

Klimaschutz im Gebäudesektor – Fahrplan 2050

Tobias Kropp, M.Sc.
Fachbereich Facility Management
Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)



Über mich

- Karlsruher Institut für Technologie
Tobias Kropp, M.Sc.

Fachbereich Facility Management (TMB)
Am Fasanengarten
76131 Karlsruhe
Raum – 004

fon: +49-(0)721-608 48223

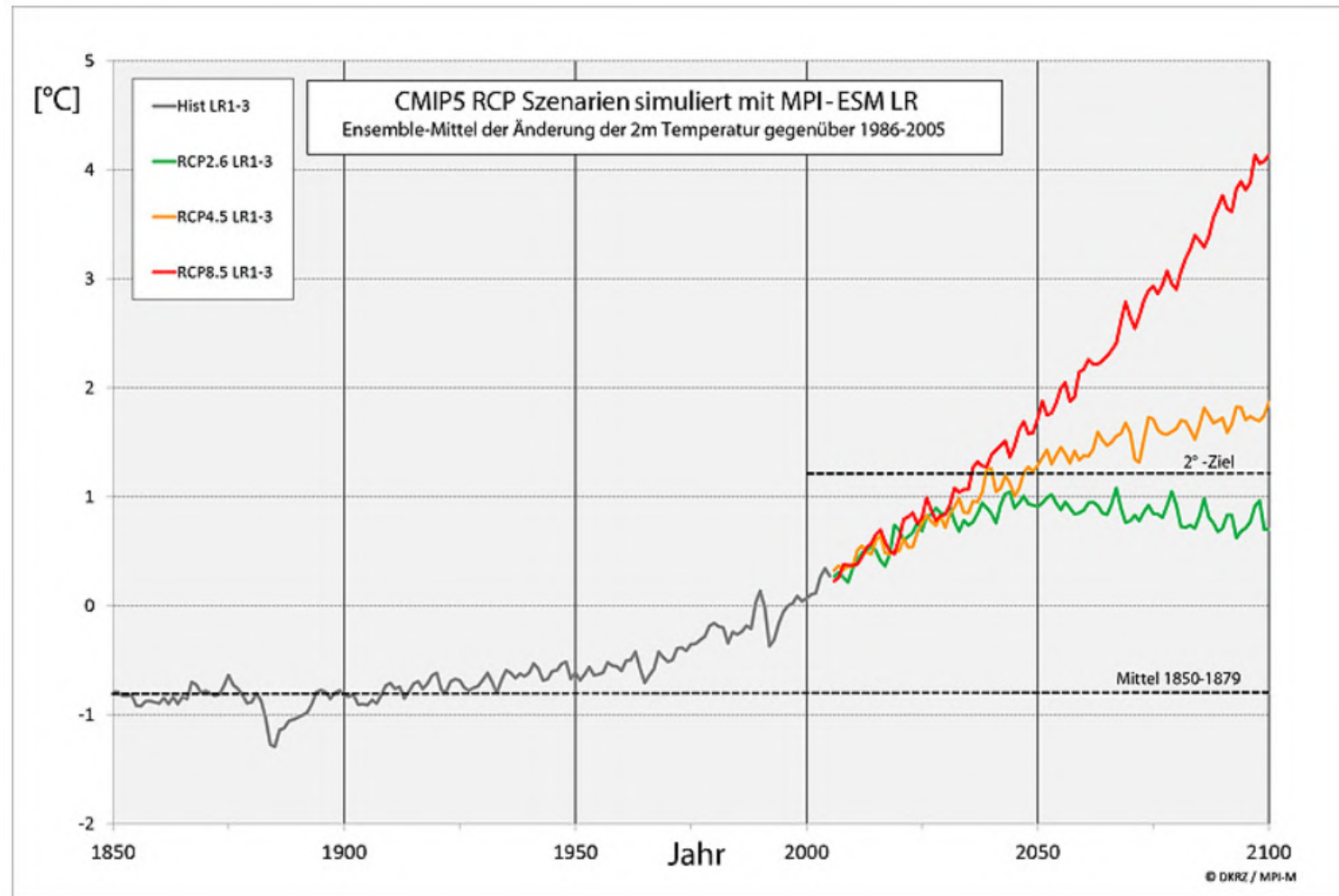
e-mail: tobias.kropp@kit.edu

url: www.tmb.kit.edu



Warum müssen wir generell etwas tun?

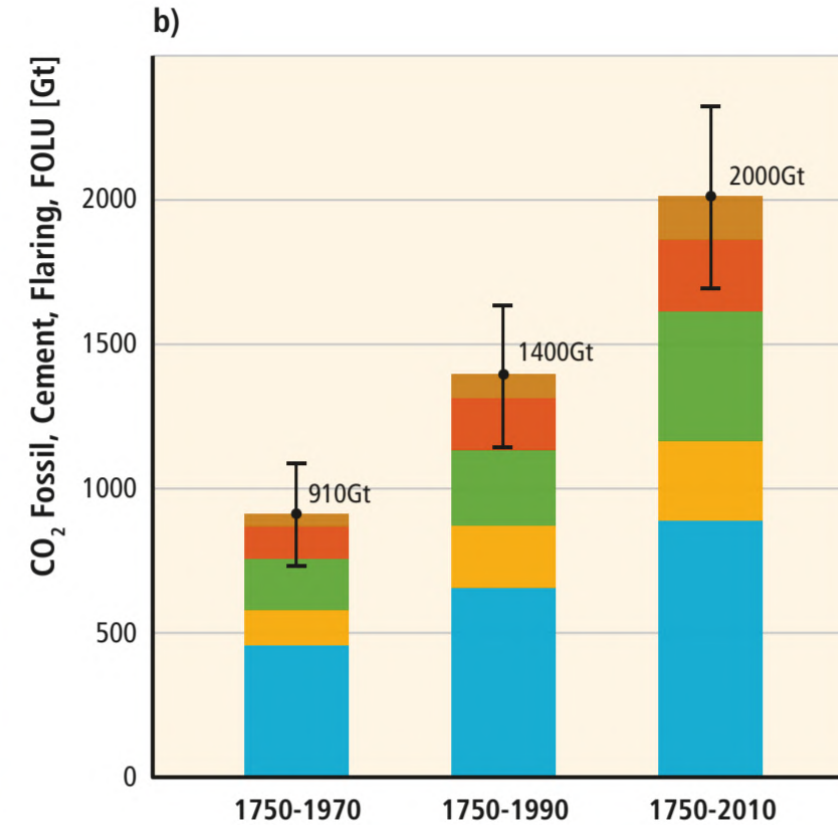
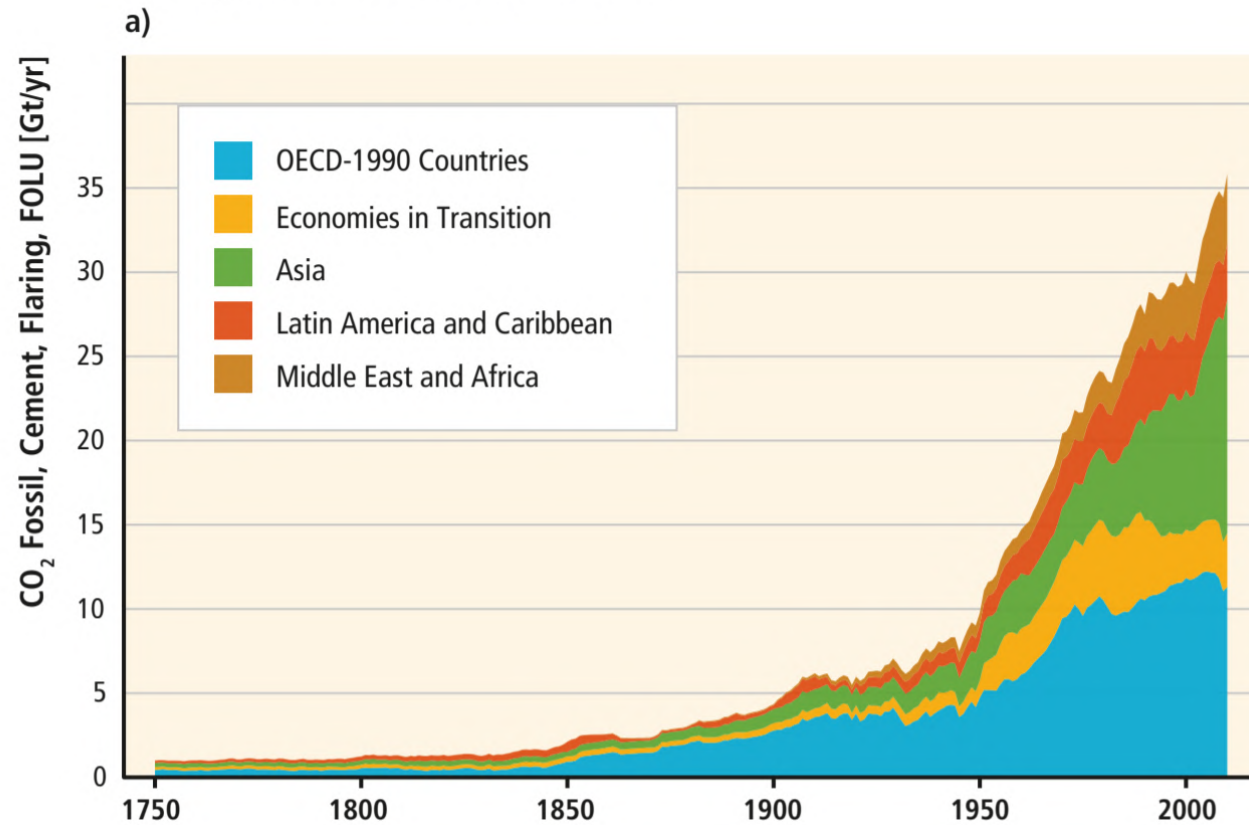
Globale Klimaerwärmung - Repräsentative Konzentrationspfade (RCP)



<https://www.dkrz.de/media/klimasimulationen/ipcc-ar5/ergebnisse/Mitteltemperatur>

Globale Klimaerwärmung

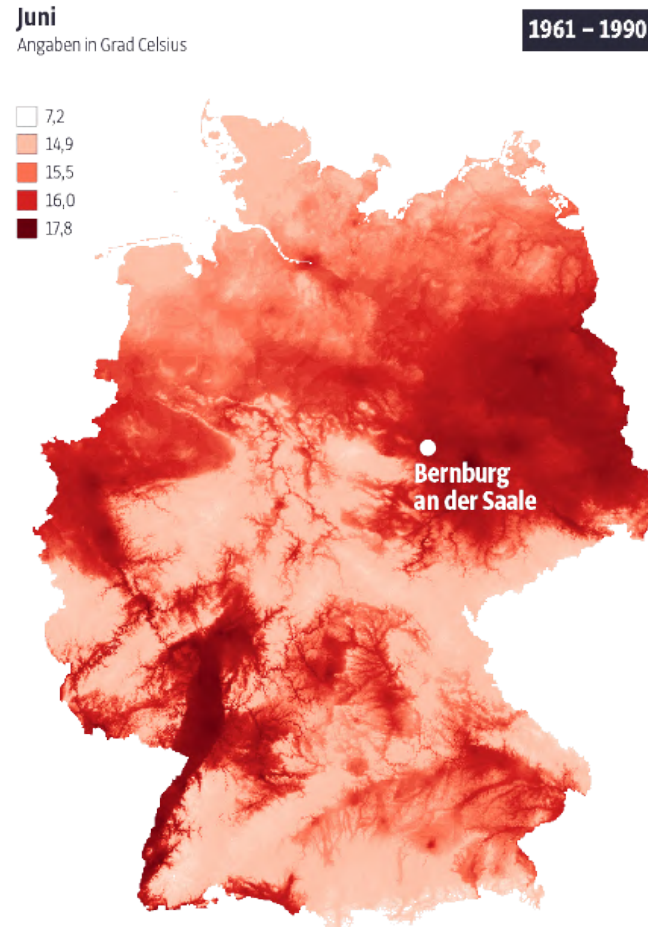
Total Anthropogenic CO₂ Emissions from Fossil Fuel Combustion, Flaring, Cement, as well as Forestry and Other Land Use (FOLU) by Region between 1750 and 2010



Quelle: Working Group III contribution to the IPCC 5th Assessment Report "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change", 2013/2014

Globale Klimaerwärmung

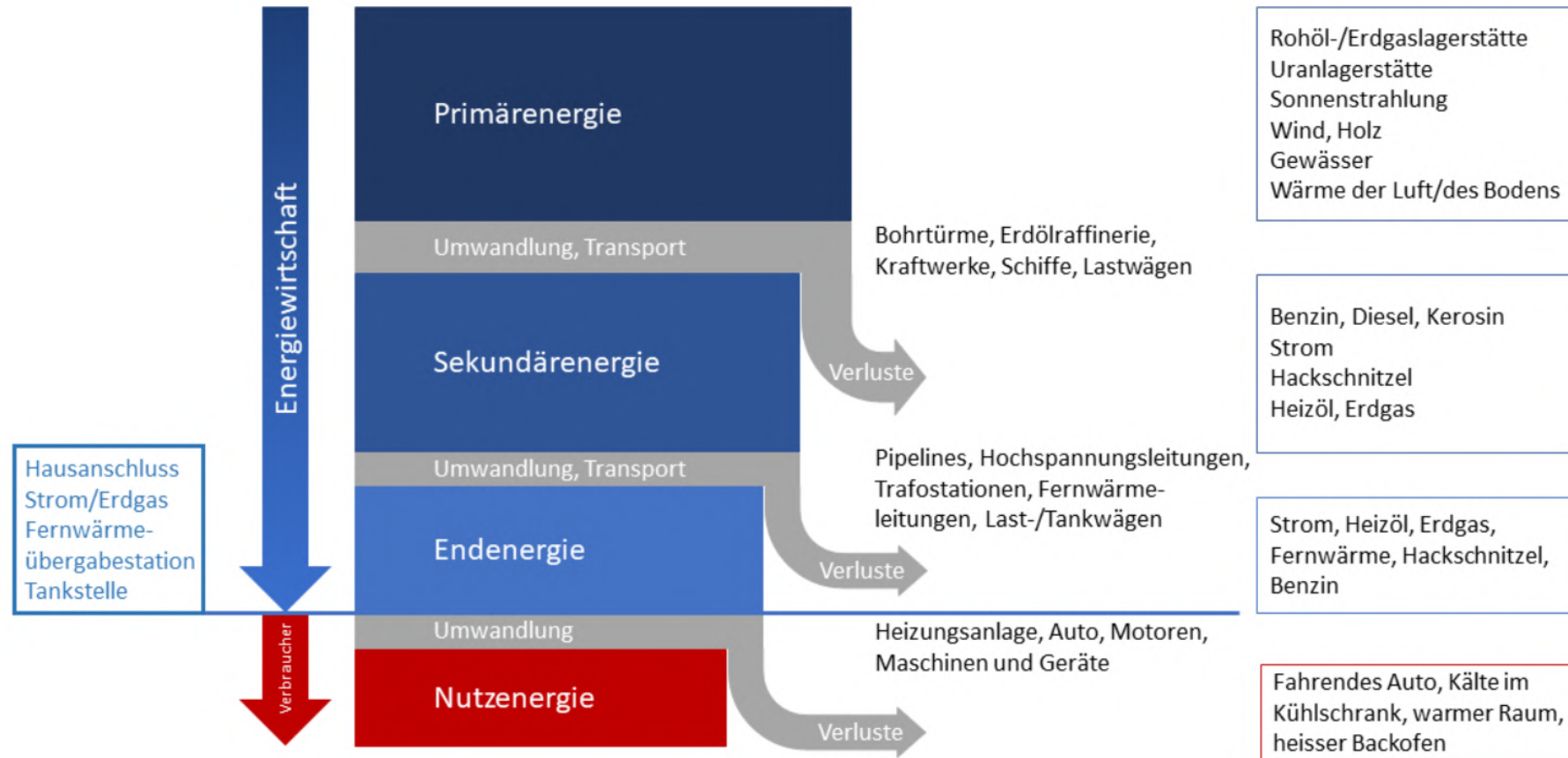
Sommer 2018 in Deutschland (Durchschnittstemperaturen)



Quelle: <https://projekte.sueddeutsche.de/artikel/wissen/bilanz-des-sommers-und-der-hitzewelle-2018-e547928/>

Wachsender Bedarf an Energie

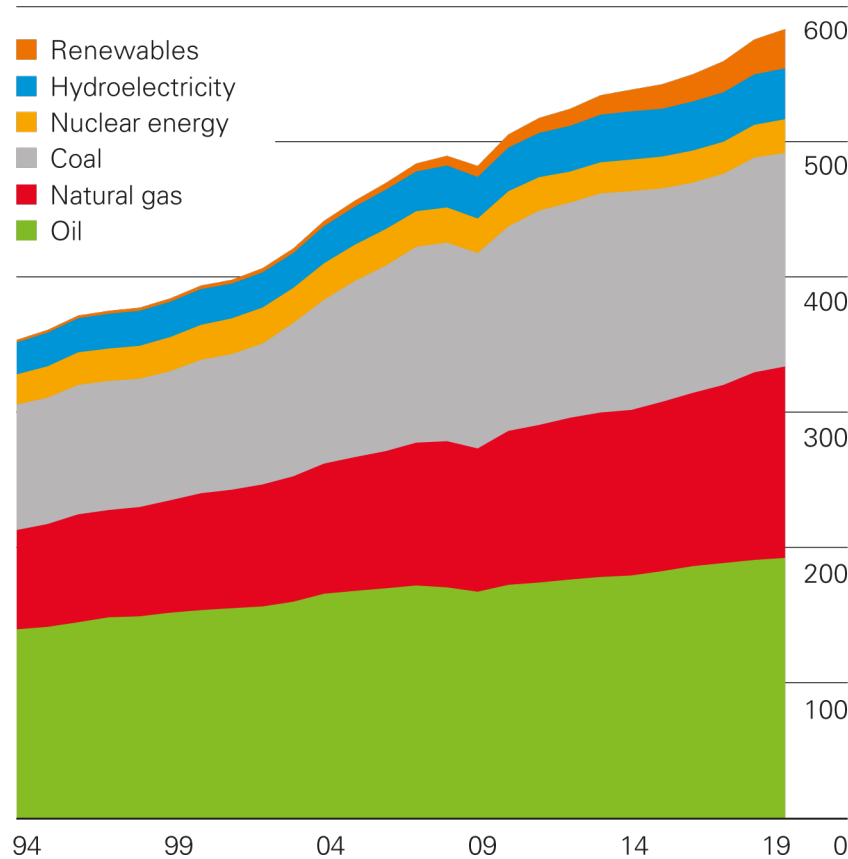
Umwandlungsstufen Energieträger?



