



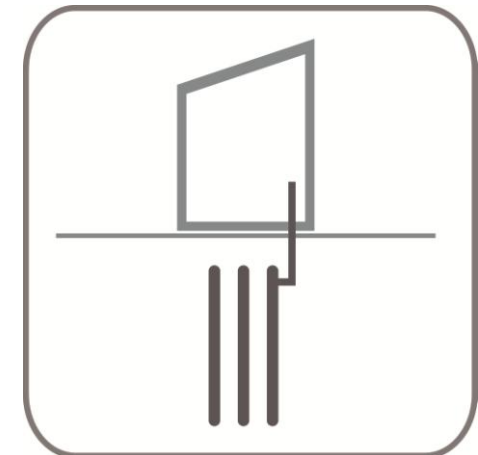
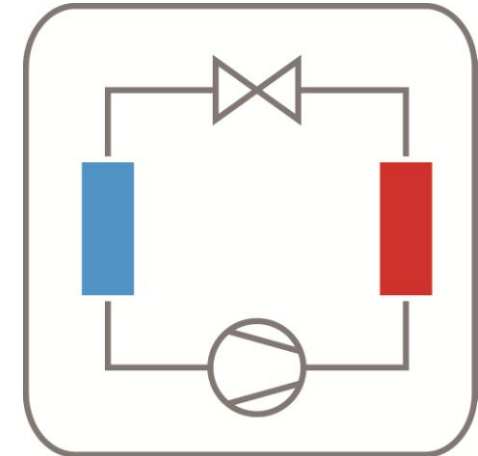
Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig
www.tu-braunschweig.de/igs



WP_{SOURCE} Planungs- und Konzeptwerkzeug für Wärmequellen und –übertrager für Wärmepumpen

Dipl.-Ing. Franziska Bockelmann



future:heatpump

Energetische und wirtschaftliche Optimierung von Wärmequellen für Wärmepumpen

Laufzeit: 03/2015 bis 07/2018

Projektpartner und Fördergeber:

STIEBEL ELTRON

VIESSMANN

uponor


DOPPELACKER®

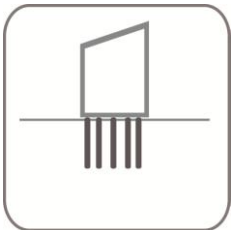
EURO || POLES

eTank
Energie auf Vorrat

 **geoKOAX**

 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

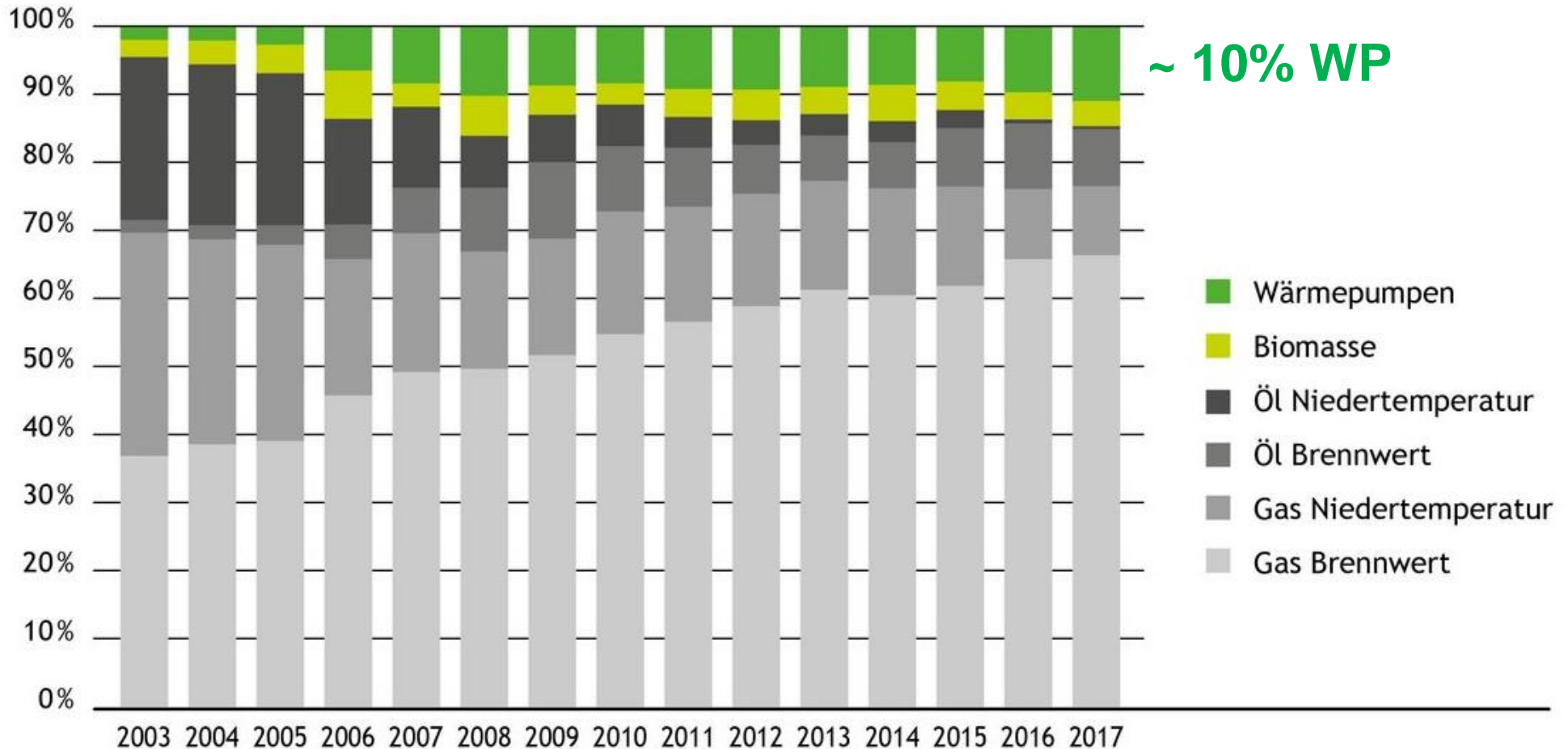
PTJ
Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Motivation und Ziele

