

Erneuerbare Wärme - klimaneutrale Wärmeversorgung in Wohngebäuden

Erreichung der Klimaschutzziele bei Mehrfamilienhäusern

Marc Großklos, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

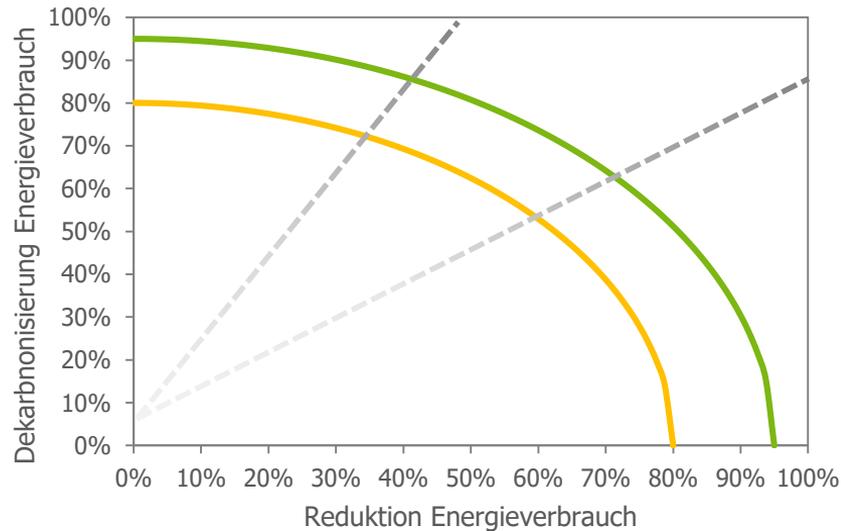
- Forschungseinrichtung des Landes Hessen und der Stadt Darmstadt
- ca. 35 Mitarbeiter
- Forschungsfelder:
 - Wohnungsmärkte und -politik
 - Energetische Gebäudebewertung und -optimierung
 - Strategien für den Gebäudebestand
 - Handlungslogiken von Akteuren



Ansicht des neuen IWU-Hauses, das mit Passivhaus-Komponenten saniert wurde

- Regenerative Wärmeversorgung des deutschen Gebäudebestandes
- Transformation von Mehrfamilienhäusern
- Beispiel 1: MFH-Sanierung in Frankfurt
- Beispiel 2: MFH-Sanierung in Darmstadt
- Zusammenfassung

- Zeitpunkt Erreichung der Klimaneutralität ~~2030~~ ~~2045~~ ~~2040~~ 2035
- Größte Aufgabe bei den Bestandsgebäuden
- Energieeffizienz und Dekarbonisierung erforderlich



Reduktion Wärmebedarf für Wohngebäude in Deutschland

IWU-Szenarien:

- Ausgangspunkt 2015 ca. 550 TWh/a
- Trend 2050: 450 TWh/a
- realistisch erreichbar: 300-400 TWh/a
- (Optimistische Untergrenze: 250 TWh/a)

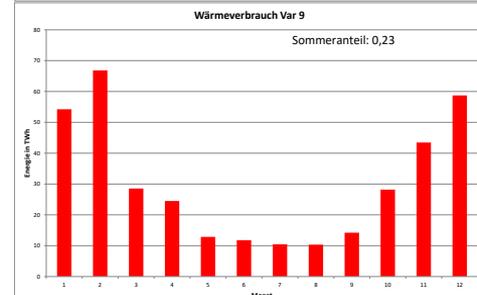
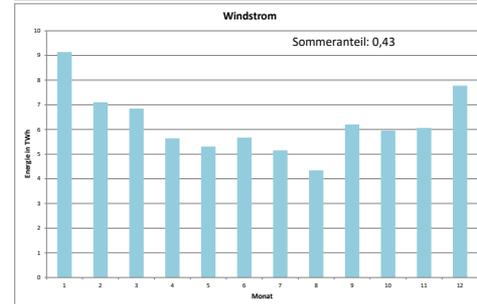
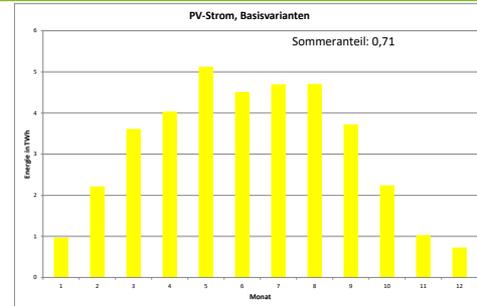
- ⇒ Intervallmitte: 350 TWh/a ⇒ -37 %

Ergebnisse des Projekts:

