

Vortrag auf der Online-Veranstaltung von Attac Deutschland

CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze

29.04.2021

Thorsten Koska, Dietmar Schüwer, Annika Tönjes
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

- Hintergrund und Methodik der Studie
- Emissionspfade zur Einhaltung des deutschen 1,5-°C-Budgets
- Kurzübersicht: Ergebnisse zu den Sektoren Industrie und Energiewirtschaft
- Deep Dive: Verkehr
- Deep Dive: Gebäude

Hintergrund und Methodik der Studie

—

- Beauftragung durch 
- Teilfinanzierung der Studie über die GLS Bank (30.000 €)
- Ziel: Aufzeigen, wie Deutschland einen angemessenen Beitrag zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze leisten kann
- Aus Kapazitätsgründen Fokus auf die CO₂-Emissionen des Energiesystems
- Entwickelt kein eigenes Szenario (Orientierung an bestehenden Klimaschutzszenarien)
- Grenzen der Studie:
 - Keine detaillierte Machbarkeitsanalyse
 - Fokus auf technisch-systemischem Änderungsbedarf
 - Keine tiefgehende Diskussion energie- und klimapolitischer Maßnahmen

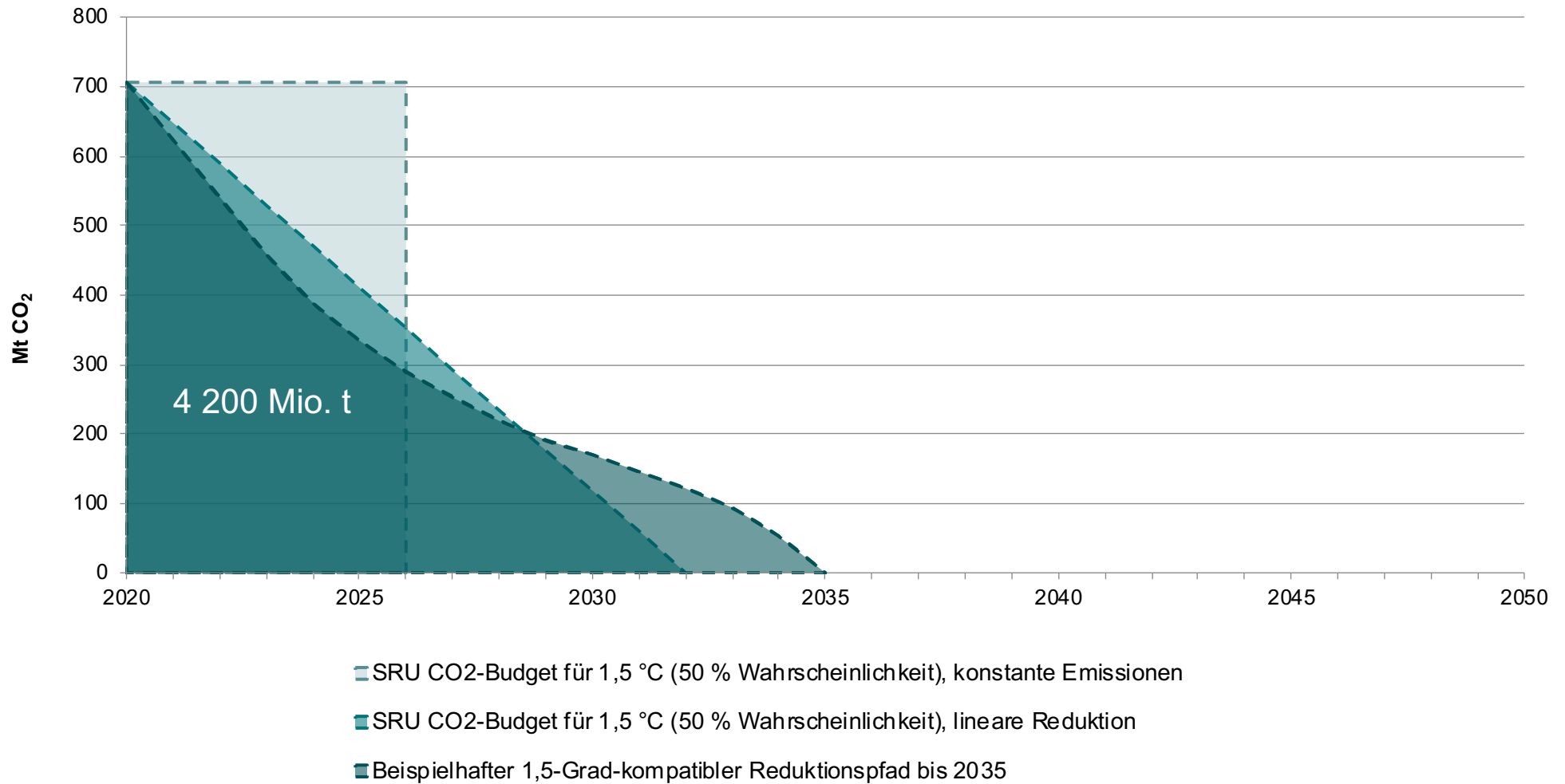
Emissionspfade zur Einhaltung des deutschen 1,5-°C-Budgets

Wie groß ist das globale und nationale 1,5°C-kompatible CO₂-Budget?

		Erderwärmung von 1,75 °C	Erderwärmung von 1,5 °C
Verbleibendes globales CO₂-Budget in Gt CO₂ ab 01.01.2018	67 % Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung	800	420
	50 % Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung	1 040	580
Verbleibendes deutsches CO₂-Budget in Gt CO₂ ab 01.01.2020	67 % Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung	6,7	2,5*
	50 % Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung	9,3*	4,2

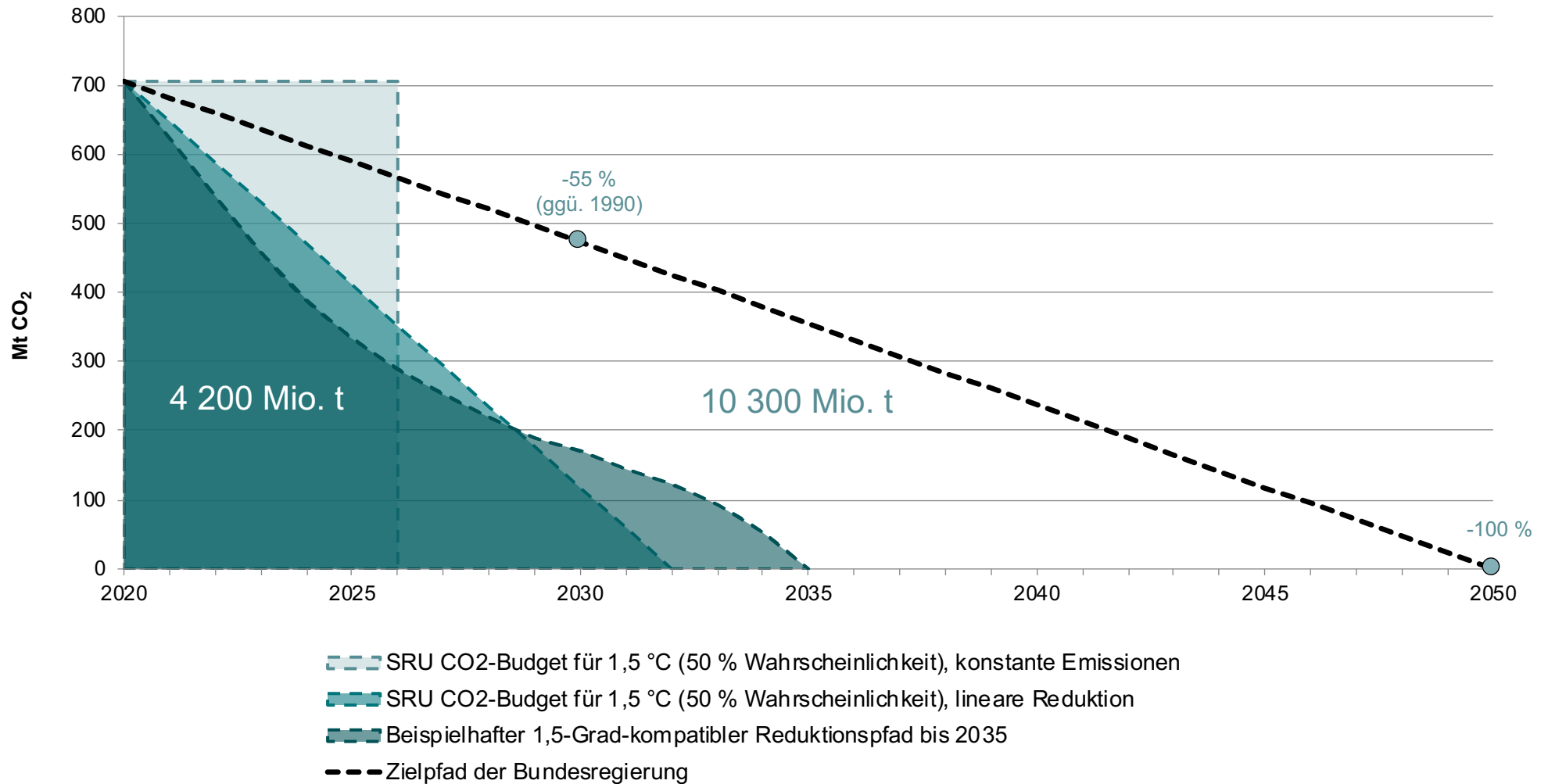
*Eigene Abschätzung

Quelle: IPCC (2018) und SRU (2020)



