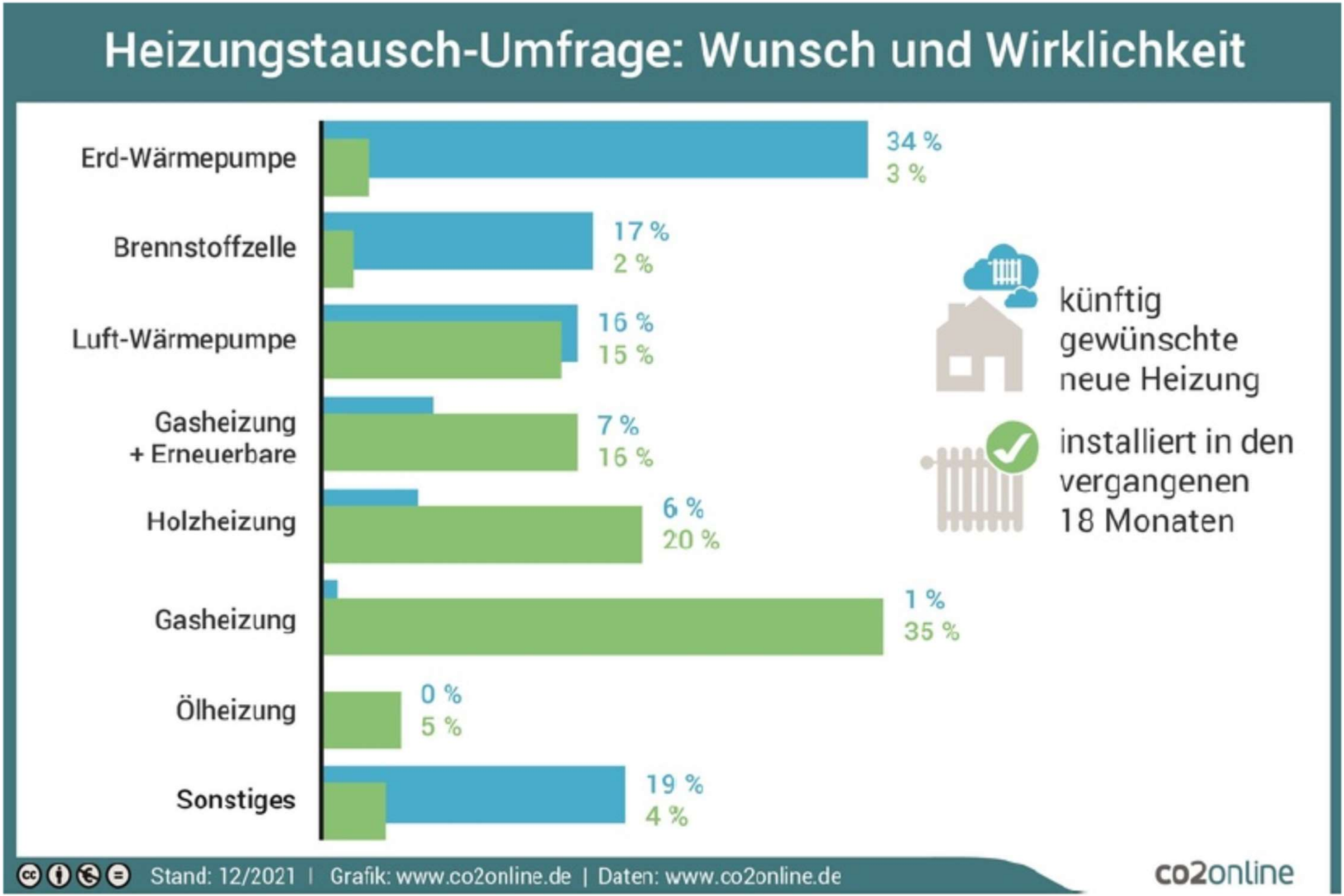
Bauzentrum München

Varianten und Kombinationen bei der Wärmeversorgung großer Gebäude

Manfred Anton Giglinger
Fachplaner für Technische Gebäudeausrüstung
Sachverständiger für Energieeffizienz und Trinkwasserhygiene VDI 6023

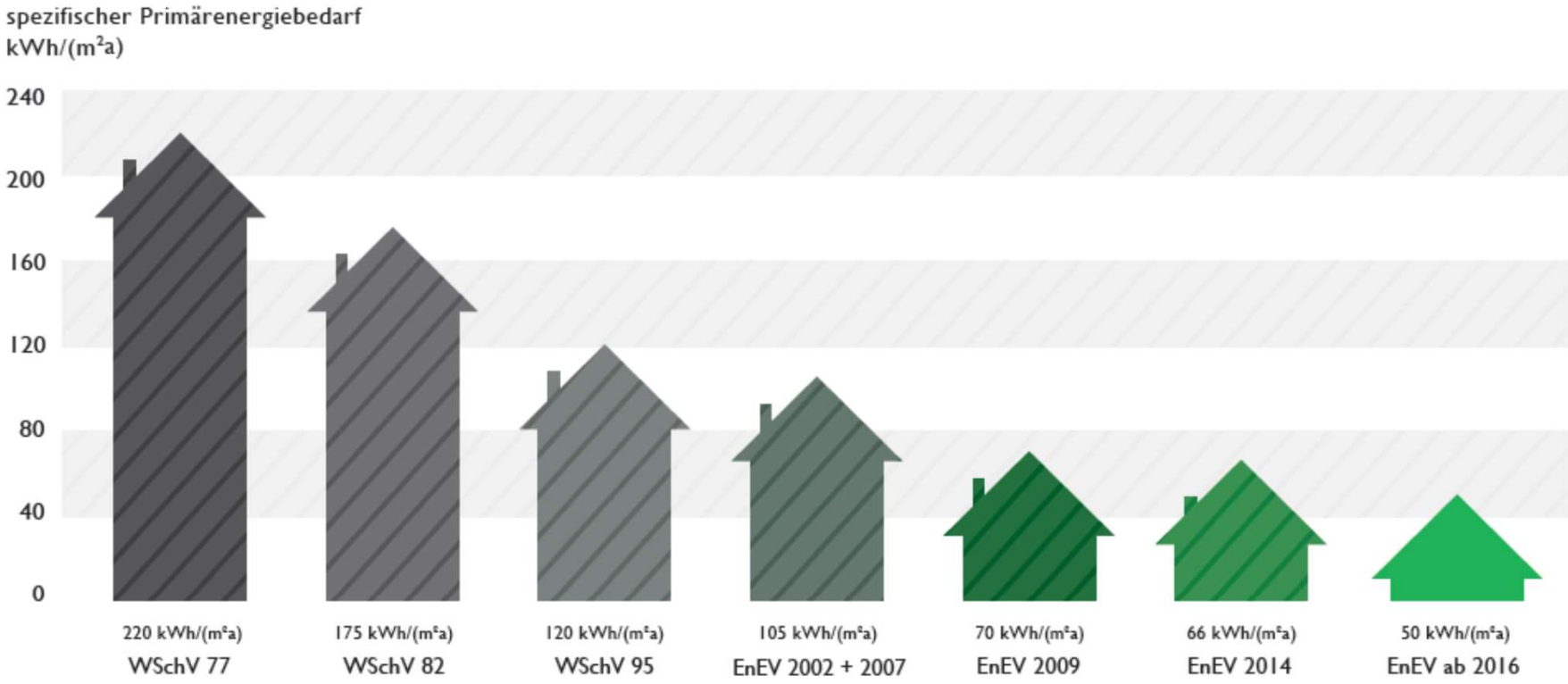
www.giglinger.de



© www.co2online.de

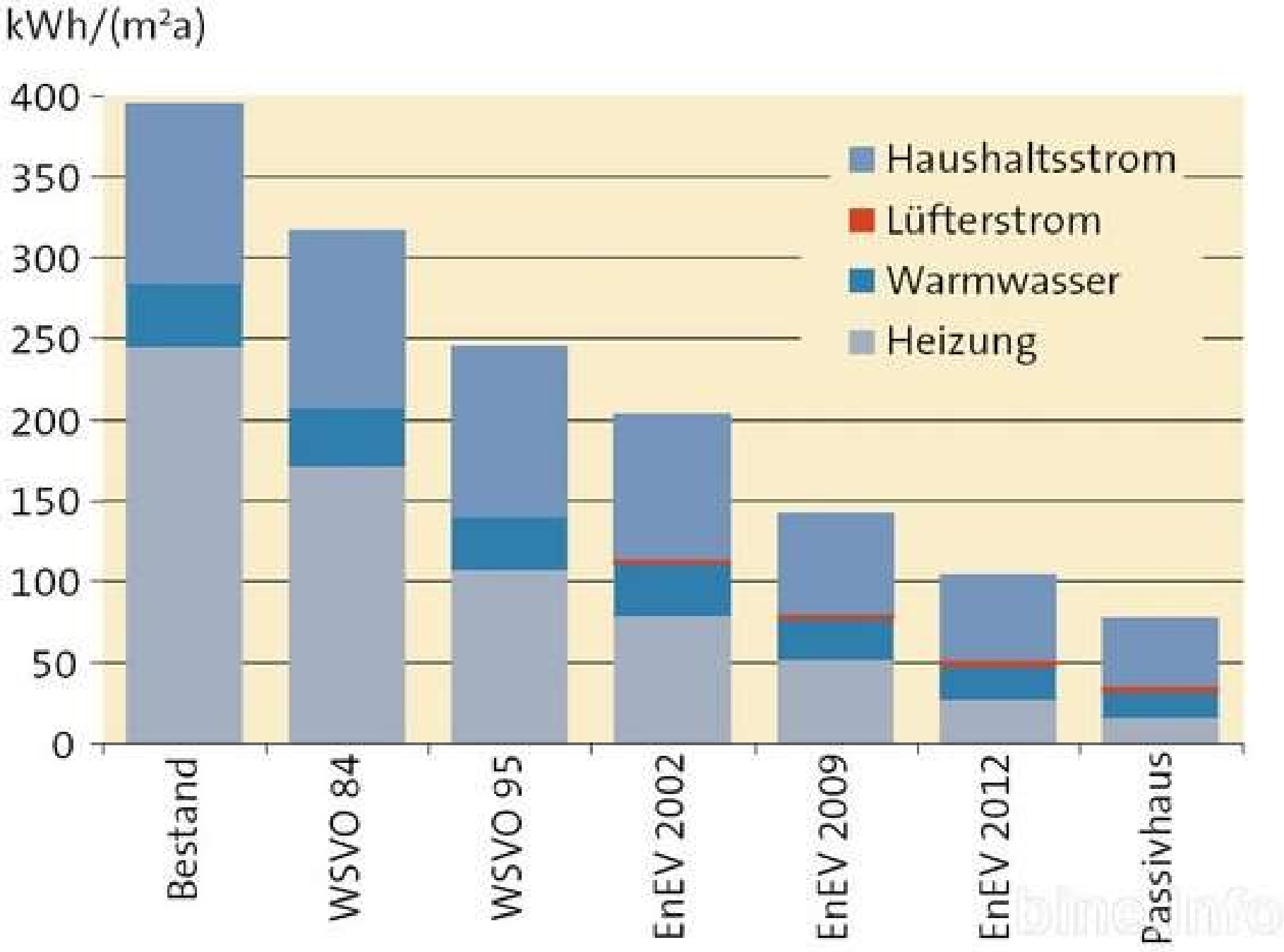
Deutschlands Hauseigentümer wollen ihre alten Heizungen am liebsten durch klimafreundliche Modelle und insbesondere durch Wärmepumpen ersetzen.

Primärenergiebearf im Neubau bei unterschiedlichen Baualtersklassen



WSchV = Wärmeschutzverordnung
EnEV = Energieeinsparverordnung

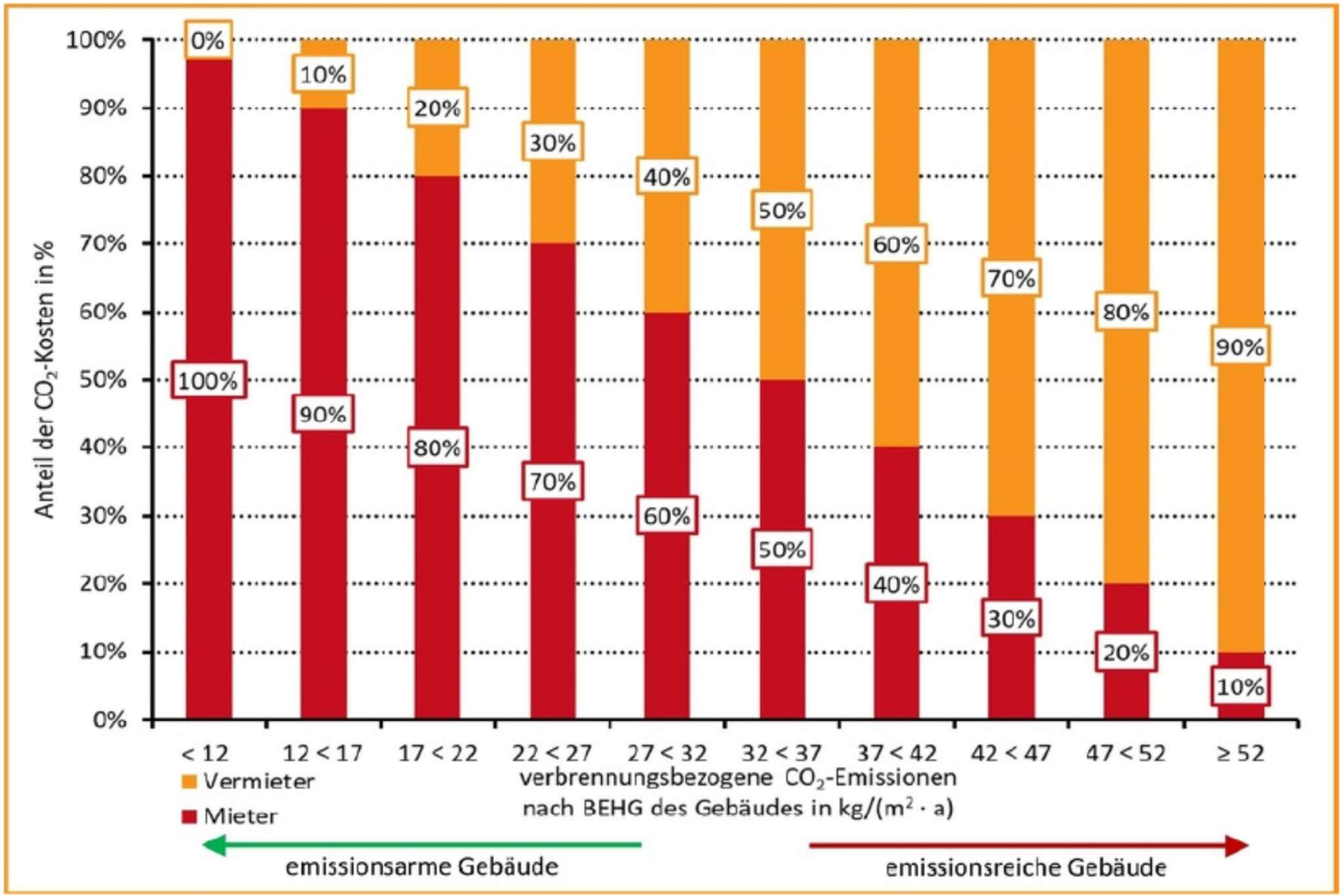
WÄRMEPUMPE
HEIZEN IM GRÜNEN BEREICH
A+


kWh/(m²a)
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Haushaltsstrom
Lüfterstrom
Warmwasser
Heizung
Bestand
WSVO 84
WSVO 95
EnEV 2002
EnEV 2009
EnEV 2012
Passivhaus

