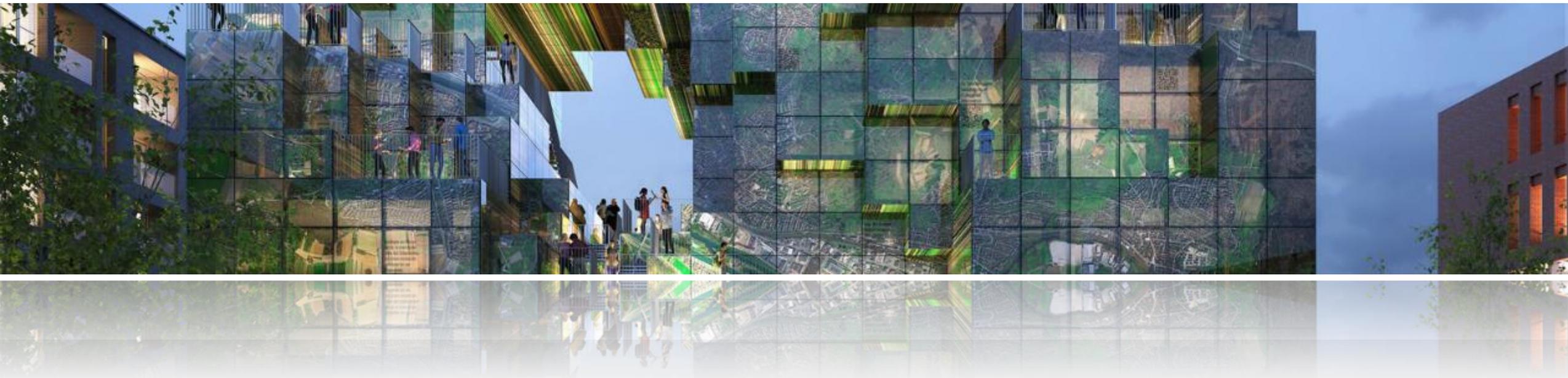


„Klimaneutralität im Gebäudesektor trotz Zeitenwende“

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch

Steinbeis Innovationszentrum (SIZ), **energieplus**, Braunschweig/Stuttgart und **EGS-plan** Ing. mbH, Stuttgart

3. Fachkongress „Klimaneutralität in der Wohnungswirtschaft trotz Zeitenwende“, Initiative Wohnen 2050, 24. April 2023, Darmstadt



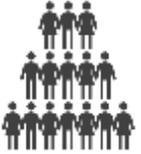
„Machen statt Reden! - Doing instead of Talking!“

**Wir haben kein
Erkenntnis-Defizit**

sondern

**ein Umsetzungs-Defizit
& Informationsmangel!**

Es geht alles viel zu langsam!



Kein Konsens in der Bevölkerung!

- Diskussion über Windräder, PV-Freianlagen, AKW-Laufzeiten, Kohleverstromung, ...



Fachkräfte- und Ressourcenmangel

- Nicht nur Handwerker!
- Lieferzeiten extrem gestiegen, Aufbau Produktionsstätten erfordert Zeit, Grenzen der Material-Verfügbarkeit
- Kapitalmangel - Geld ist auch eine Ressource!



Regulierungsflut durch den Staat – wer hat noch Durchblick?

- Bund, Länder, Kommunen

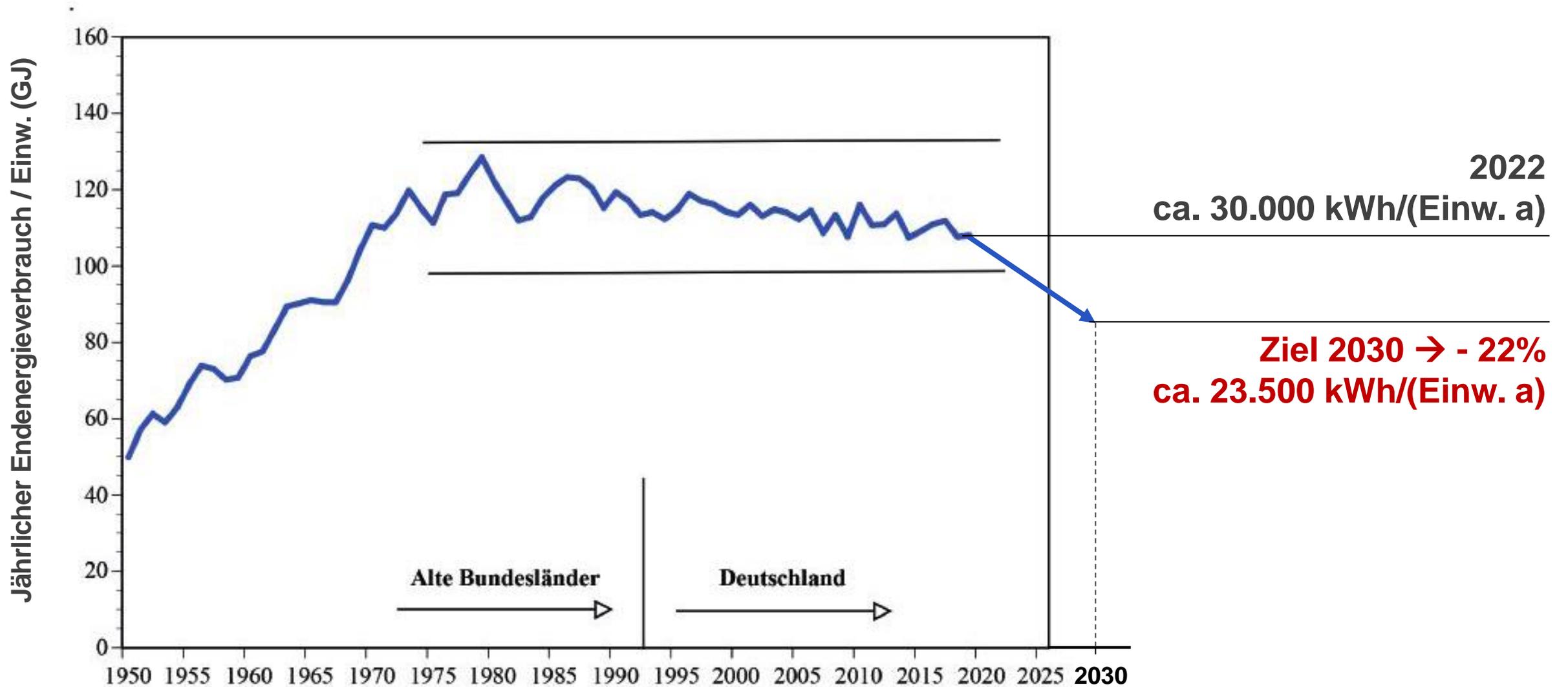


Allgemein unsichere Wirtschafts- Finanzlage

- Bürger haben Geldsorgen, Realeinkommen 2022 um 3 % gesunken, Sozialausgaben steigen
- Förderprogramme werden laufend verändert, gestoppt, fortgesetzt,.... i.d.R. viel zu kompliziert

Endenergieverbrauch in Deutschland pro Kopf

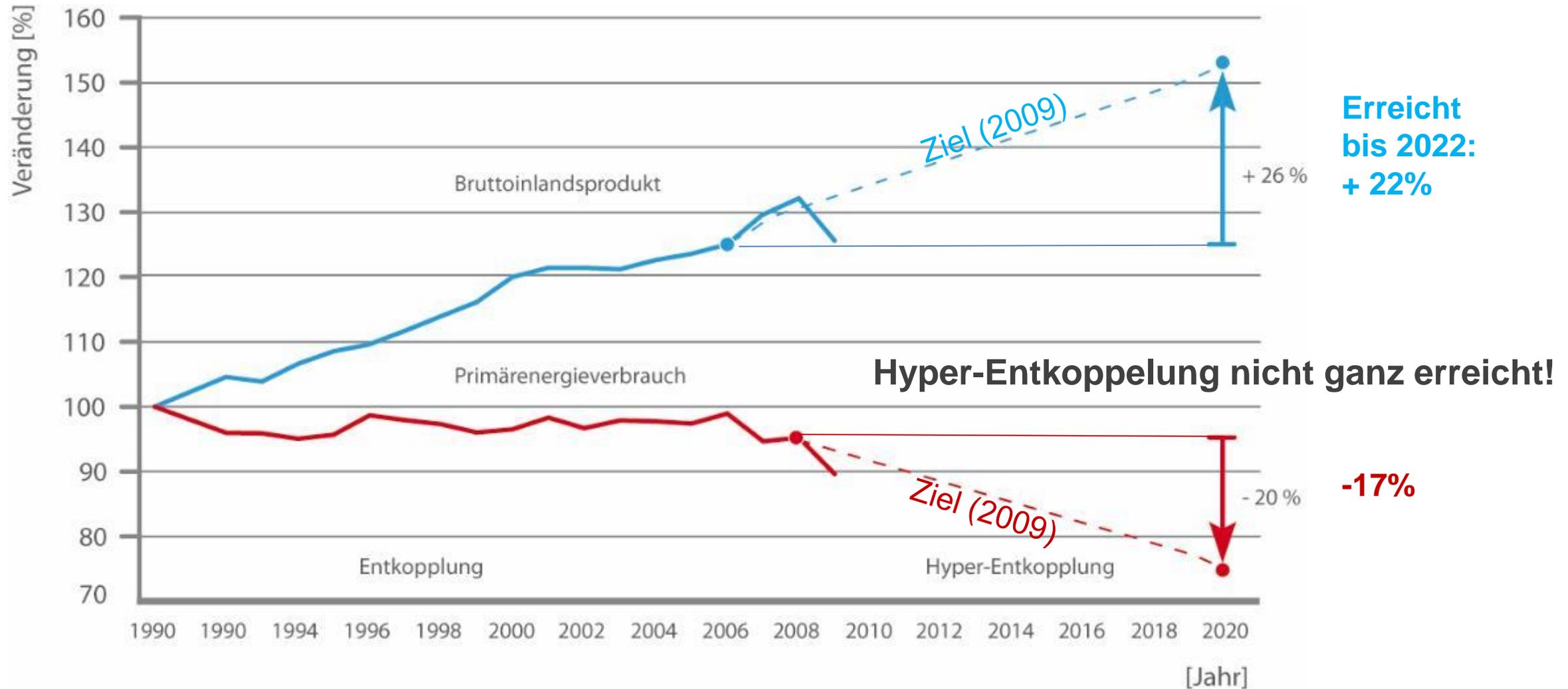
Endenergieverbrauch in den letzten 40 Jahren nur gering reduziert!



Quelle: R. Kübler, EW Tagesfragen 72, Jg 2022, Heft 12, ergänzt 2023 MNF

Wirtschaftskraft (BIP) und Primärenergieverbrauch

Von der Entkoppelung → Hyper-Entkoppelung



Ergebnisse aus 40 Jahren Forschung und Planungspraxis!

„Ökonomische **Optimierung** durch Reduzierung des Energieverbrauchs und effiziente Nutzung Erneuerbarer Energien“



Ergebnisse und Statements aus 40 Jahren Forschung und Planungspraxis

Solare Nahwärme

ohne und mit

Langzeitwärmespeicher

Umsetzung der ersten Solarsiedlungen

Solarthermie hat das Rennen
gegenüber **PV + Wärmepumpe**
für nachhaltige Wärmeversorgung
vorerst verloren

Ökonomische **Optimierung**
durch **Reduzierung** des
Energieverbrauchs und
effiziente Nutzung
Erneuerbarer Energien

**Gebäude als
Kraftwerk + Tankstelle**
(Maximale Solarisierung)

Betriebsoptimierung

hat ein riesiges wirtschaftliches
Potenzial zur Reduzierung des
Endenergieverbrauchs“

Strompreis für Verbraucher muss sinken

Wir gehen einer **E- Gesellschaft** entgegen!

Klimaneutrale Quartiere

Reallabor „Neue Weststadt Esslingen P2G&H“

Einführung **CO₂-Label** und max.
zulässige CO₂- Emissions-Grenzkurven
bis 2050 für Gebäudetypologien

Grüner Wasserstoff

erforderlich zur Erreichung der
Klimaschutzziele, aber prioritäre
Nutzung zur Dekarbonisierung
Industrie (Zement, Stahl,
Chemie) & Mobilität (Schwerlast)

CO₂-Preis sollte ein "zentrales
klimapolitisches Instrument sein,“!