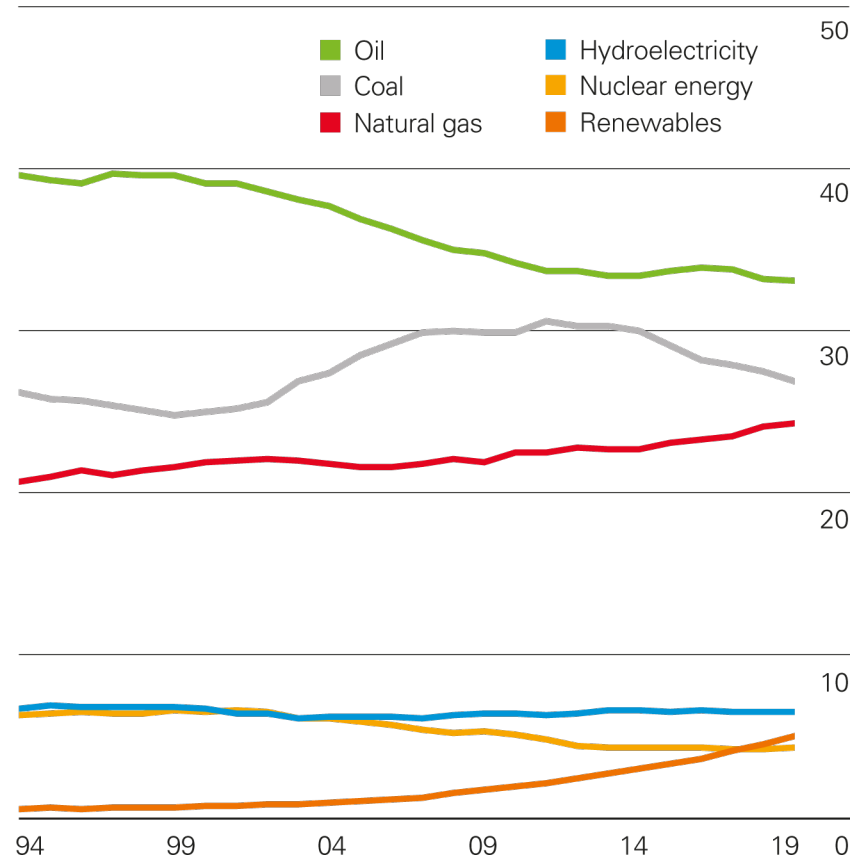
<https://www.energiepfad.ch/wiki/primaerenergie/#>

1) Wachsender Bedarf an Energie

World primary energy consumption
Exajoules

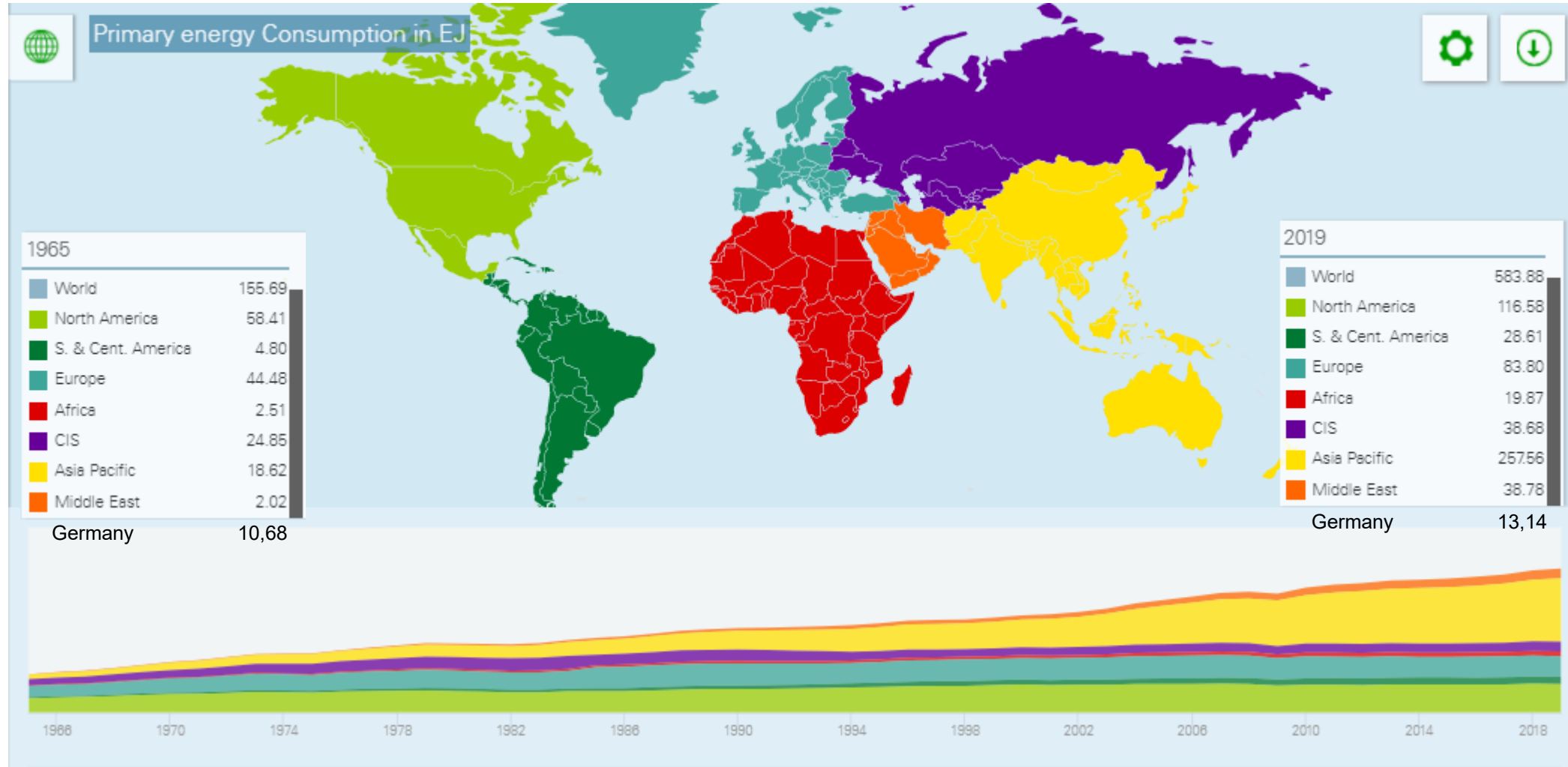


Shares of global primary energy
Percentage



<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-primary-energy.pdf>

1) Wachsender Bedarf an Energie



<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-charting-tool-desktop.html>

Welche Strategie wird in Europa verfolgt?

EU-Energiestrategie

- VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz (2018)



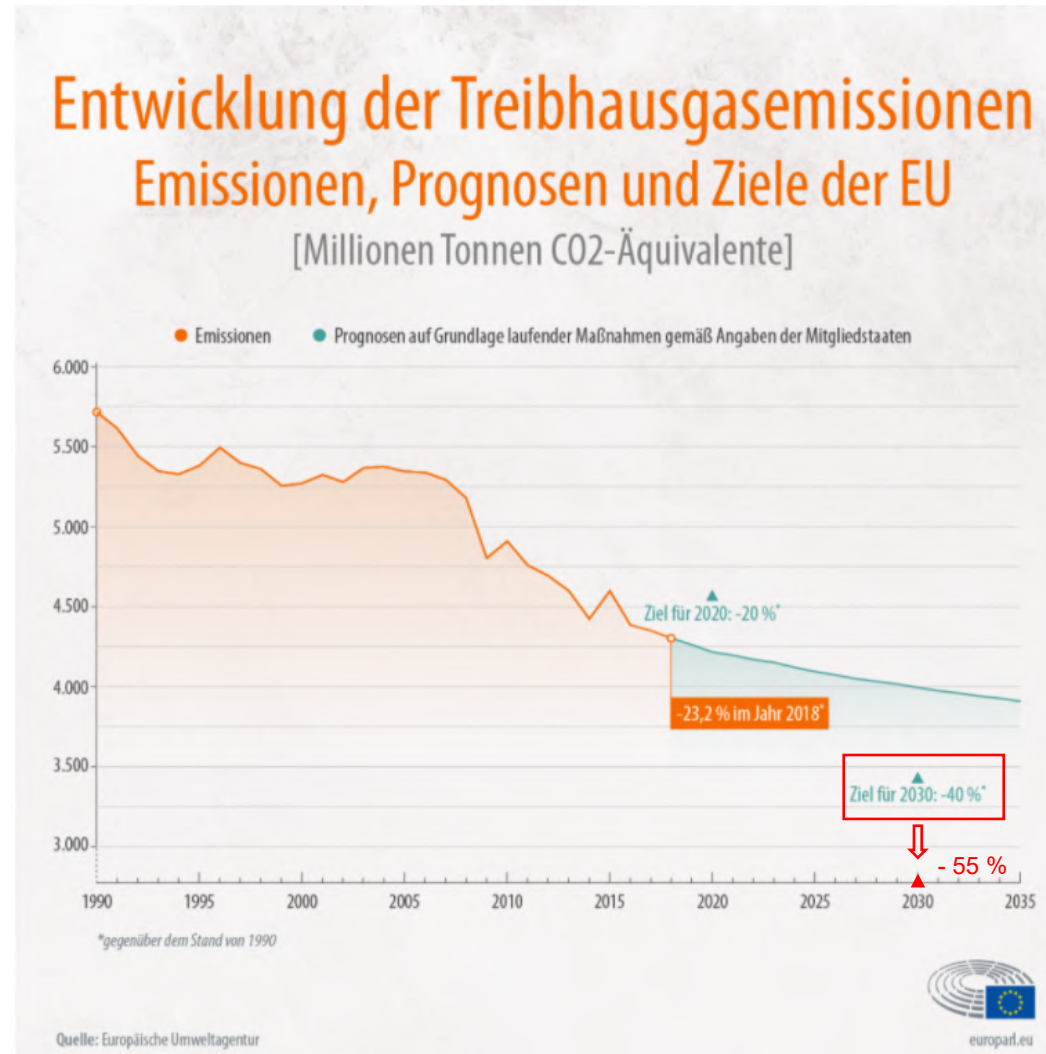
KPIs		☑ Endenergie Verbrauch [t RÖE]	☑ Primärenergie Verbrauch [t RÖE]	☑ THG-Emissionen [tCO ₂ -äq]
Ziele (Gesamt)	Änderung	- 32,5 % mind. (2030 ggü. Prognosen von 2007)	- 32,5 % mind. (2030 ggü. Prognosen von 2007)	-40 % mind. (2030 ggü. 1990)
	Verbrauch/ Emissionen	< 956 Mio. t RÖE (2030)	< 1 273 Mio. t RÖE (2030)	2050: 0 tCO ₂ -äq (netto) Ab 2050: < 0 tCO ₂ -äq
	Ern. Energien	> 32 % (2030)	> 32 % (2030)	-

1 Mio. t RÖE (Rohöleinheiten) entsprechen ca. 0,0419 EJ (Exajoule)

1 kg RÖE ist ein Maß für den Energiegehalt von Energieträgern, entsprechend dem **Heizwert eines Kilogramms Erdöl**. 1 kg RÖE ist ein Nettoheizwert von **41 868 Kilojoule** zugeordnet.

EU-Energiestrategie

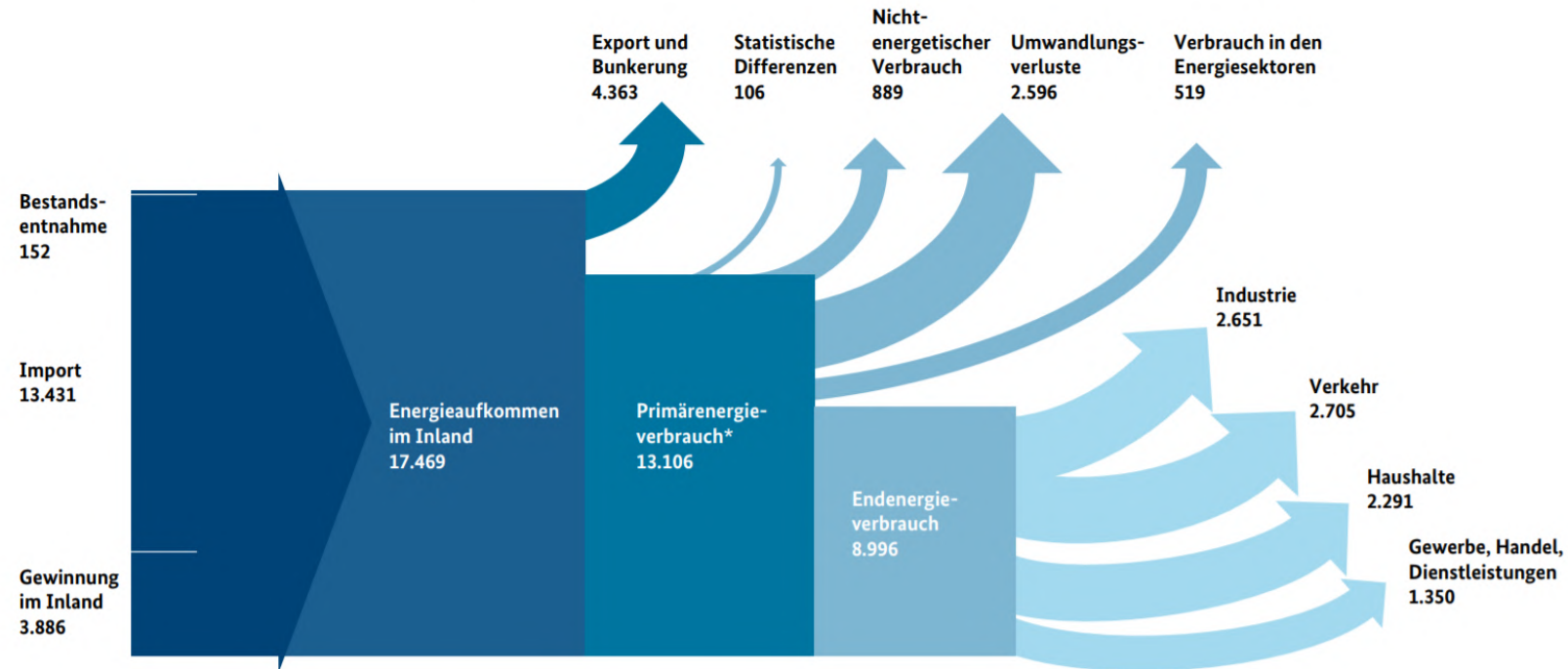
Bezogen auf die THG-Emissionen fordert der **European Green Deal bis 2030** sogar eine **Reduzierung um 55 % ggü. 1990**



<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20180706STO07407/klimaziele-fortschritte-der-eu-infografik>

Energieverbrauch in Deutschland

Verhältnis von Primär- und Endenergieverbrauch in Deutschland (Stand 2018)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 13,8 %. Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt

29,308 Petajoule (PJ) \approx 1 Mio. t SKE

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 09/2019

Die Immobilienwirtschaft: einen langen Hebel in der Hand

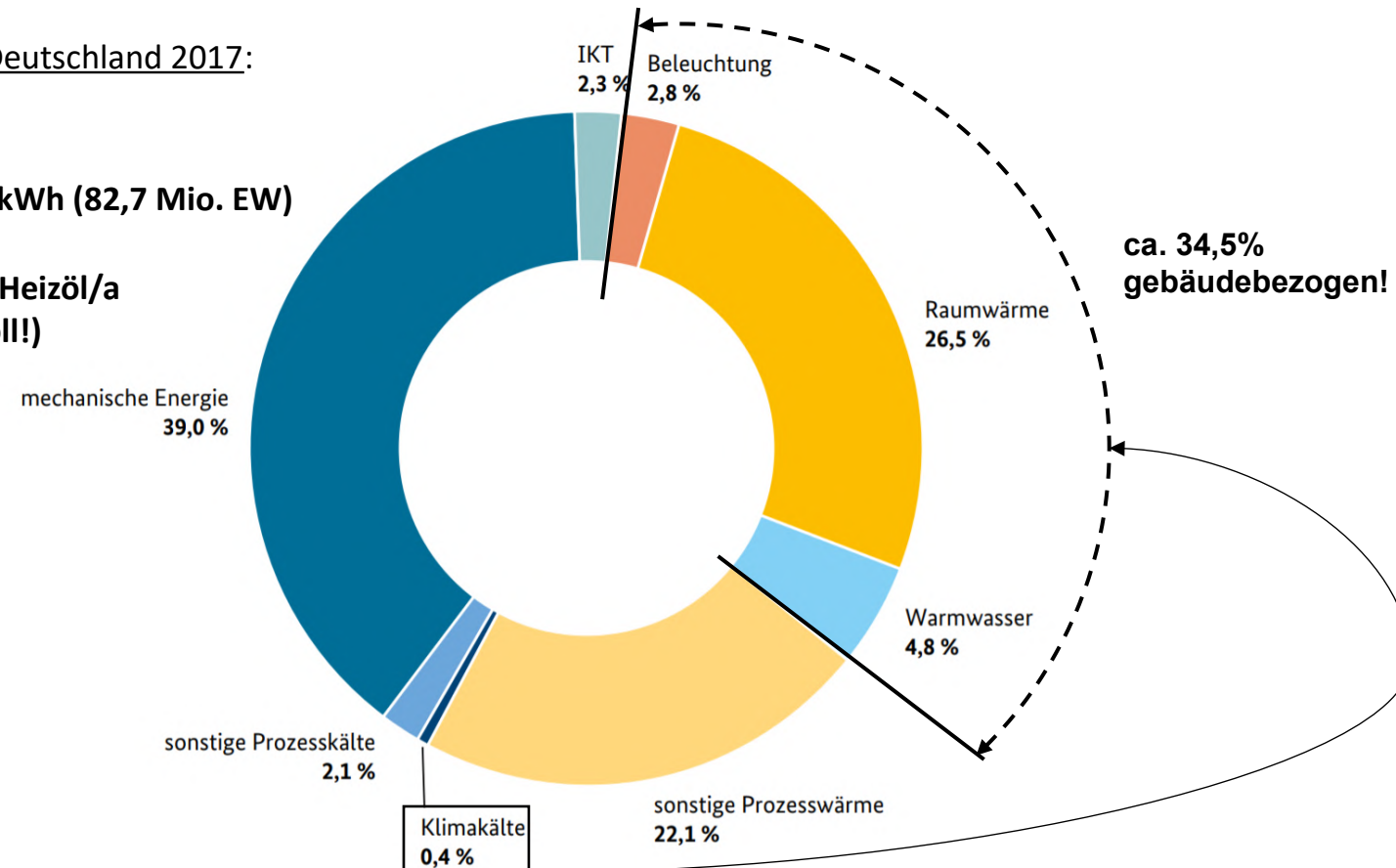
Endenergieverbrauch in Deutschland 2017:

gesamt 9.329 PJ

bzw. 2.591.388 GWh

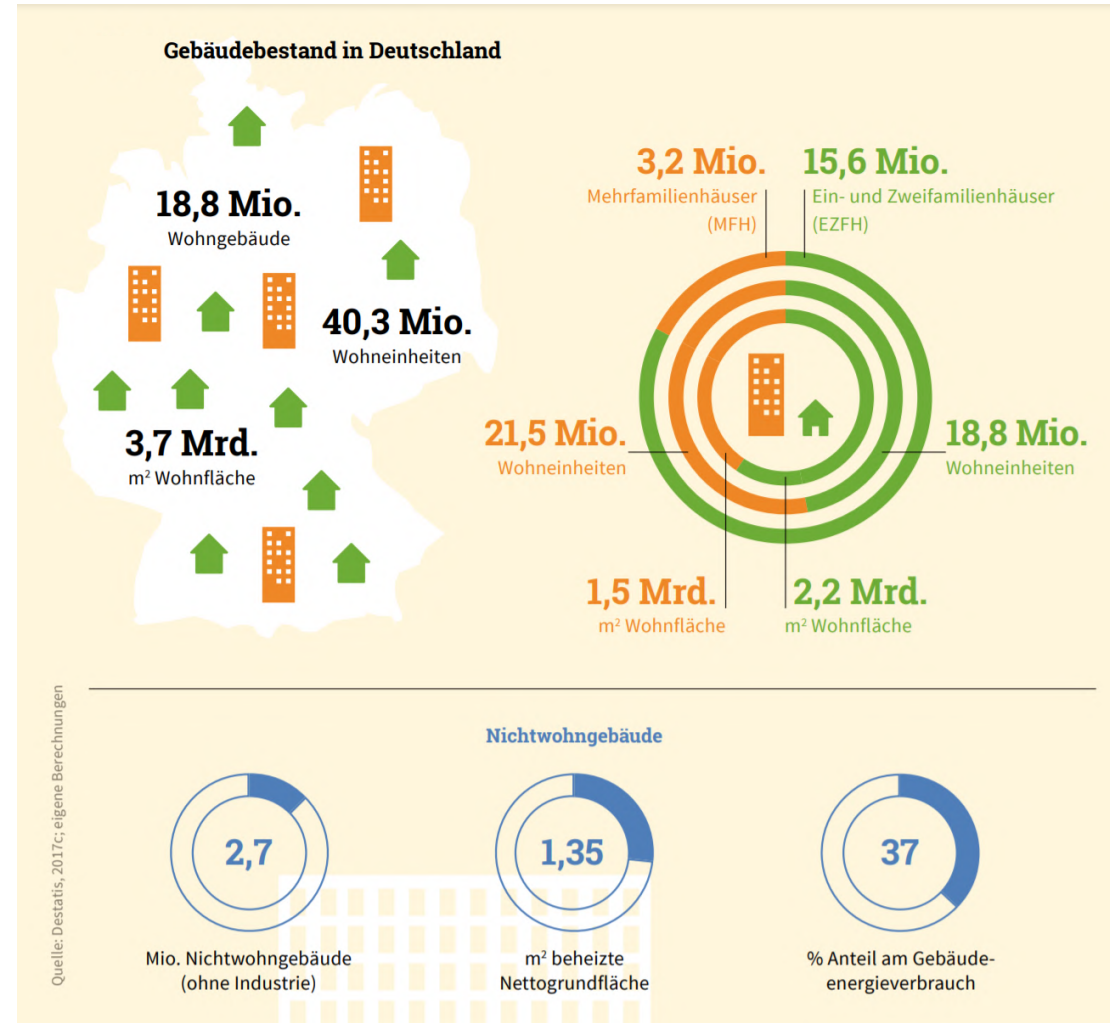
bzw. pro Kopf ca. 31.300 kWh (82,7 Mio. EW)

bzw. pro Kopf ca. 3.130 l Heizöl/a
(ca. 12,5 Badewannen voll!)



Quelle: Energiedaten, Gesamtausgabe, BMW, 2019

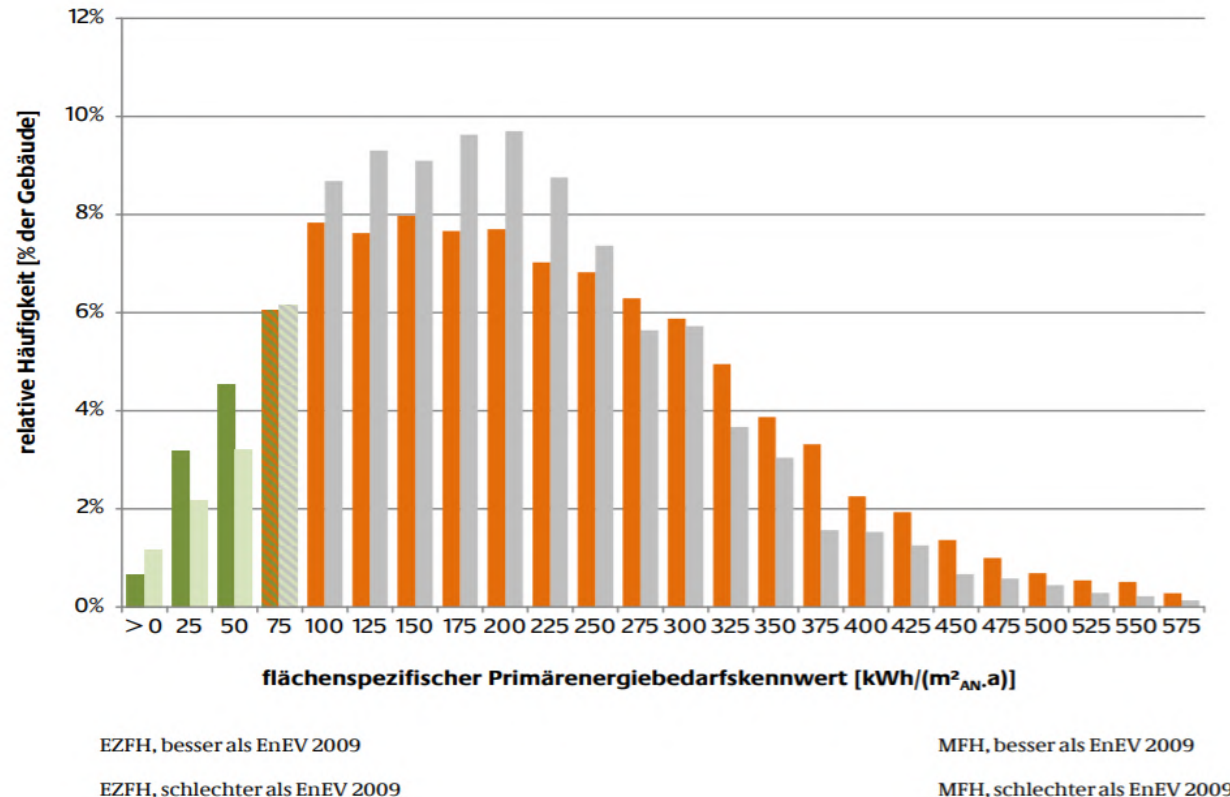
Warum Energieeffizienz bei Gebäuden?



Quelle: Dena Gebäudereport 2018

Energetische Situation des Gebäudebestands

Relative Häufigkeit des Primärenergiebedarfs im Wohngebäudebestand

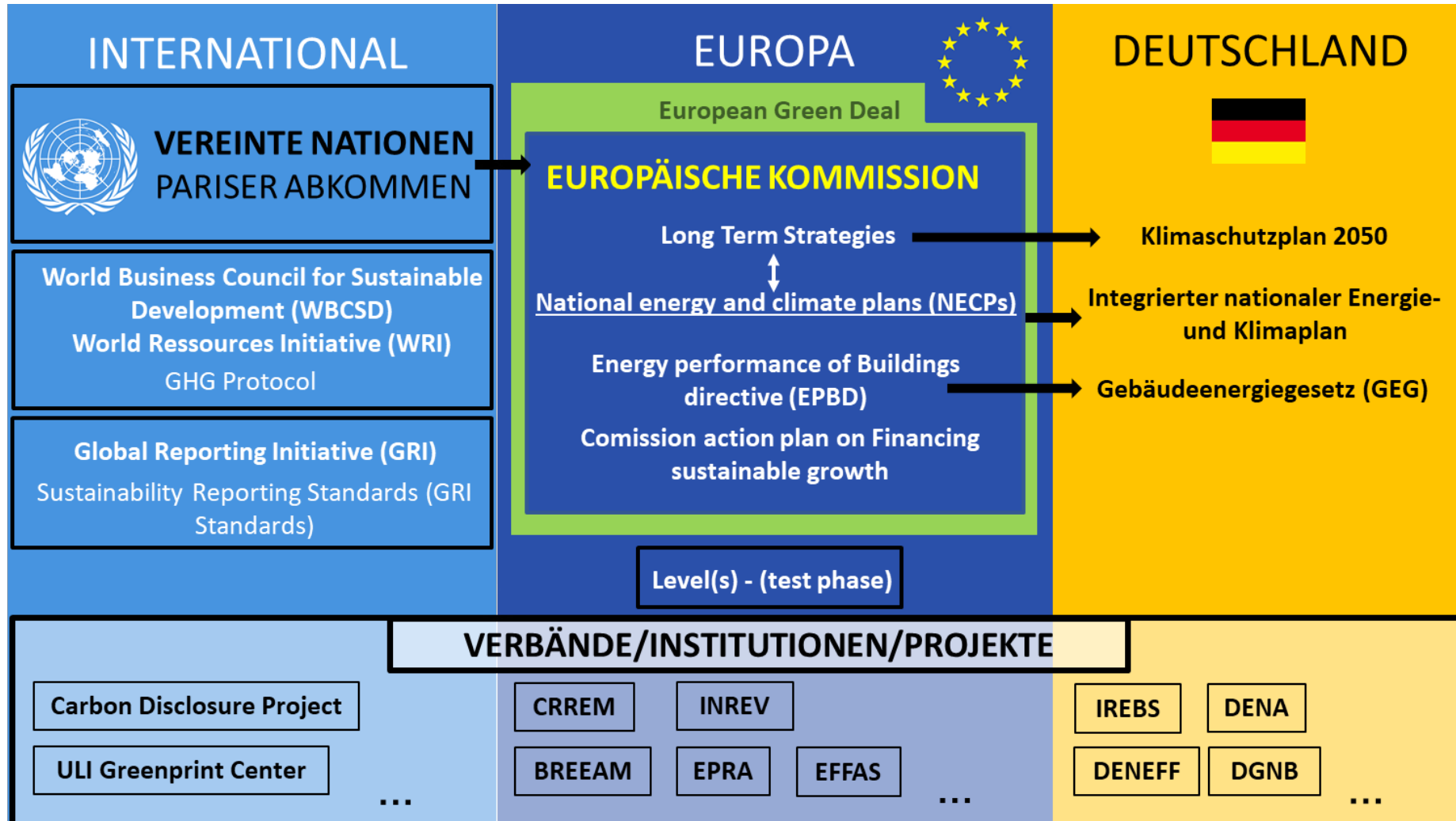


Nur etwas mehr als 10% des Wohngebäudebestandes entsprechen den EnEV 2009-Anforderungen. EnEV 2014 und GEG Anforderungen an den Primärenergiebedarf sind nochmals um 25% geringer als bei EnEV 2009.

kWh/(m²_{AN}·a) = Kilowattstunde je Quadratmeter Gebäudenutzfläche und Jahr

Quelle: Dena Gebäudereport 2016

Woher kommen die Gesetze und Richtlinien?



Gebäudesektorbezogene Zielvorgaben (nach nationalen und internationalen Veröffentlichungen)

Jahr	Endenergieverbrauch (Verursacherprinzip ¹) [PJ]	Primärenergiebedarf/ Verbrauch (nicht erneuerbar) (Verursacherprinzip ²) [PJ] ³	THG-Emissionen (Verursacherprinzip) [Mio. tCO ₂ -äq] ⁴	THG-Emissionen (Quellprinzip) [Mio. tCO ₂ -äq] ⁵
2030	< 2453-2757 PJ und 24-32% Anteil erneuerbarer Energien	< 1997-2008 PJ	< 152-153 Mio. tCO ₂ -äq	< 70-72 Mio. t
2040	< 1.966–2.465 PJ und 30–43% Anteil erneuerbarer Energien	< 1.299–1.309 PJ	☒	☒
2050	< 1597 - 2243 PJ und 34-50% Anteil erneuerbarer Energien	< 827 - 840 PJ	< 55-57 Mio. tCO ₂ -äq und „nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“	„nahezu klimaneutraler Gebäudebestand“
	Wohn: 74 - 104 kWh/(m ² *a) Nichtw: 100 - 139 kWh/(m ² *a)	Wohn: ~40 kWh/(m ² *a) Nichtw: ~52 kWh/(m ² *a)	~10 kgCO ₂ -äq/(m ² *a)	0 kgCO ₂ -äq/(m ² *a)

 Eigene
Berechnung/Annahme

[1] https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Seite 46-51) und Entwurf „Langfristige Renovierungsstrategie für Deutschland“ (Seite 11) sowie https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwurf-des-integrierten-nationalen-energie-und-klimaplans.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Seite 36)

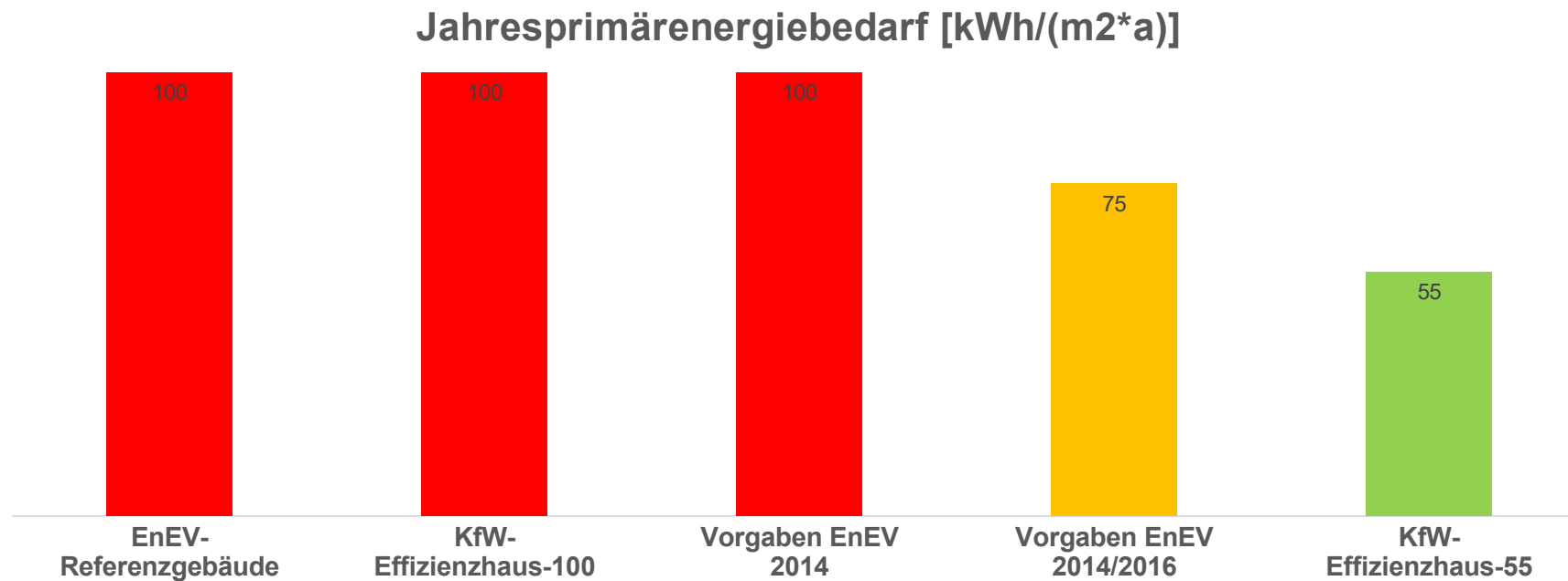
[2] https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Seite 35)

[3] https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Seite 46-51) und https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwurf-des-integrierten-nationalen-energie-und-klimaplans.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Seite 36)

[4] https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-gebäude.pdf?__blob=publicationFile&v=25 (Seite 56)

[5] https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/Klimaschutzplan_2050_bf.pdf (Seite 8) und Entwurf „Langfristige Renovierungsstrategie für Deutschland“ (Seite 10-11)

Effizienzhausstandards – Beispiel: Referenzhaus mit 100 kWh/(m²*a) Primärenergieverbrauch



→ Zur Erreichung des Klimaziels: mind. KfW-Effizienzhaus-55-Standard

Quellsektoren nach Klimaschutzgesetz

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2019 Teil I Nr. 48, ausgegeben zu Bonn am 17. Dezember 2019 2519

Anlage 1
(zu den §§ 4 und 5)

Sektoren

Die Abgrenzung der Sektoren erfolgt entsprechend der Quellkategorien des gemeinsamen Berichtsformats (Common Reporting Format – CRF) nach der Europäischen Klimaberichterstattungsverordnung oder entsprechend einer auf der Grundlage von Artikel 26 Absatz 7 der Europäischen Governance-Verordnung erlassenen Nachfolgeregelung.

