LANGFRISTSZENARIEN FÜR DIE TRANSFORMATION DES ENERGIESYSTEMS IN DEUTSCHLAND

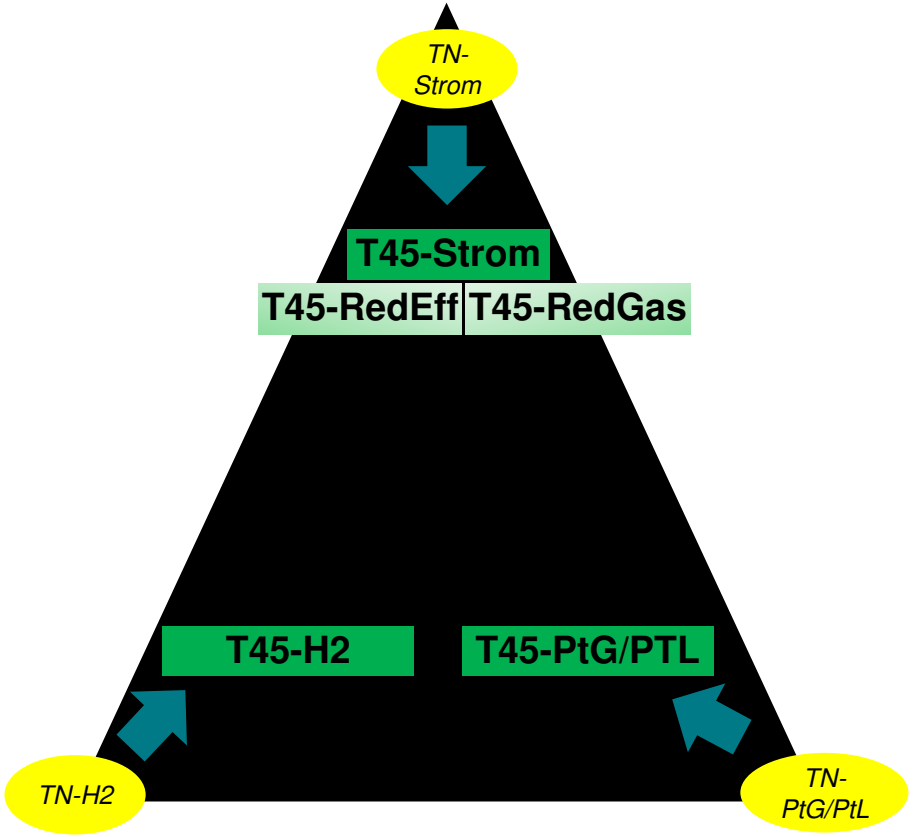
Treibhausgasneutrale Szenarien T45

Webinar 17.11.2022

Energienachfrage Gebäudesektor

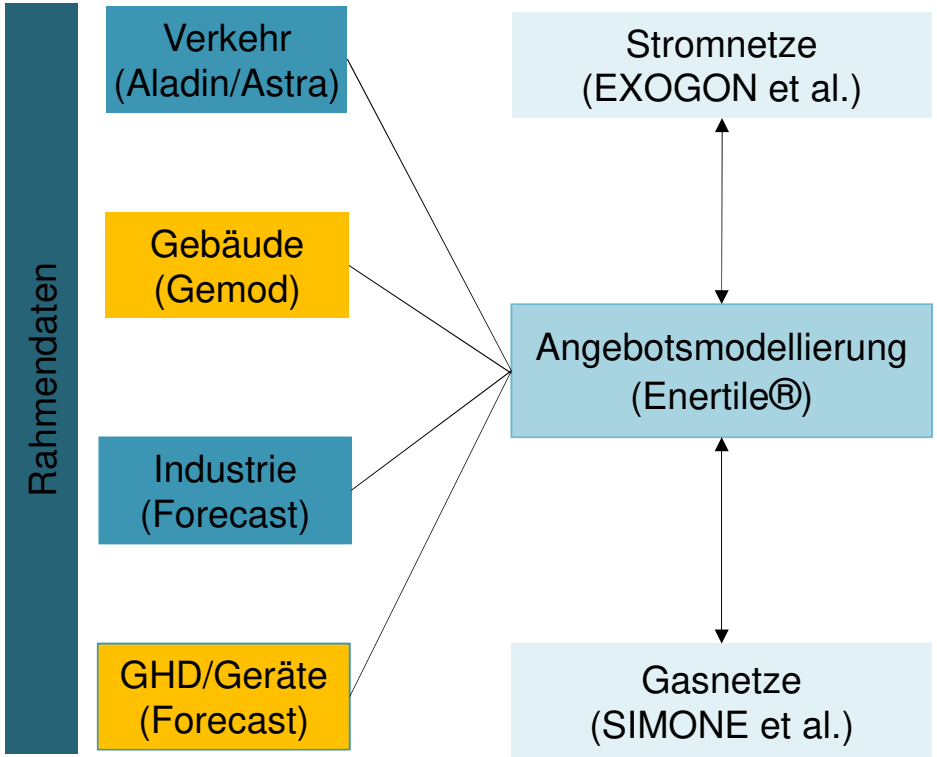
Autoren:
Peter Mellwig
ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung

Methodik & Szenariodesign
Erkenntnisgewinn durch Vergleich und Lernen



- **Zentrale Fragestellung:**
  - Welche techno-ökonomischen Wirkungen haben bestimmte Pfade zur Dekarbonisierung des Energiesystems?
- **Vorgehensweise:**
  - Vergleich der Dekarbonisierung des Energiesystems durch
    - starken Einsatz von Strom (*Szenario T45-Strom*)
    - starken Einsatz von Wasserstoff (*Szenario T45-H_2*)
    - starken Einsatz von synthetischen Kohlenwasserstoffen (*T45-PtG/PtL*)
    - weniger Energieeffizienz (*Szenario T45-RedEff*)
    - weniger Gasverbrauch in der Transformation *(Szenario T45-RedGas)*
  - Modellierung des Transformationspfades bis 2045 mit detaillierten bottom-up Modellen
- **Mission der Langfristszenarien:**
  - Methodisch und inhaltlich lernender Prozess, um den Lösungsraum für ein treibhausgasneutrales Energiesystem immer besser „auszuleuchten“

Modellsystem
Gekoppelte Modelle erlauben hoch aufgelöste Analysen



- **Vorgehensweise**
  - Detaillierte Modelle berechnen Energienachfrage
  - Energienachfrage wird **regionalisiert**
  - Potentiale Erneuerbarer Energien werden in hoher räumlicher und **zeitlicher** (stundenscharf) Auflösung berechnet
  - Bereitstellung der Energie wird optimiert und mit Netzmodellen iteriert
  - Auslegung der **Netze** wird berechnet
- **Einordnung**
  - Sehr hohe Auflösung des Energiesystems
    - Beispiel Enertile (Optimierung Angebot)
      - > 188 Millionen Erzeugungsvariablen
      - Größe des Gleichungssystems > 6,8 Mio. Schreibmaschinenseiten
  - Modellkette sehr rechenintensiv und aufwändig

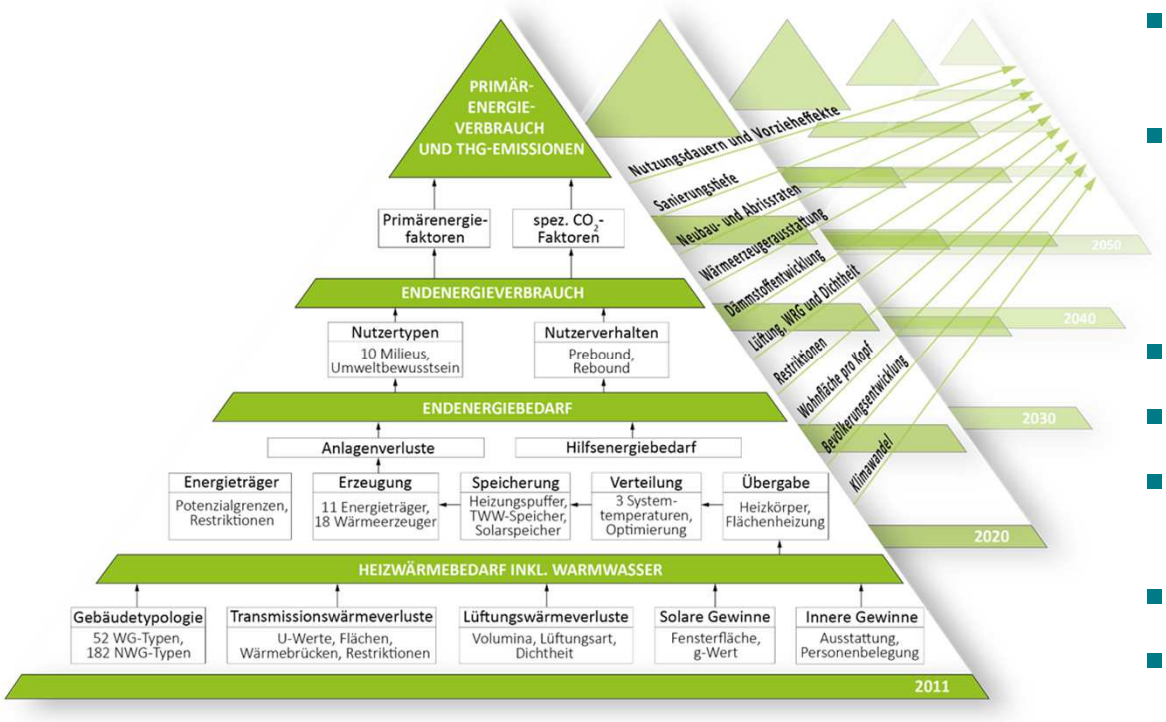
Vorgehen und Rahmendaten

Ergebnisse der einzelnen Szenarien

Vergleich und Schlussfolgerungen

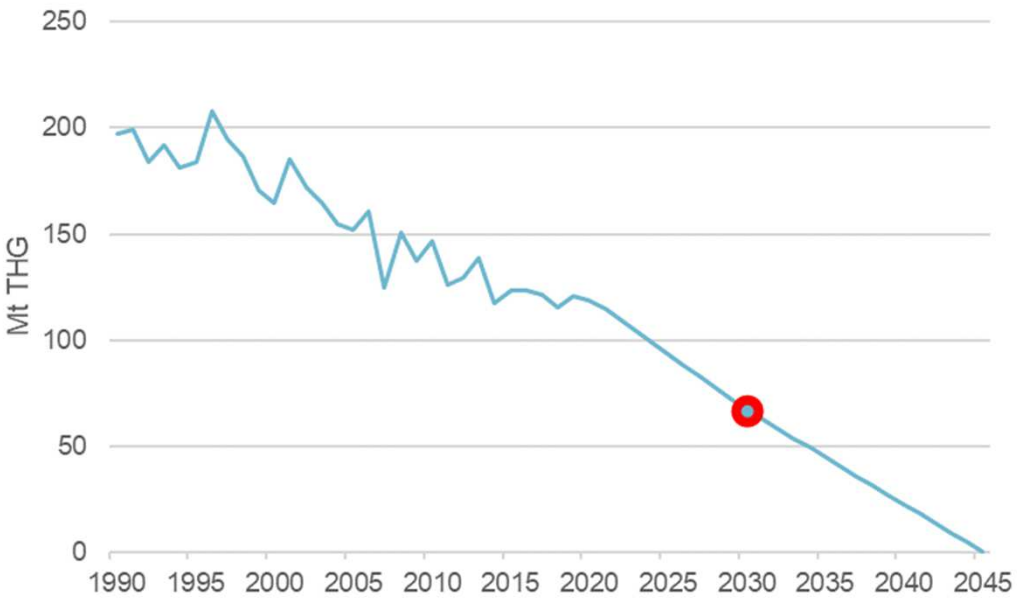
Vorgehen und Rahmendaten

Modellierung des Gebäudesektors mit GEMOD



- Bottom-Up-Modellierung Raumwärme und Warmwasser
- 4 Wohngebäudetypen
  13 Nichtwohngebäudetypen
  13 Altersklassen
  → 221 Gebäudetypen
- Berechnungsverfahren gem. GEG
- Verbrauchsberechnung / Rebound
- Betriebswirtschaftliches Entscheidungs-modul für Heizungstechnologien
- Berücksichtigung von Lerneffekten
- Sanierungstätigkeit auf Grundlage der Nutzungsdauern

Bilanzrahmen für den Gebäudesektor



- Bilanzrahmen für Endenergie: Gebäudeenergiegesetz GEG
  - Raumwärme, Warmwasser, Lüftung, Hilfsenergie
  - zzgl. Umweltwärme und Solarthermie
  - Beleuchtung und Klimakälte werden im Teil „Geräte in Haushalten und GHD“ bilanziert
- Bilanzrahmen für THG: Klimaschutzgesetz KSG
  - Quellenprinzip – nur direkte Emissionen
  - Strom und Fernwärme werden im Versorgungssektor bilanziert
  - In allen Szenarien wird 2045 ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht

Rahmendaten für den Gebäudesektor

- Koalitionsvertrag
  - im GEG werden die Neubau-Standards zum 1. Januar 2025 an das KfW-Effizienzhaus 40 angeglichen.
  - Zum 1. Januar 2025 soll jede neu eingebaute Heizung auf der Basis von 65 Prozent erneuerbarer Energien betrieben werden;
    (auf den 1. Januar 2024 vorgezogen)
  - zum 1. Januar 2024 werden für wesentliche Ausbauten, Umbauten und Erweiterungen von Bestandsgebäuden im GEG die Standards so angepasst, dass die auszutauschenden Teile dem Effizienzhaus 70 entsprechen;

- Biomassepotenzial
  - Detaillierte Ausführung im Webinar am 22.11.2022
  - Rückgang des Potenzials von Holz für den Gebäudesektor auf 31 TWh in 2045

T45-Szenarien im Überblick

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-RedGas

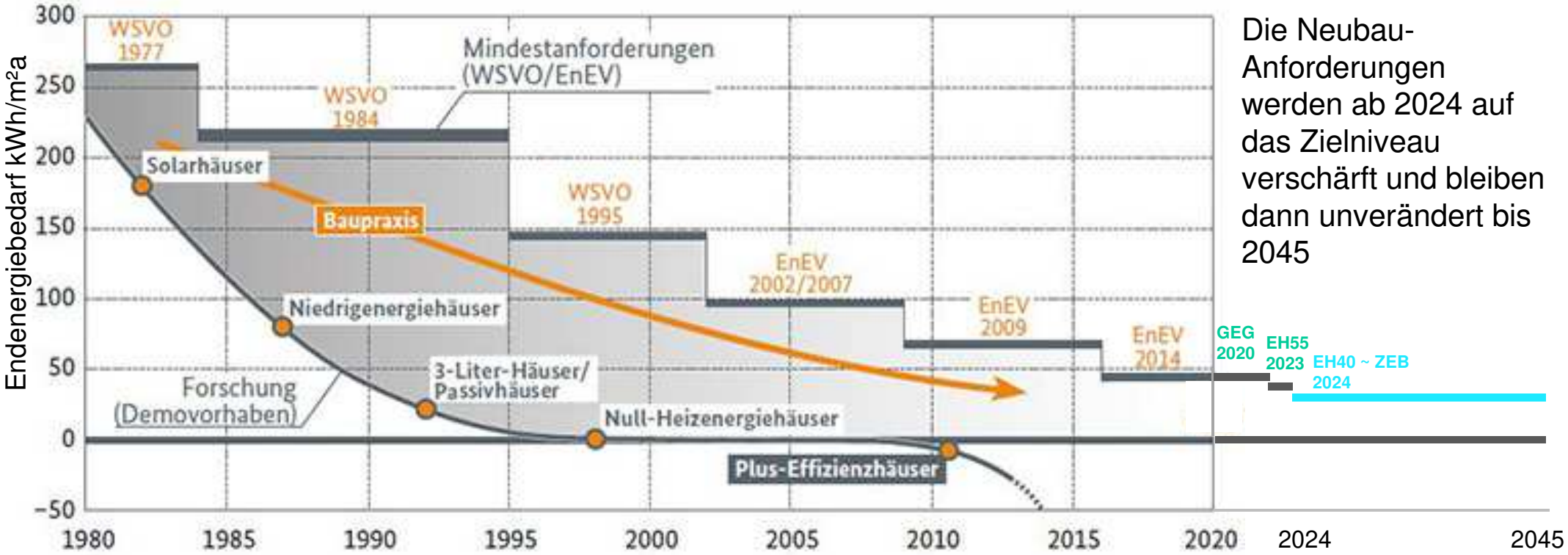
- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

Entwicklung der Gebäudeeffizienz
Überblick

	T45-Strom	T45-PtG/PtL	T45-H_2	T45-RedEff	T45-RedGas
Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle (Durchschnitt der U-Wert-Verschärfungen)					
Neubau ggü. GEG	24% entspricht EH40 - EH55	22% entspricht EH40 - EH55			
Sanierung ggü. GEG	29% entspricht EH55	23% entspricht EH70			
Anteil geförderter Sanierungen in 2045	30%	15%			
Anteil "Pinselsanierungen" 2045 an allen Sanierungen	3%				
Verkürzung der Sanierungszyklen ggü. 2020 (durchschnittliche Verkürzung der charkteristischen Bauteil-Nutzungsdauern aller Bauteilarten)	22% (Erhöhung der Sanierungs-rate)	0%			
Anteil Lüftungsanlagen mit WRG 2045 am Gesamtbestand	42%	20%			

Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

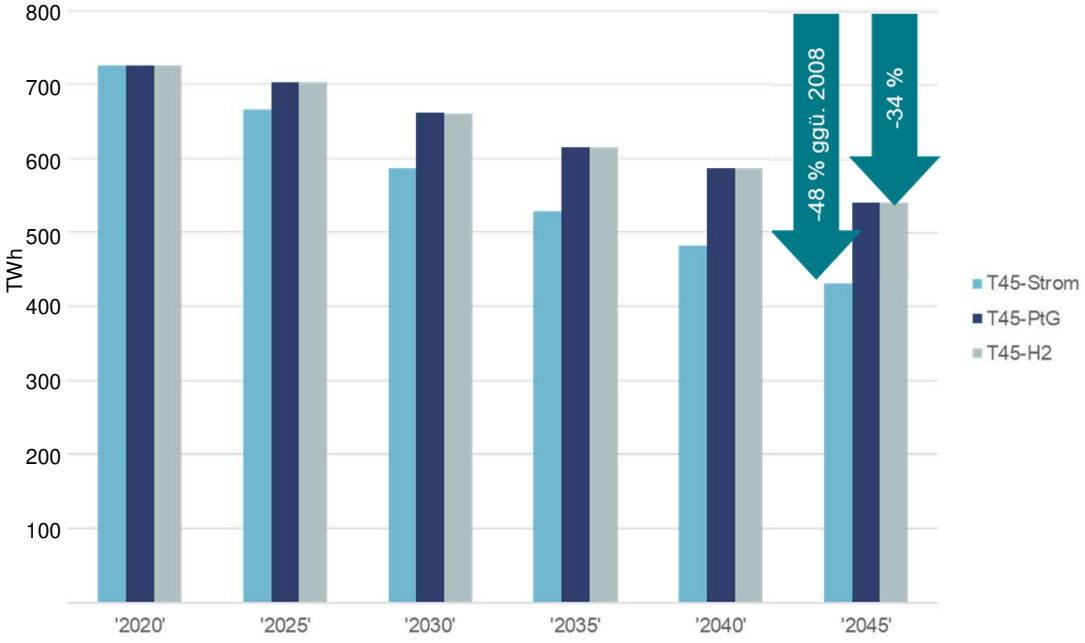
Entwicklung der Gebäudeeffizienz Neubau-Anforderungen



Die Neubau-Anforderungen werden ab 2024 auf das Zielniveau verschärft und bleiben dann unverändert bis 2045

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Fraunhofer IBP

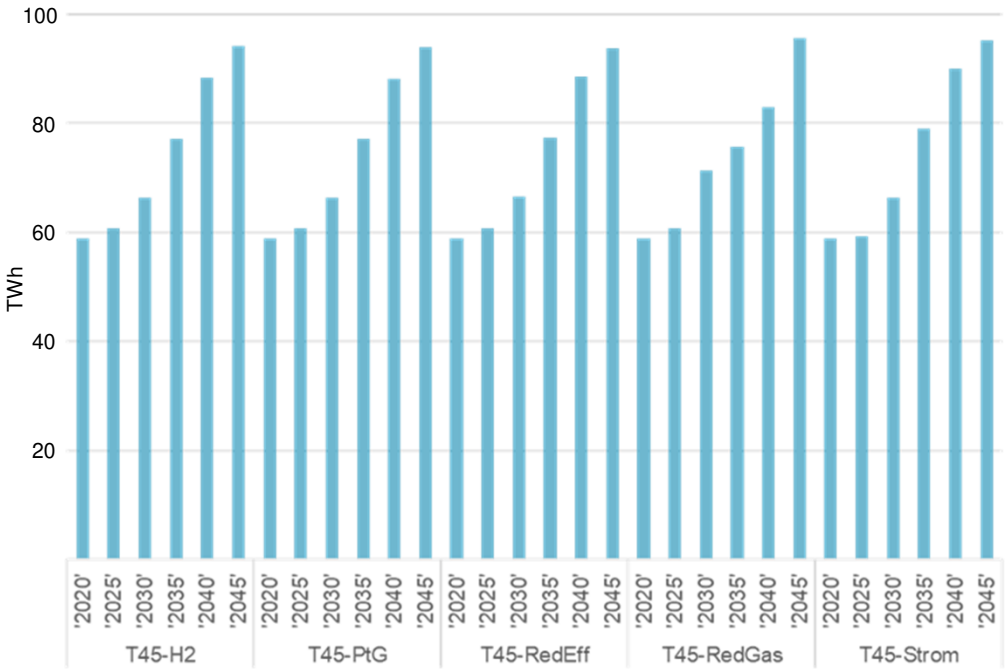
Entwicklung der Gebäudeeffizienz
Ergebnisse



Höhere Effizienz in T45-Strom durch

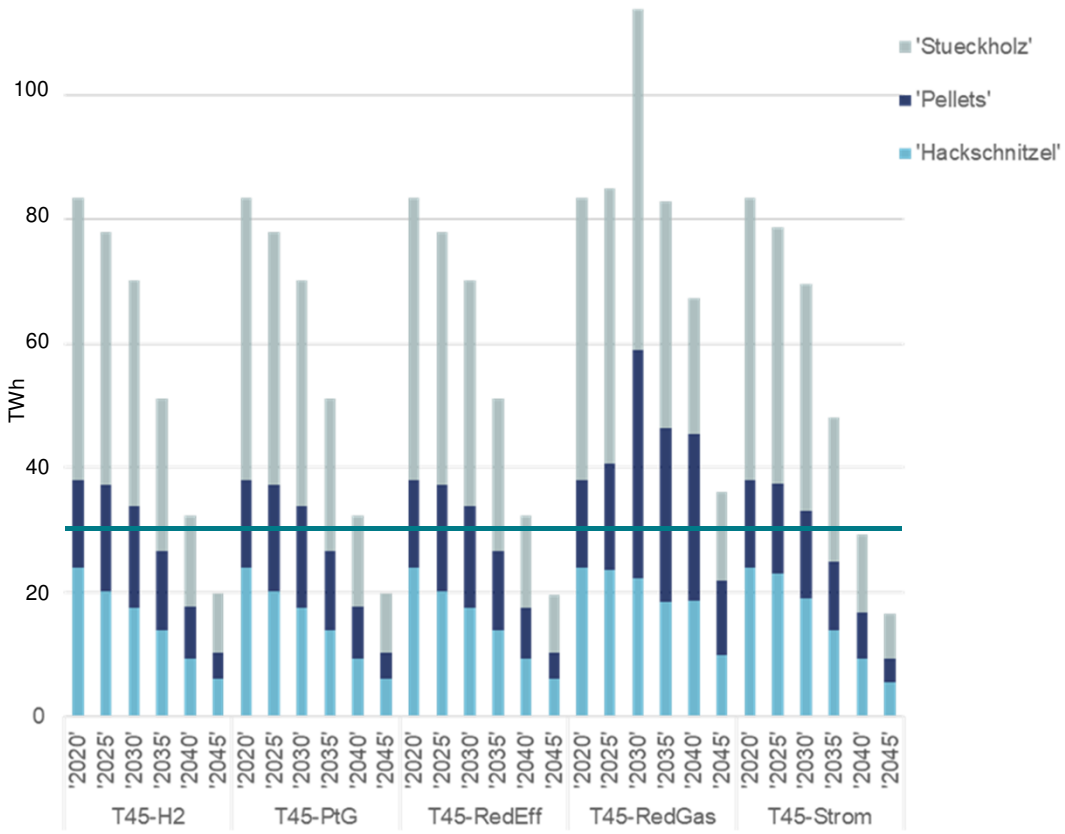
- Höhere Anforderungen an Bestandssanierung
  - T45-Strom: EH 55
  - andere: EH 70
- Verkürzung der Nutzungszyklen
  - Sanierungsrate T45-Strom: 1,95%
  - andere: 1,49%
- Endenergieeinsparungen ggü. 2008
  - T45-Strom: 48%
  - andere: 34%

Fernwärmeverbrauch im Szenarienvergleich



- Hochlauf von Wärmenetzen auf 94 TWh in 2045 in allen Szenarien vorgesehen
- Steigerung des Wärmeabsatzes um 60% ggü. 2020.
- Durchschnittlicher Zubau 1,6 TWh pro Jahr
- Durch den gleichzeitig sinkenden Wärmebedarf der Gebäude muss die Anzahl der Wärmenetzanschlüsse um den Faktor 2,9 bis 3,1 wachsen
- Dazu sind jährlich 130.000 bis 150.000 Neuanschlüsse sowie ein Zubau von 800 km Verteilnetztrassen erforderlich