Klimaneutral nicht Kostenneutral

Keine Verschärfung des GEG (Neubau)

EH 40 hat für die Zielerreichung
Klimaneutralität keinen nennenswerten
Einfluss

GEG auf max. 10 Seiten
und wenige Paragraphen

Fokus auf
**energetische
Sanierung** endlich
erkannt (ZIA-Gutachten)

1990

1998

2000

2009

2014

2015

2017

2018

2019

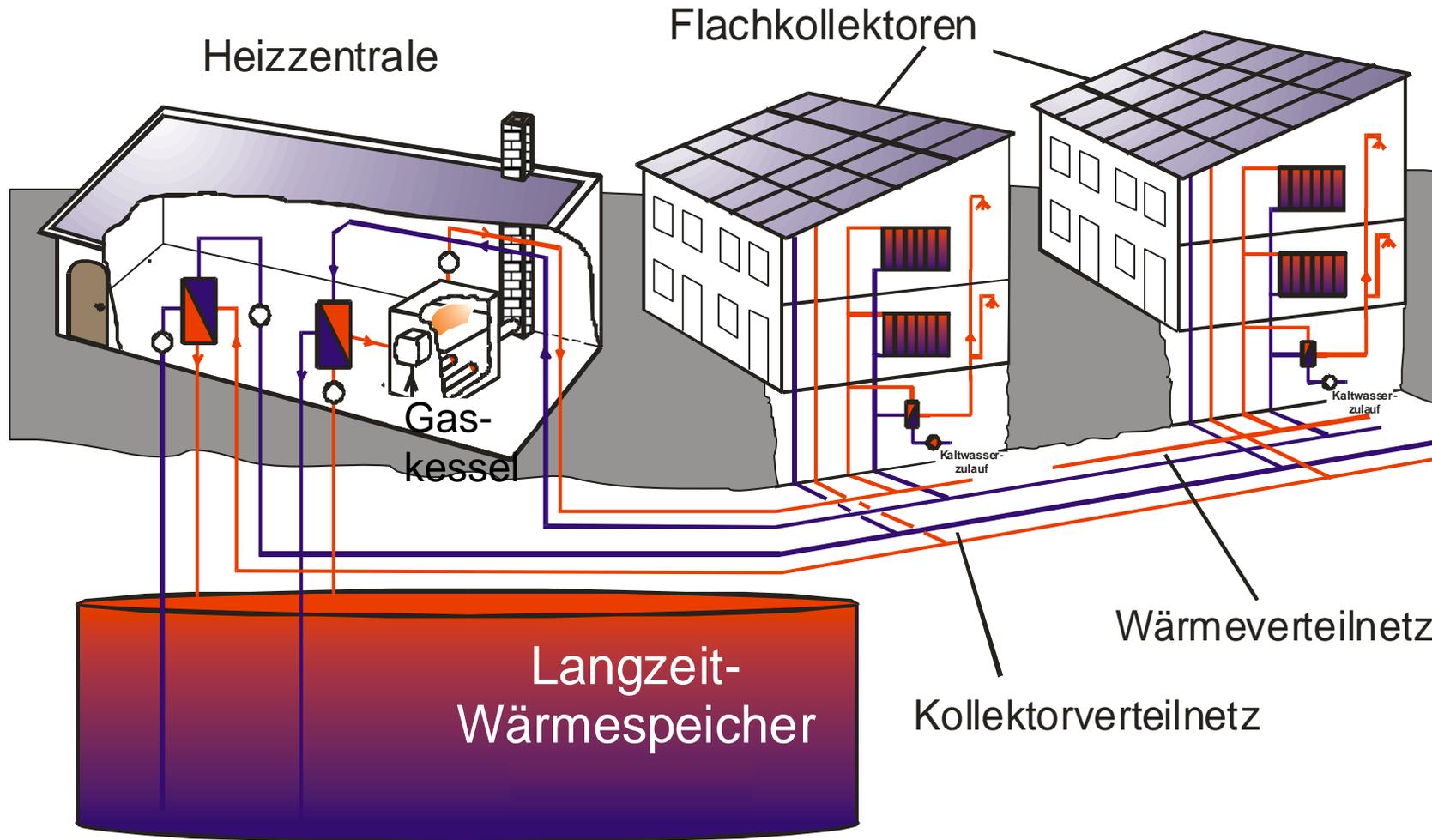
2020

2021

Vom Solarhaus zum klimaneutralen Stadtquartier

„Wir haben gemacht“





ca. 5 Projekte realisiert
50 – 60 % solarer Deckungsanteil (Wärme)

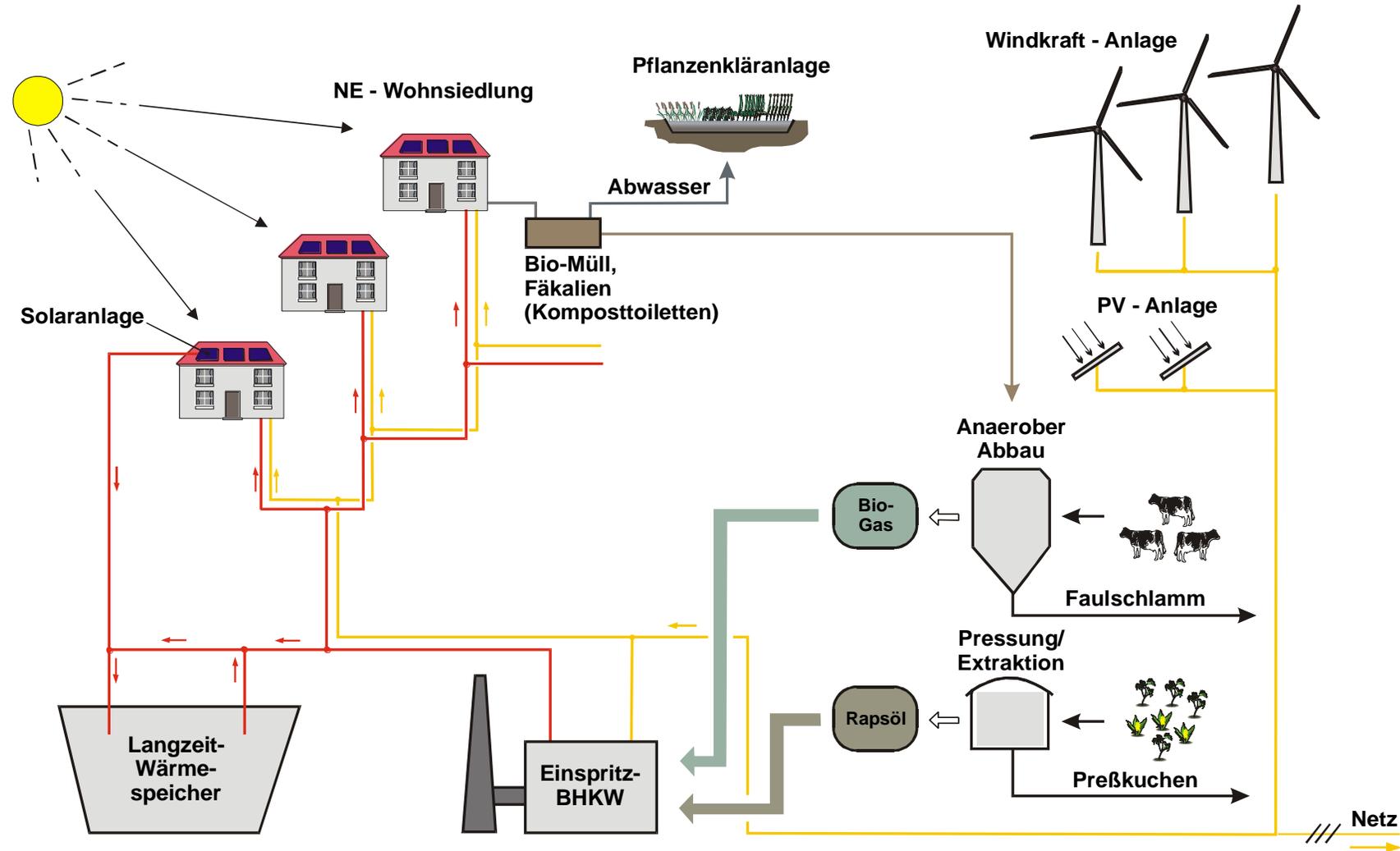
Solarer Wärmepreis
Faktor Zwei höher im Vergleich Fernwärmepreis

Wirtschaftlichkeit im Fokus – nicht Klimaschutz

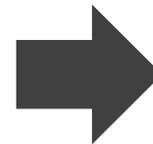
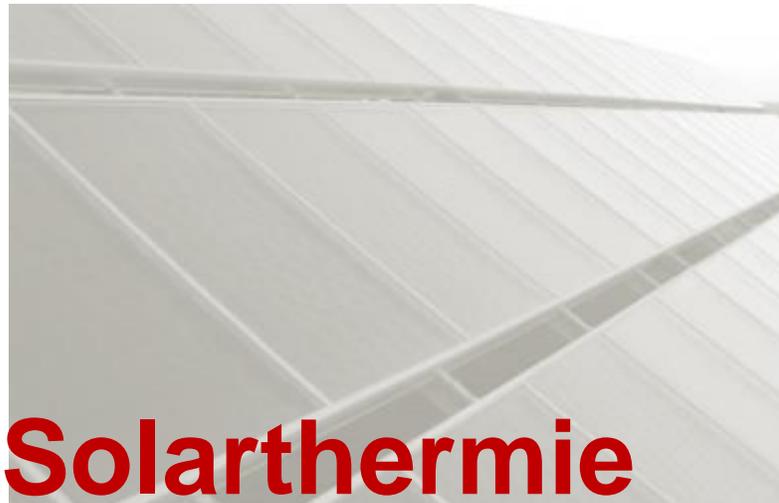
CO₂- neutrale Energieversorgung für Siedlungen (2001)



Kap. 8: Quo Vadis – Solare Nahwärme ?



„Solarthermie hat (leider) das Rennen gegenüber PV + WP für nachhaltige / klimaneutrale Wärmeversorgung vorerst verloren“



Aktivhaus EnergiePLUS-Gebäude



Haus Berghalde, Stuttgart, Architekten: Berschneider+Berschneider



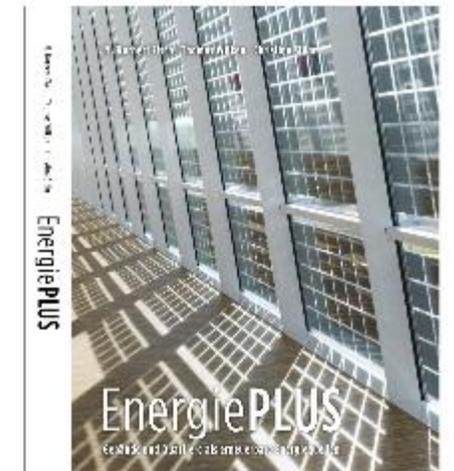
SOLON Headquarters Berlin, Architekten: HSF, Berlin



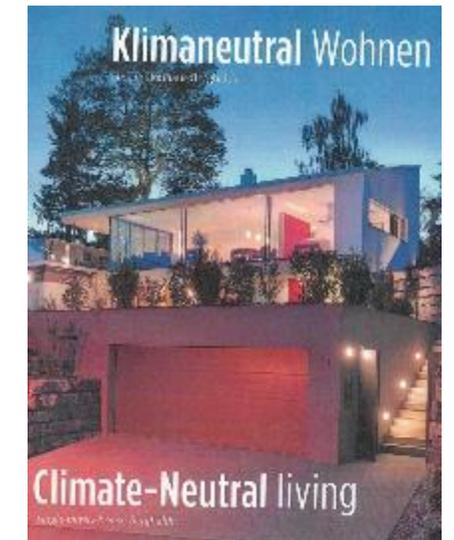
Stadtaktivhaus, Frankfurt, HHS Architekten Kassel



