

Energieeffizienz und Bauphysik

HTWG Konstanz

Fachgebiet Energieeffizientes Bauen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark



Willkommen an der HTWG Konstanz

- Bachelor**
Studiengang wählen >
- Master**
Studiengang wählen >
- Promotion**
>
- Hochschule**
>
- Fakultäten**
>
- Forschung**
>
- Weiterbildung**
>
- International**
>





Energiekonzepte



Gebäudezertifizierung



Stadtquartiere



Baustoffberatung



Wissenstransfer



SNAP Wettbewerbsbetreuung



Pilotprojekte



Elbarkaden, Hafen City Hamburg



Erweiterung UN Campus, Bonn



Max-Planck-Institut, Köln



Effizienz+Neubau Hochschule Ulm



Plusenergie-KiTa, Marburg



Campus Weststadt, Esslingen

Große Entwicklungen im Bauwesen in den letzten 20 Jahren:

- vom ökologischen zum nachhaltigen Bauen
- vom Niedrigenergie- zum Plusenergiegebäude
- von Bauphysik und Technischem Ausbau zum integralen Energiekonzept
- vom Verbraucher zum Teil der Energiewirtschaft
- von simpler Technik zum smart home
- vom linearen zum vernetzten (agilen) Planen
- ...

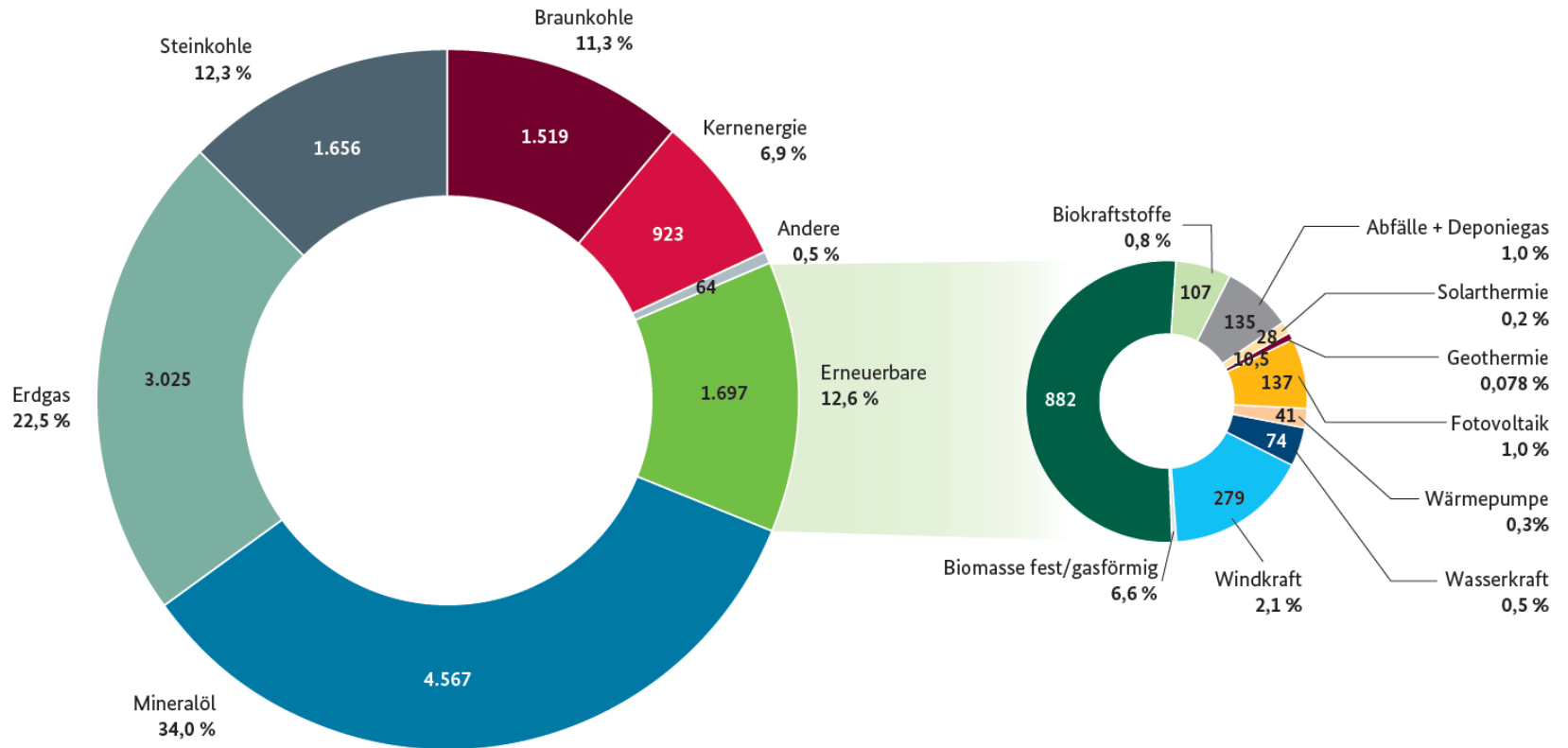
Leitfragen:

