

Passivhaus und Regenerative

Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand

Prof. Dr. Harald Krause

Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie
Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer
Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude - roteg

B.Tec Dr. Harald Krause

Passivhaus und Regenerative

Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand

Versuch einer Zusammenfassung aktueller Studien und Technologie

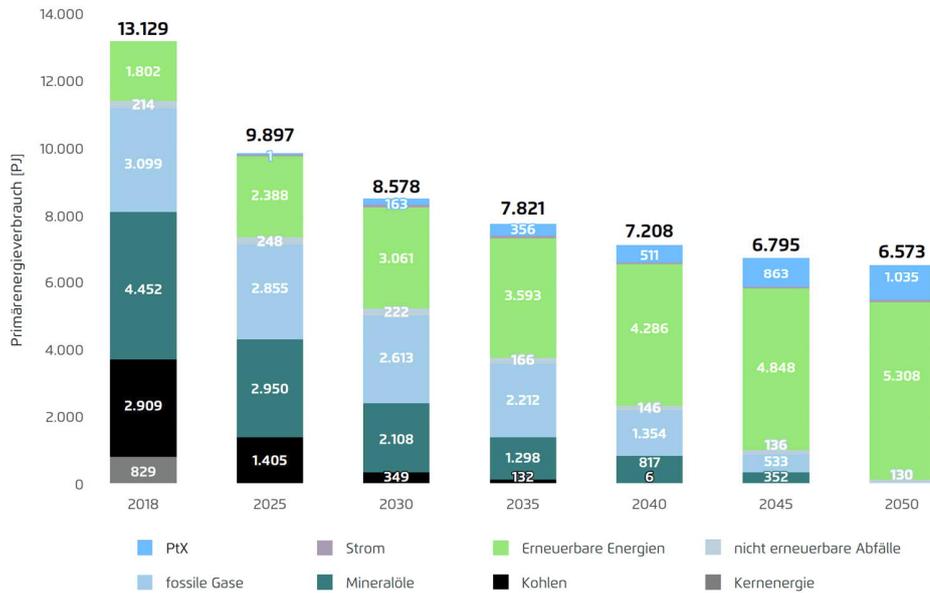
- ◆ **Energiesysteme der Zukunft**
 - Energiebereitstellung
 - Energiespeicher
- ◆ **Energieversorgung in Gebäuden**
- ◆ **Die Winterlücke in Griff kriegen**
 - Simulationsrechnung zu verschiedenen Energiestandards
 - Deckung durch Regenerative
- ◆ **Fazit, Beispiele und Ausblick**

Energiesystem der Zukunft

- ◆ Primärenergieverbrauch
- ◆ Treibhausgasemissionen
- ◆ Ausbau der Regenerativen
- ◆ Ausbau Energiespeicher

Primärenergieverbrauch

Abbildung 6

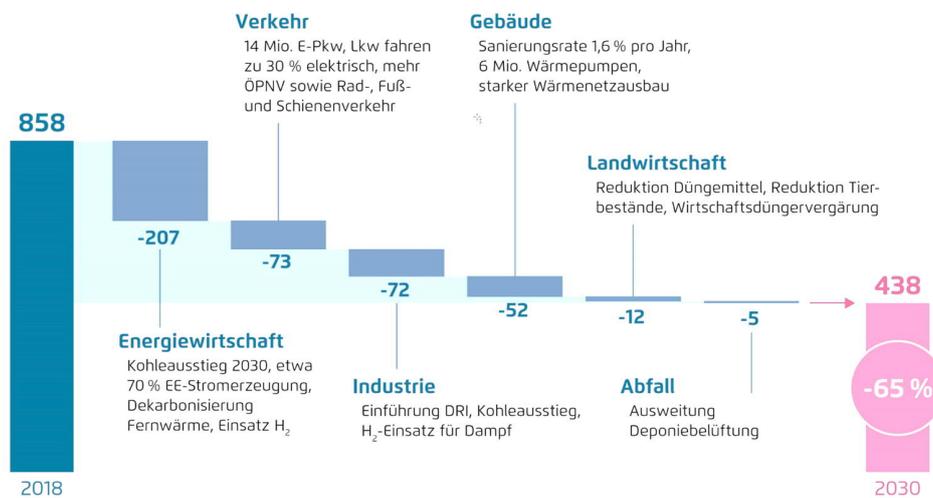


Bearbeitet von:
 Prognos AG
 Öko-Institut e.V.
 Wuppertal Institut für
 Klima, Umwelt, Energie
 gGmbH



Drei Schritte zur Klimaneutralität: Schritt 1 – 65 Prozent Minderung bis 2030
 (Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO₂-Äq)

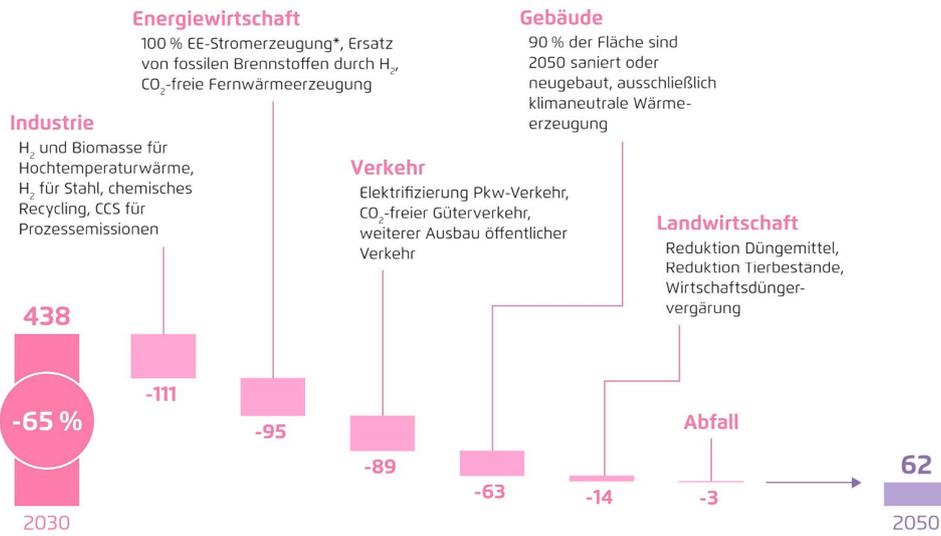
Abbildung 3



Hinweis: H₂ = Wasserstoff
 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Schritt 2 - 95 Prozent Minderung ohne Negativemissionen
(Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO₂-Äq)

