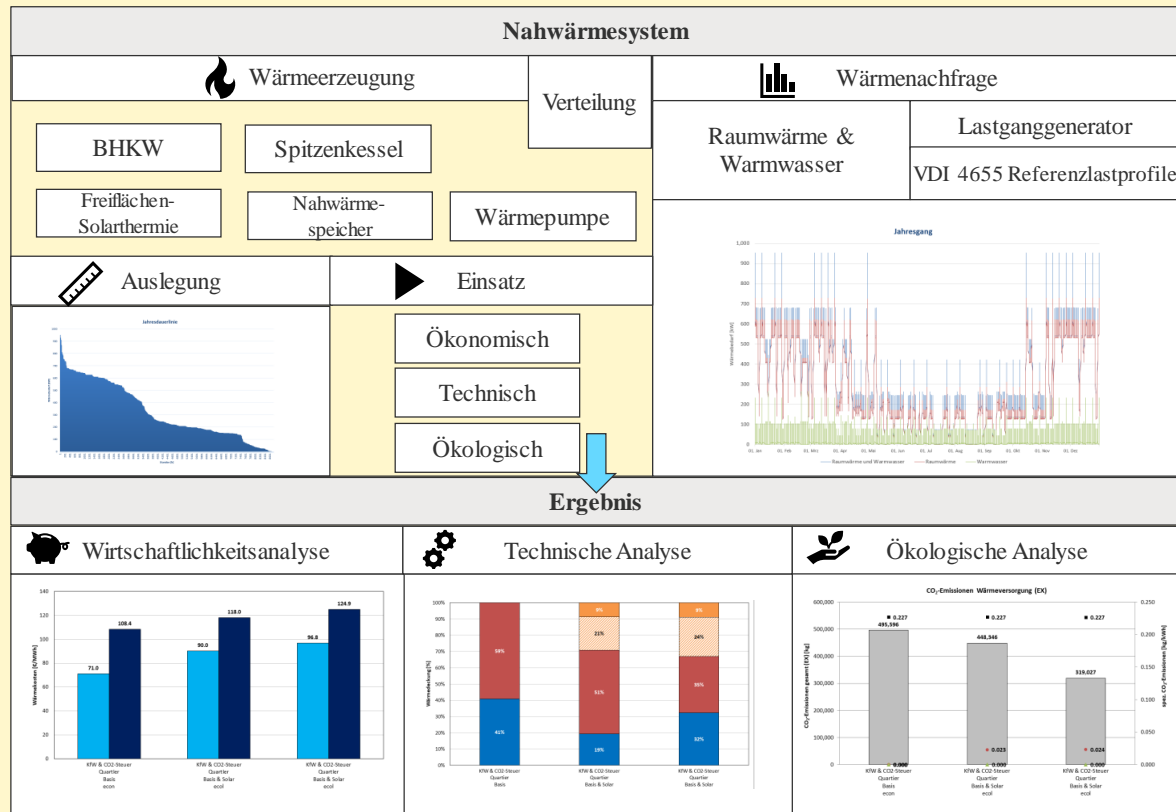




Universität Stuttgart

IER Institut für Energiewirtschaft
und Rationelle Energieanwendung



Handbuch SolarEDA+

Stuttgart, September 2019

Markus Stehle
Markus Blesl

Haftungsausschluss

SolarEDA+ wurde mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Für die Vollständigkeit oder Richtigkeit der Ergebnisse des SolarEDA+ Tools können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Inhalt

- Installation
- Kurzvorstellung SolarEDA+
- Anleitung zum Einsatz des Tools
- Fallbeispiele
 - 1: Solare Nahwärme
 - 2: Fallbeispiel: Innovatives KWK-System
 - 3: Fallbeispiel: Einzelgebäude Wärmeversorgung
- Anhang
 - Exkurs: Online-Tool zur Ermittlung der Gebäudezahl, des Typs und der Baualtersklassen eines Quartiers
 - Auswahl der Vereinfachungen und Limitierungen
 - Annahmen
 - Förderprogramme
 - Quellen
 - Kontakt

Installation

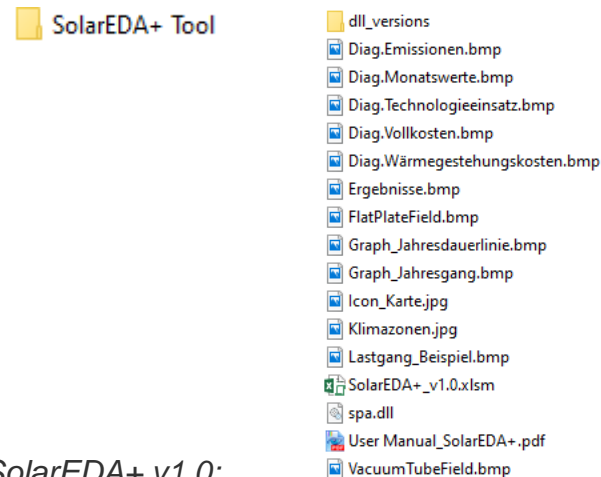
Installation

1. Anforderungen

- Visual C++ Redistributable: siehe <https://www.microsoft.com/de-de/download/details.aspx?id=48145> (wird für die Benutzung der C++ Anwendung für die Berechnung der Sonnenposition benötigt)
- SolarEDA+ wurde in Win 10, 64 bit und Excel 2018 getestet. Es kann daher zu Kompatibilitätsproblem mit anderen Excel Versionen kommen.

2. Installation

- i. Kopieren Sie den gesamten Ordner *SolarEDA+ Tools* in das von Ihnen gewählte Zielverzeichnis. Löschen und verändern Sie keine Dateien innerhalb dieses Ordners.



Excel-Datei SolarEDA+_v1.0

- ii. Öffnen Sie die Excel Datei *SolarEDA+ v1.0*;
- iii. Nach dem erstmaligen Öffnen der Datei auf Ihrem Computer, muss zuerst die Datei *spa.dll* auf Ihrer Festplatte abgelegt werden (fixer Pfad: C:\SolarEDA+). Dazu bitte auf den Button **Pfad ermitteln** auf der Startseite klicken. Dieser Schritt ist nur beim erstmaligen öffnen des Programms durchzuführen.

Vor "Start" korrekten Pfad ermitteln (nur bei erstmaliger Anwendung erforderlich):

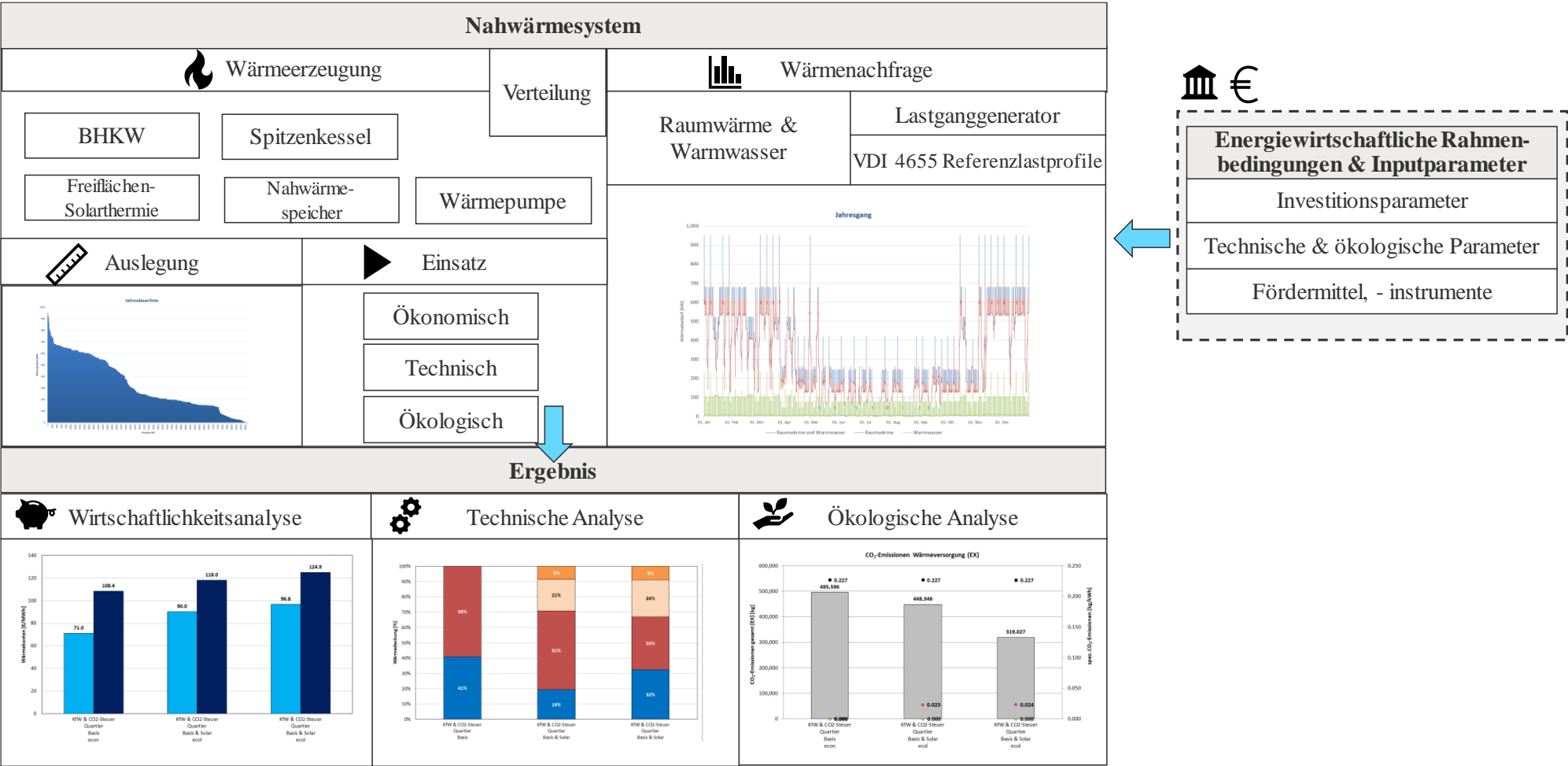
Pfad ermitteln

Kurzvorstellung SolarEDA+

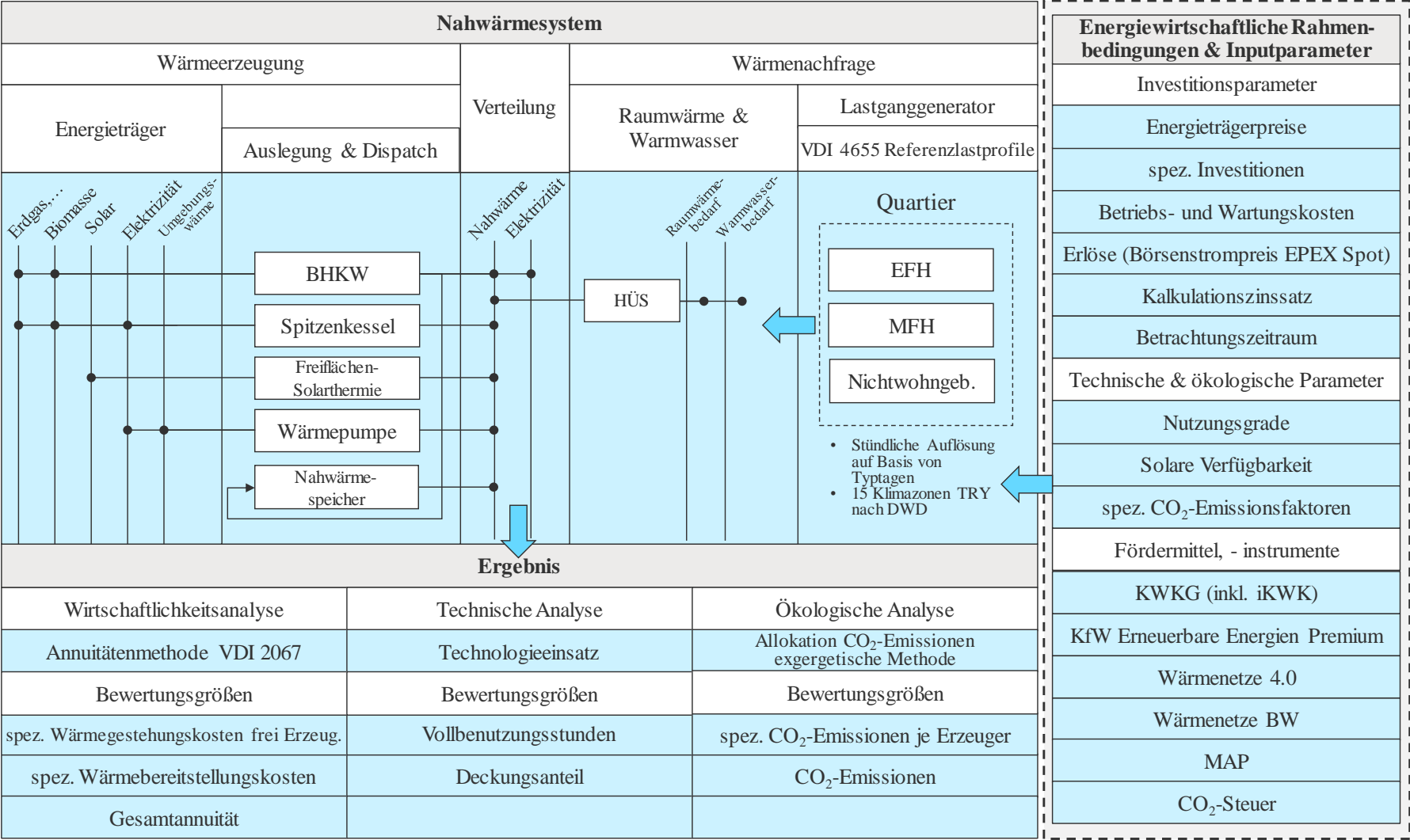
Kurzvorstellung SolarEDA+

- SolarEDA+ (Solar Easy District Analysis Plus) ist ein Wirtschaftlichkeitsrechner für die Bewertung von solaren Nahwärmesystemen zur Versorgung von Quartieren.
- Es stellt eine Weiterentwicklung des EDA-Tools dar (vgl. [Blesl, Stehle 2017]) und wurde in der Skriptsprache Visual Basic for Applications (VBA) erstellt.
- Es dient zur vereinfachten Berechnung der Wärmegestehungskosten von Quartieren und soll Stadtplanern einen wirtschaftlichen, ökologischen und energetischen Vergleich unterschiedlicher Szenarien zur Wärmebereitstellung ermöglichen.
- Die im SolarEDA+ Tool durchgeführten Berechnungen beruhen auf vereinfachten und verallgemeinerten Annahmen. Die Ergebnisse stellen daher die Größenordnung der zu erwartenden Kosten und Erlöse für weitere Berechnungen dar.
- Weitere Erläuterungen zum SolarEDA+ Tool sind im Endbericht von „*SolnetBW II Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg*“ zu finden.

Methodischer Ansatz SolarEDA+ (schematisch)



Methodischer Ansatz SolarEDA+ (detailliert)



Eigenschaften von SolarEDA+

- Modelltyp: Einsatzoptimierung, z.T. Auslegungsoptimierung
- Zeitliche Auflösung: 8760 h
- Räumliche Auflösung: Quartier (Einzelgebäude) innerhalb Deutschlands
- Technologien: KWK-Anlage, Heizkessel, Solarthermie¹, Wärmespeicher², Wärmepumpe, Wärmenetz
- Ergebnisse: Wärmeversorgung, Stromerzeugung, Kosten, Erlöse, Wärmegestehungskosten, Wärmebereitstellungskosten, Primärenergiebedarf, CO₂-Emissionen
- Sprachen: Deutsch, Englisch
- Vereinfachungen und Limitierungen: s. [Anhang](#)
- Fehlerdokumentation und Behebung: s. [Anhang](#)

¹ solarthermische Großanlagen auf der Freifläche als auch Dachanlagen

² Tankspeicher, Grubenspeicher

Anleitung zum Einsatz des Tools

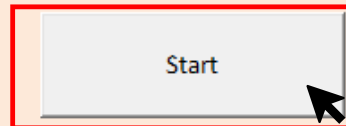
Start SolarEDA+

SolarEDA+

Solar Easy District Analysis Plus ist ein vereinfachtes Instrument für Stadtplaner zur wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Analyse von solaren Nahwärmesystemen zur Versorgung von Quartieren.

Ein Benutzerhandbuch des SolarEDA+ Tools ist im Ordner des Tools abgelegt: "User Manual". Dieses kann auch nach "Start" aufgerufen werden.


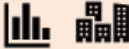
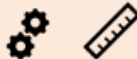




Vor dem erstmaligen Start des Tools ist der korrekte Pfad hinterlegter Dateien zu ermitteln (Pfad ermitteln anklicken).



Vor "Start" korrekten Pfad ermitteln (nur bei erstmaliger Anwendung erforderlich):

Pfad ermitteln

Schritte bis zum Berechnungsstart

1		Standortdaten des Quartiers eingeben für die Berechnung des Wärmebedarfs (Klimazone) und der solaren Einstrahlung
2		Stündlichen Lastgang des Quartiers (Raumwärme und Warmwasser) bestimmen. Zur Ermittlung der Anzahl, des Typs und der Baualtersklasse der Gebäude im betrachteten Quartier wird die Verwendung des Online-Tool EN-easy empfohlen: EN-easy http://iereasy.ier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/
3		Technologie- und Energieträgerwahl zur Wärmeversorgung des Quartiers Dimensionierung bzw. Auslegungen der Technologien
4		Wahl des Kriteriums für den Einsatz der Technologien <ul style="list-style-type: none">• ökonomisch, d.h. nach Grenzkosten zu jeder Stunde des Jahres;• technisch, d.h. das BHKW hat Vorrang vor dem Spitzenkessel und anderen Technologien (z.B. um Voraussetzungen für Förderprogramme mit Mindestanteilen des BHKW an der Wärmeversorgung zu erfüllen)• ökologisch, d.h. die Einspeisung von Solarenergie hat stets Vorrang, auch wenn die Grenzkosten alternativer Optionen günstiger wären
5		Wirtschaftliche Parameter auswählen (z.B. Kalkulationszinssatz, Betrachtungszeitraum)
6		Förderprogramme, -instrumente auswählen <ul style="list-style-type: none">• KfW Erneuerbare Energien Premium• KWKG-Förderung (KWK-Zuschlag, iKWK, KWKG-Förderung Wärmenetz)• Wärmenetze 4.0• Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg• Marktanreizprogramme (nur Einzelgebäude)• CO2-Steuer
7		Berechnung starten. Die Berechnung kann einige Minuten dauern.

Startseite SolarEDA+

1. Wahl der Sprache

2. Standard Einstellungen, Einstellungen speichern und aufrufen dieses User Manual

3. Anleitung zur Nutzung des Tools

4. Berechnungsfenster

5. Berechnung starten

The screenshot shows the SolarEDA+ web application interface. At the top, there is a header with the logo and navigation links. Below the header, there is a main content area with several sections. The first section is a yellow banner with instructions. The second section is a form for entering location data. The third section is a form for selecting technologies and fuels. The fourth section is a form for selecting economic parameters. The fifth section is a form for selecting funding programs. At the bottom, there is a large button labeled 'Berechnung starten'.

SolarEDA+

Start | Fördermittel

Language/Sprache
☒ Deutsch ☐ English

User Manual Standardwerte Einstellungen Speichern Abbrechen

Anleitung
Vorgehen zur Nutzung des Tools:
1. Standortdaten des Quartiers 2. Lastgang berechnen oder laden 3. Technologien zur Wärmeherzeugung auswählen 3.1 Auswahl der Ergänzungstechnologie 3.2 Wahl des Brennstoffs
4. Technologieeinsatz 5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen 6. Fördermittel und Zuschläge 7. Berechnung

1. Standortdaten des Quartiers
Standortname: Balingen-Heselwangen
Breitengrad: 48.272 [°]
Längengrad: 8.881 [°]
Zeitzone: 1 [h]
Klimazone: 6 [-]

2. Lastgang des Quartiers
☒ Lastgang laden Lastgang laden
☐ Lastgang berechnen Eingabe Quartiersdaten Lastgang berechnen (GUI wird neugestartet)
Anzahl, Typ und Baualter der Gebäude im betrachteten Quartier können mit dem Onlinetool EN-easy ermittelt werden, das über den folgenden Link erreichbar ist:
<http://ereasy.ler.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>
Lastgang ist je Quartier einmal zu laden/zu berechnen und wird dann stets für die Berechnungen verwendet.

3. Technologien
Wahl der Technologie
KWK-Anlage ☐ Spitzenlastkessel ☒ PTH ☐
Solaranlage ☒ Wärmespeicher ☒ Wärmepumpe ☐
Auslegung
KWK: ☐ endogen ☐ exogen
SLK: ☒ endogen ☐ exogen
Solaranlage: ☐ endogen ☒ exogen
Wärmespeicher: ☐ endogen ☒ exogen
Auslegung der Technologien
Auswahl Brennstoff
Brennstoff KWK: Erdgas
Brennstoff SLK: Erdgas
Technische Parameter

4. Technologieeinsatz
☒ Ökonomisch nach Grenzkosten
☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage
☐ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

5. Wirtschaftliche Parameter
☒ Standardwerte verwenden ☐ Werte angeben
Wirtschaftliche Parameter

6. Fördermittel und Zuschläge
☒ Förderprogramme auswählen
☐ Marktanzreizprogramm ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium
Förderung Einzelgebäude Förderung Quartier
☒ CO2-Steuer ☐ Innovatives KWK-System ?
Förderprogramme

Berechnung starten

1



Standortdaten des Quartiers eingeben für die Berechnung des Wärmebedarfs (Klimazone) und der solaren Einstrahlung

1. Eingabe der Standortdaten

1. Name des betrachteten Quartiers eingeben

2. Eingabe Breitengrad, Längengrad und Zeitzone des Quartiers, für die Berechnung des Sonnenstandes und damit der solaren Einstrahlung.

start | Fördermittel |

Anleitung
Vorgehen zur Nutzung des Tools:
1. Standortdaten des Quartiers 2. Lastgang berechnen oder laden 3. Technologien zur Wärmeerzeugung auswählen 3.1 Auswahl der Ergänzungstechnologie 3.2 Wahl des Brennstoffs
4. Technologieeinsatz 5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen 6. Fördermittel und Zuschläge 7. Berechnung

1. Standortdaten des Quartiers

Standortname:

Breitengrad: [°]

Längengrad: [°]

Zeitzone: [h]

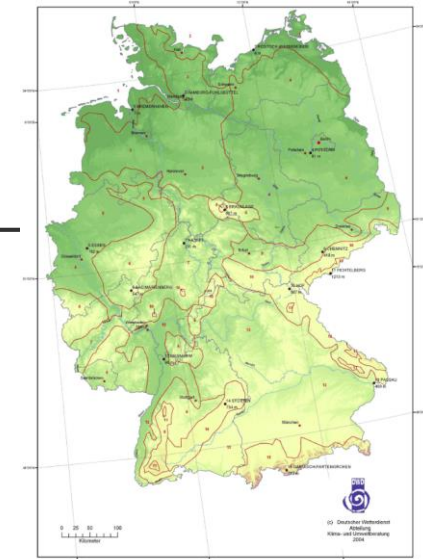
Klimazone: [-]

2. Lastgang des Quartiers

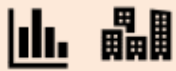
☒ Lastgang laden ☐ Lastgang berechnen

Anzahl, Typ und Baualter der Gebäude im betrachteten Quartier können mit dem Onlinetool EN-easy ermittelt werden, das über den folgenden Link erreichbar ist:
<http://iereasy.iier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>
Lastgang ist je Quartier einmal zu laden/zu berechnen und wird dann stets für die Berechnungen verwendet.