- Wie gehen wir mit unserem Bestand um?
- Welche Baukonstruktion ist nachhaltig?
- Welche Energietechnik ist zukunftsfähig?
- Wie „smart“ müssen Gebäude werden?
- ...



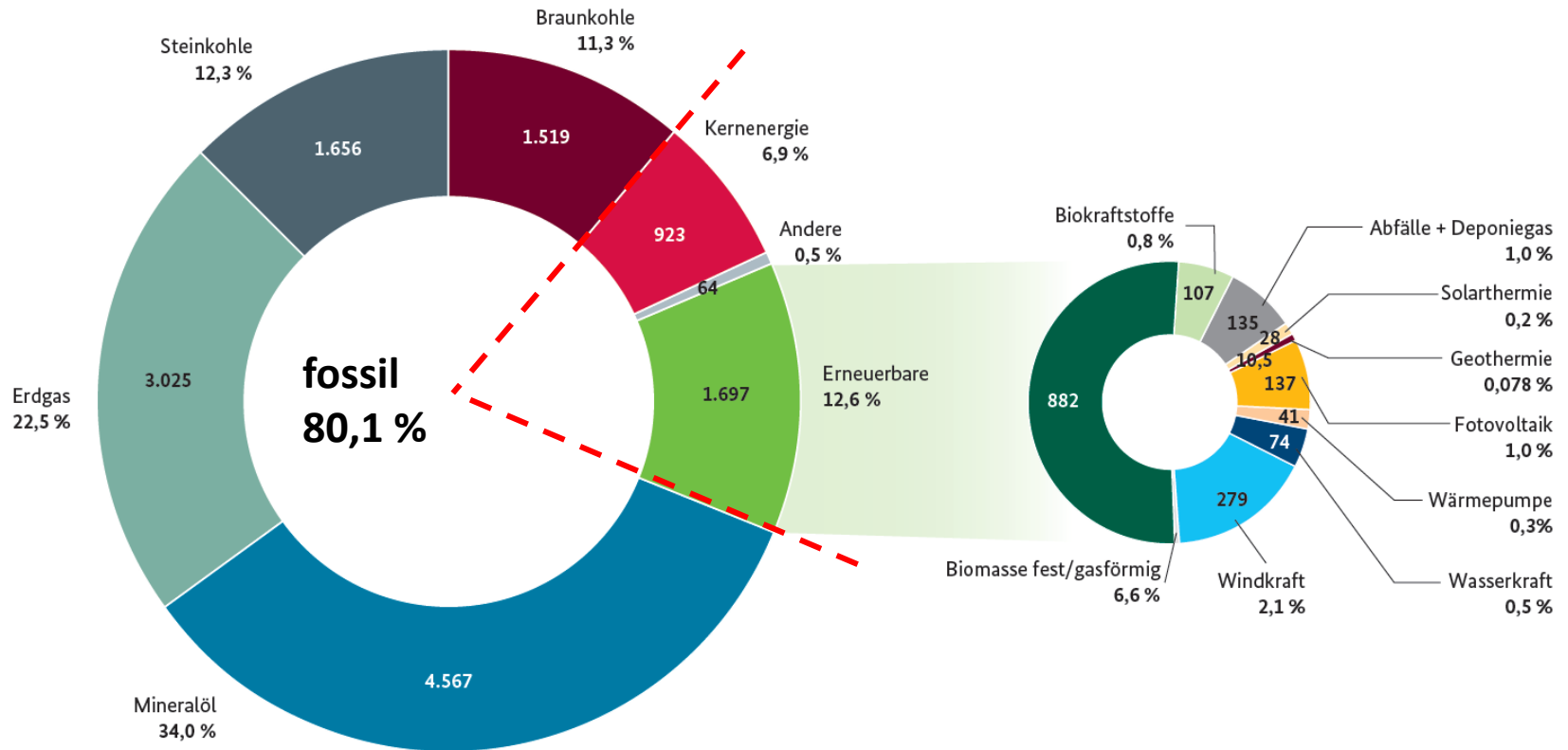
Stand der Energiewende in Deutschland 2016