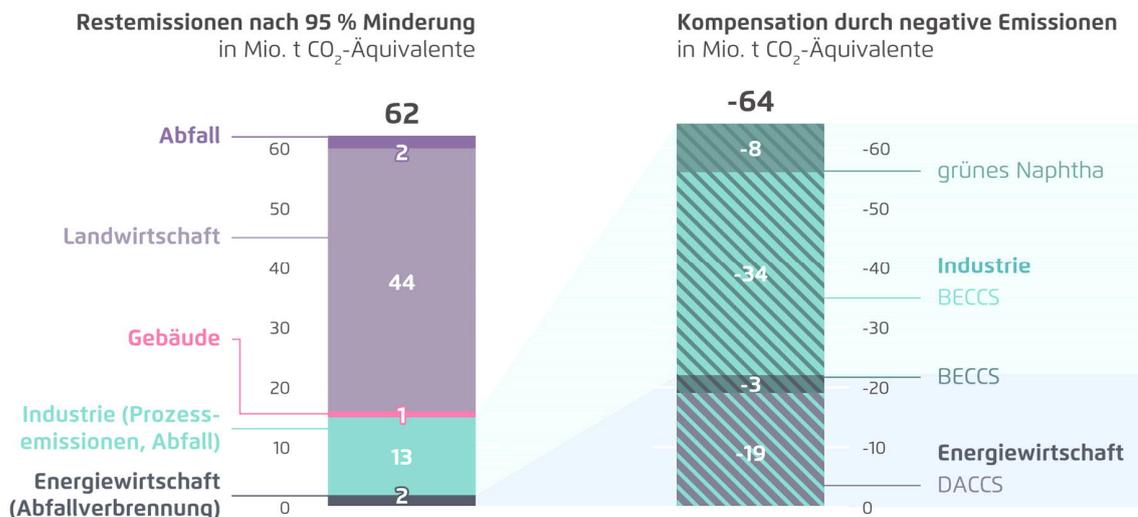
Abbildung 4



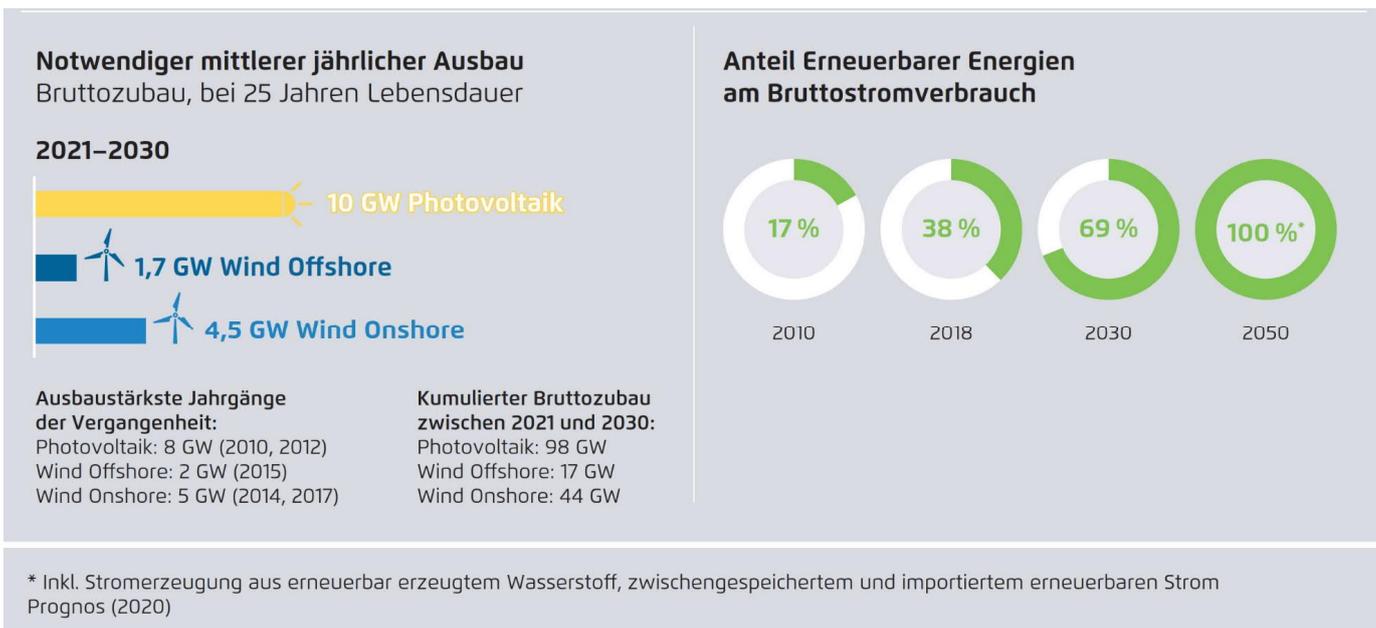
* inkl. Stromerzeugung aus erneuerbar erzeugtem Wasserstoff, zwischengespeichertem und importiertem erneuerbarem Strom.
Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

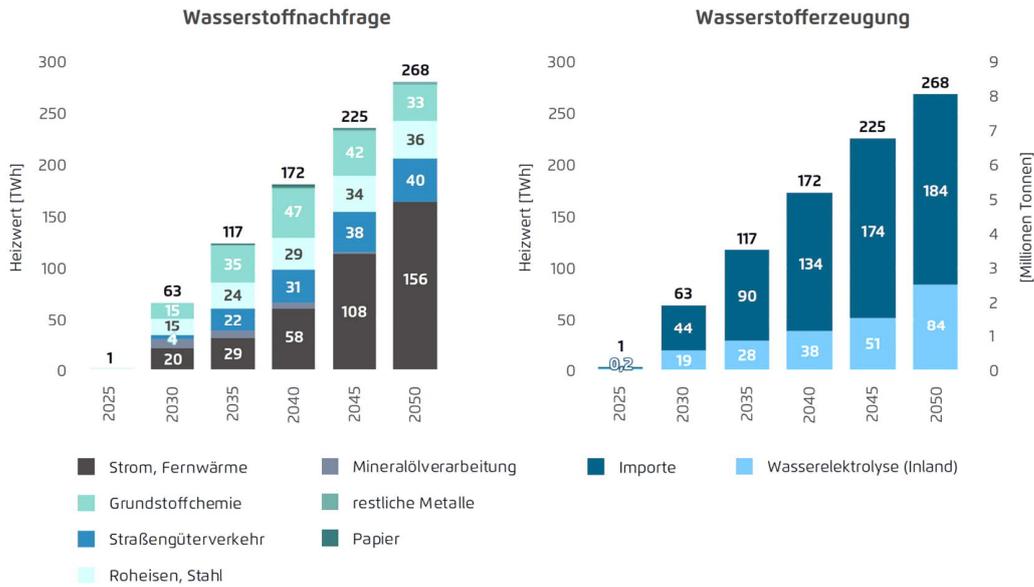
Schritt 3 im Detail – residuale THG-Emissionen und deren Kompensation in 2050

Abbildung 5



Prognos, Wuppertal Institut, Öko-Institut (2020)





Prognos, Wuppertal Institut, Öko-Institut, eigene Berechnungen | Werte in TWh (Heizwert) (2020)

Fazit: Drei Säulen für die Energiewende

nach Klimaneutrales Deutschland (Bericht Agora Energiewende Okt. 2020)



Energieversorgung in Gebäuden

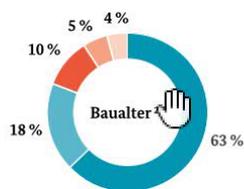
- ◆ Gebäudestruktur
- ◆ Beheizungsstruktur Neubau
- ◆ Beheizungsstruktur Bestand
- ◆ Entwicklung der Wohnflächen
- ◆ Szenarien für den Energiebedarf Wärme