Berlin

Ampel ist sich bei CO_2-Kosten-Stufenmodell einig

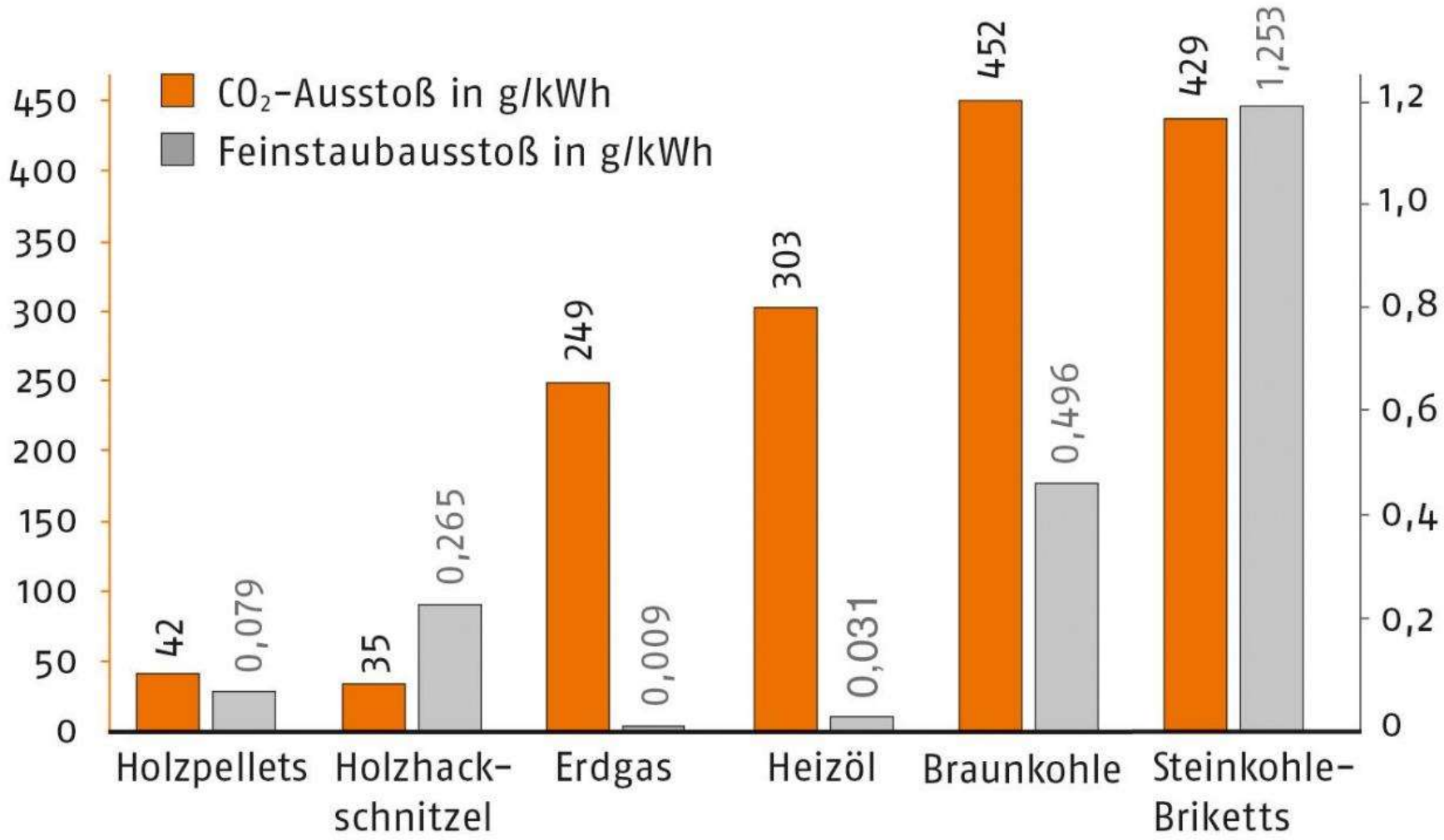
04.04.2022 18:53



© GV / Quelle: BMWK (03.04.2022)

Stufen und Stufenaufteilung des CO_2-Kosten zwischen Mietern und Vermietern in Wohngebäuden.

Emissionsbilanz von Brennstoffen



© Deutsches Pelletinstitut

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt, Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft

Bei Wohnungen mit einer besonders schlechten Energiebilanz von ≥ 52 $kg_{CO2}/(m^2 \cdot a)$ übernehmen die Vermieter 90 % und die Mieter 10 % der CO_2-Kosten. Wenn das Gebäude jedoch mindestens dem sehr effizienten Standard (EH 55) entspricht, müssen die Vermieter keine CO_2-Kosten mehr tragen.

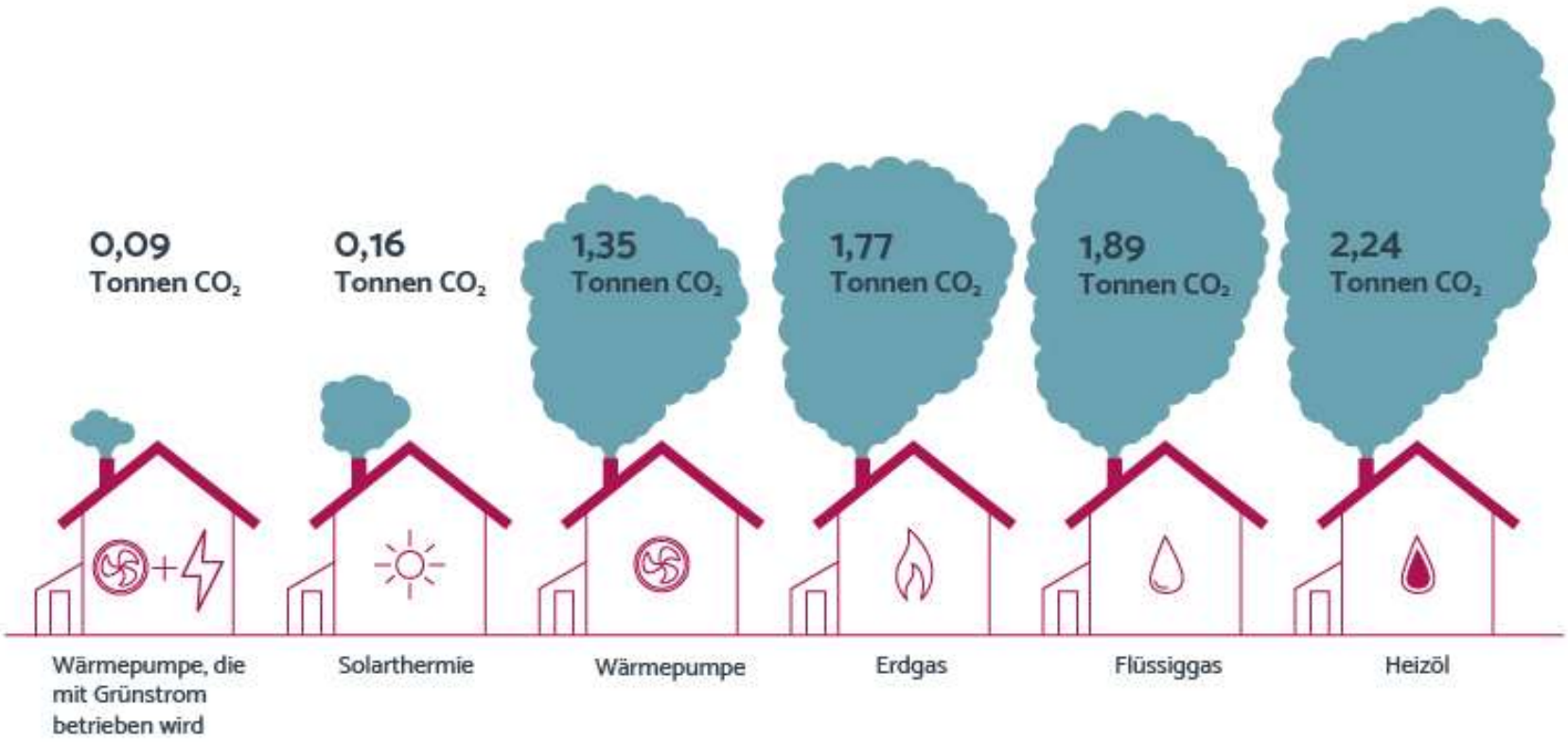
	Brennstoff			
Stufen für CO_2-Aufteilung	**Erdgas (Heizwert)**	**Erdgas (Brennwert)**	**Heizöl (Heizwert)**	**Flüssiggas (Heizwert)**
in $kg_{CO2}/(m^2 \cdot a)$	in $kWh_{Hi}/(m^2 \cdot a)$	in $kWh_{Hs}/(m^2 \cdot a)$	in $kWh_{Hi}/(m^2 \cdot a)$	in $kWh_{Hi}/(m^2 \cdot a)$
< 12	0,0…< 59,5	0,0…< 65,9	0,0…< 45,0	0,0…< 50,3
12 < 17	59,5…< 84,3	65,9…< 93,4	45,0…< 63,8	50,3…< 71,2
17 < 22	84,3…< 109,1	93,4…< 120,9	63,8…< 82,6	71,2…< 92,2
22 < 27	109,1…< 133,9	120,9…< 148,4	82,6…< 101,4	92,2…< 113,1
27 < 32	133,9…< 158,7	148,4…< 175,8	101,4…< 120,1	113,1…< 134,1
32 < 37	158,7…< 183,5	175,8…< 203,3	120,1…< 138,9	134,1…< 155,0
37 < 42	183,5…< 208,3	203,3…< 230,8	138,9…< 157,7	155,0…< 176,0
42 < 47	208,3…< 233,1	230,8…< 258,2	157,7…< 176,4	176,0…< 196,9
47 < 52	233,1…< 257,9	258,2…< 285,7	176,4…< 195,2	196,9…< 217,9
≥ 52	…≥ 257,9	…≥ 285,7	…≥ 195,2	…≥ 217,9

© GV

Zahlen / Daten / Fakten

CO2 Abgabe auf fossile Energieträger

CO_2- Emissionen nach Heizungsart



Quelle: CO_2-Rechner des Umweltbundesamtes. Basierend auf folgenden Daten:
Jahresverbrauch eines Vierpersonenhaushalts in einem 200m²-Mehrfamilienhaus

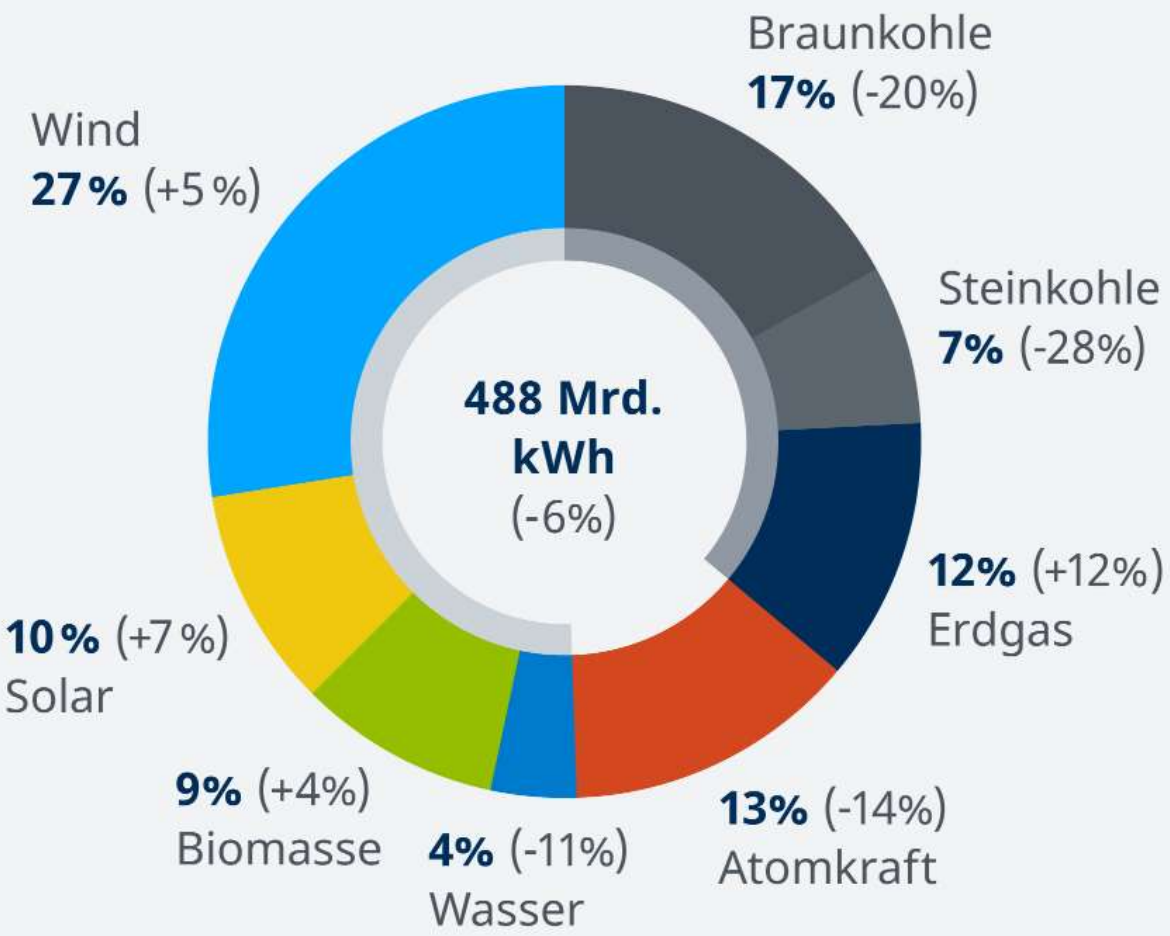
Kraftwerksverluste bei der Stromerzeugung

