

**Gebäude
ENERGIE
Technik**

PLANEN | BAUEN | WOHNEN

KEA-BW
DIE LANDENERGIEAGENTUR



KOMPETENZZENTRUM
Wärmewende

10.–12. FEB 2023
MESSE FREIBURG

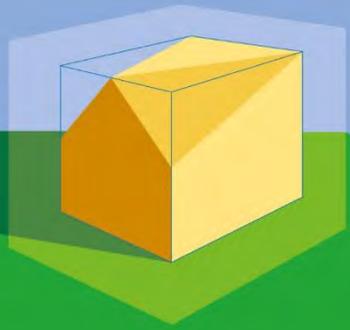
Kraft-Wärme-Kopplung - Für wen und wo ist sie die Technik der Wahl?

Florian Anders

Kompetenzzentrum Wärmewende

KEA Klimaschutz- und Energieagentur BW

11.02.2023 - Freiburg



Kraft-Wärme-Kopplung - Für wen und wo ist sie die Technik der Wahl?

Agenda

Was ist Kraft-Wärme-Kopplung?

- Funktionsprinzip
- Anlagentypen
- Brennstoffe

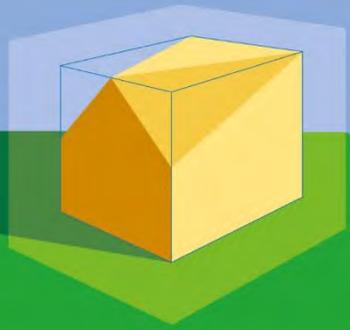
KWK in der Wohnungswirtschaft

Einsatzgebiete

KWK als Erfüllung gesetzlicher Anforderungen

Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Netzwerk - Wer hilft mir weiter?

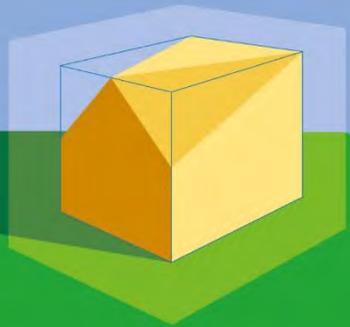


Was ist Kraft-Wärme-Kopplung?

- Kraft-Wärme-Kopplung beschreibt vereinfacht das Prinzip, aus einem Brennstoff sowohl Strom (Kraft) als auch Wärme zu gewinnen.
- Wichtig ist: nicht die **Technologie** mit dem **Brennstoff** verwechseln
- KWK-Anlagen können mit verschiedenen Brennstoffen betrieben werden
- Einfachstes Beispiel: Kohlekraftwerk - Kohle wird verbrannt, Strom wird über Dampfturbinen erzeugt, entstehende Abwärme wird genutzt (z.B. in einem Wärmenetz)