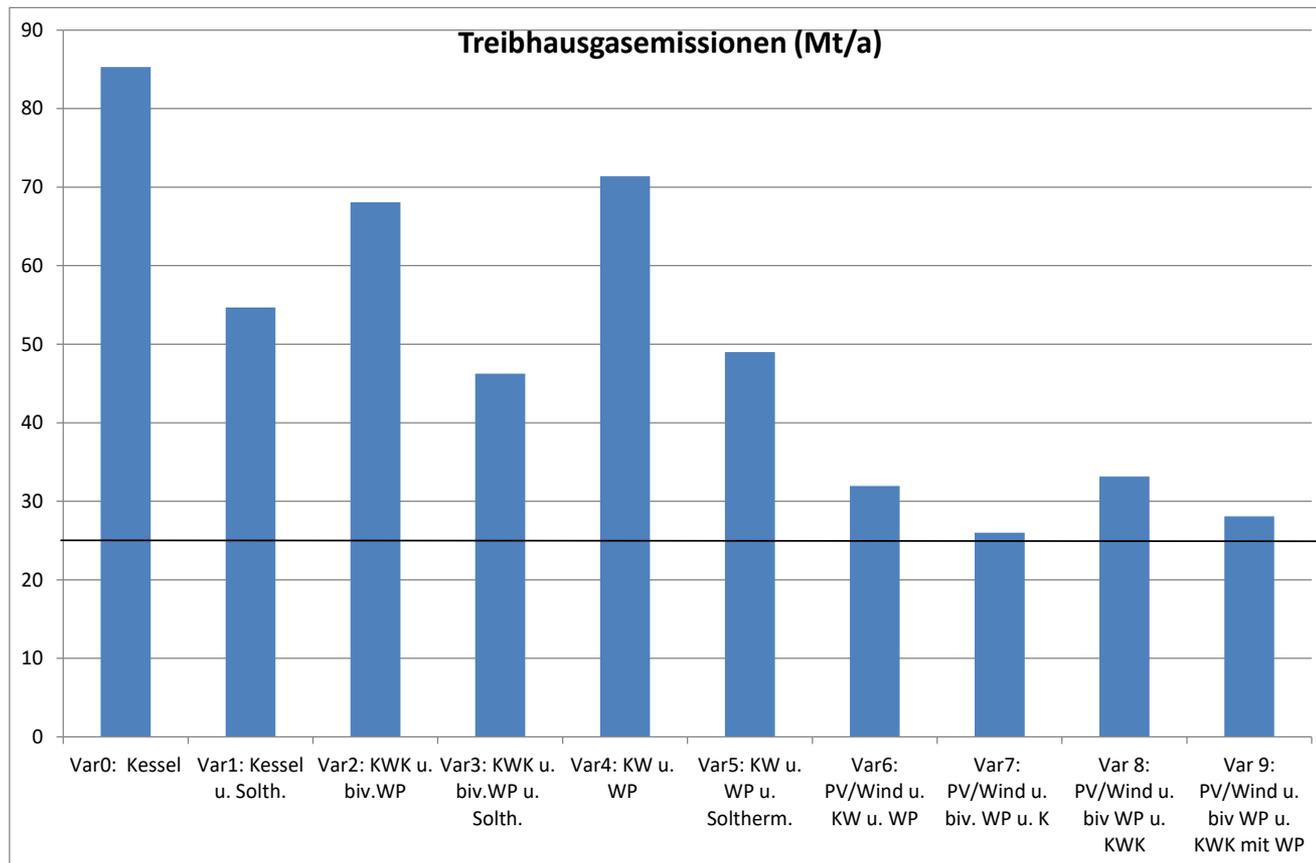
Energieeffizienz und zukünftige Energieversorgung im Wohngebäudesektor: Analyse des zeitlichen Ausgleichs von Energieangebot und -nachfrage (EE-GebäudeZukunft)

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

- Sonnenenergie „passt“ nicht gut, aber wichtig
Flächenpotenziale auf Gebäuden nutzen
- Schlüsselrolle der Windenergie
Potenziale begrenzt
- Biomasse: *Potenziale begrenzt*
für energetische Nutzung nur ca. $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})!$
kaum steigerbar