3. Klimazone des Standortes. TRY-Klimazone nach dem Deutschen Wetterdienst (DWD, Christoffer et al. 2004). Mit Klick auf das blauen Fragezeichen öffnet sich eine Karte der Klimazonen Deutschlands



2



Stündlichen Lastgang des Quartiers (Raumwärme und Warmwasser) bestimmen.

Zur Ermittlung der Anzahl, des Typs und der Baualtersklasse der Gebäude im betrachteten Quartier wird die Verwendung des Online-Tool EN-easy empfohlen:

EN-easy <http://iereasy.ier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>

2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

start | Fördermittel |

Anleitung
Vorgehen zur Nutzung des Tools:
1. Standortdaten des Quartiers 2. Lastgang berechnen oder laden 3. Technologien zur Wärmeerzeugung auswählen 3.1 Auswahl der Ergänzungstechnologie 3.2 Wahl des Brennstoffs
4. Technologieeinsatz 5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen 6. Fördermittel und Zuschläge 7. Berechnung

1. Standortdaten des Quartiers

Standortname	Balingen-Heselwangen	
Breitengrad	48.272	[°]
Längengrad	8.881	[°]
Zeitzone	1	[h]
Klimazone	6	[-]

2. Lastgang des Quartiers

☒ Lastgang laden Lastgang laden

☐ Lastgang berechnen **Eingabe Quartiersdaten** **Lastgang berechnen (GUI wird neugestartet)**

Anzahl, Typ und Baualter der Gebäude im betrachteten Quartier können mit dem Onlinetool EN-easy ermittelt werden, das über den folgenden Link erreichbar ist:
<http://ereasy.iier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>
Lastgang ist je Quartier einmal zu laden/zu berechnen und wird dann stets für die Berechnungen verwendet.

1. Wahl zwischen Lastgang berechnen und laden

2. Unter „Eingabe Quartiersdaten“ können weitere Annahmen zur Berechnung des Lastgangs getroffen werden (siehe nächste Seite)

3. Sind alle Annahmen zur Berechnung des Lastgangs getroffen, kann durch Klick auf den Button „*Lastgang berechnen*“ der Jahresgang des Quartiers berechnet und als Tabelle abgespeichert werden. Bei wiederholter Berechnung desselben Quartiers kann dieser Schritt übersprungen werden.

2.1 Lastgang des Quartiers berechnen

- Nach Klick auf „Eingabe Quartiersdaten“

Start | Fördermittel | Lastgang

Lastgang laden | Lastgang berechnen

Raumwärme & Warmwasser | Gleichzeitigkeit der Nachfrage

Raumwärmebedarf

☒ Raumwärmebedarf nach Baualtersklassen

Anzahl [-]	<1979	1979-2000	2001-2015
EFH	94	44	6
MFH	2	1	0
NWG	<2000 0	2000-2015 0	

spez. Raumwärmebedarf [kWh/m²]

	<1979	1979-2000	2001-2015
EFH	135	150	110
MFH	118	130	95
NWG	110	<2000 120	2000-2015 90

Wohnfläche [m²]

	<1979	1979-2000	2001-2015
EFH	121	121	121
MFH	608	608	608
NWG	300	<2000 251	2000-2015 250

Warmwasserbedarf

Einwohner je EFH: 4,2 [-]

Warmwasserbedarf je Person: 500 [kWh]

Wohneinheiten je MFH: 4 [-]

Warmwasserbedarf je Wohneinheit: 1000 [kWh]

NWG Nachtabsenkung

Heizgrenztemperatur: 15 [°C]

Raumsolltemperatur (Tag): 20 [°C]

Raumsolltemperatur (Nacht): 14 [°C]

Nachtabsenkung von... 20 bis 6 Uhr

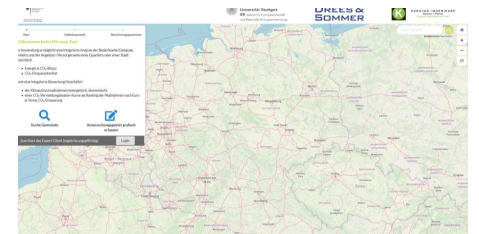
- Angabe der Parameter zur Berechnung des Raumwärmebedarfs nach Baualtersklassen:
 - Gebäudeanzahl nach Baujahr
 - Raumwärmebedarf
 - Wohnfläche

- Angaben der Parameter zur Berechnung des Warmwasserbedarfs

- Raumwärmebedarf der Nicht-Wohngebäude

Angabe der durchschnittlichen Werte für die Gebäude

s. [Exkurs](#) im Anhang zur Nutzung des Online EN-easy-Tools zur Ermittlung der Gebäudezahl je Gebäudetyp, Wohnflächen und Baualtersklassen je Quartier



2.1 Lastgang des Quartiers berechnen

Gleichzeitigkeit der Nachfrage

Start | Fördermittel | Lastgang

Lastgang laden | Lastgang berechnen

Raumwärme & Warmwasser | Gleichzeitigkeit der Nachfrage

Varianz Raumwärme

Varianz EFH: 10

Varianz MFH: 3

Varianz NWG: 5

Varianz Warmwasser

Varianz EFH: 2

Varianz MFH: 5

Gleichzeitigkeitsfaktor Raumwärme

GLF EFH:

GLF MFH:

GLF NWG:

Gleichzeitigkeitsfaktor Warmwasser

GLF EFH:

GLF MFH:

Gleichzeitigkeitsfaktor Gesamtwärme

GLF Gesamt:

1. Gleichzeitigkeit der Nachfrage für die Berechnung des Lastgangs: Basierend auf einer Gauß'schen Wahrscheinlichkeitsverteilung wird die Gleichzeitigkeit der Nachfrage über einen Verschiebealgorithmus berücksichtigt (vgl. Blesl, Stehle 2017) gf ist ein Gewichtungsfaktor, um die Nachfrage zu verschieben. Je größer die Varianz, desto höher die Verschiebung.

$$Load_{h,shift} = \sum_{h=-12}^{h=-1} Load_h * gf_{h+24} + \sum_{h=0}^{h=12} Load_h * gf_h$$

$$gf_h = \frac{N_{SFH,MFH,NRB}}{\sqrt{2\pi} * \sigma^2} * e^{-\frac{h^2}{2\sigma^2}}$$

$N_{SFH,MFH,NRB}$: Number of single-family houses, multi-family houses, non-residential buildings
 h : Shift in hours
 σ^2 : Variance

bei 100 Abnehmern:
ca. 0,8-0,9

bei 100 Abnehmern: ca. 0,28¹

2. Gleichzeitigkeit der Nachfrage

¹ Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik

2.2 Exportieren des berechneten Lastgangs

Start | Fördermittel | Lastgang

Lastgang laden | Lastgang berechnen

Raumwärme & Warmwasser | Gleichzeitigkeit der Nachfrage

Raumwärmebedarf

☒ Raumwärmebedarf nach Baualtersklassen

Anzahl [-]

	<1979	1979-2000	2001-2015
EFH	94	44	6
MFH	2	1	0
NWG	<2000 0	2000-2015 0	

spez. Raumwärmebedarf [kWh/m²]

	<1979	1979-2000	2001-2015

Warmwasserbedarf

Einwohner je EFH

4,2 [-]

Warmwasserbedarf je Person

500 [kWh]

Wohneinheiten je MFH

4 [-]

Warmwasserbedarf je Wohneinheit

1000 [kWh]

Lastgang exportieren

1. Berechneter Lastgang kann in einer separaten Excel-Datei abgespeichert werden.

2.2 Laden eines bestehenden Lastgangs

1. Auf der Startseite „Lastgang laden“ auswählen.
Button „Lastgang laden“ klicken. Wahl der
Excel-Datei mit gespeichertem Lastgang
(benötigte Parameter siehe dargestellte Tabelle)

2. Zusätzlich wenn
Gebäudealtersklassen-Daten
vorhanden sind, diese im Reiter
Lastgang berechnen ergänzen

Software-Interface zur Lastgangverwaltung mit zwei Reitern: „Lastgang laden“ und „Lastgang berechnen“.

Reiter: Lastgang laden

Buttons: Lastgang laden

Text: Lastgang soll folgende Spalten enthalten:
Spalte 1: Datum
Spalte 2: Uhrzeit
Spalte 3: Raumwärmebedarf
Spalte 4: Warmwasserwärmebedarf

Text: Zur korrekten Berücksichtigung der Förderprogramme wird außerdem zusätzlich (wenn vorhanden) die Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen benötigt. Eingabe unter Lastgang berechnen

Format des zu importierenden Lastgangs

	A	B	C	D
1	Datum	Uhrzeit	Q_Space Heat	Q_DHW
2	[-]	[-]	[kWh]	[kWh]
3	01.01.2015	00:00	1339	8
4	01.01.2015	01:00	1323	3
5	01.01.2015	02:00	1312	0

Reiter: Lastgang berechnen

Text: Lastgang

Text: Jahresdauerlinie

2.2 Laden eines bestehenden Lastgangs: Benötigte Parameter und Struktur des zu importierenden Lastgangs

The diagram illustrates the required parameters and structure for importing an existing load profile. It features a table with four columns: A (Datum), B (Uhrzeit), C (Q_Space Heat), and D (Q_DHW). Callout boxes with arrows point to each column header, providing details on the expected data format and units.

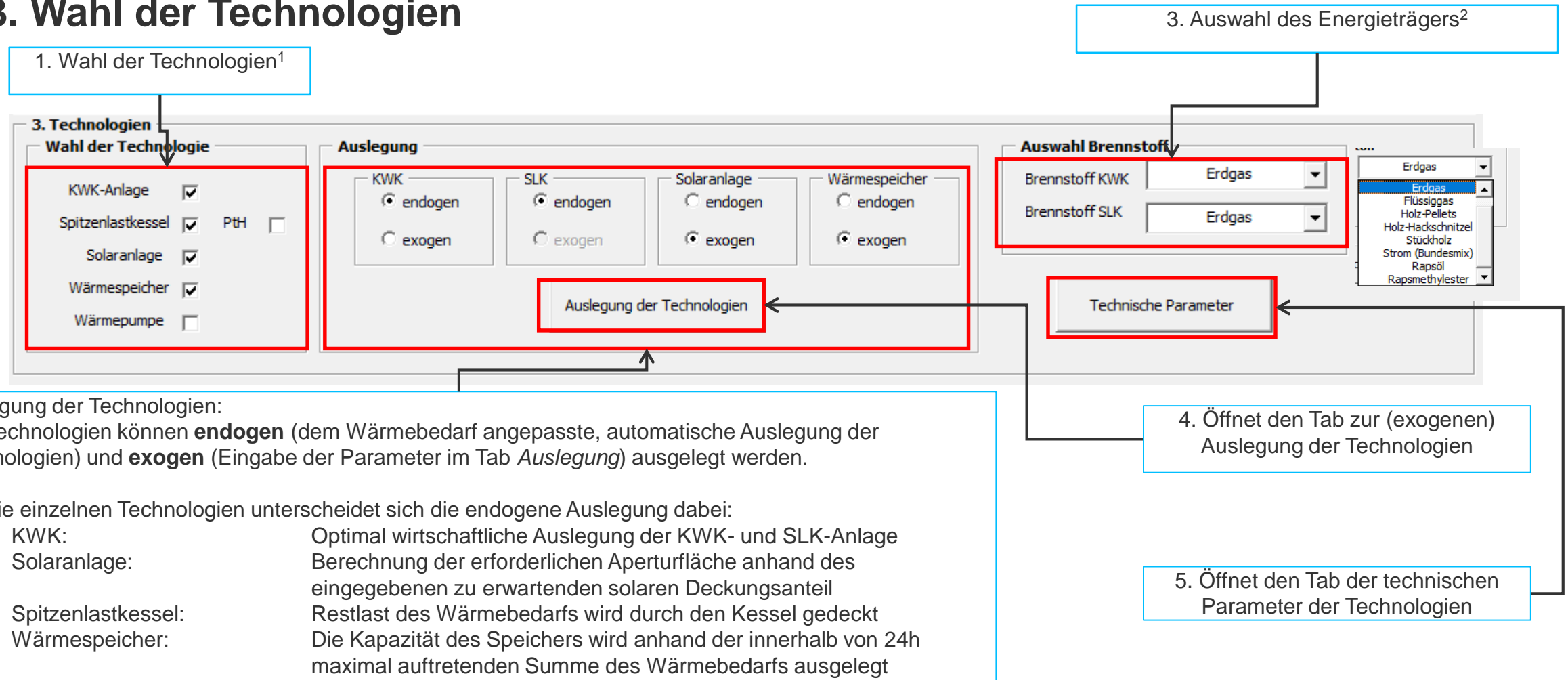
	A	B	C	D
1	Datum	Uhrzeit	Q_Space Heat	Q_DHW
2	[-]	[-]	[kWh]	[kWh]
3	01.01.2015	00:00	1339	8
4	01.01.2015	01:00	1323	3
5	01.01.2015	02:00	1312	0
6	01.01.2015	03:00	1303	1
7	01.01.2015	04:00	1308	3
8	01.01.2015	05:00	1328	9
9	01.01.2015	06:00	1369	33
10	01.01.2015	07:00	1444	96
11	01.01.2015	08:00	1529	207
12	01.01.2015	09:00	1599	301
13	01.01.2015	10:00	1646	330

3



Technologie- und Energieträgerwahl zur Wärmeversorgung des Quartiers
Dimensionierung bzw. Auslegungen der Technologien

3. Wahl der Technologien



2. Auslegung der Technologien:

Die Technologien können **endogen** (dem Wärmebedarf angepasste, automatische Auslegung der Technologien) und **exogen** (Eingabe der Parameter im Tab *Auslegung*) ausgelegt werden.

Für die einzelnen Technologien unterscheidet sich die endogene Auslegung dabei:

- KWK: Optimal wirtschaftliche Auslegung der KWK- und SLK-Anlage
- Solaranlage: Berechnung der erforderlichen Aperturfläche anhand des eingegebenen zu erwartenden solaren Deckungsanteil
- Spitzenlastkessel: Restlast des Wärmebedarfs wird durch den Kessel gedeckt
- Wärmespeicher: Die Kapazität des Speichers wird anhand der innerhalb von 24h maximal auftretenden Summe des Wärmebedarfs ausgelegt

¹ KWK = Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder BHKW (Blockheizkraftwerk); PtH = Power-To-Heat; Spitzenlastkessel = kann ohne Auswahl KWK einem Heizwerk entsprechen

² alle Energieträger prinzipiell auswählbar für KWK/SLK: Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Holzpellets, Holz-Hackschnitzel, Stückholz, Strom (Bundesmix) = entspricht PtH, Rapsöl, Rapsmethylester

3.1 Endogene Auslegung der Technologien

	KWK	SLK	Solaranlage	Wärmespeicher	Wärmepumpe
Modellendogene Auslegung	x	x	x	x	(nur exogen)
Ansatz	Sochinsky ¹		Solarer Deckungsgrad ²	<ul style="list-style-type: none"> • 24 h ³ • Iterative wirtschaftliche Optimierung ⁴ 	
Gültigkeit	Nur für Kombination KWK & SLK				

¹ Auslegung der KWK-Anlage zusammen mit der SLK-Anlage im wirtschaftlichen Optimum nach Sochinsky (näherungsweise).

² Berechnung der erforderlichen Aperturfläche anhand des eingegebenen zu erwartenden solaren Deckungsanteil an der Gesamtwärme.

³ Die Kapazität des Speichers wird anhand der innerhalb von 24h maximal auftretenden Summe des Wärmebedarfs ausgelegt.

⁴ Für die wirtschaftlich optimale Auslegung des Wärmespeichers wird ein Vergleich des Kostenvorteils der Ein- und Ausspeicherung mit der Annuität der Speicherkosten (kapital-, betriebsgebundene Kosten, Anlagenrestwert) gezogen. Die Iteration der Dimensionierung des Speichers läuft solange der Kostenvorteil einer größeren Auslegung des Speichers die Annuität der Speicherkosten größer null ist.

3.1 Exogene Auslegung der Technologien

Nach Klick auf *Auslegung der Technologien*

1. Exogene Auslegung der KWK-Anlage: Wahl der Auslegung

2. Auslegung der Solarthermieanlage:

Wahl des Kollektors

- Exogene Auslegung → Eingabe Aperturfläche
- Endogene Auslegung → Eingabe erwarteter solarer Deckungsanteil → *Solarfeldfläche abschätzen* klicken
- Bei *Solarfeldfläche abschätzen*, wird der angegebene geschätzte Anteil an der Wärmelast berechnet und als Zielwert der Solarthermie-Anlage gesetzt. Die dafür erforderliche Aperturfläche wird dann übernommen

Start | Fördermittel | Lastgang | Auslegung Technologie |

Auslegung KWK

☐ Nahwärme: Anteil KWK-Wärme [-] ☒ Installierte Leistung [kWth]

☐ Volllaststunden [h] [kWel]

Auslegung Solaranlage

Erforderliche Aperturfläche [m²]

Erwarteter solarer Deckungsanteil [%]

Solarfeldfläche abschätzen und übernehmen

Solar Kollektor

Der geschätzte solare Deckungsanteil kann vom tatsächlichen solaren Deckungsanteil abweichen

Auslegung Kessel

☐ Anteil [% der Maximallast] ☐ Volllaststunden [h]

☒ Restlast ☐ Installierte Leistung [kWth]

Auslegung Wärmepumpe

☒ Anteil [% der Maximallast]

☐ Volllaststunden [h]

☐ Installierte Leistung [kWth]

Auslegung Wärmespeicher

☐ Manuelle Auslegung

☒ Auslegung mit Solaranlage

☐ Wärmeüberschuss vermeiden

☐ nach Speicherdauer

☐ Wirtschaftliche Optimierung (längere Rechenzeit)

Verhältnis von Speichervolumen zu Kollektorfläche [m³/m²]

Speicherkapazität berechnen

Iterationsschritte (max. 4)

Kapazität gesamt [kWh]

Anfangskapazität [kWh]

Speichervolumen [m³]

3. Auslegung der Wärmepumpe nur exogen möglich, eine Option muss ausgewählt sein

4. Auslegung der Wärmespeicher Kapazität anhand der ausgewählten Option

3.1 Technische Parameter

Nach Klick auf *Technische Parameter*

1. Wechsel zwischen den Technologien

2. Werte werden anhand der Auslegung ermittelt

3. Parameter für ausgewählten Brennstoff der KWK-Anlage; Auswahl der Berücksichtigung der CO₂-Emissionen (direkt/indirekt)

Start | Fördermittel | Lastgang | Auslegung Technologien | Technische Parameter

KWK+Netz Parameter | Speicher + Wärmepumpe Parameter | Solaranlage

Technische Daten KWK

Wirkungsgrad thermisch0,463[-]

Wirkungsgrad elektrisch0,407[-]

Stromkennzahl0,879[-]

Wirkungsgrad ref. Kraftwerk0,424[-]

Gesamtwirkungsgrad0,87[-]

Primärenergiefaktor Strom1,8[-]

Technische Daten SLK

Wirkungsgrad SLK0,87[-]

Brennstoff KWK

BrennstoffErdgas[-]

CO₂-Emissionsfaktor0,201[kgCO₂/kWh]

☒ direkt ☐ indirekt

Primärenergiefaktor1,1[-]

Bezugspreis4,4[EUR-ct/kWh]

Energiesteuer0,55[EUR-ct/kWh]

Brennstoff SLK

BrennstoffErdgas[-]

CO₂-Emissionsfaktor0,201[kgCO₂/kWh]

☒ direkt ☐ indirekt

Primärenergiefaktor1,1[-]

Bezugspreis4,4[EUR-ct/kWh]

Technische Daten Wärmenetz

Dynamische Betriebsweise

Netzwerkungsgrad ☒ Berechnen ☐ Vorgeben

vonbis

Umgebungstemperatur [°C]-1215

Netzvorlauftemperatur [°C]9070

Netzrücklauftemperatur [°C]6050

Wirkungsgrad KWK (th)[-]0,50,6

Wirkungsgrad KWK (el)[-]0,30,4

Wirkungsgrad Kessel[-]0,870,89

Wirkungsgrad Wärmenetz[-]0,8670,894

Wirkungsgrad Hausübergabestation[-]0,960,97

Wirkungsgrad Hausnetz[-]0,90,92

4. Wirkungsgrad KWK und Kessel

5. Technische Daten zur Auslegung des Wärmenetzes

3.1 Technische Parameter

1. Optimierung der Ein- und Ausspeicherung des Wärmespeichers in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum

2. Werte werden anhand der Auslegung ermittelt

Start | Fördermittel | Technische Parameter | KWK+Netz Parameter | Speicher Parameter | Solaranlage

Technische Daten Wärmespeicher

Speicherart: Grubenspeicher

Wirkungsgrad: 0,9 [-]

Einsatzoptimierung des Speichers

Speicheroptimierung nach Dauer: 24 [h]

☐ KWK-Wärme einspeichern

Technische Parameter Wärmepumpe

Wärmepumpentyp: Flusswasser

Wärmequellentemp.: 12 [°C]

Aus manuell eingegebenen Wärmequellendaten weitere Parameter bestimmen: Berechnen

Nennheizleistung: 15000 [kW]

Gütegrad: 0,64 [-]

Wärmeübertragerfläche: 3000 [m²]

Einhausung: 1500 [m²]

Lebensdauer: 20 [a]

3.1 Technische Parameter

1. Technische Daten des gewählten Solarkollektors

Start | Fördermittel | Technische Parameter | KWK+Netz Parameter | Speicher Parameter | Solaranlage

Kollektordaten

Solarkollektor: VFK 145 H

Hersteller: Vaillant

Kollektortyp: Flat plate

Testmethode: steady state

Aperturfläche: 2,35 [m²]

Bruttokollektorfläche: 2,506689 [m²]

Höhe: 1,233 [m]

Breite: 2,033 [m]

Optischer Wirkungsgrad η_0 : 0,798 [-]

Optischer Wirkungsgrad $\eta_{0,b,en}$ (at $\theta = 0^\circ$): 0,821 [-]

Wärmeverlustkoeffizient c_1 : 3,79 [W/m²K]

Wärmeverlustkoeffizient c_2 : 0,016 [W/m²K²]

Effektive Wärmekapazität c_5 : 6,03 [kJ/m²K]

Stagnationstemperatur: 199 [°C]

Koeffizient b_0 : 0,16 [-]

jährlicher Wärmeertrag: 633 [kWh]

IAM diffuse $K_b(\theta)$: 0,85 [-]

IAM direct $K_d(\theta)$		
Angle of incidence θ [°]	longitudinal	transversal
0	1	1
10	0,99753174	0,99753174
20	0,98973155	0,98973155

Solarfeld Daten

Erforderliche Aperturfläche: 3899 [m²]

Anzahl von Kollektoren: 1660 [-]

Gesamtaperturfläche: 3901 [m²]

Wärmeträgermedium: Glykol [-]

Kollektorneigung: 45 [°]

Kollektorazimut: 0 [°]

Diffusstrahlungsmodell: Isotropic

Albedo: 0,2 [-]

Reihenabstand Berechnen

Reihenabstand Vorgeben

Reihenabstand [m]: 3,53

Kollektorhöhe [m]: 1,233

Kollektorbreite [m]: 2,033

Kollektorabstand [m]: 1

T_Vorlauf [°C]: 80

T_mittel [°C]: 1

T_Rücklauf [°C]: 55



Wahl des Kriteriums für den Einsatz der Technologien

- ökonomisch, d.h. nach Grenzkosten zu jeder Stunde des Jahres;
- technisch, d.h. das BHKW hat Vorrang vor dem Spitzenkessel und anderen Technologien
(z.B. um Voraussetzungen für Förderprogramme mit Mindestanteilen des BHKW an der Wärmeversorgung zu erfüllen)
- ökologisch, d.h. die Einspeisung von Solarenergie hat stets Vorrang, auch wenn die Grenzkosten alternativer Optionen günstiger wären

4. Berechnungsmodus

4. Technologieeinsatz

- ☒ Ökonomisch nach Grenzkosten
- ☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage
- ☐ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

Wahl des Berechnungsmodus¹:

- Ökonomisch: Wirtschaftliche Optimierung des Technologieeinsatzes, d.h. Einsatz der Anlagen nach minimalen Grenzkosten
- Technisch: Maximierung der Volllaststunden der KWK-Anlage
- Ökologisch: Solaranlage hat Vorrang, andere Technologien nach wirtschaftlicher Optimierung

¹ Kriterien zum Einsatz der Technologien in den verschiedenen Berechnungsmodi:

Reihenfolge der Technologien im Berechnungsmodus		
Ökonomisch	Technisch	Ökologisch
Einsatz der Technologien nach Grenzkosten (EUR-ct/kWh), d.h. günstigste Technologie zuerst	1. KWK (Vorrang)	1. Solarthermie (Vorrang)
	2. Solar	2. Einsatz der restlichen Technologien nach Grenzkosten
	3. Wärmespeicher	
	4. SLK	
	5. Wärmepumpe ²	

² Reihung der Wärmepumpe als letzte Option im „technischen Berechnungsmodus“ ist nicht inhaltlich begründet; wenn Nahwärmesystem mit Wärmepumpe gewählt wird, entsprechend ökonomische oder ökologischen Berechnungsmodus auswählen.