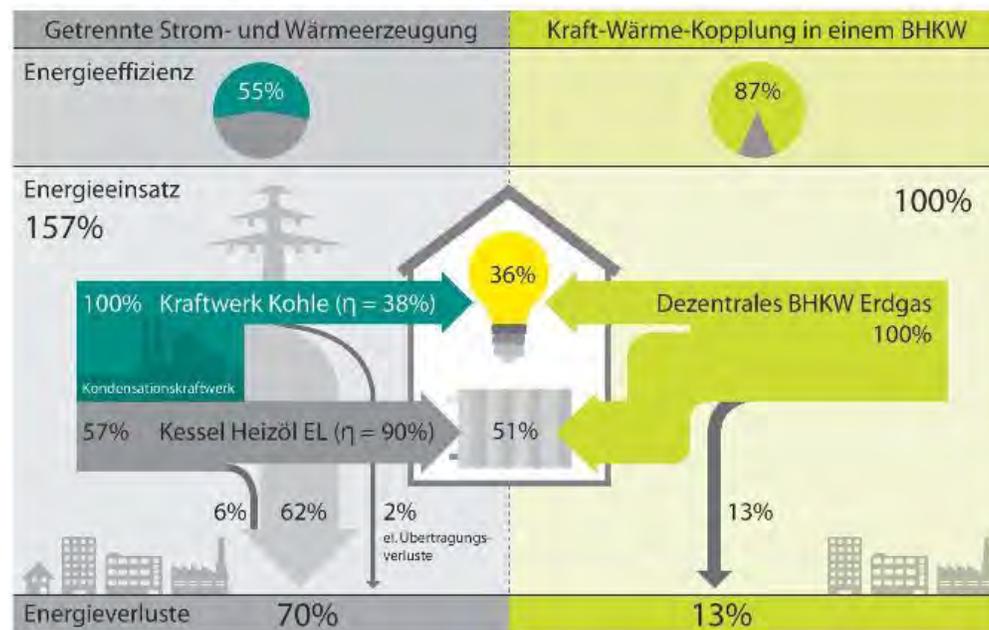


Quelle: dpa



Was ist Kraft-Wärme-Kopplung? - Funktionsprinzip

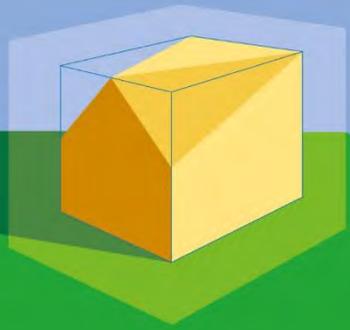
Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich mit getrennter Strom- und Wärmeerzeugung



Einsparung Primärenergie* durch BHKW: 36%

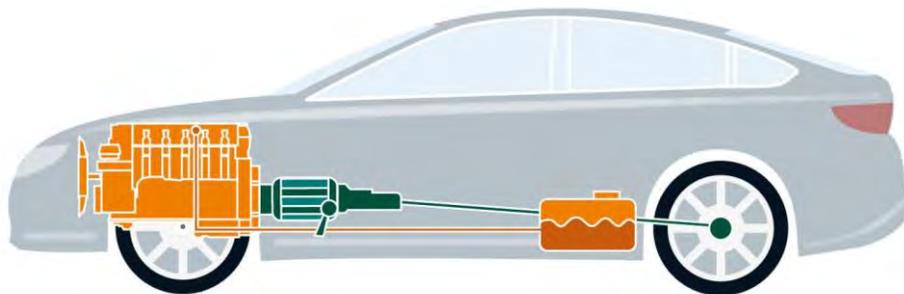
Strom und Wärme
lokal nutzbar ohne
Transportverluste.