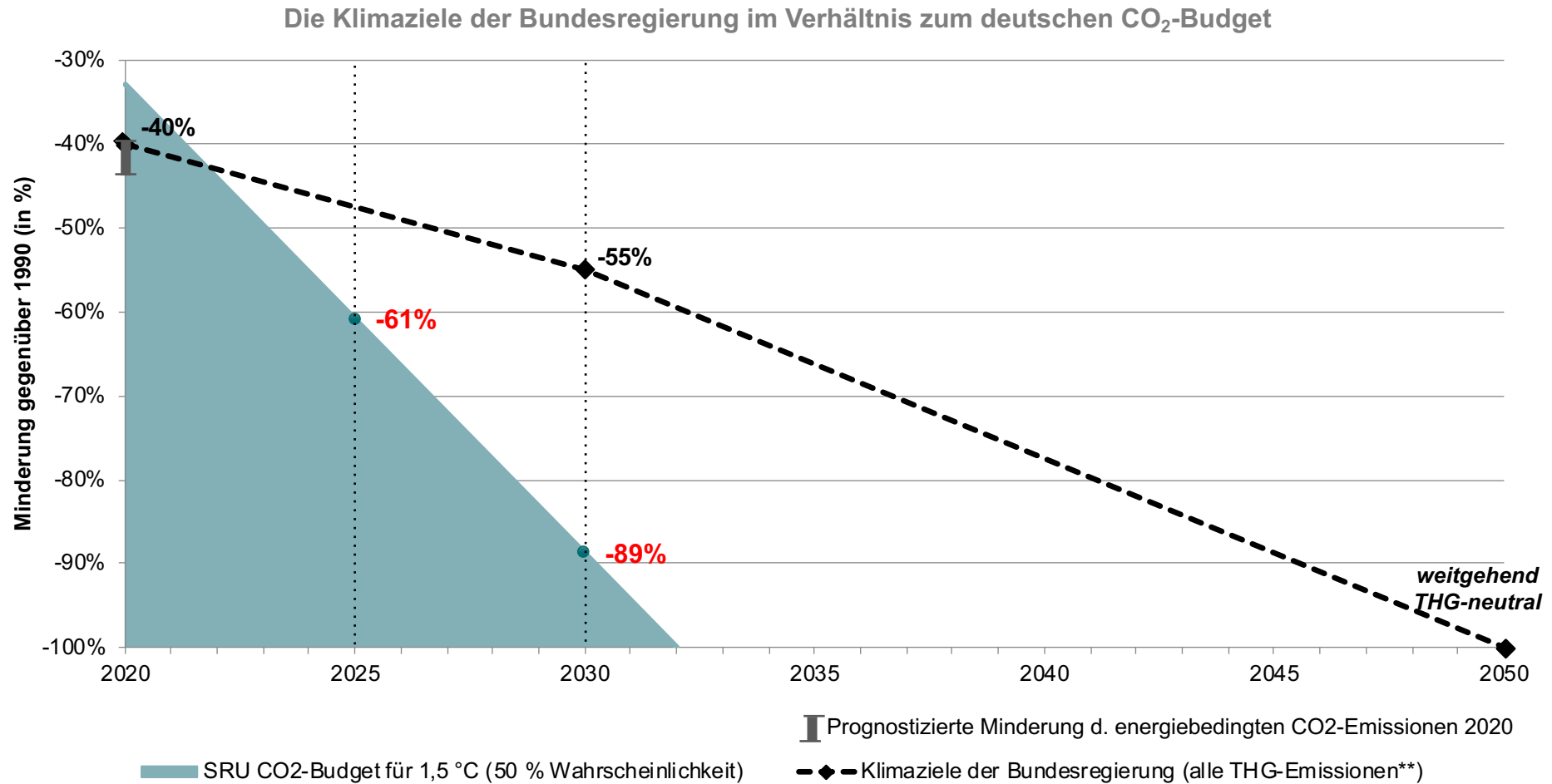
Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf SRU (2020).

Emissionspfade zur Einhaltung des dt. 1,5-°C-Budgets – Vergleich mit den Klimazielen der Bundesregierung



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf SRU (2020).

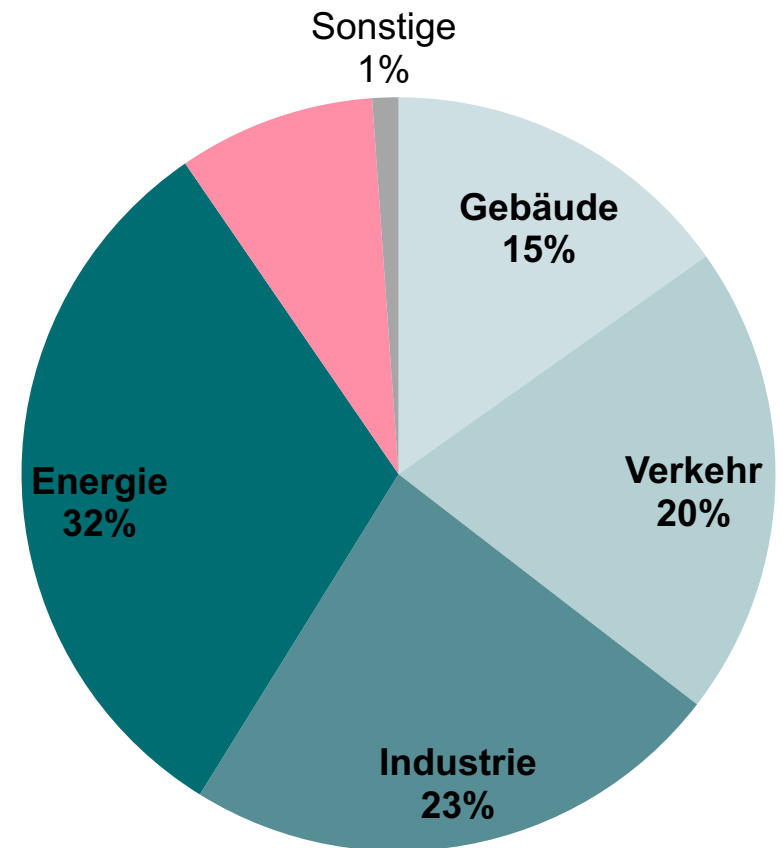
Warum die Klimaziele der Bundesregierung nicht Paris-kompatibel sind



Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf SRU 2020

Anteile der Sektoren an den THG-Emissionen
in Deutschland (2019, vorläufig)

Blick in die Sektoren



Kurzübersicht – Ergebnisse zu den Sektoren Industrie und Energiewirtschaft

Industrie

- Fortschritte in Richtung Kreislaufwirtschaft könnten Energiebedarf deutlich reduzieren
- Intensive Erforschung und Erprobung neuer Technologien in der Grundstoffindustrie
- Wärme- und Dampfbedarf über Power-to-Heat & Wasserstoff
- Frühzeitige Initiierung von Infrastrukturentwicklung nötig (v. a. Wasserstoff- und CO₂-Pipelines)

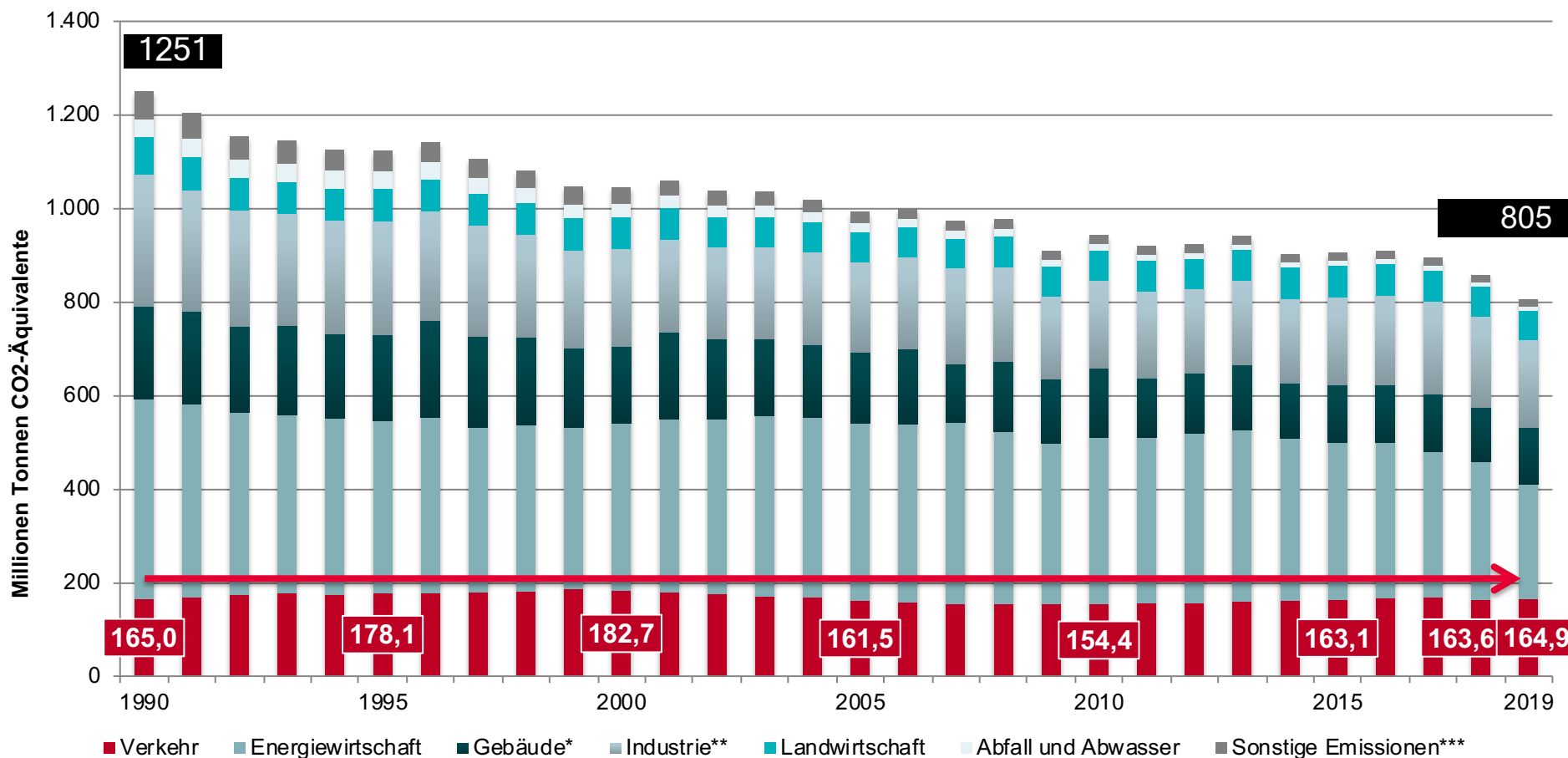
Energiewirtschaft

- Ein klimaneutrales Energiesystem benötigt mehr Strom als heute (Elektrifizierung, Wasserstoff)
- Umstellung auf eine 100 % erneuerbare Stromerzeugung bis 2035: mind. Verdrei- bis Vervierfachung des Wind- und PV-Ausbau gegenüber den letzten Jahren
- Bereitstellung von klimaneutralen gasförmigen und flüssigen Energieträgern (soweit in einem klimaneutralen Energiesystem noch nötig)
- Bereitstellung „grüner“ Nah- und Fernwärme