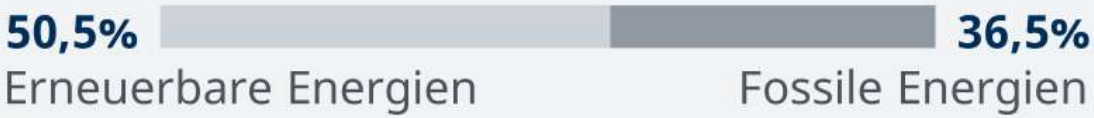
Der Verlust bei der Stromerzeugung entsprach 345 Ladungen eines Supertanker im Jahr 2005

Somalias Piraten werden immer dreister: Rund 800 km vor der kenianischen Küste kaperten sie den 330 Meter langen Supertanker „Sirius Star“. Die wertvolle Fracht: 2 Millionen Barrel Rohöl im Wert von mehr als 100 Millionen Dollar!

Quelle (c) EPA (Daewoo Shipbuilding/ho) - Archivbild: Supertanker "Sirius Star"

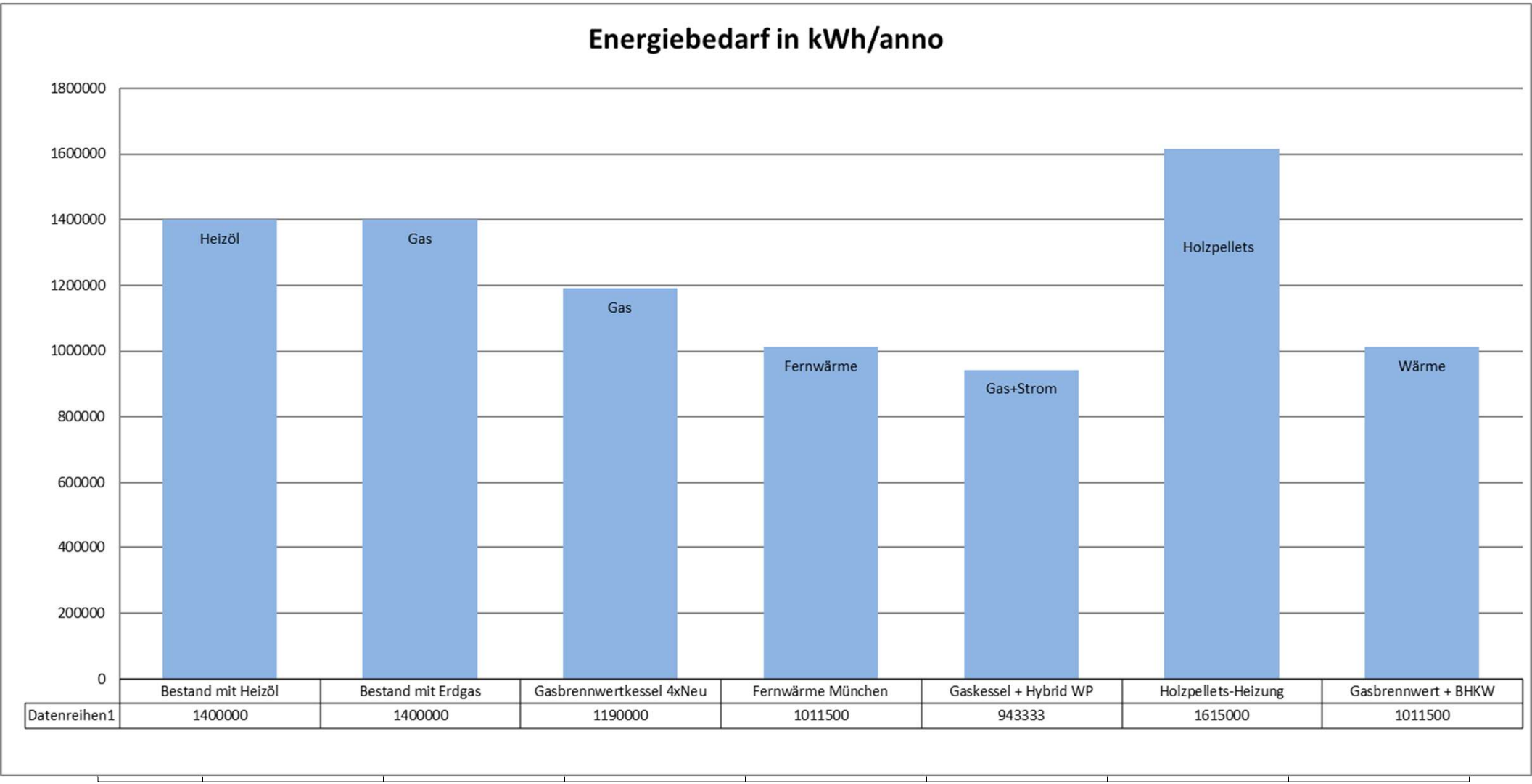
Strommix in Deutschland 2020*





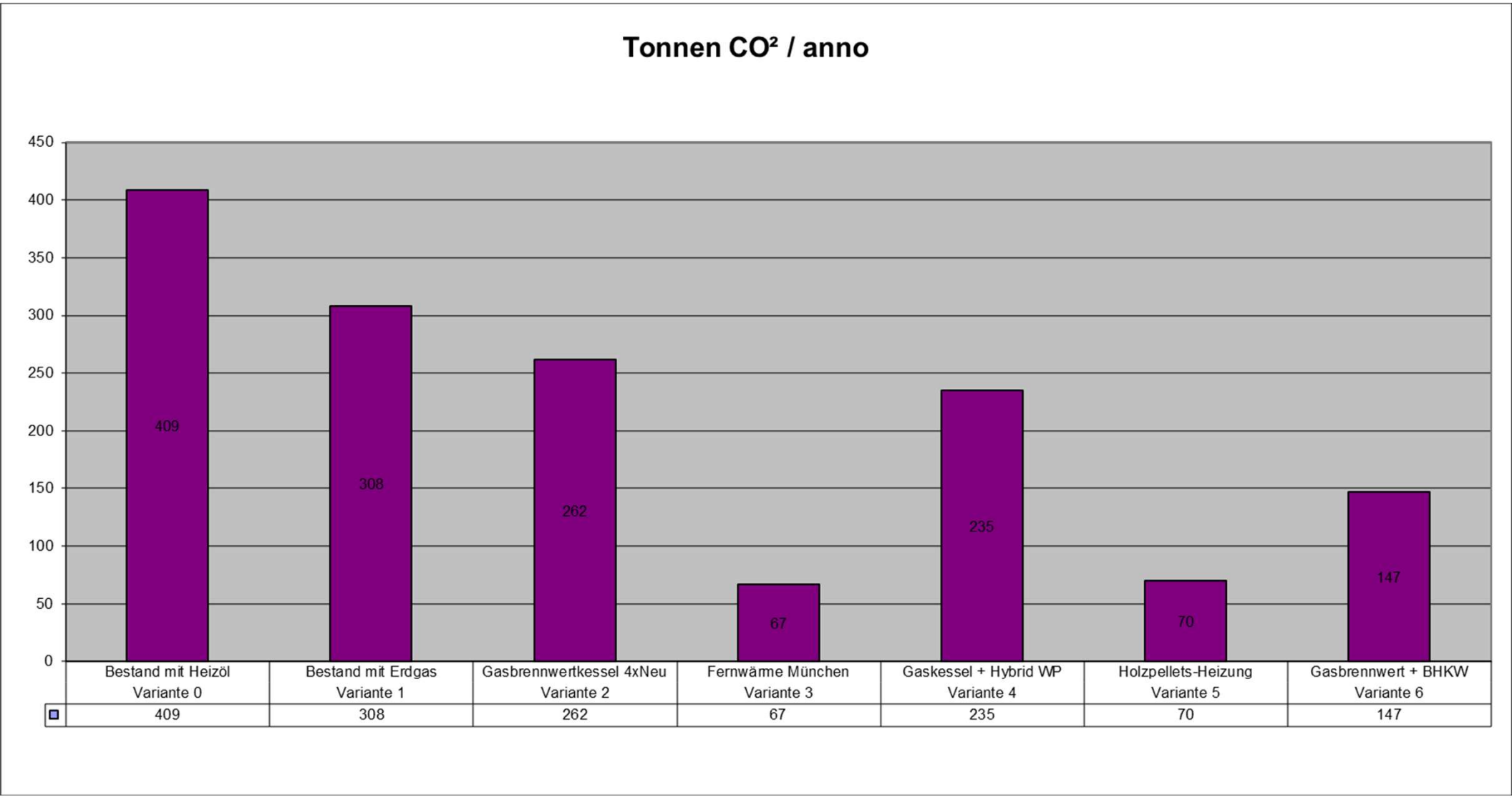
Zahlen gerundet, in Klammern: Veränderungen zum Vorjahr
Quelle: Frauenhofer ISE 2021 | *im Stromnetz

220 Wohnungen – MFH Altbau

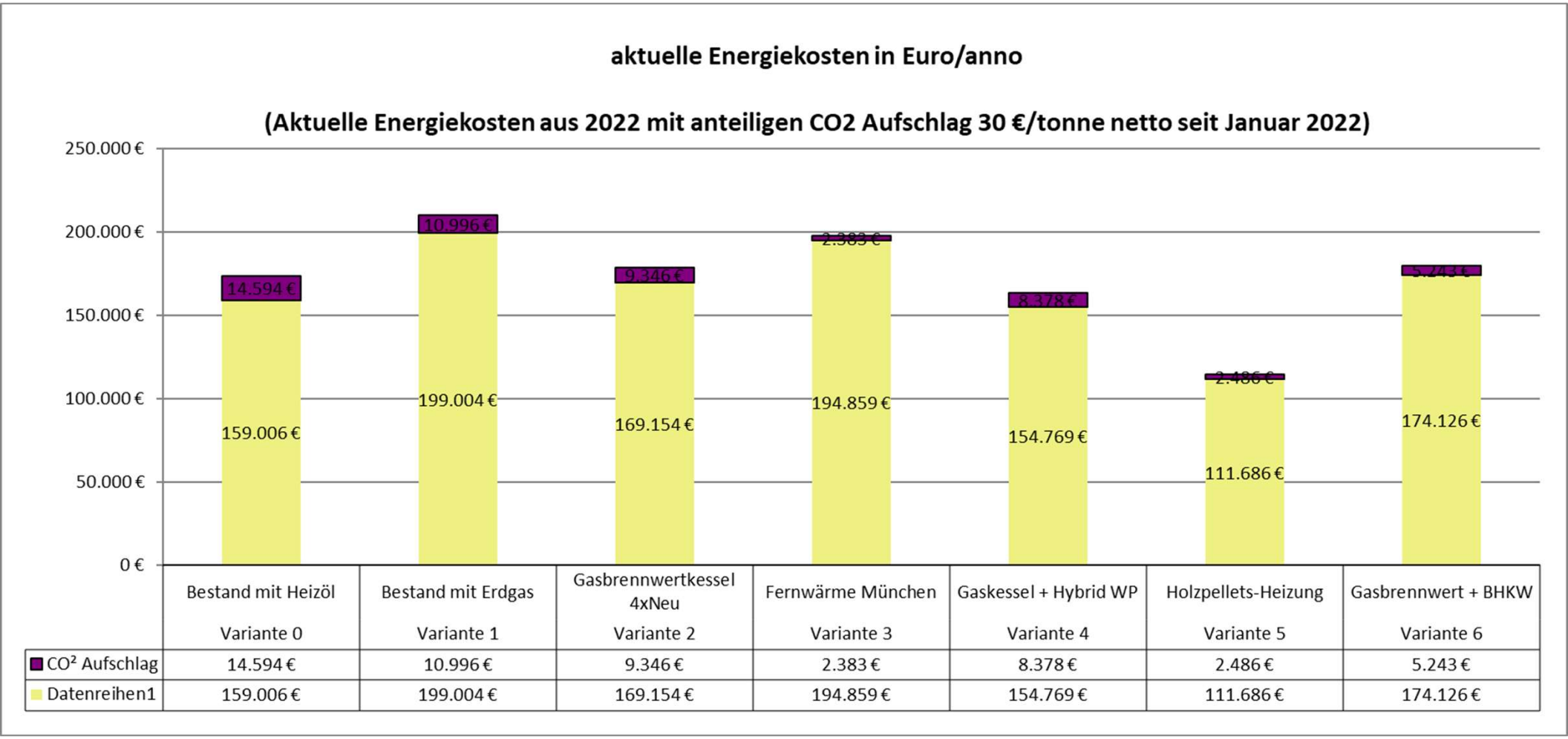


	Bestand mit Heizöl	Bestand mit Erdgas	Gasbrennwertkessel 4xNeu	Fernwärme München	Gaskessel + Hybrid WP	Holzpellets-Heizung	Gasbrennwert + BHKW
Datenreihen1	1400000	1400000	1190000	1011500	943333	1615000	1011500