1. Stand der Wärmepumpe

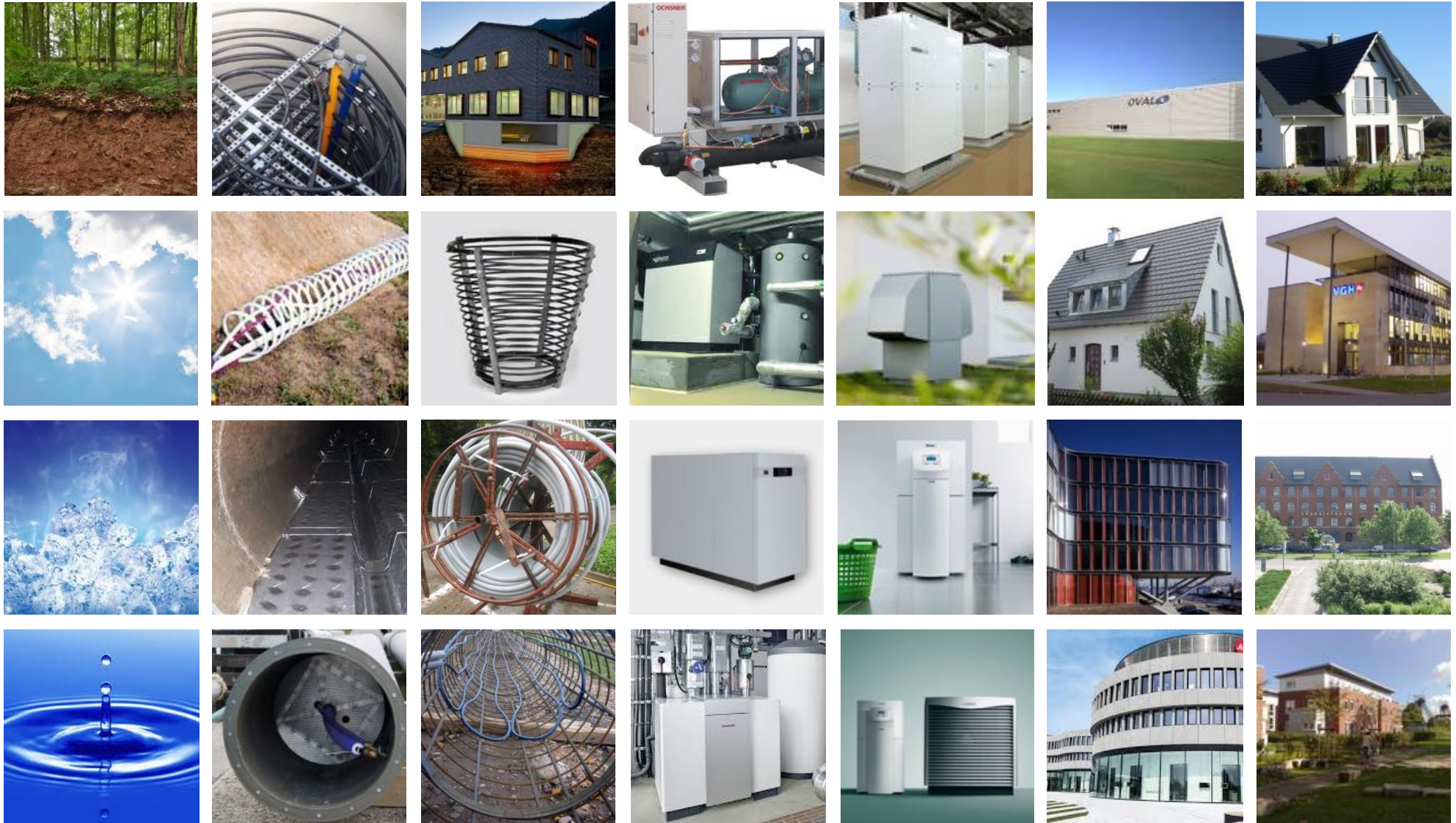
Wärmebereitstellung



Wärmebereitstellung in Wohnungsneubauten 30 – 40 %

Quelle: BDH über bwp

2. Stand der Technik



Bildquellen: u.a. www.waermepumpe.de, WP-Hersteller, Hersteller

3. Der Planer und Bauherr

Was ist die richtige Wärmequelle für meine Wärmepumpe?