Deep Dive

Verkehrssektor (Fokus: Personenverkehr)

Die Emissionen des Verkehrssektors stagnieren auf hohem Niveau



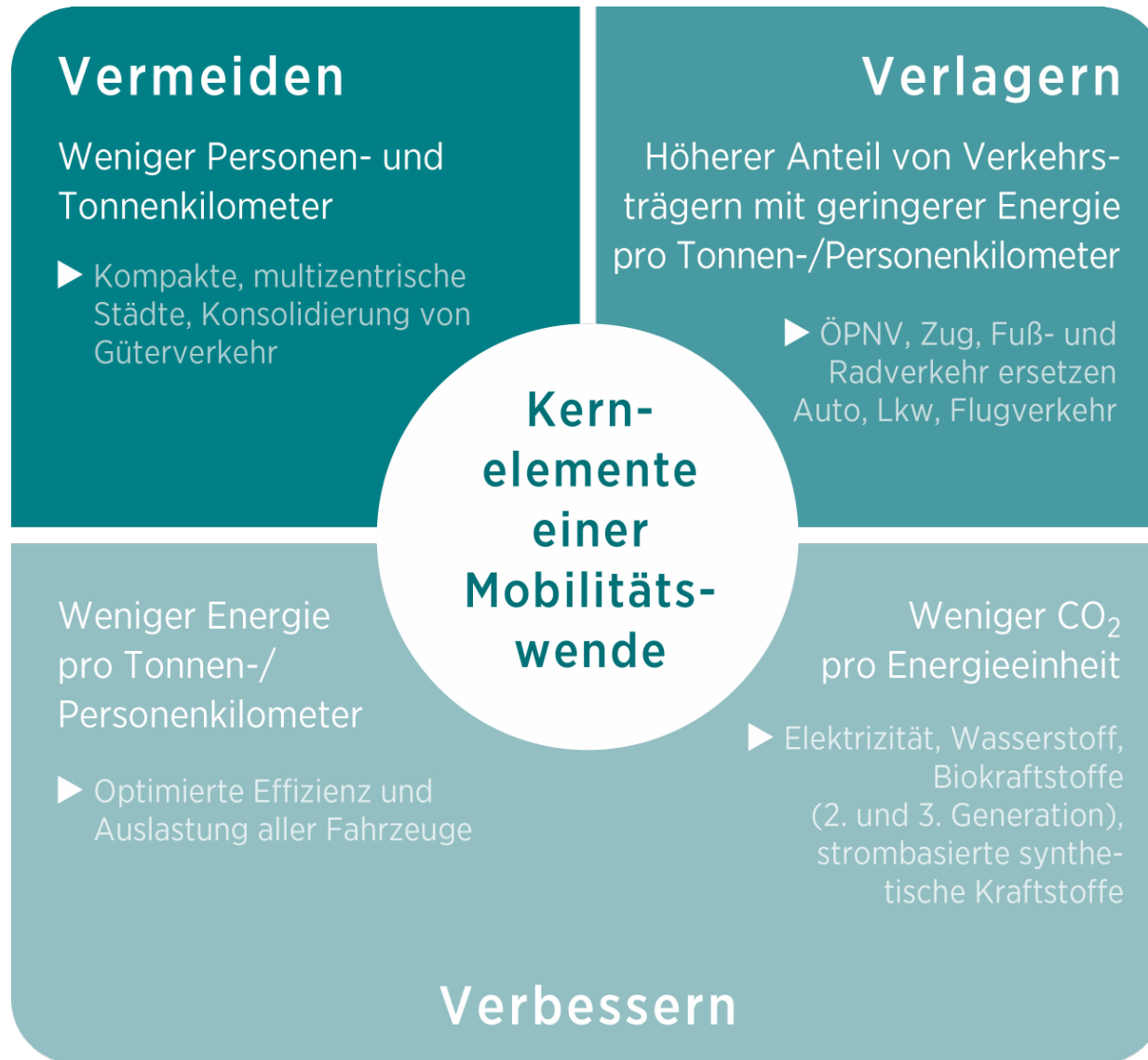
* umfasst Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und private Haushalte

** umfasst energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie

*** umfasst sonstige Feuerungen (u.a. Militär) & diffuse Emissionen aus Brennstoffe

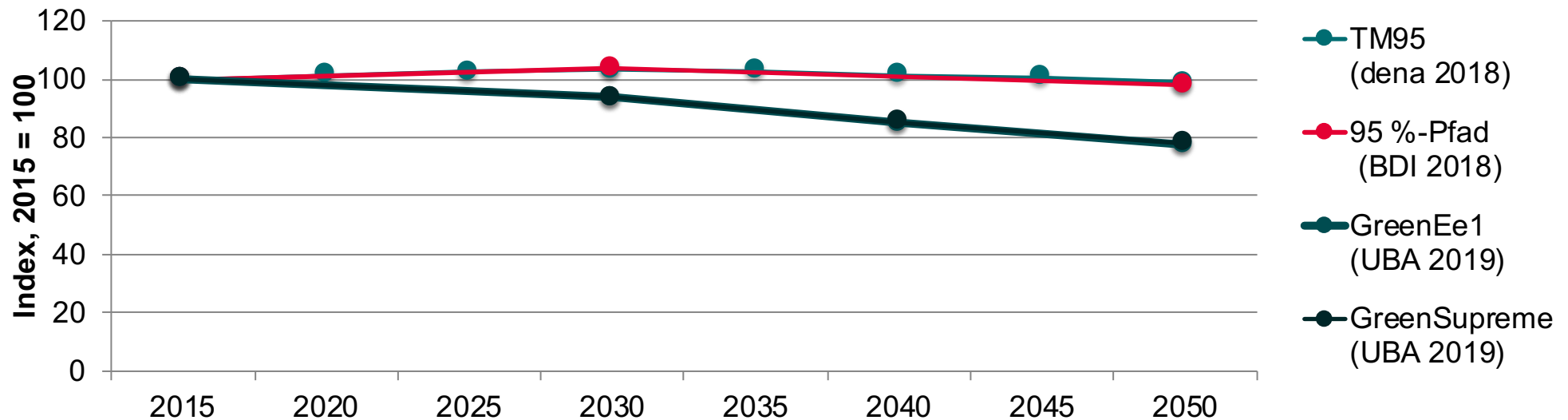
Quelle: eigene Darstellung nach UBA, 2020: Emission der von der UN-Klimarahmenkonvention abgedeckten Treibhausgase.

Unter: <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-emission-von-treibhausgasen#die-wichtigsten-fakten> (01.07.2020)



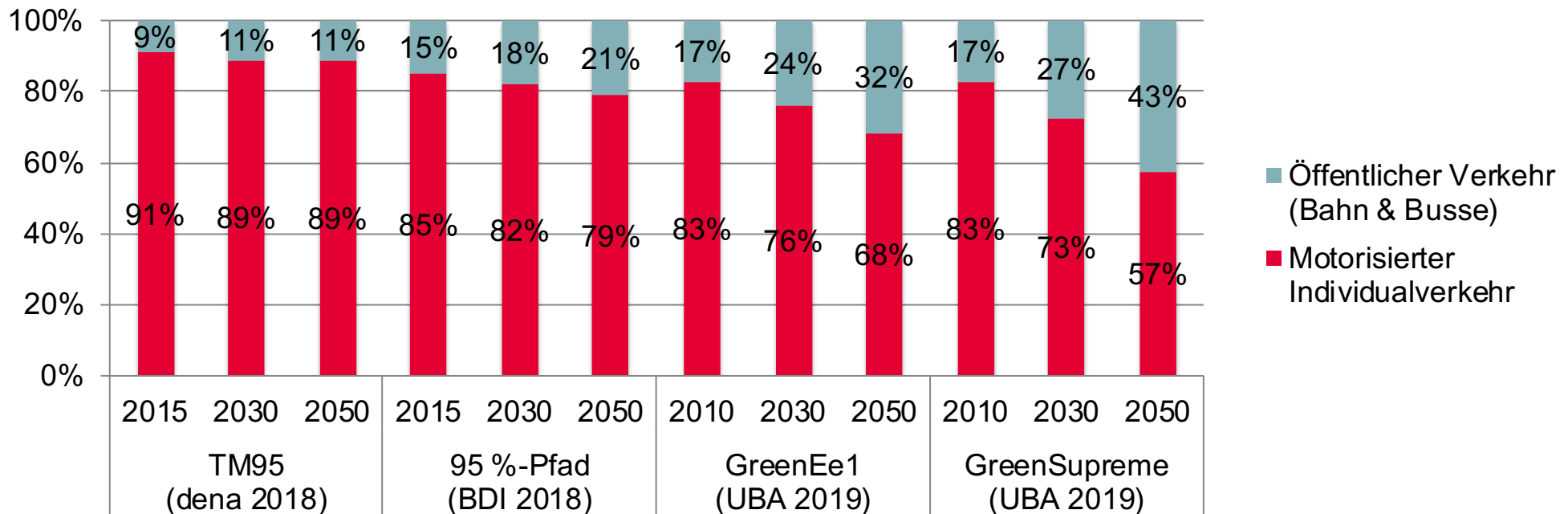
- Wachstumstreiber: Straßen- und Autobahnbau, Zersiedlung, längere Pendlerdistanzen, mehr Güterverkehr
- Szenarien: weiteres Wachstum wird gestoppt, UBA-Szenario GreenSupreme: Verringerung Verkehrsaufwand um ca. 20 % bis 2050.
- Notwendige Maßnahmen:
 - Reduzierung Straßenneu- und -ausbau
 - dichte nutzungsgemischte Siedlungsentwicklung
 - Stärkung Home-office und virtuelle Mobilität (kann ca. 5 % des Verkehrsaufwands einsparen)

Szenarienvergleich: Verkehrsaufwand im Personenverkehr



- Ein wesentliches Potenzial für einen THG-neutralen Verkehr liegt in der Verlagerung vom Motorisierten Individualverkehr (insb. Pkw) auf den Umweltverbund aus Öffentlichem Verkehr, Rad- und Fußverkehr sowie Sharing-Angeboten.
- Die Annahmen über die Umsetzung dieses Potenzial variieren stark zwischen den betrachteten Szenarien: Verlagerte Verkehrsanteile von Pkw auf den Umweltverbund bis 2050 zwischen 7 % (95%-Pfad der BDI-Studie) und 47 % (GreenSupreme-Szenario der UBA-Studie)