220 Wohnungen – MFH Altbau

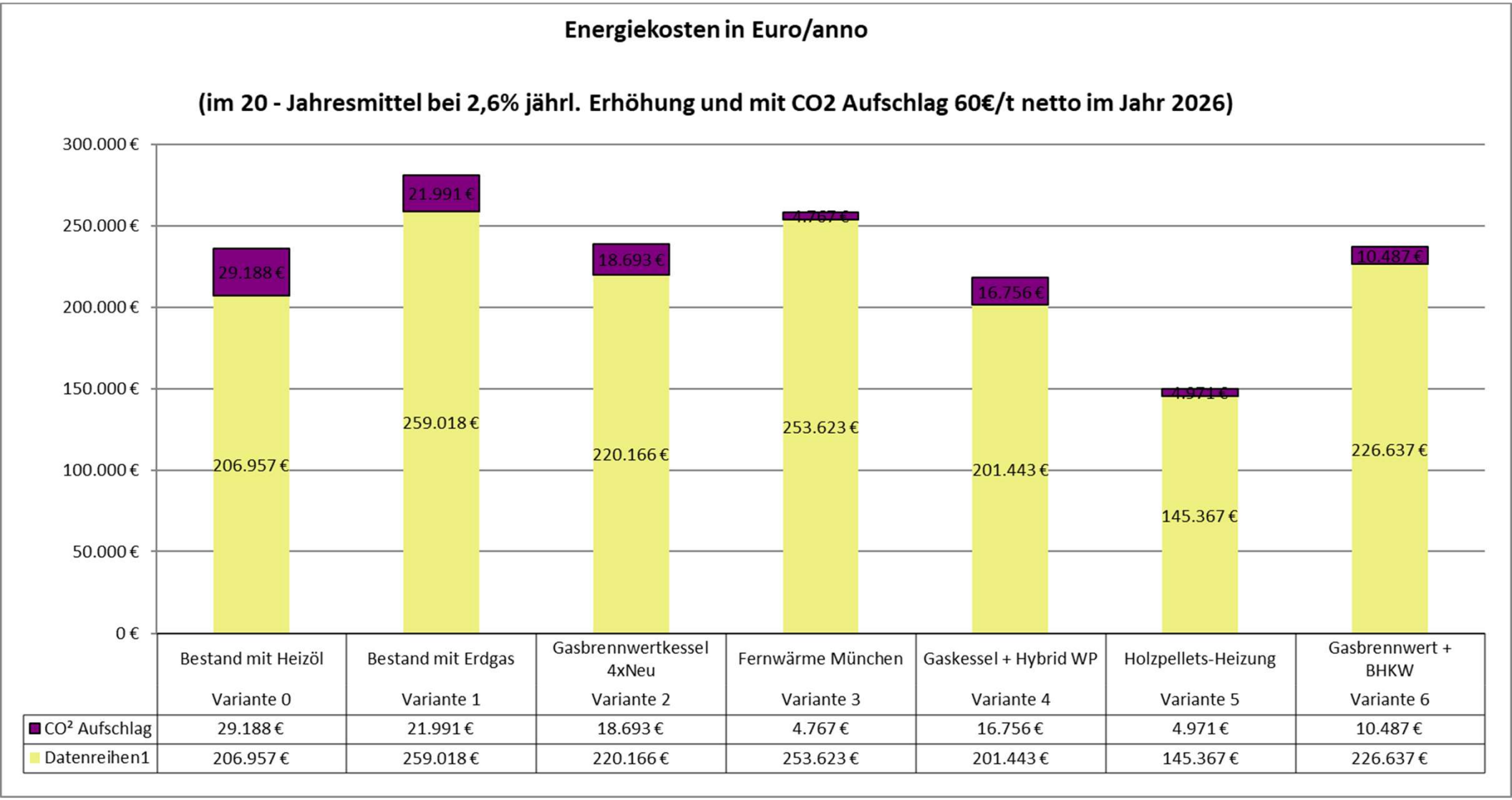


220 Wohnungen – MFH Altbau



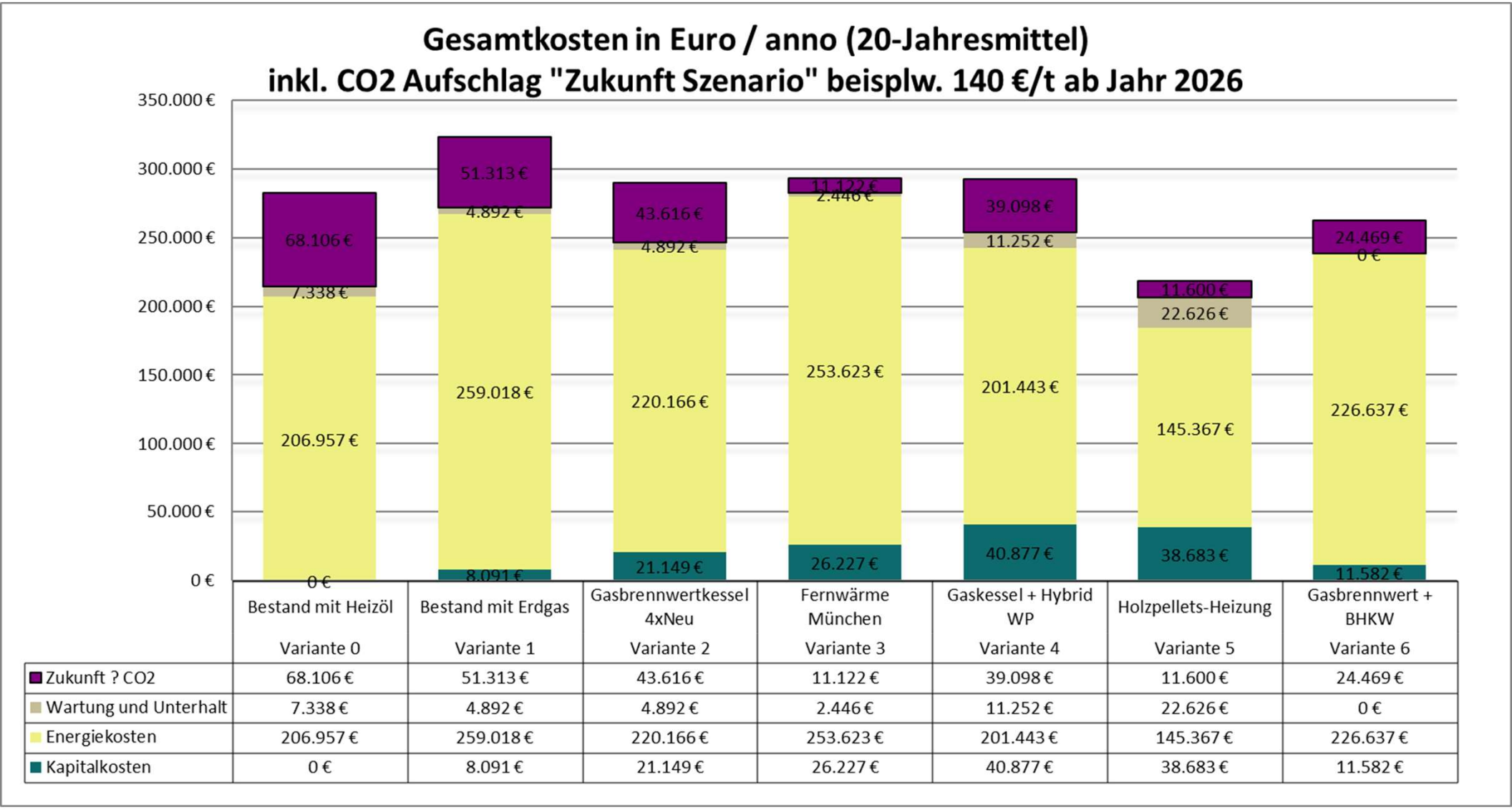
	Bestand mit Heizöl Variante 0	Bestand mit Erdgas Variante 1	Gasbrennwertkessel 4xNeu Variante 2	Fernwärme München Variante 3	Gaskessel + Hybrid WP Variante 4	Holzpellets-Heizung Variante 5	Gasbrennwert + BHKW Variante 6
CO^2 Aufschlag	14.594 €	10.996 €	9.346 €	2.383 €	8.378 €	2.486 €	5.243 €
Datenreihen1	159.006 €	199.004 €	169.154 €	194.859 €	154.769 €	111.686 €	174.126 €

220 Wohnungen – MFH Altbau



	Bestand mit Heizöl Variante 0	Bestand mit Erdgas Variante 1	Gasbrennwertkessel 4xNeu Variante 2	Fernwärme München Variante 3	Gaskessel + Hybrid WP Variante 4	Holzpellets-Heizung Variante 5	Gasbrennwert + BHKW Variante 6
CO² Aufschlag	29.188 €	21.991 €	18.693 €	4.767 €	16.756 €	4.971 €	10.487 €
Datenreihen1	206.957 €	259.018 €	220.166 €	253.623 €	201.443 €	145.367 €	226.637 €

220 Wohnungen – MFH Altbau



	Bestand mit Heizöl Variante 0	Bestand mit Erdgas Variante 1	Gasbrennwertkessel 4xNeu Variante 2	Fernwärme München Variante 3	Gaskessel + Hybrid WP Variante 4	Holzpellets-Heizung Variante 5	Gasbrennwert + BHKW Variante 6
Zukunft ? CO2	68.106 €	51.313 €	43.616 €	11.122 €	39.098 €	11.600 €	24.469 €
Wartung und Unterhalt	7.338 €	4.892 €	4.892 €	2.446 €	11.252 €	22.626 €	0 €
Energiekosten	206.957 €	259.018 €	220.166 €	253.623 €	201.443 €	145.367 €	226.637 €
Kapitalkosten	0 €	8.091 €	21.149 €	26.227 €	40.877 €	38.683 €	11.582 €