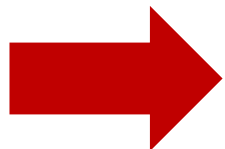
Gibt es gravierende Unterschiede in der Effizienz?

Welche Grundlagen und Randbedingungen müssen beachtet werden?

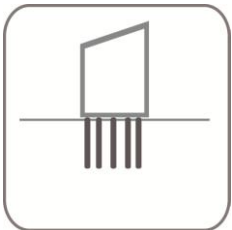


Quelle: de.goipadwallpapers.com

- Viele verschiedene Wärmeübertragungssysteme auf dem Markt vorhanden, vor allem für geothermische Anwendungen
- Vorhandene Systeme / Übertrager können einen großen Anwendungsbereich abdecken (Entzugsleistung / Einbautiefe)
- Beurteilung nicht trivial aufgrund der Vielzahl und „Neuer“ Systeme
- **Pre-Check-Tool** für eine schnelle und einfache Auswahl der Wärmequelle für Wärmepumpen sowie zur Darstellung der ökologischen und ökonomischen Vorteile ist hilfreich und notwendig für die Praxis.



Forschungsprojekt „future:heatpump“ ist geboren



WP_{SOURCE}

Vordimensionierungsprogramm und Planungshilfe

Vordimensionierungsprogramm WP_{SOURCE}

- übersichtliche Zusammenstellung und direkter Vergleich von Wärmequellen
- Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Ökologie an beliebigen Standort abschätzen
- Daten und Erkenntnisse für den Planungsalltag geeignet zur Verfügung stellen

Ergebnis

Bewertung, Vorauswahl und überschlägige Dimensionierung

Einsatzbereich

Grundlagenermittlung sowie Planung und Erstellung von Energiekonzepten.

➔ **Kein Auslegungsprogramm!**

The image displays three overlapping screenshots of the WP_{SOURCE} software interface. The top-left screenshot shows the 'Auslegung' (Design) screen with a table of energy requirements and a bar chart of COP values. The top-right screenshot shows the 'Auswahl Heizsystem' (Heating System Selection) screen with a dropdown menu and a temperature scale. The bottom-right screenshot shows the 'Geographische Angaben' (Geographical Data) screen with input fields for location and area.

Grundlagen	Wärmebedarf Heizung	Wärmebedarf PNE	Summe Wärmebedarf
386 m ²	3432 kWh/a	2307 kWh/a	5739 kWh/a

Temp. [°C]	VL WP [°C]	TL [°C]	COP
1	0.8	43.7	8.9
2	1.8	43.4	8.4
3	4.7	44.0	8.4
4	9.9	33.2	8.6
5	14.8	60.0	8.7
6	17.1	60.0	8.8
7	19.2	60.0	8.9
8	19.8	60.0	9.0
9	14.4	60.0	9.0
10	9.8	53.0	9.0
11	5.2	43.6	8.7
12	1.4	43.5	8.5

Wärmeübertragerkategorien

Standardformen

Erde



Erdwärmesonden



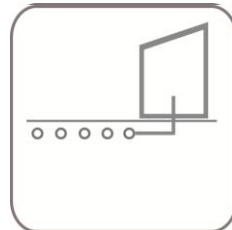
Spiralsonden



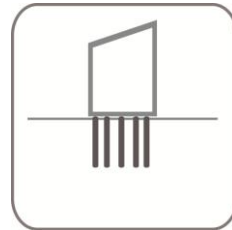
Wärmerohr
(Phasenwechsel)