5



Wirtschaftliche Parameter auswählen (z.B. Kalkulationszinssatz, Betrachtungszeitraum)

5. Wirtschaftliche Parameter

4. Technologieeinsatz

- ☒ Ökonomisch nach Grenzkosten
- ☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage
- ☐ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

5. Wirtschaftliche Parameter

☒ Standardwerte verwenden ☐ Werte angeben

Wirtschaftliche Parameter

Berechnung starten

6. Fördermittel und Zuschläge

☒ Förderprogramme auswählen

☐ Marktanreizprogramm ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium

Förderung Einzelgebäude Förderung Quartier

☒ CO2-Steuer ☐ Innovatives KWK-System ?

Förderprogramme

Standardwerte nach der Richtlinie *VDI 2067* oder eigene Werte für die wirtschaftlichen Parameter verwenden.
Klick auf „*Wirtschaftliche Parameter*“ zum Öffnen des Tabs der wirtschaftlichen Parameter.

5. Wirtschaftliche Parameter

Nach Klick auf „Wirtschaftliche Parameter“

1. Allgemeine wirtschaftliche Parameter angeben oder Standardwerte übernehmen.

2. Auswählen ob der Anlagenpreis anhand der gegebenen Parameter berechnet oder vorgegeben werden sollen.

3. Beispiel: spezifische Wärmeverteilungskosten nach Gebäudetyp.

Start | Wirtschaftliche Parameter | Fördermittel

Allgemeine wirtschaftliche Parameter

Betrachtungszeitraum	15	[a]
Zinsfaktor	1,07	[-]
Preisänderungsfaktor kapitalgeb. Kosten	1,01	[-]
Preisänderungsfaktor bedarfsgeb. Kosten	1,02	[-]
Preisänderungsfaktor betriebsgeb. Kosten	1,01	[-]
Preisänderungsfaktor Erlöse	1,01	[-]
Mehrwertsteuer	19	[%]

Wirtschaftliche Parameter der Technologien

Wirtschaftliche Daten KWK

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

Anlagentyp	BHKW	
spez. Anlagenpreis (ohne MwSt)	250	[EUR/kWth]
Faktor für Instandsetzung	6	[%-Inv.Kost]
Faktor für Wartung/Inspektion	2	[%-Inv.Kost]
Faktor für Planung/Installation	2	[%-Inv.Kost]
Lebensdauer KWK	15	[a]

Wirtschaftliche Daten Kessel

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

Anlagentyp	Erdgas-Brennwertkessel	
spez. Anlagenpreis (ohne MwSt)	100	[EUR/kWth]
Faktor für Instandsetzung	2	[%-Inv.Kost]
Faktor für Wartung/Inspektion	2	[%-Inv.Kost]
Faktor für Planung/Installation	2	[%-Inv.Kost]
Lebensdauer Kessel	20	[a]

Wirtschaftliche Daten Netz

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

Spez. Verteilkosten EFH	3,8	[EUR-ct/kWh]
Spez. Verteilkosten MFH & NWG	2,359	[EUR-ct/kWh]
Lebensdauer Netz	30	[a]

Wirtschaftliche Daten Speicher

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

spez. Preis	250	[EUR/m³]
Faktor für Instandsetzung	0,5	[%-Inv.Kost]
Faktor für Wartung/Inspektion	1	[%-Inv.Kost]
Faktor für Planung/Installation	0,5	[%-Inv.Kost]
Lebensdauer	40	[a]

Wirtschaftliche Daten Solaranlage

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

spez. Kollektorpreis	322	[EUR/m²]
Faktor Investition für weitere Komponenten und Technik	0,1	[%-Koll.Preis]

Wirtschaftliche Parameter Wärmepumpe

☐ Kosten manuell vorgeben

Verdichter	2249274	[€]
Wärmequellenschleißung	2546398	[€]
Wärmeübertrager	271378	[€]
Gesamtkosten	145687	[€]

6



Förderprogramme, -instrumente auswählen

- KfW Erneuerbare Energien Premium
- KWKG-Förderung (KWK-Zuschlag, iKWK, KWKG-Förderung Wärmenetz)
- Wärmenetze 4.0
- Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg
- Marktanreizprogramme (nur Einzelgebäude)
- CO₂-Steuer

6. Fördermittel

4. Technologieeinsatz

- ☒ Ökonomisch nach Grenzkosten
- ☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage
- ☐ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

5. Wirtschaftliche Parameter

- ☒ Standardwerte verwenden ☐ Werte angeben

Wirtschaftliche Parameter

Berechnung starten

6. Fördermittel und Zuschläge

- ☒ Förderprogramme auswählen
- ☐ Marktanreizprogramm ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium
- Förderung Einzelgebäude* *Förderung Quartier*
- ☒ CO₂-Steuer ☐ Innovatives KWK-System ?

Förderprogramme

Wahl der Fördermittel (Stand November 2019)

- Das *Marktanreizprogramm* fördert Technologien für Einzelgebäude
- Das Förderprogramm *KfW Erneuerbare Energien Premium* fördert die Wärmeerzeugung in Quartieren;
- Die Höhe der CO₂-Steuer kann im Tab *Fördermittel* angegeben werden
- Eine Förderung nach dem KWKG für innovative KWK-Systeme kann ausgewählt werden

→ s. Dokumentation im [Anhang](#)

6. Fördermittel: Erzeugungsanlagen

Förderprogramm Quartier

☒ KfW Erneuerbare Energien Premium

min. Bruttokollektorfläche	<input type="text" value="40"/> [m²]	<input type="text" value="40"/> [%] der Investitionskosten	oder
		<input type="text" value="0,45"/> [€] x Jahresertrag Kollektoren	
min. Speichergröße	<input type="text" value="10"/> [m³]	<input type="text" value="250"/> [€] pro Kubikmeter	
min. thermische Leistung der Wärmepumpe	<input type="text" value="100"/> [kW]	<input type="text" value="80"/> [€] je kW im Auslegungspunkt	
min. thermische Leistung des Kessels	<input type="text" value="100"/> [kW]	<input type="text" value="20"/> [€] je kW	
Zinsfaktor KfW-Kredit	<input type="text" value="1,01"/> [-]		

Förderprogramm Einzelgebäude

☐ Marktanreizprogramm

Basisförderung Solaranlage

Bruttokollektorfläche (Flachkollektor) (von-bis)	<input type="text" value="9-14"/> [m²]	<input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag
Bruttokollektorfläche (Vakuumkollektor) (von-bis)	<input type="text" value="7-14"/> [m²]	<input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag
Bruttokollektorfläche (von-bis)	<input type="text" value="15-40"/> [m²]	<input type="text" value="140"/> [€/m²]

Basisförderung Heizkessel mit fester Biomasse als Energieträger

thermische Leistung Pelletkessel (von-bis)	<input type="text" value="5-43,7"/> [kW]	<input type="text" value="3500"/> [€] Festbetrag
thermische Leistung Pelletkessel (von-bis)	<input type="text" value="43,8-100"/> [kW]	<input type="text" value="80"/> [€/kW]
thermische Leistung Hackschnitzelkessel (von-bis)	<input type="text" value="5-100"/> [kW]	<input type="text" value="3500"/> [€] Festbetrag
thermische Leistung Scheitholzessel (von-bis)	<input type="text" value="5-100"/> [kW]	<input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag

Basisförderung leistungsgeregelte Wasser/Wasser Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl mind.	<input type="text" value="3,8"/> [-]	thermische Leistung bis	<input type="text" value="37,5"/> [kW]	<input type="text" value="1500"/> [€] Festbetrag
		thermische Leistung >	<input type="text" value="37,5"/> [kW]	<input type="text" value="40"/> [€/kW]

Zusätzlich:

<input type="text" value="500"/> [€] Förderung je Anlagenkombination	Zinsfaktor MAP	<input type="text" value="1,0078"/> [-]
--	----------------	---

KWK-Zuschlag

KWK-Bonus Stromerzeugung	<input type="text" value="8"/> [€-ct/kWh]
Ausschreibung KWK-Anlage	<input type="text" value="3,95"/> [€/ct/kWh]
Ausschreibung Innovative KWK	<input type="text" value="11,17"/> [€/ct/kWh]
Vermiedene Netznutzungskosten	<input type="text" value="0,5"/> [€-ct/kWh]

Regulationen

☒ CO2-Steuer [€ / t CO2]

☐ Innovatives KWK-System

Nahwärmenetz Förderung

☒ Nahwärmenetz

Wärmenetz

Anteil Solarwärme	<input type="text" value="20"/> [%]
oder	
min. Anteil erneuerbare Energien+WP	<input type="text" value="50"/> [%] <input type="text" value="60"/> [€] je neuem Trassenmeter
oder	
min. Anteil erneuerbare Energien+WP (Neubau)	<input type="text" value="60"/> [%]
mind. Wärmeabsatz (Jahr)	<input type="text" value="500"/> [kWh/Trassenmeter]

KWKG-Förderung

mind. Anteil KWK-Wärme	<input type="text" value="75"/> [%]	und mind. Anteil KWK-Wärme + EE-Wärme <input type="text" value="50"/> [%]
oder		
mind. Anteil KWK-Wärme	<input type="text" value="25"/> [%]	
Mittlerer Nenndurchmesser	<input type="text" value="<100"/> [mm]	<input type="text" value="30"/> [%] der Investitionskosten
Trassenlänge	<input type="text" value="3000"/> [m]	<input type="text" value="100"/> [€] pro m

Energieeffiziente Wärmenetze Baden Württemberg

min. Wärme aus erneuerbaren Energien	<input type="text" value="80"/> [%]
min. Anzahl Abnahmestellen	<input type="text" value="10"/> [-] <input type="text" value="20"/> [%] der Investitionskosten
max. Wärmeverlust im Netz	<input type="text" value="20"/> [%]

Bonus Förderung

mind. Deckungsanteil Solarthermie	<input type="text" value="10"/> [%]	Für jede erfüllte Bedingung wird die maximale Zuschusshöhe zusätzlich um 50.000 € erhöht
Wärmespeicher	<input type="text" value="500"/> [m³]	
Ø Rücklauftemperatur <	<input type="text" value="45"/> [°C]	

Wärmenetz 4.0

Anteil erneuerbare Energien im Netz	<input type="text" value="50"/> [%]
min. Anzahl Abnahmestellen	<input type="text" value="100"/> [-] <input type="text" value="20"/> [%] der Investitionskosten als Basisförderquote
max. Netzvorlauftemperatur	<input type="text" value="95"/> [°C]

Zusatzförderung (zzgl. zur Basisförderquote)

<input type="text" value="0,2"/> [%] je Prozent des Anteils erneuerbarer Energien über 50 %

1. Parameter für die Förderung für die **Quartierswärmeversorgung** durch das Förderprogramm *KfW EE Premium*

2. Förderung für **Einzelgebäude** und Übersicht über die Basisförderung der Technologien (Marktanreizprogramm)

3. Angaben zum **KWK-Zuschlag** für die Einspeisung des Stroms. Höhe der Auszahlung abhängig von der installierten elektrischen Leistung der KWK-Anlage (KWKG 2019):

- bis 50 kWel: 8 ct/kWh;
- 50-100 kWel: 6 ct/kWh;
- 100-250 kWel: 5 ct/kWhel;
- 250-1000 kWel: 4,4 ct/kWh;
- ab 1-50MWel: Ausschreibung der Anlage

4. Innovatives KWK-System

6. Fördermittel: Wärmenetze

Förderprogramm Quartier

☒ KfW Erneuerbare Energien Premium

min. Bruttokollektorfläche [m²] [%] der Investitionskosten oder [€] x Jahresertrag Kollektoren

min. Speichergröße [m³] [€] pro Kubikmeter

min. thermische Leistung der Wärmepumpe [kW] [€] je kW im Auslegungspunkt

min. thermische Leistung des Kessels [kW] [€] je kW

Zinsfaktor KfW-Kredit [-]

Förderprogramm Einzelgebäude

☐ Marktanreizprogramm

Basisförderung Solaranlage

Bruttokollektorfläche (Flachkollektor) (von-bis) [m²] [€] Festbetrag

Bruttokollektorfläche (Vakuumkollektor) (von-bis) [m²] [€] Festbetrag

Bruttokollektorfläche (von-bis) [m²] [€/m²]

Basisförderung Heizkessel mit fester Biomasse als Energieträger

thermische Leistung Pelletkessel (von-bis) [kW] [€] Festbetrag

thermische Leistung Pelletkessel (von-bis) [kW] [€/kW]

thermische Leistung Hackschnitzelkessel (von-bis) [kW] [€] Festbetrag

thermische Leistung Scheitholzessel (von-bis) [kW] [€] Festbetrag

Basisförderung leistungsgeregelte Wasser/Wasser Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl mind. [-] thermische Leistung bis [kW] [€] Festbetrag

thermische Leistung > [kW] [€/kW]

Zusätzlich:

[€] Förderung je Anlagenkombination Zinsfaktor MAP [-]

KWK-Zuschlag

KWK-Bonus Stromerzeugung [€-ct/kWh]

Ausschreibung KWK-Anlage [€/ct/kWh]

Ausschreibung Innovative KWK [€/ct/kWh]

Vermiedene Netznutzungskosten [€-ct/kWh]

Regulationen

☒ CO₂-Steuer [€ / t CO₂]

☐ Innovatives KWK-System

Nahwärmenetz Förderung

☒ Nahwärmenetz

Wärmenetz

Anteil Solarwärme [%]

oder

min. Anteil erneuerbare Energien+WP [%] [€] je neuem Trassenmeter

oder

min. Anteil erneuerbare Energien+WP (Neubau) [%]

mind. Wärmeabsatz (Jahr) [kWh/Trassenmeter]

KWKG-Förderung

mind. Anteil KWK-Wärme [%]

oder

mind. Anteil KWK-Wärme [%] und mind. Anteil KWK-Wärme + EE-Wärme [%]

Mittlerer Nenndurchmesser [mm] [%] der Investitionskosten

Trassenlänge [m] [€] pro m

Energieeffiziente Wärmenetze Baden Württemberg

min. Wärme aus erneuerbaren Energien [%]

min. Anzahl Abnahmestellen [-] [%] der Investitionskosten

max. Wärmeverlust im Netz [%]

Bonus Förderung

mind. Deckungsanteil Solarthermie [%]

Wärmespeicher [m³]

Ø Rücklauftemperatur < [°C]

Für jede erfüllte Bedingung wird die maximale Zuschuss Höhe zusätzlich um 50.000 € erhöht

Wärmenetz 4.0

Anteil erneuerbare Energien im Netz [%]

min. Anzahl Abnahmestellen [-] [%] der Investitionskosten als Basisförderquote

max. Netzvorlauftemperatur [°C]

Zusatzförderung (zzgl. zur Basisförderquote) [%] je Prozent des Anteils erneuerbarer Energien über 50 %

5. Förderung des Nahwärmenetzes:

- Wärmenetz (KfW Erneuerbare Energien Premium) ¹
- KGKW-Förderung ²
- Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg ³ (inkl. Bonus Förderung)
- Wärmenetz 4.0 ⁴

¹ [KfW, 2019]

² [KWKG, 2016], [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2019]

³ [Umweltministerium BW, 2019]

⁴ [BMWi, 2019]

6. Förderinstrument: CO₂-Bepreisung

Förderprogramm Quartier <input checked="" type="checkbox"/> KfW Erneuerbare Energien Premium				Nahwärmenetz Förderung <input checked="" type="checkbox"/> Nahwärmenetz			
min. Bruttokollektorfläche <input type="text" value="40"/> [m²] <input type="text" value="40"/> [%] der Investitionskosten oder <input type="text" value="0,45"/> [€] x Jahresertrag Kollektoren				Wärmenetz Anteil Solarwärme <input type="text" value="20"/> [%] oder min. Anteil erneuerbare Energien+WP <input type="text" value="50"/> [%] <input type="text" value="60"/> [€] je neuem Trassenmeter oder min. Anteil erneuerbare Energien+WP (Neubau) <input type="text" value="60"/> [%] mind. Wärmeabsatz (Jahr) <input type="text" value="500"/> [kWh/Trassenmeter]			
min. Speichergröße <input type="text" value="10"/> [m³] <input type="text" value="250"/> [€] pro Kubikmeter							
min. thermische Leistung der Wärmepumpe <input type="text" value="100"/> [kW] <input type="text" value="80"/> [€] je kW im Auslegungspunkt							
min. thermische Leistung des Kessels <input type="text" value="100"/> [kW] <input type="text" value="20"/> [€] je kW							
Zinsfaktor KfW-Kredit <input type="text" value="1,01"/> [-]							
Förderprogramm Einzelgebäude <input type="checkbox"/> Marktanreizprogramm							
Basisförderung Solaranlage Bruttokollektorfläche (Flachkollektor) (von-bis) <input type="text" value="9-14"/> [m²] <input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag Bruttokollektorfläche (Vakuumkollektor) (von-bis) <input type="text" value="7-14"/> [m²] <input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag Bruttokollektorfläche (von-bis) <input type="text" value="15-40"/> [m²] <input type="text" value="140"/> [€/m²]							
Basisförderung Heizkessel mit fester Biomasse als Energieträger thermische Leistung Pelletkessel (von-bis) <input type="text" value="5-43,7"/> [kW] <input type="text" value="3500"/> [€] Festbetrag thermische Leistung Pelletkessel (von-bis) <input type="text" value="43,8-100"/> [kW] <input type="text" value="80"/> [€/kW] thermische Leistung Hackschnitzelkessel (von-bis) <input type="text" value="5-100"/> [kW] <input type="text" value="3500"/> [€] Festbetrag thermische Leistung Scheitholzessel (von-bis) <input type="text" value="5-100"/> [kW] <input type="text" value="2000"/> [€] Festbetrag							
Basisförderung leistungsgeregelte Wasser/Wasser Wärmepumpe Jahresarbeitszahl mind. <input type="text" value="3,8"/> [-] thermische Leistung bis <input type="text" value="37,5"/> [kW] <input type="text" value="1500"/> [€] Festbetrag thermische Leistung > <input type="text" value="37,5"/> [kW] <input type="text" value="40"/> [€/kW]							
Zusätzlich: <input type="text" value="500"/> [€] Förderung je Anlagenkombination Zinsfaktor MAP <input type="text" value="1,0078"/> [-]							
KWK-Zuschlag KWK-Bonus Stromerzeugung <input type="text" value="8"/> [€-ct/kWh] Ausschreibung KWK-Anlage <input type="text" value="3,95"/> [€/ct/kWh] Ausschreibung Innovative KWK <input type="text" value="11,17"/> [€/ct/kWh] Vermiedene Netznutzungskosten <input type="text" value="0,5"/> [€-ct/kWh]				Regulationen <input checked="" type="checkbox"/> CO ₂ -Steuer <input type="text" value="42"/> [€ / t CO ₂] <input type="checkbox"/> Innovatives KWK-System			
				KWKG-Förderung mind. Anteil KWK-Wärme <input type="text" value="75"/> [%] oder mind. Anteil KWK-Wärme <input type="text" value="25"/> [%] und mind. Anteil KWK-Wärme + EE-Wärme <input type="text" value="50"/> [%] Mittlerer Nenndurchmesser <input type="text" value="<100"/> [mm] <input type="text" value="30"/> [%] der Investitionskosten Trassenlänge <input type="text" value="3000"/> [m] <input type="text" value="100"/> [€] pro m			
				Energieeffiziente Wärmenetze Baden Württemberg min. Wärme aus erneuerbaren Energien <input type="text" value="80"/> [%] min. Anzahl Abnahmestellen <input type="text" value="10"/> [-] <input type="text" value="20"/> [%] der Investitionskosten max. Wärmeverlust im Netz <input type="text" value="20"/> [%] Bonus Förderung mind. Deckungsanteil Solarthermie <input type="text" value="10"/> [%] Wärmespeicher <input type="text" value="500"/> [m³] Ø Rücklauftemperatur < <input type="text" value="45"/> [°C] Für jede erfüllte Bedingung wird die maximale Zuschuss Höhe zusätzlich um 50.000 € erhöht			
				Wärmenetz 4.0 Anteil erneuerbare Energien im Netz <input type="text" value="50"/> [%] min. Anzahl Abnahmestellen <input type="text" value="100"/> [-] <input type="text" value="20"/> [%] der Investitionskosten als Basisförderquote max. Netzvorlauftemperatur <input type="text" value="95"/> [°C] Zusatzförderung (zzgl. zur Basisförderquote) <input type="text" value="0,2"/> [%] je Prozent des Anteils erneuerbarer Energien über 50 %			

6. CO₂-Bepreisung in EUR je t CO₂

7



Berechnung starten. Die Berechnung kann einige Minuten dauern.

7. Berechnung starten

SolarEDA+

Language/Sprache
☒ Deutsch ☐ English

User ManualStandardwerteEinstellungen SpeichernAbbrechen

StartFördermittel

Anleitung

Vorgehen zur Nutzung des Tools:
1. Standortdaten des Quartiers2. Lastgang berechnen oder laden3. Technologien zur Wärmeerzeugung auswählen3.1 Auswahl der Ergänzungstechnologie3.2 Wahl des Brennstoffs
4. Technologieeinsatz5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen6. Fördermittel und Zuschläge7. Berechnung

1. Standortdaten des Quartiers

Standortname

Balingen-Heselwangen

Breitengrad

48.272

[°]

Längengrad

8.881

[°]

Zeitzone

1

[h]

Klimazone

?

6

[-]

2. Lastgang des Quartiers

☒ Lastgang laden

Lastgang laden

☐ Lastgang berechnen

Eingabe Quartiersdaten

Lastgang berechnen
(GUI wird neugestartet)

Anzahl, Typ und Baualter der Gebäude im betrachteten Quartier können mit dem Onlinetool EN-easy ermittelt werden, das über den folgenden Link erreichbar ist:
<http://ereasy.iier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>
Lastgang ist je Quartier einmal zu laden/zu berechnen und wird dann stets für die Berechnungen verwendet.