Wärmepumpenansätze
Vielfalt der Möglichkeiten

WP im Neubau

WP im Bestand

WP in MFH

Groß Wärmepumpen

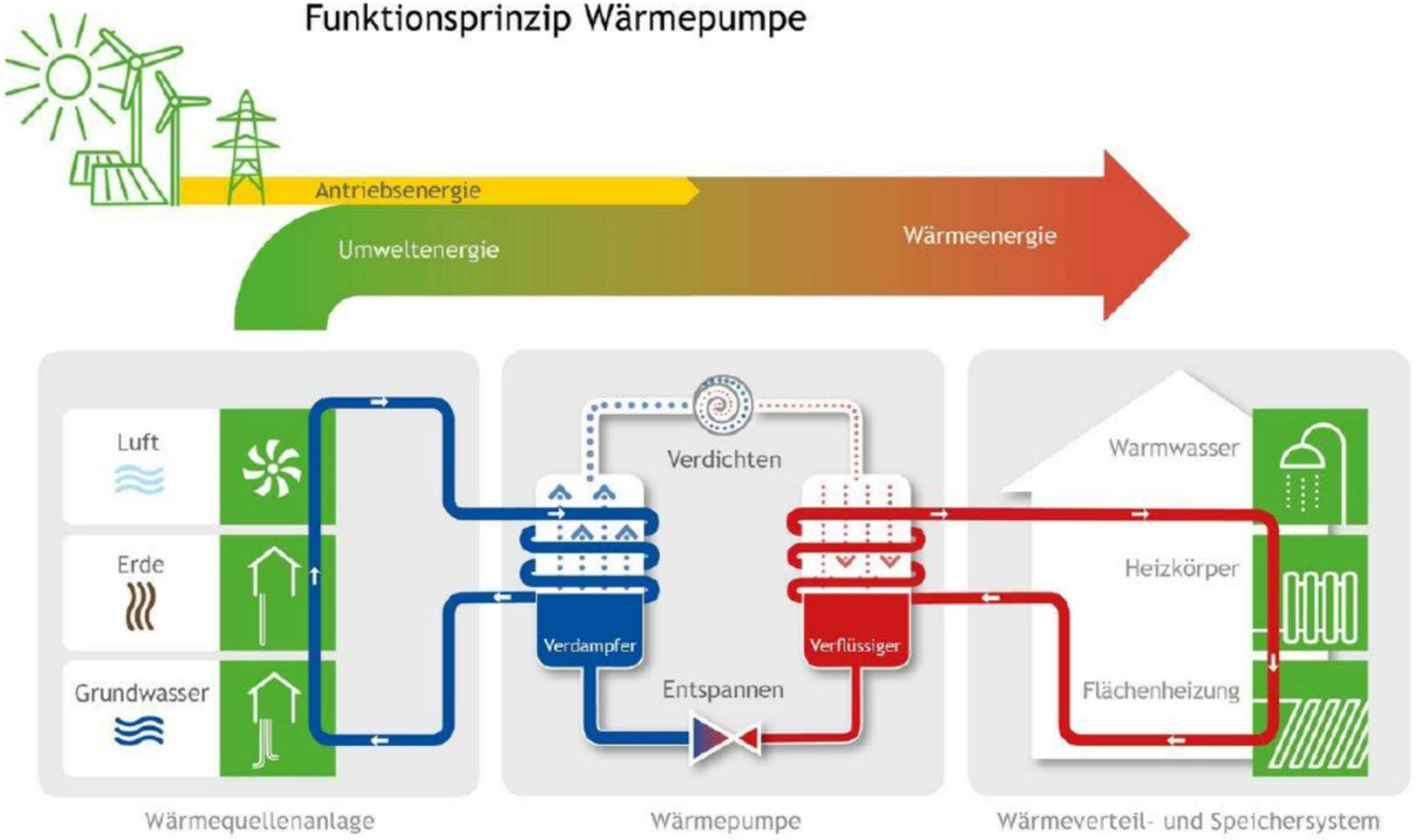
WP in der Industrie

WP im Weiße Ware

Thermische WP

Mobile Anwendungen

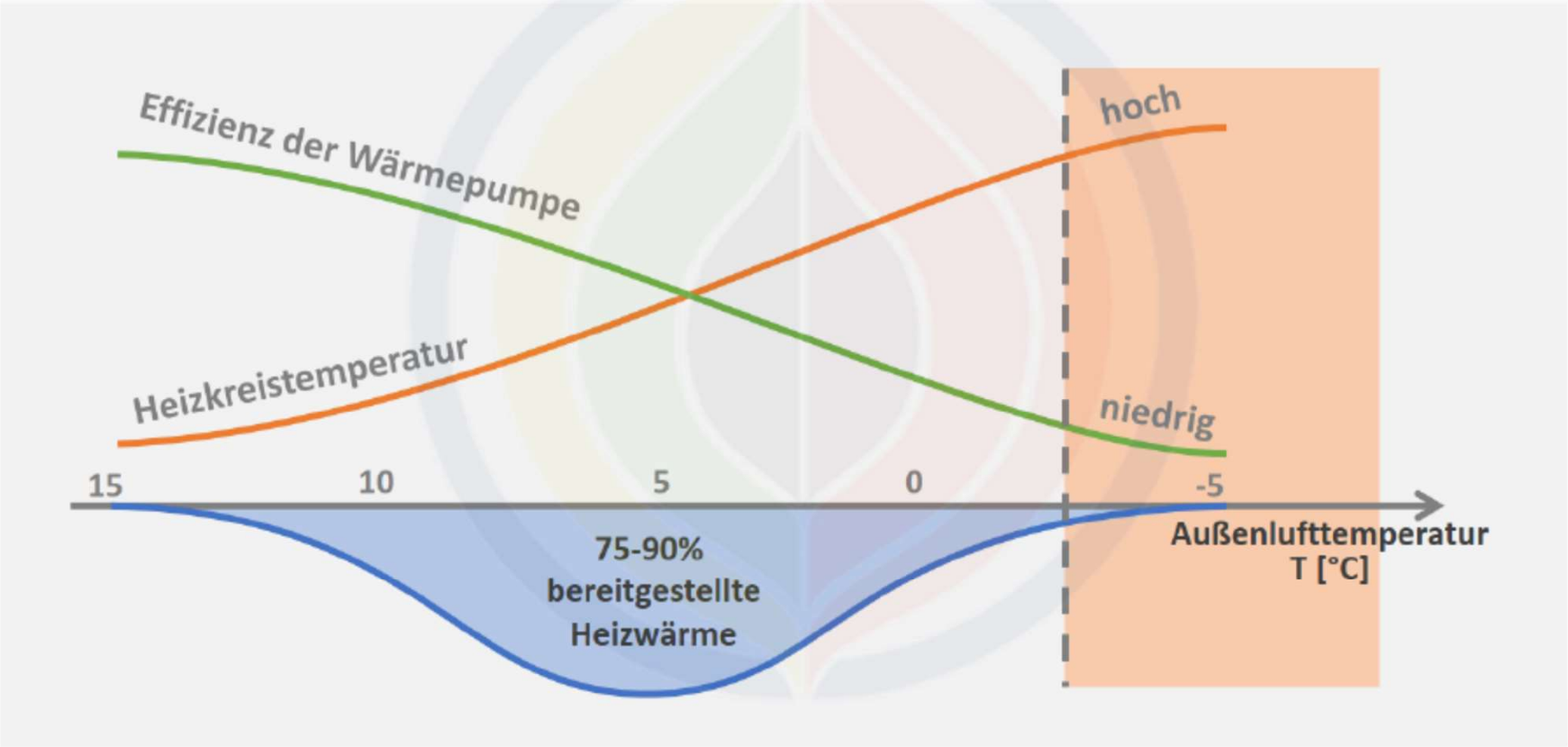
Funktionsprinzip Wärmepumpe



bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Fraunhofer ISE

Verteilung der Heizenergie auf Temperaturgrade

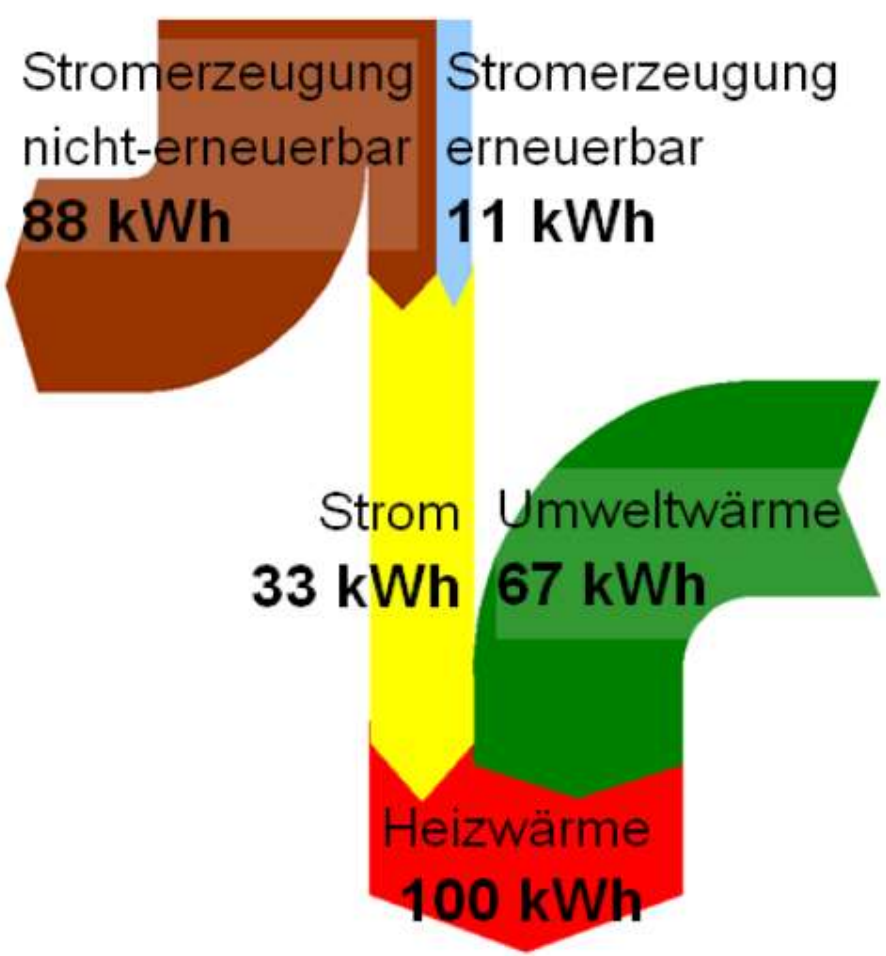


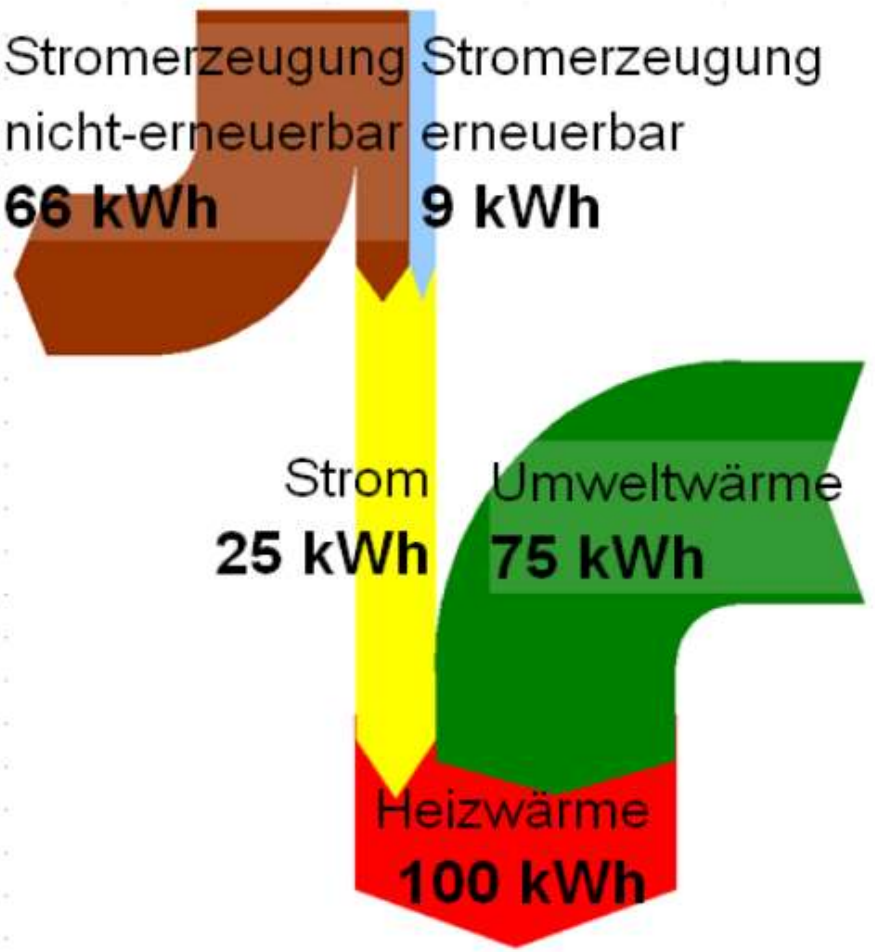
Quelle: Fraunhofer ISE

C.A.R.M.E.N.

Übersicht der Energiesysteme

- elektrisch betriebene Wärmepumpe

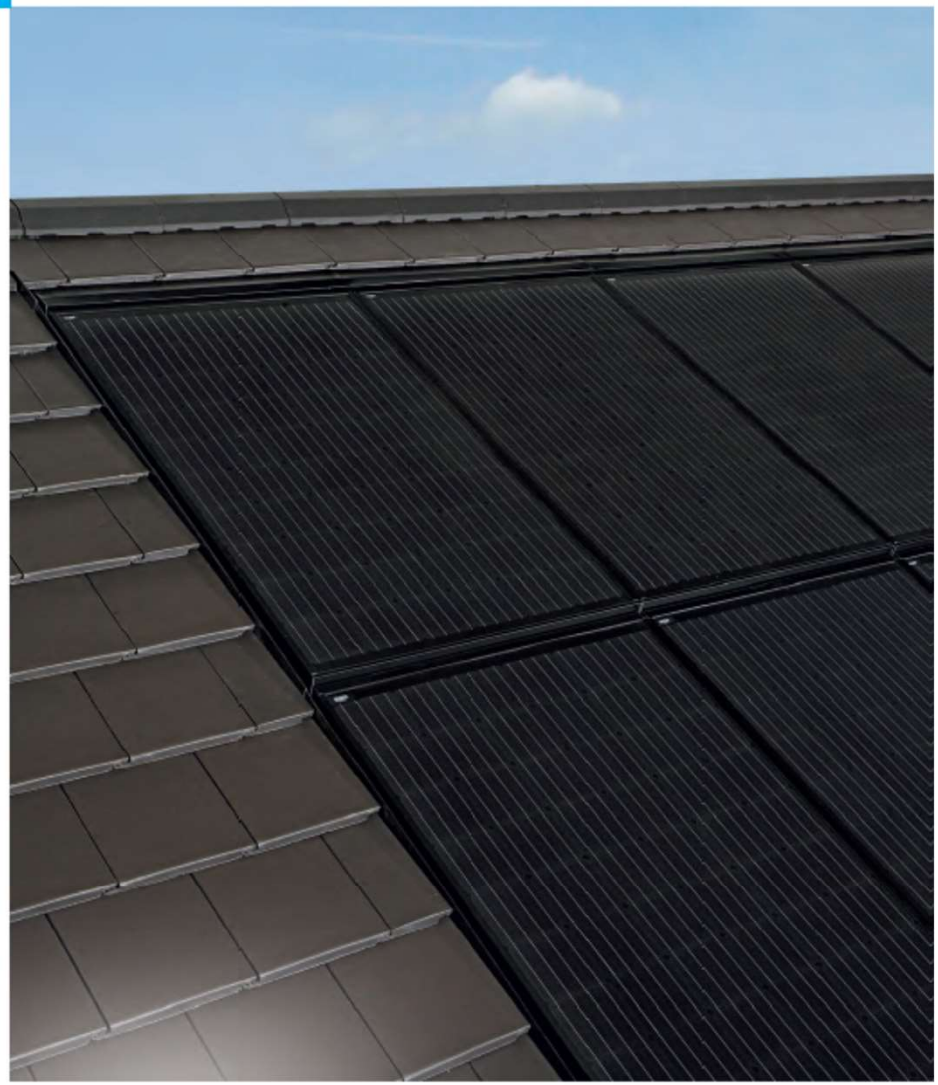




Jahresarbeitszahl von nur 3 Links, und Rechts mit idealen 4

BMI BRAAS

PV Indax
Photovoltaik

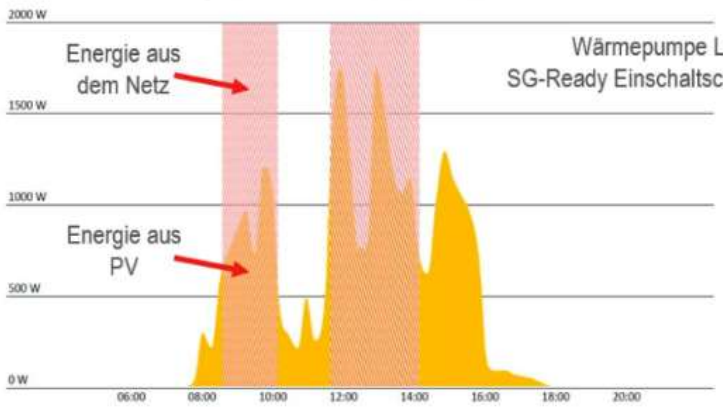


PV Indax

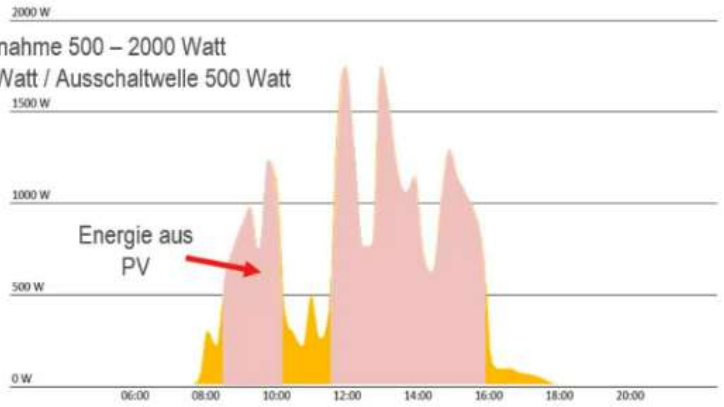
bmigroup.de

POWER-TO-HEAT / TEIL 4

SG-Ready / Modulierend



Wärmepumpe Leistungsaufnahme 500 – 2000 Watt
SG-Ready Einschaltschwelle 600 Watt / Ausschaltwelle 500 Watt