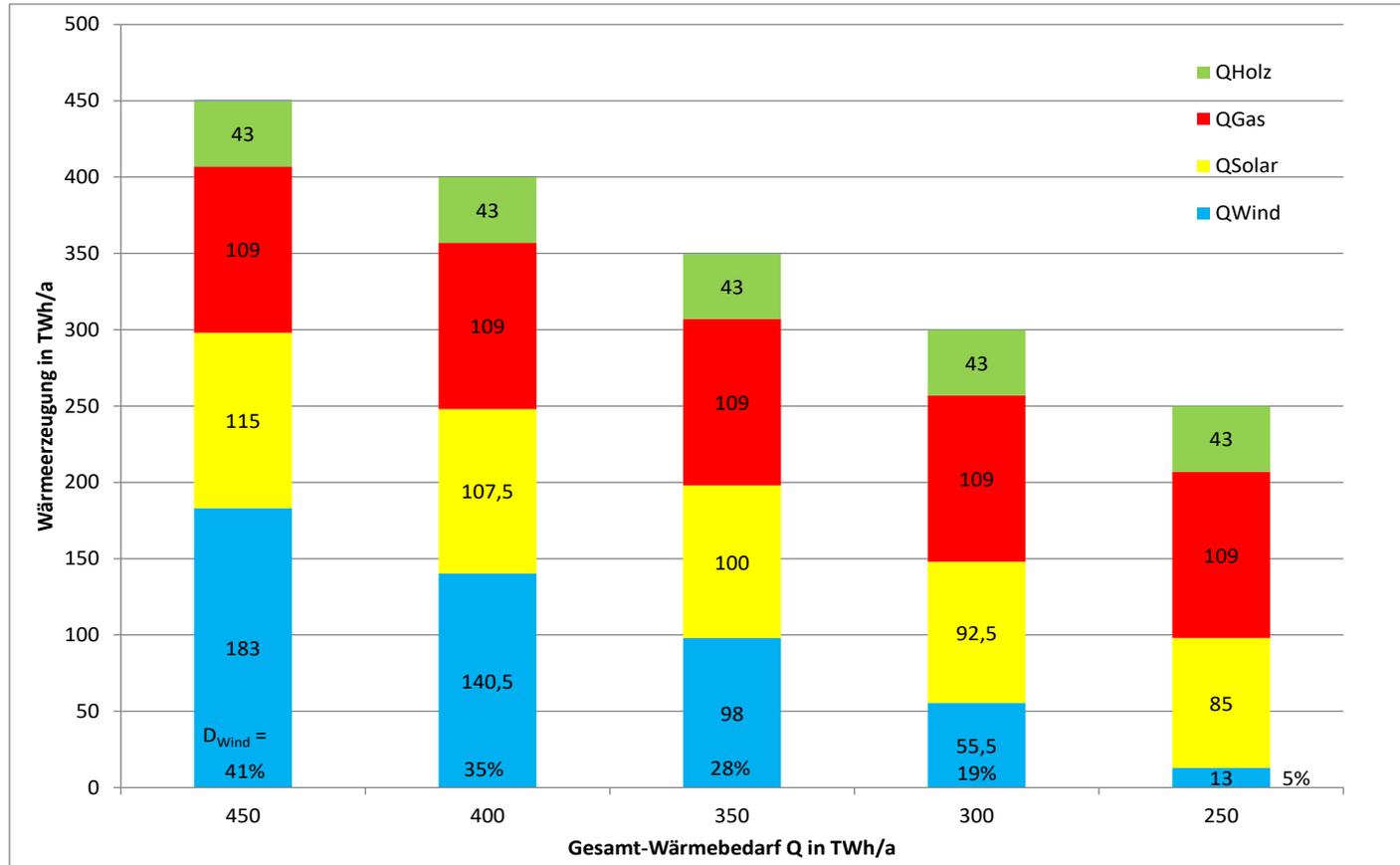


Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Versorgungsvarianten



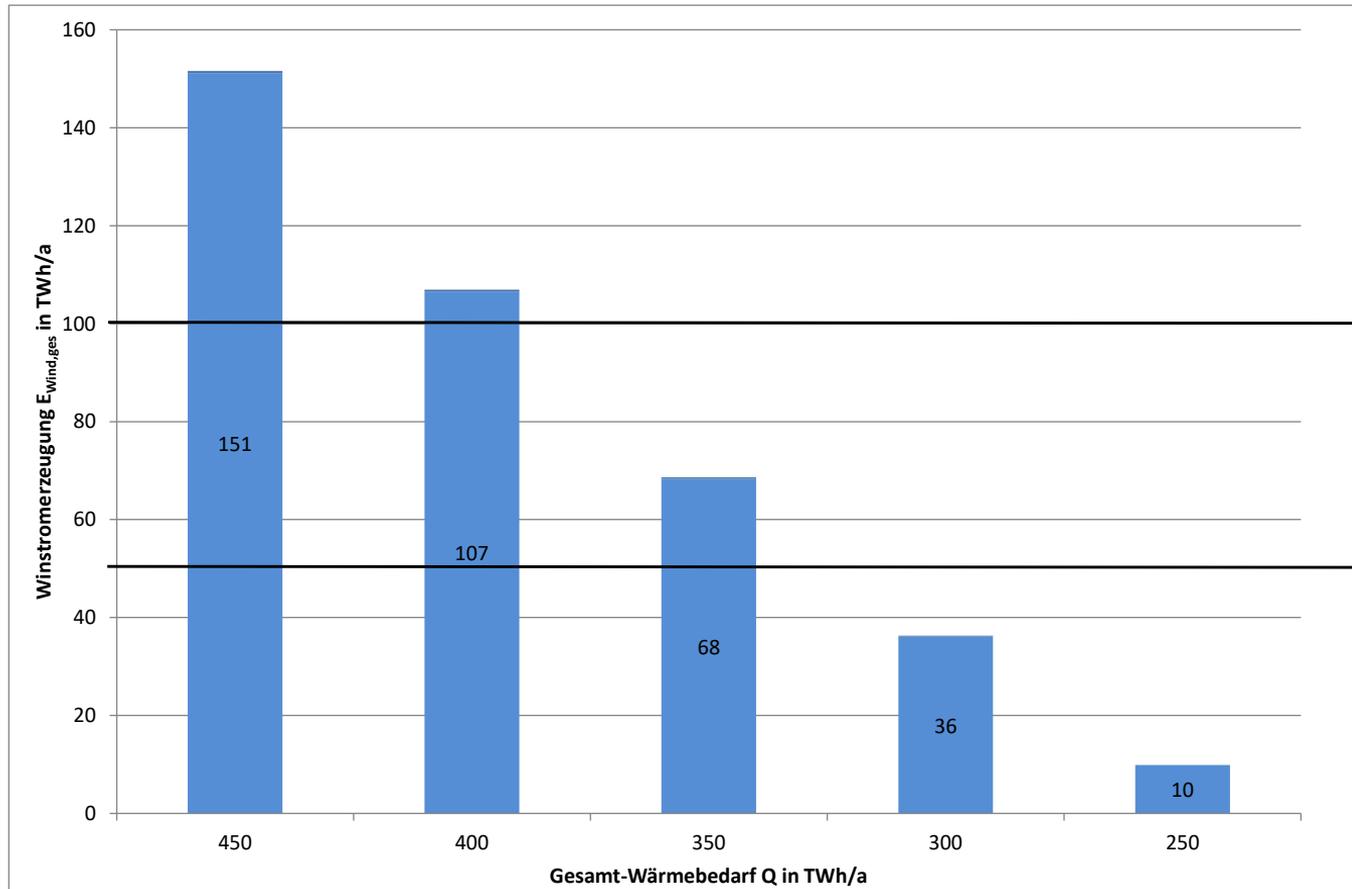
Reduktionsziel:
87,5 % (25 Mt/a)

Anteile unterschiedlicher Energieträger bei verschiedenen Wärmebedarfen



Reduktionsziel:
87,5 % (25 Mt/a)