3. Technologien

Wahl der Technologie

KWK-Anlage

☐

Spitzenlastkessel

☒

PTH

☐

Solaranlage

☒

Wärmespeicher

☒

Wärmepumpe

☐

Auslegung

KWK

☐ endogen
☐ exogen

SLK

☒ endogen
☐ exogen

Solaranlage

☐ endogen
☒ exogen

Wärmespeicher

☐ endogen
☒ exogen

Auslegung der Technologien

Auswahl Brennstoff

Brennstoff KWK

Erdgas

Brennstoff SLK

Erdgas

Technische Parameter

4. Technologieeinsatz

☒ Ökonomisch nach Grenzkosten

☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage

☐ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

5. Wirtschaftliche Parameter

☒ Standardwerte verwenden

☐ Werte angeben

Wirtschaftliche Parameter

6. Fördermittel und Zuschläge

☒ Förderprogramme auswählen

☐ Marktanreizprogramm

☒ KfW Erneuerbare Energien Premium

Förderung Einzelgebäude

Förderung Quartier

☒ CO2-Steuer

☐ Innovatives KWK-System ?

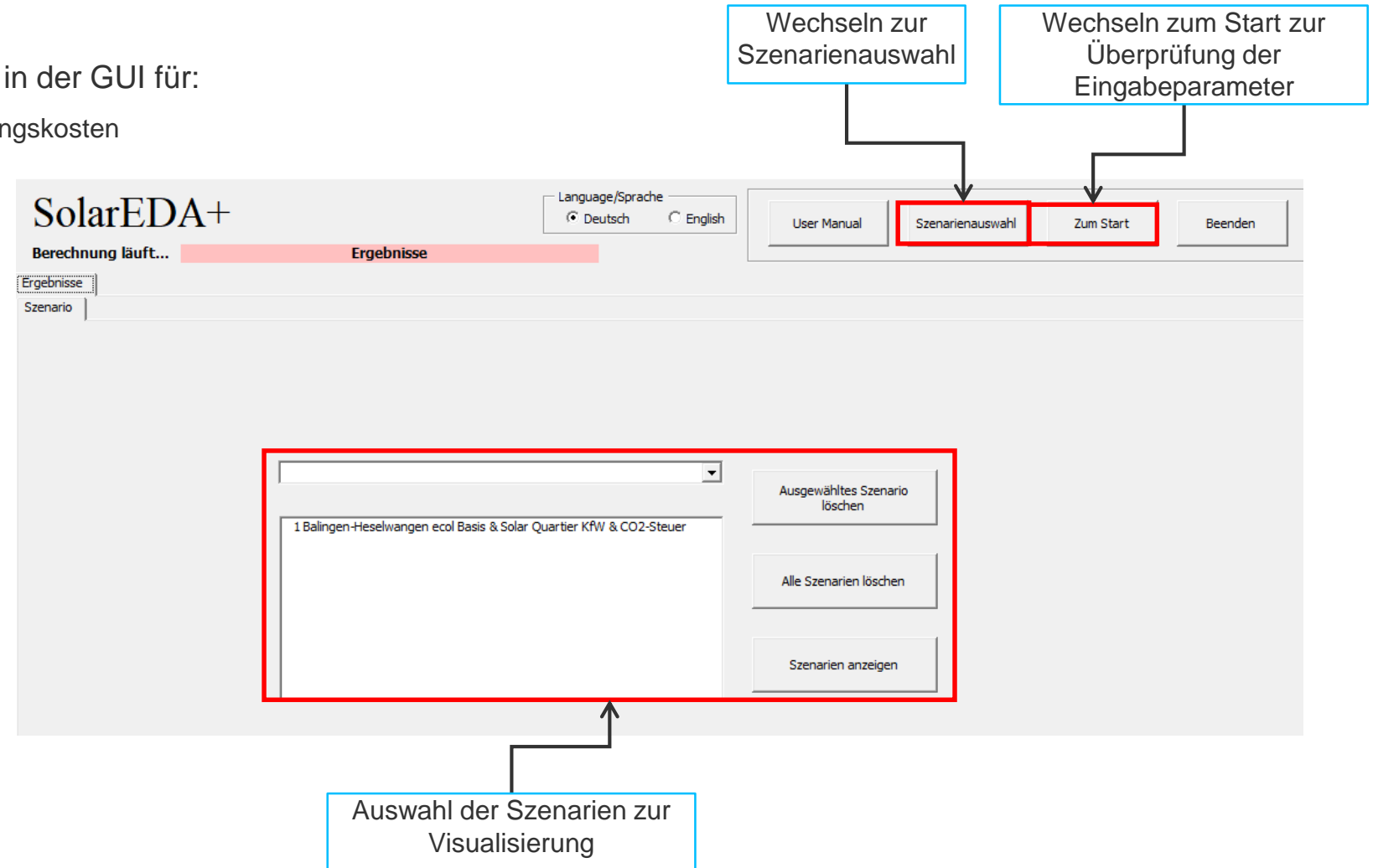
Förderprogramme

Berechnung starten

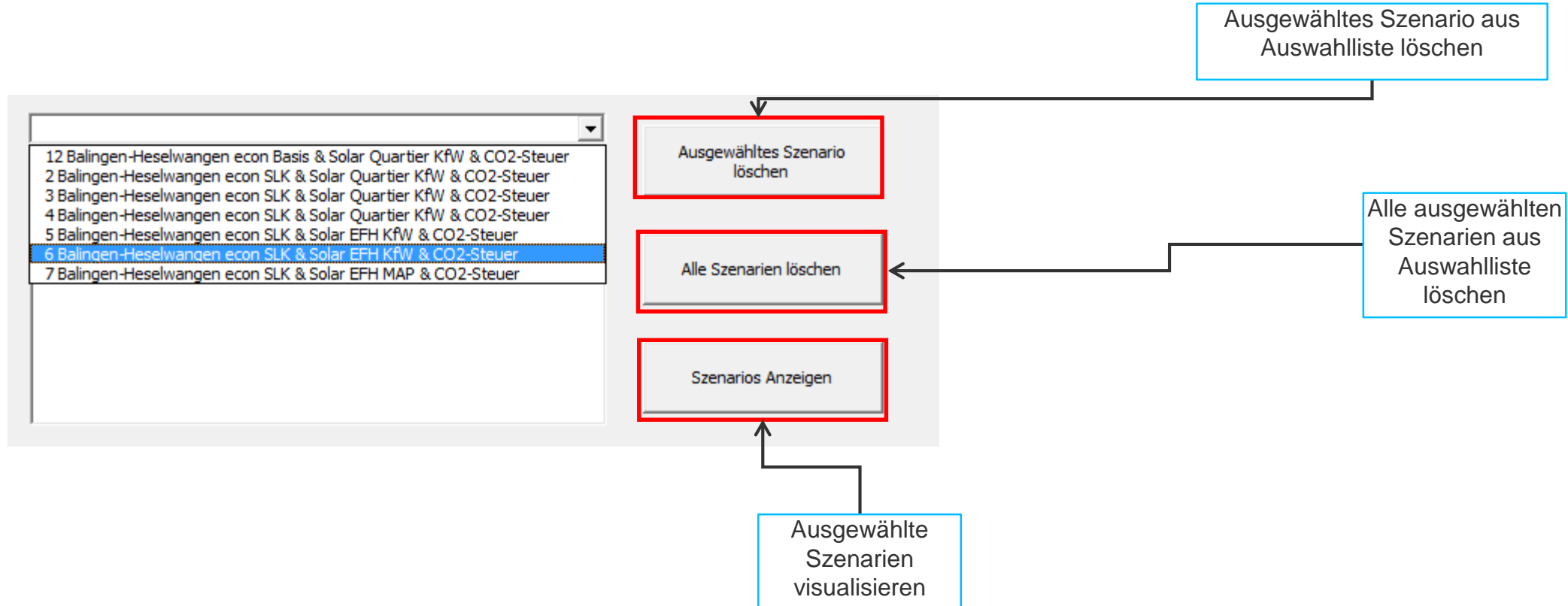
Starten der Berechnung
Berechnungszeit ca. 3-5 min
(je nach Rechenleistung)
→ Ergebnisse

8. Ergebnisse (Szenarien)

- Auswahl und Vergleich der Szenarien in der GUI für:
 - Wärmegestehungs-/Wärmebereitstellungskosten
 - Vollkosten
 - Emissionen
 - Technologieeinsatz



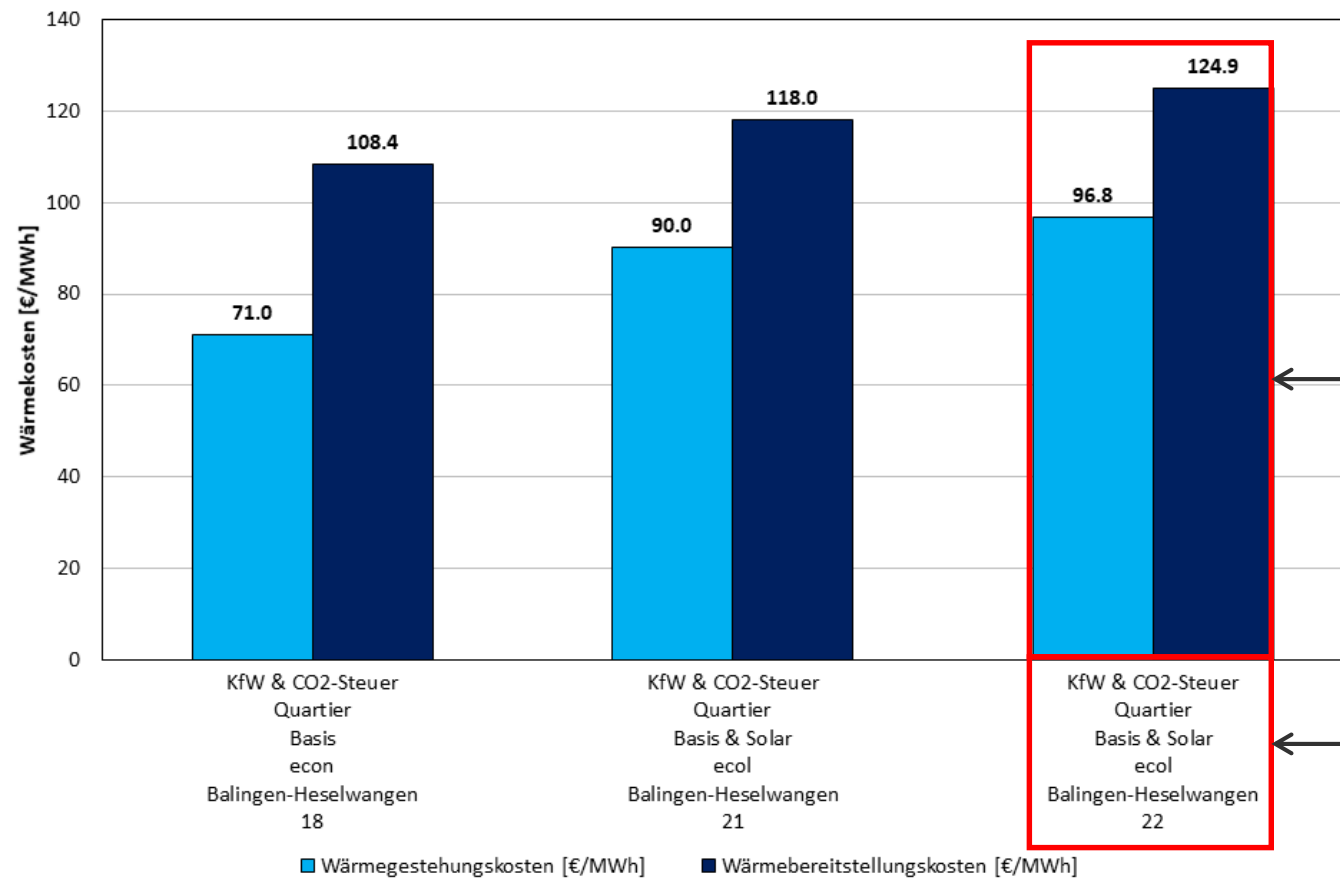
8. Ergebnisse (Szenarien)



8. Ergebnisse (Szenarien): spez. Wärmegestehungskosten

Wärmegestehungskosten | Vollkosten | Technologieeinsatz | Emissionen | Jahresgang | Jahresdauerlinie | Monatswerte | Ergebnistabelle | Ergebnisübersicht

Ergebnisreiter für vergleichende Betrachtung verschiedener Szenarien



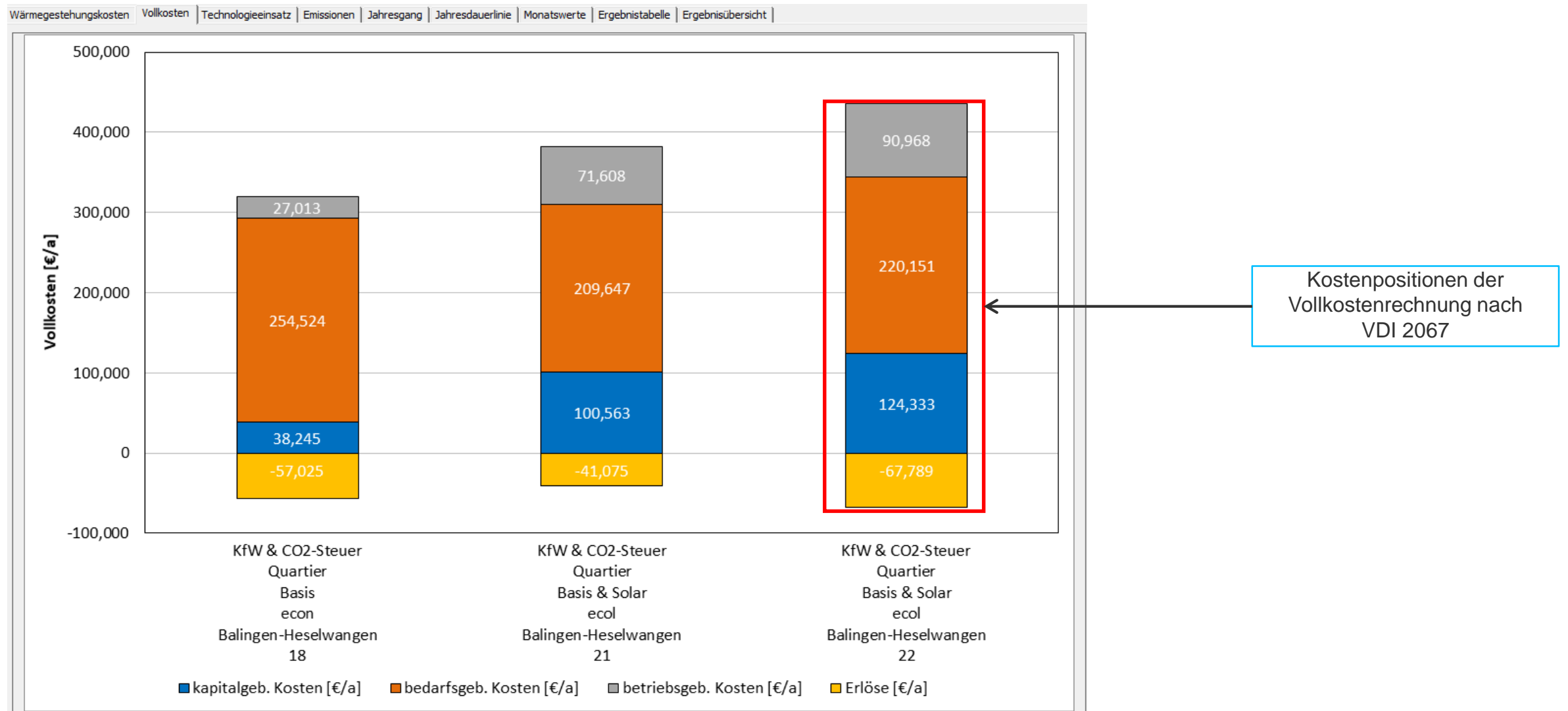
spez. Wärmegestehungskosten ¹ (links),
spez. Wärmebereitstellungskosten ² (rechts)

Szenarien Nummer und gewählte Technologien

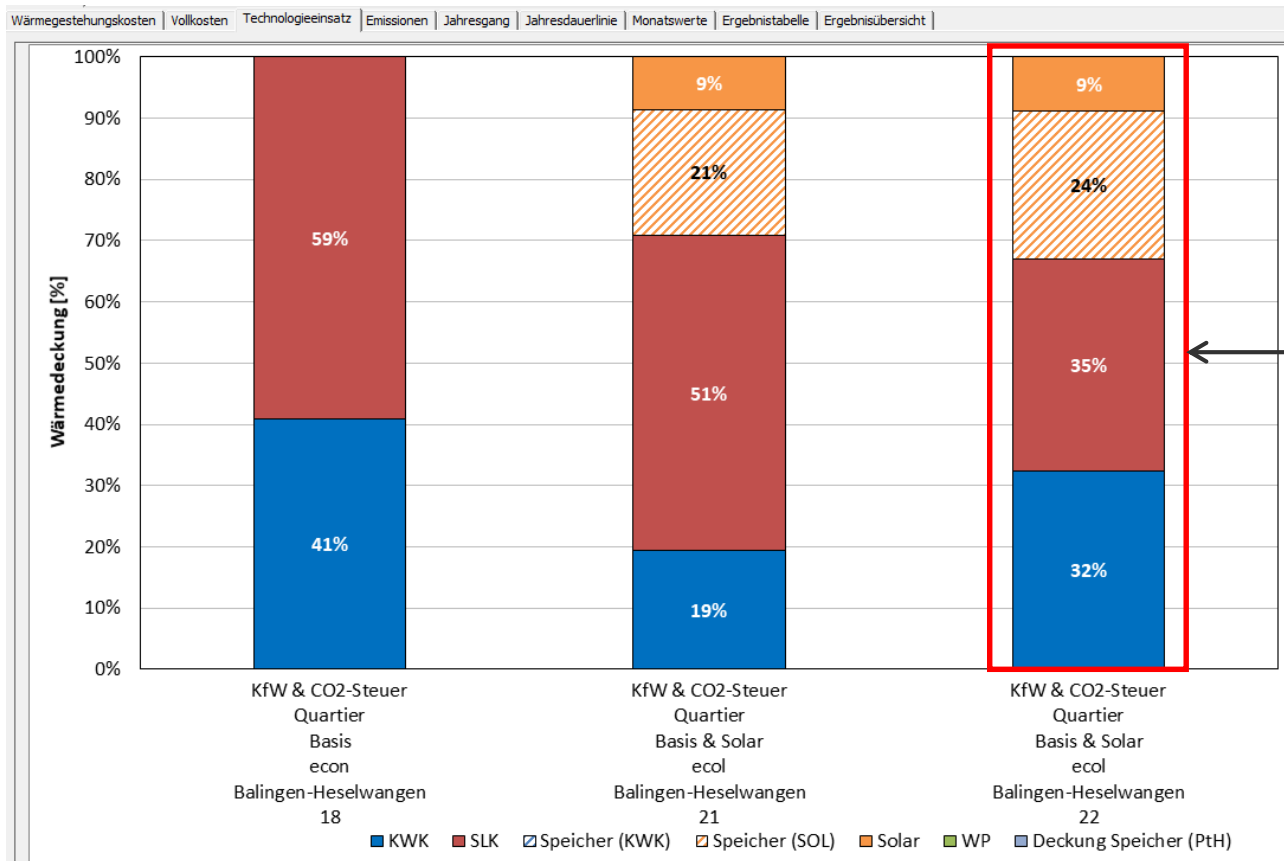
¹ Quotient aus Gesamtannuität (alle Erzeugungsanlagen) und erzeugter Wärmemenge; frei Anlage

² Quotient aus Gesamtannuität (inkl. Wärmenetz) und gelieferter Wärmemenge, frei Verbraucher

8. Ergebnisse (Szenarien): Vollkostenanalyse

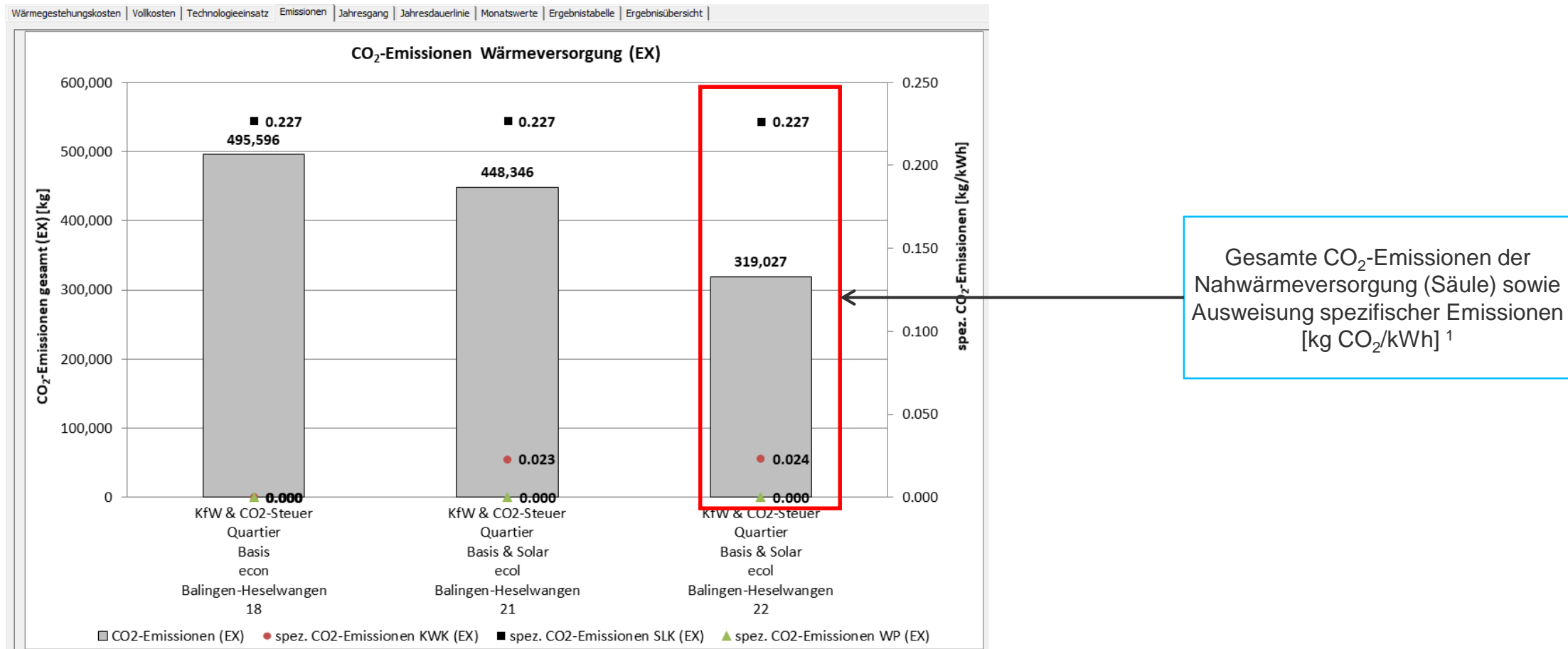


8. Ergebnisse (Szenarien): Anteiliger Technologieeinsatz



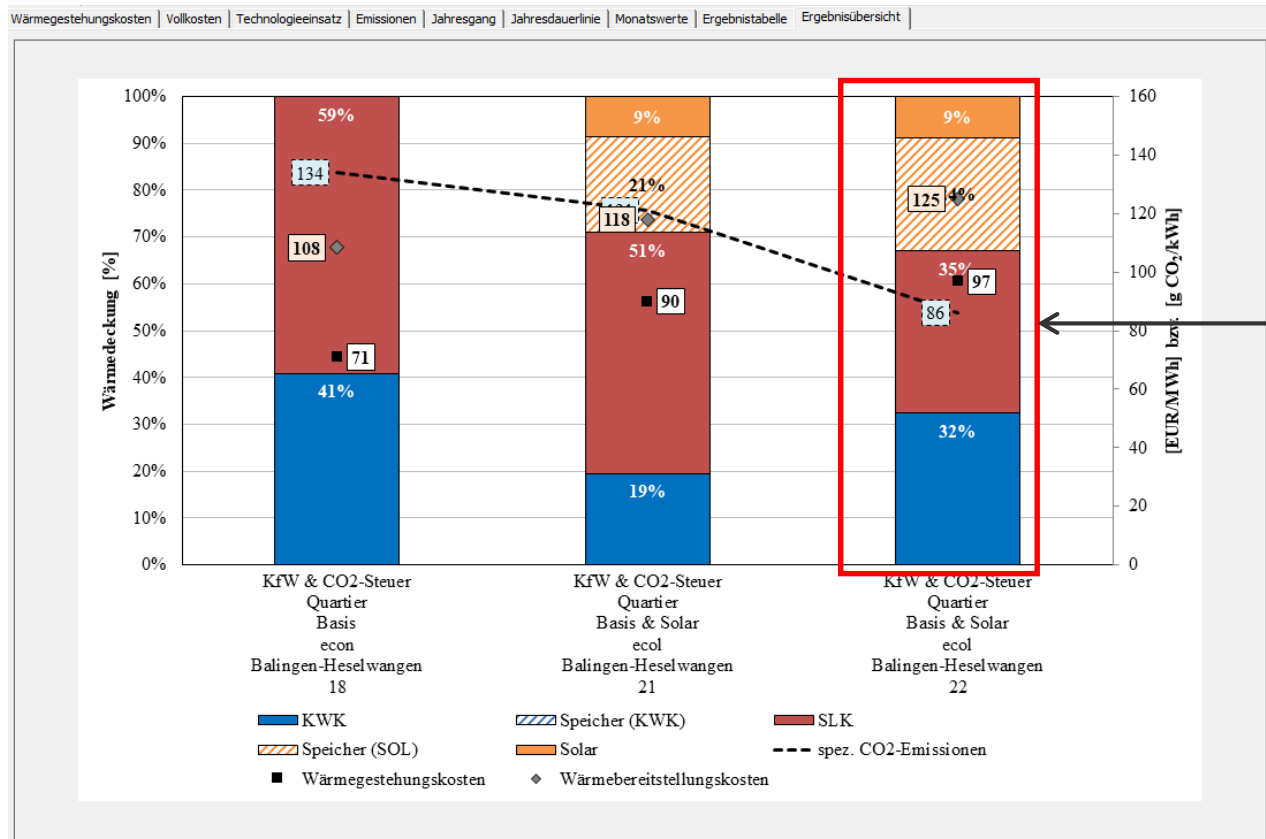
Anteiliger Technologieeinsatz zur Bereitstellung der Nahwärme

