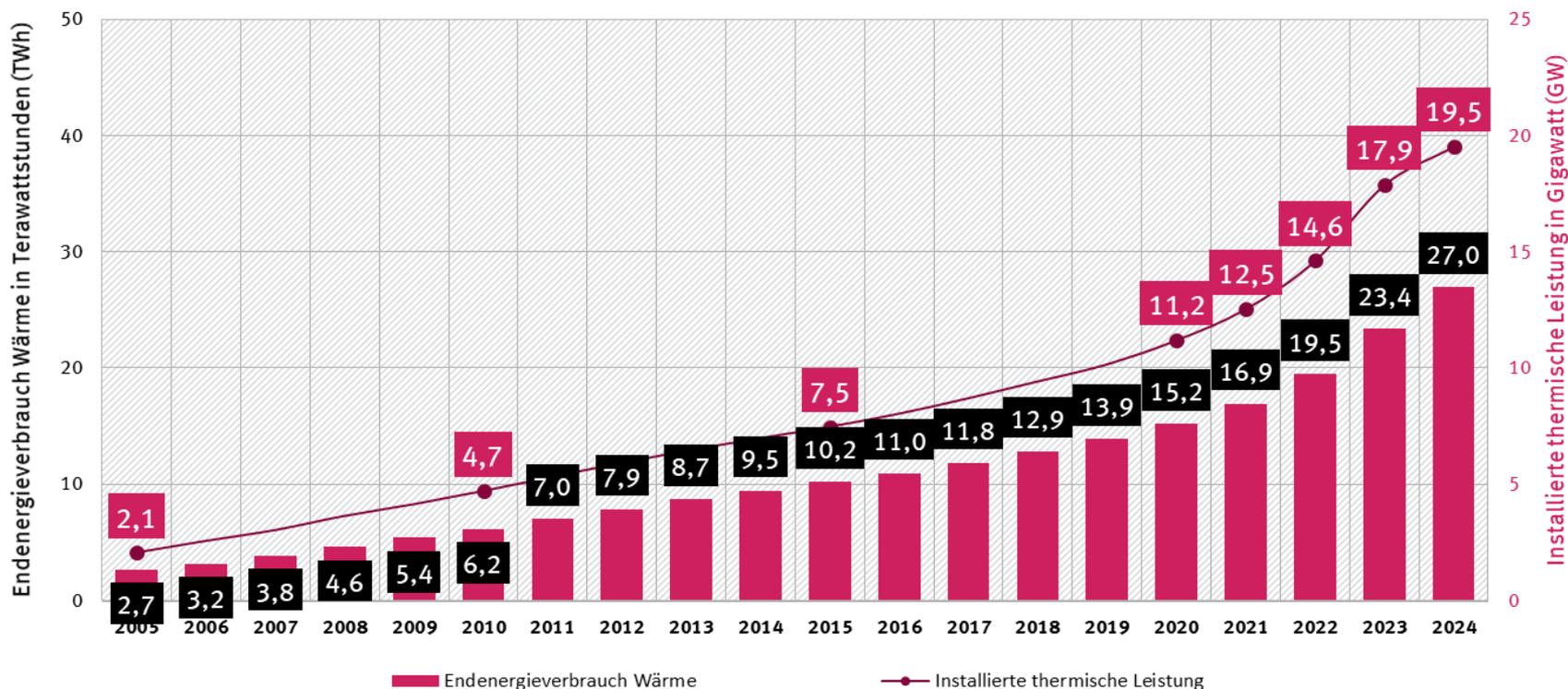
Entwicklung des Bestands elektrischer Heizwärmepumpen in Deutschland



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2025

Ergebnisse des AGEE-Stat Wärmepumpenmodells: Elektrische Heizungs-Wärmepumpen

Entwicklung der nutzbar gemachten erneuerbaren Wärme elektrischer Heizungs-Wärmepumpen in Deutschland



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2025

Vergleich der Modellierung zum umgerechneten Zensus/Mikrozensus

AGEE-Stat Modellierung

Anlagenbestand im AGEE-Stat Modell

(Stichtag: 15.05.2022, nur Sektor Haushalte):

1,15 Mio. Heizungswärmepumpen

Mikrozensus/Zensus

Mikrozensus 2022	Zensus 2022
Insgesamt beheizte Wohngebäude	Insgesamt beheizte Wohngebäude (ohne Solar)
0,88 Mio.	0,81 Mio.

- AGEE-Stat Modell bilanziert Anlagenbestand, daher kein direkter Vergleich mit den Z/MZ-Daten möglich. Insgesamt beträgt die Differenz etwa 0,3 Mio. bei einer (nicht unrealistischen) Unsicherheit/Abweichung von lediglich 10% nur noch 0,15 Mio.