Erdwärmekörbe



Erdwärmekollektor



Energiepfähle

Wasser



Brunnen



Übertrager für
offene Gewässer

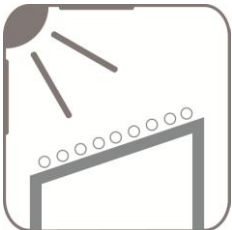


Abwassertauscher

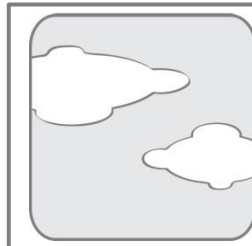


Eispeicher

Luft



Luftabsorber



Außenluft



Abluft

Luft-/Wasser-
Wärmepumpe

Sonderform

Hybrid-System



e-Tank®



HEP

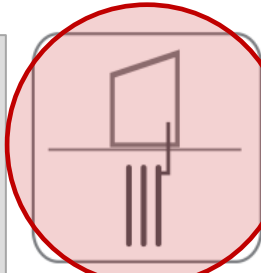


weitere Sonderformen

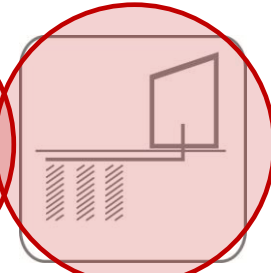
Wärmeübertragerkategorien

Standardformen

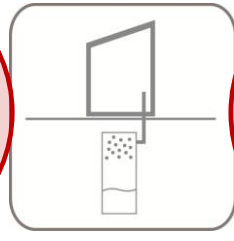
Erde



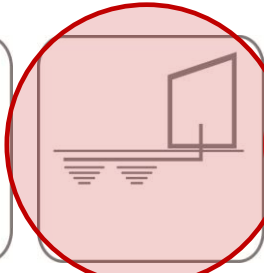
Erdwärme-
Sonden



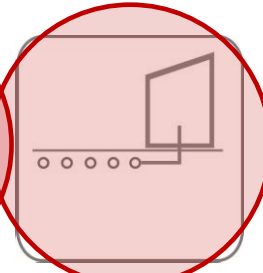
Spiral-
sonden



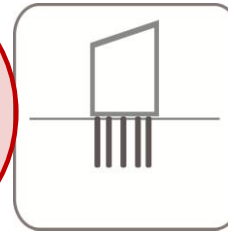
Wärmerohr
(Phasenwechsel)



Erdwärme-
körbe

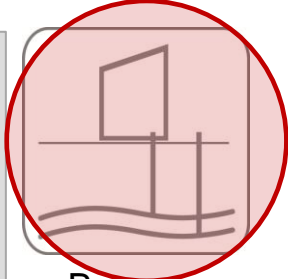


Erdwärme-
kollektor



Energie-
pfähle

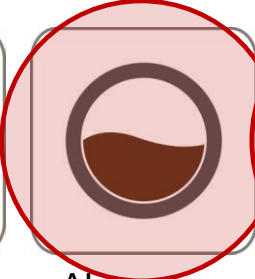
Wasser



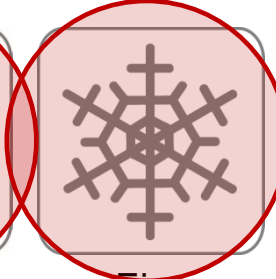
Brunnen



Übertrager für
offene Gewässer

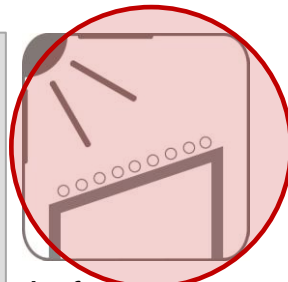


Abwasser-
tauscher

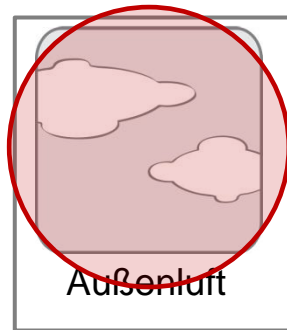


Eis-
speicher

Luft



Luftabsorber



Außenluft

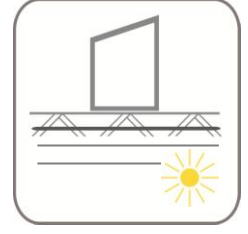


Abluft

Luft-/Wasser-
Wärmepumpe

Sonderform

Hybrid-System



e-Tank®



HEP



weitere Sonder-
formen

Zusammenfügen aller Ergebnisse
Finales Programm WP_{SOURCE}

Plausibilisierung und Ergänzung
mit **Simulationsergebnissen**

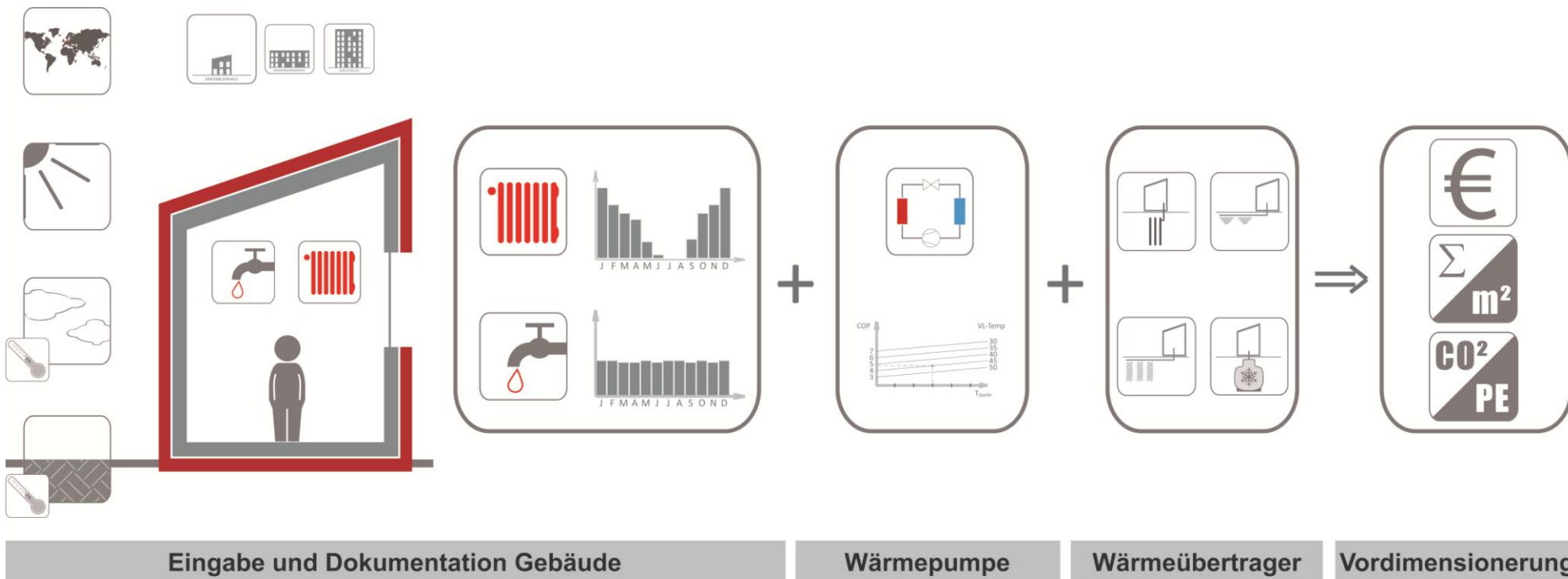
Numerische Simulationsstudie
(u.a. Referenzgebäude, Standort,
Wärmequelle/Wärmeübertrager, Erdreichparameter)