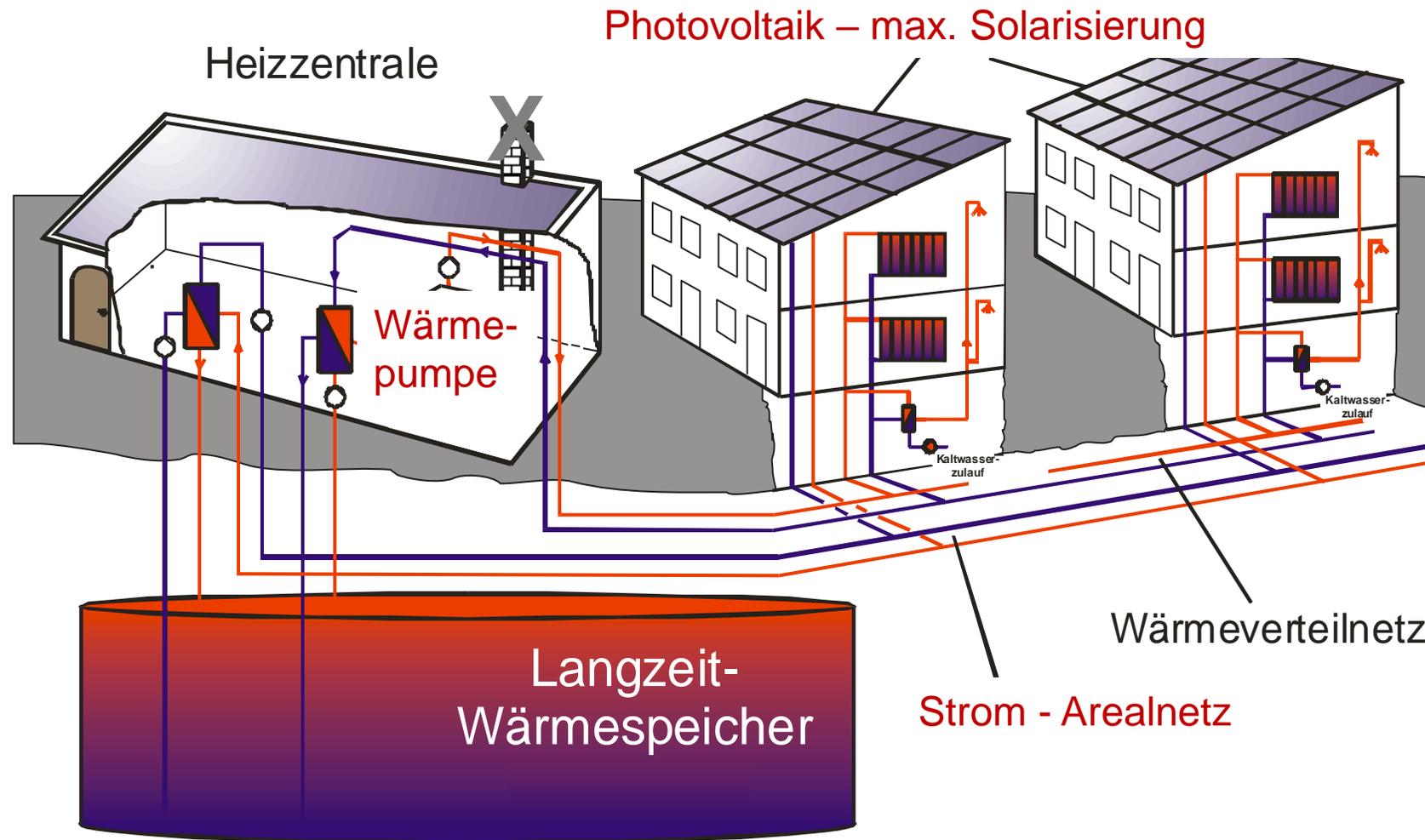
SMA Solar Academy, Architekten: HHS, Kassel



2012



2019



Einbau einer Wärmepumpe in ältere Gebäude?

- „Erfordert Fußbodenheizung“!??
- „Erfordert Dämmung der Gebäudehülle“!??
- „Erheblich höhere Anschaffungs- und Heizkosten“!

Elektrische Wärmepumpe (WP) erfordert ...!



Möglichst geringe Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (Außenluft, Erdreich,..) und Wärmesenke (Heizfläche) zur Reduzierung des Strombedarfs

→ **Bedeutet aber nicht, dass eine Fußbodenheizung zwingend erforderlich ist!**



Vor Einbau einer WP sollte Heizwärmeverbrauchs unter 100 kWh/(m²a) durch Wärmeschutz gesenkt werden, reduziert Stromverbrauch / Heizkosten

→ **Bedeutet aber nicht, dass ältere Gebäude ohne Dämm-Maßnahmen nicht warm werden!**



Im Vergleich zum Gaskessel (GK) erheblich höhere Investitionskosten.
Höhere Heizkosten zu GK, wenn Strompreis mehr als Dreifach über Gaspreis liegt

→ WP erfüllt GEG 2014, „Förderung WP-Mehrkosten“ (BM Habeck, April 2023)

→ **Strompreise müssen sinken!**

Klimaneutrale Wärmeversorgung Gebäude?

future:solar (BMW, 2015-2019)

50 und 100 % solare Wärmebereitstellung – aber wie?

100 % Erneuerbare Wärme (Jahresbilanz):

Geringste Baumehrkosten für (PV + WP) im Vergleich zu Solarthermie

- KG 400 ca. 240 – 390 €/m²_{NGF} **Neubau Mehrfamilienhaus (MFH)**
- KG 400 ca. 330 – 450 €/m²_{NGF} **Sanierung MFH**

„Wir fördern die Mehrkosten einer Wärmepumpe gegenüber dem Einbau eines Gaskessels“

BM Robert Habeck, in einem Interview nach der Koalitionssitzung



Bild: Deutscher Bundestag / Felix Zahn

Vom Gebäude zum Klimaneutralen Quartier (2015)

Reallabor „Neue Weststadt Esslingen P2G&H“



80 Tonnen Grüner Wasserstoff pro Jahr
500 MWh pro Jahr Abwärmenutzung



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

**Grüner Wasserstoff ist erforderlich zur
Erreichung der Klimaschutzziele**

**Prioritäre Nutzung zur Dekarbonisierung
Industrie (Zement, Stahl, Chemie)
Mobilität (Schwerlast)**



„Verbrennen von Wasserstoff hat kein Potenzial zur Wärmeversorgung von Gebäuden“!



„Wasserstoff sollte vorzugsweise in Südeuropa produziert und über Pipelines verteilt werden“!



„Abwärme-Nutzung aus der Elektrolyse (P2G&H) steigert den Nutzungsgrad des grünen Stroms (> 75 %) – mit Langzeit-Wärmespeicher weitere Effizienzsteigerung möglich (> 90%)“!

Energiewende - Klimaneutralität - Zeitenwende?

Energiewende Made in Germany!

Transformationsprozess von **fossiler-nuklearer** Primärenergie-Nutzung zu einem nachhaltigen Energiesystem auf Basis von **Erneuerbaren Energien**

→ EU hat Atomenergie als nachhaltig (grün) eingestuft!!!!!!

1972	Club of Rom - Die Grenzen des Wachstums
1973	Ölpreiskrisen - Kriege waren Ursache! Versorgungssicherheit? Ressourcen-Knappheit?
1976	Energieeinspargesetz (EnEG)
1977	1. Wärmeschutz-Verordnung Gebäude (WschVo)
1980	„Energiewende“ durch Ökoinstitut: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran
2000	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
2002	Energieeinspar-Verordnung (EnEV)
2009	Erneuerbare Wärme-Gesetz (EEWärmeG) – kein Erfolg!
2020	Gebäudeenergie-Gesetz (GEG, 11.2020) (Novellierung 1.1.2023 und 1.1.2024)
2020	Klimaschutz-Gesetz (KSG, 2020) - ab jetzt „Klimaschutz First“
heute	Abschaltung AKW und Kohle-Verstromung beschlossen!

Klimaneutralität wird erreicht, wenn die anthropogenen $\text{CO}_{2,\text{äq}}$ Emissionen im Gleichgewicht mit den durch die Natur absorbierten THG-Emissionen ist.

4 % der jährl. CO_2 -Emissionen wurden 2022 vom Wald absorbiert

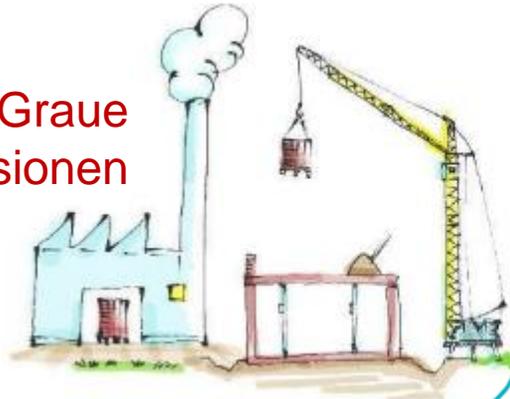
Klimaneutralität im Gebäudesektor?

- Es gibt keine gesetzliche Definition
- Bilanzumfang, Bilanzgrenzen, Bilanzzeitraum!