8. Ergebnisse (Szenarien): CO₂ - Emissionen



¹ Allokation der CO₂-Emissionen durch den Einsatz von KWK-Anlagen entsprechend der exergetischen Methode (Ex)

8. Ergebnisse (Szenarien): Ergebnisübersicht in einer Grafik



Ergebnisse kompakt in einer Grafik:

- Anteiliger Technologieeinsatz
- spezifische Wärmegestehungskosten
- spezifische Wärmebereitstellungskosten
- spezifische CO₂-Emissionen

8. Ergebnisse (Szenarien): Tabelle hinter den Grafiken

- Übersicht über verschiedene Szenarien im Blatt „Ergebnisse-Szenarien“
- Darstellung und Vergleich der Szenarien im Diagramm der Vollkosten und Wärmegestehungskosten möglich

Szenario	Gemeinde	Bewertungsmodus	Techniken	Wärmekonzept	Zusatzname	Markierung	CO2-Steuer	KfW-Förderung	MAP-Förderung	Q KWK	Q SLK	Q Solar	Q Speicher	Q Einspeicher KWK	Q Einspeicher	Q WP	Deckung KWK	Deckung SLK	Deckung Solar	Deckung Speich	Deckung Speich	Deckung WP	kapitalgeb. Kosten	bedarfsg. Kosten	betriebsgeb. Kosten	Erlöse	Kostenanteil Speicher	Mittlere Grenzkosten	Wärmegestehungskosten
[Nr.]	[]	[tech, econ, ecol]	[]	[]	[]	[x]	[t/tCO2]	[ja/nein]	[ja/nein]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]							[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]
1	Balingen-Heselwange	econ	KWK & Solar	Quartier	Keine Förderung	x	0	nein	nein	2567326	0	1216930	760393	0	844881	0	0,69392	0	0,10056	0	0,20552	0	328460,2	230022,7	107016,5	-167419	0	1,8155797	131,61903
2	Balingen-Heselwange	econ	KWK & Solar	Quartier	KfW	x	0	ja	nein	2567326	0	1216930	760393	0	844881	0	0,69392	0	0,10056	0	0,20552	0	121907,7	230022,7	107016,5	-167419	0	1,8155797	77,036933
3	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	Quartier	Keine Förderung	x	0	nein	nein	0	2567326	1216930	760393	0	844881	0	0	0,69392	0,10056	0	0,20552	0	255063,5	143452,3	45315,29	0	37779,013	3,4531357	117,4421
4	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	Quartier	KfW	x	0	ja	nein	0	2567326	1216930	760393	0	844881	0	0	0,69392	0,10056	0	0,20552	0	48510,34	143452,3	45315,29	0	37779,013	3,4531357	62,8601
5	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	EFH	Keine Förderung	x	0	nein	nein	0	18132	2193	1007	0	1119	0	0	0,89704	0,05316	0	0,04981	0	2297,253	1013,511	441,5779	0	49,880293	4,0567317	184,612
6	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	EFH	MAP	x	0	nein	ja	0	18132	2193	1007	0	1119	0	0	0,89704	0,05316	0	0,04981	0	1437,224	1013,511	441,5779	0	49,880293	4,0567317	142,2992
7	Balingen-Heselwange	econ	SLK	EFH	Keine Förderung	x	0	nein	nein	0	20214	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	294,8756	1129,555	109,5571	0	0	4,5223653	75,8887
8	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	MFH	Keine Förderung	x	0	nein	nein	0	78960	4264	1230	0	1367	0	0	0,95032	0,03487	0	0,0148	0	3375,015	4413,6	663,2148	0	60,853571	4,6721961	101,555
9	Balingen-Heselwange	econ	SLK & Solar	MFH	MAP	x	0	nein	ja	0	78960	4264	1230	0	1367	0	0	0,95032	0,03487	0	0,0148	0	1987,307	4413,6	663,2148	0	60,853571	4,6721961	84,8806
10	Balingen-Heselwange	econ	SLK	MFH	Keine Förderung	x	0	nein	nein	0	83087	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	508,0182	4643,544	188,7465	0	0	4,9164304	64,2734

8. Ergebnisse (Szenarien)

- Übersicht über die Förderzuschüsse im Reiter *Ergebnisse-Szenarien*.

Höhe des Fördervolumens

AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
Zuschusshöhe [€]	Förderung Netz [€]	Förderung KWK [€]	Förderung SLK [€]	Förderung Solar [€]	Förderung WP [€]	Förderung Sp [€]	Förderprogramm	Förderprogramm (Netz)
1.589.197	50.000	-	10.962	1.236.168	-	342.067	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KWKG
1.006.467	294.600	-	-	742.487	-	263.981	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KfW
1.006.467	294.600	-	-	742.487	-	263.981	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KfW
-	-	-	-	-	-	-		Keine Förderung
1.006.467	180.000	-	-	742.487	-	263.981	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KfW
1.006.467	180.000	-	-	742.487	-	263.981	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KfW
1.006.467	180.000	-	-	742.487	-	263.981	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KfW
-	-	-	-	-	-	-		Keine Förderung

Höhe der Fördermittel für Wärmeerzeuger, Speicher
und Wärmenetz

Benennung des Förderprogramms

- Detaillierte Ergebnisse im Blatt „Ergebnisse“
- Klick auf *Ergebnisse exportieren* → Ergebnisse werden in einer neuen Excel-Datei gespeichert

Results SolarEDA		Ergebnis in Exportieren	Werte / Zeichen
den der Kaskadeing:	15.11.1919		
nach der Kaskadeing:	15.15		

Intrachate Fall			
Tracheologie		Durchgangsmethoden	
KHK-Anlage	Nein	Chalaziotisch	Nein
Salathermie	Ja	Skavotisch	Ja
Heizkessel	Ja	Ischialisch	Nein
Speicher	Ja		
Wärmesumme	Nein		

Standard		
Name	Balinger-Hauslagers	
Drehlager	-	48.272
Lagerungsd.	-	0.894
Zylinder	b	4
Mittelnerv	-	6
Einsparungskante	-	3,2

Technische Rahmenbedingungen		
Eingetragene Drehzahl KWK	-	Erdgas
Drehzahlfrequenz KWK	EUR-al/Wo	6,4
Drehzahlfrequenz Kessel	-	Erdgas
Drehzahlfrequenz SLK	EUR-al/Wo	2,18
Holzdruck Stahl-KWK-Belast.	-	0,25
Thermischer Heizungsgrad der KWK-Belast.	-	0,65
Elektrischer Heizungsgrad der KWK-Belast.	-	0,497
Stromkennzahl	-	0,375
Kesselheizungsgrad	-	0,82
Heizungsgrad des Referenzheizsystems	-	0,424
Minimale Heizleistung	-	0,894
Minimale Heizleistung	-	0,867
Maximale Heizleistungsgrenze	<C	38
Minimale Heizleistungsgrenze	<C	78
Heizschichtlänge [min]	<C	58
Heizschichtlänge [max]	<C	58
Sprinklerlag.	-	Gefährdungsrisiko
Sprinklerkapazität [max]	W/M ²	355/47,51
Sprinklerkapazität [min]	W/M ²	199/82
Sprinklerbelastung	m ²	0,5
Erforderliche Schutzabschließung	m ²	6394
Kollektorenanzahl	-	45
Kollektorenanzahl	-	45
Bereichsanzahl	m	5,55

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen		
Belastungspreis	KWK-Belast.	
Lebensdauer	EUR/Wo	528,82
Lebensdauer	a	15
Faktor für Isolationskosten	X-belast.	5
Faktor für Wartungs-/Instandhaltungskosten	X-belast.	2
Faktor für Planung/Installation	X-belast.	2
KWK-Bonus für die Stromerzeugung	EUR-a/Wo	8
Vollkostenkalkulation mit KWK-Bonus	k	8
Veränderter Heizleistungsbeiwert	EUR-a/Wo	0,89
Innenantrieb KWK-Belast.	Mio	
Anschaffung KWK-Belast.	EUR-a/Wo	
Gesetzlicher Vollkostenkalkulations pro Jahr	-	8
Min. KWK-Belast.	-	3
Heizkennzahl		
Belastungspreis	EUR/Wo	35,44
Lebensdauer	-	58
Faktor für Isolationskosten	X-belast.	2
Faktor für Wartungs-/Instandhaltungskosten	X-belast.	2
Faktor für Planung/Installation	X-belast.	2
Sprinkler		
Belastungspreis	EUR/m ²	15,41
Lebensdauer	-	48
Faktor für Isolationskosten	X-belast.	0,5
Faktor für Wartungs-/Instandhaltungskosten	X-belast.	1
Faktor für Planung/Installation	X-belast.	4
Solaranlage		
Belastungspreis	EUR/m ²	34,19
Lebensdauer	a	24
Faktor für Isolationskosten	X-belast.	0,5
Faktor für Wartungs-/Instandhaltungskosten	X-belast.	1
Faktor für Planung/Installation	X-belast.	0,5
Wärmepumpe		
Belastungspreis	EUR/Wo	-
Lebensdauer	-	-
Faktor für Isolationskosten	X-belast.	-
Faktor für Wartungs-/Instandhaltungskosten	X-belast.	-
Faktor für Planung/Installation	X-belast.	-
Wärmepumpe		
spezifische Verteilungskosten FTH	EUR-a/Wo	0,93
spezifische Verteilungskosten MFH, WVG	EUR-a/Wo	1,54
Lebensdauer	a	58
Heizkosten	EUR	1,275,465
Allgemein		
Betriebskostenprozent	a	28
Niederschlag	-	1,87
Prioritätsrangfolgekriterien bzgl. Energiekosten	-	1,84
Prioritätsrangfolgekriterien bzgl. Energiekosten	-	1,82
Prioritätsrangfolgekriterien bzgl. Energiekosten	-	1,84
Prioritätsrangfolgekriterien bzgl. Energiekosten	-	1,84
Heizkosten	-	0,43

[illegible][illegible]

Ergebnisse
Einsatzoptimierung
mit KWK-Zuschlag
(1. Periode (z.B. max.
30.000 Vbh))






Ergebnisse
Einsatzoptimierung
ohne KWK-Zuschlag
(2. Periode)

Gesamtergebnisse
(gewichtete
Berücksichtigung von
Periode 1 und 2 im
Analysezeitraum)

Ergebnisse zur Auslegung der Technologien u.a.

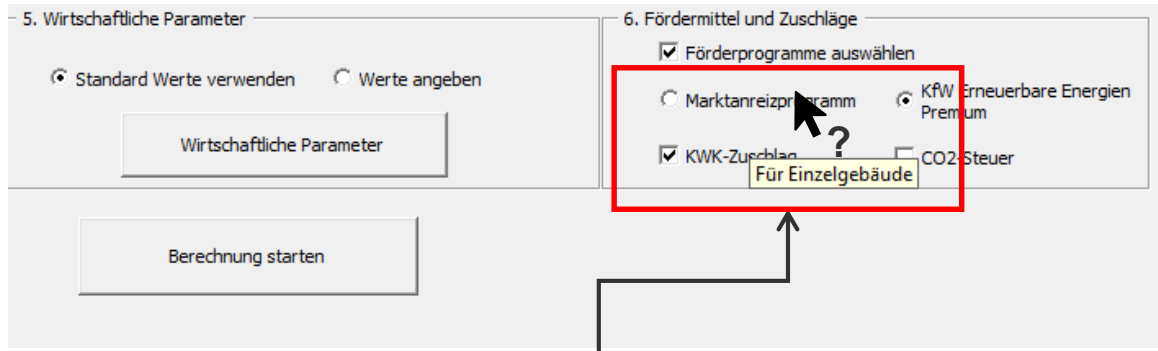
8. Ergebnisse

Technologieeinsatz (Erzeugung), Primärenergie, CO₂-Emissionen, Kosten je Technologie und insgesamt

Fallstudie - Jahreswerte Technologien								
	Variable	Einheit	KWK	SLK	Solar	WP	Speicher	Gesamt
Generation 	Wärmeerzeugung	kWhth	-	1,874,457	1,388,886	-	-	3,263,343
	Stromerzeugung	kWhel	-	-	-	-	-	-
	Bedarfsdeckung	kWhth	-	1,874,457	295,615	-	983,944	3,154,016
	Gespeicherte Wärme	kWhth	-	0	1,093,271	-	-	1,093,271
	Anteilige Wärmeerzeugung	%	-	59	41	-	-	-
Operation 	Betriebsstunden	h	-	3,242	1,469	-	5,327	-
	Volllaststunden	h	-	1,783	-	-	-	-
	Durchschnittliche Grenzkosten	EURct/kWh	-	9.08	0.00	-	0.00	5.39
Primary Energy 	Primärenergiebedarf	kWh	-	2,326,577	-	-	-	2,326,577
	Primärenergiebedarf Wärme (PB)	kWh	-	-	-	-	-	-
	Primärenergiebedarf Wärme (EX)	kWh	-	-	-	-	-	-
	Primärenergiebedarf Strom (PB)	kWh	-	-	-	-	-	-
	Primärenergiebedarf Strom (EX)	kWh	-	-	-	-	-	-
	Primärenergiebedarf Wärmeversorgung (PB)	kWh	-	-	-	-	-	2,326,577
	Primärenergiebedarf Wärmeversorgung (EX)	kWh	-	-	-	-	-	2,326,577
CO2 	CO2-Emissionen	kgCO2	-	425,129	-	-	-	425,129
	CO2-Emissionen Wärme (PB)	kgCO2	-	-	-	-	-	-
	CO2-Emissionen Wärme (EX)	kgCO2	-	-	-	-	-	-
	CO2-Emissionen Strom (PB)	kgCO2	-	-	-	-	-	-
	CO2-Emissionen Strom (EX)	kgCO2	-	-	-	-	-	-
	CO2-Emissionen Wärmeversorgung (PB)	kgCO2	-	-	-	-	-	425,129
	CO2-Emissionen Wärmeversorgung (EX)	kgCO2	-	-	-	-	-	425,129
	spez. CO2-Emissionen Wärmeversorgung (PB)	kgCO2/kWh	-	-	-	-	-	0.135
	spez. CO2-Emissionen Wärmeversorgung (EX)	kgCO2/kWh	-	-	-	-	-	0.135
Costs 	Annuität kapitalgebundener Kosten	EUR/a	-	4,267	74,014	-	90,837	169,117
	Annuität bedarfsgebundener Kosten	EUR/a	-	197,384	0	-	0	197,384
	Annuität betriebsgebundener Kosten	EUR/a	-	1,947	12,669	-	17,856	32,472
	Annuität der Erlöse	EUR/a	-	0	0	-	0	0
	Summe Fördermittel	EUR	-	0	0	-	0	0
	CO2-Steuerkosten	EUR/a	-	17,855	0	-	0	17,855
	Gesamtannuität (Kosten)	EUR/a	-	203,598	86,683	-	108,693	398,973
	Gesamtannuität (Kosten+Erlöse)	EUR/a	-	-203,598	-86,683	-	-108,693	-398,973
	Wärmegestehungskosten	EUR/MWhth	-	108.62	62.41	-	0.00	122
	Wärmebereitstellungskosten (inkl. Verteilkosten)	EUR/MWhth	-	-	-	-	-	127

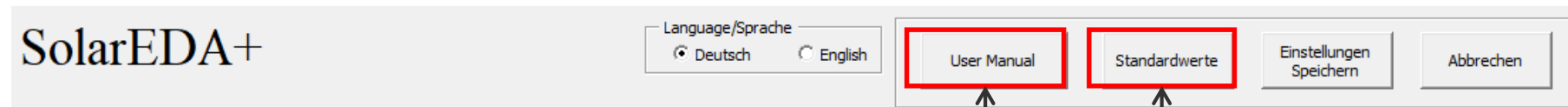
- Erzeugung
 - Wärme
 - Strom
- Vollbenutzungsstunden
- Grenzkosten
- Primärenergie
- CO₂-Emissionen
- Kosten
 - Annuitäten
 - Wärmegestehungs-kosten
 - Wärmebereitstellungs-kosten

Sonstiges



Für einzelne Schaltflächen stehen Hinweistexte zur Verfügung. Diese lassen sich abrufen wenn die Maus längere Zeit auf diesen Flächen verweilt. Gekennzeichnet werden diese Flächen durch ein am Ende der Maus auftauchendes Fragezeichen

Speichern und zurücksetzen



Alle Werte und Schaltflächen auf den Standardwert zurücksetzen

Eingetragene Werte und Einstellungen zwischen Speichern

Fallbeispiele

Fallbeispiele

- 1. Fallbeispiel: Solare Nahwärme
- 2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System
- 3. Fallbeispiel: Einzelgebäude Wärmeversorgung

1. Fallbeispiel: Solare Nahwärme

Solare Nahwärme: KWK¹-Anlage, Spitzenlastkessel, Solaranlage und Wärmespeicher (Lastgang bereits geladen)

1. Schritt

The screenshot displays the IER software interface for simulating solar district heating. The interface is divided into six main sections, with annotations highlighting specific steps:

- 1. Standortdaten des Quartiers**: Location data for the district. Fields include Standortname (Balingen-Heselwangen), Breitengrad (48.272 [°]), Längengrad (8.881 [°]), Zeitzone (1 [h]), and Klimazone (6 [-]).
- 2. Lastgang des Quartiers**: Load profile data. Options include Lastgang laden and Lastgang berechnen. A button 'Eingabe Quartiersdaten' is also present. A text box explains that the number, type, and building age of buildings in the district can be determined using the online tool EN-easy, accessible via the link <http://iereasy.iier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>. It notes that the load profile is loaded/calculated once per district and then used for all calculations.
- 3. Technologien**: Technology selection. A sub-section 'Wahl der Technologie' allows selecting KWK-Anlage, Spitzenlastkessel, Solaranlage, Wärmespeicher, and Wärmepumpe. A sub-section 'Auslegung' allows selecting endogen or exogen for KWK, SLK, Solaranlage, and Wärmespeicher. A sub-section 'Auswahl Brennstoff' allows selecting the fuel for KWK and SLK (currently set to Erdgas). A button 'Auslegung der Technologien' is also present.
- 4. Technologieeinsatz**: Technology usage. Options include Ökonomisch nach Grenzkosten, Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage, and Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage.
- 5. Wirtschaftliche Parameter**: Economic parameters. Options include Standardwerte verwenden and Werte angeben. A button 'Wirtschaftliche Parameter' is also present.
- 6. Fördermittel und Zuschläge**: Subsidies and surcharges. Options include Förderprogramme auswählen, Marktanreizprogramm, KfW Erneuerbare Energien Premium, CO2-Steuer, and Innovatives KWK-System. A button 'Förderprogramme' is also present.

Annotations with arrows point to the following elements:

- Eingabe der Standortdaten des Quartiers für die korrekte Berechnung der solaren Einstrahlung und des Wärmebedarfs**: Points to the '1. Standortdaten des Quartiers' section.
- Auswahl der Technologien für die Auswertung**: Points to the '3. Technologien' section.
- Wahl des Brennstoffs**: Points to the 'Auswahl Brennstoff' sub-section in '3. Technologien'.

A 'Berechnung starten' button is located at the bottom center of the interface.