Holzverbrauch im Szenarienvergleich



- Potenzial von Holz für Gebäudewärme (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) sinkt bis 2045 auf 31 TWh
- Aufgrund der hohen Sensitivität externer Einflüsse auf das Potenzial (Waldschäden, Fleischreduktion) wird das Potenzial in den Szenarien sicherheitshalber nicht ausgeschöpft

Ergebnisse der einzelnen Szenarien

T45-Strom Storyline

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

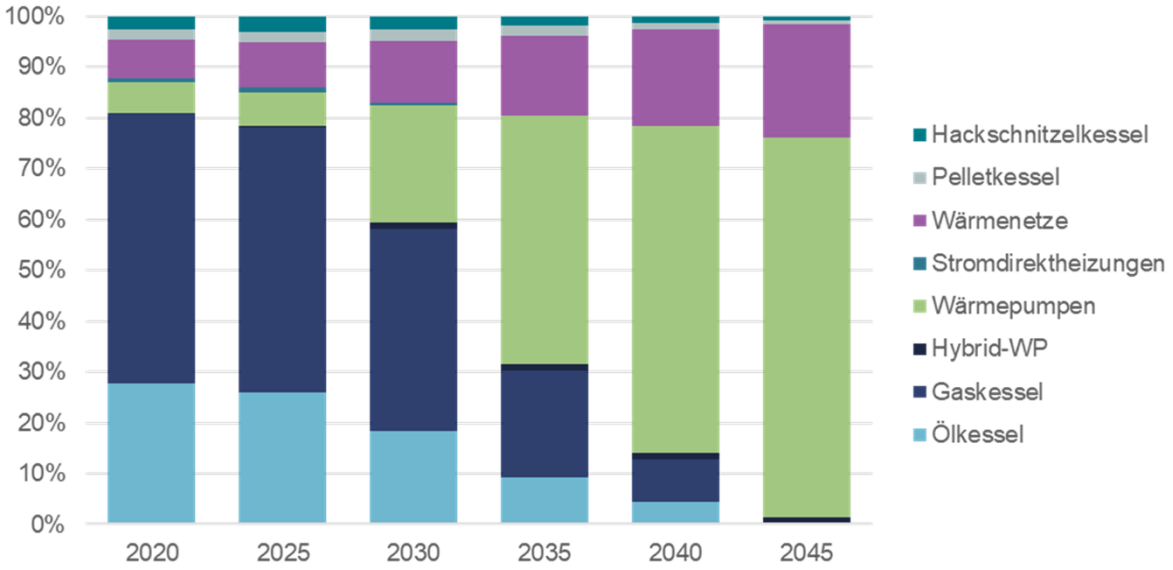
T45-RedGas

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen
- Erneuerbare Gase stehen für den Gebäudesektor nicht zur Verfügung

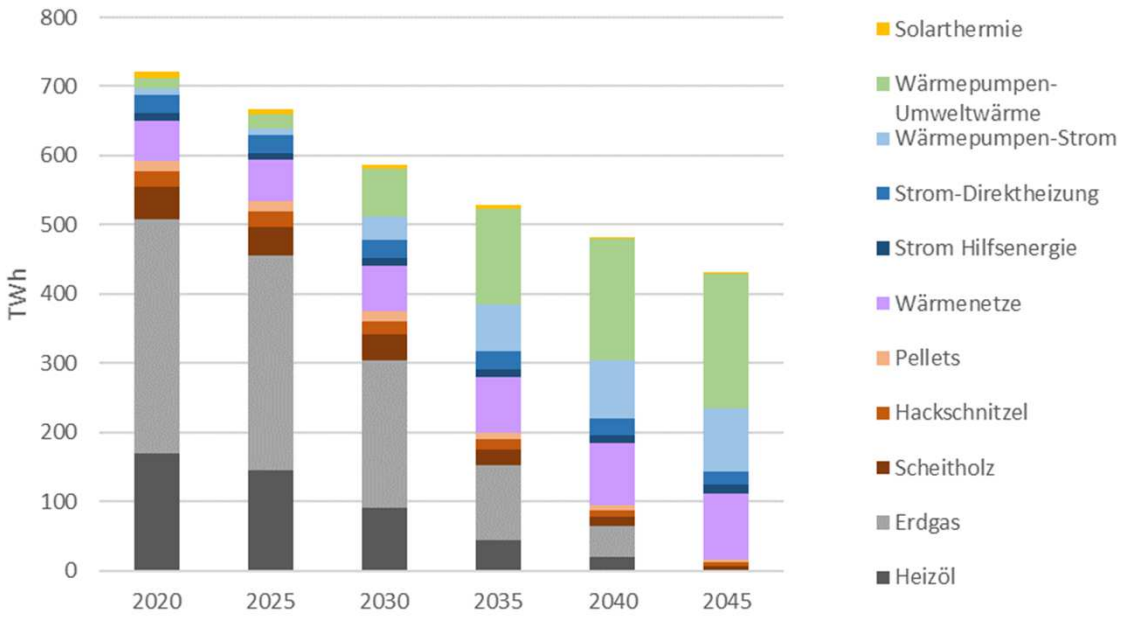
Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

T45-Strom
Wärmeerzeuger-Bestand



- Anzahl Wärmepumpen
  - 2030: 5,4 Mio.
  - 2045: 18,6 Mio.
- Hybrid-WP:
  - 0,34 Mio. installiert 2024 bis 2030
  - Kaum sinnvoll, da viele Gebäude für monovalente Wärmepumpen geeignet
  - Gebäude, die zum Zeitpunkt des Kesseltauschs noch nicht für monovalente Wärmepumpen geeignet sind, nutzen übergangsweise Heizstab für Lastspitzen, da Gase mittelfristig nicht verfügbar
  - bis 2045 kein Betrieb des Gas-Anteils mehr

T45-Strom
Endenergieverbrauch



- Verbrauchsminderung um 48% ggü. 2008 (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)
- Verbrauchsminderung nach GEG um 71% (ohne Umweltwärme und Solarthermie)
- Wärmeverbrauch wird 2045 zu 45% mit Umgebungswärme gedeckt
- Hohe Effizienz der Wärmepumpen (in 2045 mittlere JAZ 3,1) durch effiziente Gebäude (Synergie)
- JAZ inkl. Heizstab gerechnet, Nutzung der Heizstäbe konservativ gerechnet (JAZ eher größer als 3,1)
- Stromverbrauch 2045: 124 TWh

T45-PtG/PtL Storyline

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

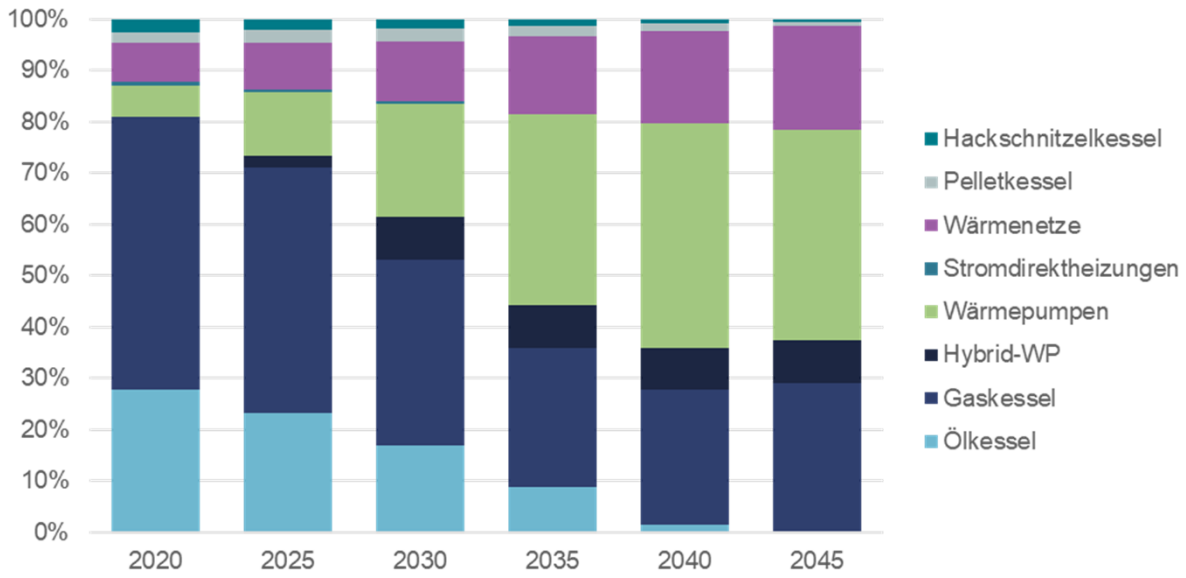
- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-RedGas

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

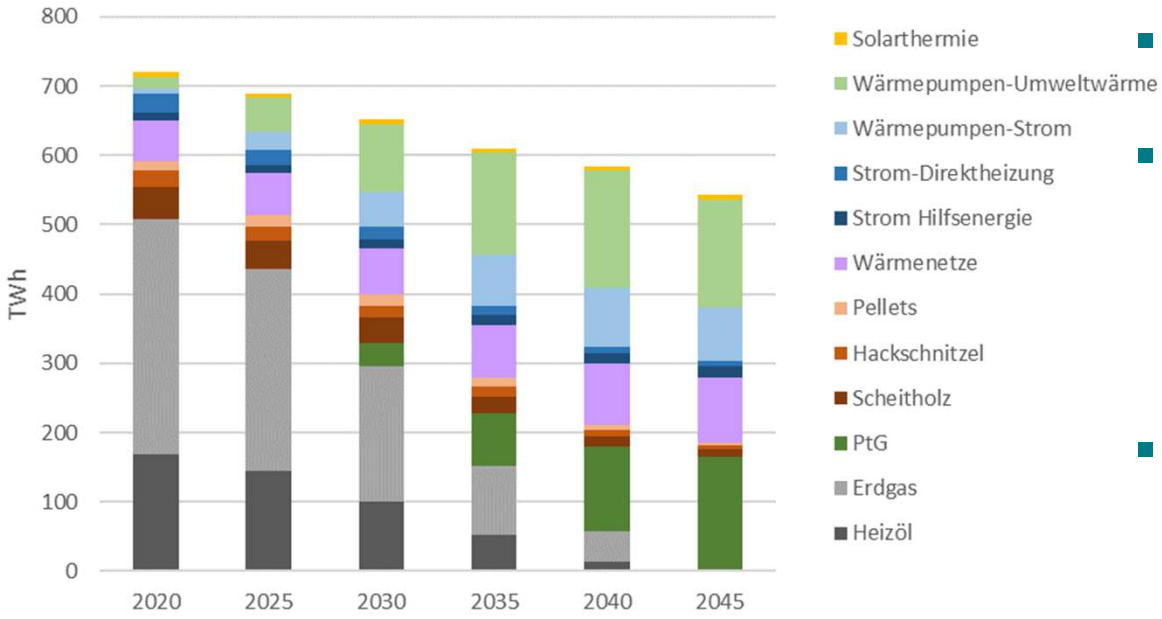
- Weniger ambitionierte Verbesserung der Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Einsatz von synthetischem Methan (PtG) in dezentralen Heizkesseln

T45-PtG/PtL
Wärmeerzeuger-Bestand



- Inkonsistenter Pfad: Bis 2030 Schwenk zu Wärmepumpen, da PtG-Menge für Sektorziel nicht ausreicht, danach Wiederaufwuchs von Gaskesseln (2045: 9,1 Mio. inkl. Hybrid-WP)
- Anzahl Wärmepumpen
  - 2030: 5,2 Mio.
  - 2045: 10 Mio.
- Hybrid-WP:
  - 2 Mio. installiert 2024 bis 2030 in weniger effizienten Gebäuden
  - 2030 bis 2045 Anstieg des Gas-Anteils

T45-PtG/PtL
Endenergieverbrauch



- Verbrauchsminderung um 34% ggü. 2008 (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)
- PtG-Bedarf
  - 2030: 32 TWh als Beimischung (14%)
  - 2045: 166 TWh (Hochlauf bis 2045 noch nicht abgeschlossen)
- Effizienz der Wärmepumpen in 2045: mittlere JAZ 3,0, weil ineffiziente Gebäude mit Gas beheizt werden