Szenarienvergleich: Modal Split von MIV und ÖV



Attraktiver Umweltverbund aus Öffentlichem Verkehr, Nahmobilität & Sharing

- **Öffentlichen Verkehr** massiv ausbauen : Netz verdichten, Deutschlandtakt: Kapazitäten verdoppeln, jährliche Investitionen verdoppeln, Planungsbeschleunigung, BVWP-Schienenprojekte priorisieren
- Bedingungen für **Fuß- und Radverkehr** verbessern: sichere und komfortable Radnetze
- **Ridepooling** in den ÖPNV integrieren (räumlich, tariflich, organisatorisch): Verlagerung privater Pkw-Fahrten auf geteilte Fahrten von Tür zu Tür
- **Sharing-Mobilität:** Carsharing und Fahrradverleihsysteme in der Fläche ausrollen

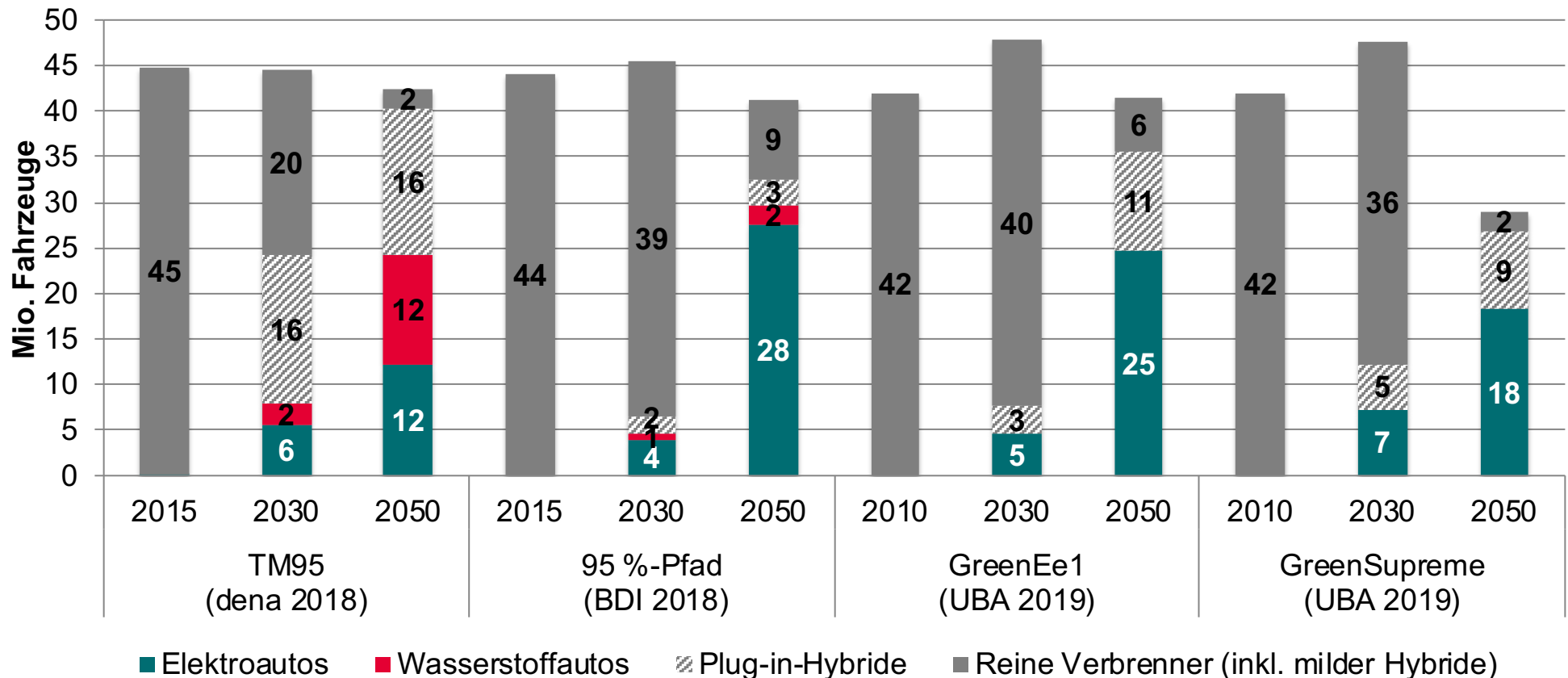
De-Attraktivierung Autoverkehr & Flugverkehr

- Reduzierung der **Pkw-Dichte** in Städten um zwei Drittel auf 150 Pkw/1000 EW (UBA-Szenario GreenSupreme)
- **Abbau von Privilegien** für Pkw: Straßenraum neu verteilen, Parkraum reduzieren, Bepreisung Anwohnerparken, City-Maut, Tempo 30
- Phase-out des innerdeutschen **Flugverkehrs**

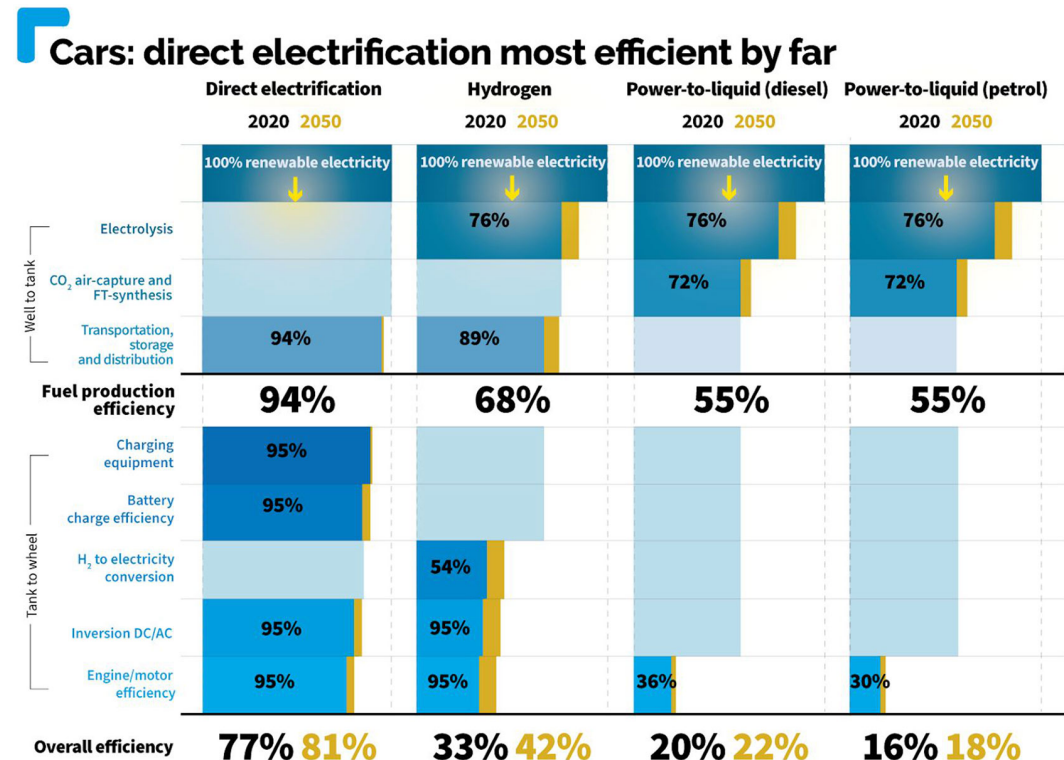


- alle Szenarien: fast vollständige Umstellung Pkw-Flotten bis 2050 – aber noch relativ geringe Anteile bis 2030
- Die Szenarien unterscheiden sich stark hinsichtlich der Anteile batterieelektrischer, Hybrid- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge.

Szenarienvergleich: Antriebsarten bei Pkw



- **Fokus auf batterieelektrische Fahrzeuge:** diese sind mit Abstand am energieeffizientesten, rund 2 bis 3 mal effizienter als Brennstoffzellenfahrzeuge und rund 4 bis 5 mal effizienter als synthetische Kraftstoffe für Verbrennungsfahrzeuge.
- **Flottenaustausch bis 2035:** bei gleichzeitiger Verkleinerung der Flotte müssen 47 Mio. konventionelle Pkw innerhalb von 15 Jahren durch 28 Mio. BEV, PHEV und H₂-Fahrzeuge ersetzt werden – d. h. bis 2035 jährlich ca. 2 Mio. neue Fahrzeuge mit alternativen Antrieben.
- **Förderung der Elektrifizierung**
 - Preisanreize, Ausbau Ladeinfrastruktur
 - Phase-out Verbrennerfahrzeuge durch Quoten für alternative Antriebe
 - Phase-out fossiler Kraftstoffe durch Beimischungsquote für Synfuels



Notes: To be understood as approximate mean values taking into account different production methods. Hydrogen includes onboard fuel compression. Excluding mechanical losses.