Was zählt zum Gebäude? - Lebenszyklusbetrachtung

Industrie + **Energiewirtschaft**

Graue Emissionen



Herstellung



Nutzung

Industrie



Erneuerung

Industrie



Rückbau, Recycling

Gebäude - Sektor
GEG-Bilanz



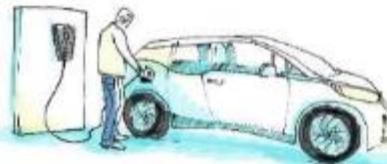
HZG, WW, Hilfsenergie

**Energie-
Wirtschaft**



Nutzerstrom

Verkehr

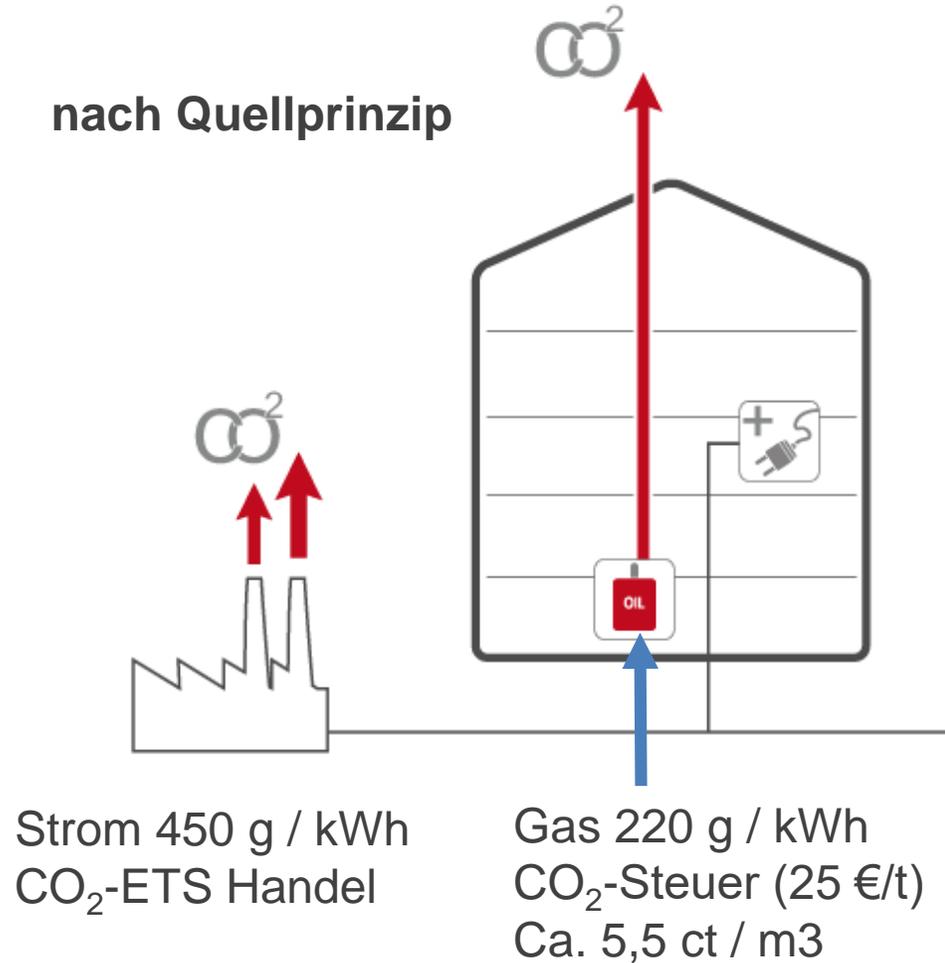


E-Mobilität

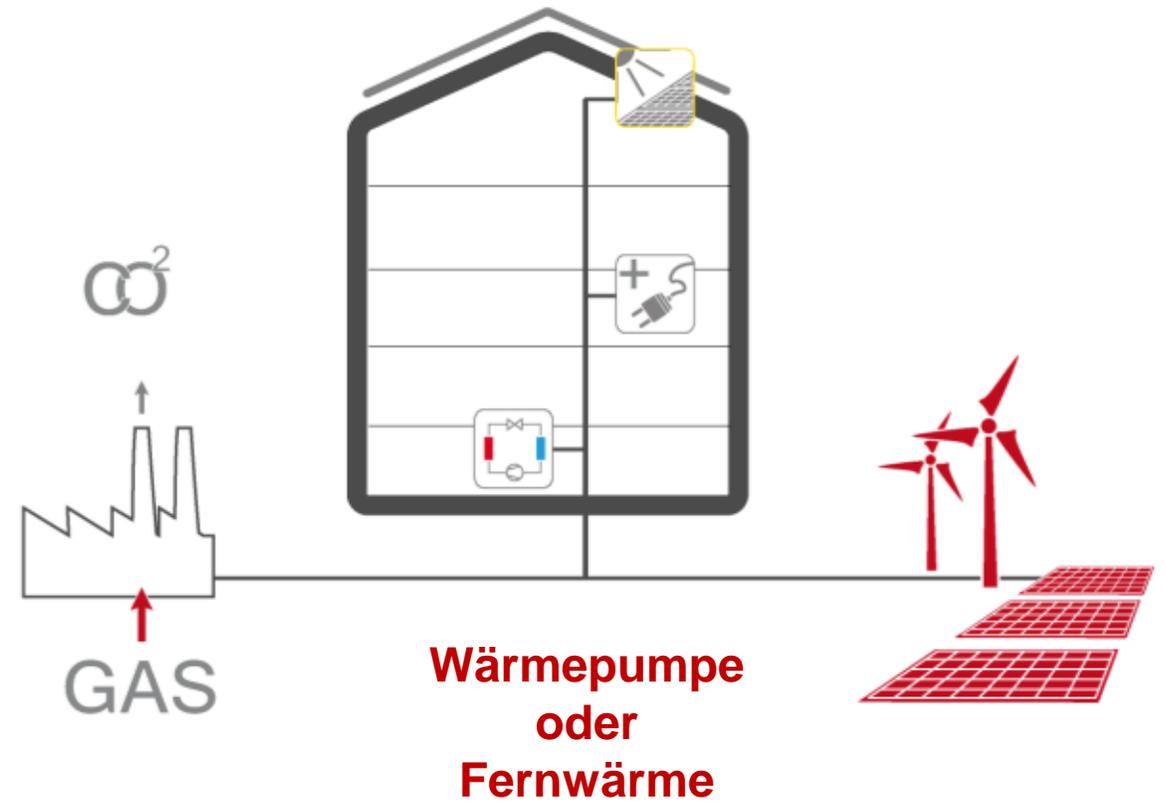
CO₂-Emissionen Gebäudesektor

Verursacher- und Quellprinzip

nach Quellprinzip



nach Quellprinzip
„Klimaneutral“



Zeitenwende – gemeint ist der Wandel der Deutschen Außen- und Sicherheitspolitik nach dem Überfall RUS (24.2.2022) auf die UKR.

Zeitenwende: erforderte bereits dreistellige Mrd. €

- Energie-Preisbremsen, Abwehrschirm, Militärausgaben,....
- Auswirkungen auf Finanzierung der Energiewende?

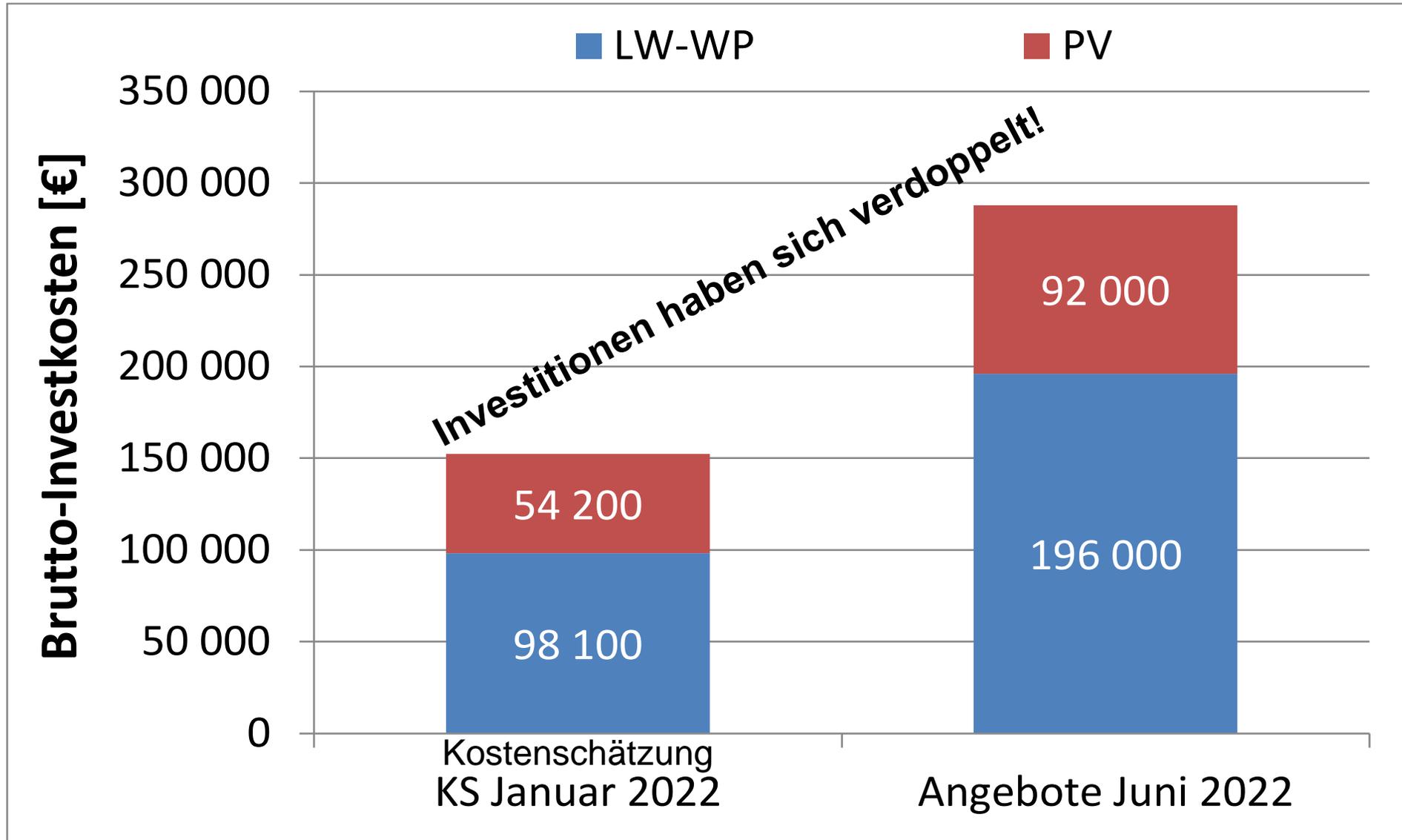
Zeitenwende: RUS Erdgas durch teures & klima-schädliches LNG (Liquid Natur Gas) ersetzt, u.a. aus autokratischen Staaten

Zeitenwende: Energiepreise sind explodiert & Investitionen in Energie- & Gebäudetechnik extrem gestiegen

Zeitenwende: erhöht Druck zum Umstieg auf 100 % EE.

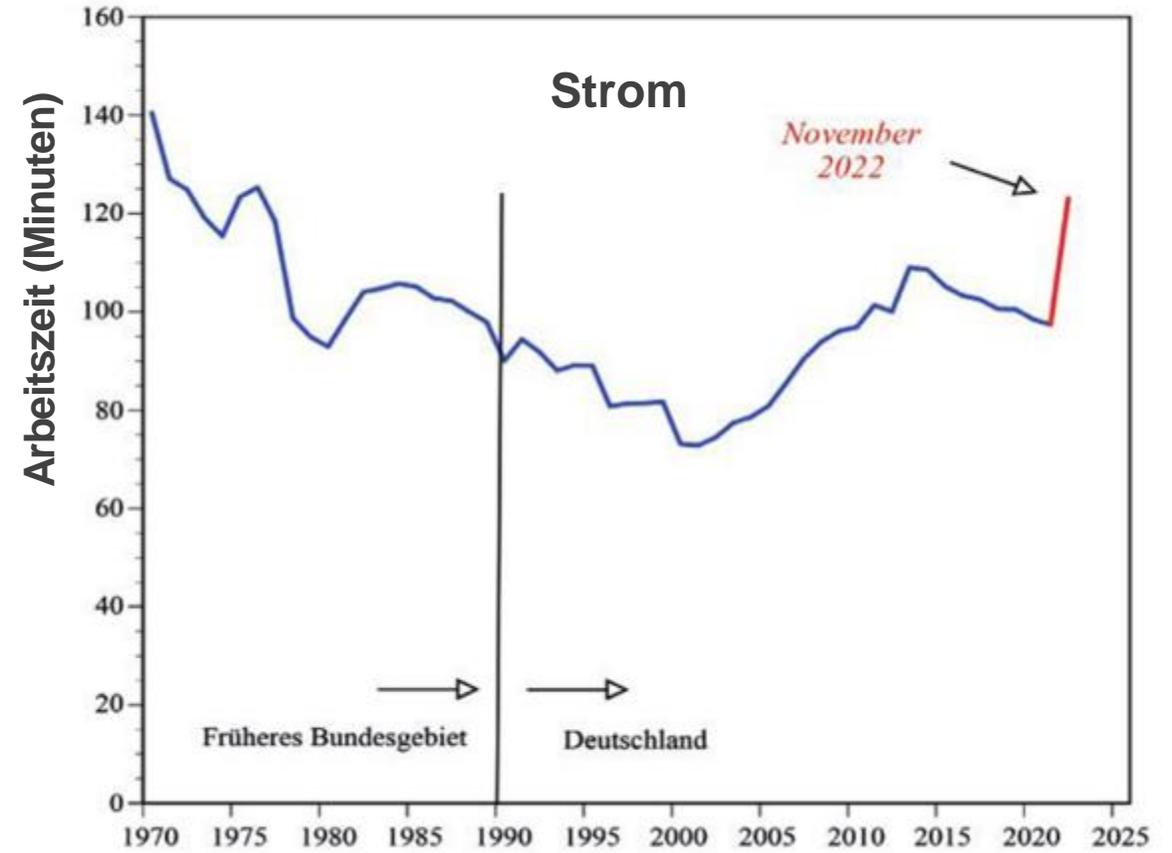
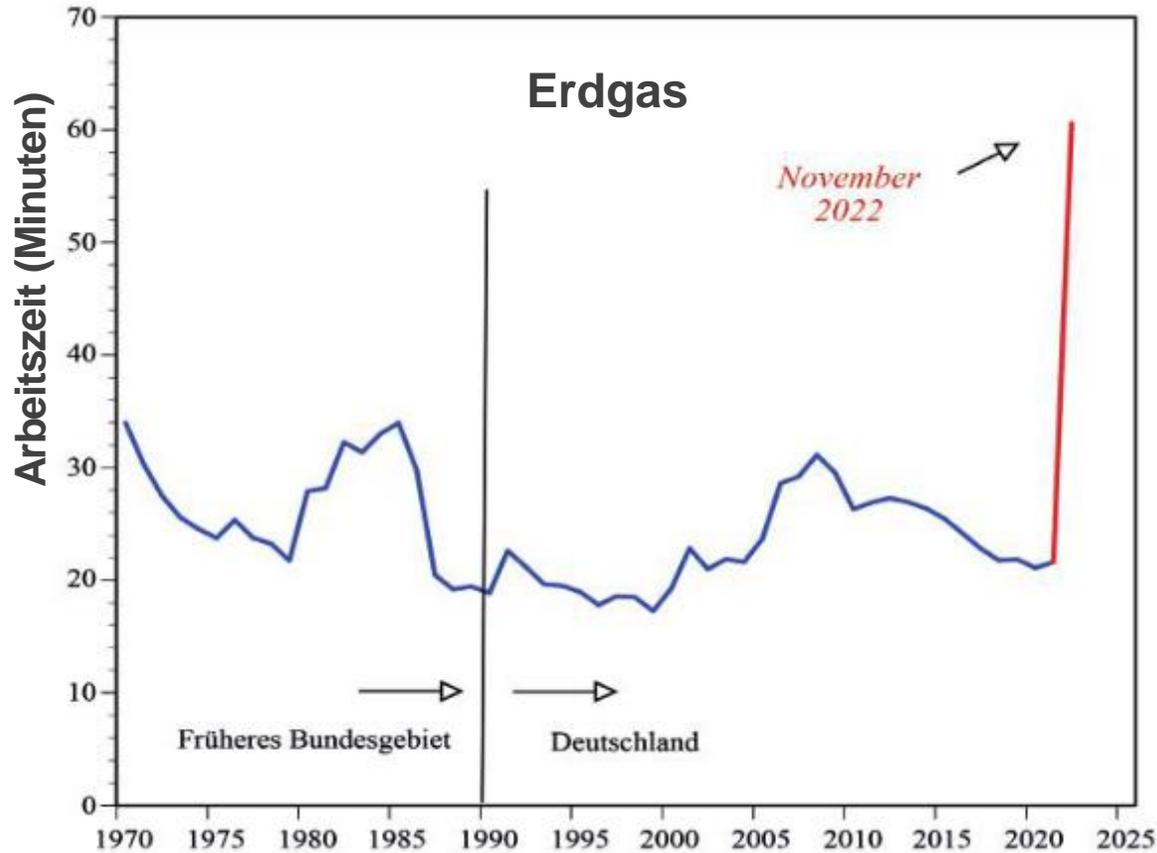
- Beschleunigter Anstieg CO₂-Steuer (Erdgas & Erdöl) notwendig
- Verbrennungs-Verbot fossiler Energieträgern – spätestens ab 2045!