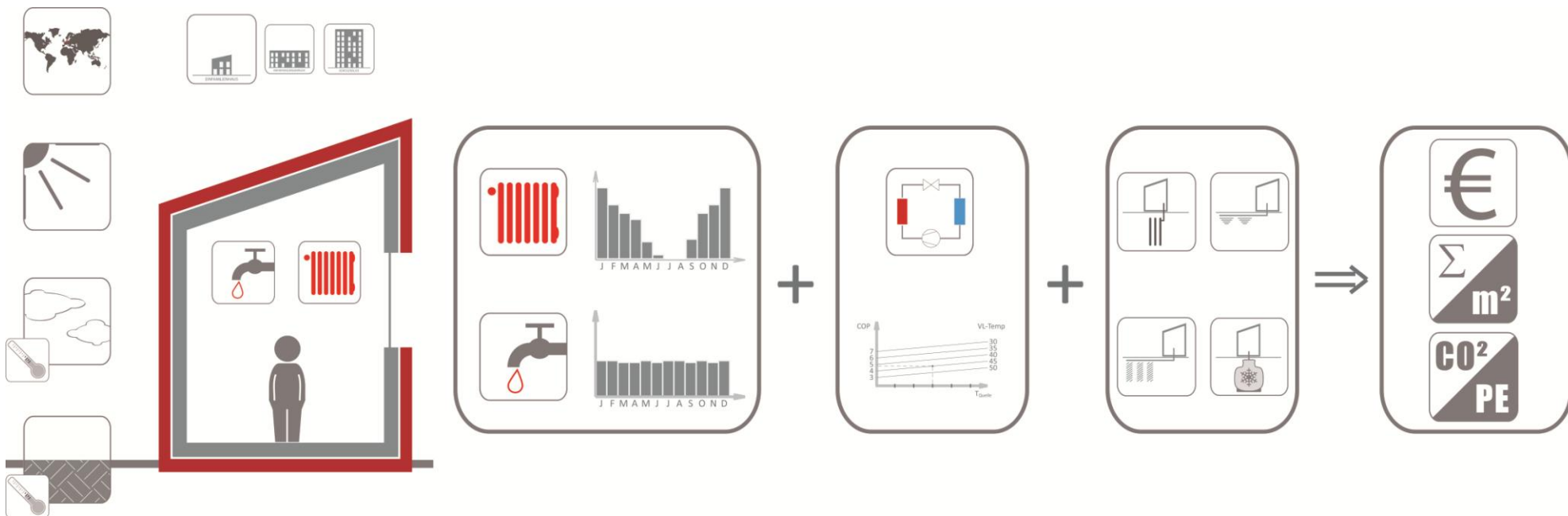
Kostenermittlung

Anwendung und Einbindung vorhandener Grundlagen
(Normung, VDI, Leitfäden, Literatur, ...)

Festlegung der Umsetzung, des Aufbaus und Inhaltes
MS Excel: Inputs und Outputs

Projektstart





Eingabe und Dokumentation Gebäude

Wärmepumpe

Wärmeübertrager

Vordimensionierung

Projektdaten

- Anschrift
- Architekt, Planer, etc.
- Bauherr
- ...