Gebäudebestand in Deutschland

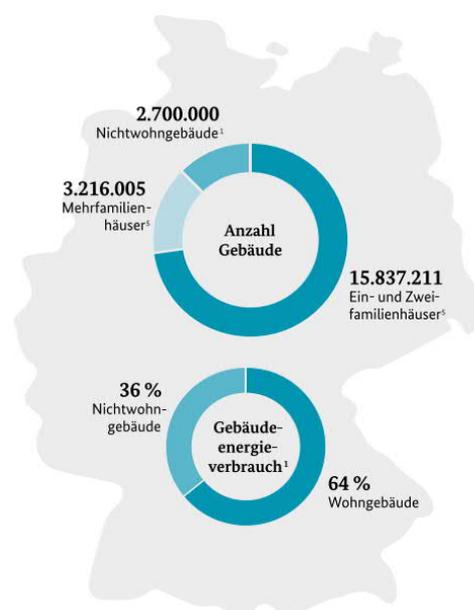
Wohngebäude

3.753.715 m²

beheizte Nettogrundfläche in Tsd.⁵



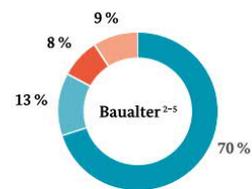
F E B S FACHPORTAL
ENERGIEEFFIZIENTES
BAUEN UND SANIEREN



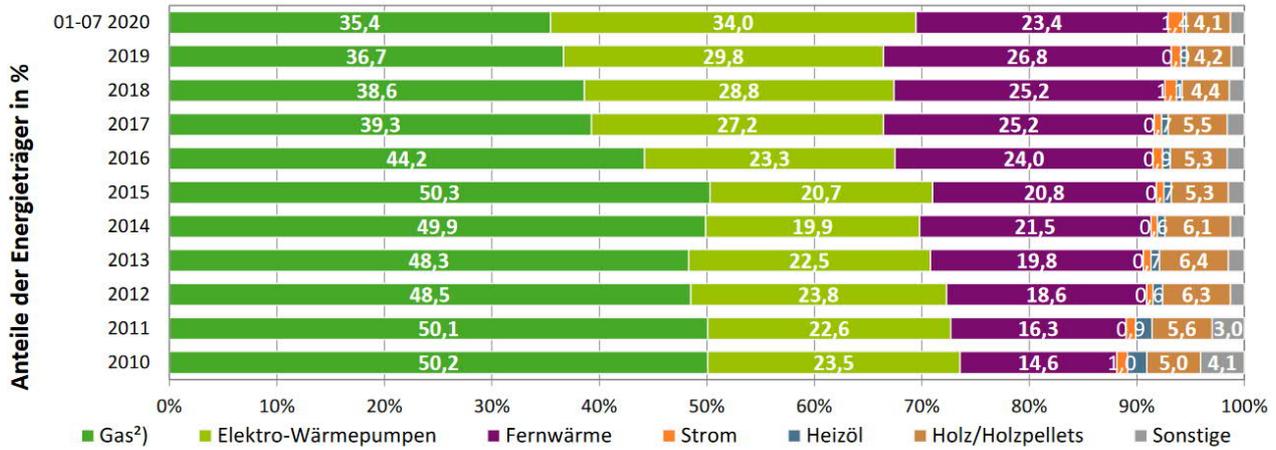
Nichtwohngebäude

1.350.000 m²

beheizte Nettogrundfläche in Tsd.¹



Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau¹⁾ in Deutschland: 10-Jahre-Rückblick bis heute



Quellen: Statistische Landesämter, BDEW; Stand 09/2020

¹⁾ zum Bau genehmigte neue Wohneinheiten; primäre Heizenergie;
²⁾ einschließlich Bioerdgas

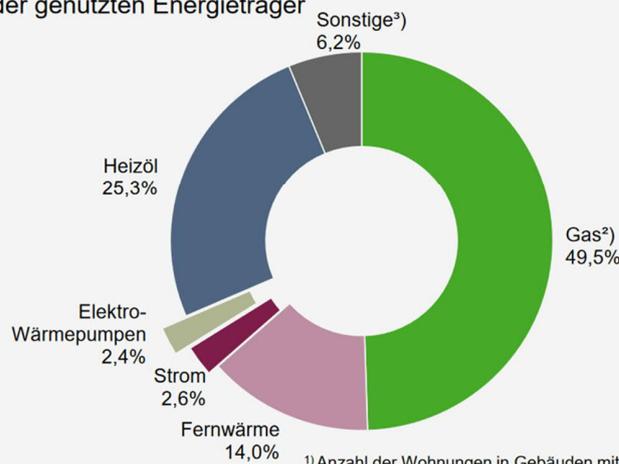
Beheizungsstruktur Gebäudebestand

Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2019

bdew
Energie. Wasser. Leben.

Wohnungsbestand: 42,3 Mio.¹⁾

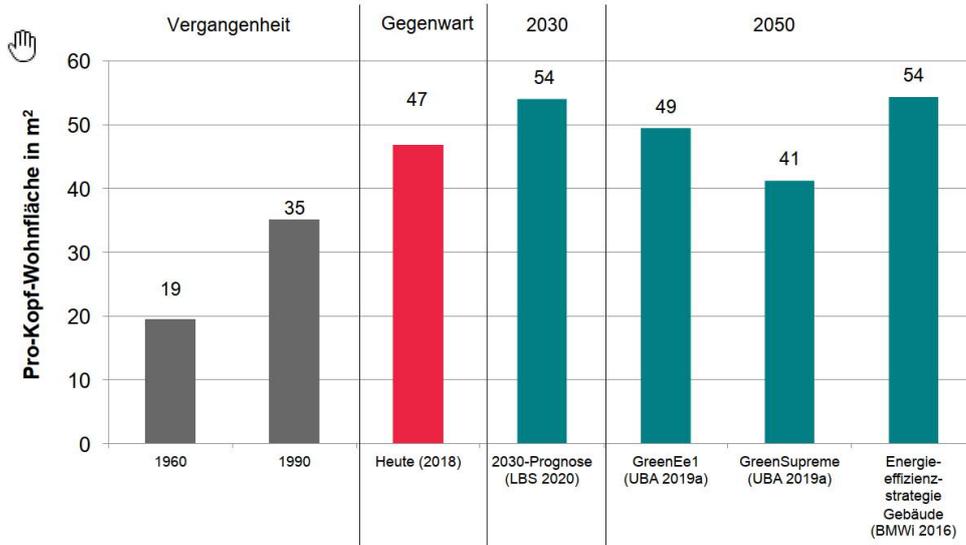
Anteile der genutzten Energieträger



Quelle: BDEW, Stand 01/2020

¹⁾ Anzahl der Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum; Heizung vorhanden
²⁾ einschließlich Bioerdgas und Flüssiggas
³⁾ Holz, Holzpellets, sonstige Biomasse, Koks/Kohle, sonstige Heizenergie

Quelle: CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Diskussionsbeitrag für Fridays for Future Deutschland
Primärquellen siehe dort



Bericht | Oktober 2020
CO₂-neutral bis 2035:
Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze

Diskussionsbeitrag für Fridays for Future Deutschland mit finanzieller Unterstützung durch die GfZ Bank (z. korrigierte Auflage)
Dr. Georg Aebels
Dr. Steffen Schmitt
Anja Kerwin
Anja Ziegler
Prof. Dr.-Ing. Manfred Fischer
Thomas Ruck
Prof. Dr. Stefan Leckebusch
Dr. Stefan März
Dietmar Schücker



Abbildung 8-4 Spezifische Wohnflächenentwicklung pro Kopf, 1960 bis 2050

Quellen: Basierend auf Destatis (2020b) und den zitierten Szenariostudien.

Quelle: CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Diskussionsbeitrag für Fridays for Future Deutschland
Primärquellen siehe dort

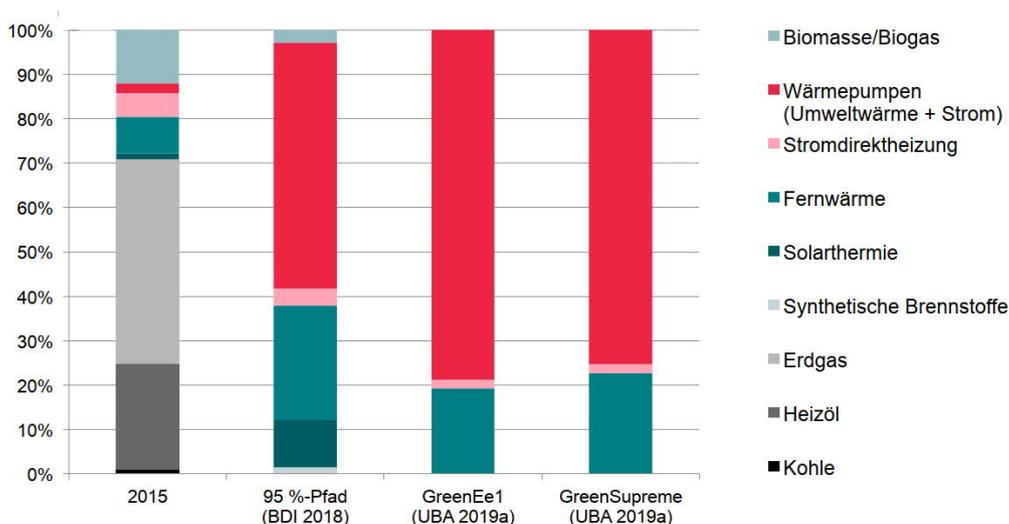


Abbildung 8-5 Beheizungsstruktur im Jahr 2050 in drei Energieszenarien mit nahezu Klimaneutralität

Quelle: Basierend auf den zitierten Szenariostudien.