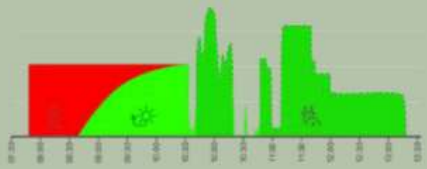
SG-Ready Signal

/ Wärmepumpe wird mit fixer „Einschaltschwelle*“ aktiviert
/ Stromaufnahme der Wärmepumpe kann nicht begrenzt werden
/ Betrieb erfolgt nur temperaturgesteuert und zusätzlicher Bezug von Netzstrom kann nicht verhindert werden

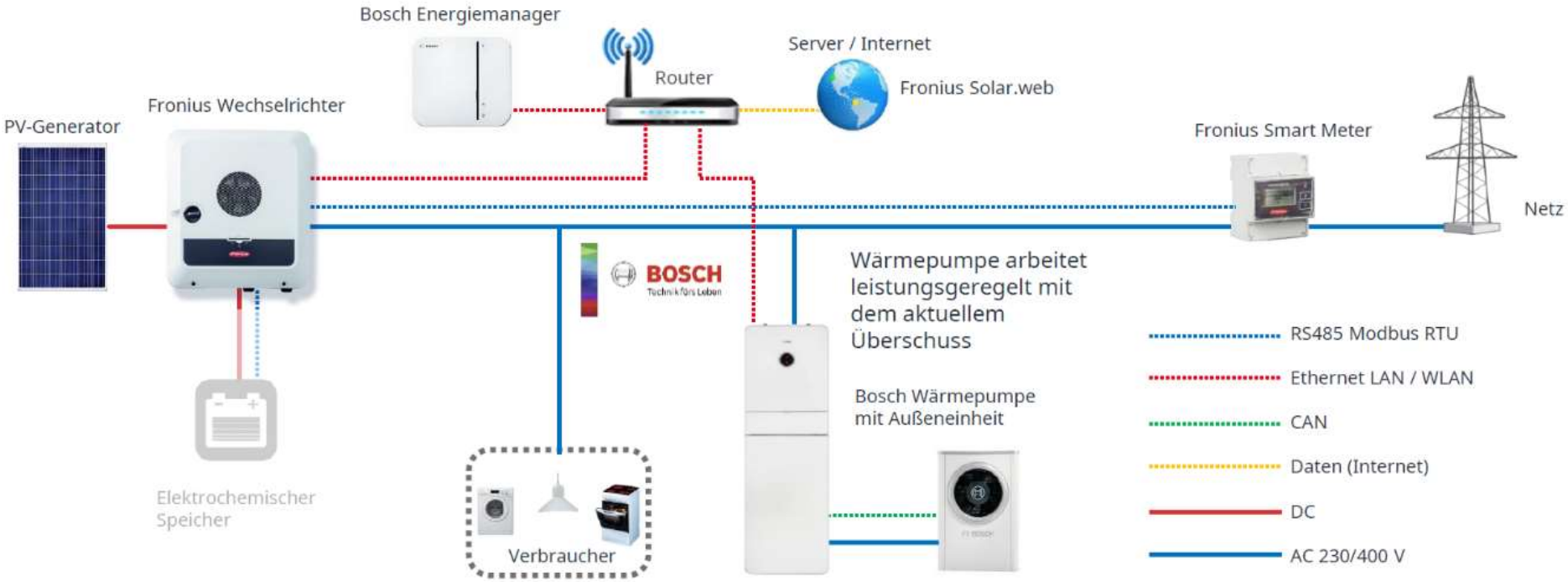
Modulierend

/ Wärmepumpe wird nach verfügbarem PV-Strom leistungsgeregelt
/ „100% grünes“ Heizen, Kühlen und WW, wenn PV-Strom verfügbar
/ Effizientere, höhere Nutzung von PV-Strom, ohne ungewollten Bezug von Netzstrom

WP-Ansteuerung



Energiemanager von Bosch Thermotechnik



Baugemeinschaft StadtNatur

gemeinschaftlich - ökologisch – nachhaltig - modern

Daten Projekt

- StadtNatur GbR
- Elisabeth-Baerlein-Straße 3 -17, 81829 München (Alt-Riem)
- Bau: 3/2019 – 10/2020
- 35 Parteien – 75 m^2, 85 m^2, 100 m^2
- Gemeinschaft:
  - Gemeinschaftsraum inkl. Küche 60 m^2
  - 3 Gemeinschaftsappartements
  - Sauna, Werkstatt
  - Tiefgarage, Waschküche
- Architekt: Gernot Vallentin (AWV)

Baugemeinschaft StadtNatur

StadtNatur Energie GbR

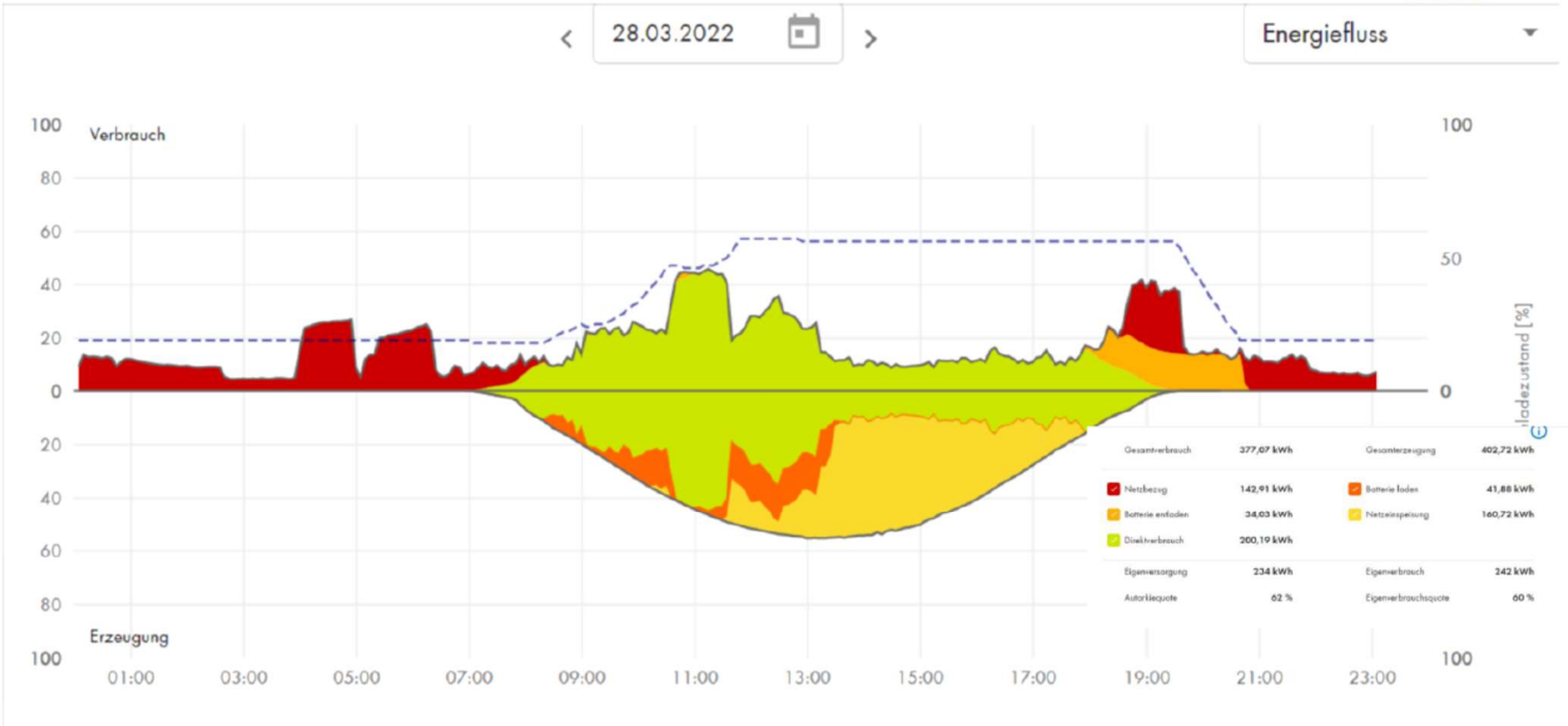
- Alle Mitglieder der Baugemeinschaft sind auch Gesellschafter der Energie GbR (35 Parteien)
- Einlage je Gesellschafter 5.000€ (x 35 = 175.000€)
- Rückzahlung der Einlage linear über 20 Jahre (analog der Abschreibung)
- Alle Gesellschafter beziehen Strom über Energie GbR (kein Zwang)
- Selbstorganisiert, kein externer Kontraktor
- 4 Geschäftsführer
- Interner Strompreis derzeit: 23 Cent/kWh (Gewinn nötig, da sonst Liebhaberei)

Daten Photovoltaikanlage

- Betreiber: StadtNatur Energie GbR
- Leistung: 99,83 kWp
- Stromspeicher: 61,6 kWh
- Ausrichtung Ost/West
- Planung: Jan Wilke, w-plan, München
- Bau: KOCO Energy, Rimsting

Baugemeinschaft StadtNatur

Energiebilanz (sonnig)

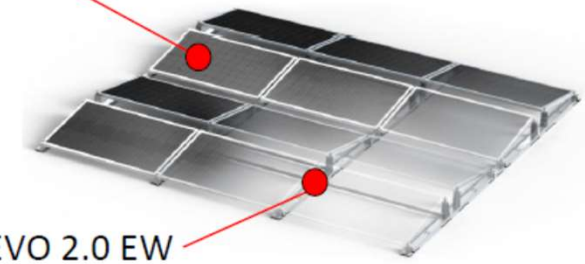


Baugemeinschaft StadtNatur

Photovoltaik Technik

Baugemeinschaft StadtNatur

99,83 kWp: 298 x 335Wp SOLARWATT Eco120M



PMT EVO 2.0 EW
Ohne Dachdurchdringung

SMA Sunny Tripower Core 1

SMA Sunny Island SI 6.0-13

61,6kWh:
4 x BYD B-Box Premium 15,4 kWh

LAN

Web

StadtNatur-Portal

SMA Datamanager M

Z2

STARK Smart Energy Log M

NETZ

Z1

M-Bus

SBC 3-Phasen Energiezähler MID M-Bus

Messkonzept

Z1

Z2

Kundenanlage

Z3

Z4

Z5

Zn

Wärmepumpe

WEG

Wallboxen

Wohnungen

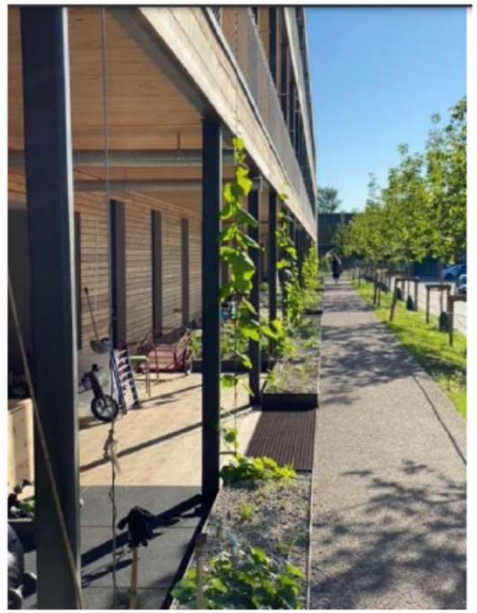
Messkonzept D1 gem. VBEW MK D1
Z1: Bezug und Einspeisung (SWM)
Z2: Erzeugung (SWM)
Z3: Wärmepumpe
Z4: Gemeinstrom (mehrere Zähler)
Z5: Ladeinfrastruktur (Wandlermessung)
Zn: Haushalte