Primärenergieverbrauch [PJ / %]

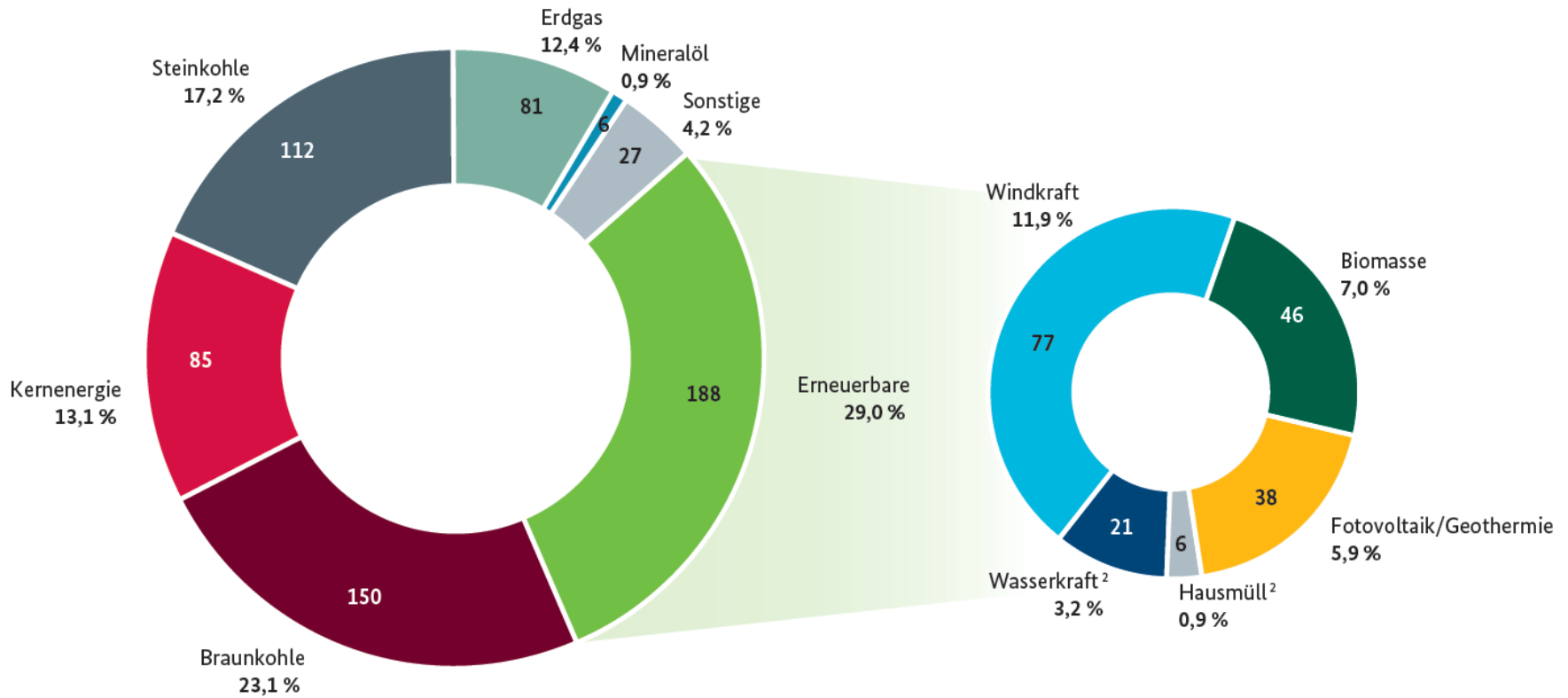


Stand der Energiewende