T45-H_2 Storyline

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

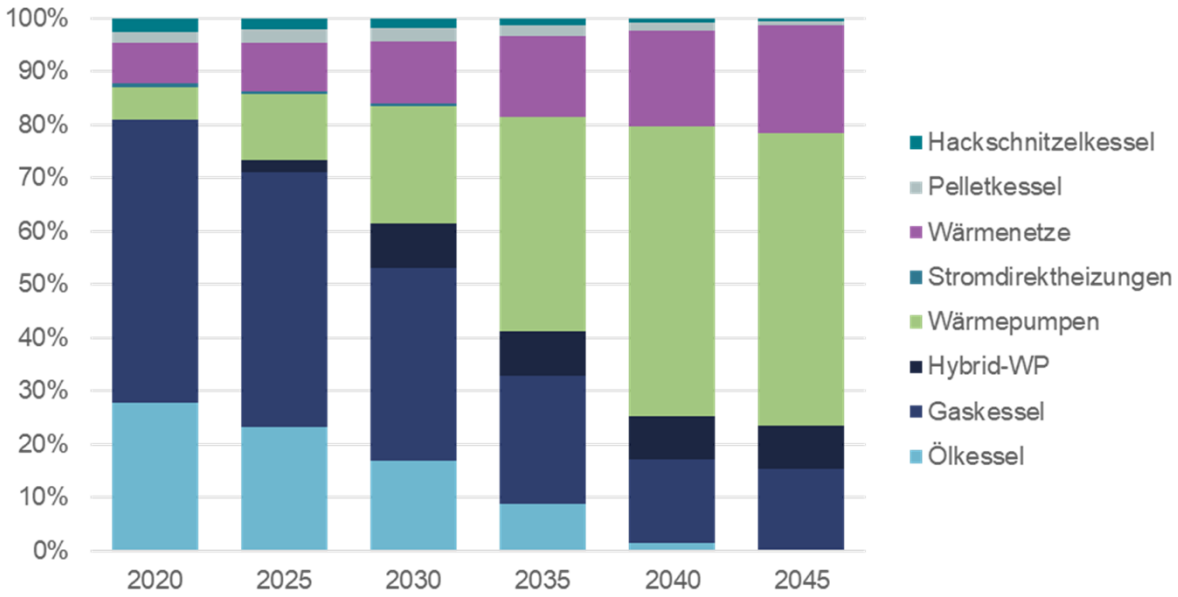
T45-RedGas

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

- Weniger ambitionierte Verbesserung der Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wasserstoff-Einsatz in dezentralen Heizkesseln

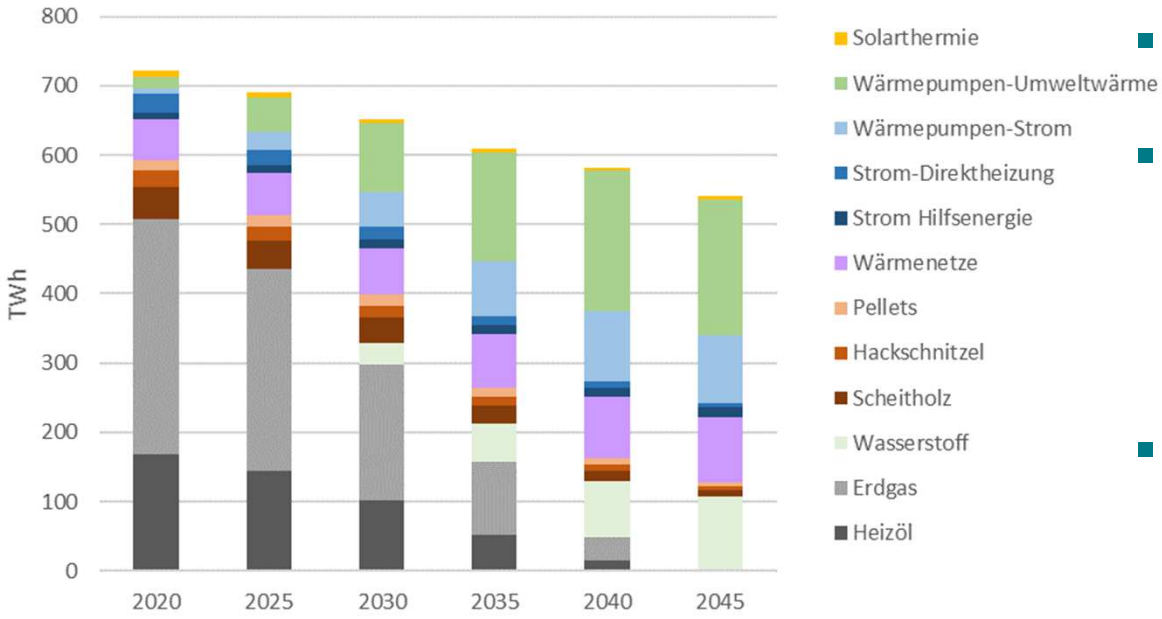
Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

T45-H_2 Wärmeerzeuger-Bestand



- Inkonsistenter Pfad: Bis 2030 Schwenk zu Wärmepumpen, da H_2-Menge für Sektorziel nicht ausreicht, danach Wiederaufwuchs von Gaskesseln, erschwert durch eingeschränkte Wasserstoff-Verfügbarkeit im Zeitpunkt der Kesselerneuerung
  (2045: 5,8 Mio. inkl. Hybrid-WP)
- Anzahl Wärmepumpen
  - 2030: 5,2 Mio.
  - 2045: 13,4 Mio.
- Hybrid-WP:
  - 2 Mio. installiert 2024 bis 2030 in weniger effizienten Gebäuden
  - 2030 bis 2045 Anstieg des Gas-Anteils (nach H_2-Verfügbarkeit)

T45-H_2 Endenergieverbrauch



- Verbrauchsminderung um 34% ggü. 2008 (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)
- Wasserstoff-Bedarf
  - 2030: 32 TWh
  - 2045: 107 TWh (Hochlauf bis 2045 noch nicht abgeschlossen)
- Stromverbrauch 2045: 118 TWh

T45-RedEff Storyline

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

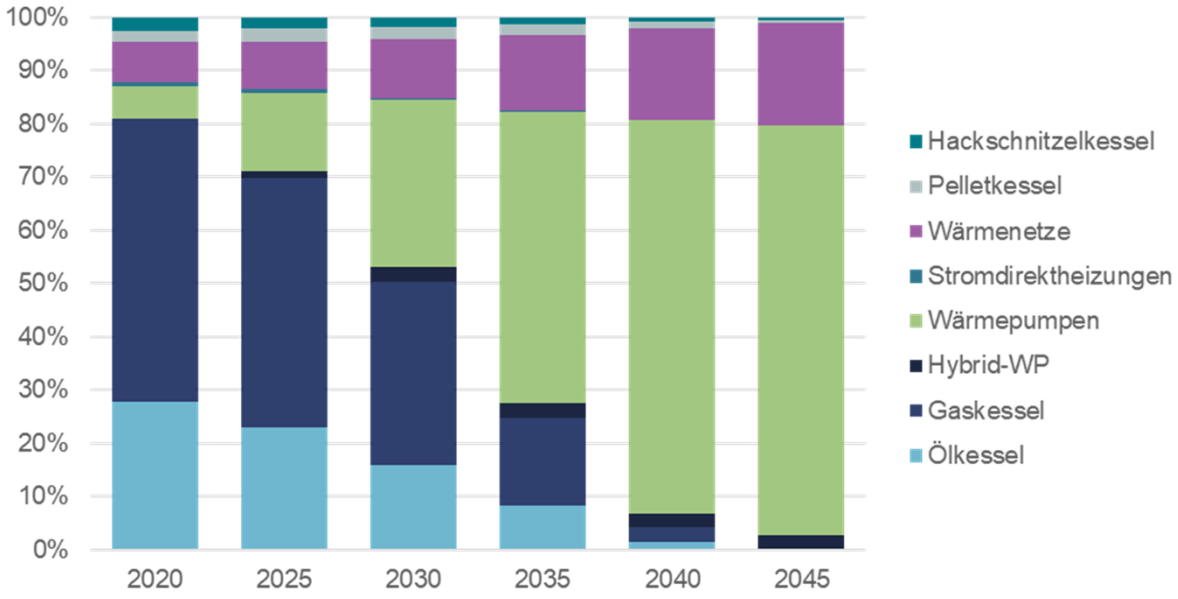
- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-RedGas

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

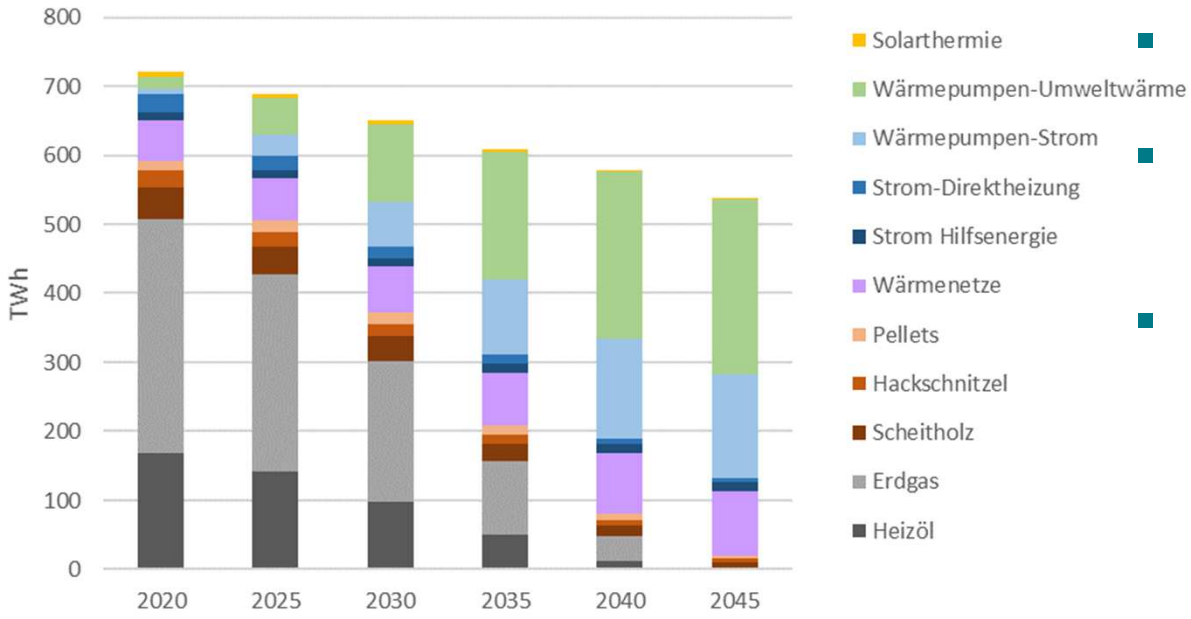
- Sensitivität zu T45-Strom, um den Einfluss der Gebäudeeffizienz abzubilden
- Weniger ambitionierte Verbesserung der Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen
- Erneuerbare Gase stehen für den Gebäudesektor nicht zur Verfügung

T45-RedEff
Wärmeerzeuger-Bestand



- Anzahl Wärmepumpen
  - 2030: 7,4 Mio.
  - Extrem ambitioniert
  - Wärmepumpen müssen den höheren Verbrauch von Heizöl und Erdgas kompensieren
  - 2045: 18,8 Mio.
- Hybrid-WP:
  - 0,63 Mio. installiert 2024 und 2030
  - bis 2045 kein Betrieb des Gas-Anteils mehr

T45-RedEff
Endenergieverbrauch



- Verbrauchsminderung um 35% ggü. 2008 (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)
- Reduzierte Effizienz der Wärmepumpen (in 2045 mittlere JAZ 2,7) durch weniger effiziente Gebäude
- Stromverbrauch 2045: 169 TWh

T45-RedEff
Vergleich mit T45-Strom

	T45-Strom	T45-RedEff
Verbrauchssenkung 2045 ggü. 2008	48%	35%
Anzahl Wärmepumpen 2030	5,7 Mio.	8,0 Mio.
davon Hybrid-Wärmepumpen 2030	0,34 Mio.	0,63 Mio.
Stromverbrauch Wärmepumpen 2030	34,7 TWh	63,9 TWh
Stromverbrauch Gebäude gesamt 2030	71,3 TWh	93,9 TWh
Installierte Leistung Wärmepumpen 2030	26,7 GW	31,1 GW
mittlere Arbeitszahl der Wärmepumpen 2030	3,0	2,8
Anzahl Wärmepumpen 2045	18,6 Mio.	19,5 Mio.
davon Hybrid-Wärmepumpen 2045	0,34 Mio.	0,63 Mio.
Stromverbrauch Wärmepumpen 2045	92,7 TWh	150,3 TWh
Stromverbrauch Gebäude gesamt 2045	123,8 TWh	169,4 TWh
Installierte Leistung Wärmepumpen 2045	81,5 GW	96,7 GW
mittlere Arbeitszahl der Wärmepumpen 2045	3,1	2,7

- Der Wärmepumpenaufwuchs bis 2030 ist extrem ambitioniert
- Stromverbrauch und installierte Leistung stellen hohe Anforderungen
- Der Wärmepumpenaufwuchs hängt stärker von der Transformation von Netzen und Angebotssektor ab als in T45-Strom

T45-RedGas Storyline

T45-Szenarien

- Gebäude-Sektorziel 2030 max. 67 Mt THG wird eingehalten
- Klimaneutraler Gebäudebestand 2045 wird erreicht
- 65% EE-Verpflichtung wird ab 2024 eingehalten