Sektoren	Beschreibung der Quellkategorien des gemeinsamen Berichtsformats (Common Reporting Formats – CRF)	Quellkategorie CRF
1. Energiewirtschaft	Verbrennung von Brennstoffen in der Energiewirtschaft; Pipelinetransport (übriger Transport); Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	1.A.1 1.A.3.e 1.B
2. Industrie	Verbrennung von Brennstoffen im verarbeitenden Gewerbe und in der Bauwirtschaft; Industrieprozesse und Produktverwendung; CO ₂ -Transport und -Lagerung	1.A.2 2 1.C
3. Gebäude	Verbrennung von Brennstoffen in: Handel und Behörden; Haushalten. Sonstige Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Verbrennung von Brennstoffen (insbesondere in militärischen Einrichtungen)	1.A.4.a 1.A.4.b 1.A.5
4. Verkehr	Transport (ziviler inländischer Luftverkehr; Straßenverkehr; Schienenverkehr; inländischer Schiffsverkehr) ohne Pipeline-transport	1.A.3.a; 1.A.3.b; 1.A.3.c; 1.A.3.d
5. Landwirtschaft	Landwirtschaft; Verbrennung von Brennstoffen in Land- und Forstwirtschaft und in der Fischerei	3 1.A.4.c
6. Abfallwirtschaft und Sonstiges	Abfall und Abwasser; Sonstige	5 6
7. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	Wald, Acker, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen; Holzprodukte; Änderungen zwischen Landnutzungskategorien	4

Quellbilanz:
Zuordnung nach Standort
des
Schornsteins/Auspuff

Seite 7: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//*\[@attr_id=%27bgbl119s0010.pdf%27\]#_bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl119s2513.pdf%27%5D__1591727786133](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//*[@attr_id=%27bgbl119s0010.pdf%27]#_bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl119s2513.pdf%27%5D__1591727786133)

Quellprinzip vs. Verursacherprinzip

Sektor	Bilanzierung nach Quellprinzip	Bilanzierung nach Verursacherprinzip
Energiesektor	Emissionen aus öffentlicher Strom- und Wärmeversorgung, Raffinerien und Erdgasverdichter	-
Gebäude	Emissionen aus Verbrennungsprozessen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden im Wesentlichen für Raumwärme und Warmwasser. Strom und Fernwärme werden dem Energiesektor zugewiesen.	Emissionen aus Verbrennungsprozessen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden im Wesentlichen für Raumwärme und Warmwasser sowie Bezug von Strom und Wärme aus öffentlicher Versorgung

Seite 14: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/dena_Gebaeuestudie.pdf

Tabelle 3: THG-Emissionsfaktoren für den Gebäudesektor

Energieträger	direkte CO ₂ -Äquivalente Emissionsfaktoren Gebäudesektor nach „Quellprinzip“	vgl. CO ₂ -Äquivalente Emissionsfaktoren nach „Verursacherprinzip“ (inkl. Vorketten)
	in kgCO ₂ -Äquivalente je kWh	
fossile Mineralölprodukte	0,267	0,318
fossile Gase	0,202	0,246
Umweltenergie (mittels Wärmepumpe)	0	0,175 – 0,235
Solarthermie	0	0
Feste Biomasse (Holz)	0	0,011 – 0,027
Flüssige und gasförmige Biomasse	0	¹⁾
Strom (Strom-Mix Deutschland)	0	0,551 ²⁾
Photovoltaik-Strom (am Gebäude)	0	0
Wärmenetze	0	³⁾
Kohlebriketts	0,376 – 0,384	0,428 – 0,443
Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Umweltbundesamt (2019). Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019, Umweltbundesamt (2019).		
¹⁾ Bandbreite an Emissionsfaktoren, vgl. Tabelle 84 und 91 in Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, UBA (2019)		
²⁾ THG-Emissionsfaktor im Jahr 2018		
³⁾ THG-Emissionsfaktor abhängig von Energieträgereinsatz.		

Quellprinzip vs. Verursacherprinzip

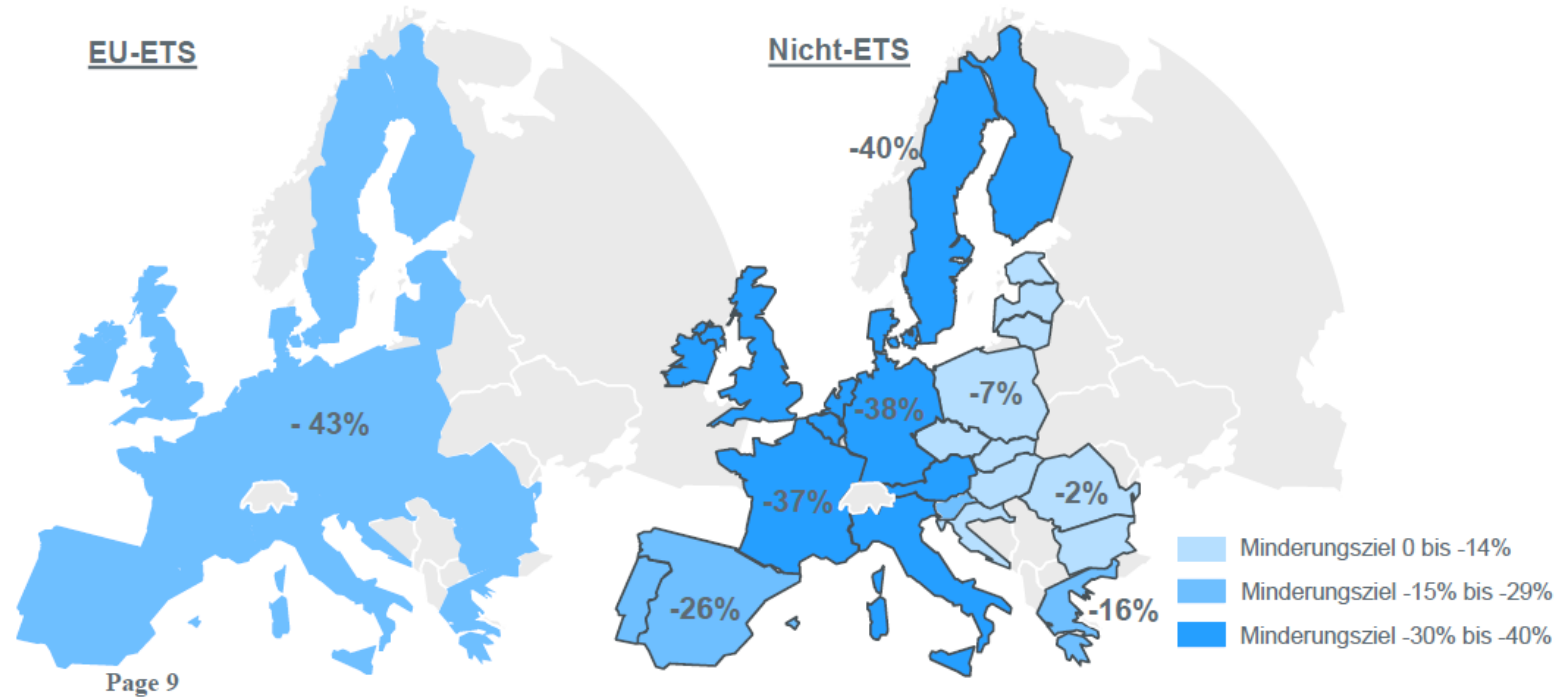
Aus der Langfristigen Renovierungsstrategie für Deutschland

THG-Emissionen [kgCO₂-äq/Referenzwert] =
 Berechnete Endenergie * Emissionsfaktor

Primärenergie [kWh/Referenzwert] =
 Berechnete Endenergie * Primärenergiefaktor

ETS und Effort Sharing

Aufteilung der verbindlichen EU-Ziele bis 2030



Page 9

Folie 9 aus Präsentation: Klimaschutzgesetz, Effort Sharing und Nationaler CO₂-Emissionshandel
Folgen für Erzeugung und Vertrieb, Fachtagung Chancen und Potenziale der (Fern-)Wärmeversorgung
bdew Landesgruppen Mitteldeutschland und Berlin/Brandenburg, Dr. Andreas Schnauß, Vattenfall Wärme Berlin AG
4.-5. März 2020 Weimar

ETS und Effort Sharing

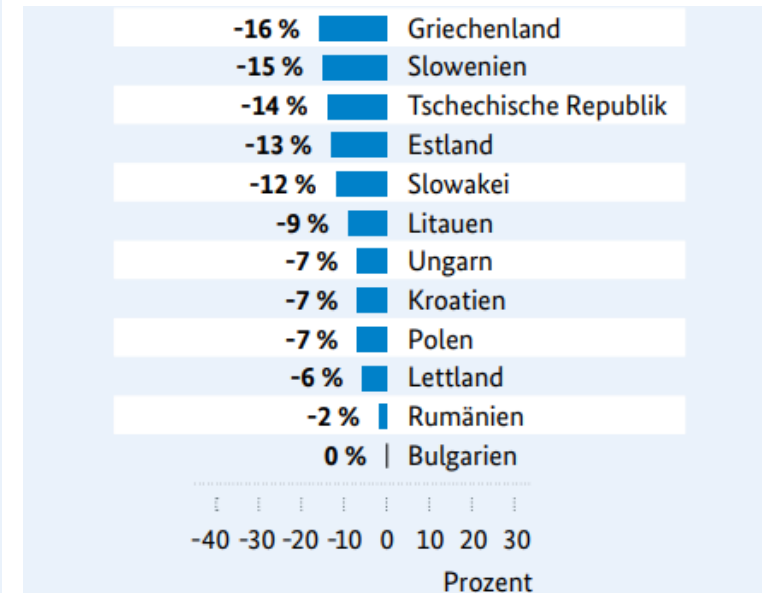
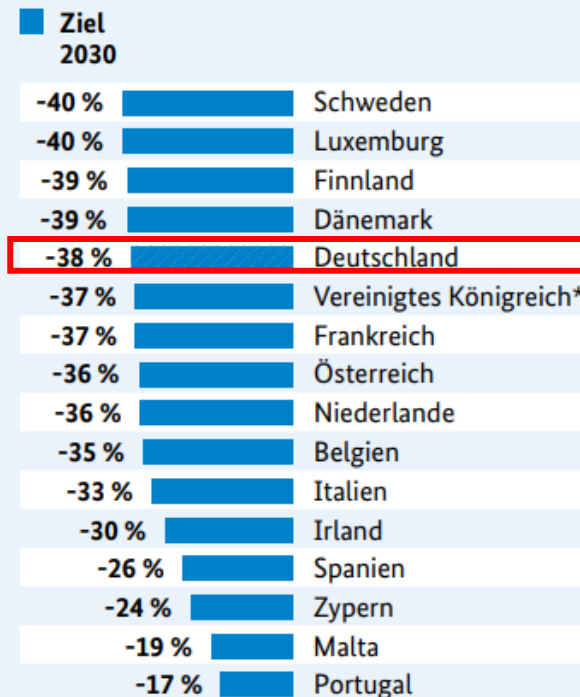
Rahmen für Klima- und Energiepolitik 2030

40 % Emissionsminderung gegenüber 1990
(entspricht -36 % gegenüber 2005)

EU-Emissionshandelssystem
-43 % gegenüber 2005

Effort Sharing
-30 % gegenüber 2005

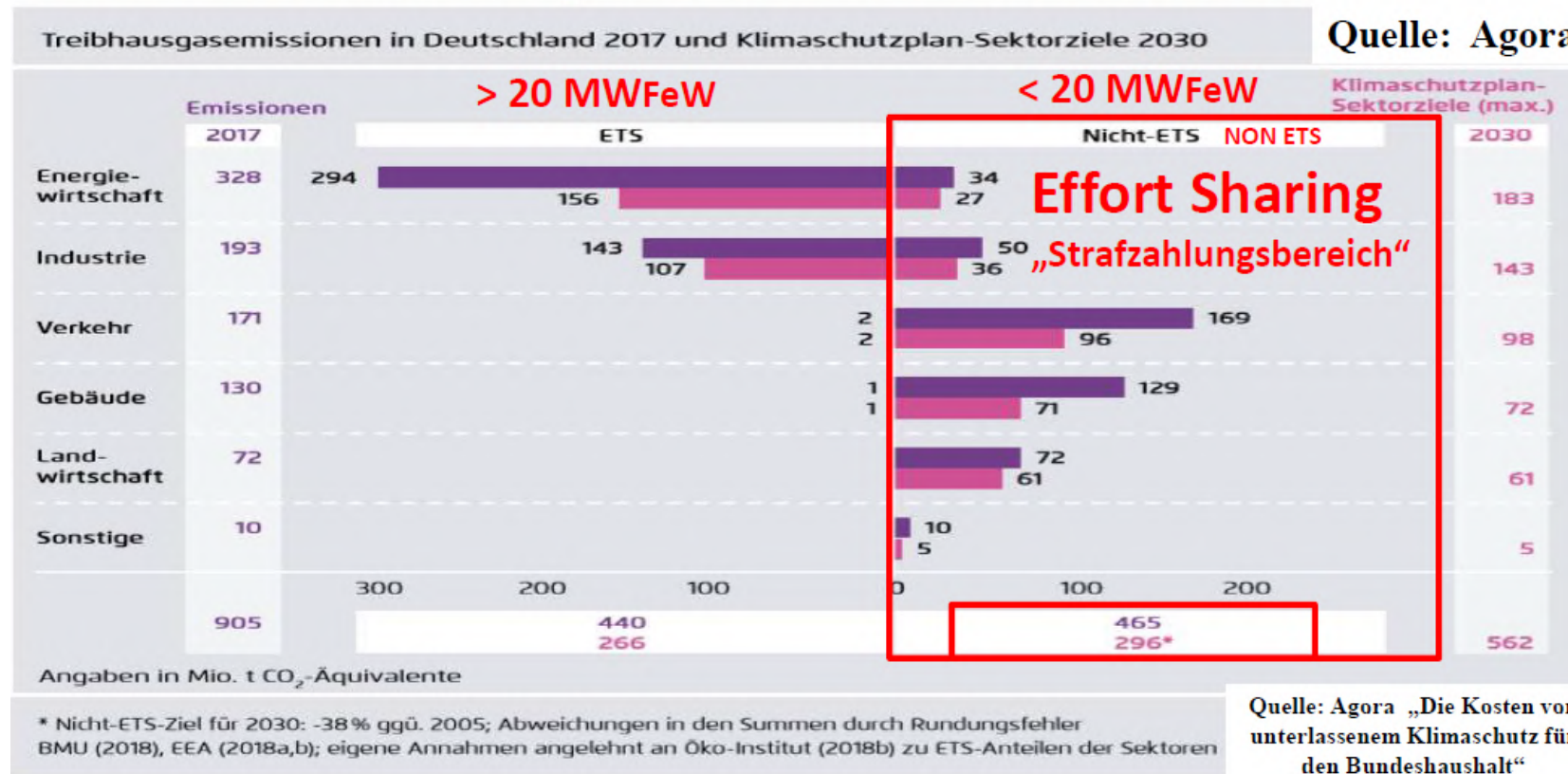
Verteilung des Effort-Sharing-Ziels auf die 28 Mitgliedstaaten (in Prozent gegenüber 2005)



*Bis es eine Neuregelung im Rahmen der Nachverhandlungen zum Brexit gibt, ist das Vereinigte Königreich im Effort Sharing weiterhin berücksichtigt.

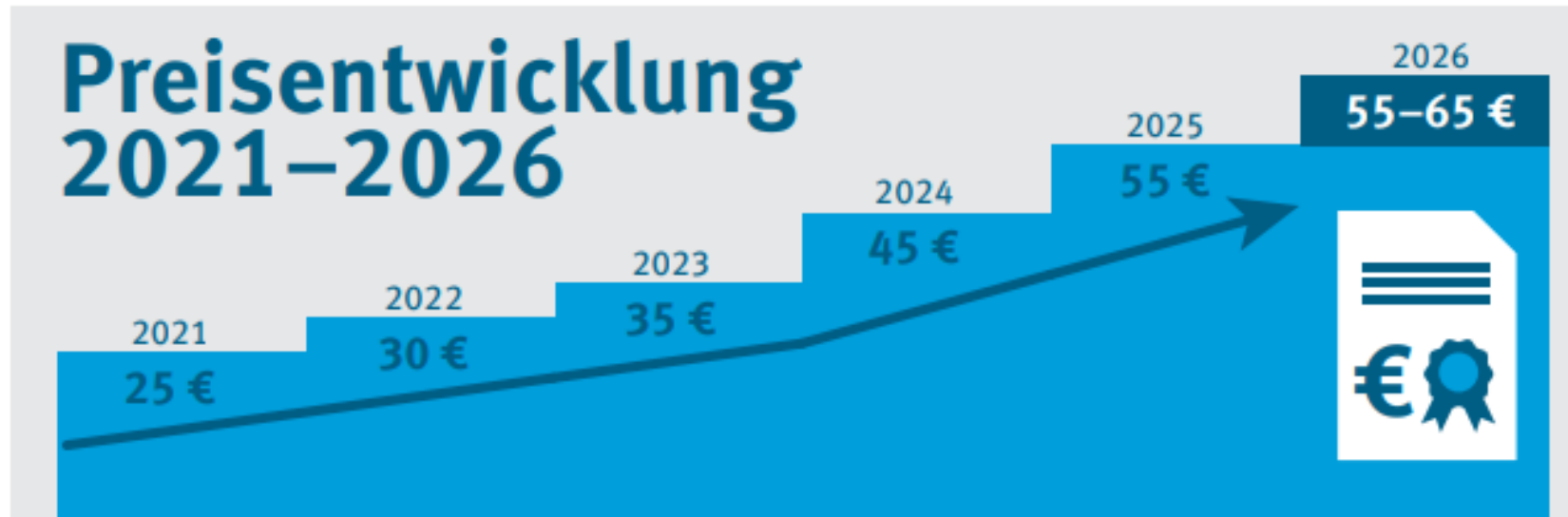
ETS und Effort Sharing

Effort-Sharing-Verordnung = Lastenteilung auch Climate Action Regulation verbindliche nationale CO₂-Einsparziele für den NON ETS Bereich



Nationales Emissionshandelssystem (nEHS)

- nEHS basiert auf dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)
- nEHS orientiert sich an Zielen des Klimaschutzgesetzes, des Klimaschutzplans 2050 und den zugehörigen Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramms 2030
 - Diese orientieren sich wiederum an den, auf EU-Ebene festgelegten, nationalen Zielen aus dem Effort Sharing (siehe vorherige Folie)



https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/nehs/nehs-hintergrundpapier.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Nationaler Emissionshandel legt Ziele des Effort Sharing auf Inverkehrbringer von Brennstoffen um