in Deutschland 2016

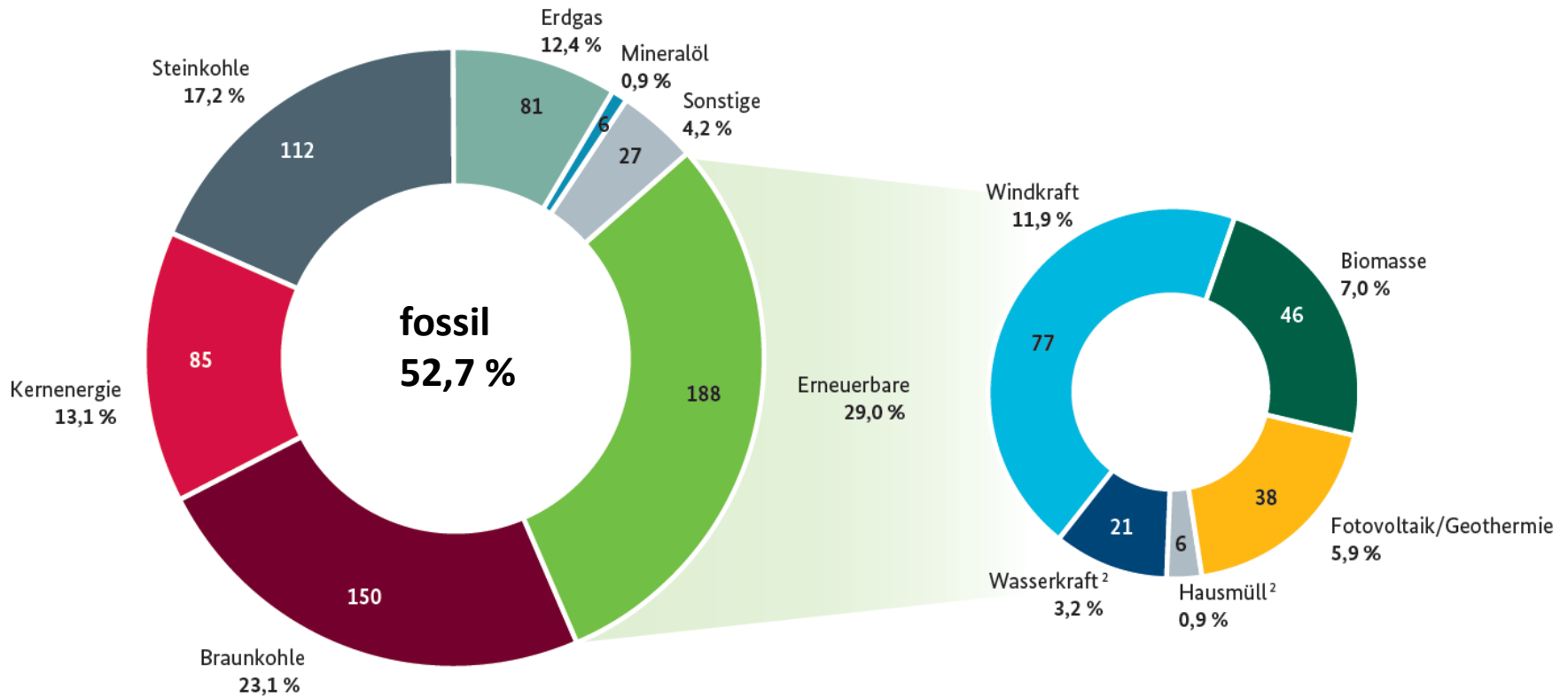
Primärenergieverbrauch [PJ / %]