Quelle: KEA-BW

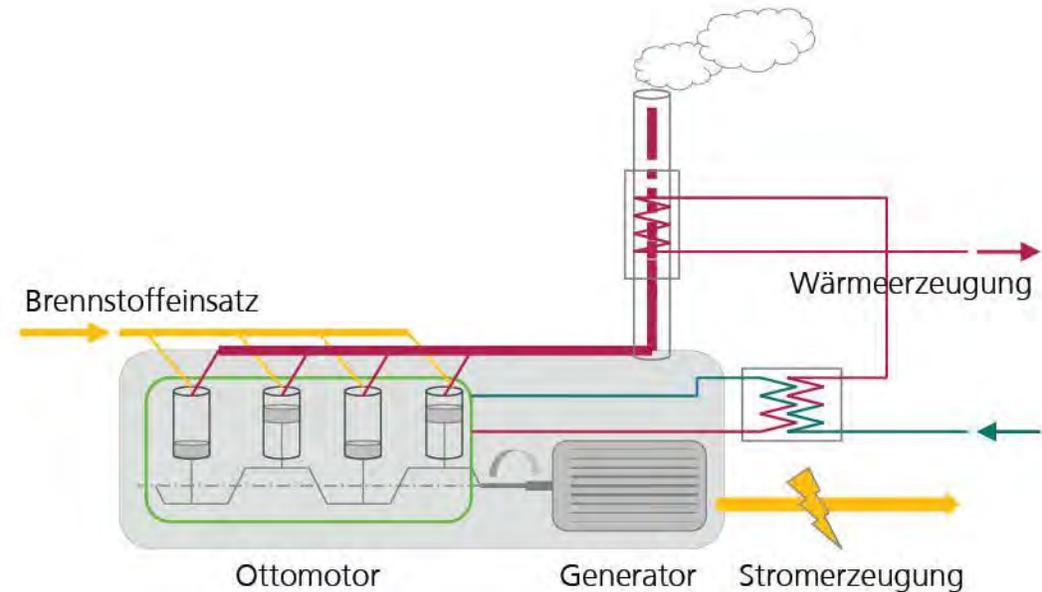


Was ist Kraft-Wärme-Kopplung? - Funktionsprinzip

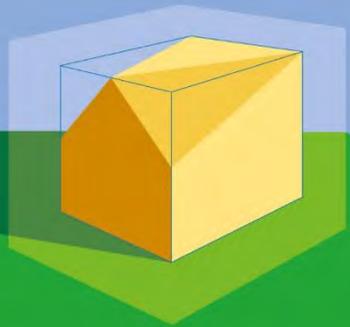
- Die meisten KWK-Anlagen sind wie ein Verbrennungsmotors aufgebaut



Quelle: Infografik WELT ONLINE/Infografik WELT ONLINE



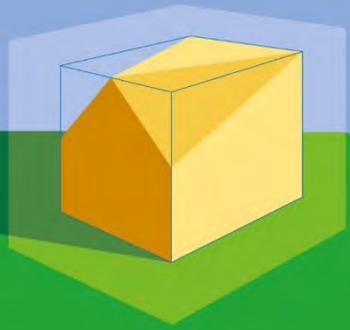
Quelle: Rödl & Partner



Was ist Kraft-Wärme-Kopplung? - Anlagentypen

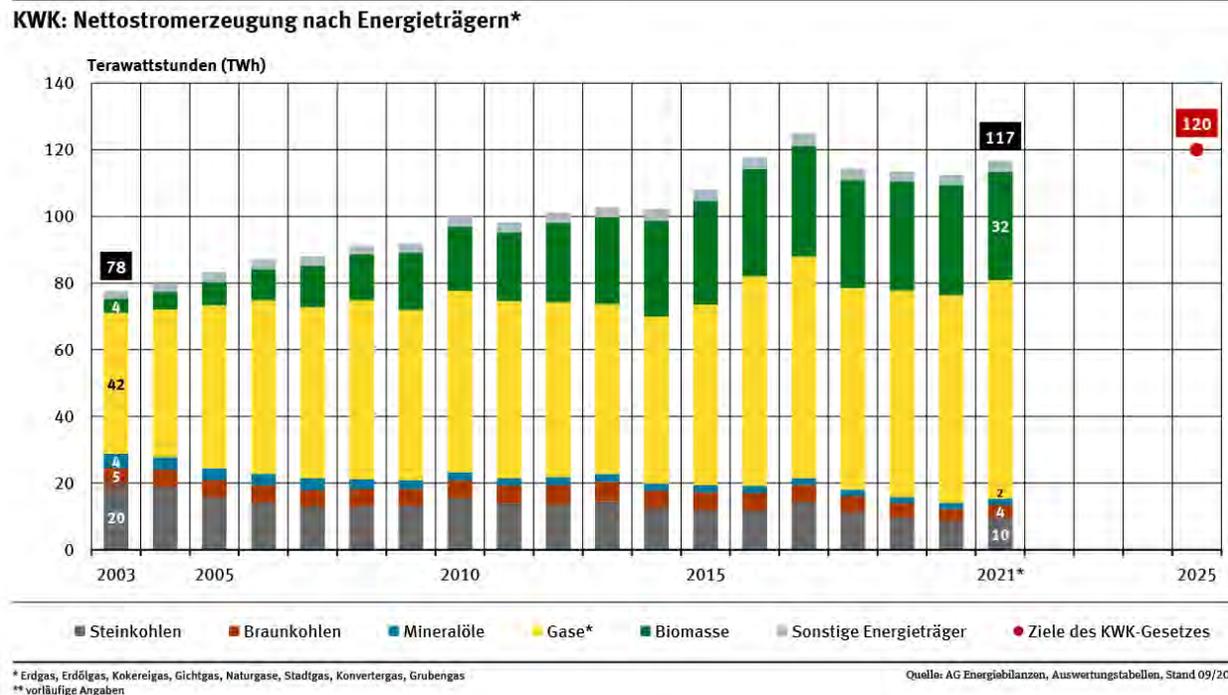
- Weitere Funktionsweisen von KWK-Anlagen