¹ Kraft-Wärme-Kopplung

1. Fallbeispiel: Solare Nahwärme

2. Schritt

Start | Fördermittel | Auslegung Technologien

Auslegung KWK

- ☒ Nahwärme: Anteil KWK-Wärme: 0,3 [-] ☐ Installierte Leistung: 1250 [kWth]
- ☐ Volllaststunden: 5000 [h] ☐ 1099 [kWel]

Auslegung Kessel

- ☐ Anteil: 100 [% der Maximallast] ☐ Volllaststunden: 2000 [h]
- ☒ Restlast ☐ Installierte Leistung: [] [kWth]

Auslegung Wärmepumpe

- ☐ Anteil: 50 [% der Maximallast]
- ☐ Volllaststunden: 5000 [h]
- ☒ Installierte Leistung: 300 [kWth]

Auslegung Solaranlage

- Erforderliche Aperturfläche: 4195 [m²]
- Erwarteter solarer Deckungsanteil: 30 [%]
- Solar Kollektor: Vitosol 100-F XL8
- Der geschätzte solare Deckungsanteil kann vom tatsächlichen solaren Deckungsanteil abweichen

Auslegung Wärmespeicher

- ☐ Manuelle Auslegung
- ☒ Auslegung mit Solaranlage: Verhältnis von Speichervolumen zu Kollektorfläche [m³/m²]: 2
- ☐ Wärmeüberschuss vermeiden
- ☐ nach Speicherdauer: 24
- ☐ Wirtschaftliche Optimierung (längere Rechenzeit): Iterationsschritte (max. 4): 3
- Kapazität gesamt: 219049,39 [kWh]
- Anfangskapazität: 0 [kWh]
- Speichervolumen: 8390 [m³]

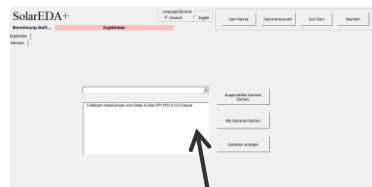
Auslegung:

- KWK: 30 % der Nahwärme soll durch die KWK-Anlage bereitgestellt werden (im ökonomischen Berechnungsmodus kann der tatsächliche Anteil vom angegebenen Anteil abweichen).
Soll genau dieser KWK- Anteil erreicht werden → Technischer Berechnungsmodus
- SLK: Der Kessel wird so ausgelegt, dass er zusammen mit der KWK-Anlage die Spitzenlast decken kann
- Solaranlage: Für den geschätzten solaren Deckungsanteil wird ein Wert von 30 %¹ angenommen und die Berechnung der dafür benötigten Kollektorfläche durch Drücken des Buttons gestartet und ins Feld übernommen
- Wärmespeicher: Das Verhältnis von Speichervolumen zu Kollektorfläche beträgt in diesem Beispiel 2. Das benötigte Speichervolumen dafür wird automatisch berechnet und übertragen

¹ Es handelt sich um einen ersten Schätzwert für die Auslegung der Solaranlage. Der tatsächlich erzielte solare Deckungsgrad kann davon abweichen. Um sicher zu gehen, einen bestimmten solaren Deckungsgrad wie 30% zu erreichen, an dieser Stelle z.B. 35 % angeben.

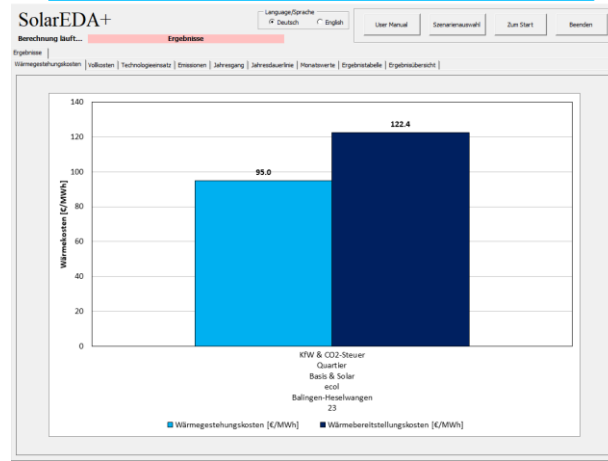
1. Fallbeispiel

3. Schritt: Ergebnisse

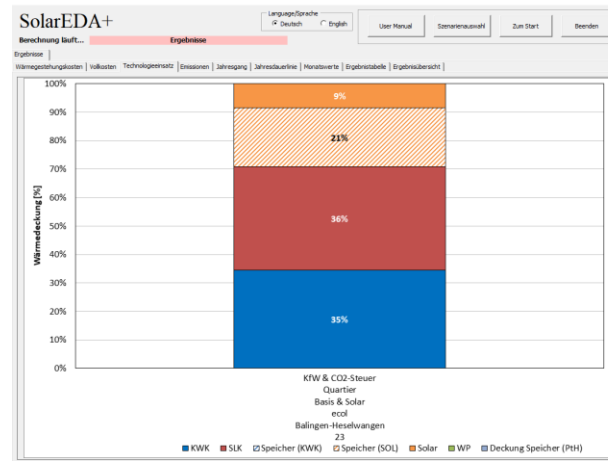


Szenarienauswahl

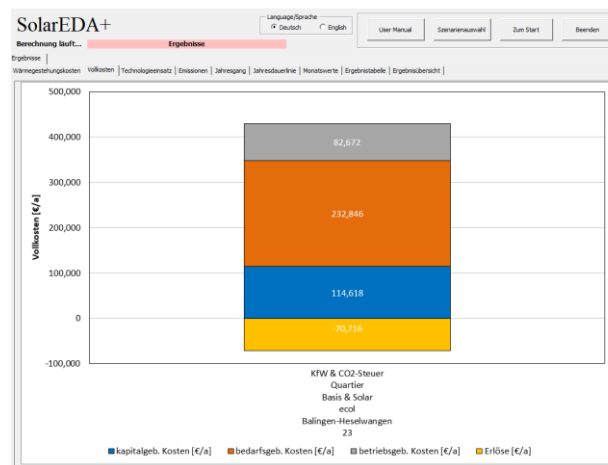
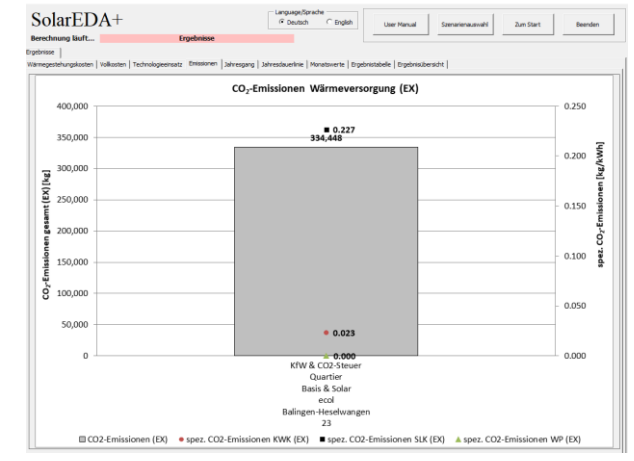
Wärmegestehungskosten



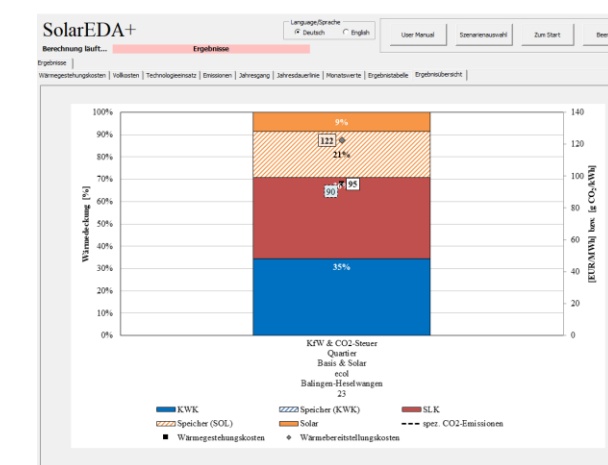
Anteiliger Technologieeinsatz



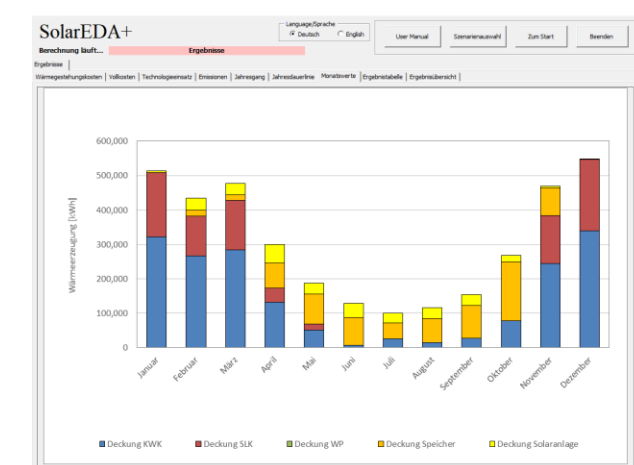
CO₂-Emissionen



Vollkosten



Kompakte Darstellung:
Technologieeinsatz,
Spez. Wärmegestehungskosten,
CO₂-Emissionen



Monatliche Verteilung des
Technologieeinsatzes

1. Fallbeispiel: Solare Nahwärme

4. Schritt: Ergebnisse



Tab. Ergebnisse

Tabelläre: Jahreswerte Technolozien										Jahreswerte Technolozien ohne KWK-Zuschlag										Jahreswerte Aggregation	
	Variable	Einheit	KWK	SLK	Solar	WP	Speicher	Gesamt		KWK*	SLK*	Solar*	WP*	Speicher*	Gesamt*						Aggregation
Generation	Wärmeerzeugung	MWh	890.040	1.639.614	681.068	-	-	3.210.723		517.553	1.178.044	324.547	-	-	3.220.141						3.219.885
	Stromerzeugung	MWh	581.528	-	-	-	-	-		330.316	-	-	-	-	-						330.316
	Bedarfsdeckung	MWh	819.531	1.639.614	92.510	-	582.361	3.154.016		517.193	1.178.044	263.560	-	535.242	3.154.016						3.154.016
	Gespeicherte Wärme	MWh	58.510	0	582.558	-	-	641.067		340	0	640.367	-	-	641.307						641.307
	Anzahlige Wärmeerzeugung	h	58	82	20	-	-	-		18	58	27	-	-	-						93.485
Operation	Betriebsstunden	h	7.888	3.681	1.252	-	4.582	-		4.337	4.332	1.469	-	4.428	-						-
	Vollkosten	h	7.888	1.181	-	-	-	-		4.337	1.180	-	-	-	-						-
	Durchschnittliche Grenzkosten	EUR/kWh	-0.52	9.08	0.00	-	-0.05	4.57		5.45	9.08	0.00	-	0.01	6.01						5.72
	Primärenergiebedarf	MWh	1.170.394	2.035.362	-	-	-	3.771.756		1.025.402	2.207.995	-	-	-	3.233.396						3.341.271
	Primärenergiebedarf Wärme (PB)	MWh	63.620	-	-	-	-	-		41.113	-	-	-	-	-						-
Primary Energy	Primärenergiebedarf Wärme (EX)	MWh	105.343	-	-	-	-	-		64.276	-	-	-	-	-						-
	Primärenergiebedarf Strom (PB)	MWh	1.886.774	-	-	-	-	-		384.283	-	-	-	-	-						-
	Primärenergiebedarf Strom (EX)	MWh	1.831.045	-	-	-	-	-		381.132	-	-	-	-	-						-
	Primärenergiebedarf Wärmeversorgung (PB)	MWh	-	-	-	-	-	2.104.382		-	-	-	-	-	2.243.067						2.220.187
	Primärenergiebedarf Wärmeversorgung (EX)	MWh	-	-	-	-	-	2.180.771		-	-	-	-	-	2.272.238						2.245.858
CO2	CO2-Emissionen	kgCO2	317.286	371.936	-	-	-	689.223		197.369	403.454	-	-	-	590.822						611.541
	CO2-Emissionen Wärme (PB)	kgCO2	12.722	-	-	-	-	-		7.512	-	-	-	-	-						-
	CO2-Emissionen Wärme (EX)	kgCO2	13.250	-	-	-	-	-		11.745	-	-	-	-	-						-
	CO2-Emissionen Strom (PB)	kgCO2	304.565	-	-	-	-	-		179.857	-	-	-	-	-						-
	CO2-Emissionen Strom (EX)	kgCO2	290.036	-	-	-	-	-		175.624	-	-	-	-	-						-
Costs	CO2-Emissionen Wärmeversorgung (PB)	kgCO2	-	-	-	-	-	344.838		-	-	-	-	-	410.368						405.619
	CO2-Emissionen Wärmeversorgung (EX)	kgCO2	-	-	-	-	-	391.666		-	-	-	-	-	415.193						410.362
	spez. CO2-Emissionen Wärmeversorgung (PB)	kgCO2/MWh	-	-	-	-	-	0.12		-	-	-	-	-	0.130						0.125
	spez. CO2-Emissionen Wärmeversorgung (EX)	kgCO2/MWh	-	-	-	-	-	0.134		-	-	-	-	-	0.132						0.130
	Annuität kapitalgebundener Kosten	EUR/a	9.000	3.347	47.891	-	67.521	128.759		9.000	3.347	47.891	-	67.521	128.759						128.759
Costs	Annuität bedarfsgebundener Kosten	EUR/a	86.276	172.877	0	-	0	269.154		56.855	187.320	0	-	0	244.174						244.141
	Annuität bereitzubehaltender Kosten	EUR/a	6.730	1.802	8.163	-	13.273	25.968		6.730	1.802	8.163	-	13.273	25.968						25.968
	Annuität der Erlöse	EUR/a	70.845	0	0	-	0	70.845		16.793	0	0	-	0	16.793						27.587
	Summe Fördermittel	EUR/a	0	0	0	-	0	0		0	0	0	-	0	0						0
	CO2-Strafkosten	EUR/a	13.536	45.620	0	-	0	26.347		7.683	16.345	0	-	0	24.015						25.643
Costs	Gesamtannuität (Kosten)	EUR/a	112.007	178.426	55.854	-	80.794	427.081		72.555	193.069	55.854	-	80.794	402.302						407.268
	Gesamtannuität (Kosten-Erlöse)	EUR/a	-41.362	-178.426	-55.854	-	-80.794	-266.436		-55.752	-193.069	-55.854	-	-80.794	-385.509						-379.681
	Wärmepreiskosten	EUR/MWh	46.06	98.62	82.91	-	0.01	11		107.80	193.58	80.41	-	0.01	120						117.32
	Wärmeerstellungskosten (inkl. Verteilkosten)	EUR/MWh	-	-	-	-	-	113		-	-	-	-	-	122						120

Tabellarische Ergebnisse

Erhaltene Fördermittel im Reiter „Ergebnisse-Szenarien“, Spalten AO-AW

Zuschusshöhe	Förderung Netz	Förderung KWK	Förderung SLK	Förderung Solar	Förderung WP	Förderung Sp	Förderprogramm	Förderprogramm (Netz)
[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		
1,326,182	200,000	-	-	865,580	-	460,603	KfW-Erneuerbare Energien Premium	Wärmenetze KWKG

Fördermittel für Investitionszuschüsse:
Wärmenetz (200.000 EUR), Solarthermie (865.580 EUR) und Wärmespeicher (460.603 EUR)
aus den Förderprogrammen:

- KfW – Erneuerbare Energien Premium
- Wärmenetze KWKG

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

- Höhe des KWK-Zuschlags aus dem Ausschreibungsverfahren kann in der Textbox geändert werden
- Innovative KWK-Systeme bestehen aus 3 Komponenten, welche verschiedene Anforderungen erfüllen müssen:
 - KWK-Anlage: installierte elektrische Leistung von mind. 1000 kW
 - Elektrischer Wärmeerzeuger (PtH-Anlage): muss mindestens 30 % der maximalen thermischen Leistung der KWK-Anlage abdecken können
 - Erneuerbarer Wärmeerzeuger (Solaranlage & Wärmepumpe): die Dimensionierung im Auslegungszustand muss so gewählt sein, dass mindestens 30 Prozent der Referenzwärme* mit dem erneuerbaren Wärmeerzeuger bereitgestellt werden kann

Eingaben in SolarEDA+ für das innovative KWK-System (s. auch Folgefolien):

- Wahl des innovativen KWK-Systems unter 6. Fördermittel und Zuschläge
- KWK-Anlage, PtH-Anlage und erneuerbare Wärmetechnik (Solaranlage oder Wärmepumpe) auswählen und nach den Anforderungen auslegen
- Überprüfung, ob ein innovatives KWK-System vorliegt, erfolgt im Modell. Falls die Anforderungen erfüllt werden, wird der KWK-Zuschlag für die innovative Systeme für die KWK-Anlage eingesetzt.
Falls die Anforderungen nicht eingehalten werden, wird eine Meldung ausgegeben und das Programm beendet.

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

1. Schritt

1. Standortdaten des Quartiers

Standortname: Balingen-Heselwangen

Breitengrad: 48,272 [°]

Längengrad: 8,881 [°]

Zeitzone: 1 [h]

Klimazone: 6 [-]

2. Lastgang des Quartiers

Anzahl [-]

EFH: 1

MFH: 0

NWG: 0

☒ Raumwärmebedarf mit Baualtersklassen ("Weitere Einstellungen" klicken)

☒ Lastgang laden

☐ Lastgang berechnen

Weitere Einstellungen

Lastgang berechnen (GUI wird neugestartet)

Die Daten zu Anzahl und Baujahr der Gebäude des gewählten Quartiers, können aus dem En-EASY-Tool bezogen werden.

3. Technologien

Mindestens eine Erzeugungstechnologie muss ausgewählt sein. Weitere Spezifikationen können in den zugehörigen Reitern angegeben werden.

3.1 Erzeugungstechnologie

KWK-Anlage ☒ Solaranlage ☒ Spitzenlastkessel ☒ Wärmespeicher ☒ Wärmepumpe ☒

Auslegung

KWK: ☐ endogen ☒ exogen

Solaranlage: ☐ endogen ☒ exogen

SLK: ☒ endogen ☐ exogen

Wärmespeicher: ☒ endogen ☐ exogen

PtH: ☐

3.2 Auswahl Brennstoff

Brennstoff KWK: Erdgas [-]

Brennstoff SLK: Strom (Bundesmix) [-]

Auslegung der Technologien

Technische Parameter

4. Technologieeinsatz

☐ Ökonomisch nach Grenzkosten

☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage

☒ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage

5. Wirtschaftliche Parameter

☒ Standardwerte verwenden ☐ Werte angeben

Wirtschaftliche Parameter

Berechnung starten

6. Fördermittel und Zuschläge

☒ Förderprogramme auswählen

☐ Marktanreizprogramm ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium

Förderung Einzelgebäude Förderung Quartier

☒ CO2-Steuer ☒ Innovatives KWK-System

Förderprogramme

Nach der Auswahl des innovativen KWK-Systems unter 6. *Fördermittel* erfolgt automatisch die Auswahl des Berechnungsmodus und der Erzeugungs-Technologien
KWK- und PtH-Anlage werden ausgewählt, für den erneuerbaren Wärmeerzeuger kann zwischen der Solaranlage und der Wärmepumpe gewählt werden (bzw. auch beide können ausgewählt werden)

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

1. Schritt und 2. Schritt

1. Unter 6. Fördermittel und Zuschläge Häkchen setzen bei „Innovatives KWK-System“; Berechnungsmodus und Erzeugungstechnologien werden automatisch ausgewählt.

2. Für den erneuerbaren Wärmeerzeuger kann zwischen der Solaranlage und der Wärmepumpe gewählt werden (bzw. auch beide können ausgewählt werden)

The screenshot shows the 'Innovatives KWK-System' software interface with several sections and annotations:

- 1. Standortdaten des Quartiers:** Standortname: Balingen-Heselwangen, Breitengrad: 48.272 [°], Längengrad: 8.881 [°], Zeitzone: 1 [h], Klimazone: 6 [-].
- 2. Lastgang des Quartiers:** Lastgang laden, Lastgang berechnen (GUI wird neugestartet). Text: Anzahl, Typ und Baualter der Gebäude im betrachteten Quartier können mit dem Onlinetool EN-easy ermittelt werden, das über den folgenden Link erreichbar ist: <http://iereasy.iier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>. Lastgang ist je Quartier einmal zu laden/zu berechnen und wird dann stets für die Berechnungen verwendet.
- 3. Technologien:** Wahl der Technologie: KWK-Anlage ☒, Spitzenlastkessel ☒, PTH ☒, Solaranlage ☒, Wärmespeicher ☒, Wärmepumpe ☒. Auslegung: KWK ☒ endogen ☒ exogen, SLK ☒ endogen ☒ exogen, Solaranlage ☒ endogen ☒ exogen, Wärmespeicher ☒ endogen ☒ exogen. Auslegung der Technologien.
- 4. Technologieeinsatz:** ☐ Ökonomisch nach Grenzkosten, ☐ Technischer Einsatz mit Vorrang der KWK-Anlage, ☒ Ökologischer Einsatz mit Vorrang der Solaranlage.
- 5. Wirtschaftliche Parameter:** ☒ Standardwerte verwenden, ☐ Werte angeben. Wirtschaftliche Parameter.
- 6. Fördermittel und Zuschläge:** ☒ Förderprogramme auswählen, ☐ Marktanreizprogramm, ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium, Förderung Einzelgebäude, Förderung Quartier, ☒ CO2-Steuer, ☒ Innovatives KWK-System ?. Förderprogramme.

Annotations:

- A blue box highlights the text in step 1.
- A blue box highlights the text in step 2.
- A red box highlights the '3. Technologien' section.
- A red box highlights the '6. Fördermittel und Zuschläge' section.
- An arrow points from the blue box in step 2 to the '3. Technologien' section.
- An arrow points from the '6. Fördermittel und Zuschläge' section to the 'Berechnung starten' button.

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

3. Schritt: Informationen zur Auslegung der Anlagen

Für weitere Informationen über die Anforderungen an die Auslegung der Technologien kann das Fragezeichen angeklickt werden

6. Fördermittel und Zuschläge

☒ Förderprogramme auswählen

☐ Marktanreizprogramm ☒ KfW Erneuerbare Energien Premium
Förderung Einzelgebäude *Förderung Quartier*

☒ CO₂-Steuer ☒ Innovatives KWK-System ?

Förderprogramme

Anforderungen an Innovative KWK-Systeme

Innovative KWK-Systeme bestehen aus 3 Komponenten, welche verschiedene Anforderungen erfüllen müssen:

- KWK-Anlage: installierte elektrische Leistung von mind. 1000 kW
- Elektrischer Wärmeerzeuger (PtH-Anlage): muss mindestens 30 % der maximalen thermischen Leistung der KWK-Anlage abdecken können
- Erneuerbarer Wärmeerzeuger (Solaranlage & Wärmepumpe): die Dimensionierung im Auslegungszustand muss so gewählt sein, dass mindestens 30 Prozent der Referenzwärme mit dem erneuerbaren Wärmeerzeuger bereitgestellt werden kann

OK

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

4. Schritt: Auslegung der Anlagen entsprechend der Anforderungen (s. 3. Schritt)

Auslegung KWK-Anlage:

- mind. 1 MW elektrischer Leistung

Im Zusammenhang mit dem innovativen KWK-System wird der Kessel als elektrischer Heizkessel ausgelegt. Auslegung PtH:

- mind. 30 % der thermischen Leistung der KWK-Anlage betragen (hier z.B. mind. 30% von 1250 kWth)

The screenshot shows a software interface for designing a KWK system. It consists of four main panels, each with a red border, and a larger panel on the right for solar system design.

- Auslegung KWK:** Contains input fields for 'Nahwärme: Anteil KWK-Wärme' (0,25), 'Installierte Leistung' (1250 [kWth]), 'Volllaststunden' (5000 [h]), and '1099 [kWel]'.
- Auslegung Kessel:** Contains input fields for 'Anteil' (100 [%] der Maximallast), 'Volllaststunden' (2000 [h]), 'Restlast', and 'Installierte Leistung' (400 [kWth]).
- Auslegung Wärmepumpe:** Contains input fields for 'Anteil' (50 [%] der Maximallast), 'Volllaststunden' (5000 [h]), 'Installierte Leistung' (300 [kWth]), and 'Nahwärme: WP-Anteil' (0,25).
- Auslegung Solaranlage:** Contains input fields for 'Erforderliche Aperturfläche' (6991 [m²]), 'Erwarteter solarer Deckungsanteil' (50 [%]), 'Solarkollektor' (Vitosol 100-F XL8), and 'Verhältnis von Speichervolumen zu Kollektorfläche [m³/m²]' (2). It also has a 'Speicherkapazität berechnen' button.
- Auslegung Wärmespeicher:** Contains input fields for 'Manuelle Auslegung', 'Auslegung mit Solaranlage', 'Wärmeüberschuss vermeiden', 'nach Speicherdauer' (24), 'Wirtschaftliche Optimierung (längere Rechenzeit)', 'Iterationsschritte (max. 4)' (3), 'Kapazität gesamt' (365047,51 [kWh]), 'Anfangskapazität' (0 [kWh]), and 'Speichervolumen' (13982 [m³]).