Separater Zählerschrank für MK D2 vorgesehen

Baugemeinschaft StadtNatur

Verbesserungspotential

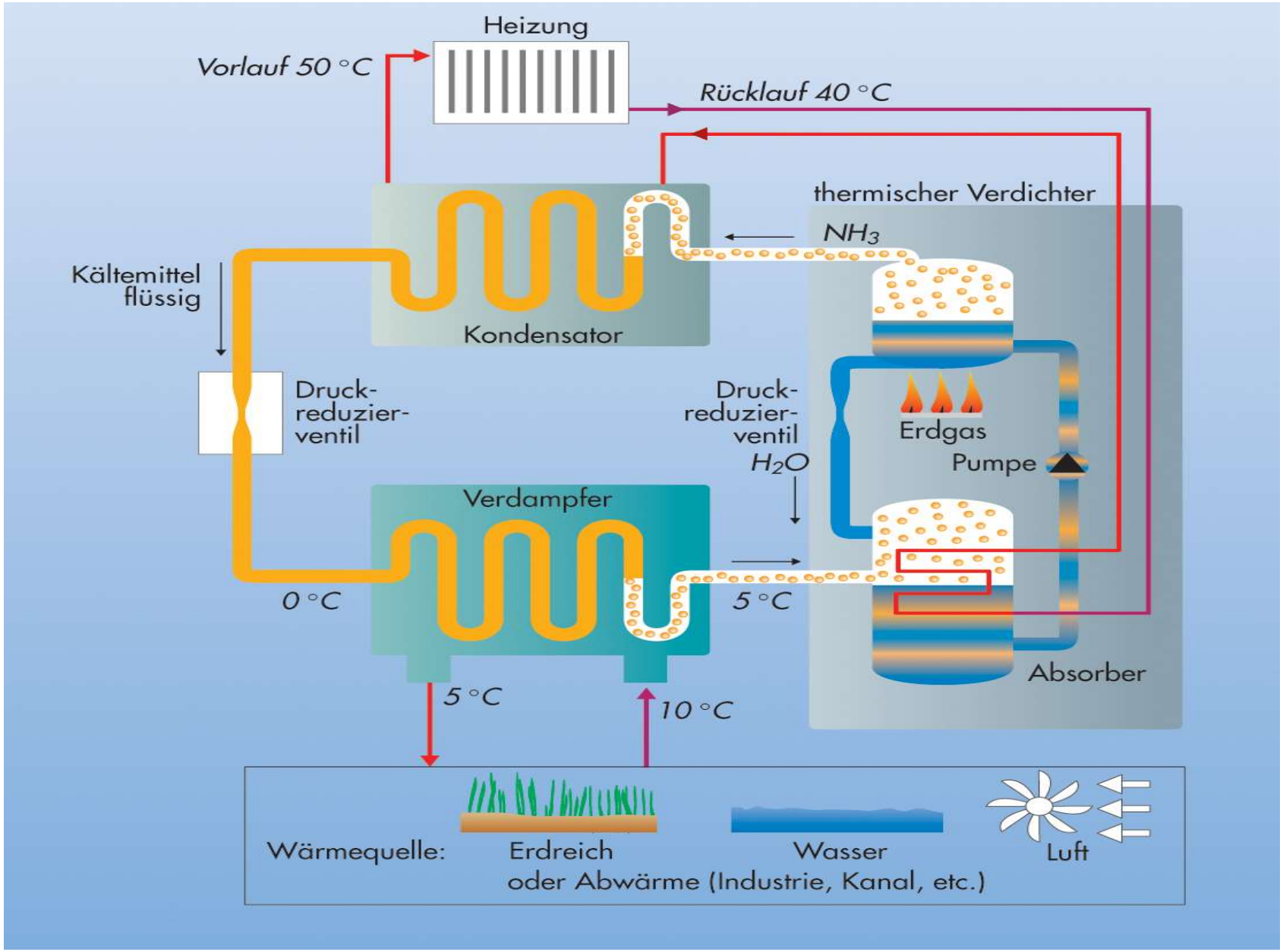
- RLM-Zähler, zur Reduzierung der Konzessionsabgaben
- Anbindung Wärmepumpe an PV muss optimiert werden
- Wärmpumpen- & E-Auto-Tarife kollidieren mit KfW-Auflagen
- Reststrom über Strom-Börse (aktuell nicht!)
- Direktvermarktung statt Einspeisevergütung
- Politik muss Stromverkauf leichter machen
  - Keine Behandlung als Stromanbieter innerhalb der Kundenanlage
  - Zu hohe bürokratische Hürden



Baugemeinschaft StadtNatur

Übersicht der Energiesysteme

- gasbetriebene Wärmepumpe - Sorptionstechnik



Übersicht der Energiesysteme

- Gas betriebene Wärmepumpe - Absorptionstechnik

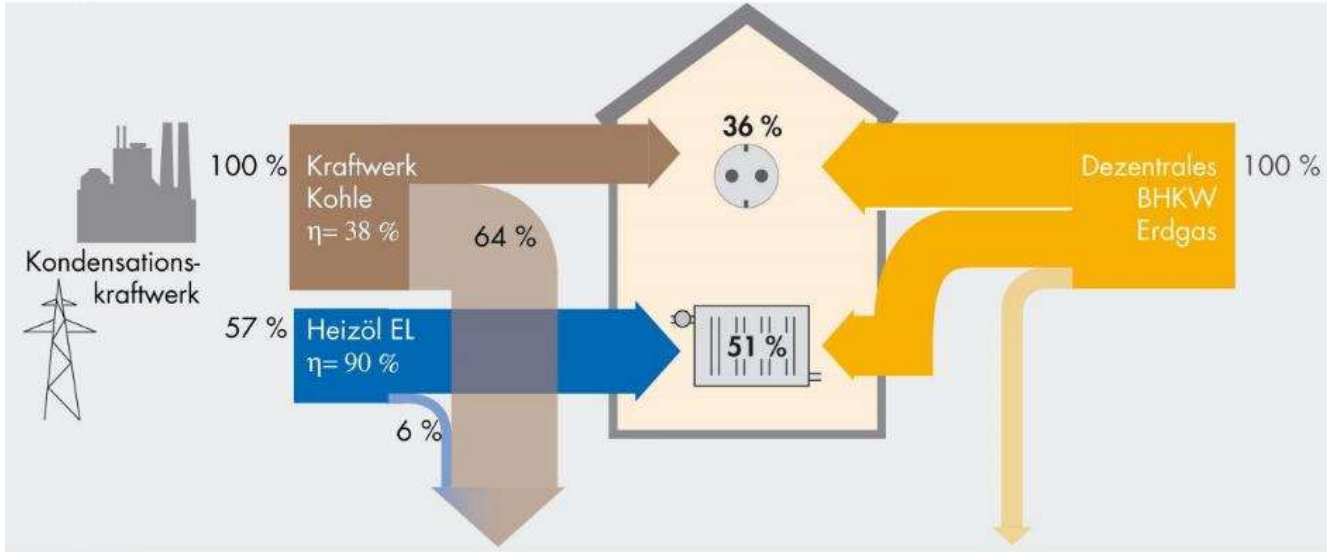
Robur GAHP-AR

- **Mit einem Gerät im Winter heizen und im Sommer kühlen**
- **Mit der Luft-Wasser-Absorptionswärmepumpe erfolgt der Heizbetrieb im Winter und der Kühlbetrieb im Sommer.**
- **Beim Heizen und Kühlen bis zu 86% weniger Stromverbrauch als Elektrowärmepumpen.**
- **Effizienz von über 150 %**
- **Aufstellung im Außen u. Innenbereich**
- **Für Größere Gebäude und MFH**

Übersicht der Energiesysteme

- Kraft / Wärmekopplung - BHKW

Stromerzeugung	getrennte Erzeugung	BHKW
Effizienz	55 %	87 %
Energieeinsatz	157 %	100 %



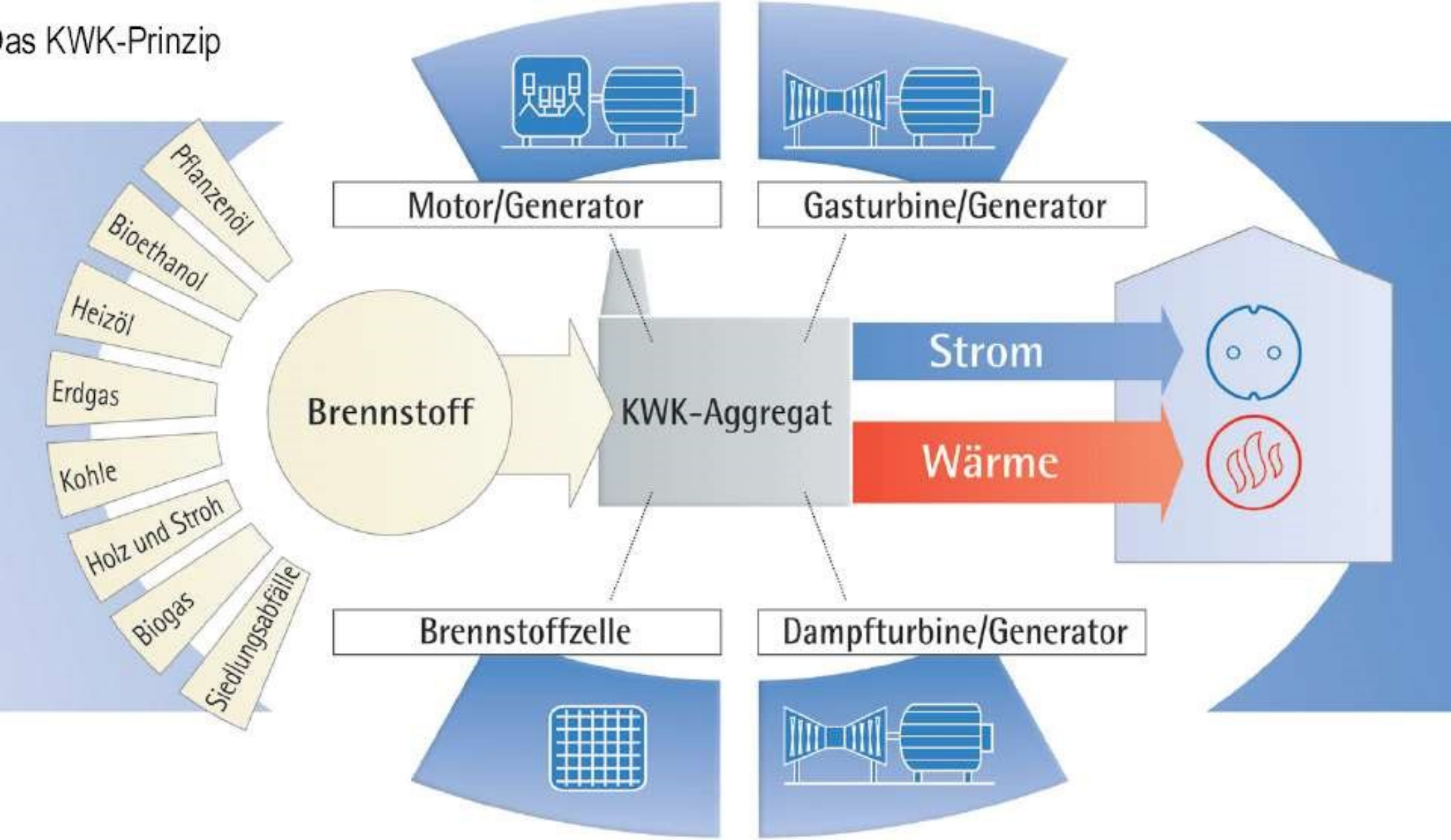
Verluste	70 %	13 %

		Entlastung um
Staub	100 %	99,0 %
SO_2	100 %	98,5 %
NO_x	100 %	29,0 %
CO_2	100 %	58,0 %

		Einsparung um
Primärenergie	100 %	36,0 %

Hinweis: Berechnung siehe Broschüre „BHKW Grundlagen“ herausgegeben von ASUE.

Das KWK-Prinzip



Kraft / Wärmekopplung – KWK

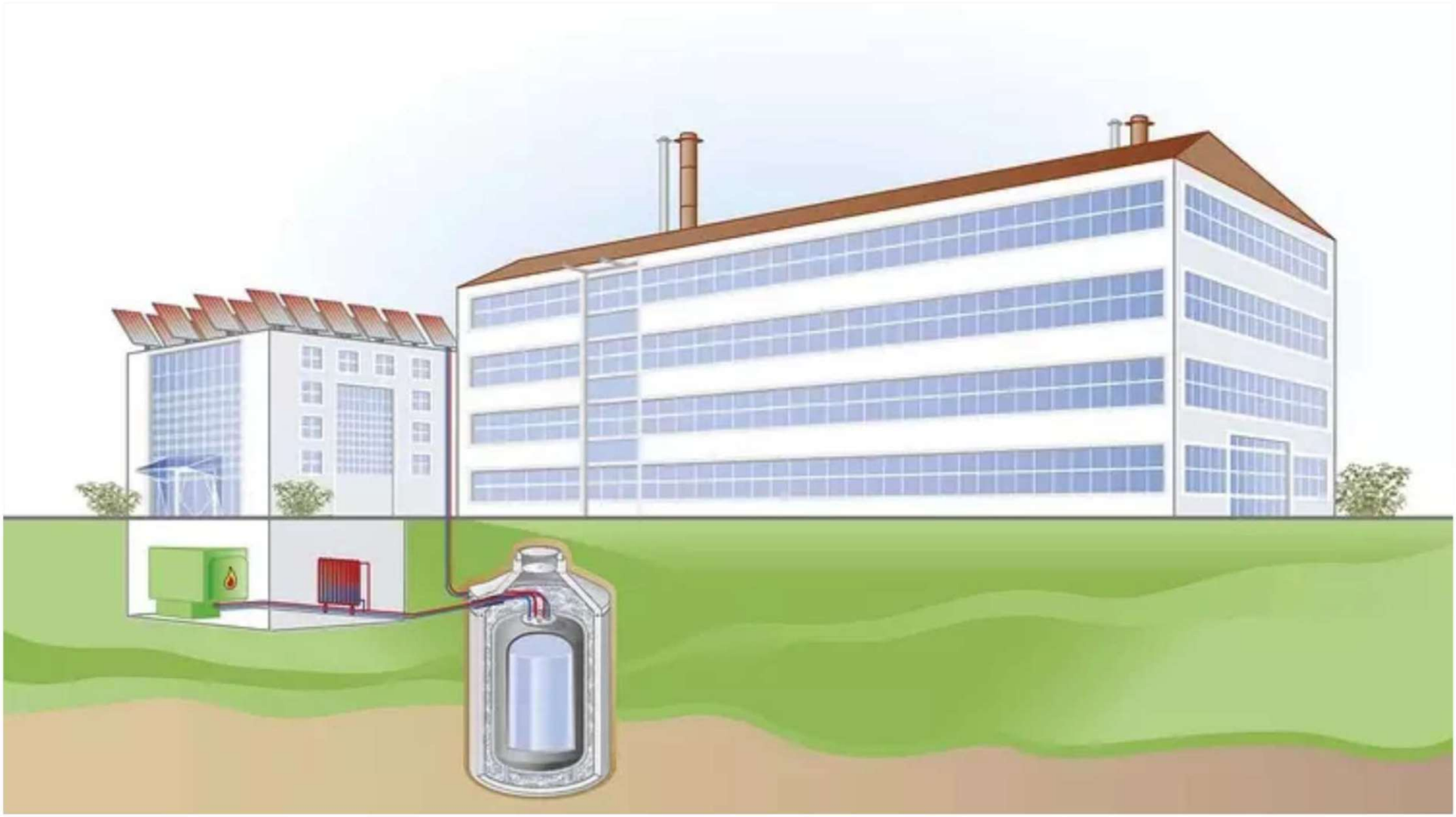
- „Move“ Gas BHKW Einbringung im Badria / Wasserburg / 2015