T45-Strom

- Hohe Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-PtG/PtL

- Moderate Gebäudeeffizienz
- PtG breit verfügbar

T45-H_2

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Wasserstoff breit verfügbar

T45-RedEff

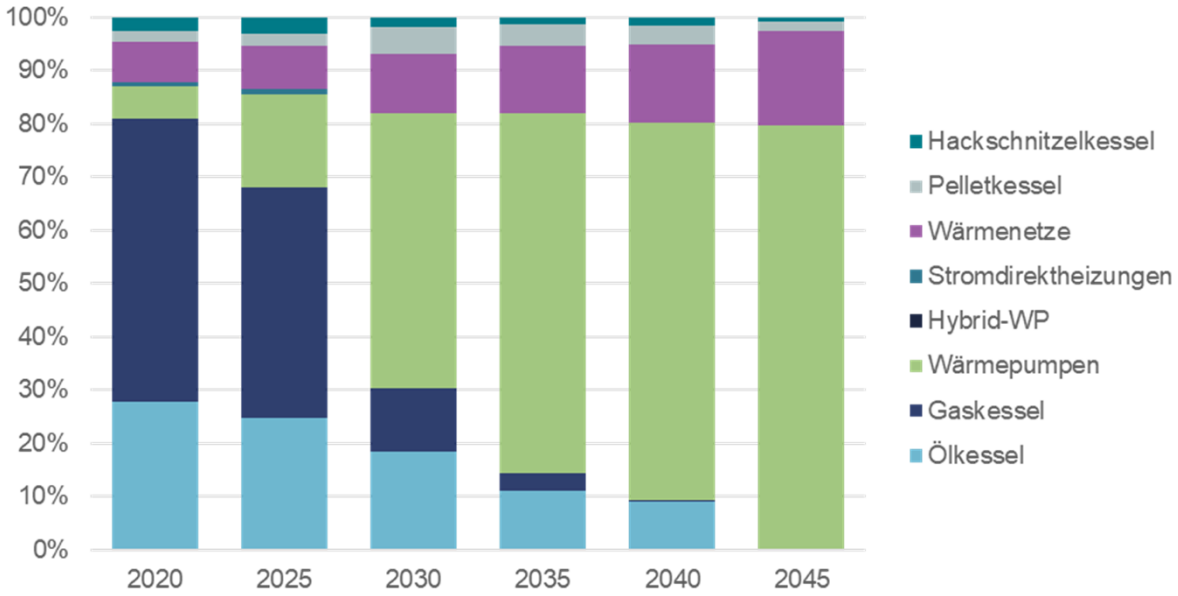
- Moderate Gebäudeeffizienz
- Fokus auf Wärmepumpen

T45-RedGas

- Moderate Gebäudeeffizienz
- Max. rascher Gasausstieg

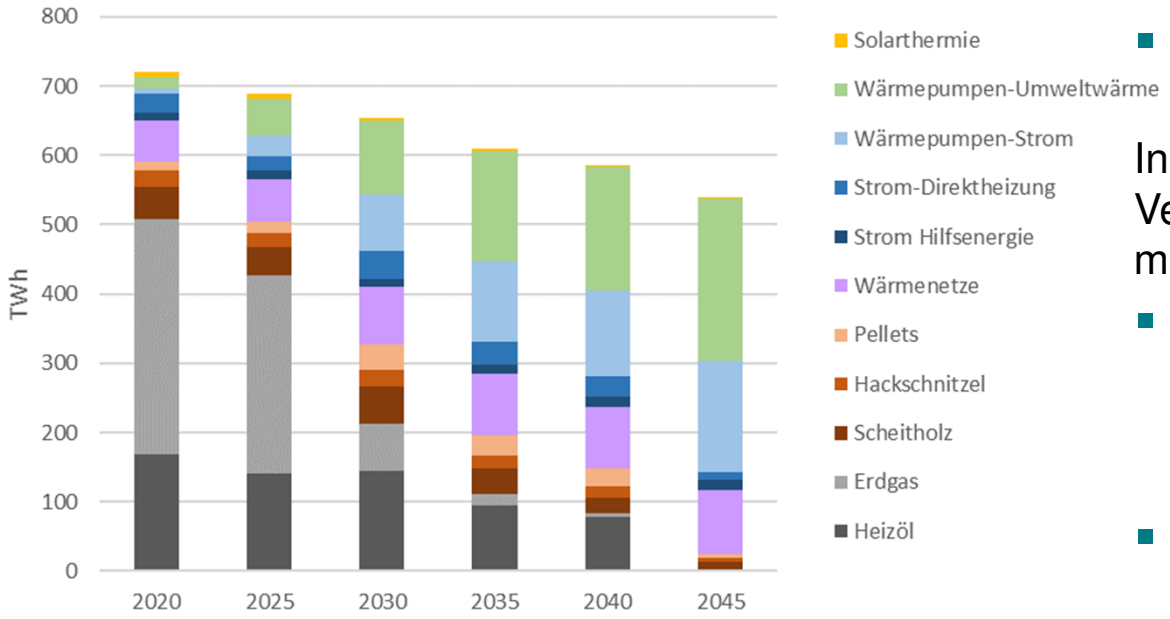
- Weniger ambitionierte Verbesserung der Gebäudeeffizienz
- Sehr rascher Ausstieg aus Erdgas (Szenario vor dem Hintergrund des Überfalls auf die Ukraine)
- endogene Verminderung des Gasverbrauchs um 78% zwischen 2025 und 2030
- Ziel: Konsequenzen eines sehr raschen Ausstiegs aufzeigen

T45-RedGas
Wärmeerzeuger-Bestand



- Anzahl Wärmepumpen
  - 2030: 12,2 Mio.
  - 2045: 19,4 Mio.
- Hybrid-Wärmepumpen können nicht installiert werden, da kein Gas für sie verfügbar ist
- Sprunghafter Anstieg von Wärmenetzen erforderlich
- Sprunghafter Anstieg von Holz-Heizungen erforderlich, die jedoch vor Ablauf der Nutzungsdauer ausgetauscht werden müssen
- Heizöl bleibt länger im Bestand, Kessel müssen zum Teil vor Ablauf der Nutzungsdauer ausgetauscht werden

T45-RedGas
Endenergieverbrauch (1)

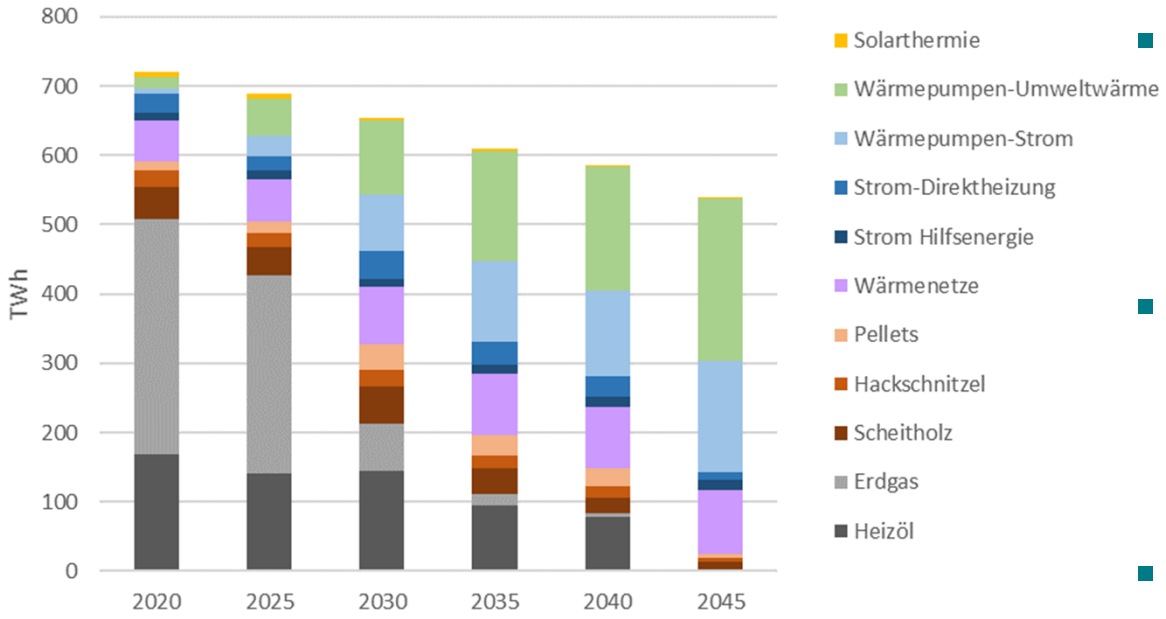


- endogene Verminderung des Gasverbrauchs um 78% zwischen 2025 und 2030

In 2030 entsteht durch den Gasausstieg eine Versorgungslücke von 182 TWh. Sie wird gedeckt mit

- Heizöl 2,4 TWh
  durch Sektorziel 2030 limitiert, absehbar nicht bis zum Ende der Nutzungsdauer von neu installierten Heizkesseln verfügbar
- Biomasse 37,4 TWh
  Holzpellet-Kessel übergangsweise als Ersatz für Gasheizungen,
  Kaminöfen in Gebäuden, die weiterhin eine Gasheizung haben

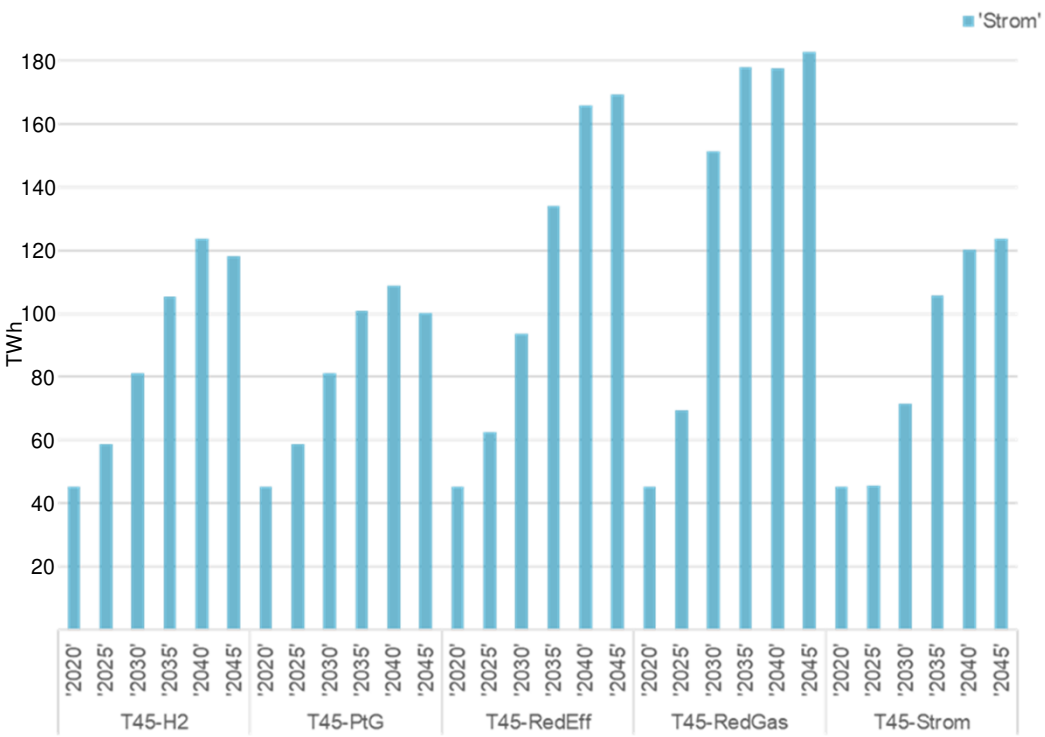
T45-RedGas
Endenergieverbrauch (2)



- Wärmenetze 21 TWh
  Ausbau dreimal so schnell wie in den anderen Szenarien (nicht realistisch), nur mit disruptiven Technologieentwicklungen denkbar („Pop-up-Wärmenetze“)
- Wärmepumpen 124 TWh
  bis 2030 12,2 Mio. (nicht realistisch), Hybrid-Anlagen nicht möglich, weil Gase nicht verfügbar, Heizstäbe in ineffizienten Gebäude (JAZ steigt von 1,9 in 2030 auf 2,5 in 2045)
- Alternativ: 6 Mio. Wärmepumpen + 86 TWh erneuerbare Gase

Vergleich und Schlussfolgerungen

Stromverbrauch im Szenarienvergleich



- gesamter Verbrauch des Gebäudesektors inklusive Stromdirektheizungen, Wärmepumpen, elektrischer Wassererwärmung und Hilfsenergie
- Mindestens Verdoppelung in allen Szenarien
- T45-PtG/PtL braucht in 2045 19% weniger Strom als T45-Strom
- T45-H_2 braucht in 2045 4,5% weniger als T45-Strom, obwohl 3,3 Mio. Wärmepumpen weniger installiert sind
- In T45-RedEff müssen mehr Wärmepumpen in gleichzeitig ineffizienteren Gebäuden installiert werden, Mehrverbrauch von 45,6 TWh oder 37%
- In T45-RedGas Anstieg auf 184,8 TWh, viele Wärmepumpen mit direktelektrischen Heizstäben

Gegenüberstellung der Szenarien (1)

	T45-Strom	T45-PtG/PtL	T45-H_2	T45-RedEff	T45-RedGas
Reduktion des Endenergie-verbrauchs	48%	34%	34%	35%	35%
Anzahl Wärmepumpen in 2030 in Mio. Stück	5,4	5,2	5,2	7,4	12,2
Anzahl Wärmepumpen in 2045 in Mio. Stück	18,3	10,0	13,4	18,8	19,4
Anzahl Hybrid-Wärmepumpen in 2030 in Mio. Stück	0,34	2,0	2,0	0,63	-
Einordnung Wärmepumpen-hochlauf	Synergien mit ambitionierter Gebäudeeffizienz. Dadurch sind Hybrid-Wärmepumpen kaum erforderlich. Realistischer Hochlauf	Starker Zubau für Gas-Szenario. Hybrid-Wärmepumpen können nach 2030 mit PtG betrieben werden.	Starker Zubau für Gas-Szenario. Hybrid-Wärmepumpen können nach 2030 mit Wasserstoff betrieben werden, sofern das Gasnetz umgestellt ist.	Unrealistisch hoher Anstieg von Wärmepumpen erforderlich, um geringere Gebäude-effizienz zu kompensieren. Keine Versorgungs-alternativen	Extremer Anstieg von Wärmepumpen erforderlich. Hybrid-WP können nicht eingesetzt werden. JAZ extrem schlecht.