Typ	Besonderheit	Energieträger
Gasturbinen-Kraftwerke	Wärmetemperatur bei 450 - 600°C	alle brennbaren Energieträger
ORC Anlage	Dampfturbinenprozess mit organischem Medium	Geothermie, Biomasse, Abwärme
Gas- und Dampfkraftwerk (GuD)	hohe Stromkennzahl	Erdgas oder Heizöl
Stirling-BHKW	keine Verbrennung innerhalb des Motors, Nutzung von Wärme zur Erzeugung von Strom	variabel
Brennstoffzelle	chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff	Wasserstoff, Gase mit Reformer

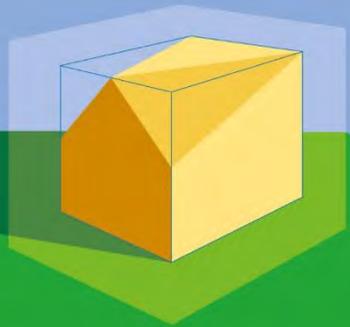


Was ist Kraft-Wärme-Kopplung? - Brennstoffe

- Der überwiegende Anteil der eingesetzten Energieträger ist fossil



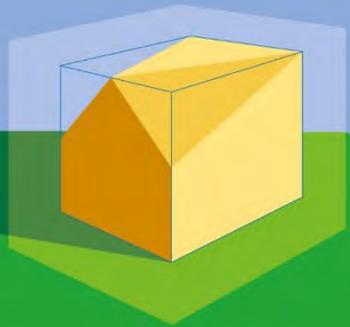
„Böse“ KWK durch
„böses“ Erdgas?



KWK in der Wohnungswirtschaft - Wie groß muss die Anlage sein?

Kraft-Wärme-Kopplung wird oft dort eingesetzt, wo der Strom auch genutzt werden kann

Einsatzgebiet	elektrische Leistung der KWK-Anlage
Mehrfamilienhäuser (mit Mieterstrommodell)	5 - 50 kW
Industrieunternehmen zur Eigenstrom-Abdeckung	200 - 2.000 kW
Krankenhäuser	200 - 2.000 kW
Heizzentralen für Wärmenetze	500 - 10.000 kW



KWK in der Wohnungswirtschaft - Wie groß muss die Anlage sein?

Wärmebedarf	Elektrische Leistung BHKW (Laufzeit 5.000 h/a)	Elektrische Leistung BHKW (Laufzeit 2.000 h/a)
50.000 – 100.000 kWh /a	5-10 kW	10-20 kW
100.000 – 200.000 kWh /a	10-20 kW	20-40 kW
200.000 – 500.000 kWh /a	20-50 kW	40-100 kW

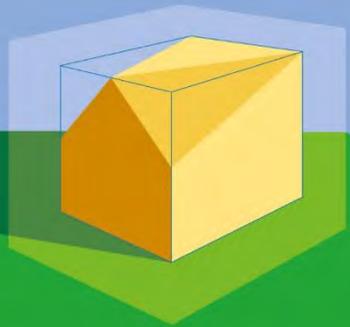
Abb. 3: Ungefähre Größe eines Blockheizkraftwerks nach jährlichem Wärmebedarf

Quelle: Leitfaden KWK in der Wohnungswirtschaft der KEA-BW

- Darstellung zur Abdeckung des Eigenbedarfs an Wärme
- Wieviel verbrauchen Sie?
Klassische Kennwerte:

Baujahr Gebäude	benötigte Wärmeenergie
1970 - 1980	200 - 300 kWh/a*m ²
1980 - 1990	125 - 200 kWh/a*m ²
1990 - 2000	90 - 125 kWh/a*m ²
2000 - heute	25 - 90 kWh/a*m ²