Senkung des
Energiebedarfs für
Heizung und
Warmwasser um ca.
50%

2050
90% der Gebäude
sind thermisch
sanziert oder neu
gebaut

Erneuerbare
Stromerzeugung und
Elektrifizierung

2050
Hauptheizquelle
Wärmepumpen und
Fernwärme
Beides mit
Regenerativen
Quellen versorgt

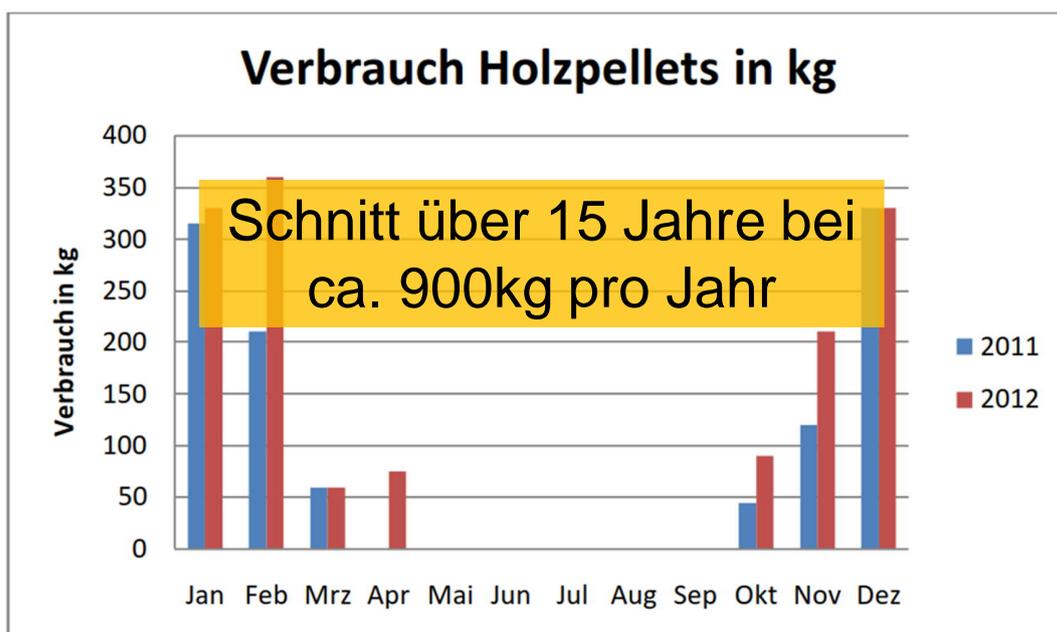
Wasserstoff als
Rohstoff und
Energieträger

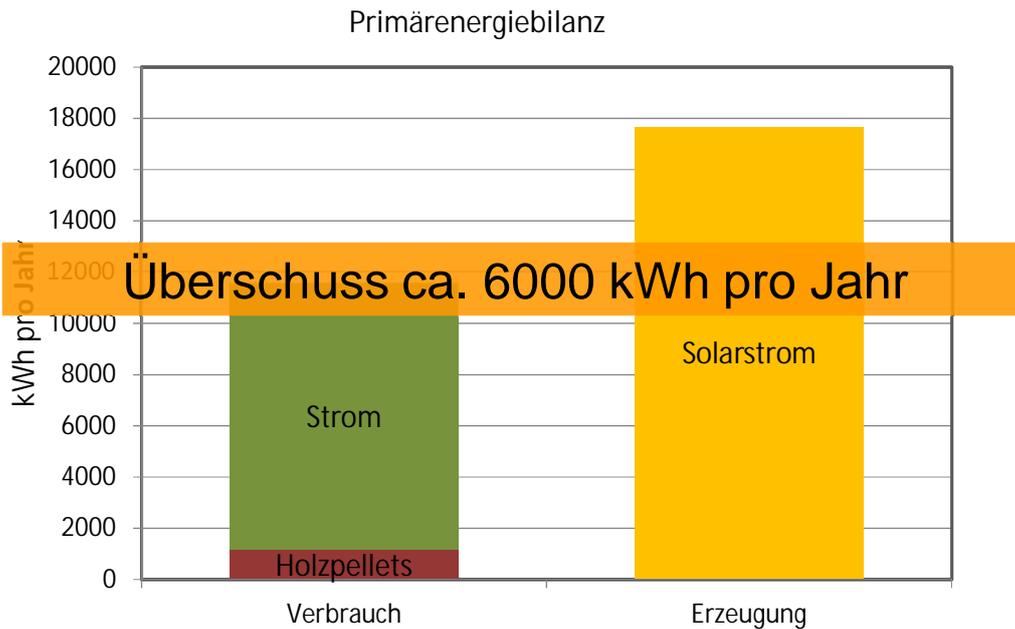
2050
Wasserstoff oder
Methan überbücken
Dunkelflauten und
dienen als saisonaler
Speicher

Die Winterlücke in Griff kriegen

- ◆ Passivhaus Samerberg
- ◆ Messwerte
- ◆ Simulation für verschiedene Energiestandards