Deep Dive Gebäudesektor

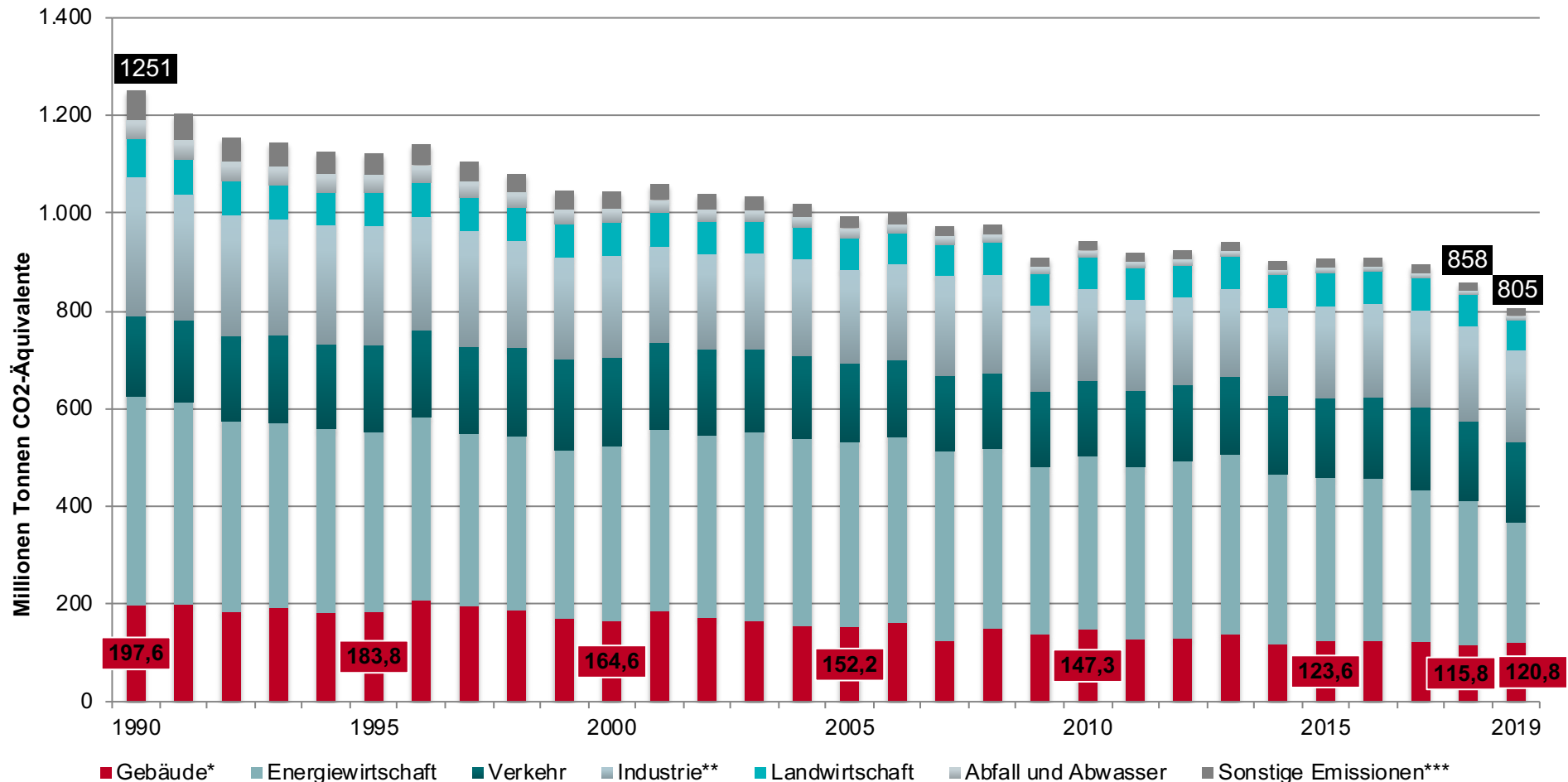
Bedeutung Gebäudesektor für deutsche Treibhausgasemissionen



Wuppertal
Institut

Der Gebäudesektor verursacht ca. 15 % der *direkten* deutschen THG-Emissionen.

Insgesamt ist er für ca. 30% der *direkten und indirekten* CO₂-Emissionen und für ca. 1/3 des deutschen Endenergiebedarfs verantwortlich.



* umfasst Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und private Haushalte

** umfasst energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie

*** umfasst sonstige Feuerungen (u.a. Militär) & diffuse Emissionen aus Brennstoffen

Quelle: eigene Darstellung nach UBA, 2020: Emission der von der UN-Klimarahmenkonvention abgedeckten Treibhausgase.
www.umweltbundesamt.de/indikator-emission-von-treibhausgasen#die-wichtigsten-fakten (01.07.2020)

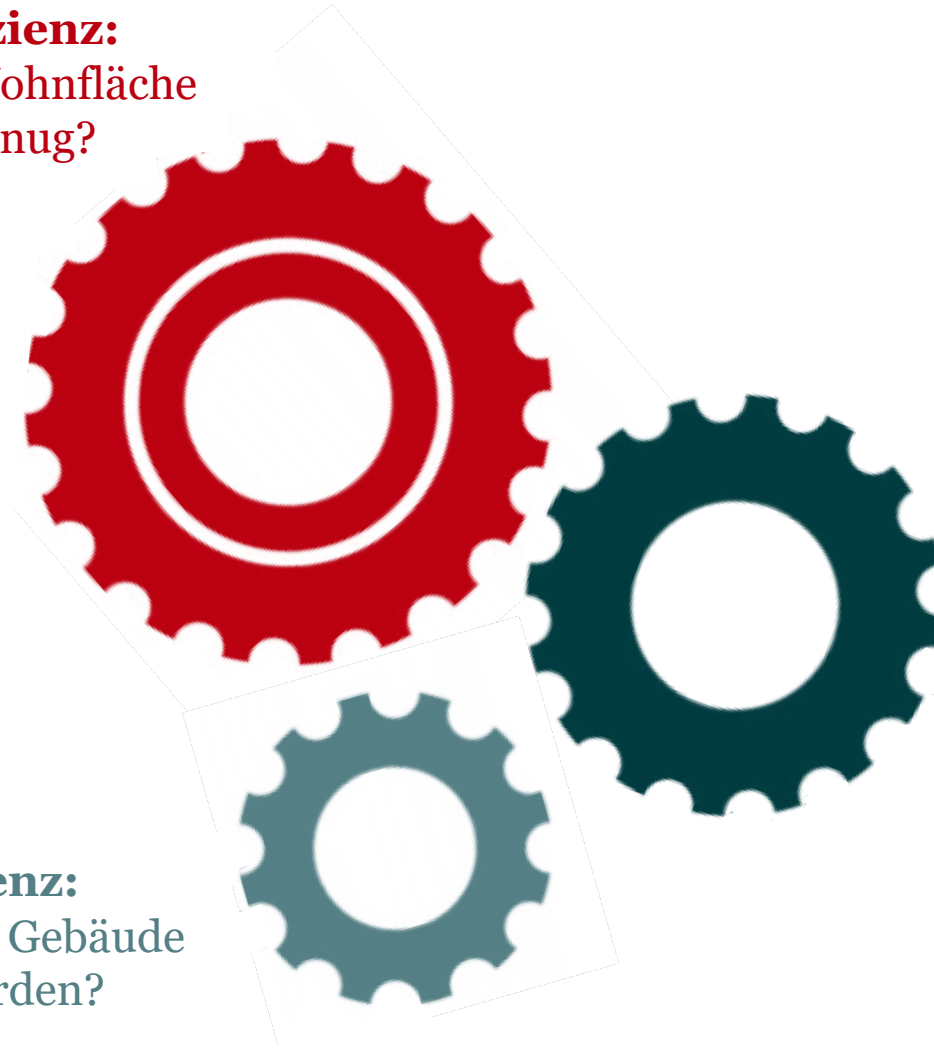
Treiber und Hemmnisse der Dekarbonisierung

Entscheidend für die Dekarbonisierung ist das Zusammenspiel aus Suffizienz, Effizienz und Konsistenz

Suffizienz:
Wieviel Wohnfläche
ist genug?

Effizienz:
Wie effizient sollten
die Gebäude sein?

Konsistenz:
Wie sollten die Gebäude
beheizt werden?





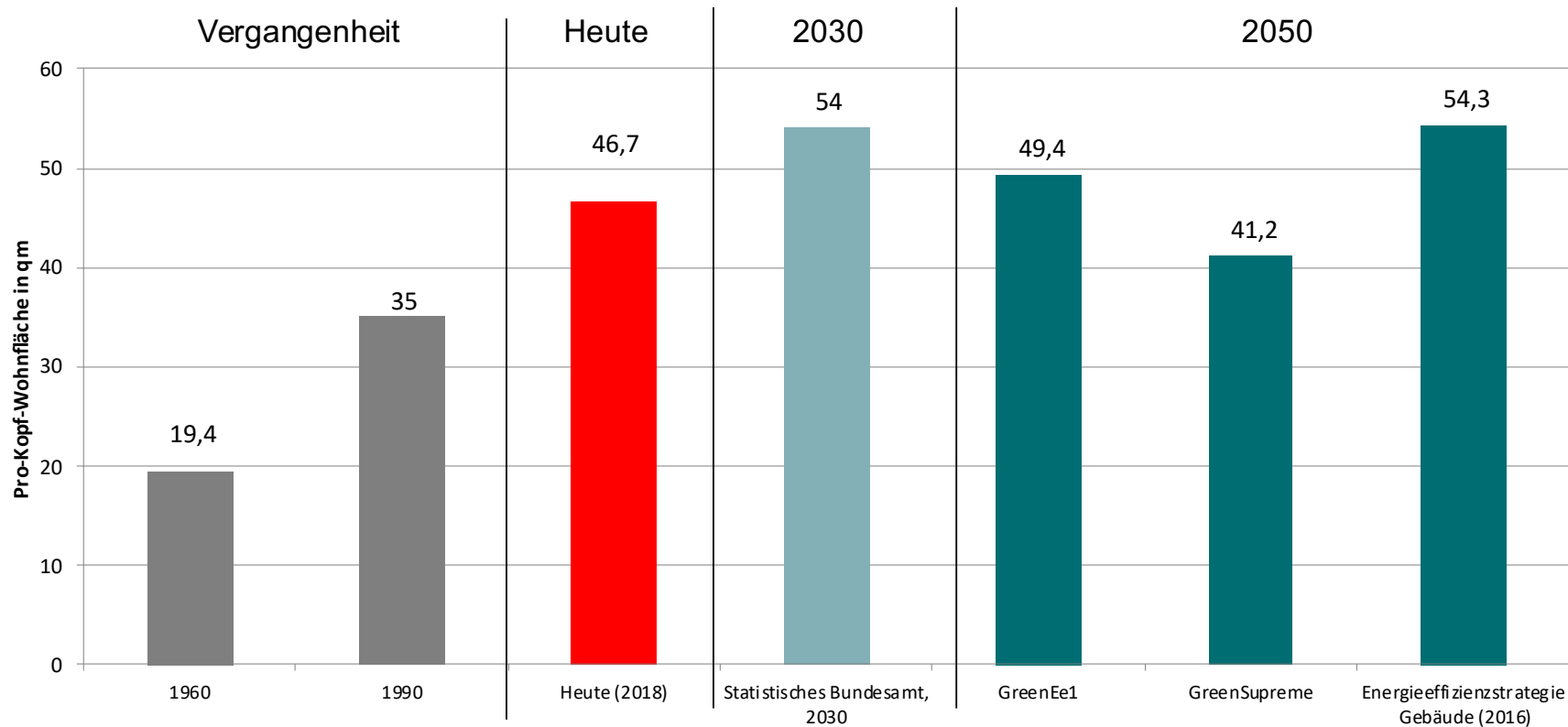
Suffizienz:

Wieviel Wohnfläche ist genug?

Wie viel Wohnfläche ist genug?