Windstrombedarf in Abhängigkeit des Wärmebedarfs bei 87,5 % THG-Reduktion

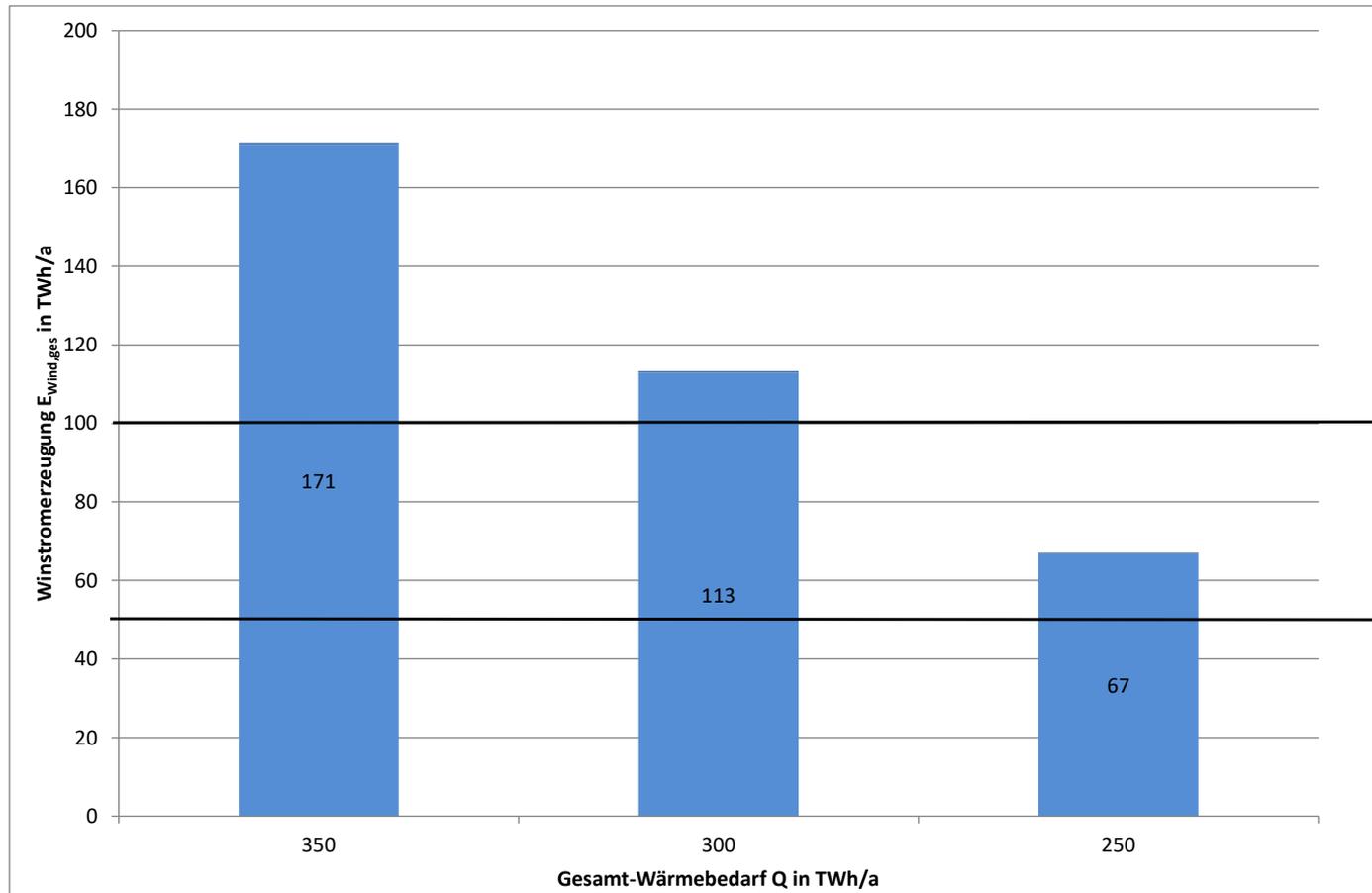


Potenzialgrenze Wind

oberer Wert

unterer Wert

Windstrombedarf in Abhängigkeit des Wärmebedarfs bei 95 % THG-Reduktion



Potenzialgrenze Wind

oberer Wert

unterer Wert

- Neubauten erhöhen die THG-Emissionen
⇒ so gut wie möglich: KfW Effizienzhaus 40 oder Passivhaus
- Lüftungsanlagen mit WRG empfohlen
- Dachflächen für Sonnenenergienutzung (PV)
⇒ rechtliche Hürden im MFH beseitigen!
- Gebäude müssen Strom aus Windkraft nutzen können
⇒ Wärmepumpe
- Wärmespeicher
- Kein Brennstoffverbrauch im Sommer

- Je geringer der Energieverbrauch, desto eher ist eine regenerative Energieversorgung möglich
- Bestandsgebäude so gut wie möglich:
 - ⇒ Ziel: KfW Effizienzhaus 55 (nicht überall möglich)
- Dachflächen für Sonnenenergienutzung (PV)
- Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung jetzt!
- Im Bestand nennenswerter Anteil (bivalenten) Wärmepumpen erforderlich (Windkraftnutzung)
- Regenerative Wärmenetze in geeigneten Bereichen

- **Sanierungsrate** ist mindestens genau so wichtig, wie Sanierungstiefe!
- Bisher ca. 1 %, mehr als Verdoppelung erforderlich
- Wird die Sanierungsrate nicht deutlich erhöht, wird das verbleibende **Gesamtbudget** überschritten, bevor eine Klimaneutralität erreicht werden kann
- Klimaneutralität wird im Gesamt-Energiesystem erreicht – **Einzelgebäude** müssen die **Voraussetzung** dafür **schaffen**

- Minimierung Heizwärmebedarf
- Energieeffiziente Warmwasserbereitung
- Minimierung der Verteilverluste
- Sparsame Nutzung beim Haushaltsstrom
- Sonnenenergienutzung
- Regenerative Wärmeversorgung