Arrows indicate the flow of data: from 'Auslegung KWK' to 'Auslegung Kessel'; from 'Auslegung Kessel' to 'Auslegung Wärmepumpe'; from 'Auslegung Wärmepumpe' to 'Auslegung Wärmespeicher'; and from 'Auslegung Wärmespeicher' to 'Auslegung Solaranlage'.

Die **erneuerbaren Wärmetechniken** (Wärmepumpe & Solaranlage) müssen im Auslegungszustand so dimensioniert werden, dass...

- mindestens 30% der Referenzwärme bereitgestellt werden kann.

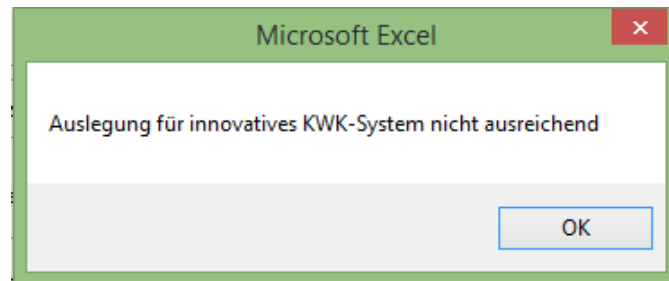
Die Referenzwärme ist dabei die Summe der erneuerbaren Wärme eines Jahres und der KWK-Wärme von 3000 Vollbenutzungsstunden.

Daher kann bei der Eingabe von 30 % der Wärme aus der erneuerbaren Wärmetechnik (bezogen auf die Gesamtwärme), das Ergebnis für das innovative KWK-System eventuell nicht ausreichend sein.

2. Fallbeispiel: Innovatives KWK-System

4. Schritt: Berechnung

- Starten der Berechnung nach der Auslegung der Anlagen
- Reicht die Auslegung der Anlagen nicht zur Einhaltung der Anforderungen aus, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Berechnung beendet.



3. Fallbeispiel: Einzelgebäudewärmeversorgung

1. Schritt

2. Lastgang des Quartiers

Anzahl [-]

EFH	1
MFH	0
NWG	0

☐ Raumwärmebedarf mit Baualtersklassen
("Weitere Einstellungen" klicken)

☐ Lastgang laden

☒ Lastgang berechnen

Weitere Einstellungen

Lastgang berechnen
(GUI wird neugestartet)

Die Daten zu Anzahl und Baujahr der Gebäude des gewählten Quartiers, können aus dem En-EASY-Tool bezogen werden.

Auswahl eines Einzelgebäudes und Berechnung des Lastgangs
→ Kostenfunktion und Brennstoffpreise werden für Einzelgebäude angepasst

2. Schritt

Wirtschaftliche Daten Kessel

Spezifische Kosten

☒ Berechnen ☐ Vorgeben

Anlagentyp	Erdgas-Brennwertkessel	
spez. Anlagenpreis (ohne MwSt)	100	[EUR/kWth]
Faktor für Instandsetzung	2	[%-Inv.Kost]
Faktor für Wartung/Inspektion	1,5	[%-Inv.Kost]
Faktor für Planung/Installation	2	[%-Inv.Kost]
Lebensdauer Kessel	20	[a]

Bei Auswahl eines Heizkessels unter den wirtschaftlichen Parametern die Daten für den Heizkessel nach VDI-2067 anpassen

3. Fallbeispiel: Einzelgebäudewärmeversorgung

3. Schritt

Auslegung der Solarthermie-Anlage anpassen und Dachkollektor auswählen

Auslegung des Wärmespeichers anpassen

Auslegung Solaranlage

Erforderliche Aperturfläche

15

[m²]

Erwarteter solarer Deckungsanteil

50

[%]

Solarfeldfläche abschätzen und übernehmen

Solar Kollektor

Vitosol 100-F XL8

Auslegung Wärmespeicher

☒ Manuelle Auslegung

Vitosol 200-F 5D1A

Vitosol 300-F SV3A

Vitosol 300-F SH3A

Vitosol 300-F SH3B

Vitosol 300-F SV3B

VFK 125/3

VFK 145 V

VFK 145 H

☐ Auslegung mit Solaranlage

☐ Wärmeüberschuss vermeiden

☐ nach Speicherdauer

24

☐ Wirtschaftliche Optimierung (längere Rechenzeit)

Iterationsschritte (max. 4)

3

Speichervolumen

2

Speicherkapazität berechnen

Kapazität gesamt

23,5

[kWh]

Anfangskapazität

0

[kWh]

Speichervolumen

0,9

[m³]

3. Fallbeispiel: Einzelgebäudewärmeversorgung

4. Schritt

Unter Technische Parameter

Technische Daten Wärmespeicher

Speicherart: Tankspeicher

Wirkungsgrad: 0,9 [-]

Einsatzoptimierung des Speichers

Speicheroptimierung nach Dauer: 24 [h]

☒ KWK-Wärme einspeichern

Ändern der Speicherart auf Tankspeicher

5. Schritt

Unter Fördermittel das Marktanreizprogramm auswählen

6. Fördermittel und Zuschläge

☒ Förderprogramme auswählen

☒ Marktanreizprogramm ☐ KfW Erneuerbare Energien Premium

Förderung Einzelgebäude *Förderung Quartier*

☒ KWK-Zuschlag ☒ CO2-Steuer

Förderprogramme

Anhang

Exkurs: Online-Tool zur Ermittlung der Gebäudezahl, des Typs und der Baualtersklassen eines Quartiers

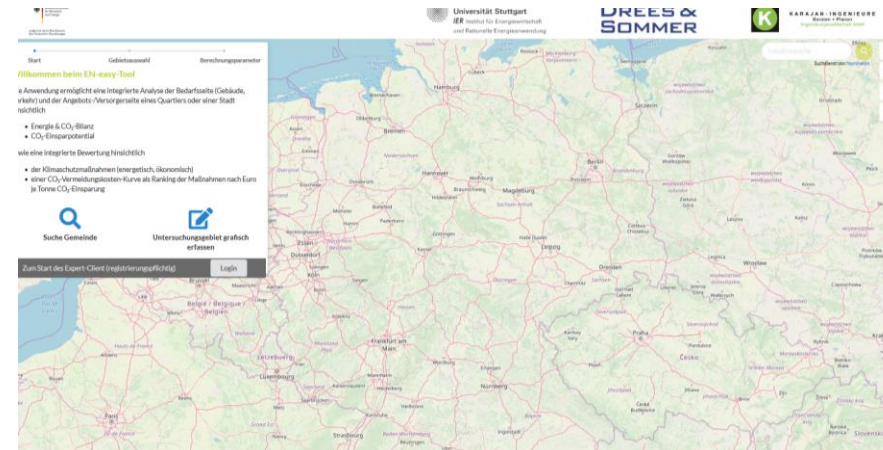
2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

Eingabe Quartiersdaten

- Ermittlung der Gebäudeanzahl, Typ und Baualtersklasse über die Nutzung des Online-Tools EN-easy:
<http://iereasy.ier.uni-stuttgart.de:8080/eneasy-gui/>
- 1. Startseite EN-easy¹



2. Auswahl des Standorts



¹ für weitere Erläuterungen siehe Endbericht „Systemanalyse für die städtische Energieplanung mit einem modularen Planungsinstrument – methodische Grundlagen und Fallbeispiele“, Blesl, M.; Stehle, M., Brodecki, L., et al. 2019

2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

Eingabe Quartiersdaten

- 3. Einzeichnen des Quartiers



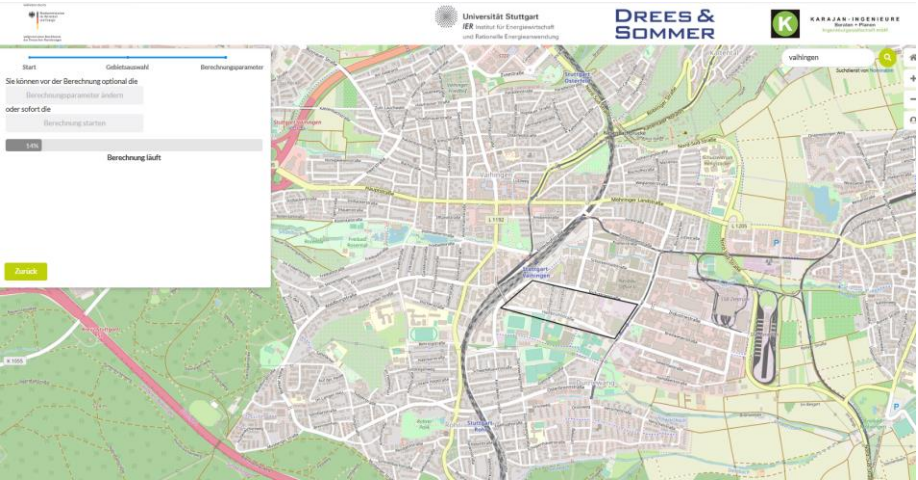
- 4. Gebäudedaten laden



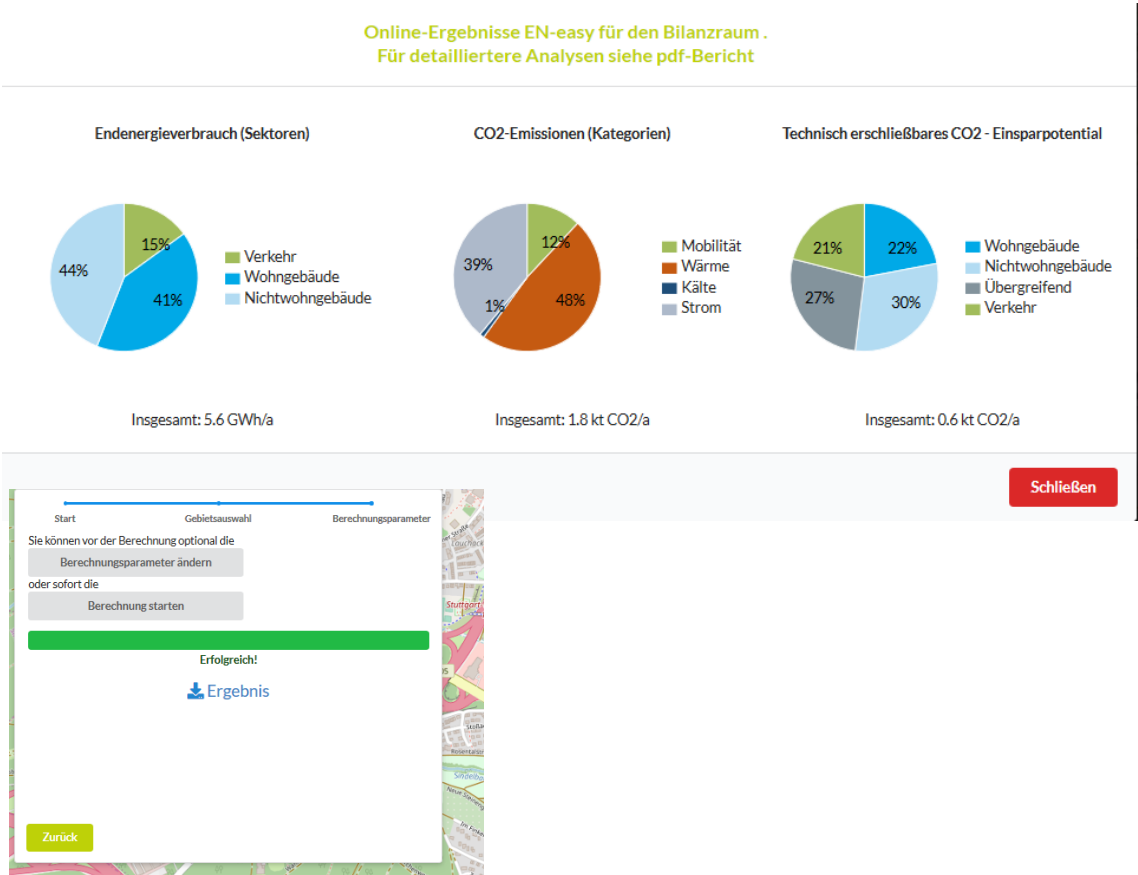
2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

Eingabe Quartiersdaten

- 5. Berechnung starten



- 6. Ergebnisse: Ergebnis-Bericht öffnen



2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

Eingabe Quartiersdaten

- 7. pdf-Bericht S.3-4



2.1 Wärmelastgang des Quartiers berechnen

Eingabe Quartiersdaten

- 8. Übertragung der Werte des EN-easy Tools in das Eingabefenster von SolarEDA+:
 - Gebäudeanzahl je Gebäudetyp kann 1:1 übertragen werden
 - Die Baualtersklassen sind entsprechend zusammenzufassen:
 - „<1979“ ~ „bis 1859,...,1969-1978“;
 - „1979-2000“ ~ „1979-1983,...,1995-2001“;
 - „2001-2015“ ~ „2002-2009, 2010-2015“;
 - Gesamte Wohnflächen je Gebäudetyp entsprechend in Wohnfläche/Gebäudetyp umrechnen

Baualtersklassen-Verteilung der Wohngebäude			
bis 1859	relativ/absolut	0 %	
1860 - 1918	relativ/absolut	0 %	
1919 - 1948	relativ/absolut	6 %	3
1949 - 1957	relativ/absolut	36 %	15
1958 - 1968	relativ/absolut	13 %	6
1969 - 1978	relativ/absolut	21 %	9
1979 - 1983	relativ/absolut	7 %	3
1984 - 1994	relativ/absolut	11 %	5
1995 - 2001	relativ/absolut	2 %	0,86
2002 - 2009	relativ/absolut	3 %	1
2010 - 2015	relativ/absolut	0 %	
ab 2016	relativ/absolut	0 %	
Gesamt	relativ/absolut	100 %	43

Gebäude			
Ein-/Zweifamilienhäuser	Anzahl/m² Wohnfläche	26	2.646
Mehrfamilienhäuser	Anzahl/m² Wohnfläche	17	8.675
Gewerbegebäude	Anzahl/m² Nettogeschossfläche	59	12.484
Mischnutzung	Anzahl/m² Nettogeschossfläche	9	n.v.
andere	Anzahl/m² Nettogeschossfläche	45	n.v.

Raumwärme & Warmwasser

Gleichzeitigkeit der Nachfrage

Raumwärmebedarf

☐ Raumwärmebedarf nach Baualtersklassen

Anzahl [-]

EFH

1

MFH

0

NWG

0

Anzahl [-]

<1979

94

1979-2000

44

2001-2015

6

<2000

2

2000-2015

1

NWG

0

<2000

0

2000-2015

0

spez. Raumwärmebedarf [kWh/m²]

<1979

135

1979-2000

150

2001-2015

110

75

MFH

118

130

95

65

NWG

110

<2000

120

2000-2015

90

Wohnfläche [m²]

<1979

121

1979-2000

121

2001-2015

121

121

MFH

608

608

608

608

NWG

300

<2000

300

2000-2015

300

Warmwasserbedarf

Einwohner je EFH

4.2

Warmwasserbedarf je Person

500

Wohneinheiten je MFH

4

Warmwasserbedarf je Wohneinheit

1000

NWG Nachtabsenkung

Heizgrenztemperatur

15

Raumsolltemperatur (Tag)

20

Raumsolltemperatur (Nacht)

14

Nachtabsenkung von...

20

bis

6

Uhr

Auswahl der Vereinfachungen und Limitierungen

Auswahl der Vereinfachungen und Limitierungen (1/2)

Die im Folgenden aufgeführten Vereinfachungen und Limitierungen stellen den Stand des SolarEDA+, aber gleichzeitig das Entwicklungspotential dar:

Ökonomische Randbedingungen:

- Die Börsenstrompreise des Jahres 2015 und damit Kriterium für die Einsatzoptimierung werden für den gesamten Analysezeitraum zugrunde gelegt. Eine Fortschreibung der Kosten und Erlöse ist jedoch in der Vollkostenrechnung berücksichtigt.

Quartier:

- Der KWK-Strom wird ausschließlich in das Stromnetz eingespeist. Eine Eigenversorgung von Quartieren (z.B. Vermarktung als Mieterstrom) ist nicht berücksichtigt.
- Konstanter Wärmebedarf über den Analysezeitraum (implizite Annahme, dass rückläufiger Wärmebedarf durch eine höhere Anschlussdichte bzw. Netzausbau kompensiert wird).

Wärmespeicher:

- Vereinfachte Berücksichtigung der Wärmespeicherverluste über eine pauschale Effizienz bei der Einspeicherung (z.B. 90%)

Wärmenetze:

- Vereinfachte Abbildung über Effizienzverluste in der Bilanzierung des Nahwärmesystems. Effizienzverluste der Wärmenetze und Anlagen bei verschiedenen Temperaturniveaus sind vom Anwender festzulegen. Standardmäßig sind 90°C im Vorlauf und 60° im Rücklauf angegeben mit entsprechenden Effizienzen (vgl. Annex TS I (Blesl, Stehle 2017))

Auswahl der Vereinfachungen und Limitierungen (2/2)

Technologien im Allgemeinen:

- Keine Berücksichtigung von Teillast-Wirkungsgraden bei den Anlagen des Nahwärmesystems

Solarthermische Anlagen:

- Mit der Vorgabe eines solaren Deckungsgrades wird ein grober Schätzwert des notwendigen Bedarfs der solarthermischen Aperturflächen ermittelt. Der tatsächliche in den Modellrechnungen resultierende solare Deckungsgrad kann davon abweichen.

Wärmepumpen¹:

- Ein direkter Betrieb der Wärmepumpen mit KWK-Strom ist nicht berücksichtigt.
- Für den Betrieb von Wärmepumpen im Nahwärmesysteme werden ausschließlich die Börsenstrompreise zugrunde gelegt. Etwaige Umlagen sind nicht berücksichtigt.

Validierungsstand:

- Die Fülle an Optionen (u.a. Technologiewahl, Auslegung, Einsatzkriterium, Energieträger, wirtschaftliche Parameter, regulatorischer Rahmen) ergibt eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten, von denen im vorgesehenen Umfang des Projektes SolnetBW II naturgemäß nur ein Teil getestet und ausgewertet werden konnte. Entsprechend kann keine Gewähr über die Vollständigkeit und Richtigkeit der Ergebnisse von SolarEDA+ übernommen werden (s. [Haftungsausschluss](#)).

¹ Wärmepumpen standen nicht Fokus des Projektes und sind daher kostenseitig nicht vollumfänglich abgebildet.

Ausgewählte Annahmen

Annahmen

- Berechnung des Wärmelastgangs nach VDI 4655 (Datensatz für Typtage aus TRY2011 des BBSR)
- Standard der wirtschaftlichen Parameter nach VDI 2067
- KWK- Ausschreibung Stand Juni 2019
- Die PtH (PowerToHeat)-Anlage bezieht den Strom aus dem Stromnetz mit dem implementierten Börsenstrompreis (Stand 2015) und dem konstanten Emissionswert für den Strom-Bundesmix von 0,528 kgCO₂/kWh. Schwankende Emissionswerte aufgrund erhöhter Einspeisung erneuerbaren Stroms werden nicht berücksichtigt.

Annahmen

Energieträger	Bezugspreis ¹ [€ct/kWh]	CO ₂ -Faktoren	
		indirekt ² [kg/kWh]	direkt ³ [kg/kWh]
Heizöl	7,08 ⁴	0,319	0,266
Erdgas	4,40 ⁵ 7,18 ^{4,6}	0,250	0,201
Holz-Pellets	4,92 ⁷	0,027	0,000
Holz-Hackschnitzel	3,62 ⁸	0,024	0,000
Strom (Bundesmix)	30,19 ⁴	0,565	0,528

¹ nur für Erdgas zwischen Quartier und Einzelgebäude differenziert

² <http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/>;

³ www.umweltbundesamt.de

⁴ www.bmwi.de; Zahlen und Fakten Energiedaten (Mittelwert 2018)

⁵ bezogen auf Heizwert (Industriepreis)

⁶ Bezugspreis Haushalt für Einzelgebäude

⁷ <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets/jahresmittelwerte>
(Jahr 2018, 10t Liefermenge)

⁸ <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte>
(Jahr 2018, Süd; WG 20)

Auswahl Förderprogramme

6.1 Fördermittel- KfW Erneuerbare Energien Premium

(Stand November 2019)

- Automatische Auswahl der Förderung für die Technologien bei Wahl des KfW Förderprogramms
- Die im Modell implementierten Voraussetzungen und Förderhöhen sowie die maximale Förderhöhe sind im [Anhang](#) dargestellt.

6.2 Fördermittel- Marktanreizprogramm

(Stand: November 2019)

- Automatische Auswahl der Förderung für die Technologien bei Wahl eines Einzelgebäudes und des Marktanreiz-Förderprogramms
- Hier nur dargestellt ist die Basisförderung der Technologien. Für die Solaranlage wird jedoch zusätzlich die Innovationsförderung berücksichtigt
- Die im Modell implementierten Voraussetzungen und Förderhöhen sind im [Anhang](#) dargestellt

6.3 Fördermittel- Wärmenetze

(Stand: November 2019)

- Automatische Auswahl der Förderung für das Wärmenetz wenn ein Quartier betrachtet wird und die Nahwärmenetz-Förderung berücksichtigt werden soll
- Auswahl der Förderprogramme erfolgt automatisch nach folgender Reihenfolge:
 - Förderung für Netze aus dem KWKG werden vorrangig betrachtet
 - Je nach Kumulierbarkeit werden danach weitere Förderprogramme betrachtet
 - Können zwei nicht kumulierbare Förderprogramme zum Einsatz kommen, wird das Programm mit der höheren Förderhöhe ausgewählt.
- Die Trassenlänge ist für die Höhe der Förderung aus dem KWKG und aus dem KfW relevant.
- Die Kosten für das Wärmenetz ergeben sich aus den spezifischen Wärmeverteilungskosten
- Bei der Berechnung der Wärmenetzkosten nicht berücksichtigt sind die Hausübergabestationen

6.4 Innovatives KWK-System

- Höhe des KWK-Zuschlags aus dem Ausschreibungsverfahren kann in der Textbox geändert werden
- Innovative KWK-Systeme bestehen aus 3 Komponenten, welche verschiedene Anforderungen erfüllen müssen:
 - KWK-Anlage: installierte elektrische Leistung von mind. 1000 kW
 - Elektrischer Wärmeerzeuger (PtH-Anlage): muss mindestens 30 % der maximalen thermischen Leistung der KWK-Anlage abdecken können
 - Erneuerbarer Wärmeerzeuger (Solaranlage & Wärmepumpe): die Dimensionierung im Auslegungszustand muss so gewählt sein, dass mindestens 30 Prozent der Referenzwärme* mit dem erneuerbaren Wärmeerzeuger bereitgestellt werden kann

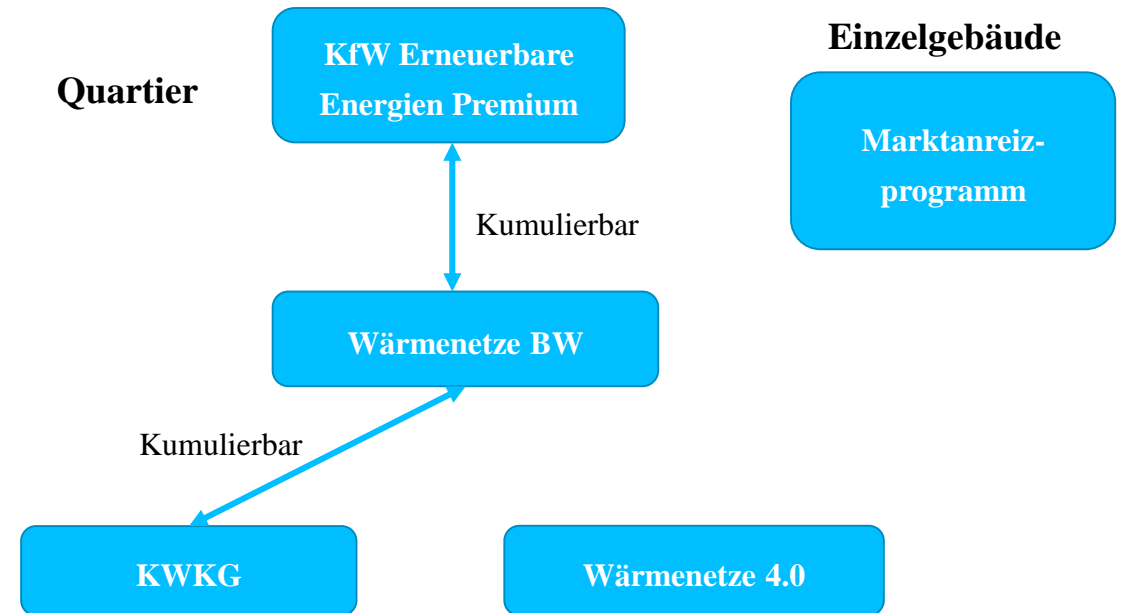
Eingaben in SolarEDA+ für das innovative KWK-System:

- Wahl des innovativen KWK-Systems unter 6. Fördermittel und Zuschläge
- KWK-Anlage, PtH-Anlage und erneuerbare Wärmetechnik (Solaranlage oder Wärmepumpe) auswählen und nach den Anforderungen auslegen
- Überprüfung, ob ein innovatives KWK-System vorliegt, erfolgt im Modell. Falls die Anforderungen erfüllt werden, wird der KWK-Zuschlag für die innovative Systeme für die KWK-Anlage eingesetzt.
Falls die Anforderungen nicht eingehalten werden, wird eine Meldung ausgegeben und das Programm beendet.