Extreme Kostensteigerung in 2022!



Zeitenwende – Energiepreise sind explodiert!

Entwicklung - Energiepreis / Arbeitslohn



2,9 €/h

12,3 €/h

20,8 €/h (Durchschnittlicher Nettolohn / Arbeitsstunde)

2022: 2 Pers.- Altbauwohnung 70 m²: 100 h für Erdgas + 60 h für Strom – gesamt 4 Wochen Arbeitszeit!

VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN

Der Gebäudebereich auf dem Weg
zur Klimaneutralität



1. Förderung schnell wirkender Maßnahmen
2. Vereinfachung und Umstellung der Regularien
3. Sanierung im Fokus
4. Fahrpläne für die Sanierung
5. **Anforderung an Gebäudehülle nicht weiter verschärfen**
6. Dekarbonisierung der Wärmeversorgung
7. Transparenz durch Digitalisierung der Betriebsdaten
8. Festlegung der CO2-Bepreisung bis 2045
9. Einführung von THG-Emissionsbudgets
10. **Förderbonus für tatsächlich erreichte Emissionsminderungen**
11. Berücksichtigung von Fachkräftemangel und Ressourcenknappheit
12. Nationale Gebäudedatenbank

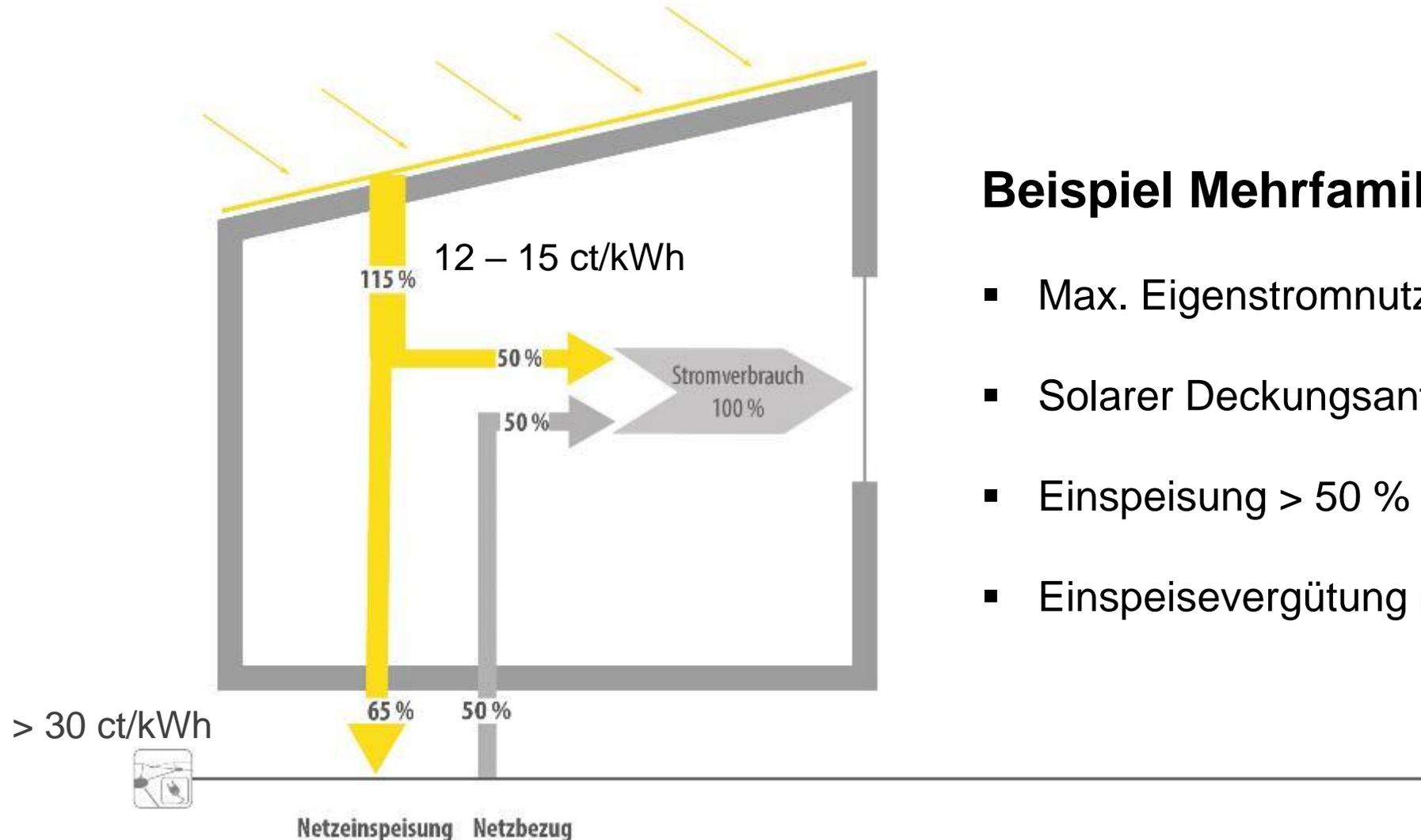
Förderung schnell wirkender Maßnahmen

- **Betriebsoptimierung**
- **Solarisierung der Dachflächen und Freiflächen - PV**

Langfristige **Einspeisevergütung** für **Solarstrom**

Beseitigen **regulatorischer Hürden** bis spätestens Ende 2022

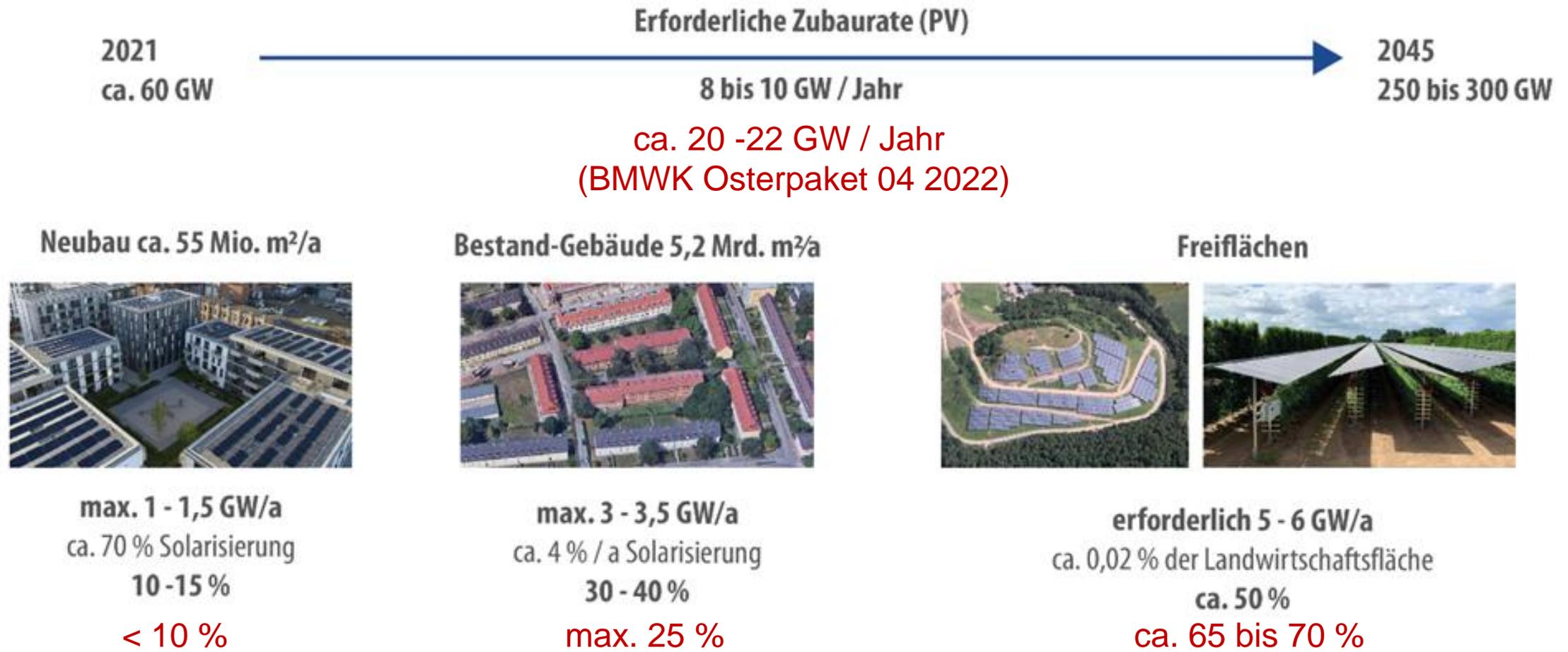
Schnellere **Genehmigungsverfahren** – weniger Bürokratie



Beispiel Mehrfamilienhaus

- Max. Eigenstromnutzung
- Solarer Deckungsanteil bis 50 %
- Einspeisung > 50 %
- Einspeisevergütung mind. 12 ct /kWh

BMWK: 215 GWp bis 2030 – Wohin mit den PV-Flächen?



ca. 10.000 ha/a (0,06 %/a, insg. 1,8 % der Landwirtschaftsfläche)

Fazit Solarisierung

Neubau-Dächer > PV- Zubau Potenzial jährlich unter 10%!

Bestands-Dächer > PV- Zubau Potenzial ca. 25 %

Mindestens 2 / 3 der PV- Zuwachsraten (>20 GW/a) als Freiflächen-PV!