Minimierung Heizwärmebedarf

- Dämmung Gebäudehülle
- Minimierung von Wärmebrücken
- Lüftungsanlagen
- Niedriges Temperaturniveau Heizung



- Temperaturniveau absenken
(im Rahmen der Möglichkeiten der TrinkwV)
 - ⇒ WW-Bereitung direkt an der Zapfstelle
 - ⇒ Ultrafiltration, Diaphragmalyse
- Spararmaturen
- Duschwasserwärmerückgewinnung



Minimierung der Verteilverluste

- Dämmung Verteilleitungen über Mindestanforderungen hinaus
- Möglichst wenige Leitungen im unbeheizten Bereich
- Absenkung Temperaturniveau
- Rohr-in-Rohr-Zirkulation



- Energieeffiziente Haushaltsgeräte (z.B. vom Vermieter installiert)
- Energieberatung in der Wohnung
- Verbrauchsrückmeldungen an Mieter



Sonnenenergienutzung

Regenerative Wärmeversorgung

- Photovoltaik auf allen Dächern
- Solarthermie im MFH immer noch interessant
- (Bivalente) Wärmepumpen auch in Bestandsgebäuden
- Regenerative Fernwärme bietet Möglichkeiten in Städten



Komplettsanierungen sind die Ausnahme

- Bei Sanierung einzelner Bauteile/
Komponenten Zielzustand des
Gebäudes im Blick behalten
- Individuellen Sanierungsfahrplan



Beispiel 1: Rotlintstraße, Frankfurt a.M.

Modernisierung von sieben Mehrfamilien- häusern



Zustand vor Modernisierung

- Baujahr 1956
- 7 Gebäude in drei Blöcken
- 61 Wohnungen (54 vorher)
- ca. 3800 m² Energiebezugsfläche nach Modernisierung
- Fertigstellung letzter Bauabschnitt: Juni 2011



- Passivhaus-Standard bei Bestandsgebäuden
- Dämmung überwiegen aus nachwachsenden oder recycelten Materialien
- Effizienzsteigerungen bei Warmwasser, Wärmeverteilung und Strom
- Überwiegend regenerative Energieversorgung für Wärme
- Null-Emission für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsstrom
- Vermietung im Warmmietmodell (Heizung und Erwärmung Warmwasser)

Bauherr:	ABG FRANKFURT HOLDING
Architektur, Planung, Bauleitung:	faktor10, Darmstadt
Statik, Brandschutz:	bauart Konstructions, Lauterbach
Haustechnik:	IB Baumgartner, Mörlenbach
Wissenschaftliche Begleitung:	Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Förderung: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zusammen mit Europäischer Fonds für regionale Entwicklung der EU

"Investition in Ihre Zukunft"

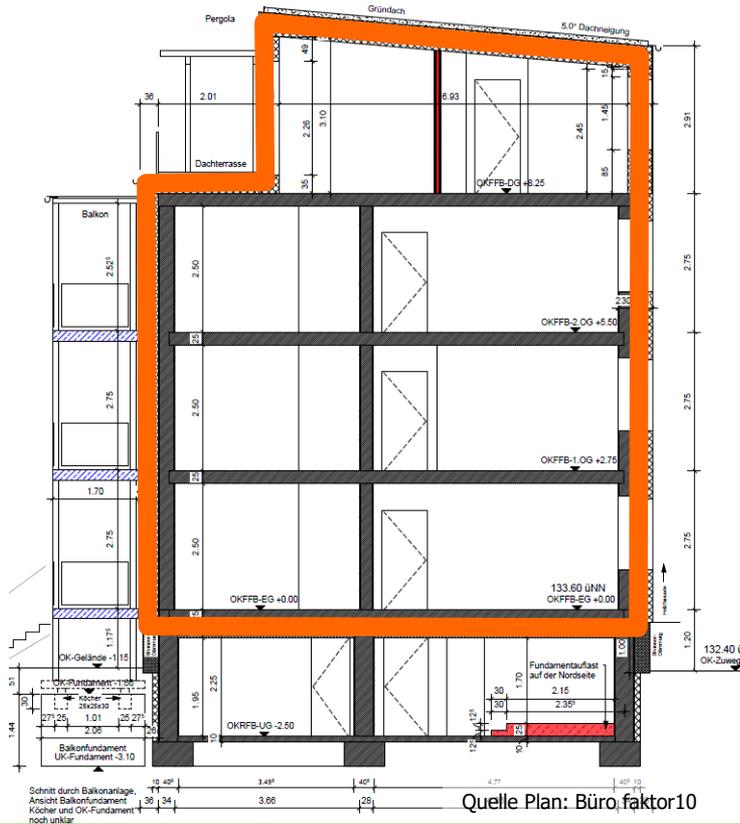


Umfangreiches Sanierungskonzept

- Abriss alter Kamine
- Abriss alte Balkone
- Verbesserung Trittschallschutz
- Anpassung der Grundrisse
- Neue Bäder und Küchen
- Abriss altes Dachgeschoss
- Aufstockung neues Staffelgeschoss
- Statische Ertüchtigung und Trockenlegung im Keller
- Neue Verlegung der Verteilung für Heizung, Wasser, Abwasser, Elektro
- Einbau Aufzüge
- Verbesserung des Wohnumfeldes



Energetisches Modernisierungskonzept



- ▶ Kellerdeckendämmung
- ▶ Passivhausfenster
- ▶ Außenwanddämmung mit Zelluloseflocken
- ▶ neue, vorgestellte, thermisch getrennte Balkone
- ▶ Einbau wohnungsweiser Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- ▶ Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung
- ▶ Rapsöl-BHKW zur Deckung des Rest-Wärmebedarfs (zus. Gas-Spitzenlasttherme)