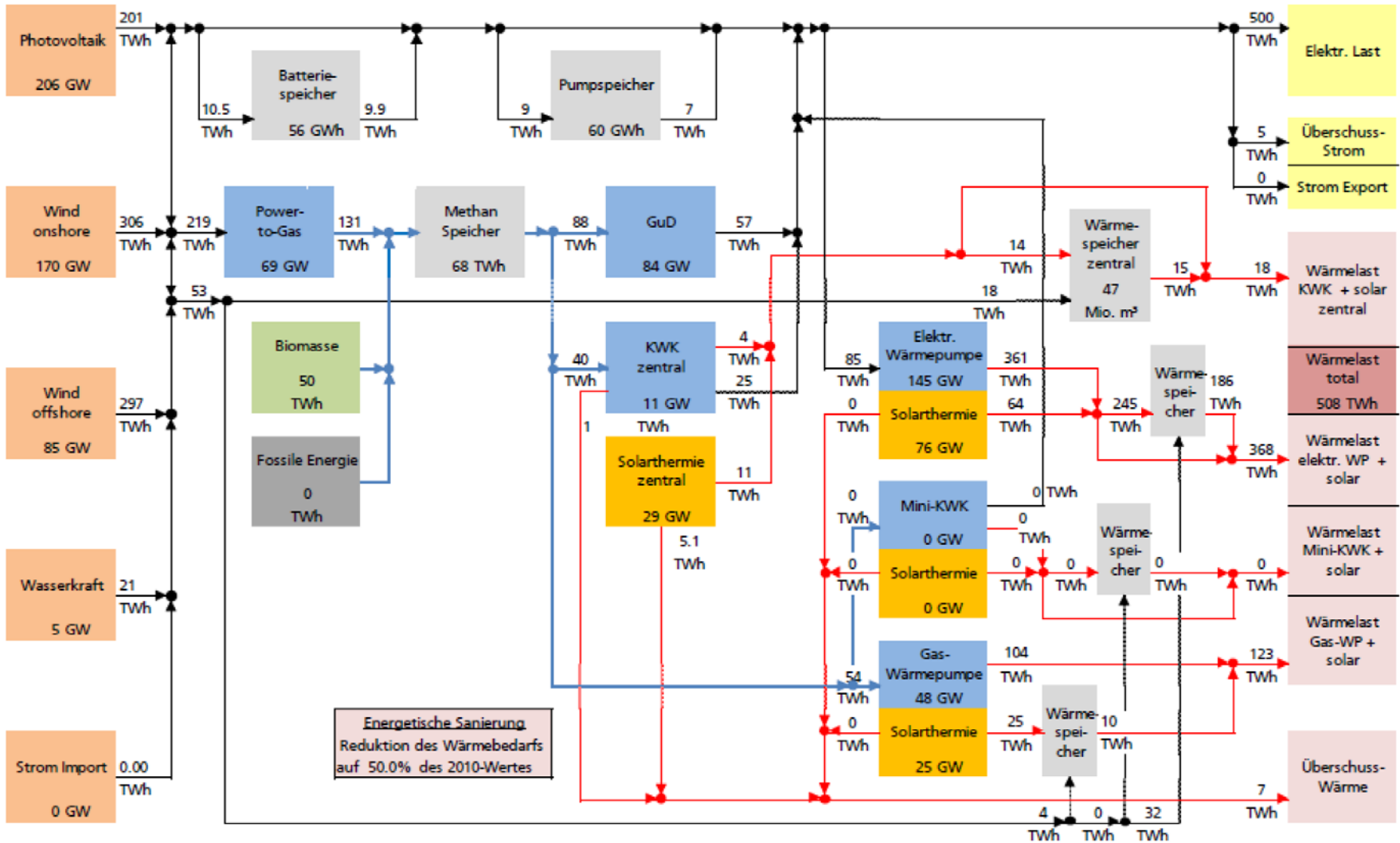
Bruttostromerzeugung in Deutschland 2016 (TWh / %)