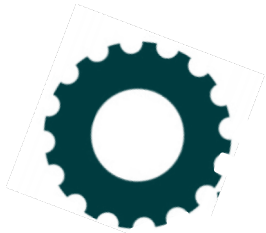
Zeitnahe Trendumkehr beim Wohnflächenbedarf ist notwendig, um den Heiz- und Energiebedarf zu reduzieren

Wohnflächenentwicklung – Gestern, Heute und Morgen



Quelle: eigene Darstellung basierend auf den aufgeführten Szenarien

- Steigende Pro-Kopf-Wohnfläche bedeutet nicht nur erhöhter Flächen- und Ressourcenverbrauch, sondern auch erhöhter Energiebedarf beim Wohnen.
- Rasche Trendumkehr bei der Wohnflächenentwicklung hilft daher, die zu beheizende Wohnfläche und damit den Raumwärmebedarf insgesamt zu senken.



Effizienz:

Wie effizient sollten die Gebäude sein?

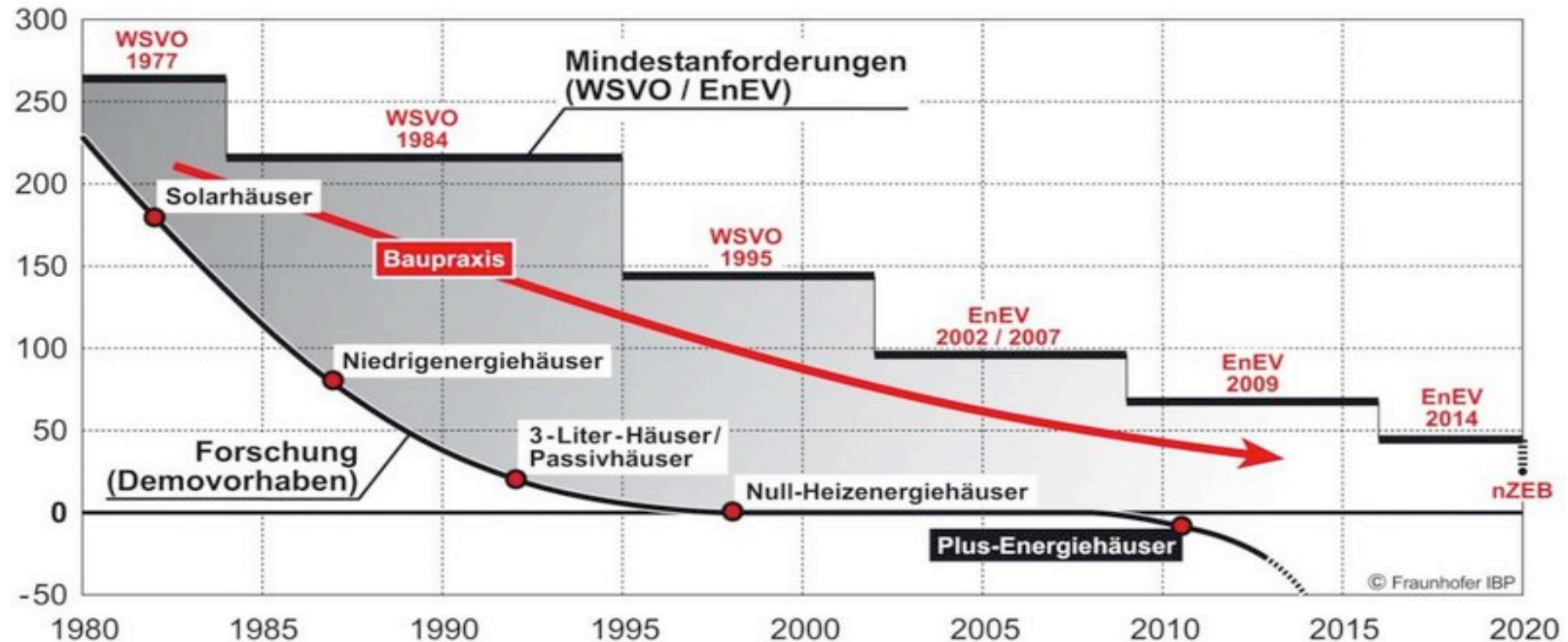
Wie effizient sollten die Gebäude sein?

Hohe energetische Mindeststandards für Neubau UND

Bestandssanierungen notwendig - rund 2/3 des Gebäudebestands wurde vor Einführung von Mindeststandards errichtet.

Energetische Mindeststandards

Primärenergiebedarf Doppelhaushälfte – Heizung [kWh/m²a]



- Hohe energetische Mindeststandards sind ein wirkungsvolles Instrument zur Senkung des Energiebedarfs
- Vorgaben und Sanierungspraxis bleiben bisher deutlich hinter den technologischen Potenzialen zurück

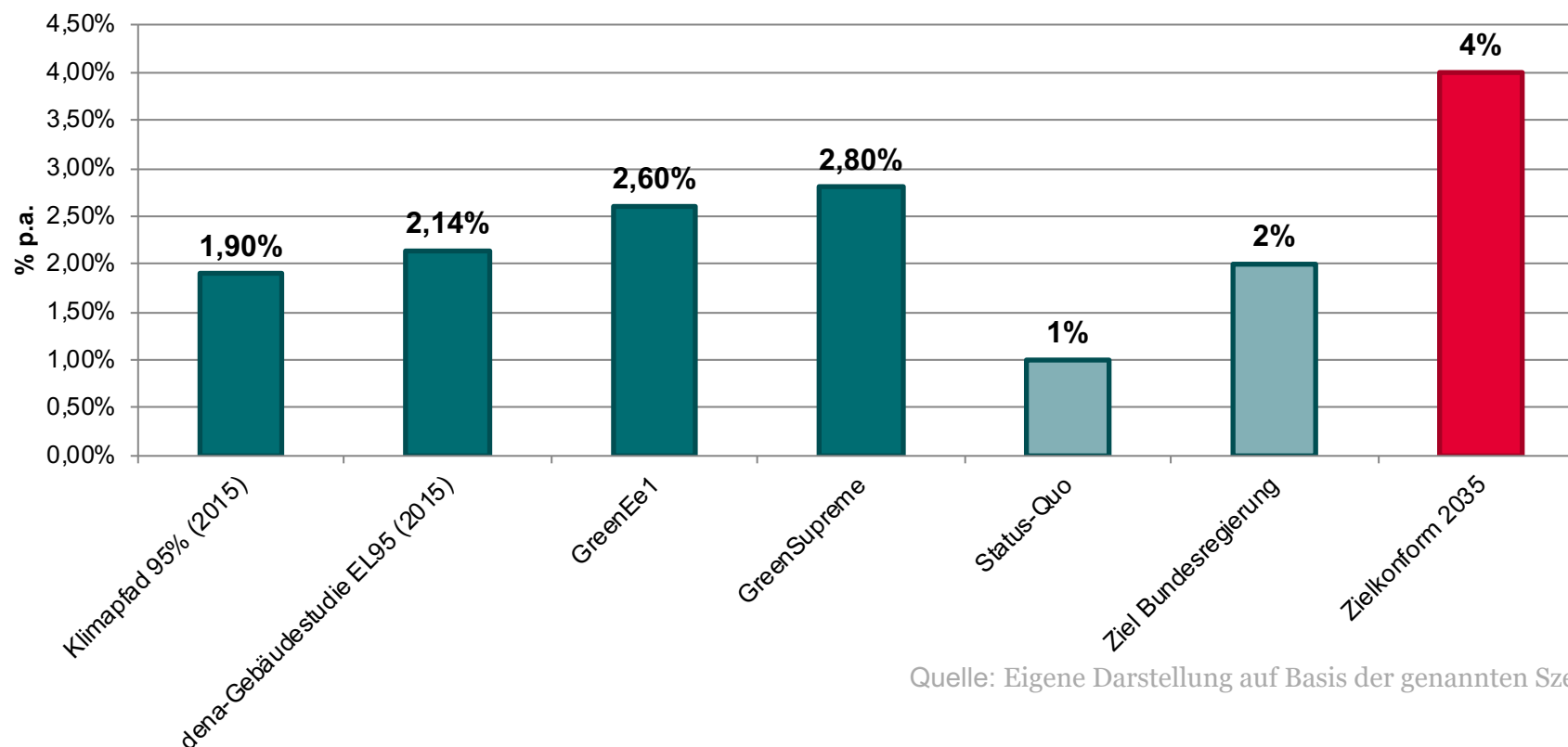
Quelle: Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, abgerufen von
www.bonner-energie-agentur.de/waermeschutz/energieeffizienter-neubau

Wie effizient sollten die Gebäude sein?

Gegenwärtige 1% p.a. Sanierungsrate ist absolut unzureichend

Mittlere Sanierungsrate* in bestehenden Klimaschutzszenarien (Basisjahr bis 2050)

*Anteil der Wohnungen/Wohnfläche, die im Mittel über den Betrachtungszeitraum pro Jahr umfassend energetisch saniert wurden



- Gegenwärtige Sanierungsrate von ca. 1 %/a ist sowohl für Zieljahr 2050 als auch für 2035 absolut unzureichend.
- Klimaschutzszenarien mit nahezu Klimaneutralität bis 2050 erfordern mittlere Sanierungsraten von 1,9 - 2,8 %.
- Für das Erreichen der Klimaneutralität 2035 wäre eine Sanierungsrate von 4 % erforderlich.