Gegenüberstellung der Szenarien (2)

	T45-Strom	T45-PtG/PtL	T45-H_2	T45-RedEff	T45-RedGas
Endenergiedeckung mit Wärmenetzen in 2045 in TWh	95	94	94	94	94
Stromverbrauch im Gebäudesektor in 2045 in TWh	124	101	118	169	185
Endenergiedeckung mit Biomasse in 2045 in TWh	17	20	20	20	24
Einordnung Transformationspfad	Hohe Gebäudeeffizienz ist technisch anspruchsvoll und wenig akzeptiert. Wird sie umgesetzt, ist das Szenario robust und nutzt bestehende EE-Potenziale effektiv.	Inkonsistenter Pfad wegen später Verfügbarkeit von PtG. Bis 2030 Schwenk zu Wärmepumpen, danach zurück zu Gaskesseln.	Inkonsistenter Pfad wegen später Verfügbarkeit von Wasserstoff. Bis 2030 Schwenk zu Wärmepumpen, danach zurück zu Gaskesseln. Gasnetzumstellung erschwert Gaskessel Roll-Out nach 2030.	Schlechtere Gebäudeeffizienz - erfordert mehr Wärmepumpen - mindert JAZ - erhöht Stromverbrauch um 37%	unrealistischer Ausbau von Wärmenetzen und Wärmepumpen, sowie inkonsistenter Ausbau von Holzheizungen

Schlussfolgerungen Gebäudesektor

Ergebnisse

- In allen Szenarien sind äußerst ambitionierte Maßnahmen erforderlich, um die Ziele in 2030 und 2045 zu erreichen.
- In allen Szenarien muss die Anzahl der Wärmenetzanschlüsse knapp verdreifacht werden
- Starker Ausbau der Wärmepumpen in allen Szenarien

Einordnung

- Sektorziel wird eingehalten
- 65% EE-Anforderung wird ab 2024 eingehalten
- Hybrid-Wärmepumpen werden nur zwischen 2024 und 2030 installiert
- Biomasse wird deutlich reduziert

Schlussfolgerungen

- Möglichst hohe Effizienz, starker Ausbau von Wärmepumpen und Wärmenetzen sind zentral

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

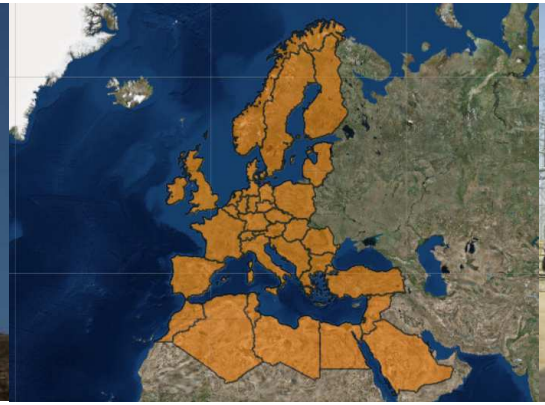
Peter Mellwig
ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

peter.mellwig@ifeu.de

GEWERBE, HANDEL & DIENSTLEISTUNGEN PRIVATHAUSHALTE

NACHFRAGE 17.11.2022

DR. HEIKE BRUGGER (FRAUNHOFER ISI)



Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

Szenarienvergleich – Geräte GHD und HH

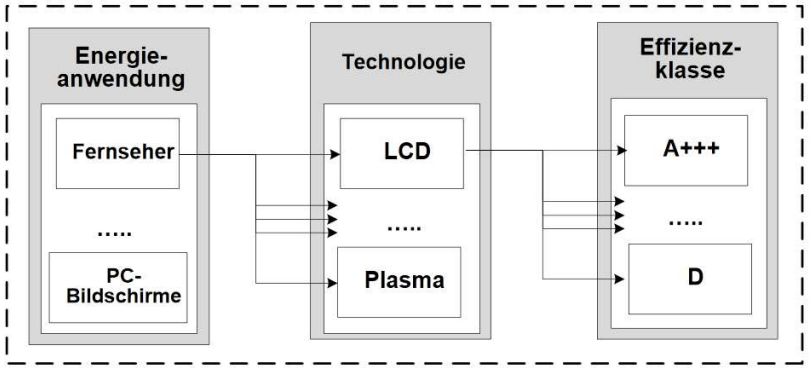
	T45-Strom	T45-RedEff	T45-PtG/PtL	T45-H_2
Storyline	Starke Durchdringung der Effizienz	Verringerte Ambitionsniveaus für Energieeffizienz	Kein dediziertes PtG Szenario	Kein dediziertes Wasserstoff-Szenario
	• Weitere Technologieverbesserungen (basierend auf historischem Trend) • Effizienzpotentiale weitestgehend ausgeschöpft	• Weitere Technologieverbesserungen (basierend auf historischem Trend) • Effizienzpotentiale nicht ausgeschöpft		
	Keine Berücksichtigung Suffizienz			
Ziel	• Maßstab für THG neutrale Szenarien • Alle Anwendungen, für die es möglich ist, werden auf Strom umgestellt			

Haushalte

FORECAST Residential Appliances

Bottom-Up Gerätebestandsmodell

- Prominente Treiber:
  - Bevölkerungsentwicklung
  - Haushaltsgrößen / Anzahl Haushalte
  - Technologiepreise
  - Strompreisentwicklung



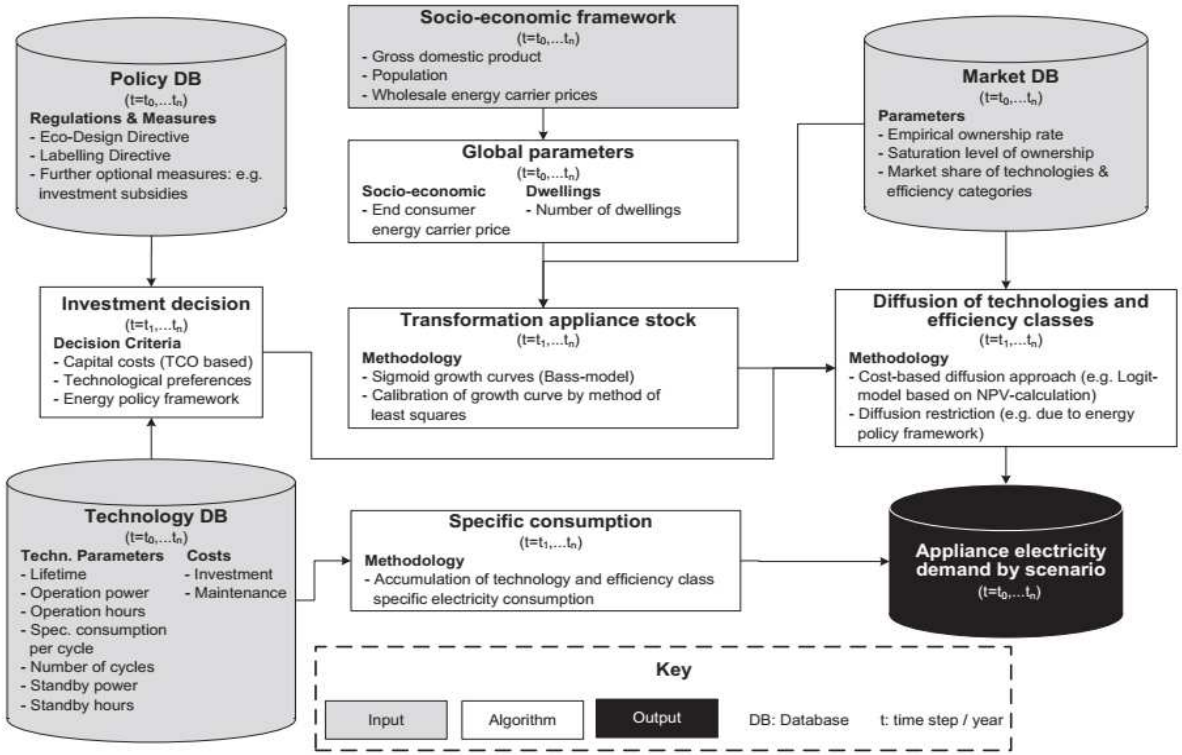
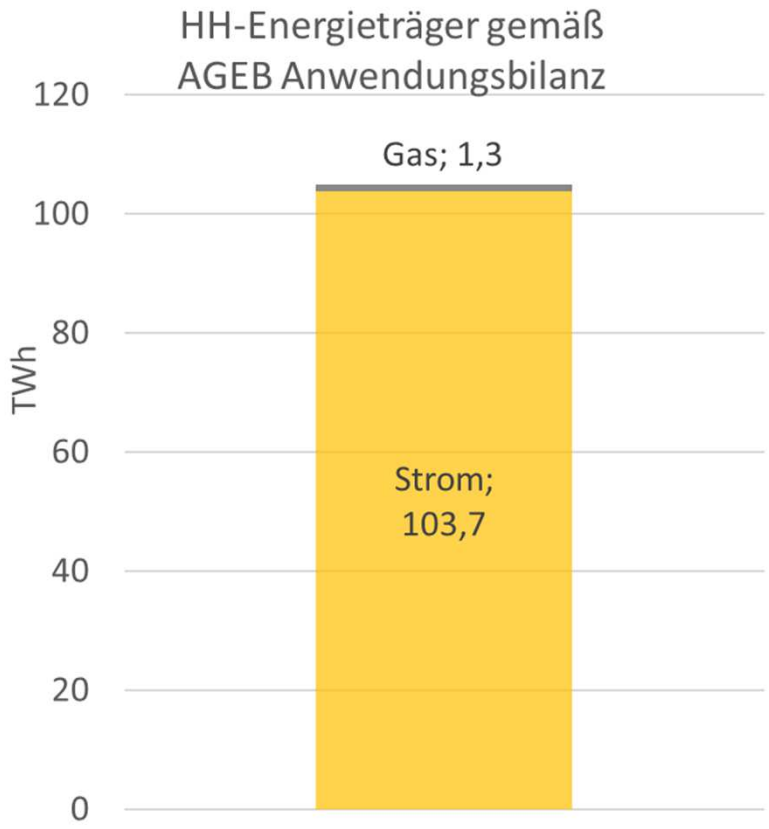


Figure 1. Structural framework of electricity demand calculation of appliances, lighting and air-conditioners in FORECAST-Residential.

Fraunhofer ISI consentec ifeu TU berlin E&R Energy and Resources

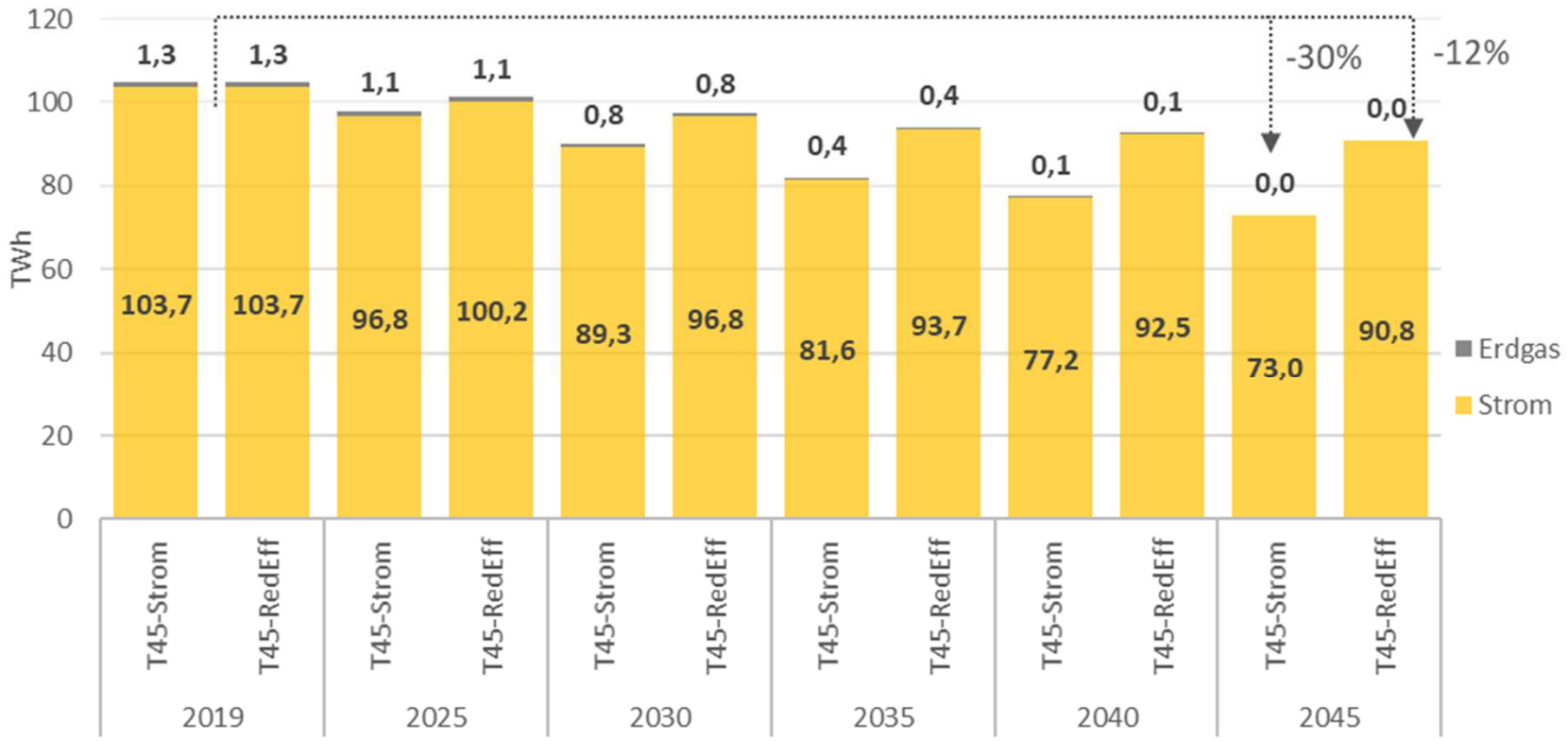
Ausgangslage: In 2019 wurden 1,25 TWh (1,2%) des Endenergiebedarfs durch Gas gedeckt