Quelle: www.heizung.de

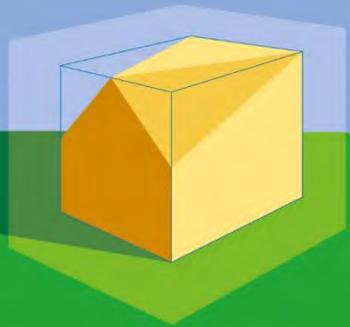


KWK als Erfüllung gesetzlicher Anforderungen

KWK hilft bei der Erfüllung von

- EWärmeG BW

Erfüllungsoptionen		Wohngebäude			
		5 %	10 %	15 %	Anrechenbarkeit
Solarthermie ² [m ² Aperturfläche/m ² Wfl] (pauschalierter oder rechnerischer Nachweis)	EZFH	✓ (0,023 m ² /m ²)	✓ 0,047 (m ² /m ²)	✓ 0,07 (m ² /m ²)	0 bis 15 %
	MFH	✓ (0,02 m ² /m ²)	✓ 0,04 (m ² /m ²)	✓ 0,06 (m ² /m ²)	
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 Erdreich ³		✓ 3 bis 4 VG	✓ ≤ 2 VG	-	5, 10 %
- Transmissionswärmeverlust ⁵ (H _T)		✓	✓	✓	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 %



KWK als Erfüllung gesetzlicher Anforderungen

KWK hilft bei der Erfüllung von

- EWärmeG BW
- EEWärmeG

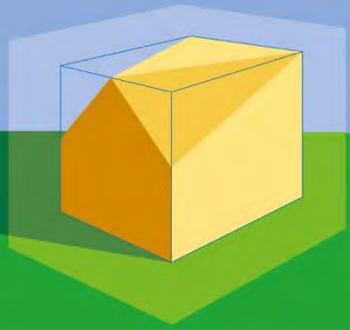
§ 7

Ersatzmaßnahmen

Die Pflicht nach § 3 Abs. 1 gilt als erfüllt, wenn Verpflichtete

1. den Wärmeenergiebedarf zu mindestens 50 Prozent
 - a) aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme nach Maßgabe der Nummer IV der Anlage zu diesem Gesetz oder
 - b) unmittelbar aus **Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)** nach Maßgabe der Nummer V der Anlage zu diesem Gesetz

decken,



KWK als Erfüllung gesetzlicher Anforderungen

KWK hilft bei der Erfüllung von

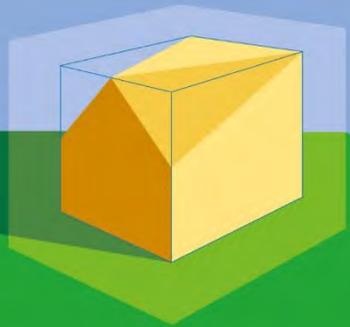
- EWärmeG BW
- EEWärmeG
- GEG

(1) Anstelle der anteiligen Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch die Nutzung erneuerbarer Energien kann die Anforderung nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 auch dadurch erfüllt werden, dass

1. durch die Nutzung von Wärme aus einer hocheffizienten KWK-Anlage im Sinne des § 2 Nummer 8a des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50 Prozent gedeckt wird oder
2. durch die Nutzung von Wärme aus einer Brennstoffzellenheizung der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 40 Prozent gedeckt wird.

(2) Sofern Kälte genutzt wird, die durch eine Anlage technisch nutzbar gemacht wird, der unmittelbar Wärme aus einer KWK-Anlage zugeführt wird, muss die KWK-Anlage den Anforderungen des Absatzes 1 Nummer 1 genügen. § 41 Absatz 3 und 4 ist entsprechend anzuwenden.





Passende Technik für individuelle Verbraucher

Zu beachten:

- welche Heizkreistemperatur ist zu erreichen (siehe Vortrag Wärmepumpe)?
- Gibt es in der Immobilie eine Lüftungsanlage?
- Wieviel Strom wird benötigt?

- Gibt es die Möglichkeit des Anschlusses an ein Wärmenetz?
- Wie sieht die Versorgungsstruktur sonst aus?