Mögliche Erklärungsparameter:

- Wohngebäuden mit Kaskadenanlagen (mehrere WP beheizen ein Wohngebäude)
- Lagereffekte: Unterschied zwischen real installierten Anlagen und verkauften Anlagen
- Unsicherheit bei der Lebensdauer von Wärmepumpen

Bilanzierung von Solarthermie

Kollektortypen und Nutzungsart*

Absorber



- Erwärmung von Schwimmbadwasser
- Luft-Wasser-Wärmetauscher für Wärmepumpen

Flachkollektoren



- Trinkwarmwasser
- Raumheizung
- Fernwärme
- Niederkalorische Prozesswärme

Vakuum-Kollektoren



- Trinkwarmwasser
- Raumheizung
- Fernwärme
- Niederkalorische Prozesswärme

Konzentrierende Kollektoren



- Fernwärme
- Hochkalorische Prozesswärme
- Dampf

* Zudem gibt es noch die Nische der Luft- und PVT-Kollektoren (PV Modul kombiniert mit solarthermischer Erzeugung)

Basismethode zur Bilanzierung der Solarthermie

Die bisher durchgeführte Modellanalysen basieren auf einen empirischen Ansatz, der im Rahmen des **Solar Heating and Cooling Programs der IEA** entwickelt wurde. Die **IEA-Methodik*** greift auf folgende Komponenten zu:

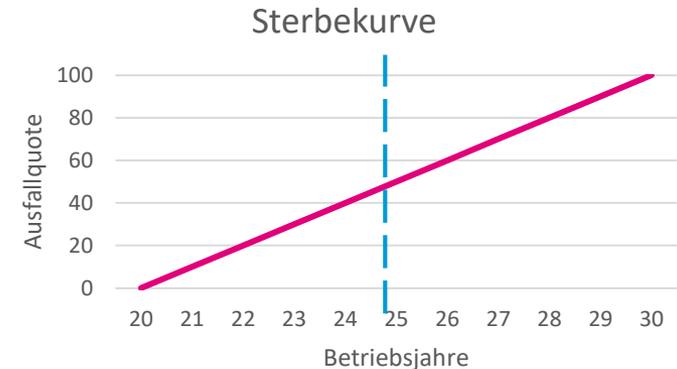
- Bestand der Kollektorfläche (Aperturfläche)
- horizontal auf die Erdoberfläche auftreffende, durchschnittliche Jahres-Globalstrahlung
- dimensionslose Kennziffern zur Berechnung des durchschnittlichen Kollektorertrags je nach Anwendungsbereich

* Die Anwendung der IEA-Methode wird im *Manual for statistics on energy consumption in households* (Eurostat 2013) empfohlen

Methodische Erweiterungen

Die durchschnittliche Nutzungsdauer wurde im Rahmen des Wissenschaftlichen Unterstützungsvorhaben von 20 Jahre auf 25 Jahre angepasst.

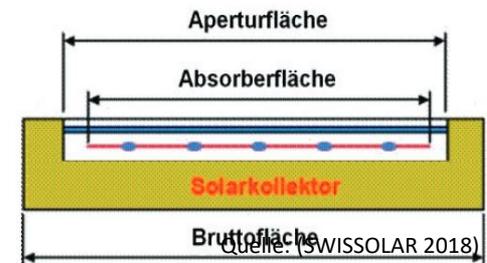
Zudem wurde eine sogenannte Sterbekurve +5/-5 eingeführt.