Leistung:
240 kW elektrisch
365 kW thermisch

Übersicht der Energiesysteme

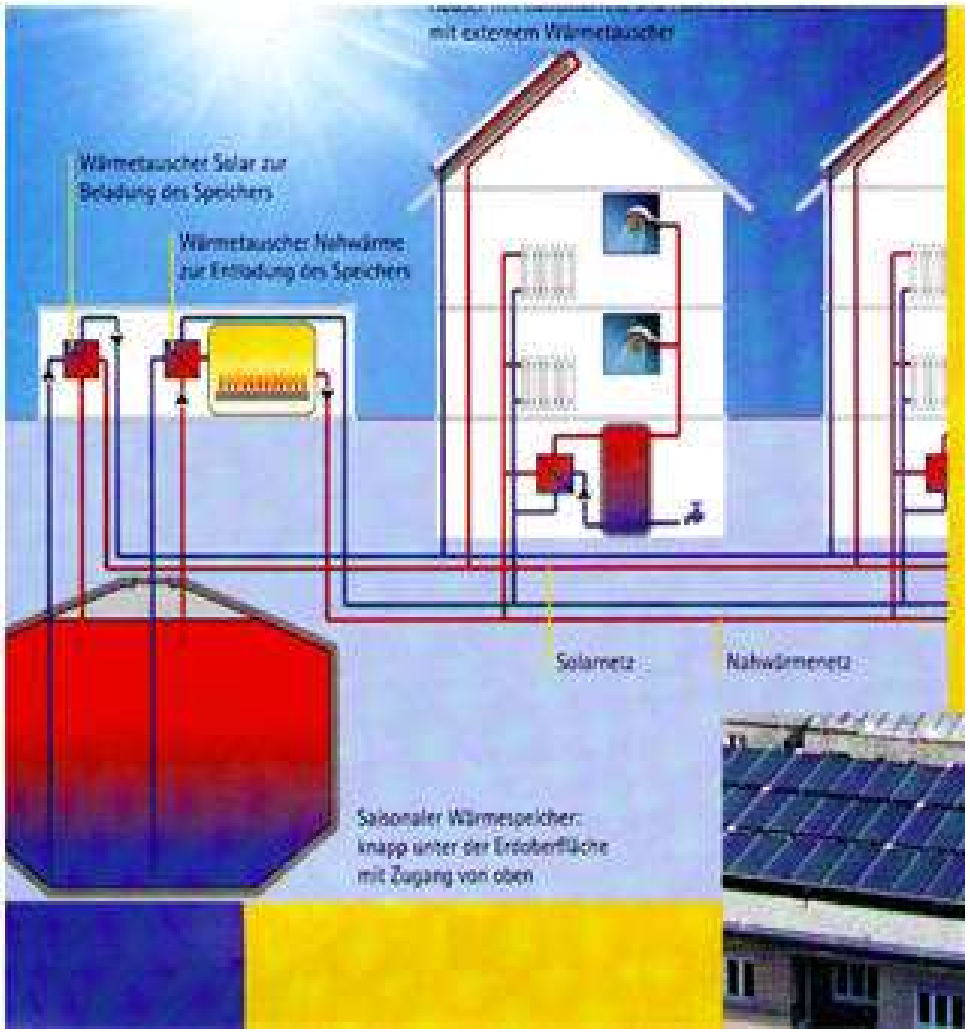
- Solarthermie (*griechisch*: *Thermie* = Wärme)

© RETEC • Wartburg 1 • 09514 Lengefeld • Tel.: 03 73 67 / 8 42 09 • eMail: info@retec-d.de • designed by w3work



© Mall

Saisonalspeicher



- Bei Niedrigenergiehäusern kann der Kollektorertrag des Sommers die Raumheizung im Winter zur Hälfte abdecken.
- 2500 Liter Pufferspeicher-Volumen je Quadratmeter Solarkollektorfläche

Solares Heizen – mit Saisonalspeicherung

Beispeil: Ackermannbogen

Die **Landeshauptstadt München** betreibt seit langem eine aktive Politik zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz. Diese wird unter anderem von der Stadtwerke München GmbH in Form von Energieerzeugungsanlagen mittels Wasserkraft und „Kraft-Wärme-Kopplung" konsequent umgesetzt. Eines der zentralen Projekte zur **Nutzung der Sonnenenergie** in München ist die Realisierung einer innovativen „Solaren Nahwärmeversorgung" für eine Wohnsiedlung.

In attraktiver Lage zwischen dem gründerzeitlichen Schwabing und dem Olympiapark liegt das neue Stadtquartier „Am Ackermannbogen". Dessen nordwestlicher Teil wurde für das Solarprojekt ausgewählt. Als Ergebnis eines Realisierungswettbewerbs wurden große Geschosswohnungsbauten im Wechsel mit kleineren Stadthäusern errichtet. Ziel ist es, qualitätvolle Architektur und Freiraumgestaltung mit den besonderen Anforderungen des Modellprojekts „Solare Nahwärme" zu verbinden.

Mit dem bisher in Europa einzigartigen Projekt „Solare Nahwärme Ackermannbogen" wird in München eine Reihe von bundesweit bereits erfolgreich realisierten innovativen Anlagen fortgesetzt und weiterentwickelt.

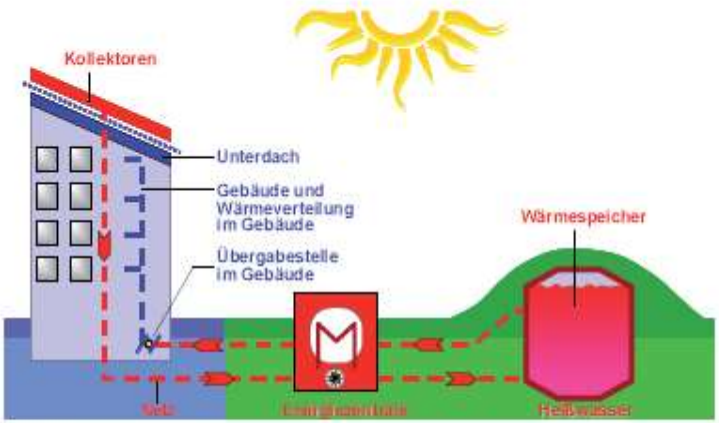
Wie funktioniert die „Solare Nahwärmeversorgung"?

Die solare Nahwärmeversorgung liefert das ganze Jahr über das Warmwasser und im Winter zusätzlich die Heizwärme für die Wohnungen. Um die Sonnenkraft auch zur Beheizung der Gebäude zu nutzen, muss die starke Einstrahlung im Sommer in die Winterzeit „transportiert" werden. Beim Wohngebiet „Am Ackermannbogen" geschieht dies mittels eines großen Wasserspeichers.

Mit großflächigen Solarkollektoren, die die Dächer der Wohngebäude bedecken, wird im Sommer durch die Sonneneinstrahlung Wärme erzeugt. Diese wird über ein Leitungsnetz (Solar-Sammelnetz) in den großen Saisonalspeicher gespeist, dessen Wasserinhalt sich bis zum Herbst auf ca. 90 Grad aufheizt. Im Winter wird dann umgekehrt die Wärme aus dem Speicher entnommen und über ein weiteres Leitungsnetz (Nahwärmenetz) in die Wohngebäude transportiert.

Bis in den Januar hinein kann die Siedlung komplett aus dem Speicher versorgt werden. Dann übernimmt die Fernwärme der Stadtwerke die Versorgung, die auch eine „Reservefunktion" gewährleistet.

Über das Jahr gesehen werden 50 % des Heizwärmebedarfs der Siedlung durch die Sonne geliefert.



Die Technik

Die solar versorgte Wohnsiedlung besteht aus 4 großen Wohnblocks sowie acht kleineren Stadthäusern und umfasst 319 Wohnungen mit insgesamt 30.400 m² Geschossfläche. Die Gebäude sind in einem hohen Wärmedämmstandard (Niedrigenergiebauweise) ausgeführt.

Die Solarkollektoren sind einerseits Energiesammler für das Solarsystem, andrerseits sind sie eine dauerhafte Dacheindeckung und erfüllen die Funktion der Dachhaut. Drei der großen Wohnblocks sind mit den Kollektoren bedeckt, die nahezu die ganze Dachfläche einnehmen und insgesamt eine Fläche von ca. 3000 m² haben.

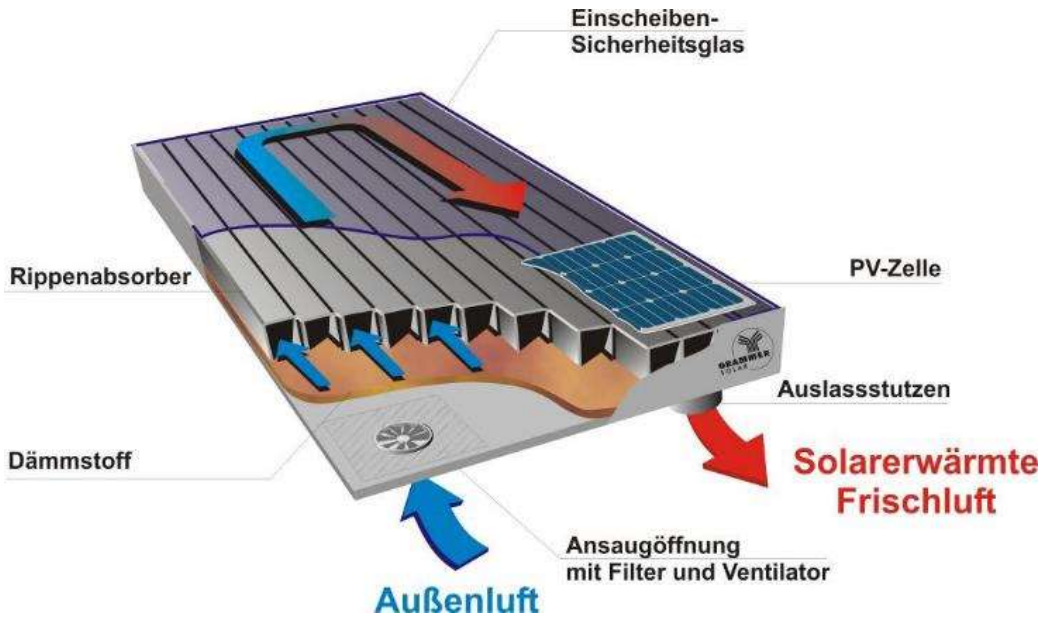
Herzstück der ganzen Anlage ist die Energiezentrale, die neben dem Speicher liegt und, aus ästhetischen Gründen, landschaftsplanerisch in den Erdhügel des Speichers integriert wurde. Hier laufen sämtliche Transportleitungen und Steuerungssysteme zusammen. Hier erfolgen auch die Einspeisung von Wärme in bzw. die Entnahme aus dem Speicher, die Versorgung der Wohnhäuser mit Heizwärme und die Einkopplung von Fernwärme, wenn die Solarenergie nicht ausreicht. In der Energiezentrale ist auch eine innovative „Absorptionswärmepumpe" installiert, die die Effizienz des Gesamtsystems erhöht.

Foto: Stefan Rossmann / Feuerwehr Ebersberg

Waldsportstadium Ebersberg / Planung Giglinger

-**Thermische Solaranlage** für die Erwärmung des Duschwassers, auf Tribünendach.
-**Luft-Solaranlage** zur Erwärmung der Umkleide- und Sozialräume, auf dem Flachdach.

Luft - Solarkollektor



Prima Klima im Keller
Eine solare Lüftung vertreibt wirkungsvoll
Feuchtigkeit und stickige Luft

Luft - Solarkollektor

Energie und Systeme der Zukunft

Empfehlung zur Vorgehensweise:

Monitoring – Überprüfung – Bewusstsein schaffen - Verbessern

- Energieverbrauch / Zählerstände – monatlich ablesen und dokumentieren
- Stromfresser ausfindig machen und abstellen
- Undichtigkeiten am Gebäude auffinden und abdichten
- Dämmung im Dachbereich analysieren und nachbessern
- Vor- und Rücklauftemperaturen d. Heizung u. Raumtemperaturen - messen und notieren
- Heizungshydraulik überprüfen und optimieren
- Einzelraumtemperaturregelung nachrüsten / Smarthome

Zahlenerhebung nach Instandhaltung und „Initial-Optimierung“

- Möglichkeit zur Nutzung von freier Solarenergie klären / thermisch und elektrisch
- Tipp: aus elektr. Strom kann auch Warmwasser / Heizwärme erzeugt werden
- Ausblick – Nutzerprofil und Verhalten auf die nächsten 20 Jahre klären

Einholen von Empfehlungen und Rat - Technik und Bauphysik

- Kaminkehrermeister / Heizungsbauer des Vertrauens
- Energieberater / Energieagenturen / Ingenieurbüro

Bafa Fördergelder

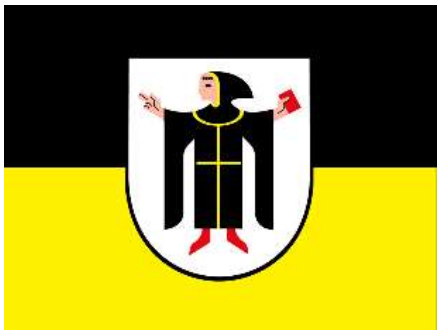
BEG Einzelmaßnahmen-förderung	Austausch Ölheizung		Austausch sonstige Heizung	
	mit iSFP		mit iSFP	
Wärmepumpe	50%	45%	40%	35%
Hybrid: Wärmepumpe und ein anderer erneuerbarer Wärmeerzeuger	50%	45%	40%	35%
Hybrid: Gas-Brennwert und Wärmepumpe	45%	40%	35%	30%

Fördergelder

Oftmals Fördergeld zu gering als Entscheidungsargument?!

KfW FÖRDERBANK

Bundesamt
für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle



…wenn aber möglich, dann auch rechtzeitig beantragen!

Bauzentrum München

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Varianten und Kombinationen bei der Wärmeversorgung großer Gebäude

Manfred Anton Giglinger
Fachplaner für Technische Gebäudeausrüstung
Sachverständiger für Energieeffizienz und Trinkwasserhygiene VDI 6023

www.giglinger.de