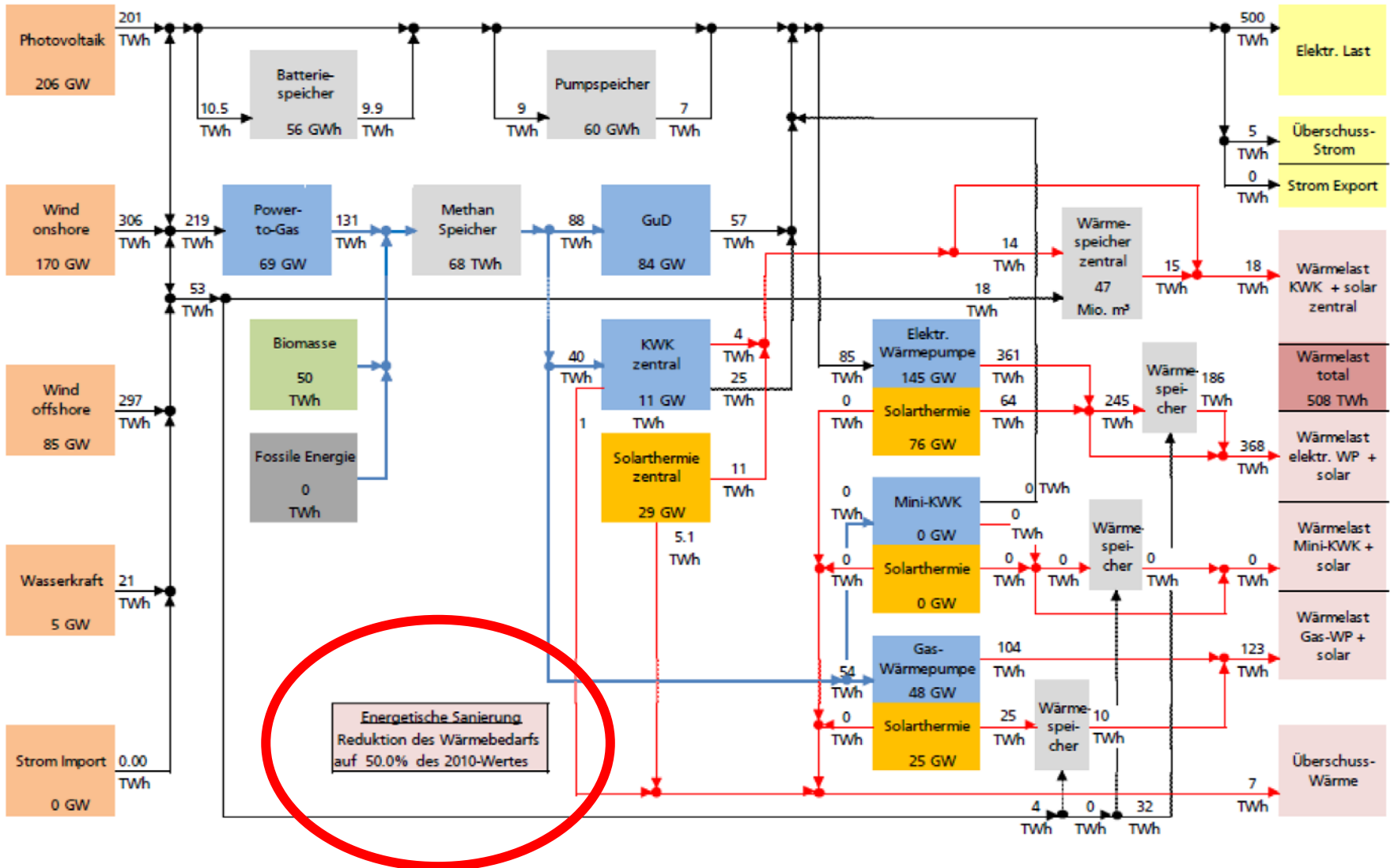
Bruttostromerzeugung in Deutschland 2016 (TWh / %)



100 % -Szenario



100 % -Szenario



100 % -Szenario

Voraussetzungen (u.a.):

- Die Energieeffizienz von Stromverbrauchern wird in allen Sektoren gesteigert.
- Teile des Stromverbrauchs von Haushalten, Industrie, E-Mobilität werden durch Nachfragesteuerung (Tagstrom, Steuersignale von lokalen PV-Anlagen oder aus dem Netz, Tarifgestaltung) an die Verfügbarkeit von PV-Strom (und Windstrom) angepasst.
- PV-Anlagen werden mit netzdienlichen Batteriespeichern versehen.
- Für die Abnahme von (seltenen) EE-Stromspitzen werden elektro-thermische Wärmeerzeuger mit Einspeisung in thermische Speicher aufgebaut (Heizstab)
- Für die Abnahme von (häufigerem) überschüssigem EE-Strom werden flexible Kapazitäten von elektrischen Wärmepumpen mit Einspeisung in thermische Speicher aufgebaut