Regelungskonzepte des Emissionshandels

Upstream



Nationaler Emissionshandel

Verpflichtet:
Inverkehrbringer von Brennstoffen

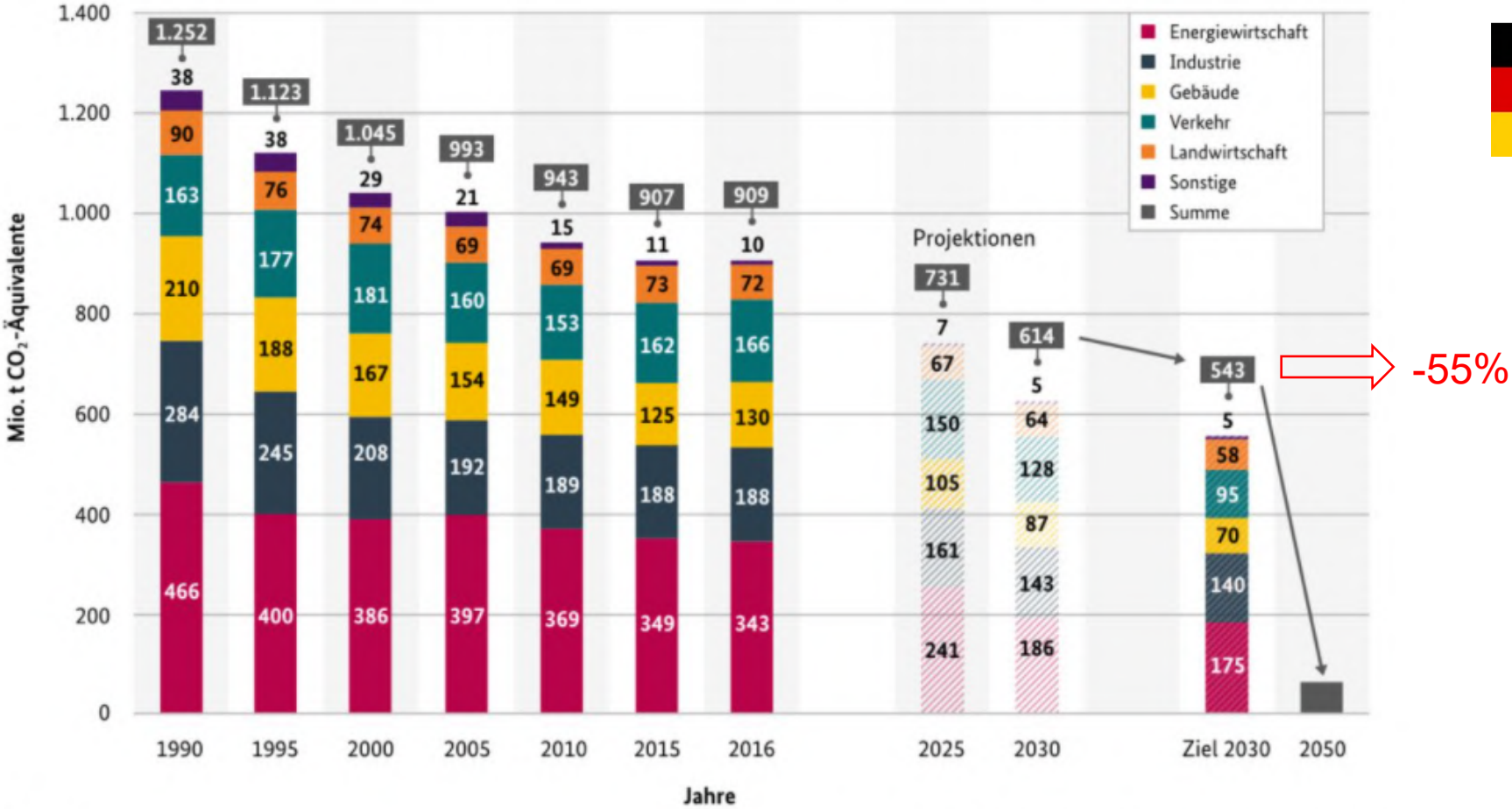
Downstream



Europäischer Emissionshandel

Verpflichtet:
Anlagenbetreiber mit direkten Emissionen

Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen nach Quellsektoren

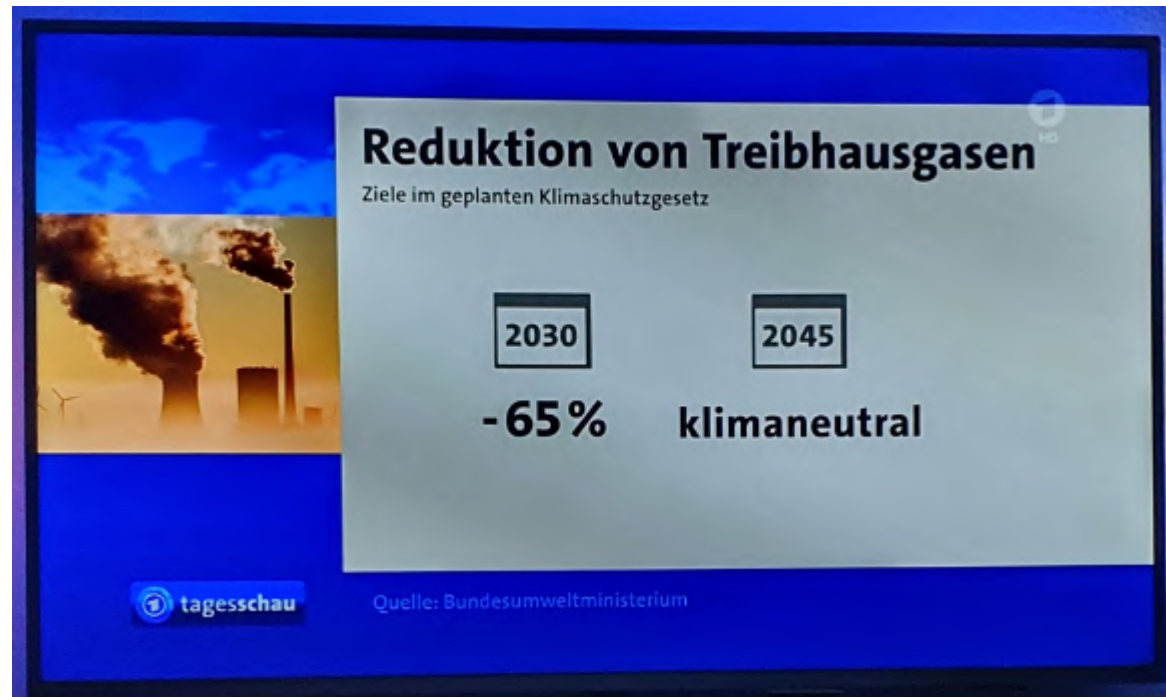


© BMU

Quelle: Historische Daten THG-Inventar; Projektion Öko-Institut/Frauenhofer-ISI

<https://www.bmu.de/pressemitteilung/klimaschutzprogramm-bringt-deutschland-in-reichweite-seines-klimaziels-fuer-2030/>

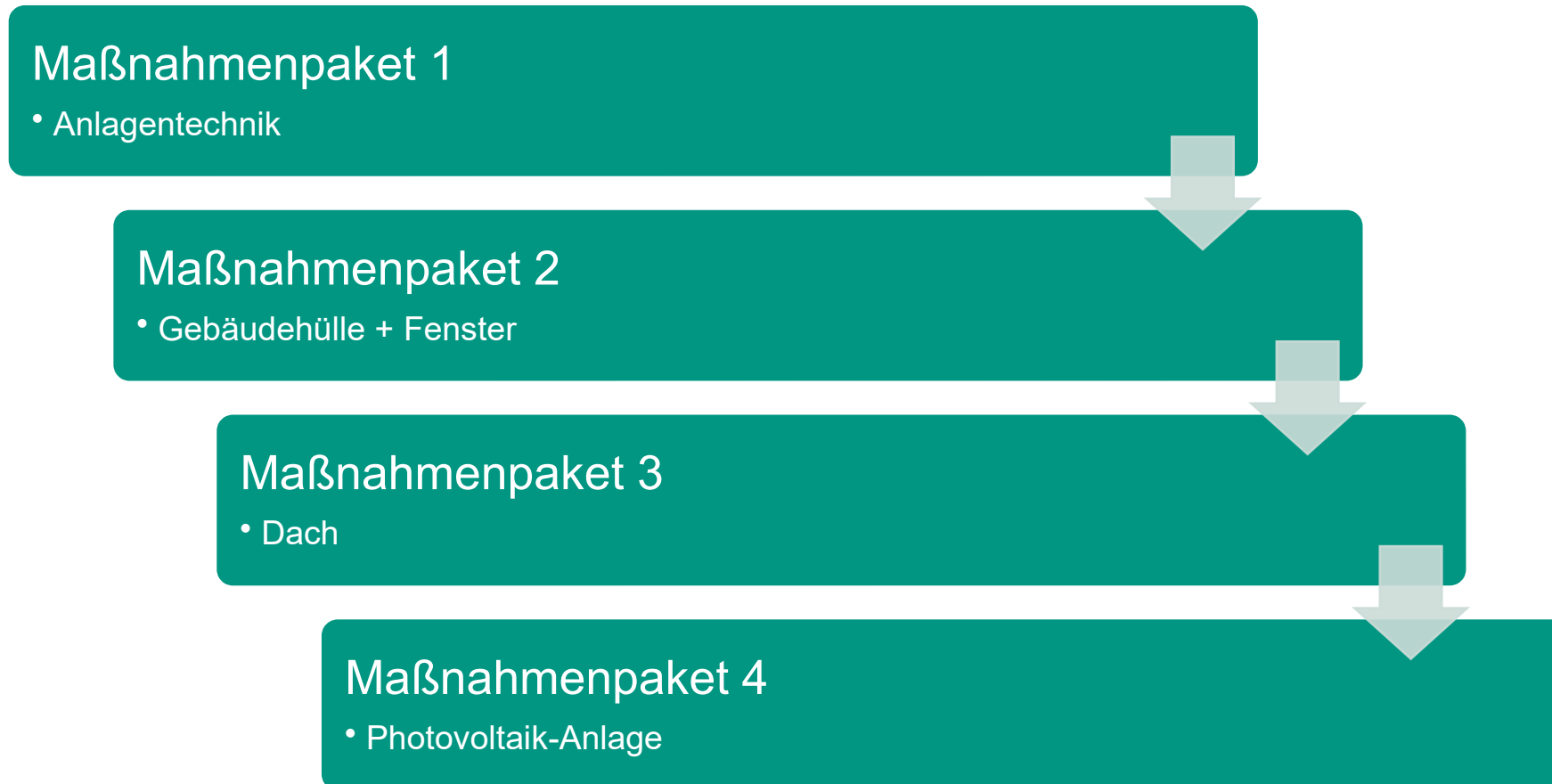
Auszug aus der Tagesschau vom 5.5.2021



Verschärfung des
Klimaschutzgesetzes
(national)

Wie kann ein Sanierungsfahrplan aussehen?

Sanierungsfahrplan – größter Impact zuerst



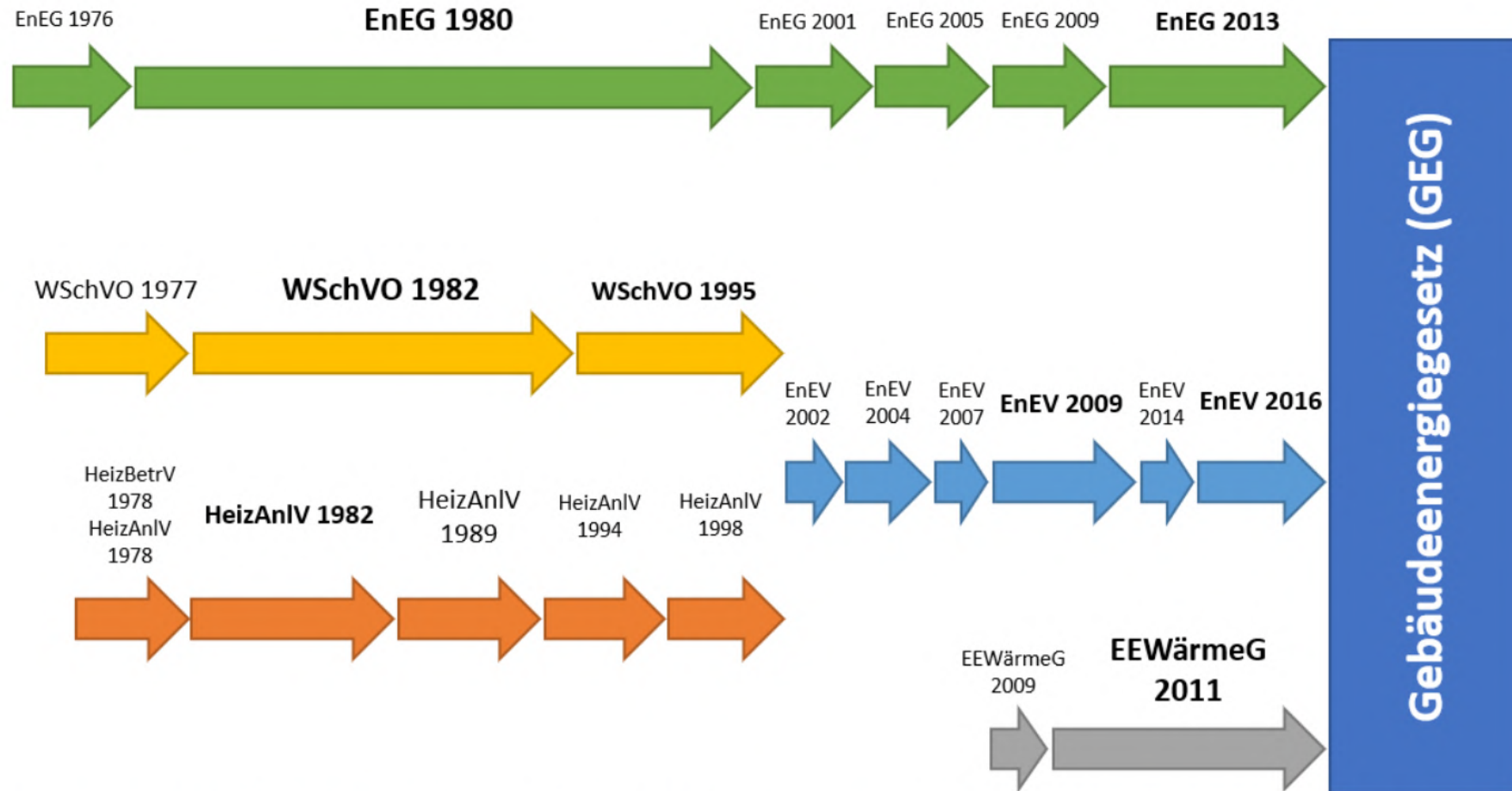
Auszug aus Abschlussarbeit „Sanierungsfahrplan für einen Gebäudebestand“ (2021, TMB)

Weitere Überlegungen



Auszug aus Abschlussarbeit „Sanierungsfahrplan für einen Gebäudebestand“ (2021, TMB)

An welche Regelungen muss man sich beim Sanieren oder Neubauen halten?



Das Gebäudeenergiegesetz ist eine Zusammenfassung einer Vielzahl seit den 1970er Jahren geltenden Gesetze und Verordnungen zum energiesparenden Umgang im Gebäudebereich. (Grafik: energie-experten.org)

Erneuerbare Wärmegegesetz (EWärmeG) – Wohngebäude

Erfüllungsoptionen		5 %	10 %	15 %	Anrechenbarkeit
Solarthermie ² [m ² Aperturfläche/m ² Wfl] (pauschalierter oder rechnerischer Nachweis)	EZFH MFH	✓ (0,023 m ² /m ²) ✓ (0,02 m ² /m ²)	✓ 0,047 (m ² /m ²) ✓ 0,04 (m ² /m ²)	✓ 0,07 (m ² /m ²) ✓ 0,06 (m ² /m ²)	0 bis 15 %
Holzzentralheizung		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Einzelraumfeuerung		-	(✓) bis 30.6.2015 ≥ 25 % Wfl	✓ ≥ 30 % Wfl	10,15 %
Wärmepumpe (JAZ ≥ 3,50; JHZ ≥ 1,20)		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Biogas (i.V.m. Brennwert)		✓ ≤ 50 kW	✓ ≤ 50 kW	-	0 bis 10 %
Bioöl (i.V.m. Brennwert)		✓	✓	-	0 bis 10 %
Baulicher Wärmeschutz					
- Dachflächen, Decken und Wände gegen unbeheizte Dachräume ³		✓ > 8 VG	✓ 5 bis 8 VG	✓ ≤ 4 VG	0 bis 5,10,15 %
- Außenwände ^{3,4}		✓	✓	✓	0 bis 15 %
- Bauteile nach unten gegen unbeheizte Räume, Außenluft oder Erdbreich ³		✓ 3 bis 4 VG	✓ ≤ 2 VG	-	5,10 %
- Transmissionswärmeverlust ⁵ (H ⁺)		✓	✓	✓	0 bis 15 %
- Bilanzierung des Wärmeenergiebedarf		-	-	-	-
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)					
≤ 20 kW _{el} (el. Nettoarb./m ² Wfl)		✓ (5 kWh _{el} /m ²)	✓ (10 kWh _{el} /m ²)	✓ (15 kWh _{el} /m ²)	0 bis 15 %
> 20 kW _{el} (min. 50 % Deckung des WEB)		✓ (16,7 % WEB)	✓ (33,3 % WEB)	✓ (50 % WEB)	0 bis 15 %
Anschluss an Wärmenetz		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Photovoltaik [kW _p /m ² Wfl]		✓ (0,0067 kW _p /m ²)	✓ (0,0133 kW _p /m ²)	✓ (0,02 kW _p /m ²)	0 bis 15 %
Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen und Abwärmenutzung		-	-	-	-
Sanierungsfahrplan Baden-Württemberg		✓	-	-	5 %

² Beim Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren verringert sich die Mindestfläche um 20 Prozent