Aufschluss geben der **Kommunale Wärmeplan** (hier in Freiburg) oder Quartierskonzepte

23.11.2022 / Fachbeitrag / Energiewirtschaft

Kommunale Wärmeplanung Freiburg: Zusammenarbeit auf Augenhöhe

Freiburg ist keine Stadt mit einem großen Fernwärmenetz. Rund zehn Betreiber decken mit mehr als 25 Wärmenetzen etwa 20 % des Wärmeverbrauchs der 230000 Einwohner-Stadt. Nun hat die Stadt Freiburg eine kommunale Wärmeplanung erstellt, bei der sich der Fernwärmeanteil mehr als verdoppeln soll.



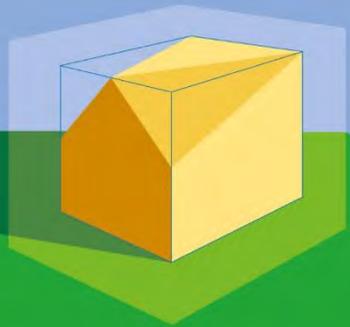
Aktuelle Stellenangebote

HOCHSCHULE ESSSLINGEN 16.01.2023 / Hochschule Esslingen / Göppingen und Esslingen
Professor:in (W2) für das Lehrgebiet "Elektrotechnik, Elektronik, Digitalisierung" | WT-P-2301

ABO WIND 06.01.2023 / ABO Wind AG / Weisbaden
Projektleiter (m/w/d) Finanzierung und Vertrieb

Die Stadt Freiburg hat gemeinsam mit der Badenova-Gruppe und den Dienstleistern GEF und ifau eine Strategie für den Umbau des Bestandsystems zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung entwickelt. (Quelle: Stadt Freiburg)

Quelle: EUROHEAT&POWER



Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

KWK Anlage bis 50 kW_{el}

Einspeisen ins öffentliche Netz (Nach KWK-G)

Vergütung

„EEX- Baseload“

19,3 ct*

Energiesteuerrück.

1,8 ct

KWK-Bonus auf 30.000 h

16 ct

37,1 ct

Produktionskosten

Brennstoff

ca. 11 ct

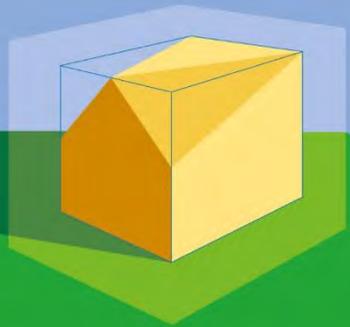
Wartungs- und Instandhaltungs-
aufwand

ca. 7 ct

<- 19,1 ct ->

ca. 18 ct

*Q4/2022



Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

KWK Anlage bis 50 kW_{el}

Nutzung in eigener Immobilie/ Mieterstrom (Nach KWK-G)

„Wert“ des selbst verbrauchten Stroms

Strompreis Haushaltskunden	34 ct*
Energiesteuerrück.	1,8 ct
KWK-Bonus auf 30.000 h	8 ct

43,8 ct

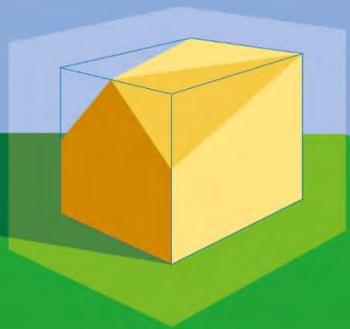
Produktionskosten

Brennstoff	ca. 11 ct
Wartungs- und Instandhaltungsaufwand	ca. 7 ct

<- 25,8 ct ->

ca. 18 ct

*Q4/2022



Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Kosten der Anlagen

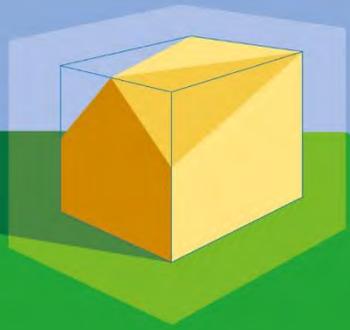
Anlage	BHKW	Gaskessel
Investitionskosten	4.000 - 5.500 €/kW _{th}	200 - 400 €/kW _{th}