Abhängung unter der Kellerdecke befestigen



Verkleidung mit Gipsfaser-platten, so dass ein Hohlraum von 26 cm entsteht, der mit Zelluloseflocken ausgeblasen wird



Dämmung Abgang Kellertreppe und der Unterseite der Treppe zum EG mit PU-Platten (4/8 cm)

26 cm Dämmung unter der Kellerdecke mit Zelluloseflocken



Montage der Passivhaus-Fenster vor die Bestands-
wand mit thermischer Trennung an der Fensterbank
durch Purenit (zw. Fenster und Setzholz)



Abdichtung der Fenster auf den Außenputz der Bestandswand

Einbau der Passivhaus-Fenster



Abdichtung oberste Geschossdecke und Erweiterung Treppenhaus und Fahrstuhlschacht

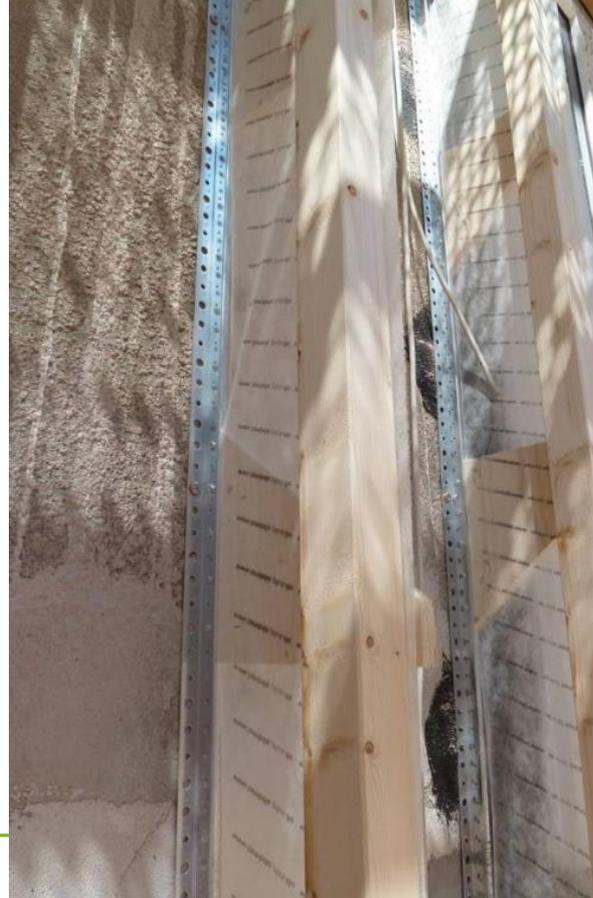


Treppenhaus mit Konstruktion des Daches aus TJI-Trägern, bevor sie mit einer OSB-Platte geschlossen und mit 40 cm Zellulose ausgeblasen wurde



Ausblasen der Wandelemente im Dachgeschoss

Aufsetzen eines neuen Staffelgeschosses in Holzleichtbau



Befestigung von Metallschienen
mit Schichtholzkonsolen (27 cm)
an der Bestandswand



Eine Sparschalung bildet den Untergrund für die Putzträgerplatten



Sparschalung und magnesit-gebundene Holzwolleplatten (3,5 cm dick) als Putzträger montiert.
Ausblasen der Gefache mit Zellulose durch die Bohrungen

Ansicht der fertigen Fassade



Fassadenansicht vor Montage der vorgestellten, thermisch getrennten Balkone



Montage der Balkone

- ▶ U-Wert der Fassade: $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ▶ Gesamtdicke der Fassade: 34 cm



Lüftungsgerät mit
Wärmerückgewinnung im Badezimmer



Verlegung der Frisch/Fortluft in einem
gedämmten Schacht unter der Decke im Bad;
Luftverteilung im Bereich einer abgehängten
Decke im Flur