³ EnEV -20%

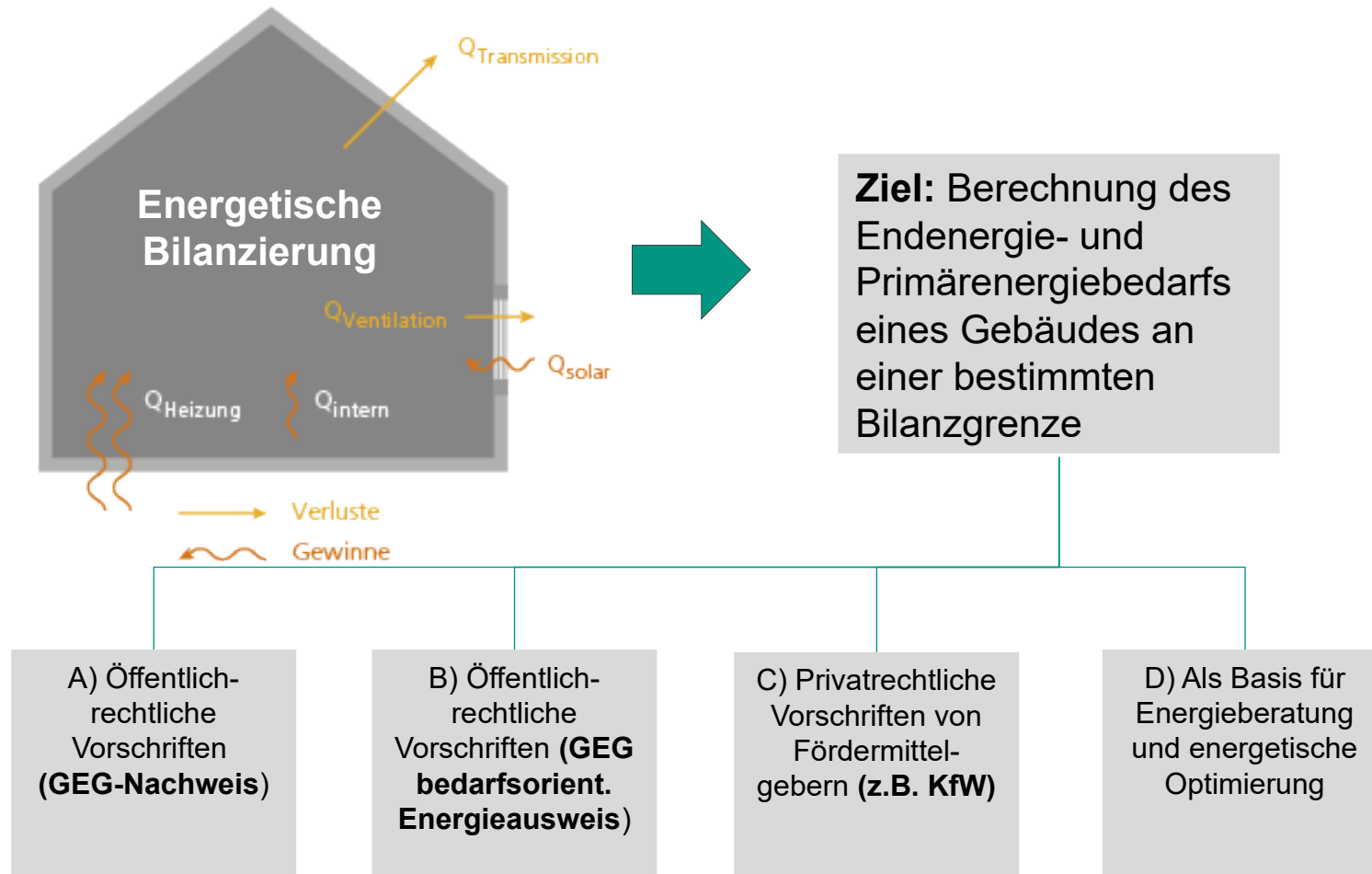
⁴ Bei Dach und Außenwänden: nur flächenanteilige Anrechnung möglich

⁵ Abhängig von Datum des Bauantrages

Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/EWaermeG_BW/C3%9Cb%C3%9Cbersicht_Erf%C3%BCllungsoptionen_f%C3%BCr_Wohngebaeude.pdf

Stand: Februar 2016

Energetische Bilanzierung



Bilanzierung für Wohngebäude

- Bilanzierung des Jahres-Primärenergiebedarf gemäß GEG für **Wohngebäude** umfasst:



Heizung



Warmwasserbereitung



Lüftung



Kühlung



Eingebaute Beleuchtung



Weitere Verbraucher

- Spezifische Werte (kWh/m²) werden bezogen auf **die Gebäudenutzfläche** ⁽¹⁾ **Bruttovolumen (externes Volumen), das von der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A umschlossen wird (siehe DIN V 18599-1:2018-09 – Abschnitt 8)**
⁽¹⁾ für Geschosshöhen zwischen 2,5 m und 3,0 m

„Gebäudenutzfläche ist die Nutzfläche eines Wohngebäudes nach DIN V 18599: 2018-09, die beheizt oder gekühlt wird“ (nach GEG)



Endenergiebedarf und CO₂-Emissionen analog

Bilanzierung für Nichtwohngebäude

- Bilanzierung des Jahres-Primärenergiebedarf gemäß GEG für Nichtwohngebäude umfasst:



Heizung



Warmwasserbereitung



Lüftung



Kühlung



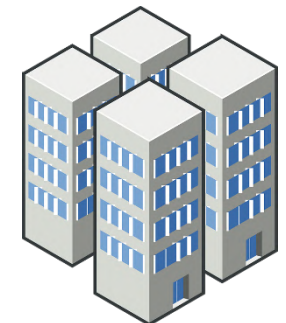
Eingebaute Beleuchtung



Weitere Verbraucher

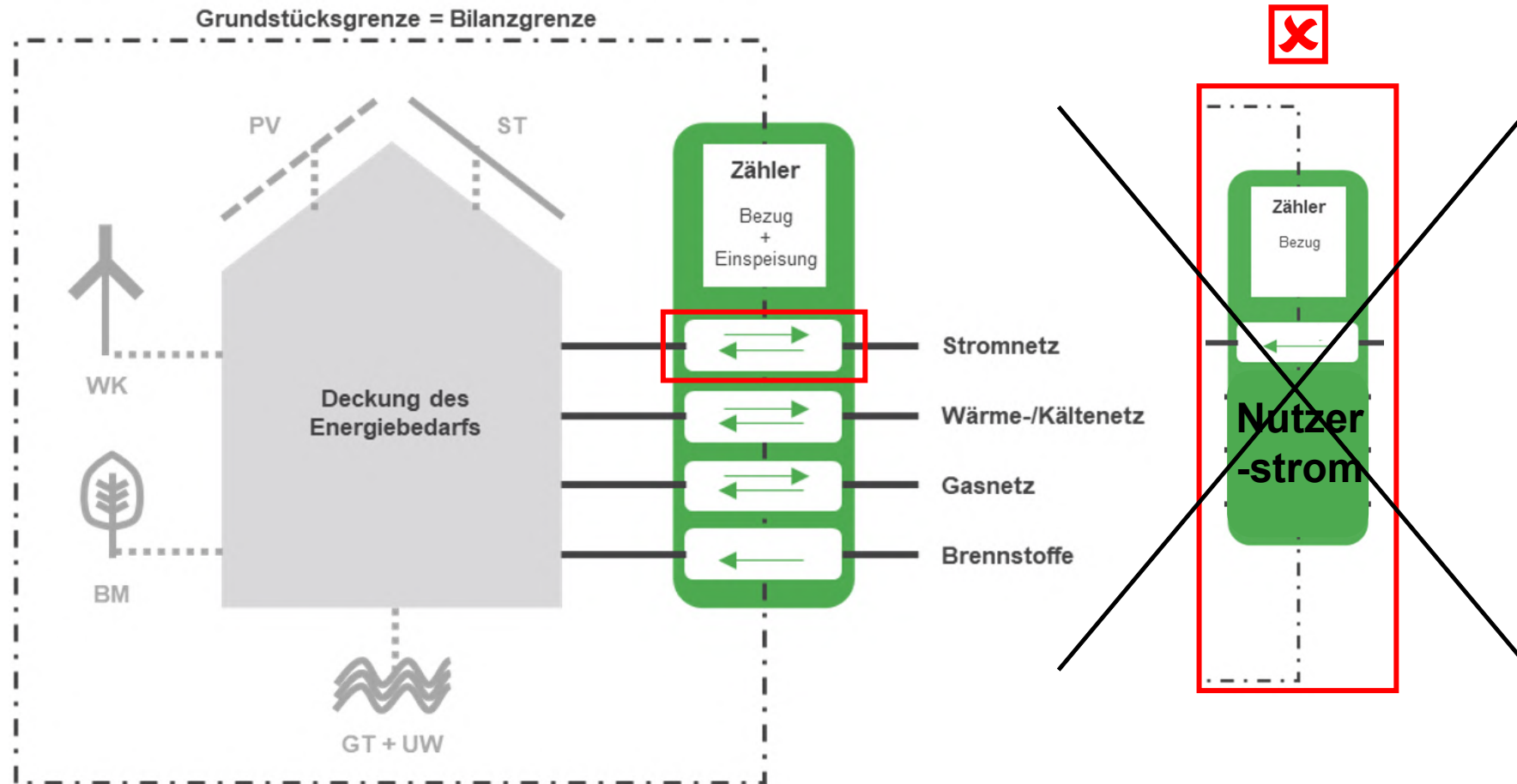
- Spezifische Werte (kWh/m²) werden bezogen auf die Nettogrundfläche (folgt nach DIN V 18599-1: 2018-09 formal den Festlegungen zur Nettoraumfläche A_{NRF} nach DIN 277-1)

„Nettogrundfläche ist die Nutzfläche eines Nichtwohngebäudes nach DIN V 18599: 2018-09, die beheizt oder gekühlt wird“ (nach GEG)



Endenergiebedarf und CO₂-Emissionen analog

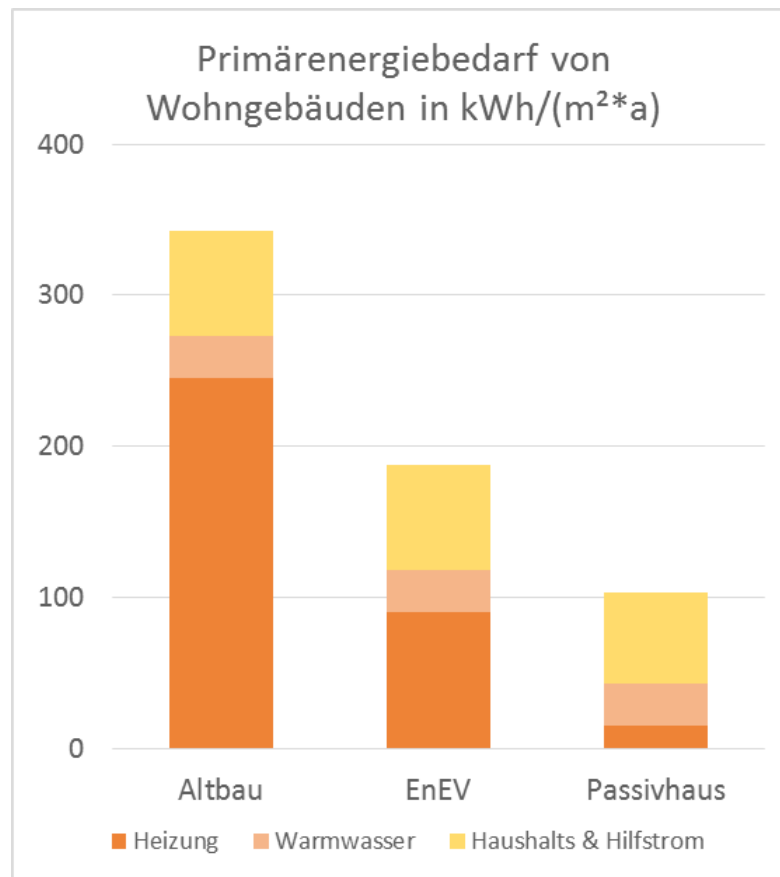
Bilanzgrenzen nach GEG



„Nutzfläche“ als Referenzeinheit (nach GEG):

- „Nettogrundfläche“ nach DIN V 18599 bei Nichtwohngebäuden (Nettoraumfläche nach DIN 277-1), die beheizt oder gekühlt wird
- „Gebäudenutzfläche“ nach DIN V 18599 bei Wohngebäuden (entspricht nicht der Nutzfläche nach DIN 277), die beheizt oder gekühlt wird

Zukünftige Entwicklungen bei dem Energiebedarf von Gebäuden



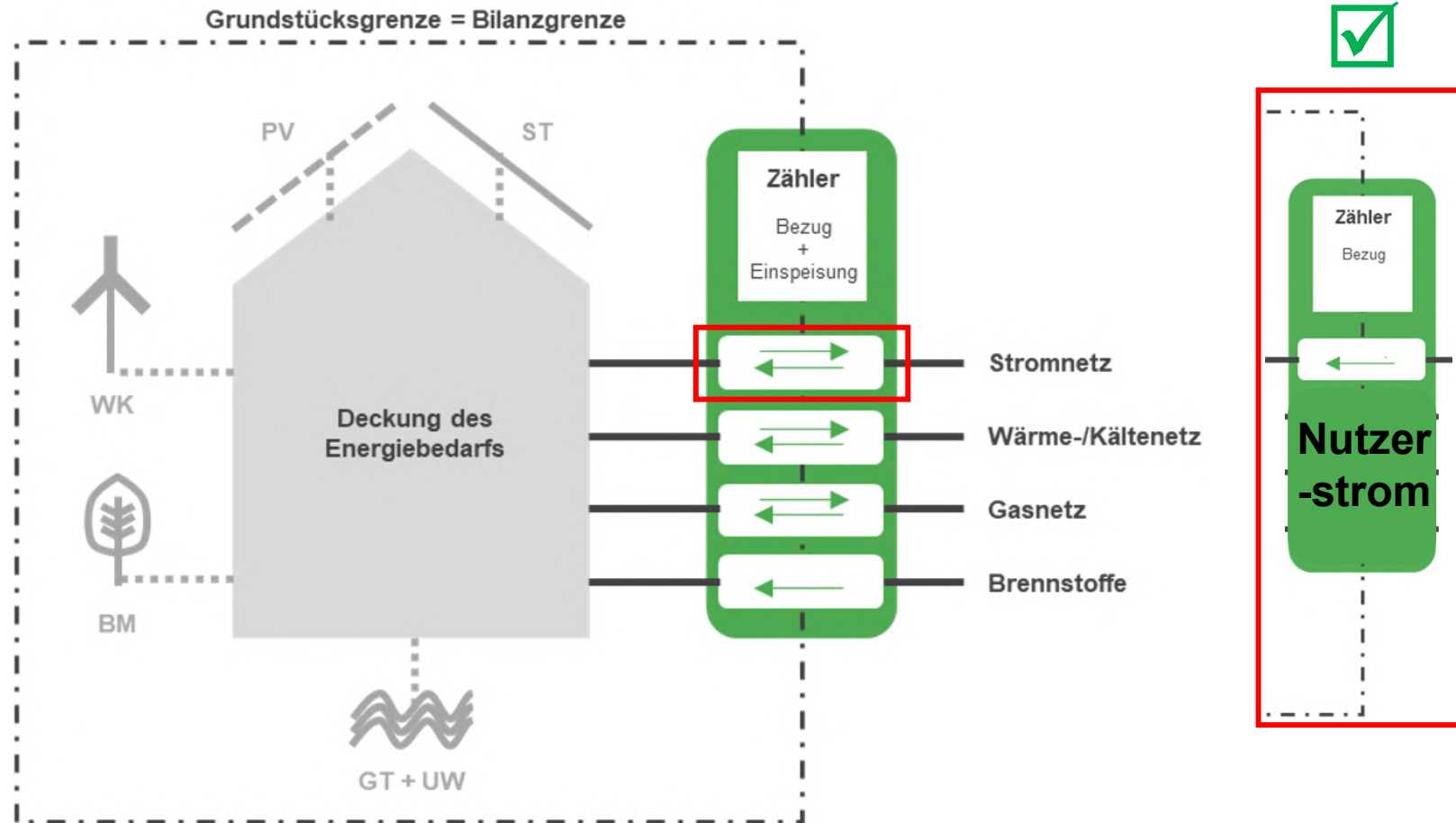
Genau Zahlen hier nicht relevant. Aber: Es sind ganz klare Trends erkennbar

- Im Altbau ist Heizung für den Energiebedarf maßgeblich
- bei hoch effizienten Gebäuden spielt Heizung eine untergeordnete Rolle, statt dessen gewinnen Warmwasser und Strom an Bedeutung
- Zukünftige Effizienzstrategien sollten daher auch die Bereiche Strom und WW stärker mit einbeziehen.

<https://www.aenergen.de/de/energieberatung-private-kunden-eigentuemergemeinschaften.html>

**Rahmen, mit dem Ziele erreicht werden
können.**

Bilanzgrenzen nach DGNB (entsprechend DIN V 18599)



„Nutzfläche“ als Referenzeinheit (nach GEG):

- „Nettogrundfläche“ nach DIN V 18599 bei Nichtwohngebäuden (Nettoraumfläche nach DIN 277-1), die beheizt oder gekühlt wird
- „Gebäudenutzfläche“ nach DIN V 18599 bei Wohngebäuden (entspricht nicht der Nutzfläche nach DIN 277), die beheizt oder gekühlt wird

Sanierungsfahrplan – Vorschlag DGNB

Handlungsfelder zur Optimierung des Betriebs (nach DGNB Rahmenwerk):



Braune, Anna; Lemaitre, Christine; Geiselman, Dietmar; Kreißig, Johannes; Jansen, Felix; Gemmingen, Ulrike von (2020): Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte. Rahmenwerk. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V. (Seite 28 – 29)

Zukünftig?! Ganzheitliche Lebenszyklusbetrachtung

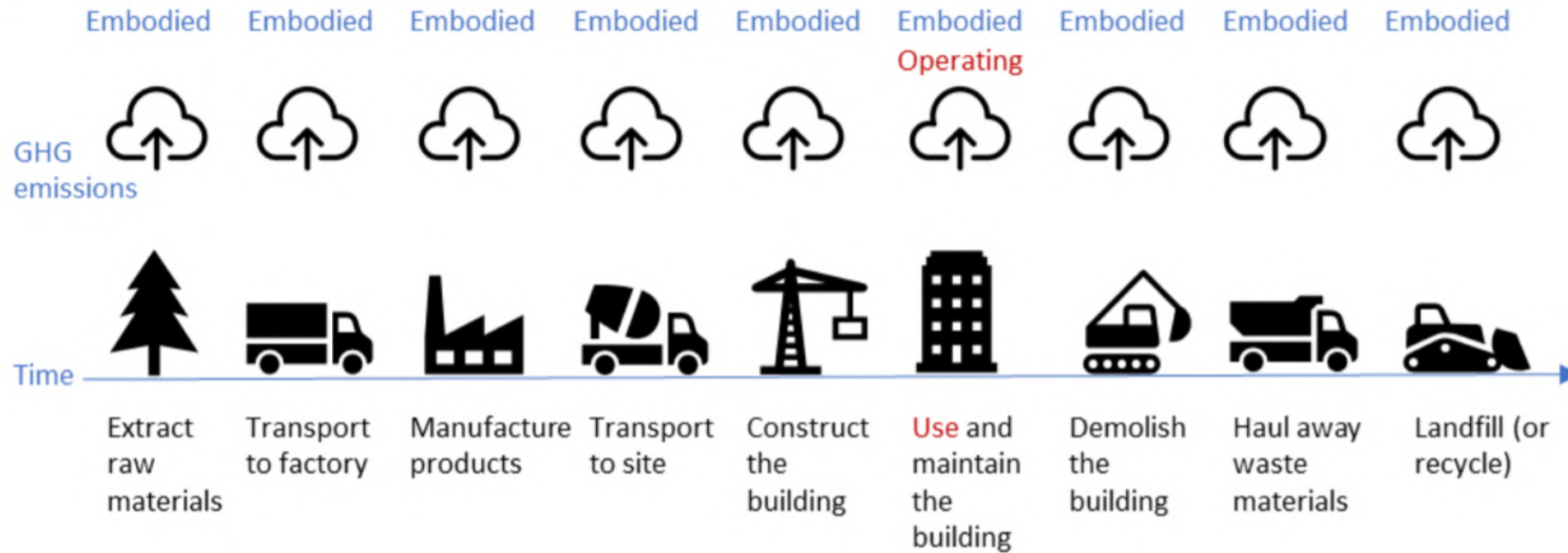


Figure 2: Life-cycle carbon emissions due to buildings.