Quelle: Harald Krause

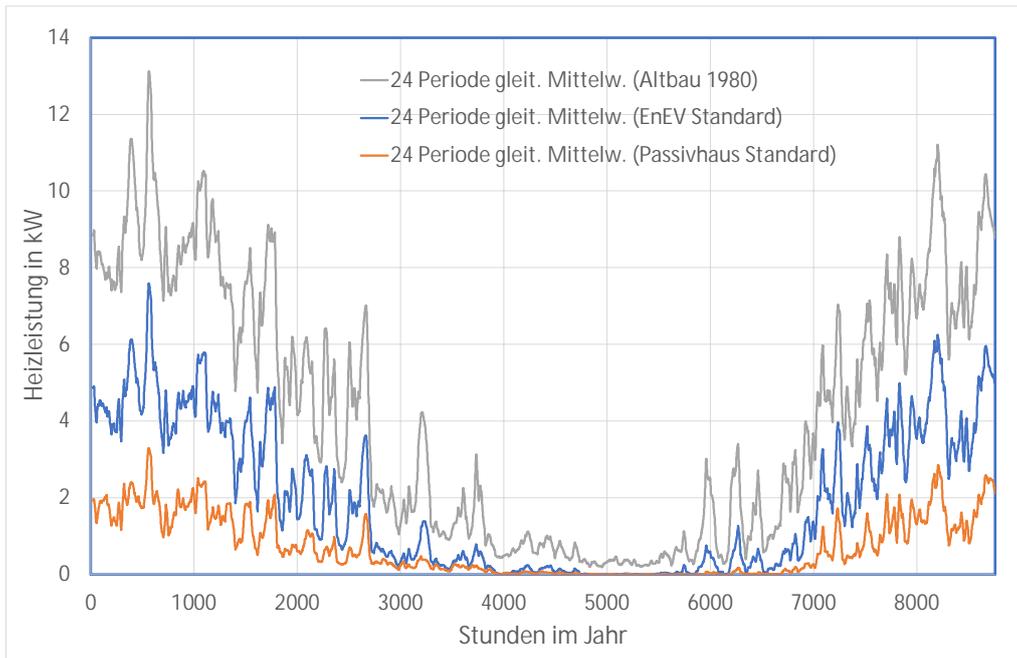




Vergleichende Simulationsrechnungen

- ◆ Dynamische Gebäudesimulation (HSETU Simulation) in Stundenschritten mit Klimadaten Samerberg (aus Meteornorm)
- ◆ Evaluation des Simulationsmodells an Hand der Messdaten
- ◆ Änderung der Anlagentechnik:
 - 8,6 kWp PV-Anlage (SW und SO)
 - keine thermische Solaranlage
 - Luft-Wasser-Wärmepumpe
 - Fußbodenheizung
 - Lithium-Ionen-Energiespeicher 12,5 kWh (9 kWh nutzbar)
- ◆ Drei Energiestandards
 - Passivhaus (wie real)
 - Aktueller gesetzlicher Neubaustandard (EnEV bzw. GEG2020), ohne Lüftungsanlage mit WRG
 - Altbaustandard (1980er), ohne Lüftungsanlage
- ◆ Haushaltsstrom im Tagesprofil mit insgesamt 5000 kWh/a

Ergebnisse Heizleistung – Wärmebedarf Passivhaus



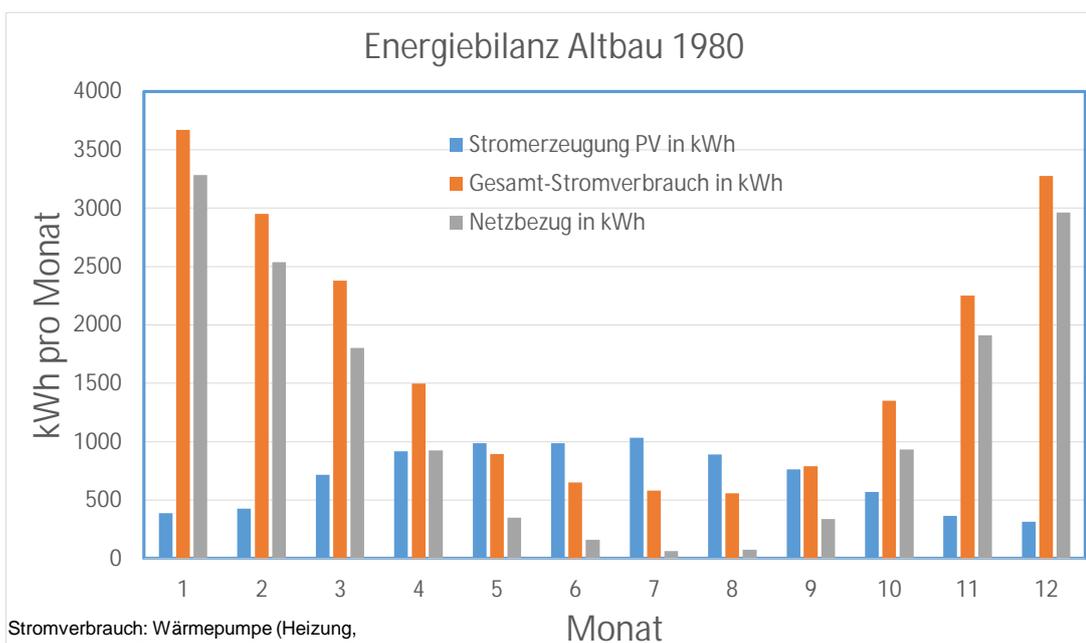
Heizwärmebedarf
Heizlast

Passivhaus
6300 kWh/a = 26 kWh/(m²a)
Maximal: 3 kW

GEG-EnEV
17200 kWh/a = 72 kWh/(m²a)
Maximal: 8 kW

Altbau BJ 1980:
38200 kWh/a = 160 kWh/(m²a)
Maximal: 13 kW

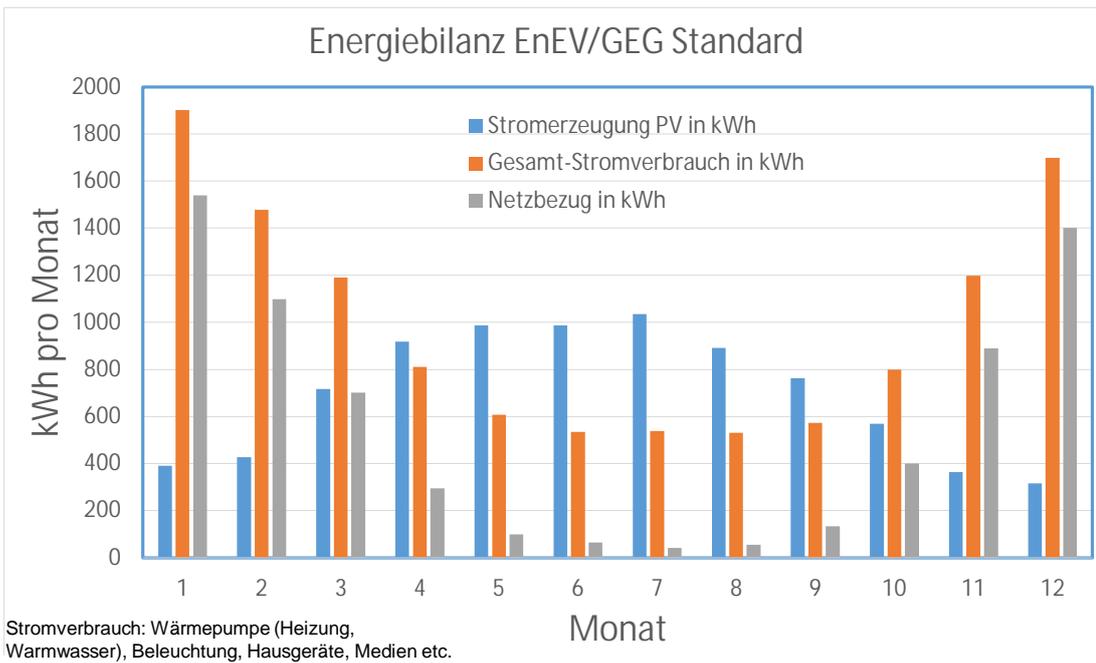
Energiebilanzen – Strom Altbau 1980 (ungefähr Gebäudebestand im Mittel)



Stromverbrauch: Wärmepumpe (Heizung, Warmwasser), Beleuchtung, Hausgeräte, Medien etc.