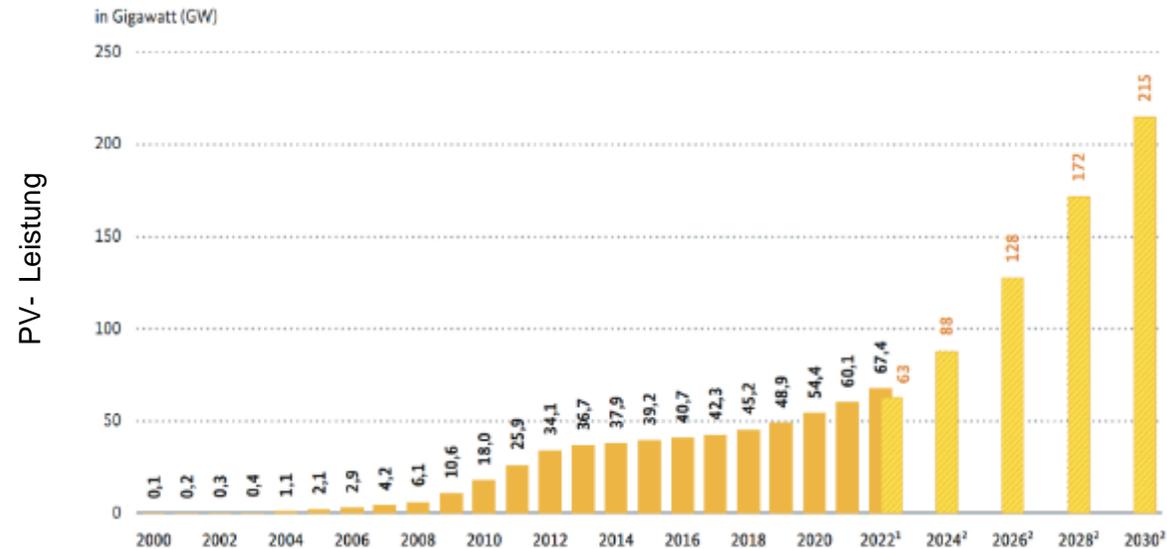
- Symbiose von Land- und Energiewirtschaft! aber AGRI-PV – zu teuer
- Parkplatz-Überdachung – auch teuer!

Insgesamt kein Flächenproblem!

Investitionsbedarf ca. 20 bis 22 Mrd. € / Jahr

Inhalte folgen größtenteils unserem Gutachten (ZIA, 2021)

- Max. Solarisierung erleichtern
- Photovoltaik auf Dächern erleichtern (Mieterstrom, Gewerbesteuer Infizierung,..)
- Freiflächenanlagen stärker ausbauen
- Netzanschluss-Verfahren beschleunigen
- Wettbewerbsfähige, europäische Produktion anreizen
- Fachkräftemangel beseitigen



**Installationsrate
Faktor 3 steigern!**

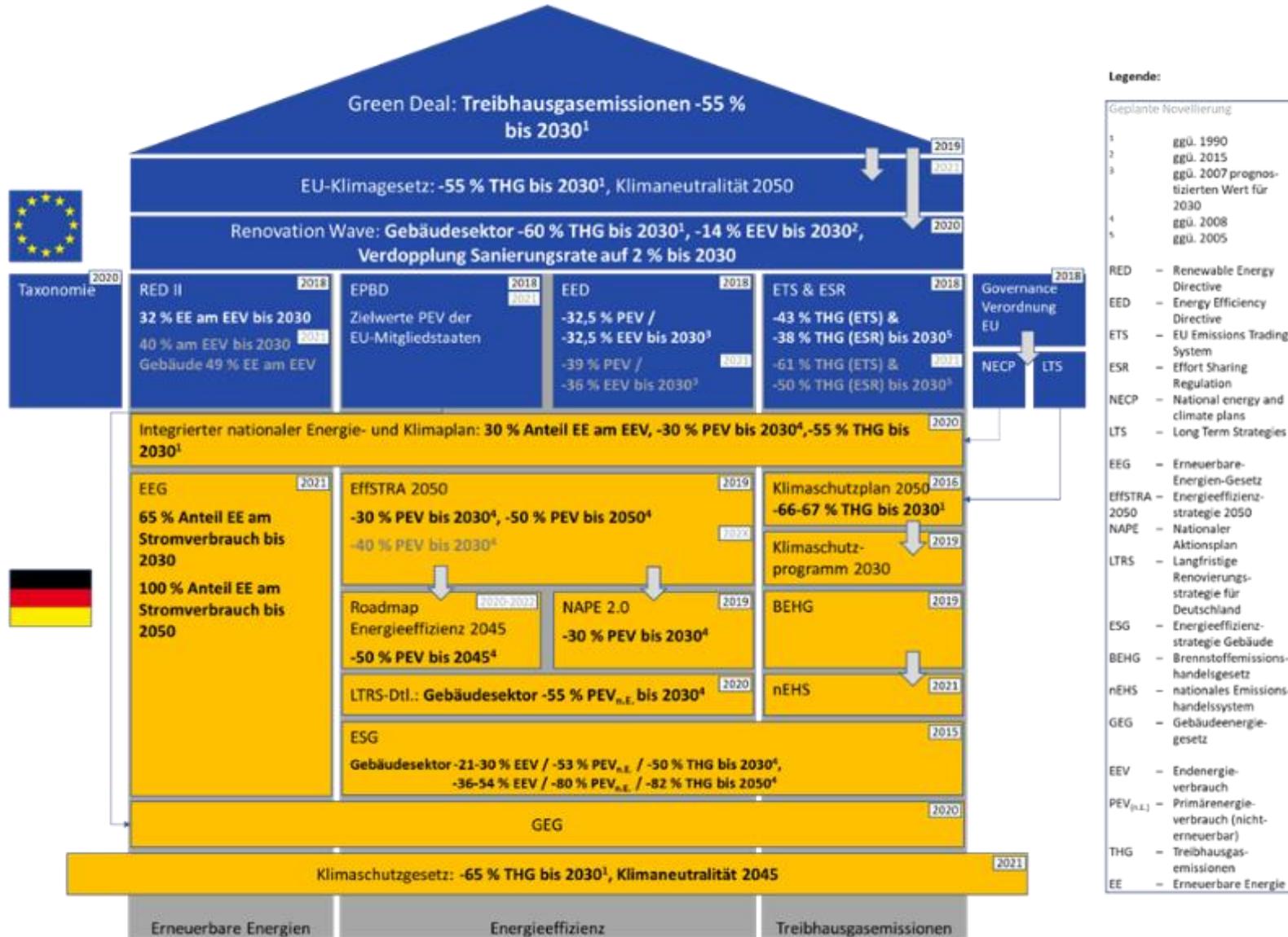
Photovoltaik-Strategie

Gesetz „Solarpaket I“ (Mai 2023)

bmwk.de

Vereinfachung und Umstellung der Regularien

- Stringente Umstellung der gesamten Regulatorik auf **THG-Emissionen**
- **Vereinfachung** des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) bis Ende 2022
- Beibehaltung von **Mindeststandards für die Gebäudehülle** im Neubau



In Anlehnung an C. Stolte, „Energieeffizienz- und Klimaschutzziele: Welche Bedeutung hat der Gebäudebestand?“. Berlin, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.datanwg.de/fileadmin/user/iwu/210428_Stolte_Relevanz_EE_KS_Gebaeudebesta.nd.pdf



NAEBG

EnWG

WindBG

GEG

Solarpaket I

KSG

Osterpaket

Solarpaket II

BBPIG

EnEfG

EEG

BEG

Brennstoffemissionshandelsgesetz

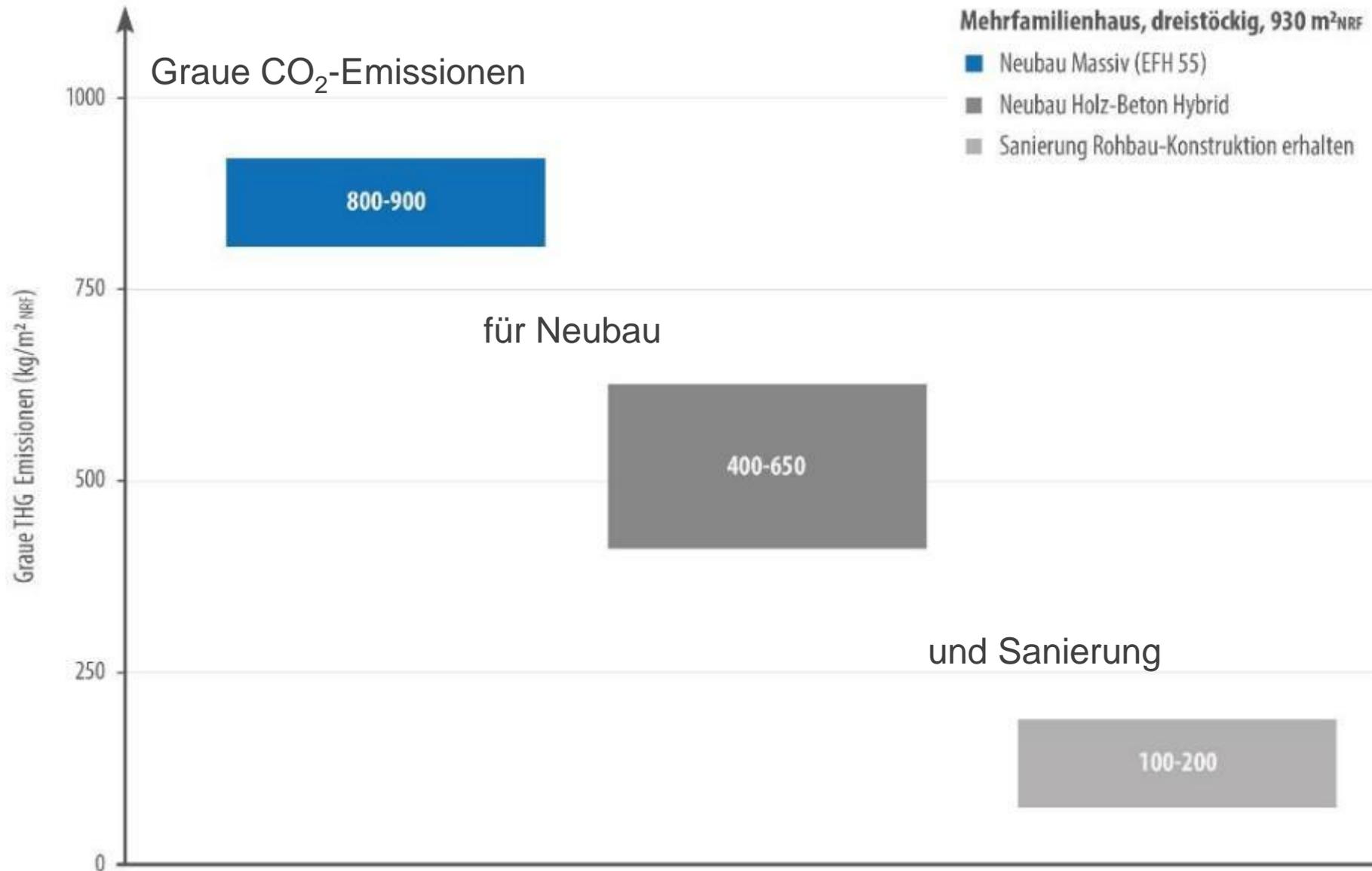
„Gebäude-Energiegesetz auf max. 10 Seiten und wenige Paragraphen“ (MNF, 2020)