Life-cycle carbon footprint = embodied carbon + operating carbon

https://www.naturallywood.com/wp-content/uploads/2020/08/embodied-carbon-of-buildings-infrastructure_report_zizzo-strategy-brantwood-consulting.pdf

Berücksichtigung der grauen Energie in Zukunft ein Muss!

11 % der globalen CO₂-Emissionen entstehen bei der Baustoff-Herstellung.

Bis 2050 ist eine Verdopplung des weltweiten Gebäudebestands prognostiziert.

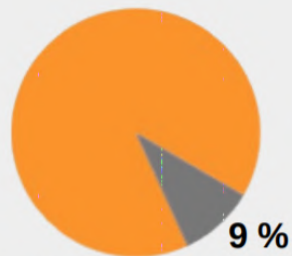
Vor dem Hintergrund der Klimakrise wird ein wachsender Markt für klima- und ressourcenschützende Bauweisen entstehen.

Ein Leitmarkt in Deutschland hilft der hiesigen Industrie in diesem Markt führend zu werden und eröffnet Exportchancen.

CO₂-Emissionen



Bauindustrie, weltweit.

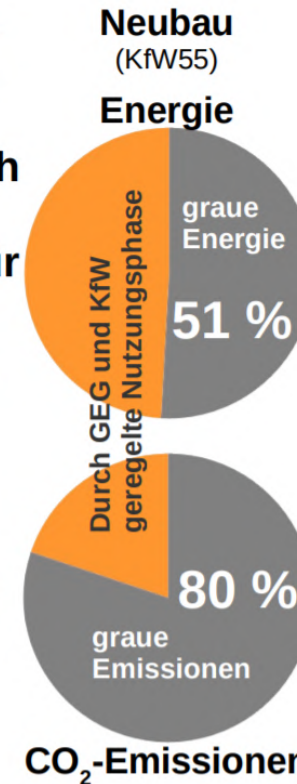


Europäische Union in allen Sektoren

Die Emissionen aus der Herstellung von Baumaterialien (graue Emissionen) und der zugehörige Energieverbrauch (graue Energie) sind heute die wesentlichen Faktoren für Klimaschutz beim Neubau.

Bei einem Neubau (KfW55) macht die graue Energie etwa 50 % des Energieverbrauchs im Lebenszyklus aus. Da gemäß Klimaschutzplan die Energieversorgung bis 2050 auf Erneuerbare Energien umgestellt wird, liegt der Anteil der grauen Emissionen an den Emissionen über den gesamten Lebenszyklus bei 80 %.

Gebäude Energie Gesetz (GEG) und KfW-Förderung adressieren nur die Nutzungsphase. Der für den Klimaschutz beim Neubau wichtigste Teil wird so ignoriert.



https://www.natureplus.org/fileadmin/user_upload/BAUWENDE_Factsheet_Graue_Energie_2020_1.pdf

Basierend auf Daten aus: König, 2017, Lebenszyklusanalyse von Wohngebäuden, Studie für das Bayerische Landesamt für Umwelt; Mahler et al., 2019, Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus, Studie für das Umweltbundesamt; Faktor X Agentur, 2018, Bauhandbuch Inden

Sanierungsfahrplan – Vorschlag DGNB

Handlungsfelder zur Optimierung der Konstruktion (nach DGNB Rahmenwerk):



Braune, Anna; Lemaitre, Christine; Geiselman, Dietmar; Kreißig, Johannes; Jansen, Felix; Gemmingen, Ulrike von (2020): Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte. Rahmenwerk. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V. (Seite 28 – 29)

Fördermöglichkeiten: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Förderprogramme der **KfW** und **BAFA** ab Januar 2021 (bzw. ab Juli 2021) im **BEG** gebündelt

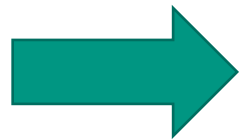
BEG für Wohngebäude Zuschuss bzw. Darlehen mit Tilgungszuschuss (gültig ab 1. Juli 2021)	BEG für Nichtwohngebäude Zuschuss bzw. Darlehen mit Tilgungszuschuss (gültig ab 1. Juli 2021)	BEG Einzelmaßnahmen im Gebäudebestand Zuschuss bzw. Darlehen mit Tilgungszuschuss* (Zuschuss gültig ab 1. Jan 2021)
Neubau/ Errichtung/ Ersterwerb zum KfW-55, -40 Effizienzhausstandard (optional jeweils mit Erneuerbaren Energien oder Nachhaltigkeitspaket) oder 40 Plus Standard	Neubau/ Errichtung/ Ersterwerb zum KfW-55 bzw. -40 Effizienzhausstandard (optional jeweils mit Erneuerbaren Energien oder Nachhaltigkeitspaket)	Einzelmaßnahmen an Gebäudehülle
Sanierung zum KfW-Denkmal, -100, -85, -70, -55 oder -40 Standard (optional jeweils mit Erneuerbaren Energien Paket)	Sanierung zum KfW-Denkmal, -100, -70, -55 oder -40 Standard (optional jeweils mit Erneuerbaren Energien oder Nachhaltigkeitspaket)	Anlagentechnik (außer Heizung)
Energetische Fachplanung und Baubegleitung; Nachhaltigkeitszertifizierung	Energetische Fachplanung und Baubegleitung; Nachhaltigkeitszertifizierung	Heizungstechnik – Austauschprämie Ölheizung – Gas-Brennwertheizung (Renewable Ready) – Gas-Hybridheizung – Solarkollektoranlage – Biomasseheizung – Wärmepumpen – Innovative Heizungstechnik – EE-Hybridheizung – Gebäudenetz (GN) und Anschluss an ein GN oder öffentliches Wärmenetz – Visualisierung des EE-Ertrags
		Heizungsoptimierung Fachplanung und Baubegleitung

<https://www.carmen-ev.de/2020/12/21/beg-buendelt-foerd-programme-der-kfw-und-ba-fa-ab-kommendem-jahr/>

Wohin bewegen sich die aktuellen Zahlen in Deutschland?

Fertiggestellte Nichtwohngebäude 1993 - 2019

Jahr	Insgesamt	Zur Heizung verwendete primäre Energie													Darunter				
		ÖL	Gas	Strom	Fernwärme/ Fernkälte	Geothermie	Umwelt- thermie	Solarthermie	Holz (ab 2010)	Biogas/ Biomethan (ab 2010)	sonstige Biomasse (ab 2010)	sonstige Energie ab 2010 (u.a. Kohle)	sonstige Energie von 1993 bis 2009 (ua. Kohle, Biogas/Biomethan, Holz, sonst. Biomasse)	keine Energie ab 2010 (darunter 62x Passivhaus aus 2010 und 2011)	konventionelle Energie ¹	erneuerbare Energie ²			
1993-2019	526 657	62 737	257 228	23 350	30 471				19 430	959	7 144	810	439	2 939	11 394	109 756	343 315	28 782	Absolut
		11,9	48,8	4,4	5,8				3,7	0,2	1,4	0,2	0,1	0,6	2,2	20,8	65,2	5,5	Prozentual



- Ca. **6%** der neu gebauten NWG werden primär mit **Fernwärme** betrieben
- Ca. **60%** werden primär mit **Öl/Gas** betrieben
- Ca. **5,5 %** mit **EE**

Fertiggestellte Nichtwohngebäude 2000 - 2019

Jahr	Insgesamt	Zur Heizung verwendete primäre Energie												Darunter		
		ÖL	Gas	Strom	Fernwärme/ Fernkälte	Geothermie	Umwelt- thermie	Solarthermie	Holz (ab 2010)	Biogas/ Biomethan (ab 2010)	sonstige Biomasse (ab 2010)	sonstige Energie ab 2010 (u.a. Kohle)	sonstige Energie von 2000 bis 2009 (ua. Kohle, Biogas/Biomethan, Holz, sonst. Biomasse)	keine Energie ab 2010 (darunter 62x Passivhaus aus 2010 und 2011)	konventionelle Energie ¹	erneuerbare Energie ²
2000- 2019	379 858	26 744	163 688	14 586	26 344	19 167	881	7 144	810	439	2 939	7 360	109 756	205 018	28 441	Absolut
		7,0	43,1	3,8	6,9	5,0	0,2	1,9	0,2	0,1	0,8	1,9	28,9	54,0	7,5	Prozentual



- Ca. **7%** der neu gebauten NWG werden primär mit **Fernwärme** betrieben
- Ca. **50%** werden primär mit **Öl/Gas** betrieben
- Ca. **7,5 %** mit **EE**

Fertiggestellte Nichtwohngebäude 2010 - 2019

Jahr	Insgesamt	Zur Heizung verwendete primäre Energie													Darunter	
		Öl	Gas	Strom	Fernwärme / Fernkälte	Geothermie	Umweltthermie	Solarthermie	Holz	Biogas/ Biomethan	sonstige Biomasse	sonstige Energie	keine Energie (darunter 62x Passivhaus aus 2010 u. 2011)	konventionelle Energie ¹⁾	erneuerbare Energie ²⁾	
2010-2019	227 147	5 454	63 157	6 015	14 649	4 391	11 788	605	7 144	810	439	2 939	109 756	74 626	25 177	Absolut
		2,4	27,8	2,6	6,4	1,9	5,2	0,3	3,1	0,4	0,2	1,3	48,3	32,9	11,1	Prozentual [%]

1 Öl, Gas, Strom.

2 Geothermie, Umweltthermie, Solarthermie, Holz, Biogas/Biomethan, Sonstige Biomasse.



- Ca. **6,4%** der neu gebauten NWG werden primär mit **Fernwärme** betrieben
- Ca. **30%** werden primär mit **Öl/Gas** betrieben
- Ca. **11,1 %** mit **EE**
- **Fast 50% der Gebäude verwenden primär keine Energie zur Heizung**

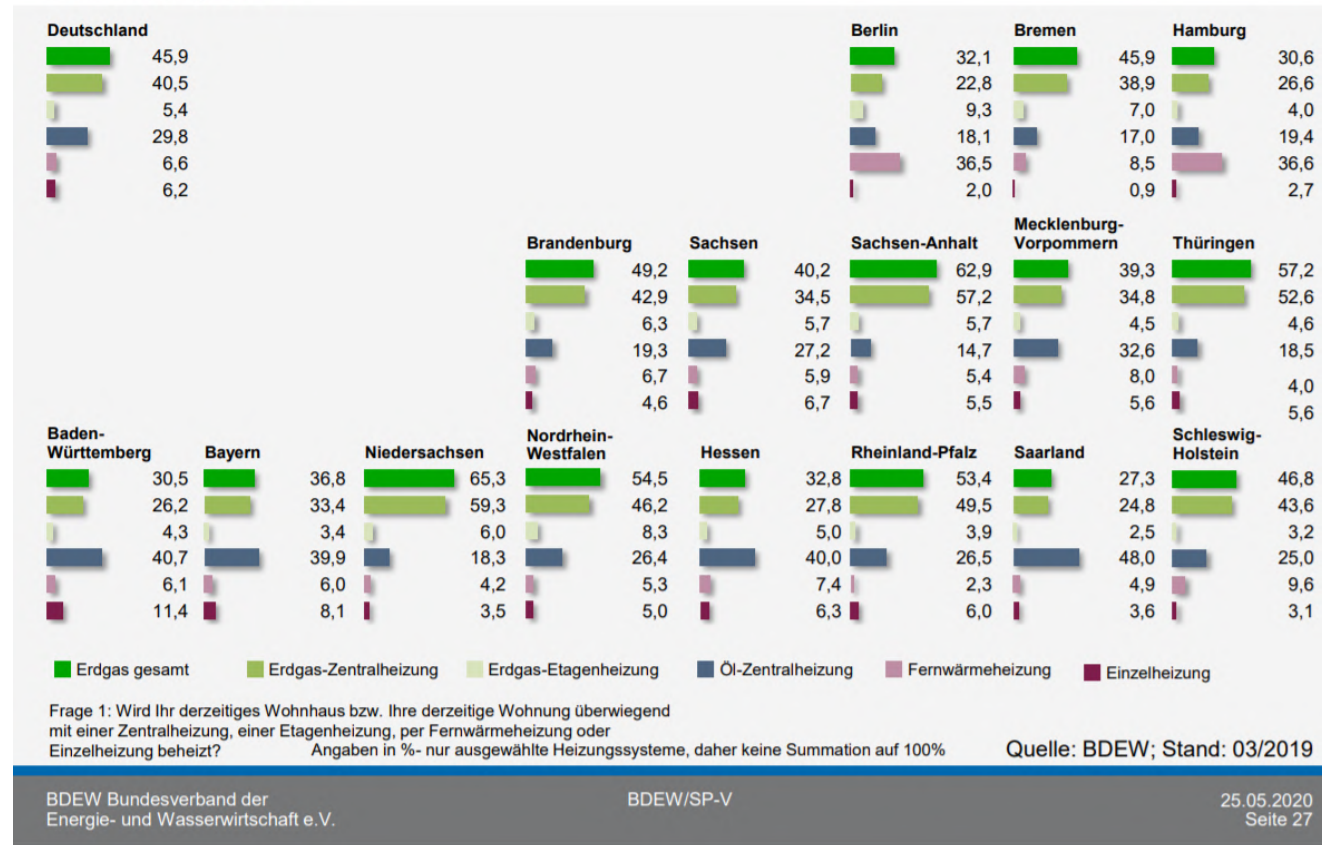
Fernwärme im Wohnbereich

Genutzte Heizungssysteme in den Bundesländern

Basis: Wohngebäude

bdew
Energie. Wasser. Leben.

Nach Wohngebäuden



Agora/Prognos Klimaneutrales Deutschland

- **KN2050:** Hauptszenario Klimaneutral 2050 mit THG-Emissionsminderung von 65 Prozent bis 2030
- **KNMin:** Klimaneutral Minimalvariante mit THG-Emissionsminderung um 60 Prozent bis 2030

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Datenanhang. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität

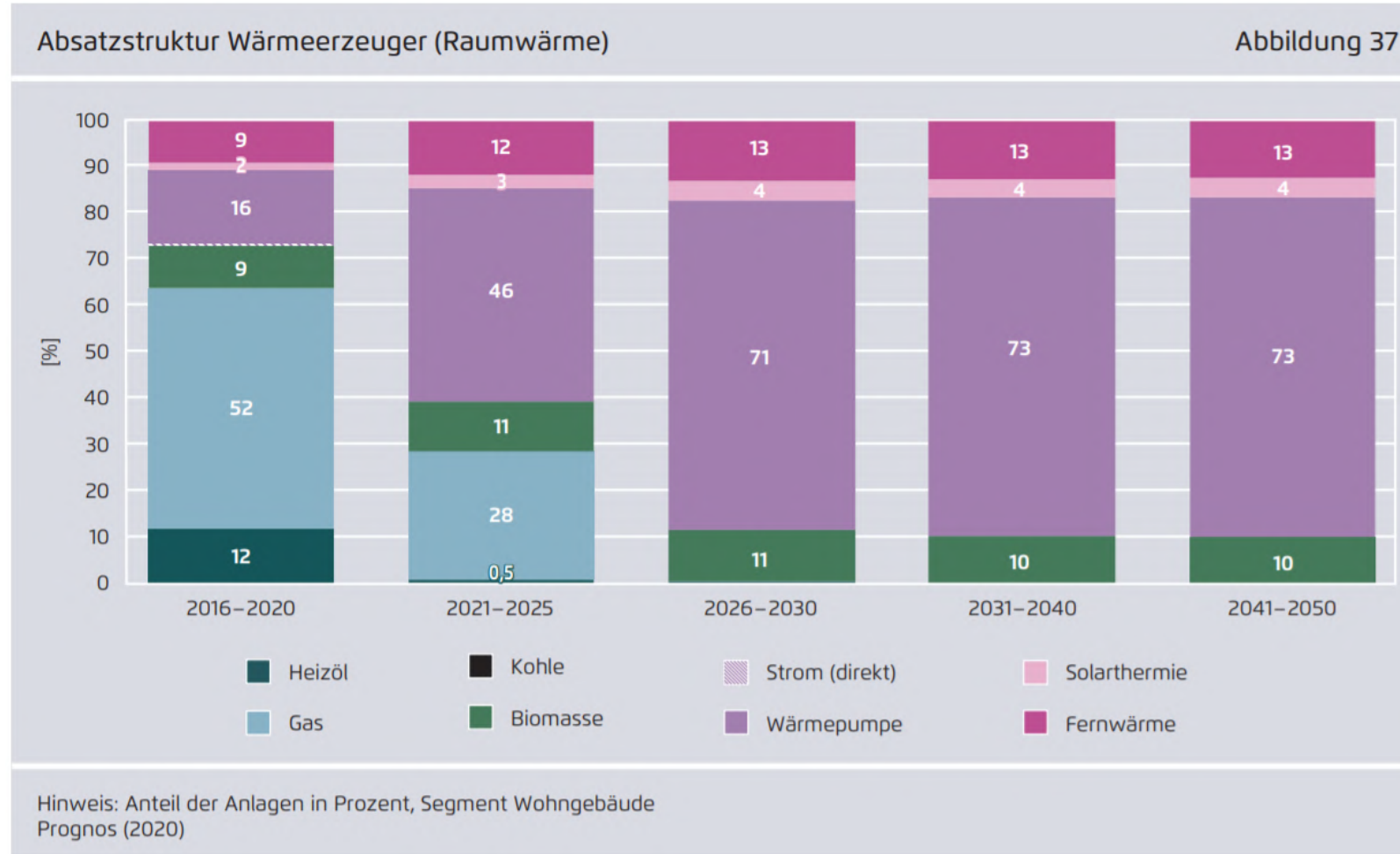
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/> (Version 1.1 vom November 2020)