Ort und Gebäude

- PLZ
- Fläche des Grundstückes (nicht überbaut)
- Abzugsfläche
- Bodenart
- Gebäudetyp
- Unterkellerung
- Wohneinheiten
- Personenanzahl
- Flächen (NRF)

Heizen

Raumheizung

- nach EnEV
- nach Verbrauchsdaten (nach eigenen Daten)
- nach Baualtersklasse

Heizlast

- nach DIN EN 12831
- nach Erfahrungswerten (Programmvorgabe)
- nach Überschlagsrechnung (über Gebäudehülle, U-Werte)

Trinkwassererwärmung (TWE)

Systemauswahl

- zentral
- dezentral
- Durchlauferhitzer
- mit/ohne Zirkulation

TWE-Bedarf

- nach Wassermenge
- nach Fläche (EnEV)
- nach Personen
- nach Verbrauch (eigene Angaben)

Speicher- und Zirkulationsverluste

solare TWE

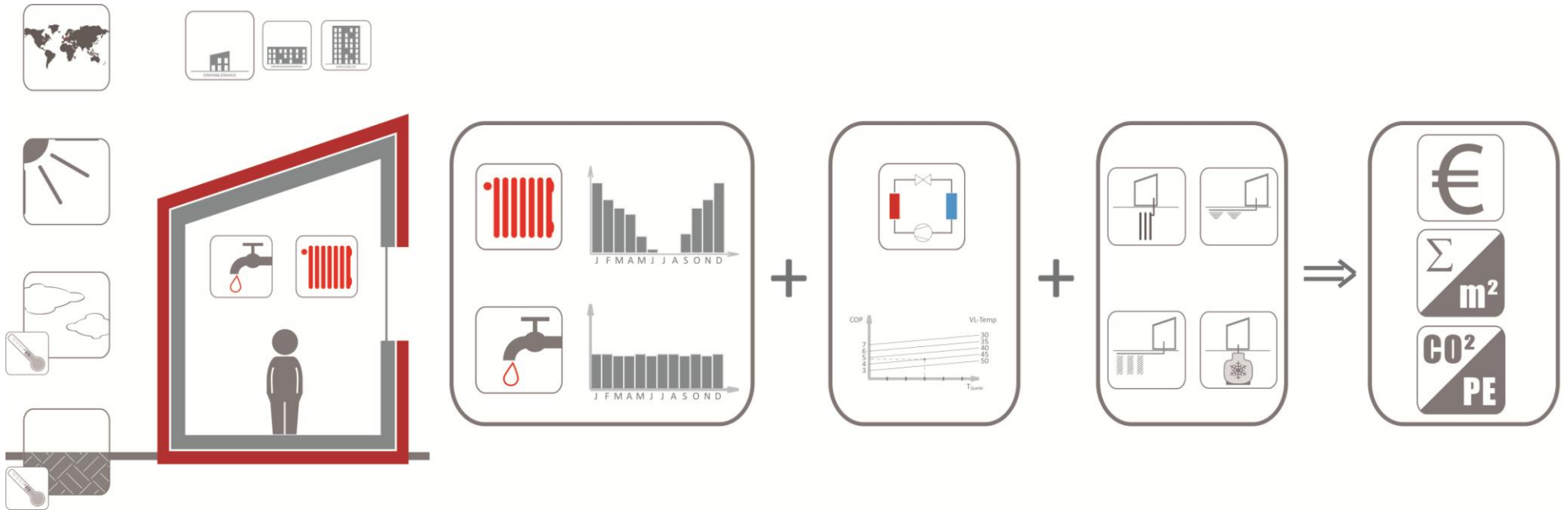
Heizsystem für EFH und MFH

Auswahl des Heizsystems z.B. FBH, Heizkörper, ...

Heizsysteme für Bürogebäude

Auswahl der Anteile des Heiz- und Kühlsystems z.B. FBH, Heizkörper, BKT, Deckensegel

Methodik WP_{SOURCE}



Eingabe und Dokumentation Gebäude

Wärmepumpe

Wärmeübertrager

Vordimensionierung

Referenz-WP:
Kenndaten
einer
gemittelten WP

Grund-
konfiguration
der Übertrager
als
Dimensionie-
rungsgrundlage

Kosten

- WP
- Wärme-
übertrager
- Erdarbeiten/
Bohrung
- Dienst-
leistungen

WPSOURCE Projekt: Wohnen am Musterpark, Ort: Musterstadt

Ia. Geografische Angaben

Ort

Postleitzahl (PLZ) (bitte eingeben)

Ort

Landkreis

Bundesland

Klimaregion

Klimazone

Jahresmittel Außentemperatur

Grundstück	Breite	Länge	Fläche	Bemerkungen
Grundstücksfläche	30 m	20 m	600 m ²	
	0 m	0 m	0 m ²	
	0 m	0 m	0 m ²	
	0 m	0 m	0 m ²	
Abzugsfläche 1 (z.B. Gebäude, Wege, Garage, ...)	15 m	10 m	-150 m ²	
	5 m	10 m	-50 m ²	
	0 m	0 m	0 m ²	
	0 m	0 m	0 m ²	

nutzbare Grundstücksfläche

Hinweis: Die Überbaubarkeit der jeweiligen Niedertemperaturwärmequelle ist separat zu prüfen.

Bodenart

Wärmeleitfähigkeit für oberflächennahe Systeme bis 10 m Tiefe

Wärmeleitfähigkeit für Erdwärmesonden

Hinweis: Angaben finden Sie in den entsprechenden Karten der Grund- und Bodenämter.