Welche Nicht-Stromanwendungen gibt es derzeit noch in privaten Haushalten?

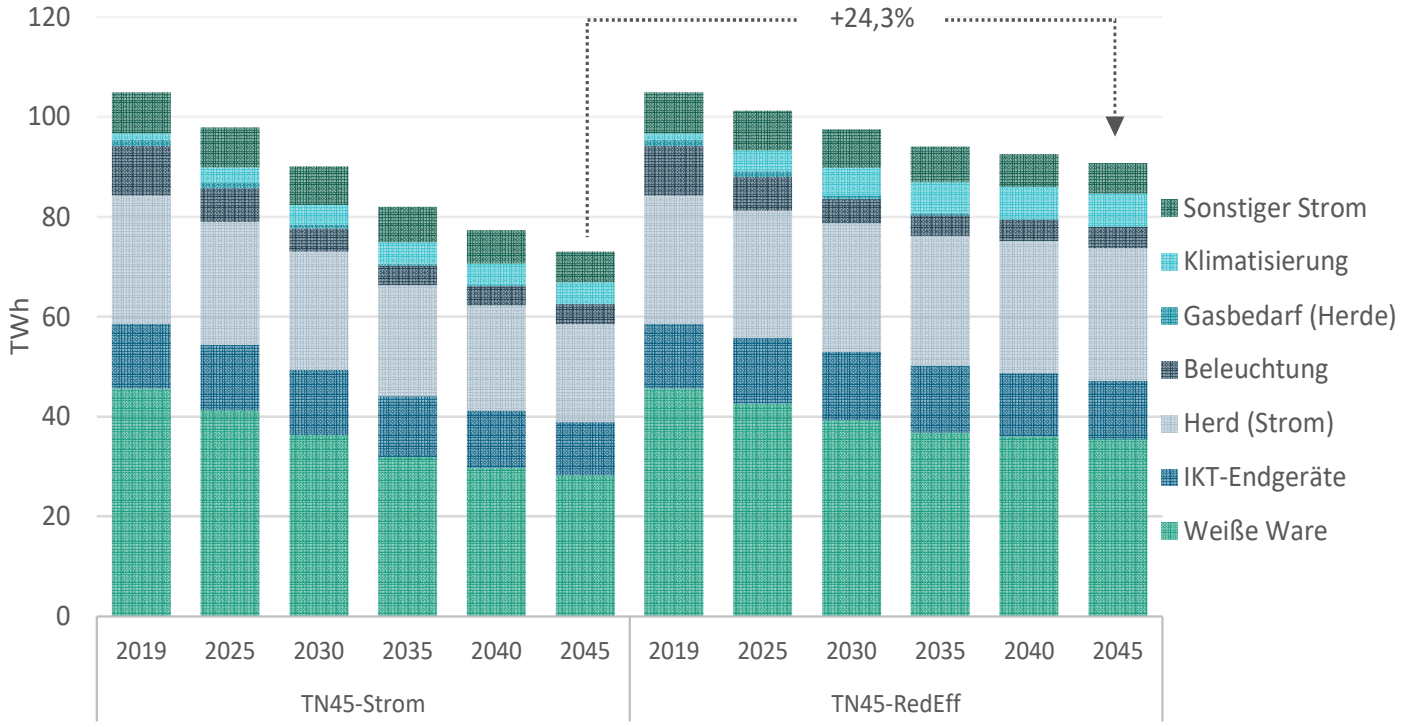
- Zum überwiegenden Anteil Anwendungen, die dem Gebäudesektor zugerechnet werden:
  - Raumwärme
  - Warmwasser
- Verbleibend:
  - Gasherde

Gesamtenergiebedarf sinkt im Szenario T45-Strom zwischen 2019 und 2045 um 30%



Endenergiebedarf nach Energieträger

Insgesamt kontinuierlich fallende Energiebedarfe der Haushaltsgeräte

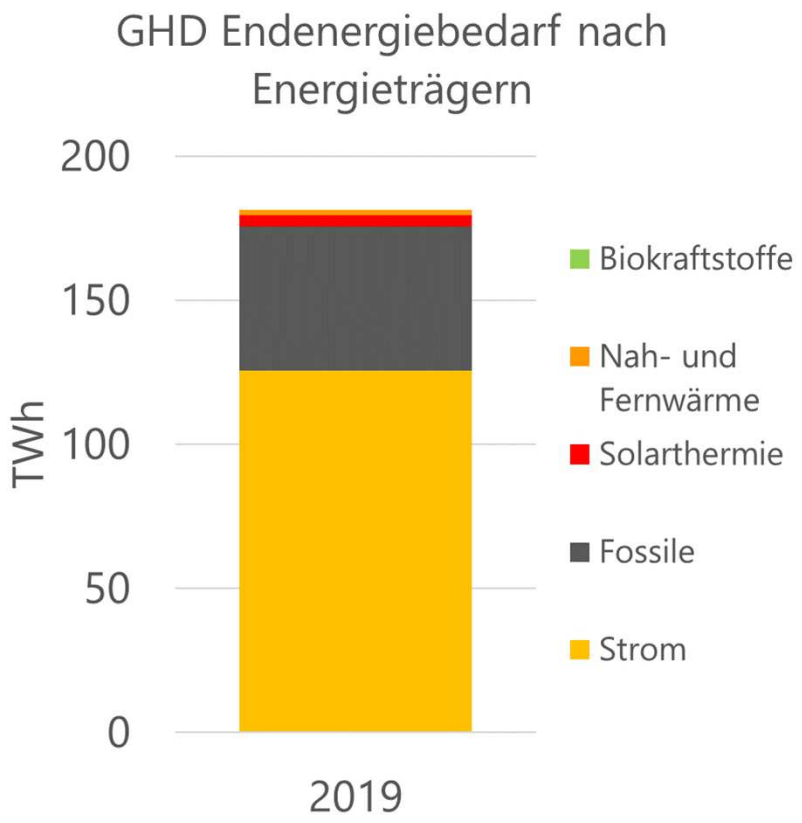


Endenergiebedarf nach Anwendungsgruppen

- In beiden Szenarien kontinuierliche Reduktion der Energiebedarfe in Haushalten
- Im T45-Strom: Reduktion um 30,4%
- Im T45-RedEff: Reduktion um 13,5%
- Im T45-Strom steigende Bedarfe nur in der Klimatisierung
- Im T45-RedEff zusätzlich zwischenzeitlich leicht steigende Bedarfe für IKT-Geräte bis 2030

Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

Ausgangslage: In 2019 wurden 50 TWh (28%) durch fossile Energieträger gedeckt

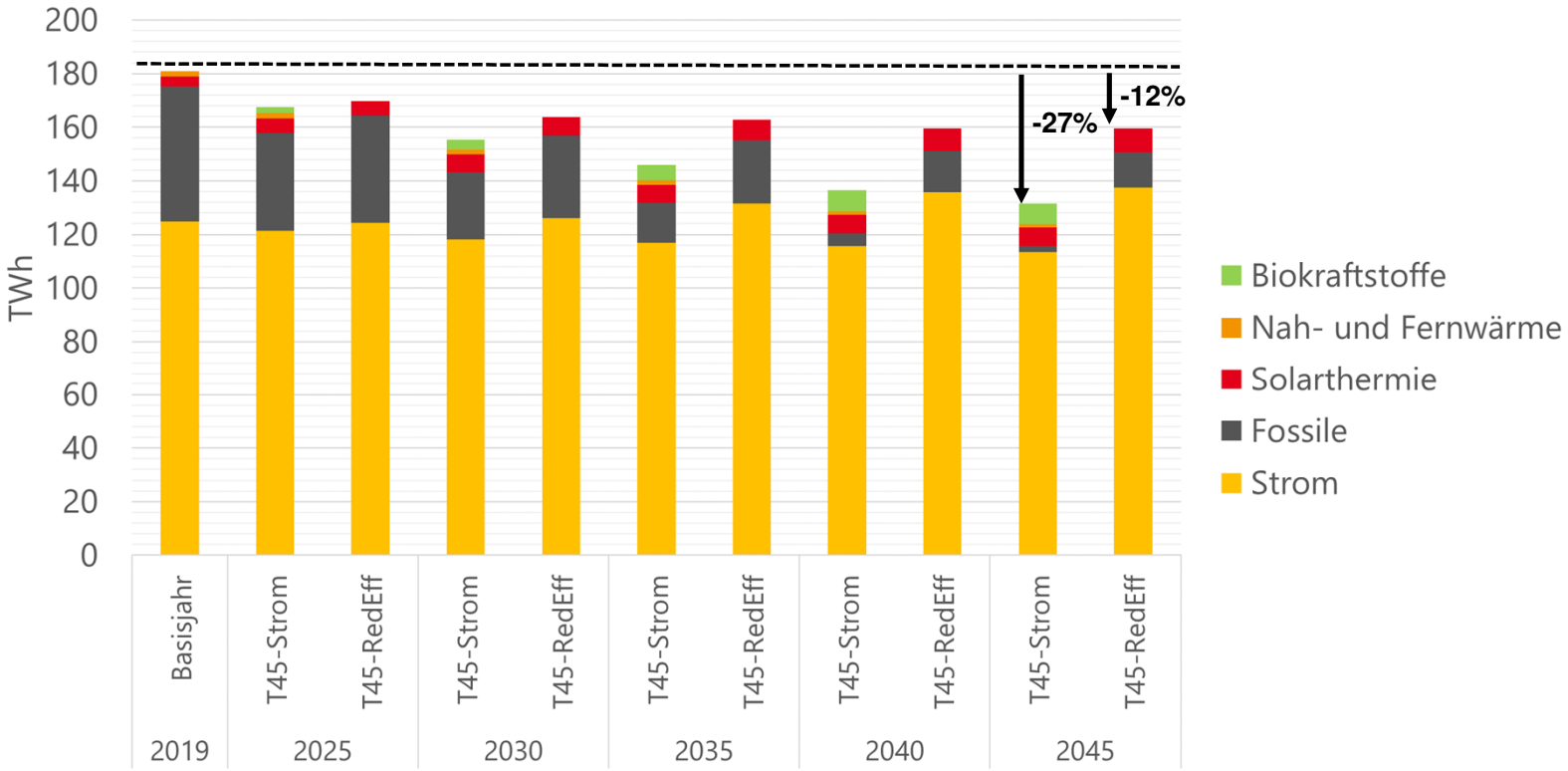


Welche Nicht-Stromanwendungen gibt es derzeit noch im GHD-Sektor?