<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/> (vom 28.01.2021)

Agora/Prognos Klimaneutrales Deutschland – KN2050 Gebäude – Entwicklungsprognosen bis 2050

Wohngebäude

- Zur Absatzstruktur der NWG sind derzeit keine Informationen zugänglich. Die Absatzstruktur im Szenario KNMin ist derzeit weder für Wohngebäude noch für NWG zugänglich.
- „Die Absätze fossiler Wärmeerzeuger in KNMin [sind] weniger schnell rückläufig als im Szenario KN2050“ (Seite 145 der Veröffentlichung)

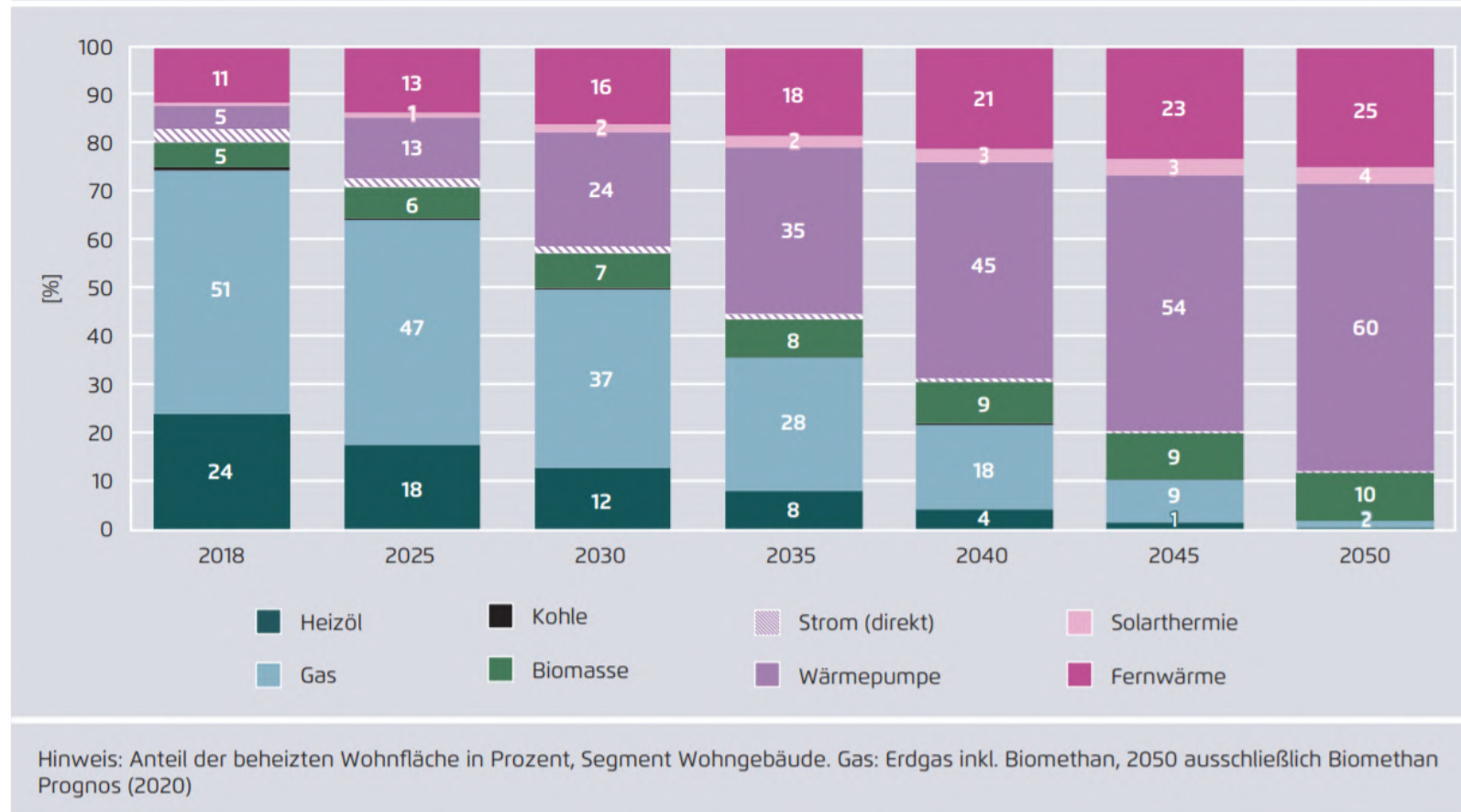


<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/>

Agora/Prognos Klimaneutrales Deutschland – KN2050 Gebäude – Entwicklungsprognosen bis 2050

Beheizungsstruktur Wohnfläche

Abbildung 38

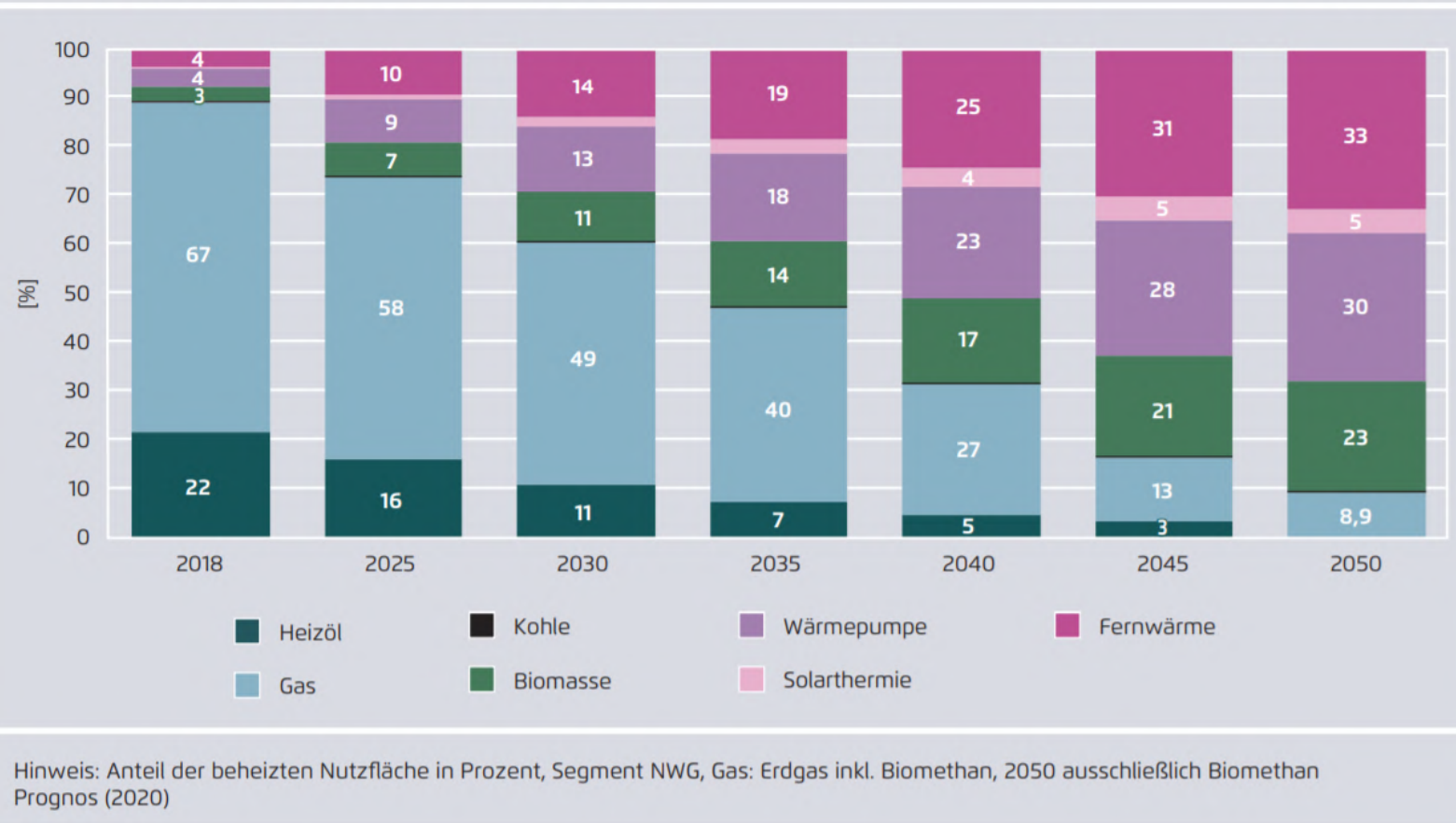


<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/>

Agora/Prognos Klimaneutrales Deutschland – KN2050 Gebäude – Entwicklungsprognosen bis 2050

Beheizungsstruktur Gebäudefläche im GHD-Sektor

Abbildung 39



Nichtwohngebäude

<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/>

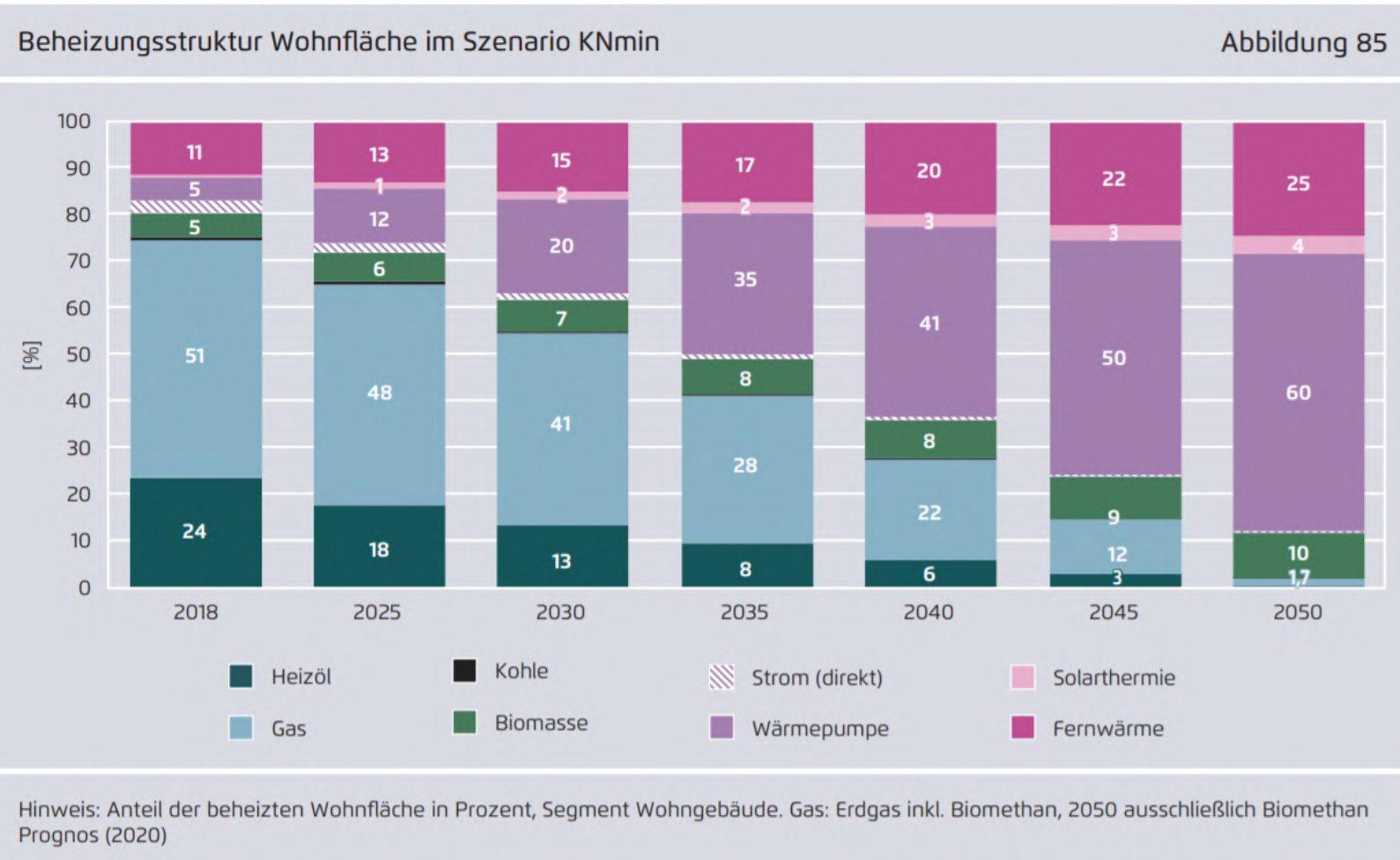
Herausforderungen / Ausblick

- Förderlandschaft zielführend?
 - Priorisierung von Förderschwerpunkten sowie Identifikation von Lücken und nicht zielführender Interdependenzen

- Notwendigen personelle und materielle Ressourcen für die Transformation des Gebäudebestands?
 - Aktuelle Kapazitäten herausstellen Maßnahmen zur Erhöhung einleiten

- Lebenszyklusbetrachtung und Bilanzierungsrahmen sowie -möglichkeiten?
 - Graue Energie miteinbeziehen
 - Lebensdauer von Bauteilen
 - Quartierskonzepte
 - Energiespeicherung
 - Preissteigerungen durch CO₂-Bepreisungen
 - Eigentümer, Betreiber, Nutzer, usw. in Verantwortung nehmen
 - Großflächige energetische Bewertung mittels Thermografie
 - Sensibilisierung der Gesellschaft

Prognos Klimaneutrales Deutschland – KNMin Gebäude – Entwicklungsprognosen bis 2050



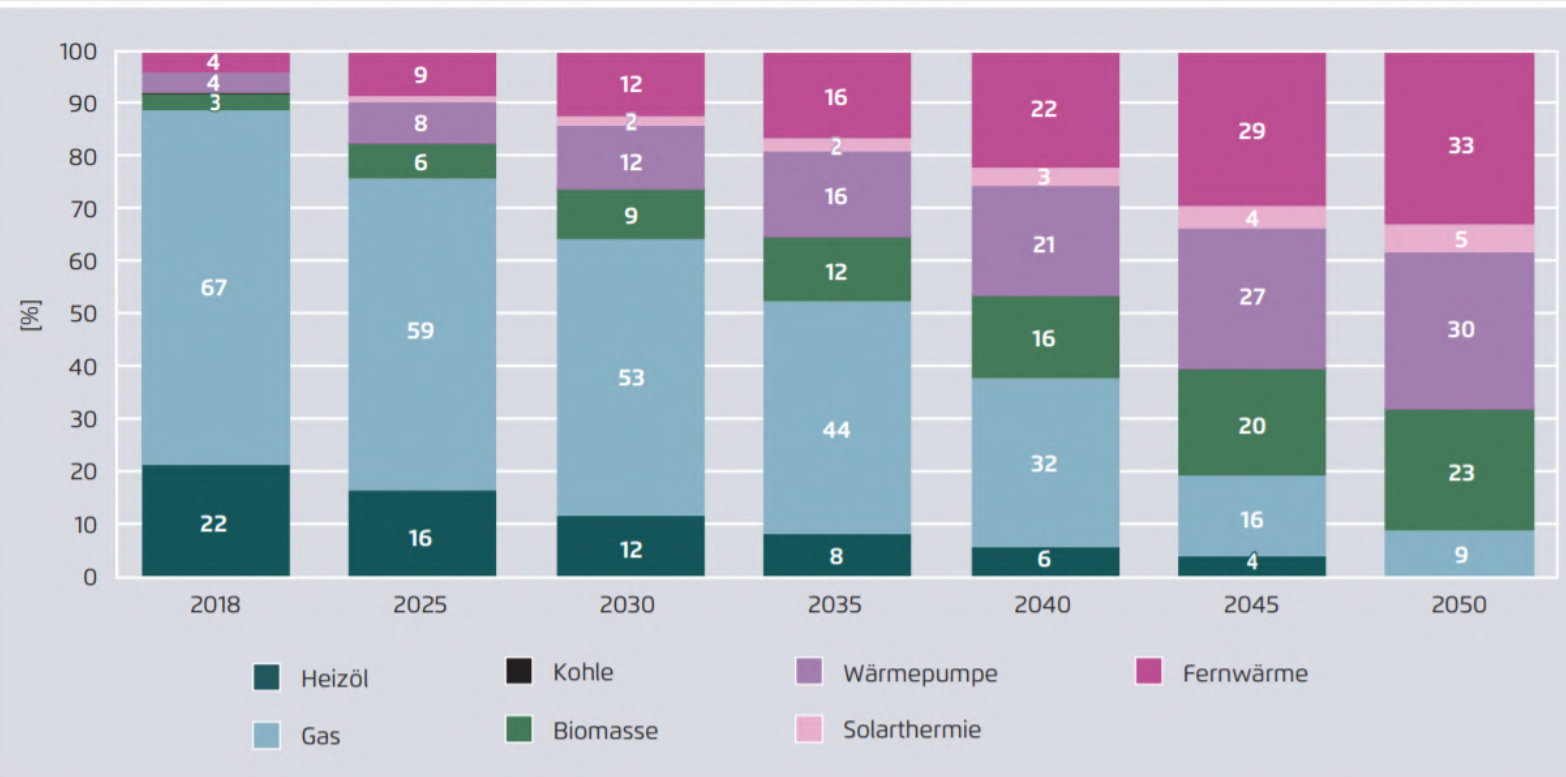
Wohngebäude

<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/>

Prognos Klimaneutrales Deutschland – KNMin Gebäude – Entwicklungsprognosen bis 2050

Beheizungsstruktur Gebäudefläche im GHD-Sektor im Szenario KNmin

Abbildung 86



Hinweis: Anteil der beheizten Nutzfläche in Prozent, Segment NWG, Gas: Erdgas inkl. Biomethan, 2050 ausschließlich Biomethan Prognos (2020)

Nichtwohngebäude

<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-datenanhang/>