WPSOURCE Projekt: Wohnen am Musterpark, Ort: Musterstadt

Ib. Gebäudekenndaten

Gebäudetyp

Gebäudekategorie (bitte auswählen)

Gebäude unterkellert (bitte auswählen)

Wohneinheiten (WE) und Personen

Wohnungstyp	Anzahl	WE	Pers./WE
1-Zimmer-Wohnung	0	0	0
2-Zimmer-Wohnung	0	0	0
3-Zimmer-Wohnung	0	0	0
4-Zimmer-Wohnung	1	4	4
5-Zimmer-Wohnung	0	0	0

Anzahl WE Pers

Anzahl Personen pro Wohneinheit Pers./WE

Flächen

Flächentyp	Fläche	Einheit	Bemerkungen
NRF (Nettoraumfläche)	139	m ²	gemäß DIN 277
BGF (Bruttogrundfläche)	167	m ²	
KGF (Konstruktionsgrundfläche)	28	m ²	Die angesetzten Umrechnungsfaktoren können dem Glossar

WPSOURCE Projekt: Wohnen am Musterpark, Ort: Musterstadt

Ila. Wärmebedarf Raumheizung

Art der Ermittlung (bitte auswählen)

nach EnEV Bilanzierungsverfahren

Raumheizung

spez. Jahresheizwärmebedarf aus EnEV-Nachweisverfahren kWh/(m²·a)

Verteil- und Speicherverluste Anteil am Gesamtbedarf kWh/(m²·a)

spez. Jahresheizwärmebedarf inkl. Verteilverluste kWh/(m²·a (bezogen auf Referenzklima, Region Potsdam))

Transformation Klimadaten

Region

Klimaregion

Jahresmittel Außentemperatur

Korrekturfaktor Klimaregion

spez. Jahresheizwärmebedarf kWh/(m²·a)

Jahresheizwärmebedarf kWh/a

Heizgrenztemperatur

Heiztage Tage

niedrigste Außentemperatur (in der Klimaregion)

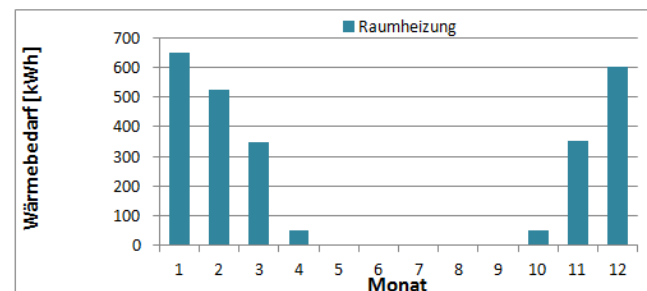
Wärmebedarf Raumheizung nach Kategorie nach EnEV Bilanzierung

Heizenergiebedarf

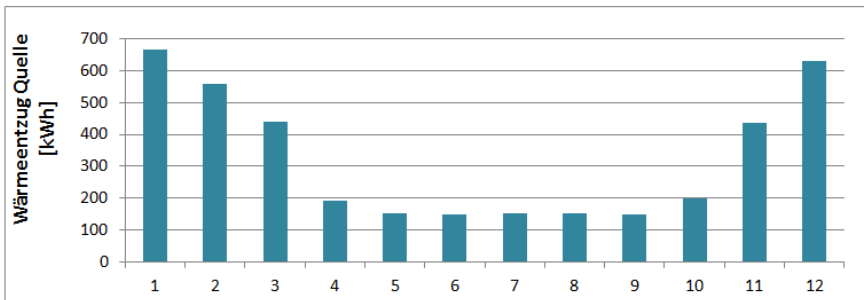
spez. Jahresheizwärmebedarf (inkl. Verteilverluste) kWh/(m²·a) kWh/(m²·a)

Jahresheizwärmebedarf kWh/a

Monat	Raumheizung [kWh/a]
1	648
2	527
3	350
4	51
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	52
11	350
12	600
Summe	2578



WP_{SOURCE} Projekt: Wohnen am Musterpark, Ort: Musterstadt Blatt 2
 2. Auslegung Erdwärmesonden (EWS)