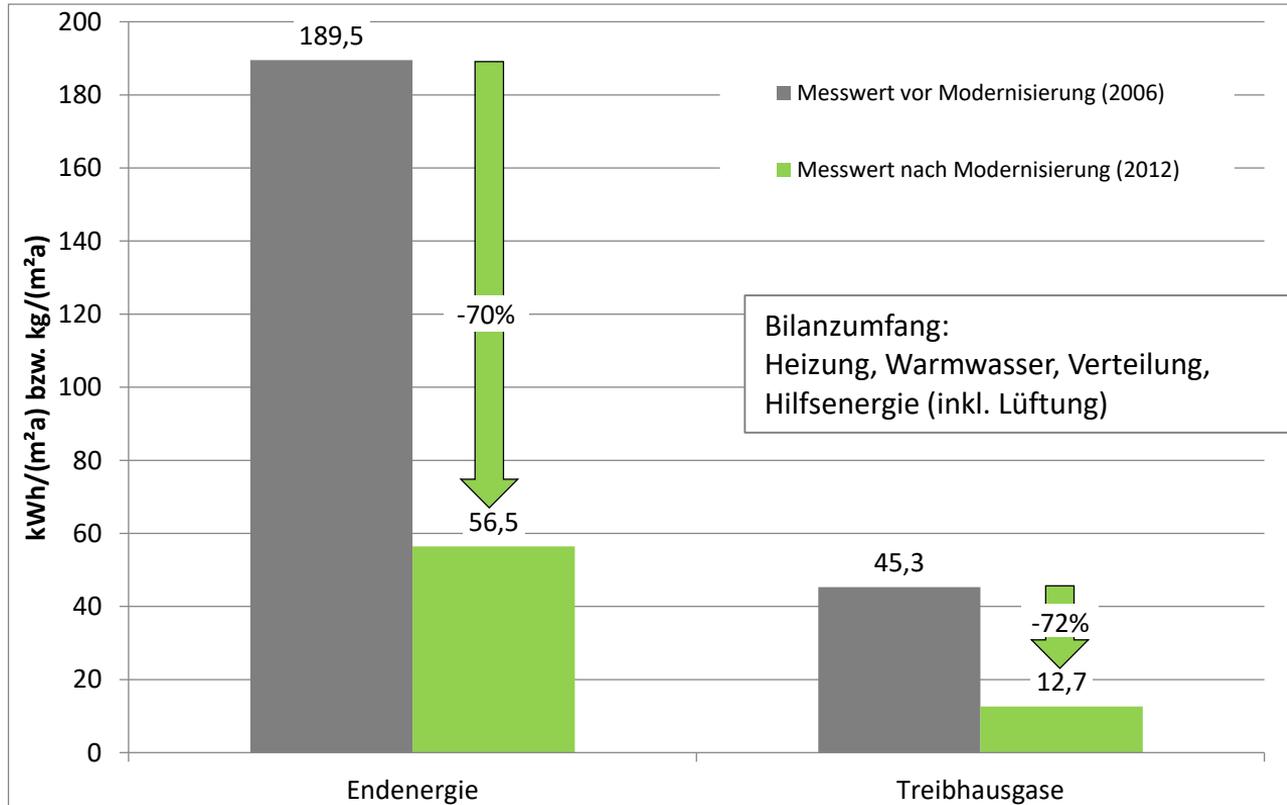
Verteilung im Bad mit
Nachheizregister



Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung je Wohnung



- Wasser-Spararmaturen in allen Wohnungen
- Thermische Solaranlage (32 m²) auf jedem der drei Blöcke und Solarspeicher (2 x 800 L)
- Reduktion der Verteilverluste für Heizung und Warmwasser durch Dämmung der Verteilleitungen mit 50 mm im Gebäude
- Rohr-in-Rohr-Zirkulation zur Reduktion der Zirkulationsverluste
- Rapsöl-BHKW 11 kWel und Erdgas-Spitzenlastkessel



bei gleichzeitiger Komfortsteigerung!

- Reduktion des Wärmebedarfs erbringt zuverlässige Minimierung des Energiebedarfs
- Nachwachsende Dämmung auch im MFH umsetzbar, aber Qualitätskontrolle erforderlich, kaum etablierte Systeme verfügbar
- Solarthermie kann auch im MFH die Wärmeversorgung unterstützen
- Rapsöl-BHKW hat sich nicht bewährt:
(viele technische Probleme, Rußemissionen, fragwürdige Bilanz von Rapsöl)
- Konzepte bei Gebäudehülle, Wärmeverteilung und Sonnenenergie haben sich bewährt

- Reduktion Wärmebedarf: Möglichkeiten weitgehend ausgeschöpft
- Wärmeversorgung:
 - Solarthermie lieferte Deckungsgrad von ca. 40 % bei WW
 - Rapsöl-BHKW bringt CO₂-Reduktion, ist aber nicht übertragbar
- Verbleibende Dachflächen für PV-Anlagen nutzen

- **Fazit**
Bei Gebäudehülle Voraussetzungen für Klimaneutralität geschaffen
Bei Wärmeversorgung regenerative Alternativen nutzen

PassivhausSozialPlus Sanierung und Neubau in Darmstadt



faktor10
Gesellschaft für Siedlungs-
und Hochbauplanung mbH



Bildquelle: Perspektive Studio D Dominique Gängler-
Architektur fotografie Plus

Ziele des Vorhabens

- Schaffung von bezahlbarem Wohnraum (geförderter Wohnungsbau)
- Deutliche Senkung der Neben- / Betriebskosten
- Hohe Energieeffizienz bei Gebäudehülle, Warmwasserbereitung, Haushaltsstrom, Anlagentechnik
- Photovoltaik, Batteriespeicher



Bestandsgebäude



Bestandsgebäude





Bestandssanierung: Passivhaus-Komponenten (KfW Effizienzhaus 55)

22 WE (inkl. Anbauten und Aufstockung)

1.606 m² Wohnfläche

Belegung mit 75 Personen

Bezug: Sommer 2019



Neubau: Passivhaus-Standard (KfW Effizienzhaus 40 Plus)