Jahresbilanz und Strombezug:
Altbau BJ 1980:
-7000 kWh
15.300 kWh

Jahresbilanz: Erzeugung PV - Netzbezug



Jahresbilanz und Strombezug:

Altbau BJ 1980:

-7000 kWh

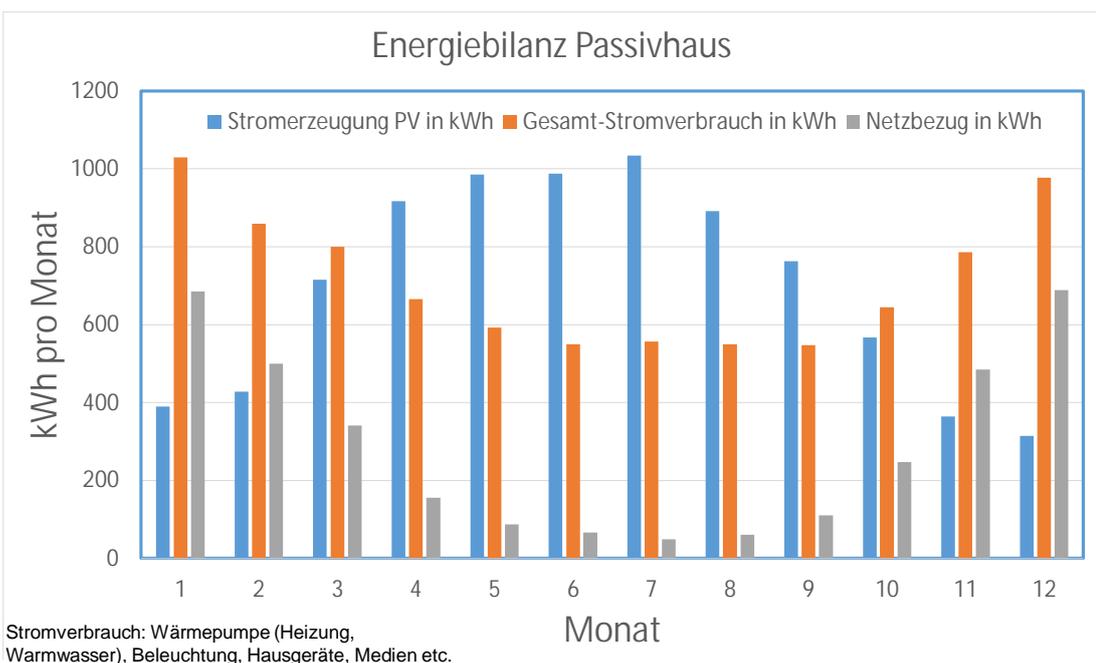
15.300 kWh

GEG-EnEV:

1600 kWh

6700 kWh

Jahresbilanz: Erzeugung PV - Netzbezug



Jahresbilanz und Strombezug:

Altbau BJ 1980:

-7000 kWh

15.300 kWh

GEG-EnEV:

1600 kWh

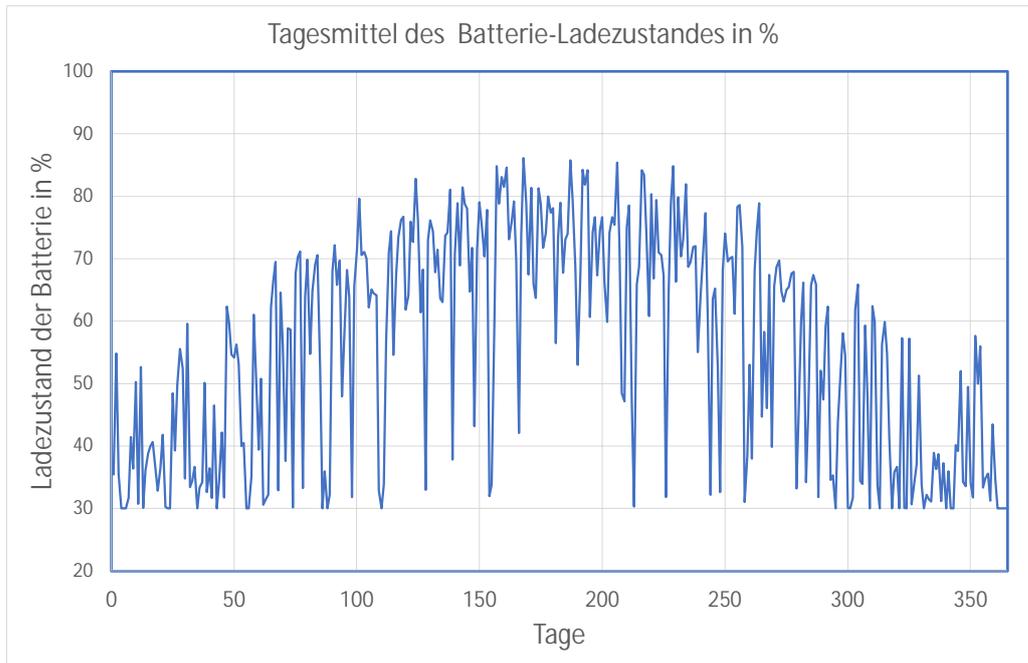
6700 kWh

Passivhaus:

4900 kWh

3500 kWh

Jahresbilanz: Erzeugung PV - Netzbezug



Wie schließen wir die Deckungslücke im Winter?

1. Deckungslücke so gering wie möglich halten:

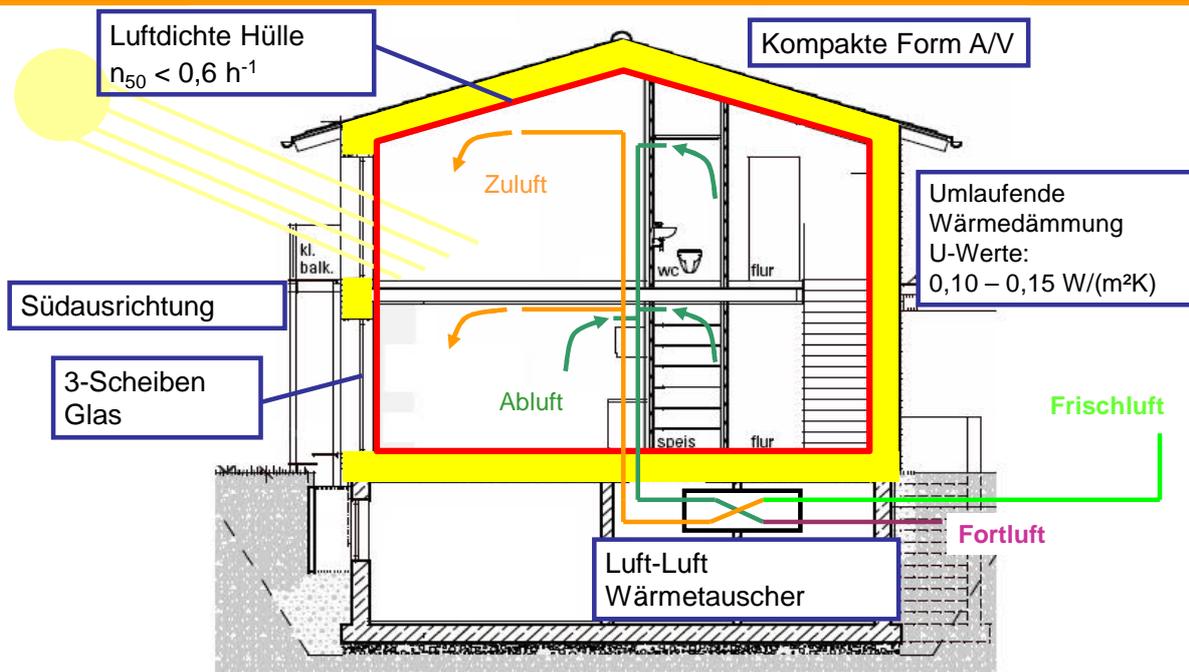
→ Endenergiebedarf des Gebäudes sollte so gering wie möglich sein

- Neubau: Passivhaus Standard
- Altbau: Sanierung auf heutiges KfW 55 Niveau
- Effiziente Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen

2. Ausbau Windenergie: Windertrag schwankt nicht so stark wie Solarertrag

3. Saisonale Energiespeicher: Sommer-Winteraustausch und Dunkelflaute

- Lithium-Ionen Akkus
- Pumpspeicherkraftwerke
- Power to X (X ist z.B. Methan oder H₂)
- Thermische Speicher, Niedertemperatur