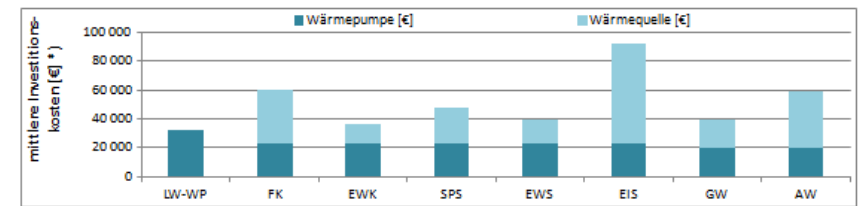


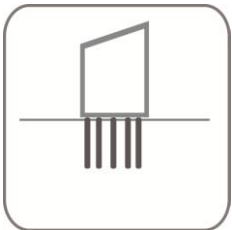
Vordimensionierung Erdwärmesonden

Nennbetriebpunkt Wärmepumpe	Verdampferleistung	23 kW	
	benötigte Entzugsarbeit	30.0 kWh/(m·a)	
	benötigte Entzugsleistung	132.9 W/m	
	berechnete Gesamtlänge	175 m	
Erdwärmesonde	Anzahl Erdwärmesonden	2 Stück	100 m Tiefe
	Abstand Sondenmittelpunkt	0 Stück	0 m Tiefe
	Abstand Sondenmittelpunkt	6.0 m	
	gerundete Gesamtlänge	200 m	
	spez. Entzugsleistung	116.5 W/m	
	spez. Entzugsarbeit	19.4 kWh/(m·a)	
	Entzugsleistung	23.3 kW	
	Entzugsarbeit	3 878 kWh/a	
	Gesamtanzahl	2 Stück	
Grundstücksfläche	nutzbare freie Fläche	400 m ²	
	Flächenbedarf	144 m ²	12 m Breite 12 m Länge
	Flächenbedarf ausreichend?	ja	
notwendige Prüfungen	Gutachten	Geothermal Response Test (GRT)	

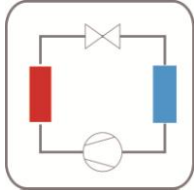
WP_{SOURCE} Projekt: Wohnen am Musterpark, Ort: Musterstadt
 Variantenübersicht Heizen

Quellsystem	Luft-WÜT	Fischen-Kollektor	Erdwärme-Körbe	Spiral-sonden	Erdwärme-Sonden	Eisspeicher	Grundwasser	Abwasser
Wärmepumpeart	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Sole-Wasser-Wärmepumpe	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Wasser-Wasser-Wärmepumpe
Auslegungsparameter								
Heizleistung	36	36	36	36	36	36	36	36
Auslegungsquellentemperatur	-14	0	-5	-5	0	-5	10	7
Auslegungsvorlauftemperatur	55	55	55	55	55	55	55	55
Arbeitszahl (COP)	1.89	2.84	2.50	2.50	2.84	2.50	3.58	3.35
Jahresarbeitszahl (JAZ)	2.9	3.3	3.2	3.2	3.8	3.4	3.8	3.6
Strombedarf WP-System	1832	1590	1645	1645	1401	1545	1368	1453
Wärmeerzeugung WP-System	5 259	5 259	5 259	5 259	5 259	5 259	5 259	5 259
Wärmeentzug Quelle	3 427	3 692	3 633	3 633	3 878	3 802	3 944	3 831
Daten Wärmequelle								
Entzugsleistung Quelle	17	24	22	22	23	22	26	25
Größenangaben Fläche ausreichend (Grundstück)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
notwendige Prüfungen	Schallschutz	Bodenqualität	Bodenqualität	Bodenqualität	Geothermal Response Test	Dachfläche	Pumpversuch	Trockenabfluss
spez. Wärmeentzug Quelle	5 kWh/(m·a)	34 kWh/(m·a)	17 kWh/(m·a)	17 kWh/(m·a)	19 kWh/(m·a)	15 kWh/(m·a)	3 kWh/(m·a)	219 kWh/(m·a)
Strombedarf / Stromlieferung								
Wärmepumpensystem	1832	1590	1645	1645	1401	1545	1368	1453
elektrische TWE	0	0	0	0	0	0	0	0
Haushalt	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Photovoltaik	0	0	0	0	0	0	0	0
Ökonomische Bewertung								
(ohne Strombedarf Haushalt)								
mittl. spez. Investitionskosten/m ² ers	233.1	430.7	264.6	341.8	284.0	653.2	281.2	423.2
mittl. Investitionskosten Gesamt	32 400	53 870	36 780	47 510	33 480	31 630	33 080	58 830
mittl. Investitionskosten WP	32 400	22 680	22 680	22 680	22 680	22 680	19 800	19 800
mittl. Investitionskosten WÜ	0	37 190	14 100	24 830	16 800	68 350	19 280	39 030
spez. Investitionskosten WP	900	630	630	630	630	550	550	550
spez. Investitionskosten WÜ	0	1 033	332	690	467	1 915	536	1 084

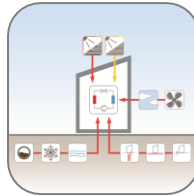




Fazit und Ausblick



- **Wärmepumpentechnologie** spielt bei der zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung eine wesentliche Rolle!



- **WP_{SOURCE} Hilfestellung und Motivation zur Umsetzung sowie Verbreiterung von Wärmepumpenkonzepten!**



- Auswahl des Niedertemperaturquellsystems ist gesteuert über **Investitionskosten** sowie **Flächenbedarf!**

Ausblick - future:heatpump II



10|18 - 09|21



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



gesucht

WP_{SOURCE}

vorgesehene Erweiterung und Ergänzung

Sonderbau- formen

- Wärmespeicher
- Wärmeübertrager

Photovoltaik

- Deckungsanteile
- Berücksichtigung von E-Mobilität und Haushaltsstrom

Solarthermie

- Deckung der Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Regeneration des Erdreichs

Bivalenz

- Bivalente Betriebsweise
- Gasbrennwertkessel
- BHKW
- Solarthermie
- ...

Kühlung

- Aktive und passive Kühlung
- Komfortkühlung in Ein- und Mehrfamilienhäuser

Vielen Dank für Ihr Interesse!