Konsistenz:

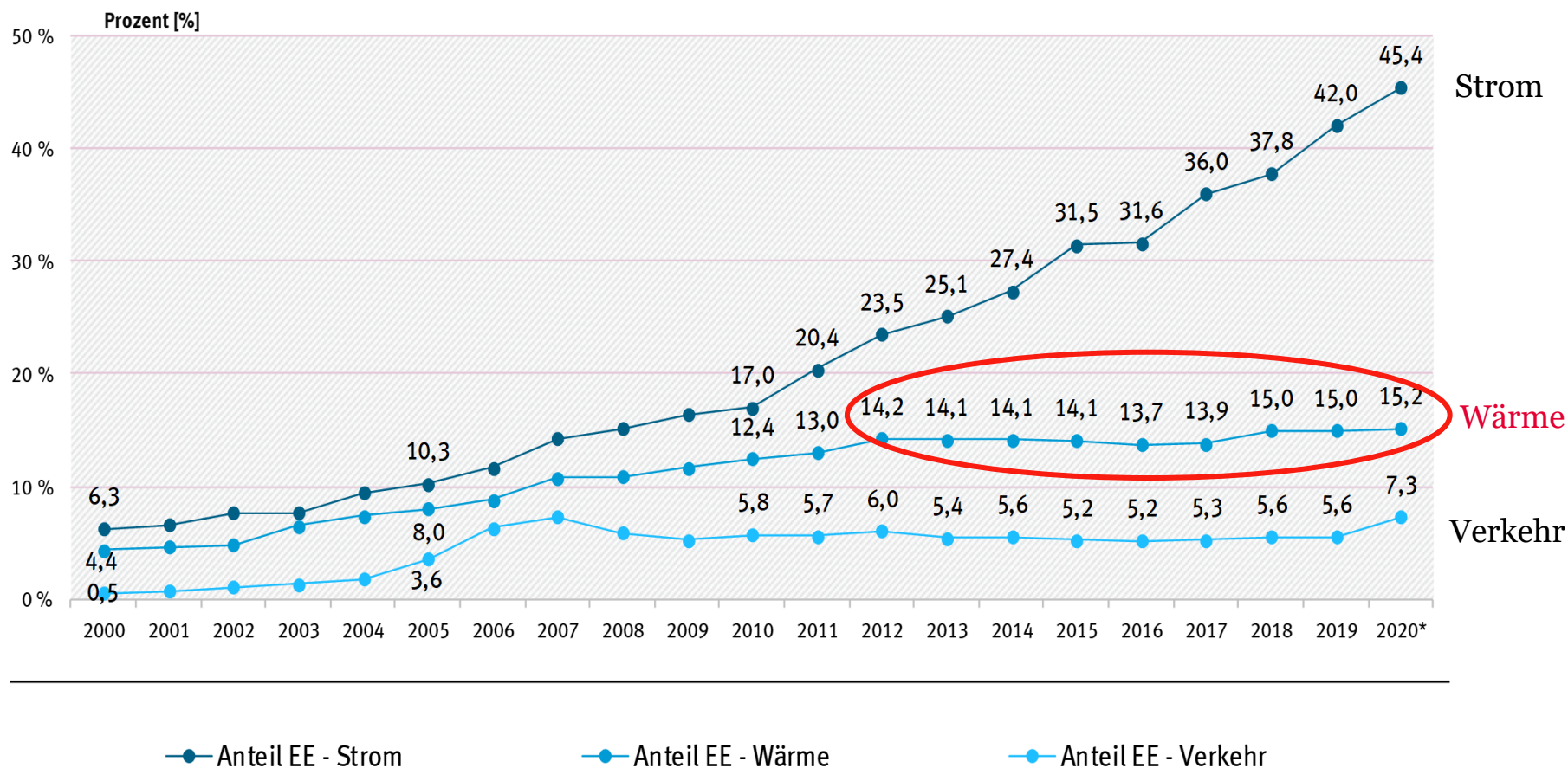
Wie sollten die Gebäude beheizt werden?

Wie sollten die Gebäude beheizt werden?

Stagnation der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung (Haushalte, GHD** und Industrie) in den letzten 9 Jahren

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch, am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Entwicklung von 1990 bis 2020



* Vorläufige Werte

** Gewerbe, Handel, Dienstleistung

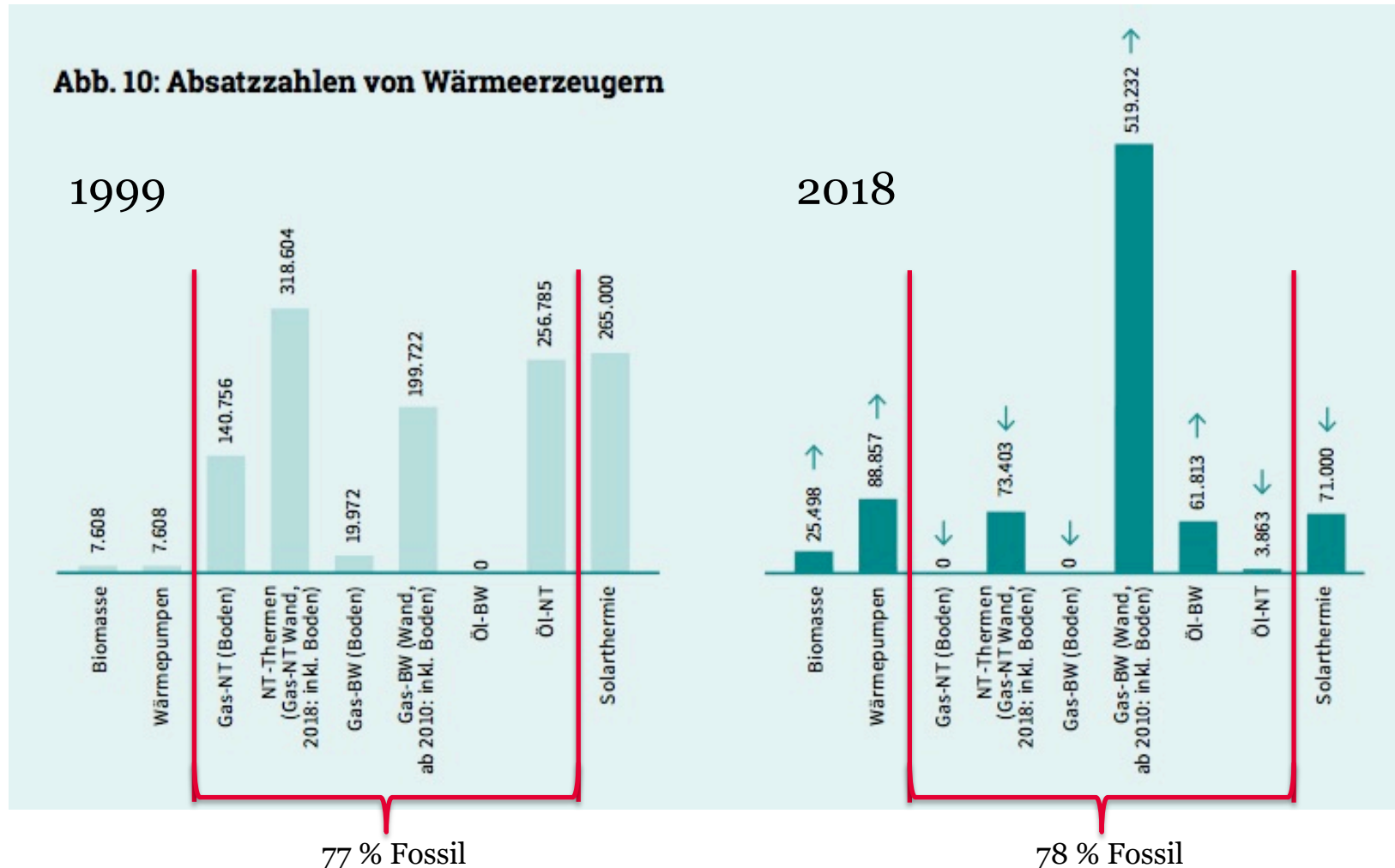
Quelle: UBA (2021) auf Basis AGEE-Stat (02/2021)

Wie sollten die Gebäude beheizt werden?

Anteil von fossil befeuerten Heizungen bleibt unverändert hoch

→ Lock-in-Gefahr

Abb. 10: Absatzzahlen von Wärmeerzeugern



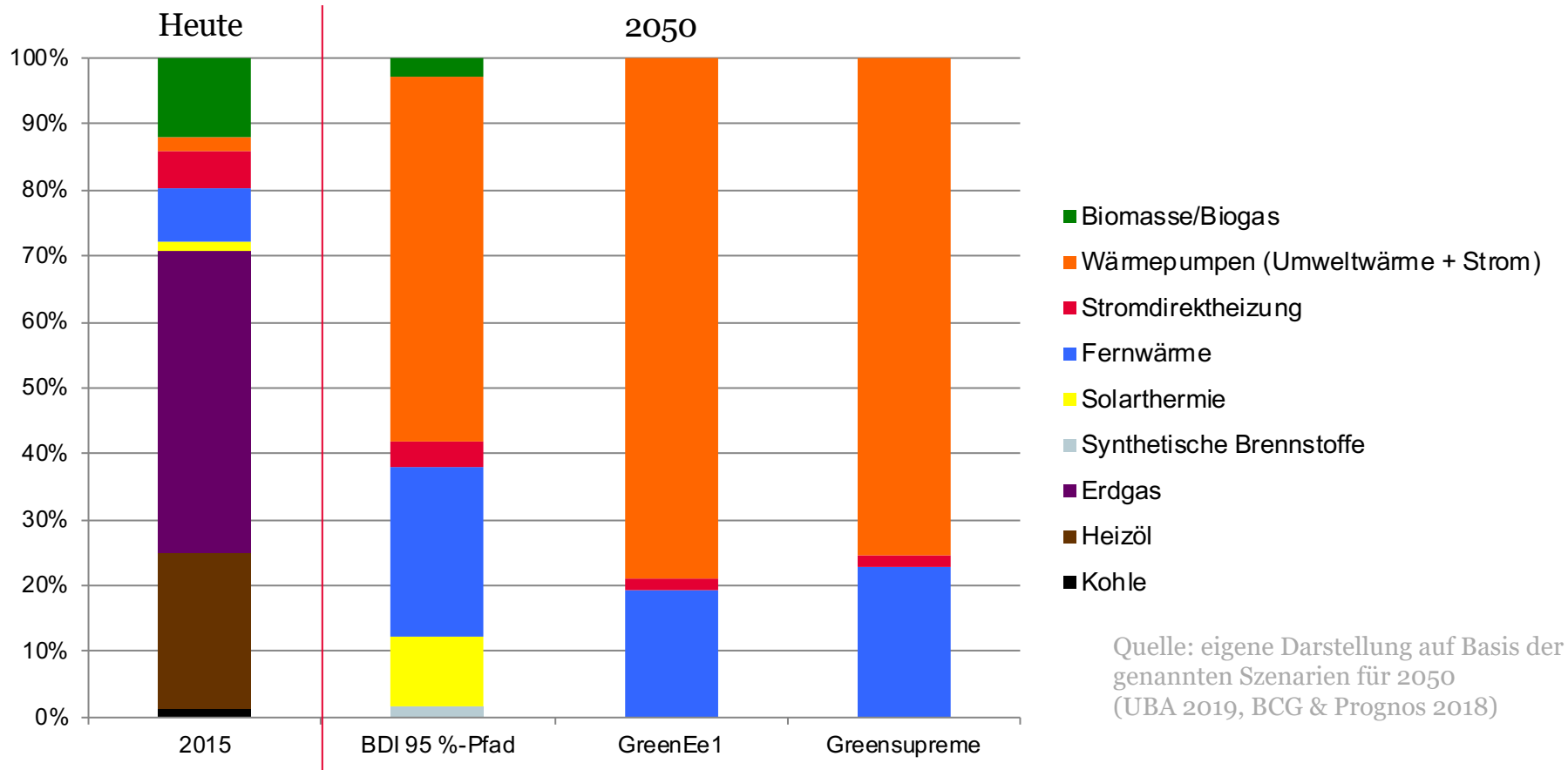
Quelle: dena (2019)

- Die meisten neu installierten Heizungen werden unverändert fossil und insbesondere mit Erdgas betrieben.
- Gleichbleibender Trend bei der Installationen von fossil befeuerten Wärmeerzeugern führt zu Lock-ins und verhindert eine Dekarbonisierung bis 2035, da Heizungen sonst weit vor dem Ende ihrer vorgesehenen Lebensdauer (20-30 Jahre) ausgetauscht werden müssten.