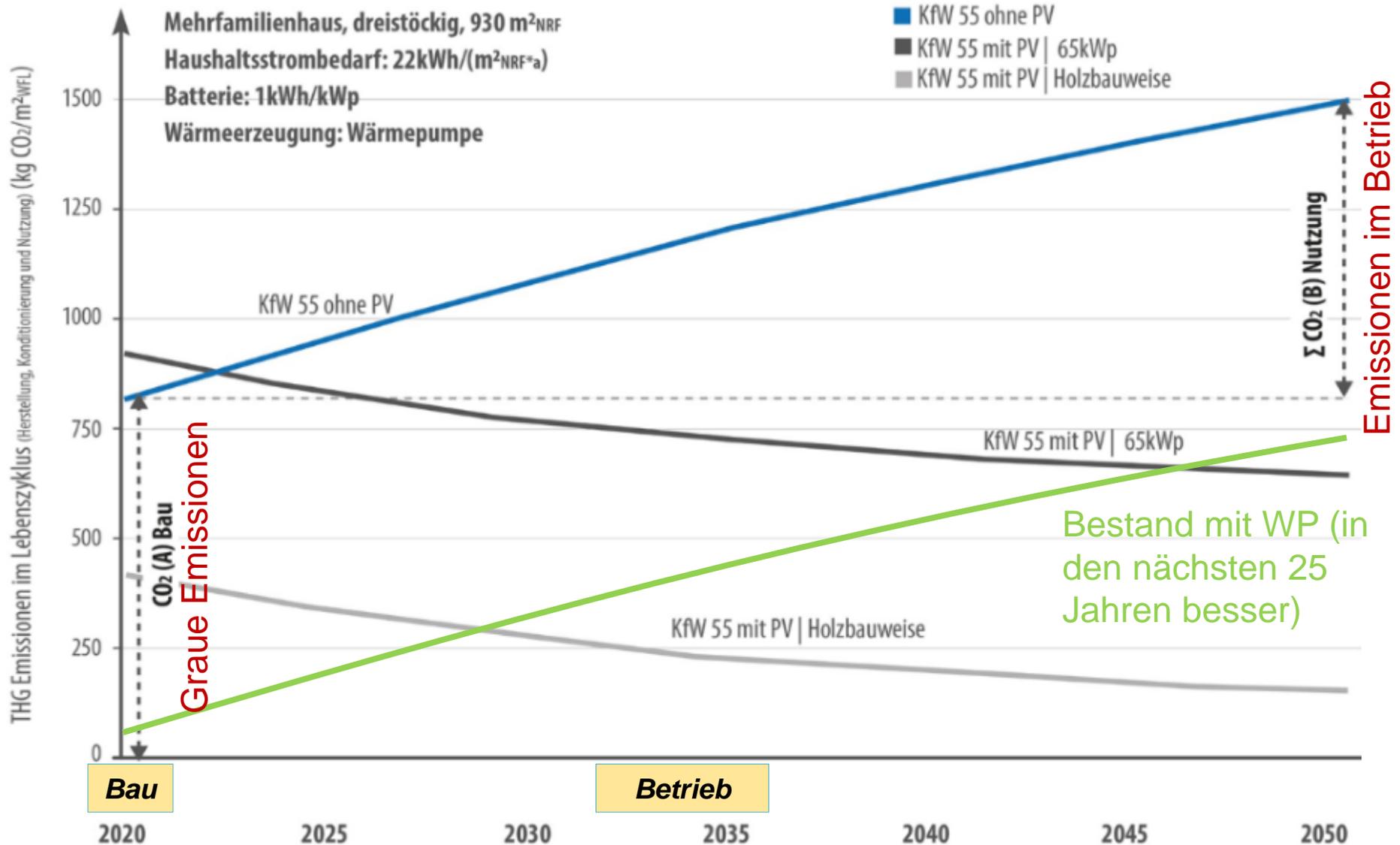
Wenn Wärmeversorgung durch WP oder Fernwärme erfolgt, dann reicht:

- Tabellen mit U-Werte für Teile der Gebäudehülle ausreichend!
- keine komplexen empirischen Berechnungen mehr erforderlich!

Sanierung im Fokus

- **Fokussierung** Reduzierung der THG-Emissionen im **Bestand**
- Abriss + Neubau bis **Faktor 5** über grauen THG-Emissionen einer Sanierung
- Konkretisierung + Schärfung der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG)
 - **Neubau Förderquoten erheblich reduzieren - Sanierung stärker fördern**





Zwei CO₂- Label:

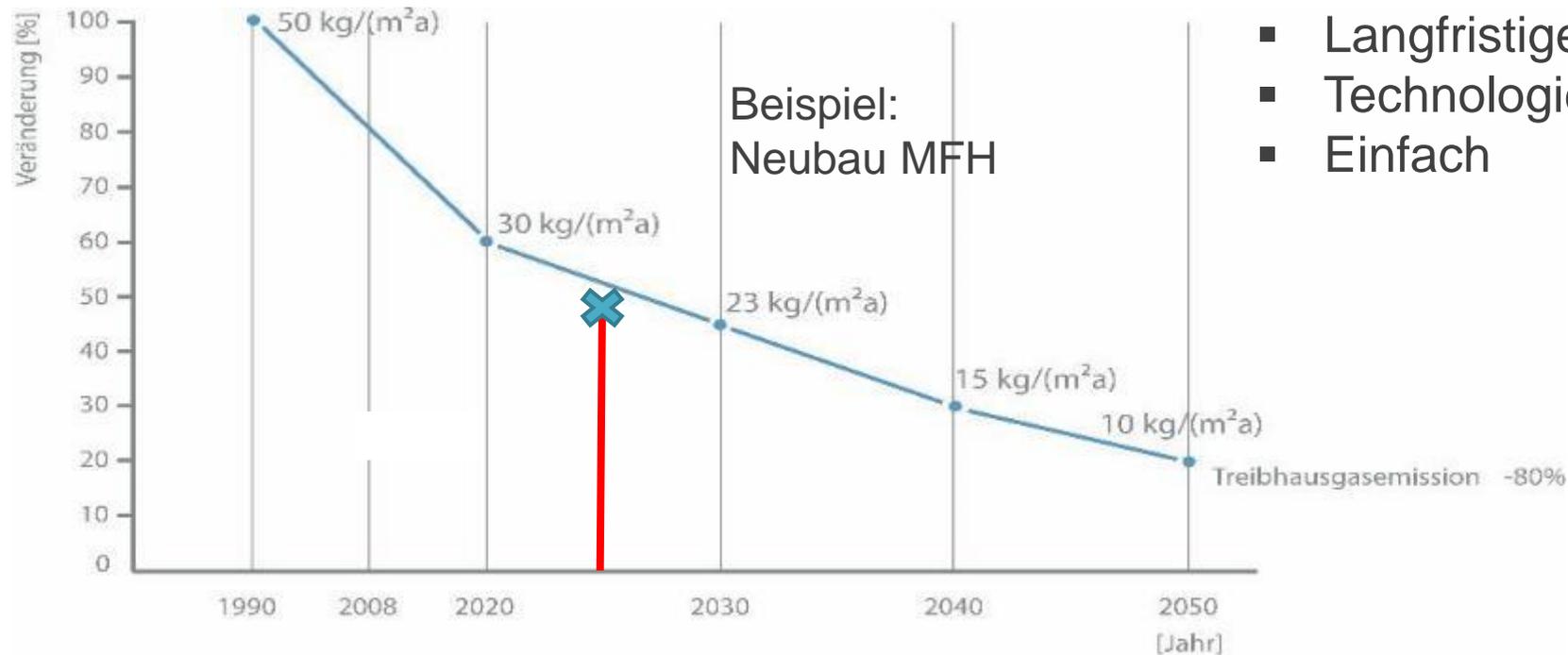
1. CO₂ (A) - **Bau & Herstellung**

Graue Emissionen bedingt durch Neubau z.B. 750 kg / m²_{NRF}

2. CO₂ (B) – **Betrieb / Nutzung**

Emissionen der Betriebsphase (mit / ohne Nutzerstrom) z.B. 15 kg / (m²_{NRF} a)

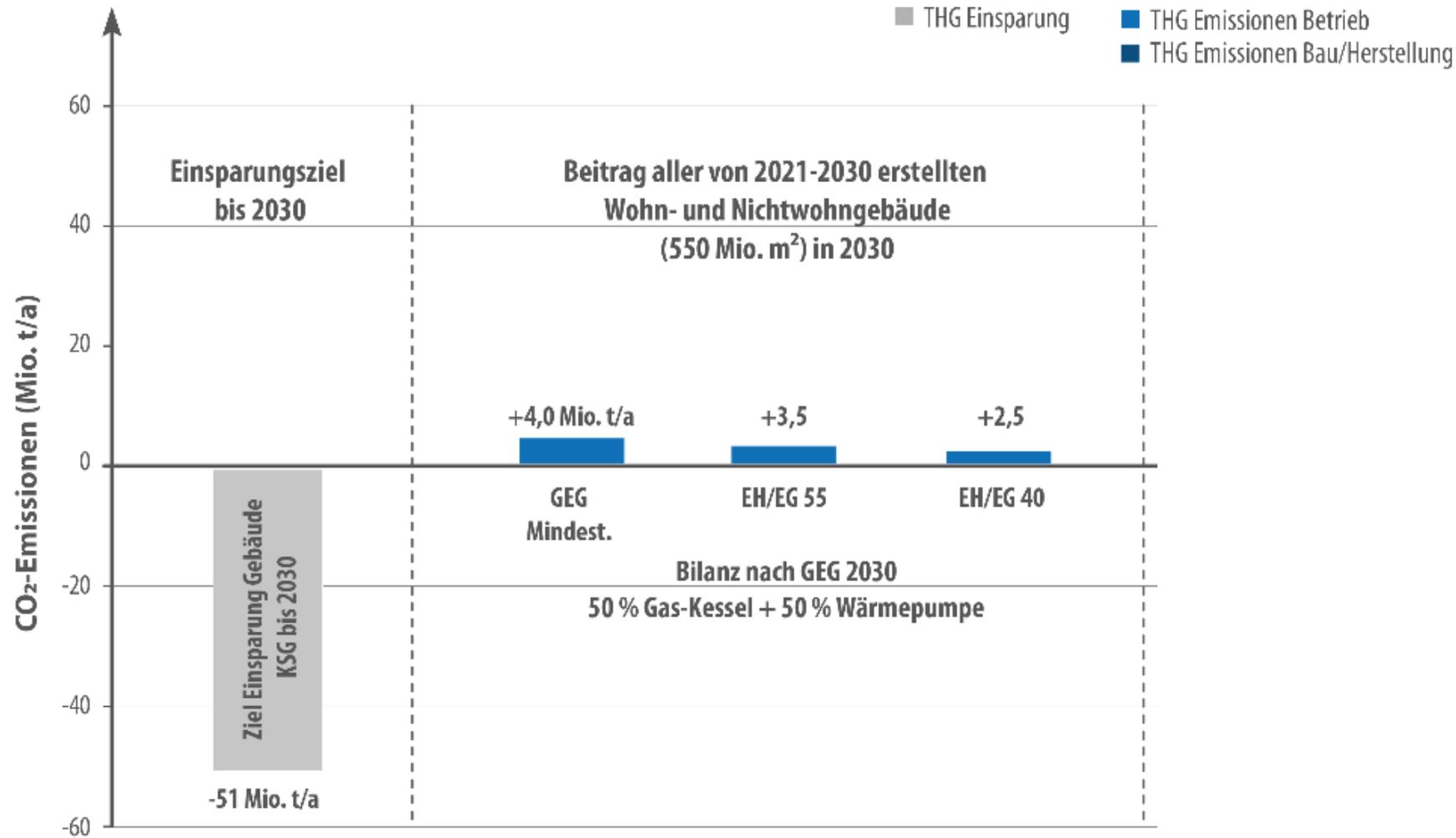
Einführung CO₂-Label für Gebäude und max. zulässige CO₂-Emissions-Grenzkurven bis 2050 für Gebäudetypologien (2017, MNF)



- Langfristige Planungssicherheit
- Technologieoffenheit
- Einfach

Anforderungen an die Gebäudehülle nicht weiter verschärfen

- Potential zur weiteren **Verbesserung der Gebäudehülle ist ausgereizt**
- **Erhöhter Ressourcenaufwand** führt zu **erhöhten THG-Emissionen**
- Keine weitere Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle für den Neubau