Maßnahmen im Gebäudebereich

Amazon.de



www.shpock.com

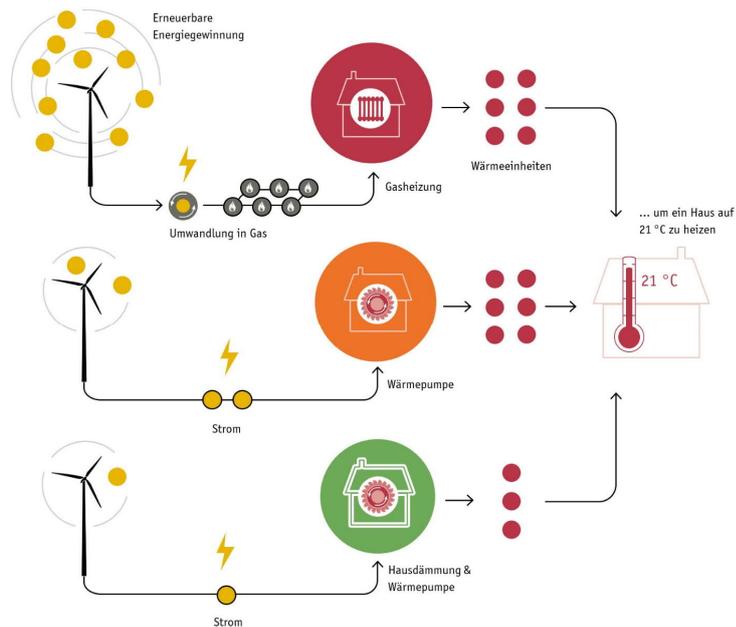


maico.de



joulia.com

Deckungslücke so gering wie möglich halten:

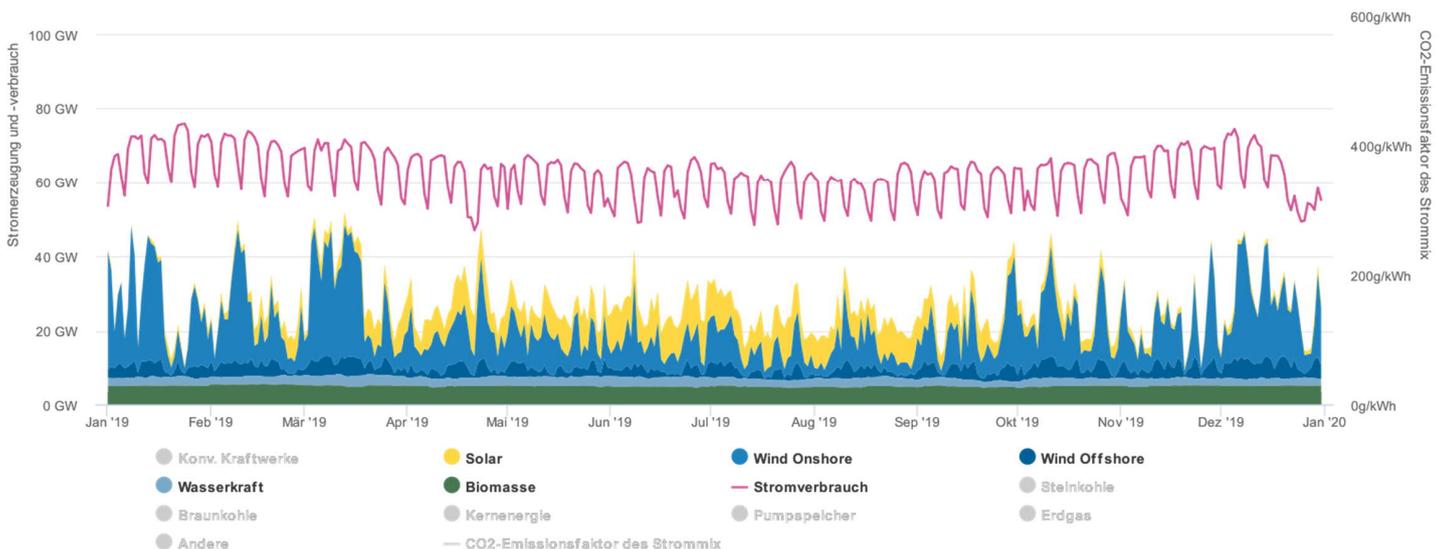


Quelle: Handbuch Klimaschutz, Karl-Martin Hentschel et al., 2020 oekom verlag München



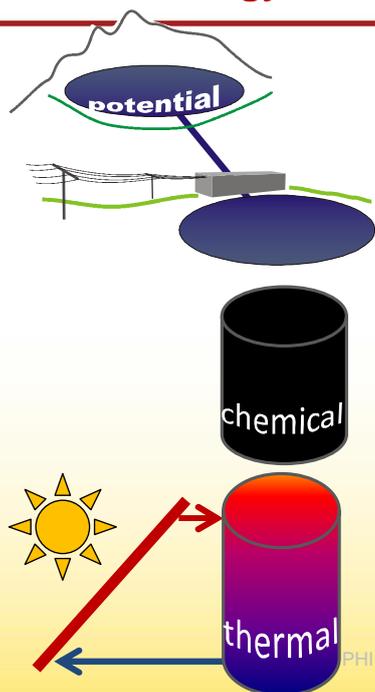
Energieerträge regenerativer Strom 2009

www.agora-energiewende.de/service/agorameter



Agora Energiewende; Stand: 12.11.2020, 11:24

Energy Storage | Energiespeicher



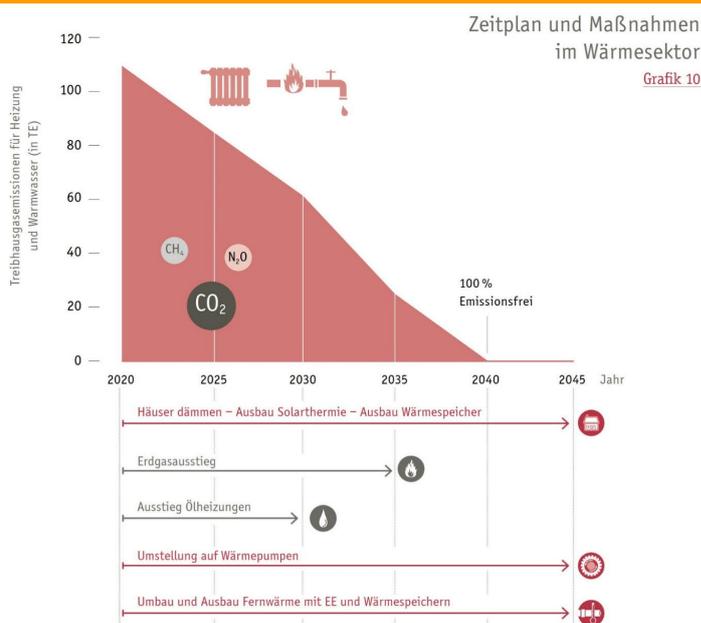
Speichertechnik	Wirkungsgrad	Tageszyklus	Jahreszyklus
		Daily cycle	Annual cycle
Storage technology	Efficiency	Storage costs	Kosten / costs per kWh @ 5 €cent/kWh Quelle / source
	[%]	[€/kWh]	[€/kWh]
Schwungrad / flywheel	95	0.153	21.20
Pumpspeicher / pump storage	80	0.008	2.60
Akku / battery	80	0	
EE H ₂ / RE H ₂	48		
EE CH ₄ / RE CH ₄	30		
HochTemperatur Speicher / High Temperature storage	45	0.016	5.90
Niedertemperatur Speicher H ₂ O Low Temperature storage H ₂ O	40	0.003	1.18
NT Speicher Erdreich / LT storage soil	30		0.7
NT Speicher Latentwärme / LT storage PCM	50	0.007	2.70