20 barrierefreie WE,

6 WE rollstuhlgerecht

1.532 m² Wohnfläche

Belegung mit 62 Personen

Bezug: Januar 2020



Wärmeversorgung



Stromerzeugung

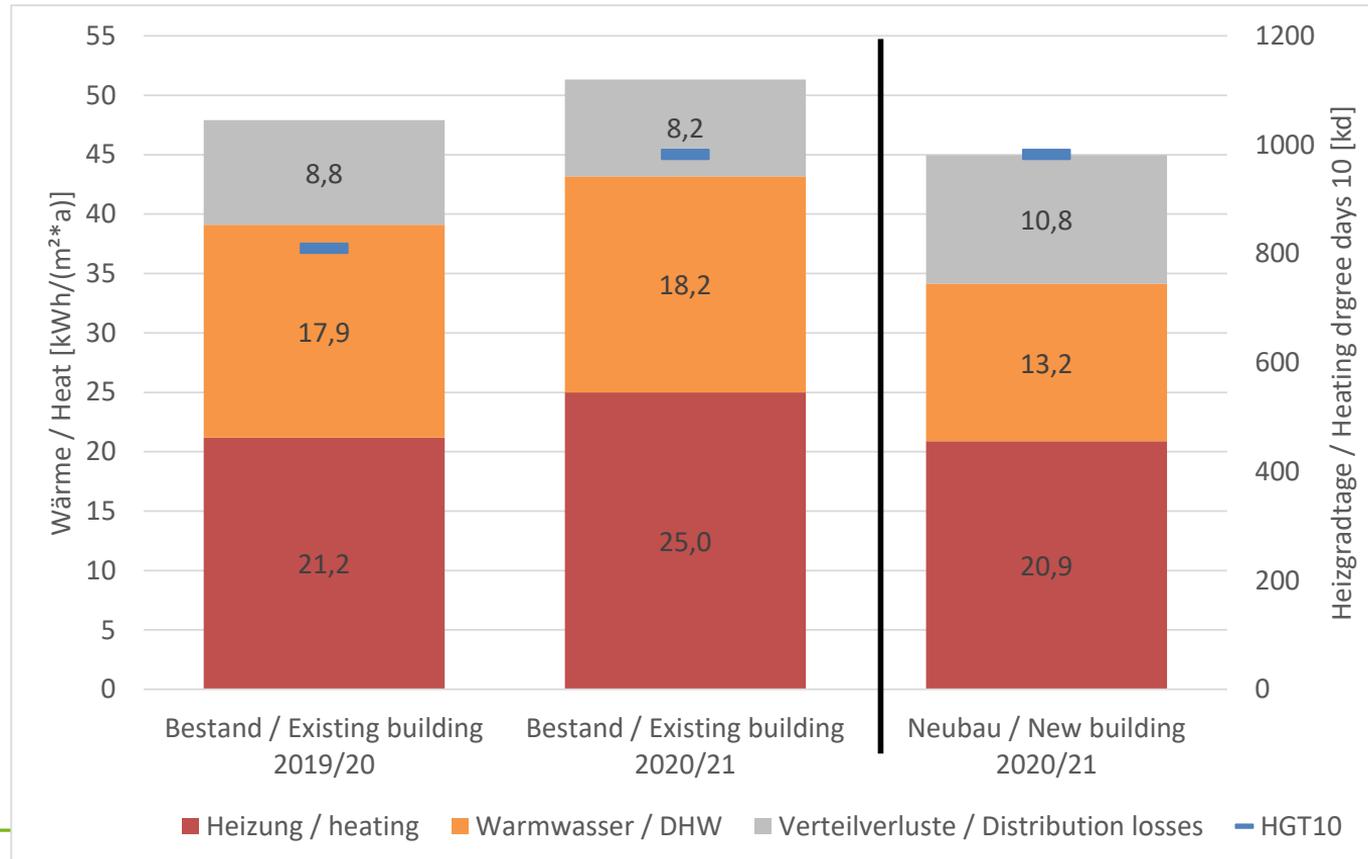
- PV-Anlage/n, ca. 85 kW_{Peak}



- Batteriespeicher 42 + 18 kWh

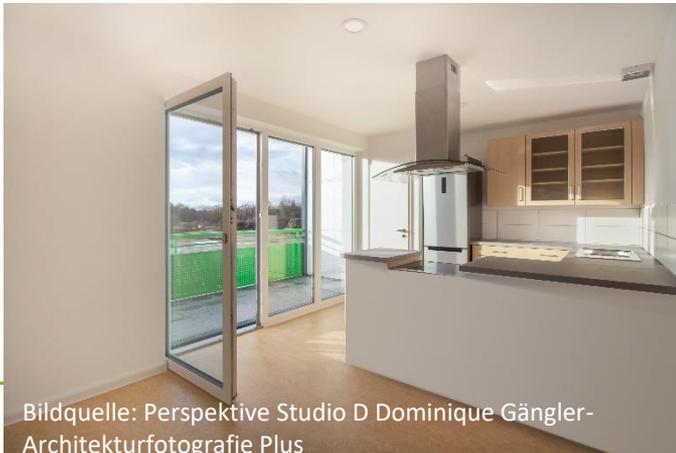


Wärmeverbrauch



Bestandsgebäude inklusive Verteilverluste

- Im sozialen Wohnungsbau kostengünstigen und energieeffizienten Wohnraum geschaffen
- Nebenkosten wurden deutlich gesenkt
- Voraussetzung ist die Reduktion des Wärme- und Strombedarfs
- Batteriespeicher verbessern die Versorgung im Gebäude mit PV-Strom; Anlaufprobleme



Bildquelle: Perspektive Studio D Dominique Gängler-
Architekturfotografie Plus



Bildquelle: Perspektive Studio D Dominique Gängler-
Architekturfotografie Plus

- Reduktion Wärmebedarf: Möglichkeiten weitgehend ausgeschöpft
- Wärmeversorgung: mit Anschluss an Fernwärme von Versorger abhängig -> Potenziale nutzen
- Reduktion Stromverbrauch: schon sehr gut
- Stromversorgung: PV-Anlagen und Batteriespeicher vorhanden
- Erhalt eines Teil des Rohbaus: ca. 582 t CO₂ eingespart
- Niedrige Verbräuche in der Praxis erreicht, weitere Optimierungen denkbar
- Fazit: **Beste Voraussetzungen für Klimaneutralität geschaffen**, aber Zusammensetzung der Fernwärme muss optimiert werden

Zum Schluss ...



Zusammenfassung

Auf dem Weg zur Klimaneutralität im Mehrfamilienhaus:

- Wärmeschutz zu gut wie möglich
- Wärmeverteilung im Blick behalten
- Vorhandene Flächen für die Sonnenenergiegewinnung nutzen
- Biomasse kann nur einen kleinen Teil des Bestandes versorgen
- Wärmeversorgung der Zukunft besteht vor allem aus Wärmepumpen und regenerativer Fernwärme
- Kein Brennstoffbedarf im Sommer
- Sanierungsrate deutlich steigern



Vielen Dank für Ihr Interesse!