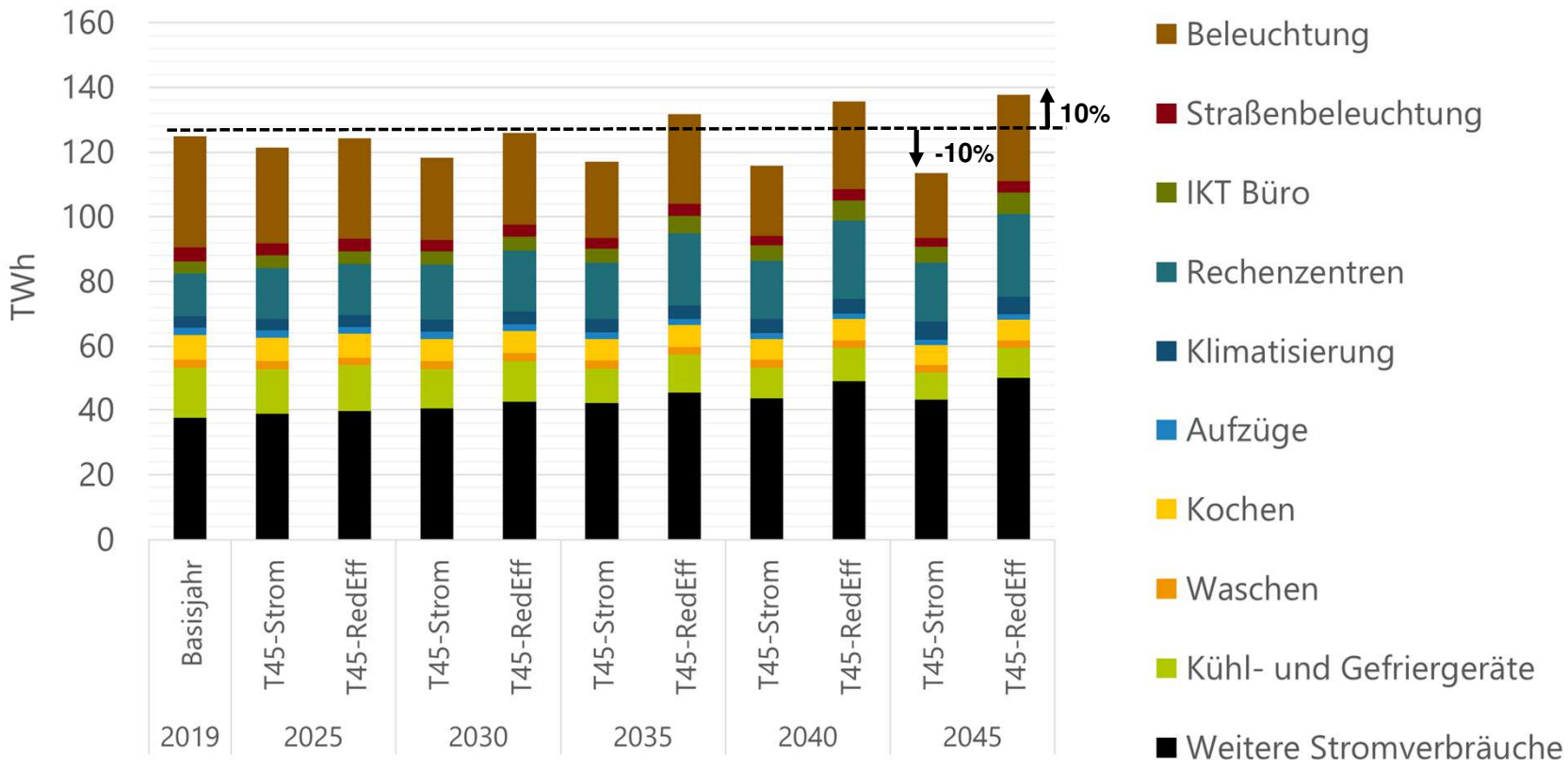
- Prozesswärme, im Wesentlichen:
  - Beherbergung, Gaststätten, Heime
  - Krankenhäuser, Schulen, Bäder
  - Herstellungsbetriebe
  - Landwirtschaft & Gartenbau
- Mechanische Energie, im Wesentlichen:
  - Landwirtschaft
  - Baugewerbe

Ergebnisse

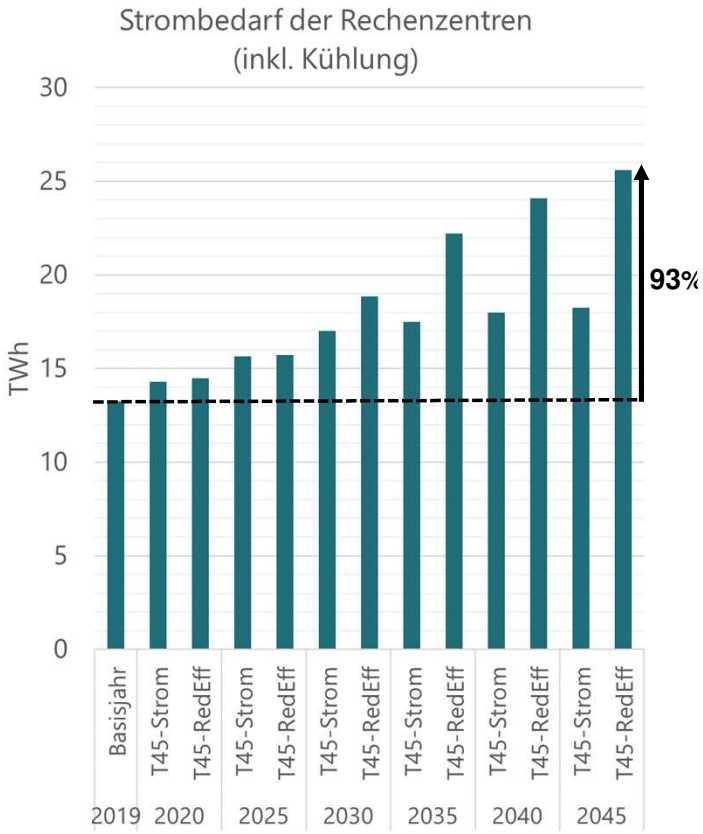
Im T45-Strom sinkt der Gesamtendenergiebedarf zwischen 2019 und 2045 um 27%, im T45-RedEff lediglich um 12%

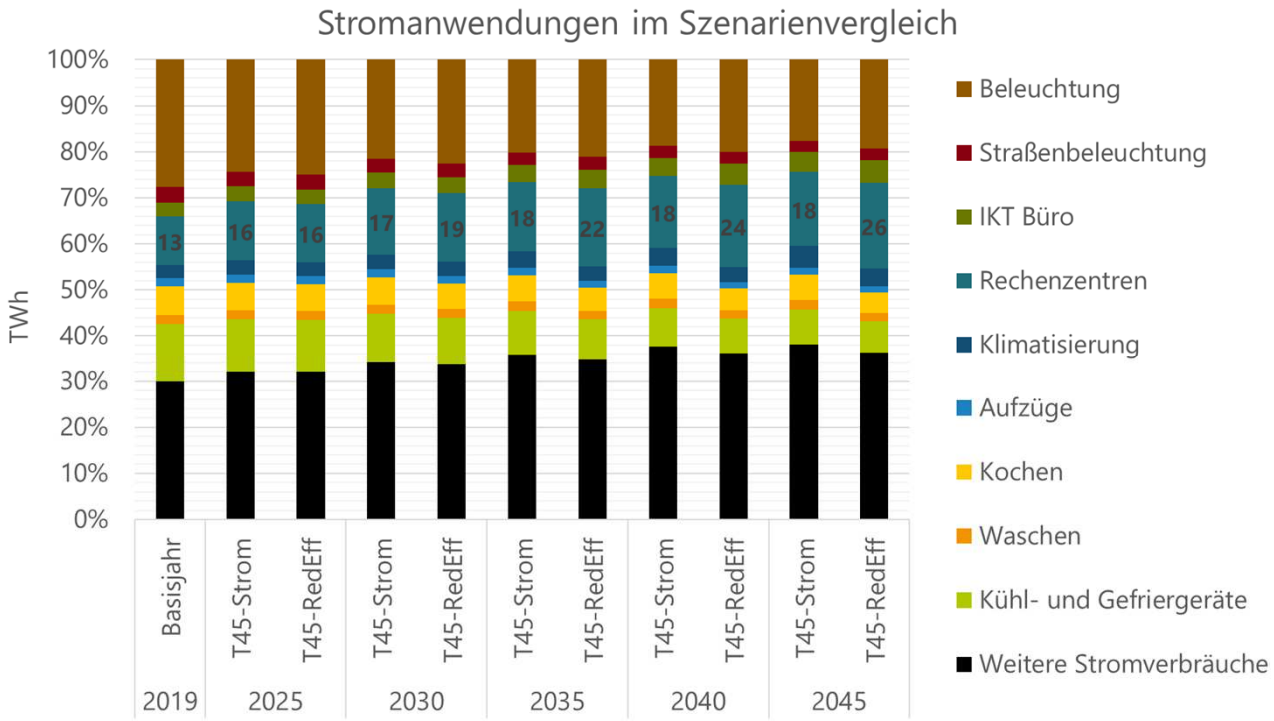


Im T45-Strom sinkt der Strombedarf zwischen 2019 und 2045 um 10% und steigt im T45-RedEff um 10%

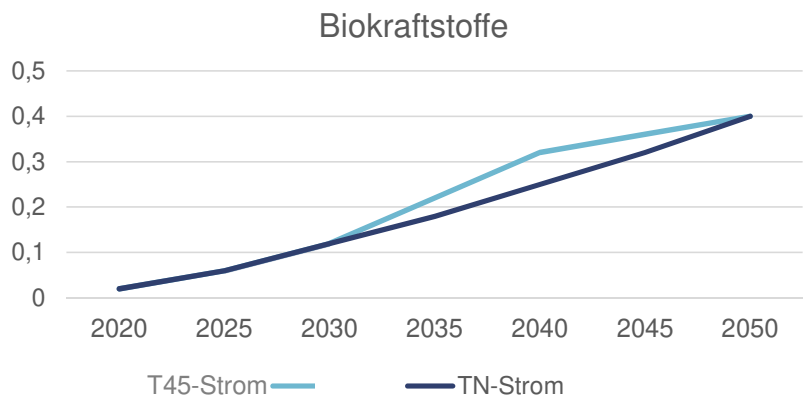


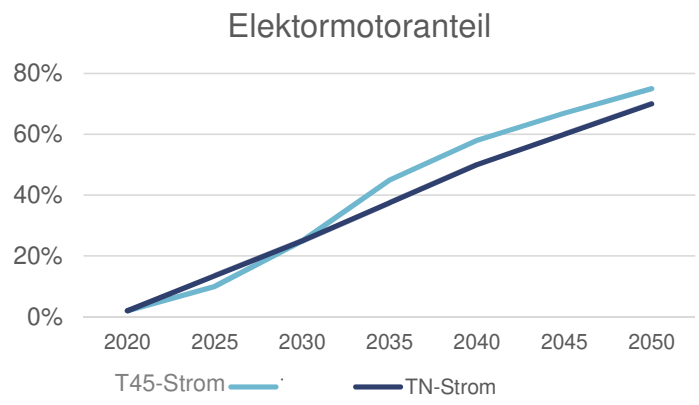
Steigender Energiebedarf der Rechenzentren in beiden Szenarien (37% bzw. 93% bis 2045 ggü 2019)

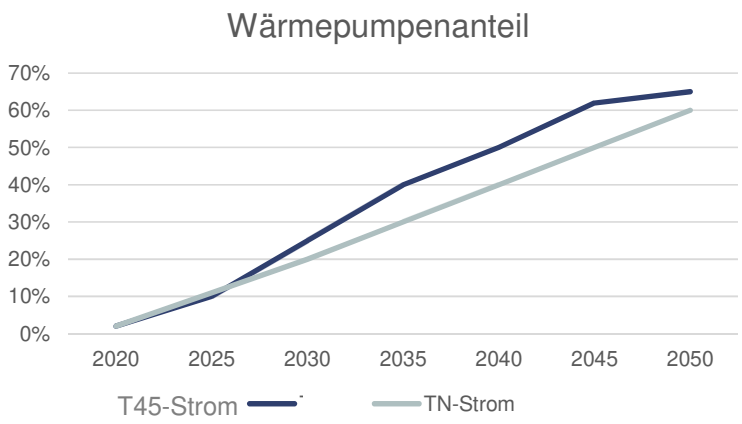




T45-Strom erfordert im Vergleich zum T45-Strom deutlich schnelleren Hochlauf von Biokraftstoffen und Elektrifizierung







Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

- Eine weitgehende Elektrifizierung des GHD Sektors im T45-Strom geht mit einem Rückgang des Strombedarfs (um 10% im Vergleich zum Basisjahr 2019) einher
- Im T45-Strom reduziert sich der Strombedarf der Haushalte um 30% im Vergleich zum Basisjahr 2019
- Die Entwicklung des Energiebedarfs von neueren Verbräuchen (insb. Rechenzentren im GHD-Sektor sowie IKT-Endgeräte und Klimageräte in Haushalten) ist teilweise sehr unsicher
- Erhebliche Anstrengungen bei der gesteigerten Effizienz der Geräte in beiden Sektoren erforderlich, da die Anzahl insb. im Bereich IKT und in der Klimatisierung zunimmt, während die Anzahl der anderen Geräte stagniert
- Reduktion des Gesamtenergiebedarfs in beiden Sektoren durch Elektrifizierung möglich, aber deutliche politische Anstrengungen erforderlich
- Insbesondere in GHD-Prozessen und Anwendungen mit langfristigen Investitionszyklen müssen zeitnah die richtigen Investitionsanreize gesetzt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Heike Brugger
heike.brugger@isi.fraunhofer.de

Tim Mandel