Energie	BHKW	Gaskessel
10.000 kWh Strom	3.600 € (12 ct/kWh x 10.000 kWh / 33%*)	3.400 € (34 ct/kWh x 10.000 kWh)
50.000 kWh Wärme	3.600 € (20.000 kWh aus BHKW + 12 ct/kWh x 30.000 kWh)	6.000 € (12 ct/kWh x 50.000 kWh)
	7.200 €	9.400 €

*elektrischer Wirkungsgrad
KWK-Anlage 33%

Achtung:

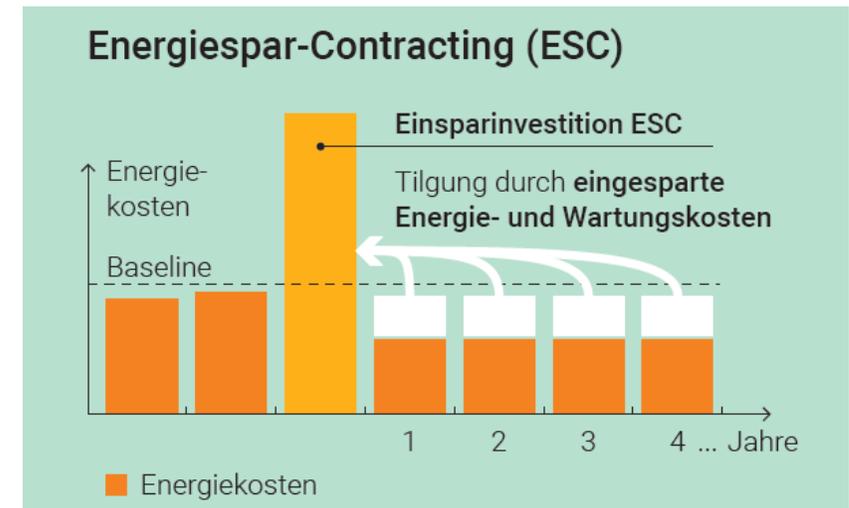
- KWK Anlage steht nicht alleine da, zusätzlicher Kessel notwendig
- Gaskessel alleine aufgrund EWärmeG nicht möglich (Biogas, Solarthermie...)

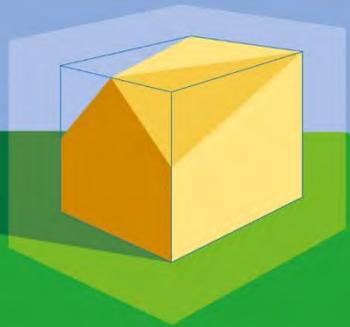


Einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Anlage per Contracting betreiben lassen

- Der Contractor übernimmt das komplette Leistungsspektrum und liefert Wärme und Strom
 - wartet die Anlage im Contracting-Zeitraum und übernimmt die Haftung
 - finanziert sich über die Energieeinsparung (fester vereinbarter Wärmepreis)
 - kann auch Mieterstrom abdecken
-
- Know-How zur optimalen Betriebsweise vorhanden
 - Nutzer haben fest vereinbarte Preise bei Vollversorgung
 - Risiko und etwaige Nachbeschaffung übernimmt der Contractor