13-16 Cent/kWh

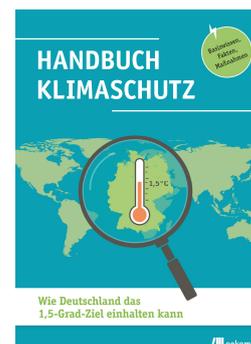
27 Cent/kWh

Quelle: Wolfgang Feist – Uni Innsbruck, Energiekonzepte – das Passivhaus im Vergleich, 17th International Passive House Conference

Möglicher Zeitplan für die Umstellung



Quelle: Handbuch Klimaschutz, Karl-Martin Hentschel et al., 2020 oekom verlag München



- ◆ Klimaneutraler Gebäudebestand 2050 ist möglich
- ◆ Massiver Ausbau Erneuerbare nötig – nicht irgendwann, sondern jetzt !
- ◆ Energiebedarf der Gebäude muss deutlich sinken – mindestens Halbierung bis 2050
 - Passivhaus im Neubau
 - KfW 55 in der Modernisierung (45% besser als jetziger Neubaustandard)
- ◆ Einstieg in erneuerbare Wasserstoff-Produktion so schnell wie möglich
 - Rohstoff für Chemie
 - Treibstoff für Flugzeuge, Schiffe, LKWs
 - Speichermedium für Stromüberschüsse im Sommer

Beispiele für Gebäude Sanierung 12 Familienhaus in Kiefersfelden



Modernisierung
vom Altbau zum
KfW 55

20cm Dämmung
Passivhausfenster

Lüftung mit
Wärmerück-
gewinnung

Pellets- statt
Ölheizung

Thermische
Solaranlage



Beispiele für Gebäude Studentisches Wohnen und Boardinghaus - campusro



Entwurf: ACMS Architekten GmbH, Wuppertal – Visualisierung: PONNIE Images

Neubau in Holzhybridbauweise

KfW 40+ Standard

Lüftung mit
Wärmerückgewinnung

Fernwärme der SW Rosenheim

Photovoltaikanlage mit
Batteriespeichern

Grünflächen- und
Gebäudebegrünungskonzept



MFH Piusplatz München - Gewofag



Massivbau + WDVS, 1600 m² Wfl.,
Passivhausfenster, Zentrale Lüftung mit
Wärmerückgewinnung,
Gaswärmepumpe bzw. Fernwärme

Quelle: Allmann
Sattler Wappner .
Architekten GmbH



Passivhaus Kongresszentrum Knivsta - Schweden



Fotos: Jansin & Hammarling – www.igpassivhus.se

Passivhaus Schule Huddinge - Schweden



Fotos: Mattias Hamrén – www.igpassivhus.se

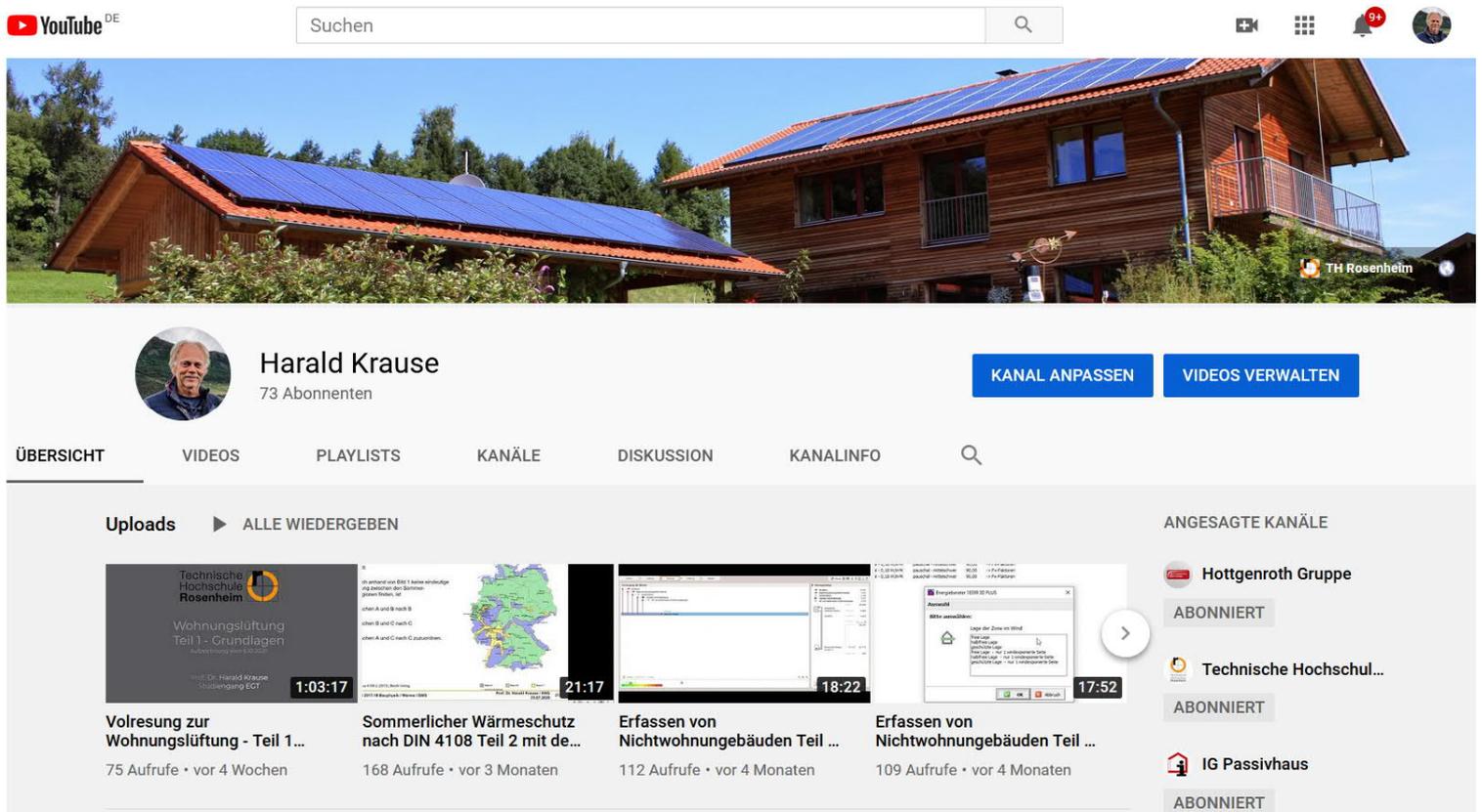


Meine Vision:

Das Gebäude der Zukunft muss nicht nur klimaneutral sein, sondern soll für die Natur und damit auch uns Menschen ein Mehrwert bringen !



- Bauweise
- Begrünung, Lebensraum für Tiere
- Wassermanagement
- Plusenergie
- Mobilität
- Rückbau
- Quartierskonzepte - Sektorkopplung



The screenshot shows the YouTube channel page for Harald Krause, who has 73 subscribers. The channel features several videos related to building energy efficiency and climate. The main video shown is 'Volresung zur Wohnungslüftung - Teil 1...' with 75 views. Other videos include 'Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108 Teil 2 mit de...', 'Erfassen von Nichtwohngebäuden Teil ...', and 'Erfassen von Nichtwohngebäuden Teil ...'. The channel also lists 'ANGESAGTE KANÄLE' such as 'Hottgenroth Gruppe', 'Technische Hochschul...', and 'IG Passivhaus'.

ICH STUDIERE

EGT.

WEIL ES FÜR
KLIMAHELD  INNEN
KEIN BESSERES
STUDIUM GIBT.