Wie wird der Gebäudebestand beheizt?

Deutliche Elektrifizierung der Wärmeerzeugung erfordert hohes Maß an Energieeffizienz, um Anstieg im Strombedarf zu begrenzen

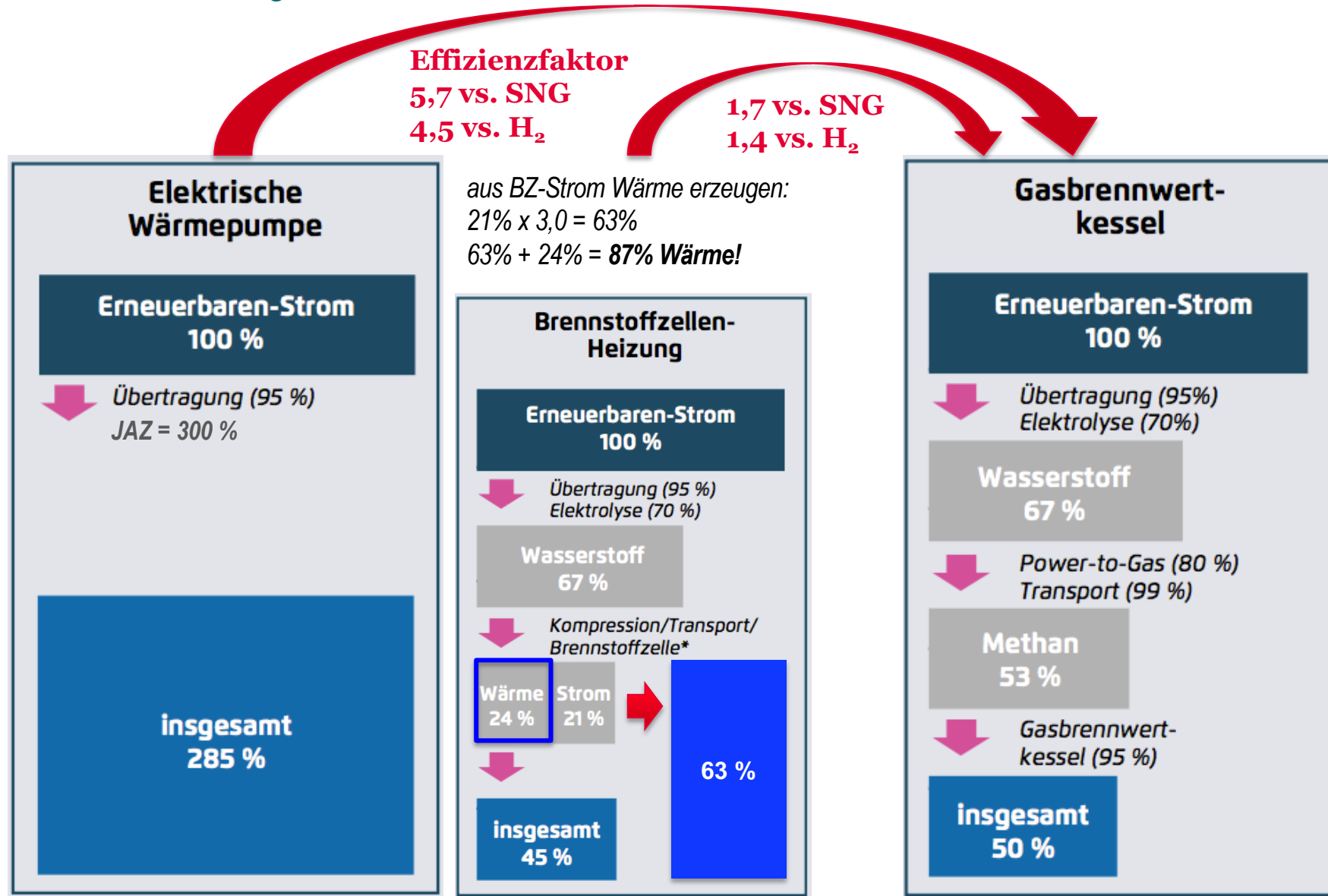
Beheizungsstruktur beim Erreichen von (weitestgehender) Klimaneutralität



- Deutliche Elektrifizierung -> der überwiegende Teil der Gebäude wird mit Wärmepumpen beheizt
- Hohes Maß an Gebäude-Energieeffizienz notwendig zur Vermeidung von:
 - Massivem Anstieg des Strombedarfs (Systemsicht) und
 - Hohen Erschließungskosten (Wärmepumpe inkl. Wärmequelle) sowie hohen Betriebskosten (Anwendersicht)

Effizienzvergleich Brennstoff- & Heizungssysteme (well-to-room)

Synthese-Gaskessel (SNG) führt im Vergleich zur Wärmepumpe zu 6-fach erhöhtem Primärenergiebedarf!



Agora Mrz. 2018 / eigene Ergänzung bei BZ-Heizung und Effizienzfaktoren

Must do für eine Dekarbonisierung bis 2035

Efficiency First & Elektrifizierungsstrategie:

Mix aus Suffizienz, Effizienz und Erneuerbare

SUFFIZIENZ:

- › Bremsen des Wohnflächenanstiegs pro Kopf z. B. durch neue, kommunal unterstützte Wohnmodelle (Mehrgenerationen, flexible Nutzung...)
- › Landflucht entgegenwirken durch bessere Daseinsvorsorge im ländlichen Raum
- › Entwicklung der nutzerbedingten Einsparpotenziale

EFFIZIENZ (Gebäudehülle):

- › Schnellstmöglich jährliche **Sanierungsrate** von heute ca. 1 % auf **4 %** vervierfachen (d.h. **60 %** statt 15 % aller Gebäude werden **bis 2035** vollsaniert)
- › **Sofortige** Erhöhung der Sanierungstiefe für Bestandssanierung vom jetzigen EnEV-Standard (130 % bezogen auf Neubauanforderung) auf KfW55- oder Passivhausstandard
- › **Sofortige** Verbesserung des Neubaustandards von KfW75 auf KfW40 oder Passivhausstandard

ERNEUERBARE (Wärmeversorgung):

- › **Schnellstmöglicher Verzicht** auf Zubau bzw. Ersatz fossil betriebener Heizungskessel
- › Vollständiger Umstieg bis 2035 auf erneuerbare Wärmequellen mit **Fokus auf Elektrifizierung (mittels Wärmepumpen) und Solarenergie** sowie **grüne Nah- und Fernwärme** (Wärmepumpe, Geothermie & Umweltwärme, Solarenergie, industrielle und kommunale Abwärme, Biomasse, Kraft-Wärme-Kopplung mit erneuerbaren Gasen)

Was muss passieren?

Policy-Mix aus Regulation, Anreizen sowie Information und Beratung notwendig

Suffizienz

- **Wohnraumbedarfszuwächse reduzieren und Wachstumstrend möglichst umkehren, Flächen intelligent und flexibel nutzen**

Effizienz / Konsistenz

- **Anreizsystem zum Fördern UND Fordern von energetischen Sanierungsmaßnahmen weiterentwickeln**
 - Anlassbezogene energetische Sanierung zur Verpflichtung machen (z. B. bei Vererbung)
 - Verbindlicher Phase Out fossiler Heizsysteme inkl. Konversion zu grüner Nah- & Fernwärme
 - Finanzielle Anreize erhöhen und an Zielgruppen anpassen
 - Verursacher- und sozial gerechte, wirkungsvolle CO₂-Bepreisung
 - Gerechter Lastenausgleich
- **Ganzheitliche Sanierungssteuerung und Monitoring**
 - Verbindliche, individuelle Sanierungsfahrpläne
 - One-Stop-Shops, Aggregatoren (*Energiesprung*)
- **Qualifizierungs- und Kommunikationsoffensive**
 - Digitalisierung nutzen (z. B. Serielles Sanieren / Prefab, 3D-Druck)
 - Sanierung erlebbar machen (z. B. Demonstration, Erfahrungsaustausch)
 - Ausbildungs- und Qualifizierungsoffensive im Handwerk

Fazit



- Für eine Begrenzung der Erderwärmung auf **1,5 °C** wäre (bei global gleichem Pro-Kopf-Budget) für Deutschland das Erreichen von **CO₂-Neutralität bis ca. 2035 notwendig**.
- Die **Emissionen** in Deutschland müssten dafür insbesondere in den kommenden paar Jahren – und damit in der nächsten Legislaturperiode – **drastisch sinken**.
- Ein **klimaneutrales Energiesystem bis 2035** wäre aus technischer und ökonomischer Sicht **sehr anspruchsvoll**, scheint uns aber **grundsätzlich (noch) realisierbar**.
- Die Studie verdeutlicht den **immensen Kraftakt**, der dafür notwendig wäre.
- Ob sich dieses Ziel tatsächlich realisieren lässt, hängt v. a. von der **gesellschaftlichen Bereitschaft** u. einer **politischen Priorisierung** der notwendigen Transformation ab.
- Ein angemessener Beitrag zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze wird ohne eine breite Zustimmung und **Teilhabe der Gesellschaft** nicht realisierbar sein. Für eine solche Zustimmung ist insbesondere eine gerechte, auf **soziale Aspekte** und eine umfassende Beteiligung achtende Gestaltung des **Transformationsprozesses** wichtig.