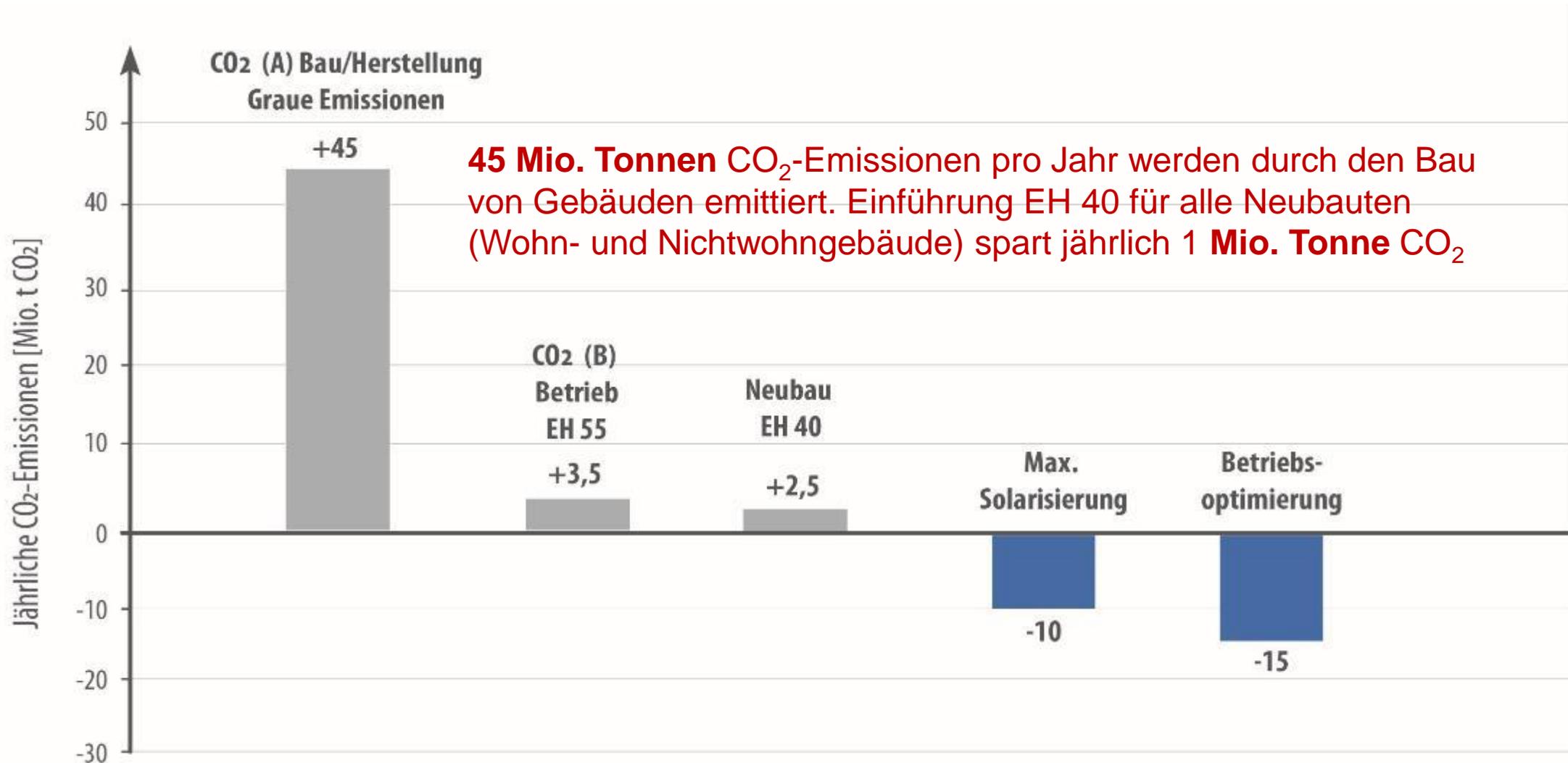
Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

- Umstellung auf strombasierte Erzeuger (**elektrische Wärmepumpen**)
- Ausbau der **Fern- bzw. Nahwärmenetze** – mit dem Ziel „**Grüne Fernwärme**“
- Verstärkte Berücksichtigung des **Quartiersansatzes / Flottenansatz**
- Nutzung dezentraler **Abwärmepotenziale** z.B. aus H₂-Erzeugung
- Nutzung von Überschussstrom aus regenerativen Quellen (**PtH, Kopplung der Sektoren**)

- **Einsatz grüner Energie**
Solarisierung PV, Wärmepumpen und grüne Fernwärme ersetzen Öl und Gas
- **Betriebsoptimierung**
hat weiterhin immenses Potenzial zur CO₂-Einsparung
- **Förderung**
Fokus auf Sanierung, „grüne“ Baustoffe und Belohnung von CO₂-Einsparungen
- **GEG-Standard erhalten**
Keine weitere Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle
- **Klimaschutz-Fahrpläne**
mit dem Ziel klimaneutraler (sub-) urbaner Räume bis 2045
- **Akzeptanz:** Gesellschaft mitnehmen!
- **Personalmangel** (von der Planung bis zur Umsetzung) ernst nehmen

Fazit Gutachten 2021

Graue Emissionen & Betrieb – Bestand: Einspar-Potenziale



Umgesetzte Beispiele zum Nachahmen geeignet!

- Gebäude der 50er/60er Jahre
- **KfW 55 Standard**
- **Monovalente Wärmepumpen (Hybrid-Luft & Erdsonden)**
- **Max. Solarisierung (PV) ca. 4 kWp/WE**
- Batterien **ca. 1kWh/kWp**
- Nahezu Klimaneutralität erreicht!
- **Kosten KG 400:** 550 – 600 € / m²_{wfl}
- **Kosten KG 300:** 1.000 – 1.100 € / m²_{BGF}
plus Planungshonorar



HHS Architekten, Kassel

Wohnsiedlung, GWG Kassel (2022) Schrittweise Transformation



Gebäude
50er bis 90er Jahre
überwiegend nur
teilsaniert

1. Schritt



2. Schritt



Kostenschätzung (Frühjahr 2022)

- 1. Schritt Einbau Wärmepumpe (2024)
- 2. Schritt PV-Anlage (bis 2030)
- Gebäudehülle, GK abschalten (bis 2035)

Gesamt-Investition

11.000 – 12.000 €/WE

5.000 – 6.000 €/WE

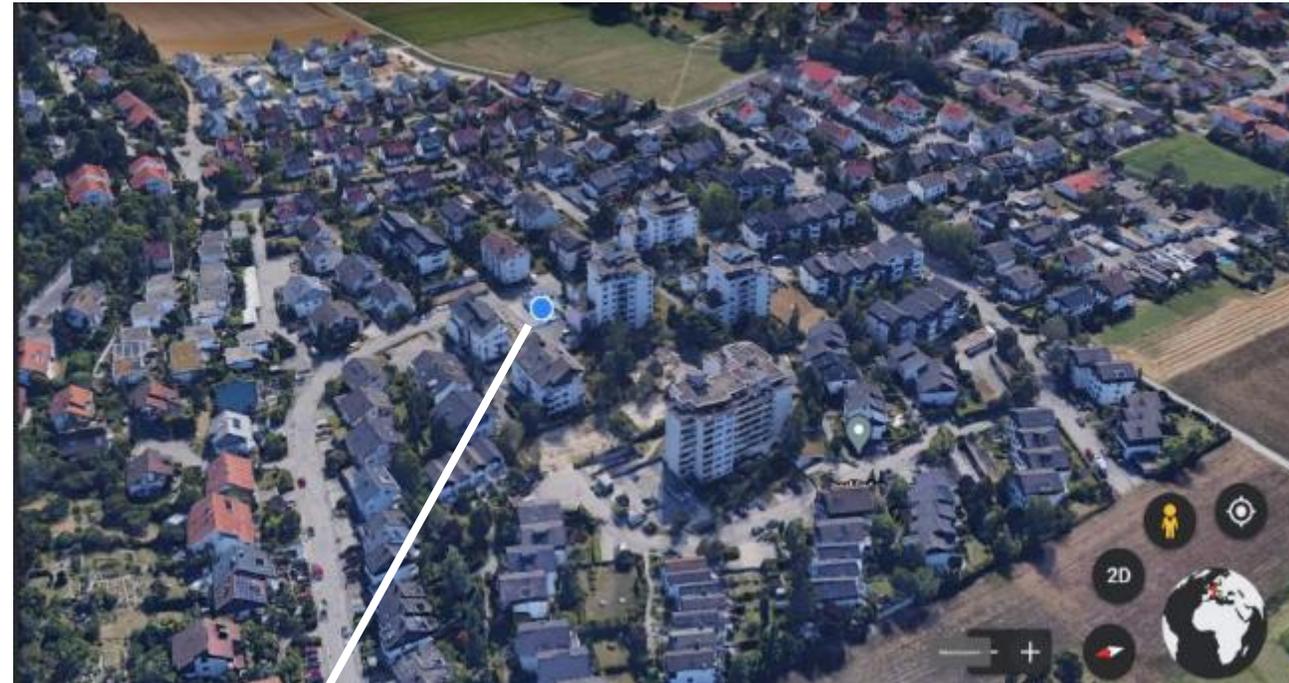
30.000 – 35.000 €/WE

46.000 – 53.000 €/WE rd. 800 – 900 €/m²_{wfl}

80 Gebäude, Siebziger Jahre
324 Wohnungen, ca. 28.300 m²
Heizzentrale Ölkessel (2,8 MW_{th}, 15 Jahre)
500.000 – 600.000 l Heizöl / Jahr
324 Eigentümer – Streubesitz
Bruchteil-Gemeinschaft!

CO₂- Footprint ca. 60 kg CO₂ / (m² a)
Ziel bis 2030 < 10 kg CO₂ / (m² a)

Jährliche Heizkosten (im Mittel, inkl. TWW)
Bis 2021: 15 € / (m² a)
Ab 2022: 24 € / (m² a)



Umsetzungsempfehlung – Paradigmenwechsel!

1. Schritt (bis 2024) Wärmepumpe als Zukunftsoption!

Gesamte Umbaukosten rd. 6,8 Mio. € (ca. 21.500 € für 90 m² WE)

2. Schritt (bis 2035) Sanierung der Gebäudehüllen

Kosten im Mittel ca. 500 € / m²_{Wfl} (ca. 45.000 € für 90 m² WE)

Fazit:

90 m² WE - Eigenmittel ca. 40.000 - 45.000 € notwendig (inkl. 30 – 40% Förderung)!

Fokus auf schnell wirkende CO₂- Reduzierung

- 1. Schritt:** Solarisierung der Gebäude-Dachflächen und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen oder Fernwärmeanschluss
- 2. Schritt:** Sukzessive Sanierung der Gebäudehülle (EH 100)

Für Neubau gilt mein „Lehrsatz“ der wirtschaftlichen Optimierung (LCC).

Zusammenfassung / Ausblick

Gebäude-CO₂- Label für Herstellung / Sanierung und Betrieb endlich einführen

CO₂- Preis - Instrument der Marktwirtschaft – sollte aktiviert werden

EH 40 für Neubau ist **nahezu wirkungslos**

Sektorenkopplung (Quartiersansatz) fördert kosteneffizientes Gesamtsystem

Fördermittel intelligent nutzen – Wirkung & tatsächliche CO₂-Einsparungen beachten

Gesetzesflut einstellen, **Überregulierungen** abbauen, **Entbürokratisierung** umsetzen

Fachkräfte-Sicherung Planung, Bau und Betrieb mit Hochdruck angehen

Klimaneutral ist nicht Kostenneutral – Haben wir die erforderlichen Milliarden noch?

Wir sollten...



Produktion von Wärmepumpen,
 Photovoltaik, Wechselrichter, Batterien,
 Grüner Wasserstoff
 ... überwiegend Europa tun!

Wir brauchen...



- Mut und viel Kapital!
 - Akzeptanz in der Gesellschaft!
- Informations-Plattform für Bürger
 Wie erreiche ich Klimaneutralität?
 „7. Sinn“ zu bester Fernsehzeit

Wir schaffen es...



- **Klimaneutralität trotz Zeitenwende?**
- Technisch Machbar!
- **Aber nicht bis 2040**
- auch nicht bis 2045!

Machen statt Reden! **Let the fossil fuel rest in peace!**

Univ. Prof. Dr.-Ing- M. Norbert Fisch