Förderprogramme für Quartiere, Wärmenetze, Einzelgebäude sowie Berücksichtigung der Kumulierbarkeit

- Es wird unterschieden zwischen der Förderung von:
 - Quartieren:
 - KfW-Erneuerbare Energien Premium
 - KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)
 - Wärmenetzen:
 - Wärmenetz 4.0
 - Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg
 - KWKG
 - Einzelgebäuden:
 - Marktanreizprogramm

- Es wird automatisch die Kumulierbarkeit der Programme überprüft und die höchstmögliche Förderung durch die Förderprogramme angenommen.



Förderprogramme

KfW-Erneuerbare Energien Premium¹

Technologie	Voraussetzung	Förderung
Solarthermie	mind. 40 m² Bruttofläche	0,45 €*jährlicher Kollektorwärmeertrag*Anzahl oder 40% der Nettoinvestitionskosten
Wärmespeicher	Speichergröße mind. 10 m³	250 € je m ³ max. 30 % der Nettoinvestitionskosten (max. 1 Mio. €)
Wärmepumpen	Wärmeleistung mind. 100 kW	80 € je kW im Auslegungspunkt (mind. 10.000€; max. 50.000€)
Wärmenetze	mind. 20 % Solarwärme oder mind. 50 % aus WP, EE bzw. mind. 60 % bei Neubauten und mind. 500 kWh/ Meter Trasse Wärmeabsatz (Jahr)	60 €/ neuer Trassenmeter (max. 1 Mio. €)
Biomasseanlagen (SLK)	Nennwärmeleistung min. 100 kW Energieträger: Holz	20 € je installierte Nennwärmeleistung max. 50.000

¹ [KfW, 2019]

Förderprogramme

KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)¹

Technologie	Voraussetzung	Förderung
KWK-Anlage (el. Leist.<1 MW)	Einspeisung des in der KWK-Anlage erzeugten Stroms ins Netz und positiver Strompreis	In Abhängigkeit von der el. Leistung: <50 kW → 8 [€ct/kWh] 50-100 kW → 6 [€ct/kWh] 100-250 kW → 5 [€ct/kWh] 250-1000MW → 4,4 [€ct/kWh]
KWK-Anlage (el. Leist.>1 MW)	Einspeisung des in der KWK-Anlage erzeugten Stroms ins Netz und positiver Strompreis	Ausschreibungsverfahren je nach Typ der KWK-Anlage: Normale KWK-Anlagen: 3,95 [€ct/kWh](Stand Juni 2019) Innovative KWK-Anlagen: 11,17 [€ct/kWh](Stand Juni 2019)
KWK-Wärmespeicher	mind. 50 % KWK-Wärme oder mind. 25 % KWK-Wärme mit zusätzlich mind. 25 % aus erneuerbaren Energien	250 € je m ³ max. 30 % der Nettoinvestitionskosten (max. 1 Mio. €)
KWK-Wärmenetz	mind. 75 % KWK-Wärme oder mind. 25 % KWK-Wärme mit Summe erneuerbarer Energien und KWK von mind. 50 %	Nenndurchmesser Netz: < 100 mm → 100 €/m > 100 mm → 30 % der Investitionskosten (max. 20 Mio.€)

¹ [KWKG, 2016], [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle , 2019]

Förderprogramme

Wärmenetz 4.0 ¹

Technologie	Voraussetzung	Förderung
Wärmenetz	<ul style="list-style-type: none">• Erneuerbare Energien Anteil >50 %• max. 50 % Biomasse Anteil an erneuerbaren Energien• Wärmeeinspeisung fossile Energien (Heizkessel) <10 %• Vorlauftemperatur <95°C• mind. 100 Abnehmer	<p>Basisförderquote: 20 % der Investitionskosten</p> <p>Zusätzlich 0,2 % je Prozentpunkt der erneuerbaren Energien über 50% (max. 10 % zusätzlich) (max. 15 Mio.€) (Bonus für Kosteneffizienz und Unternehmen nicht berücksichtigt)</p>

¹ [BMWi, 2019]

Förderprogramme

Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg ¹

Technologie	Voraussetzung	Förderung
Wärmenetz	<ul style="list-style-type: none">• mind. 80 % der Wärme aus erneuerbaren Energien oder KWK-Anlagen• max. 20 % Wärmeverluste im Netz• mind. 10 Abnehmer	20 % der Nettoinvestitionskosten (max. 200.000 €)
Wärmenetz (Bonus Förderung zusätzlich zur max. Förderung)	<ul style="list-style-type: none">• mind. 10 % Deckungsanteil Solarthermie• mind. 20 % Gesamtwärmemenge aus Abwärme• Volumen Wärmespeicher > 500m³• Rücklauftemperatur im Netz im Durchschnitt < 45°C	Für jede erfüllte Bedingung wird die maximale Zuschusshöhe zusätzlich um 50.000 € erhöht

¹ [Umweltministerium BW, 2019]

Förderprogramme

Marktanreizprogramm

Technologie	Voraussetzung	Förderung
Solarthermie	mind. Fläche: Flachkollektor: 9 m² Vakuumkollektor: 7 m² MFH ≥ 3 Wohneinheiten/ NWG mit >500m² : Fläche: 20-100 m² (kombinierte Warmwasser- bereitung und Raumheizung)	$\leq 14\text{m}^2$: Festbetrag von 2.000 € 15-40 m ² → 140 €/m² MFH/NWG Zusatz Förderung: 200 €/m² oder 0,45 €*jährlicher Kollektor- wärmeertrag*Anzahl
Biomasse	Installierte Leistung (5-100 kW) Pufferspeicher mind. 30l/kW Energieträger: Pellets, Hackschnitzel, Stückholz	Pelletkessel: 5-43,7 kW Festbetrag von 3500 € >43,7 kW → 80 €/kW Hackschnitzelkessel: 3500 € Scheitholzvergaserkessel: 2000 €
Wärmepumpe	Luft/Wasser WP leistungsgeregelt: JAZ mind. 3,5 Wasser/Wasser WP: JAZ mind. 3,8	Luft/Wasser: 1500 € bis 37,5 kW >37,5 kW → 40 €/kW Wasser/Wasser: 4500€ bis 45 kW >45 kW → 100 €/kW
Bonus Förderung	Kombination verschiedener Technologien	Zusätzlich 500 € Förderung je Anlagenkombination

¹ BAFA 2018

Marktanreizprogramm¹ Biomasse

Förderübersicht Biomasse (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung	Innovationsförderung ³				Nachrüstung ⁶	Zusatzförderung ⁹			
			Brennwertnutzung ⁴		Partikelabscheidung ⁵			Kombinationsbonus		Gebäudeeffizienz- bonus ¹⁰	Optimierungs- maßnahme ¹¹
Anlagen von 5 bis max. 100,0 kW Nennwärmeleistung		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Gebäudebestand	Neubau	750 €	Solarkollektoranlage, Wärmepumpenanlage	Wärmenetz		
Pelletofen mit Wassertasche	5 kW bis 25,0 kW	2.000 €	–	–	3.000 € ^{3.1}	2.000 €					
	25,1 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Pelletkessel	5 kW bis 37,5 kW	3.000 €	4.500 € ^{3.1}	3.000 €	4.500 € ^{3.1}	3.000 €					
	37,6 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Pelletkessel mit einem Pufferspeicher (neu errichtet) von mind. 30 l/kW	5 kW bis 43,7 kW	3.500 €	5.250 € ^{3.1}	3.500 €	5.250 € ^{3.1}	3.500 €					
	43,8 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Hackschnitzelkessel mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW	pauschal 3.500 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	5.250 €	3.500 €						
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸								
Kombinationskessel ¹ automatisch beschickter Pellet- oder Hackschnitzelkessel mit einem handbeschickten Scheitholzvergaserkessel		mind. 5.000 €	mind. 7.500 €	3.000 €/ 3.500 €	mind. 6.500 €	3.000 €/ 3.500 €					
Scheitholzvergaserkessel ² mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW	pauschal 2.000 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	3.000 €	2.000 €						
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸								

• Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.
• Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.
• Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
• Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.

1 Kombinationskessel erhalten für jedes Anlagenteil die jeweilige Förderung. Ausnahme: Innovationsförderdatbestand im Neubau. Hier kann nur ein Anlagenteil gefördert werden. Pelletöfen sind als Kombination nicht möglich. Für den Scheitholzvergaserkessel muss der entsprechende Mindest-Pufferspeicher nachgewiesen werden.

2 Es sind nur besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel förderfähig (staubförmige Emissionen: max. 15 mg/m³).

3 Innovationsförderung: Angegeben ist der Gesamtförderbetrag. Ausnahme Pelletanlagen im Gebäudebestand ^{3.1}.

3.1 Pelletanlagen im Gebäudebestand: Angegeben ist der Mindestförderbetrag, ansonsten 80 €/kW.

4 Innovationsförderung Brennwertnutzung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur bestimmungsgemäßen Nutzung der bei der Abgaskondensation anfallenden Wärme.

5 Innovationsförderung Partikelabscheidung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur sekundären Abscheidung der im Abgas enthaltenen Partikel.

6 Nachrüstung einer unter 5) oder 5.1) beschriebenen Einrichtung für eine bereits bestehende Biomasseanlage. Angegeben ist der Innovationsförderbetrag.

7 Förderbetrag bei neu errichtetem Pufferspeicher (mind. 30 Liter/kW). Gesamtpufferspeichervolumen bei Scheitholzvergaserkessel mind. 55 Liter/kW.

8 Förderbetrag bei vorhandenem Pufferspeicher.

9 Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand.

10 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.

11 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.

11.1 Zusammen mit der Errichtung einer Biomasseanlage. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.

11.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

Marktanreizprogramm¹ Solarthermie

Förderübersicht Solar (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung	Innovationsförderung ⁵		Zusatzförderung ⁶												
Errichtung einer Solarkollektoranlage zur ...		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Kombinationsbonus			Gebäudeeffizienz- bonus ⁷	Optimierungs- maßnahme ⁸								
					Biomasseanlage, Wärmepumpenanlage	Wärmenetz	Kesseltausch										
... ausschließlichen Warmwasserbereitung ¹	3 bis 10 m² Bruttokollektorfläche	500 €	–	–	500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	mit Errichtung: 10 % der Netto- investitionskosten ^{8.1}								
	11 bis 40 m² Bruttokollektorfläche	50 €/m² Bruttokollektorfläche															
	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	–								100 €/m² Bruttokollektorfläche	75 €/m² Bruttokollektorfläche						
... kombinierten Warmwasser- bereitung und Heizungsunter- stützung, solare Kälteerzeugung oder Wärmenetzzuführung ²	bis 14 m² Bruttokollektorfläche	2.000 € ⁹	–	–						500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € ^{8.2}			
	15 m² bis 40 m² Bruttokollektorfläche	140 €/m² Bruttokollektorfläche															
	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	–													200 €/m² Bruttokollektorfläche	150 €/m² Bruttokollektorfläche	
... Wärme- oder Kälteerzeugung (Alternative) ³ – ertragsabhängige Förderung –	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	–	0,45 € × jährlicher Kollektorertrag × Anzahl Kollektoren												500 €	500 €	500 €
Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage ⁴	50 €/m² zusätzlicher Bruttokollektorfläche	–	–														

• Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.
• Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.
• Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
• Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.

1 Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Bruttokollektorfläche mind. 3 m² bis max. 40 m², Pufferspeichervolumen mind. 200 Ltr. (beides gilt für alle Kollektortypen)
2 Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Flachkollektoren: Bruttokollektorfläche ≥ 9 m², Pufferspeichervolumen 40 l/m²; Vakuumröhren- u. Vakuumflachkollektoren: Bruttokollektorfläche ≥ 7 m², Pufferspeichervolumen 50 l/m²; Luftkollektoren: keine Mindestanforderungen
3 Die ertragsabhängige Förderung kann alternativ zur Innovationsförderung für große Solarkollektoranlagen (20 bis 100 m²) beantragt werden. Grundlage des jährlichen Kollektorsertrages (kWh/a/Kollektor) ist das Datenblatt 2 der Solar-Keymark-Programmregeln (Standort Würzburg, 50 °C).
4 Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage um mind. 4 m² bis zu 40 m² Bruttokollektorfläche.
5 Solarkollektoranlagen im Bereich Innovationsförderung. Errichtung auf einem Wohngebäude mit mind. 3 Wohneinheiten oder auf einem Nichtwohngebäude mit mind. 500 m² Nutzfläche (auch Mischgebäude mit Wohn- und Gewerbenutzung, Gemeinschaftseinrichtungen zur sanitären Versorgung

und Beherbergungsbetriebe mit mind. 6 Zimmern können gefördert werden). Oder auf einem Ein- oder Zweifamilienhaus (Solar-Aktiv-Haus) mit einem solaren Deckungsgrad von mind. 50 %, in dem der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes nicht überschritten wird. Es gelten die gleichen Mindestanforderungen an das Pufferspeichervolumen wie unter ¹ bzw. ².

6 Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand bei Errichtung einer Solarkollektoranlage.
7 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.
8 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden (nicht bei Erweiterung).
8.1 Zusammen mit der Errichtung einer Solarkollektoranlage. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.
8.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.
9 Die Mindestförderung gilt nicht für Luftkollektoren. Diese werden mit 140 €/m² Bruttokollektorfläche gefördert.

Marktanreizprogramm¹ Wärmepumpe

Förderübersicht Wärmepumpe (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung ⁷	Innovationsförderung ^{1 7}		Zusatzförderung ²					
Wärmepumpen (WP) bis 100 kW Nennwärmeleistung		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Lastmanagement- bonus ³	Kombinationsbonus			Gebäudeeffizienz- bonus ⁵	Optimierungs- maßnahme ⁶
						Solarkollektoranlage, Biomasseanlage	PVT- Kollektoren ⁴	Wärmenetz		
Gasbetriebene Wärmepumpen (gasmotorische WP, SorptionsWP)	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW	500 €	500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	mit Errichtung:
	Mindestförderbetrag	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)						10 % der Netto- investitionskosten ^{6.1}
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-WP	→	40 €/kW	60 €/kW	40 €/kW						-----
	Mindestförderbetrag bei leistungsgeregelten und/ oder monovalenten WP	1.500 € (bis 37,5 kW)	2.250 € (bis 37,5 kW)	1.500 € (bis 37,5 kW)						nachträglich (nach 3-7 Jahren):
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	1.300 € (bis 32,5 kW)	1.950 € (bis 32,5 kW)	1.300 € (bis 32,5 kW)						100 bis max. 200 € ^{6.2}
Elektrisch betriebene Wasser/Wasser-WP oder Sole/Wasser-WP	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW						-----
	Mindestförderbetrag bei elektr. Sole-WP mit Erdsondenbohrungen	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)						nachträglich (nach 1 Jahr):
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	4.000 € (bis 40,0 kW)	6.000 € (bis 40,0 kW)	4.000 € (bis 40,0 kW)	bis 250 € ^{6.3}					

- Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.
 - Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.
 - Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
 - Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.
- 1 Innovationsförderung: Voraussetzung ist eine höhere Jahresarbeitszahl oder eine verbesserte Systemeffizienz.
- 2 Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand.
- 3 Die Wärmepumpenanlage ist lastmanagementfähig.
Voraussetzung: Errichtung eines Speichers mit mind. 30 Ltr./kW und das Zertifikat „Smart Grid Ready“.
- 4 PVT-Kollektoren und andere nicht förderfähige Solarkollektoranlagen (gilt nicht für reine Photovoltaikanlagen) müssen einen Beitrag als Wärmequelle für die Wärmepumpe leisten. Bruttokollektorfläche mind. 7,0 m².

- 5 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissions-wärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.
- 6 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.
- 6.1 Zusammen mit der Errichtung einer Wärmepumpe. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.
- 6.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.
- 6.3 Nachträglich nach mind. einem Jahr (Wärmepumpencheck). Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.
- 7 Anforderungen an die JAZ:

Jahresarbeitszahl	Basisförderung		Innovationsförderung
	Wohngebäude	Nichtwohngebäude	
gasbetriebene WP	1,25	1,3	1,5
elektrische Luft-WP	3,5	3,5	4,5
andere elektrische WP	3,8	4	

Stand: 02.01.2018

¹ BAFA 2018 (Bildquelle)

Referenzwärme

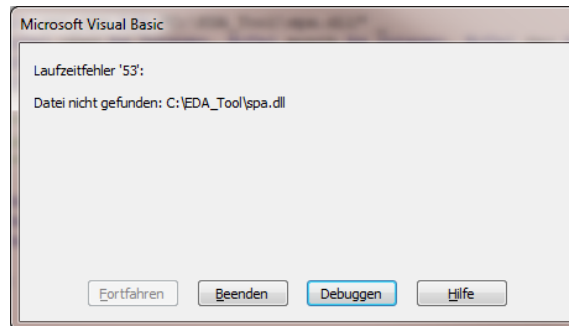
Aus dem Merkblatt für innovative KWK-Systeme des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

- „Referenzwärme ist die Summe aus der Nutzwärme, die die KWK-Anlage eines innovativen KWK-Systems mit 3.000 Vollbenutzungsstunden bereitstellen kann, und der von dem gleichen innovativen KWK-System innerhalb eines Kalenderjahres bereitgestellten innovativen erneuerbaren Wärme.“

Fehlermeldungen und deren Ursache

Bekannte Probleme mit dem SolarEDA+ Tool

- Bitte die [Installationshinweise](#) beachten! Prüfen Sie bitte, ob Visual C++ Redistributable installiert ist.
- **Problem:** Falsche spa.dll Version. Finden Sie die korrekte Version (z.B. Spa_Win7_Win8.1_32 Bit), wechseln Sie den Namen der Datei in spa.dll und schieben Sie sie in den richtigen Ordner.



Literatur

Quellen

- Blesl, Markus; Stehle, Markus: Annex TS1: Low Temperature District Heating for Future Energy Systems – Subtask A: Methods and Planning Tools, 2017
- Blesl, M.; Stehle, M., Broydo, M.: EnEff: Wärme - Planungsinstrumente für zukünftige Niedertemperatur-Fernwärmeversorgungssysteme - im Rahmen des IEA Implementing Agreement DHC Annex TS I, 2017
- Bender, Lucas: Modellgestützte Analyse und Bewertung von solaren Nahwärmesystemen, Masterarbeit; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) Universität Stuttgart, 2019
- Christoffer, Jürgen; Deutschländer, Thomas; Webs, Monika: Testreferenzjahre. Offenbach am Main: DWD, 2004
- Geiger, P.; Pauschinger, T.; Maaß, C.; Sandrock, M.; Westholm, H.; Stehle, M.; Blesl, M.; Böhnisch, H.: SolnetBW II Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg; Solites, Hamburg Institut, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), KEA BW; 2020

Quellennachweis der Förderprogramme

- KfW-Erneuerbare Energien Premium [KfW 2019]:
[https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf)
- KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (Stand 2015)) [KWKG 2016]:
https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/BJNR249810015.html
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. 2019. Kraft-Wärme-Kopplung: Speichervolumen über 50m³. 2019. [BAFA 2019]:
https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltespeicher/Speichervolumen_ueber_50/speichervolumen_ueber_50_node.html
- Wärmenetz 4.0:
https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/waermenetze_4_modelvorhaben_das_wichtigste.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Energieeffiziente Wärmenetze Baden-Württemberg [Umweltministerium BW 2019]:
https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/F%C3%B6rderm%C3%B6glichkeiten/VwV_energieeffiziente_Waermenetze.pdf

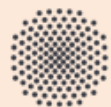
Quellennachweis der Förderprogramme

- Marktanreizprogramm (BAFA 2018):
 - Solarthermie:
https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ew_solarthermie_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=5
 - Biomasse:
https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ew_biomasse_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=5
 - Wärmepumpe:
https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ew_waermepumpen_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=5

**Support, Impressum, Kontakt,
Haftungsausschluss**

Support

- Im Projektrahmen von SolnetBW II ist keine Finanzierung der Betreuung des öffentlich zur Verfügung gestellten SolarEDA+ Tools vorgesehen.
- Rückmeldungen zu inhaltlichen und funktionellen Aspekten können jedoch per Email mitgeteilt werden (s. Kontakte im Anhang) und können bei einem evtl. Update des Tools in einem Folgeprojekt Berücksichtigung finden.



Universität Stuttgart

IER Institut für Energiewirtschaft
und Rationelle Energieanwendung

Dipl.-Ing. Markus Stehle
markus.stehle@ier.uni-stuttgart.de
PD Dr. Markus Blesl
markus.blesl@ier.uni-stuttgart.de

Entwicklung im Rahmen des Projektes "Solnet BW II - Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg" in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern
Die Autoren danken für die finanzielle Unterstützung durch das Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) -
Transformation des Energiesystems in Baden-Württemberg - Trafo BW" und dem Projektträger Karlsruhe

SolarEDA+ stellt eine Weiterentwicklung des EDA-Tools dar.
(vgl. Blesl, M.; Stehle, M. 2017: "Annex TS 1: Low Temperature District Heating for Future Energy Systems - Subtask A: Methods and Planning Tools",
Blesl, M.; Stehle, M.; Broydo, M.: EnEff: Wärme - Planungsinstrumente für zukünftige Niedertemperatur-Fernwärmeversorgungssysteme -
im Rahmen des IEA Implementing Agreement DHC Annex TS I, 2017)
Der Name steht für Solar Easy District Analysis Plus.

Das SolarEDA+ Tool wurde mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.
Für die Vollständigkeit oder Richtigkeit der Ergebnisse des SolarEDA+ Tools können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

SolarEDA+ v1.0

September 2019