Folgende weitere Anpassungsmöglichkeiten der Methodik wurden diskutiert

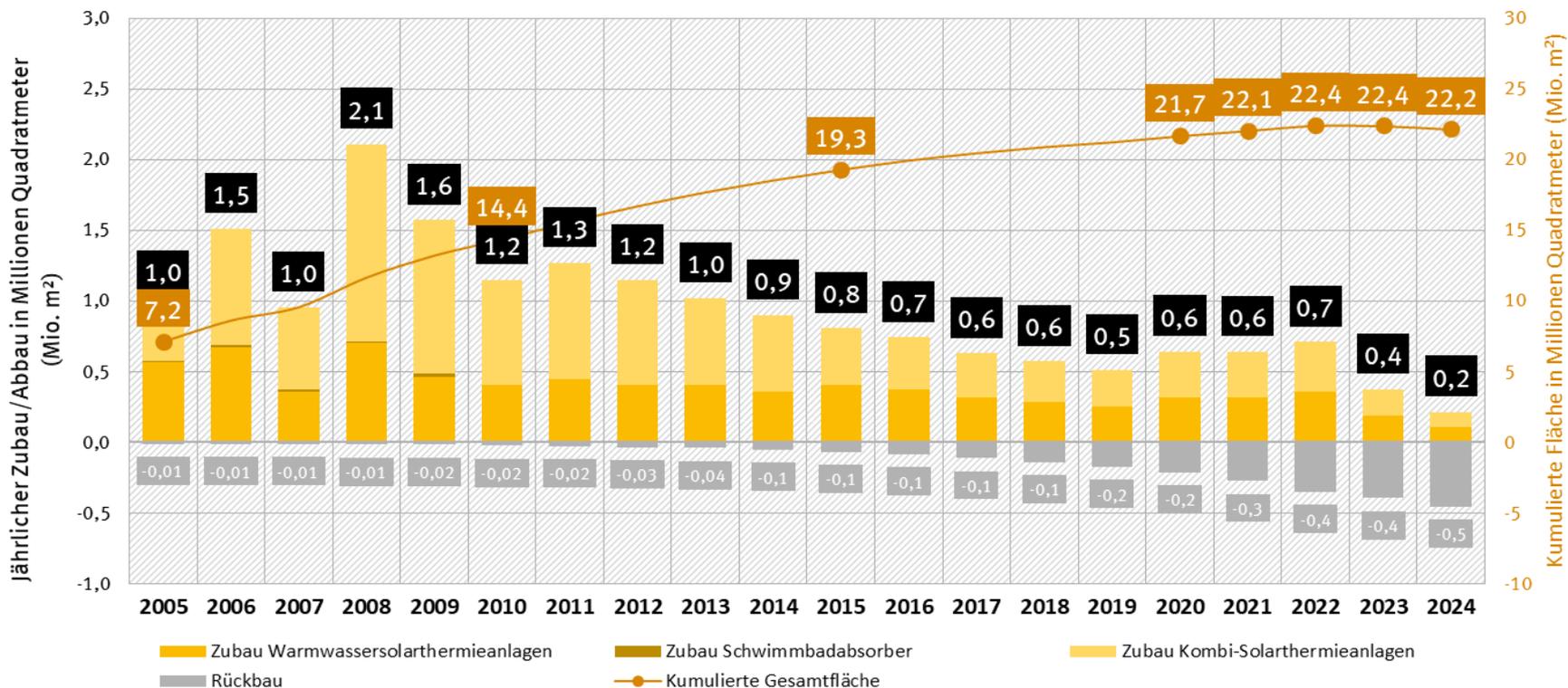
- Anpassung Kollektorfläche statt Aperturfläche (Abschlag 9%)
- Effekt der Regionalisierung (Aufschlag 2%)
- Effekt der Kollektoreffizienz (FK/VKR) (Aufschlag 2%)
- Effekt der Funktionsfähigkeit (Abschlag 3%)

-> Einführung eines Abschlagsfaktor von 7% bei der Ableitung nutzbar gemachten Wärme



Zubau, Abbau und Bestandsfläche von Solarthermieanlagen in Deutschland

Zubau, Abbau und Bestandsfläche von Solarthermieanlagen in Deutschland



Hinweis: Berücksichtigt sind Kombi-Solarthermieanlagen, solarthermische Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung sowie bei der kumulierten Gesamtfläche auch der Abbau von Altanlagen in allen Kategorien

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2025

Vergleich der Modellierung zum umgerechneten Mikrozensus

AGEE-Stat Modellierung

**kumulierte Kollektorfläche auf
Wohngebäuden nach AGEE-Stat:
21,3 Mio m² (Jahresmittel 2022)**

Mikrozensus

Gebäudegröße	Anzahl Gebäude
	1 000
1 Wohnung	1 471
2 Wohnungen	351
3 - 6 Wohnungen	79
7 und mehr Wohnungen	12
Insgesamt	1 913

entspricht ca. 17 Mio. m² → 25% Differenz

Mögliche Erklärungsparameter:

Unsicherheiten beim MZ und bei der folgenden Kollektorflächenableitung

Generell auch 10% Abweichung durch Stichprobenfehler etc. möglich. Im Mikrozensus 2018 waren ca. 25% weniger Anlagen auf Wohngebäuden erfasst, obwohl es keine starke Zubaudynamik bis 2022 gab.

Ableitung der Gesamtkollektorflächen (17 Mio.) auf Basis Gebäudeanzahl kann stark fehlerbehaftet sein.

GGf. Unsicherheiten bei der abgefragten Kollektorfläche und notwendigen Zuschätzung

GGf. überschätzte Annahme zur Nutzungsdauer (25 Jahre)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

V 1.8 Monitoring erneuerbarer Energien,
Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
(AGEE-Stat)

AGEE-stat@uba.de

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