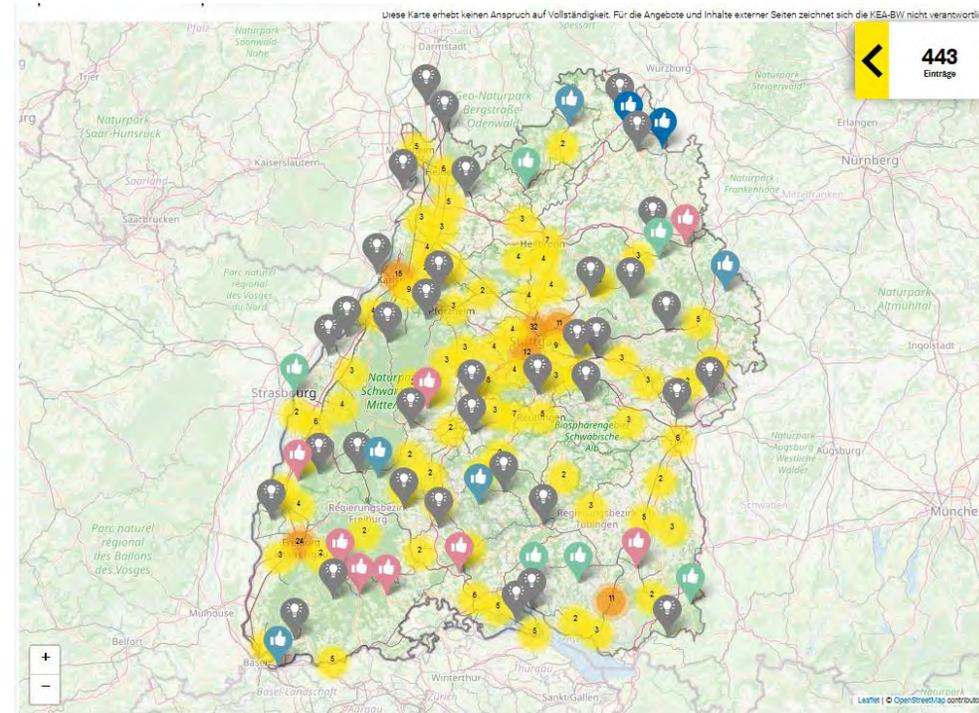


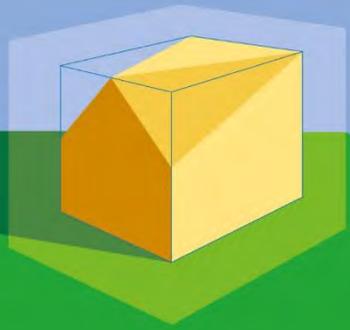


Netzwerk - Wer hilft mir weiter?

<https://www.kea-bw.de/klimaschutzland-bw>

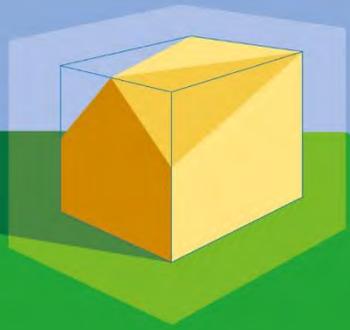
- Best Practice zu:
 - Kommunalen Klimaschutz, Energiemanagement, Contracting, **Wärmewende**, Wir machen Mobilitätswende, Zukunft Altbau, Photovoltaik, Nachhaltige Mobilität
- Experten und Netzwerke zu:
 - Abrechnungsdienstleister, Contracting-Beraternetzwerk, Contracting for KMU, Energieagentur, eea-Beratung, Energie-Beratung, Genossenschaft, Handwerk, Ingenieurs-/Planungsbüro, Kommunale Energieeffizienz-Netzwerke, KWK-Fachleute, Mobilitäts-Fachleute, PV-Beratung, Rechts-/Steuer-Beratung





Fazit

- Kraft-Wärme-Kopplung ist nicht brennstoff-gebunden und MUSS nicht mit Erdgas betrieben werden
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen sind im Einfamilienhaus nicht wirtschaftlich betreibbar
- KWK lohnt sich meist ab 6 Wohneinheiten
- KWK-Anlagen stehen nicht alleine da sondern benötigen meist einen zusätzlichen Verbrenner
- (Voll-)Wartungsvertrag meist sinnvoll
- Contracting für Investition und Betrieb nutzen



**Gebäude
ENERGIE
Technik**

PLANEN | BAUEN | WOHNEN



**10.–12. FEB 2023
MESSE FREIBURG**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Florian Anders



KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH

Kaiserstr. 94a

76133 Karlsruhe

Tel.: 0721 98471-54

Mobil: 0173 2596683

florian.anders@kea-bw.de

www.kea-bw.de / www.kea-bw.de/waermewende