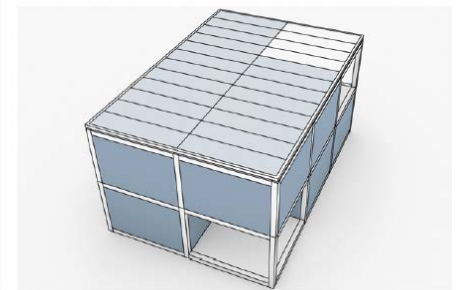
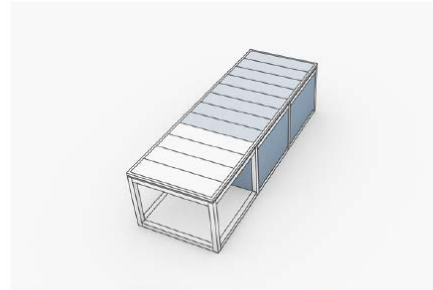
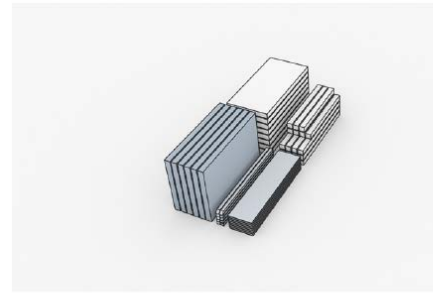
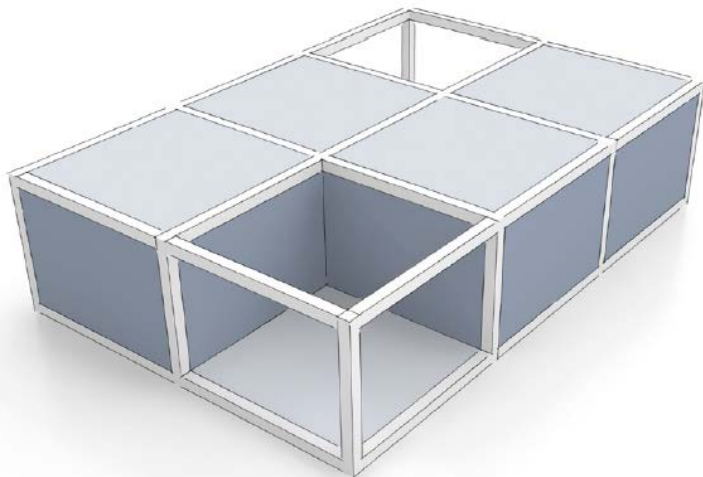
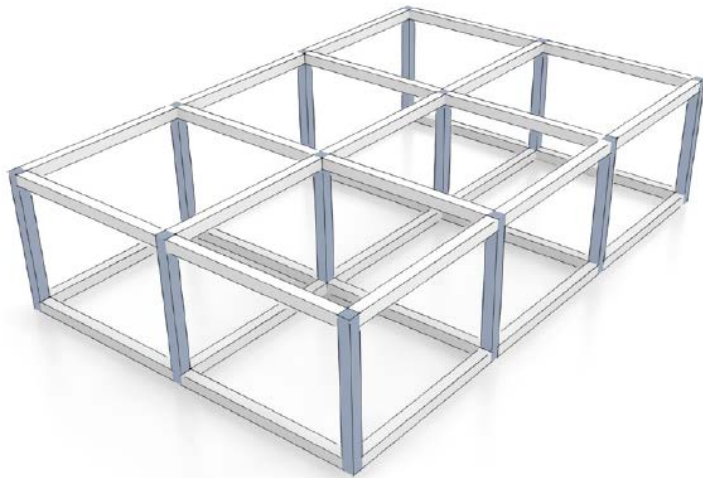




ECOLAR Schwerpunkte:

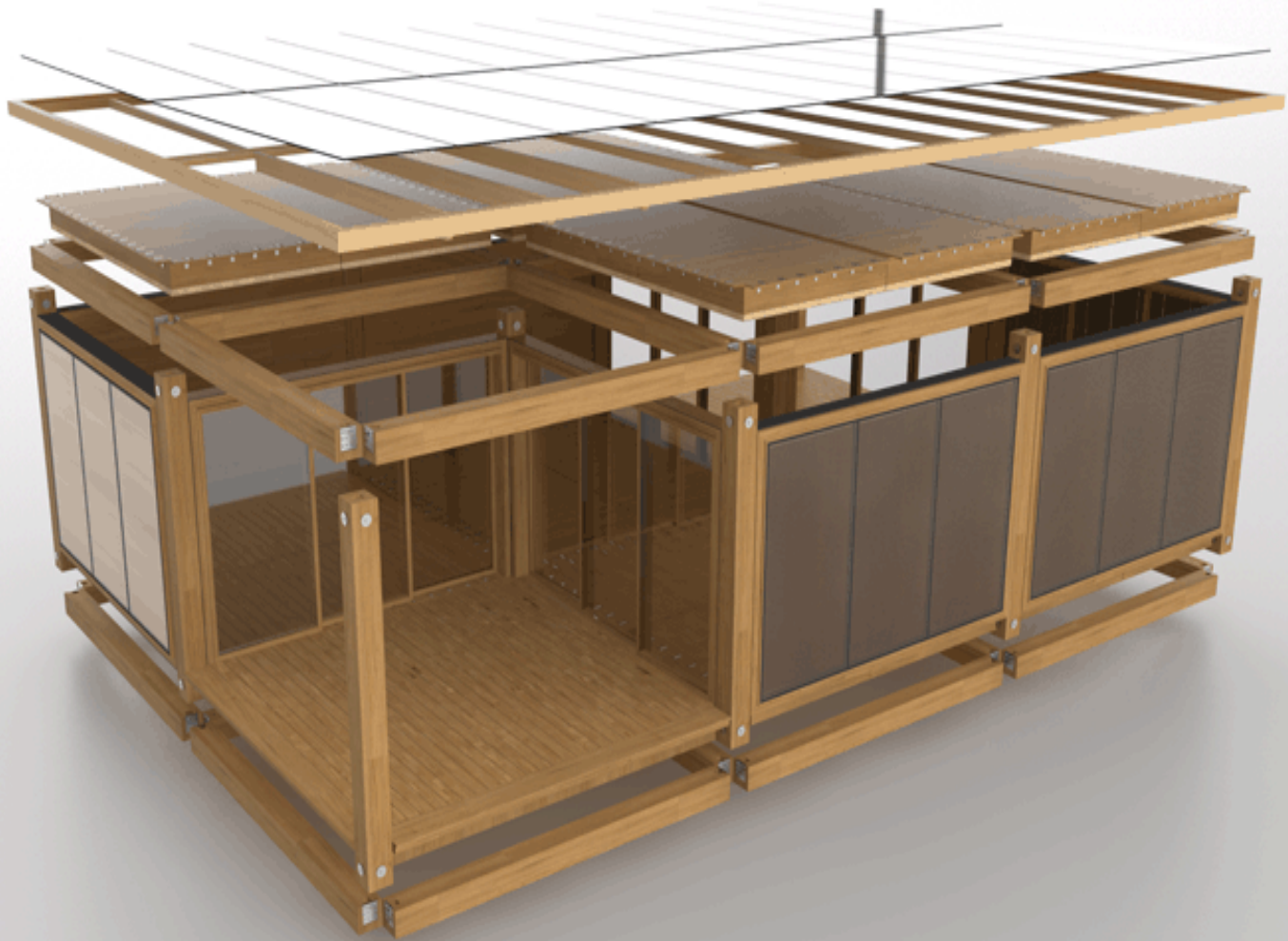
- Nachhaltige Materialien und Konstruktion
- Effiziente Energietechnik
- Solare Gebäudehülle





Ergänzende Planungsthemen:

- Bestandserhaltung / Nachverdichtung
- Nutzungsflexibilität
- Sharingangebote
- nachhaltige Stadtquartiere
- ...





Projekt RE-USE

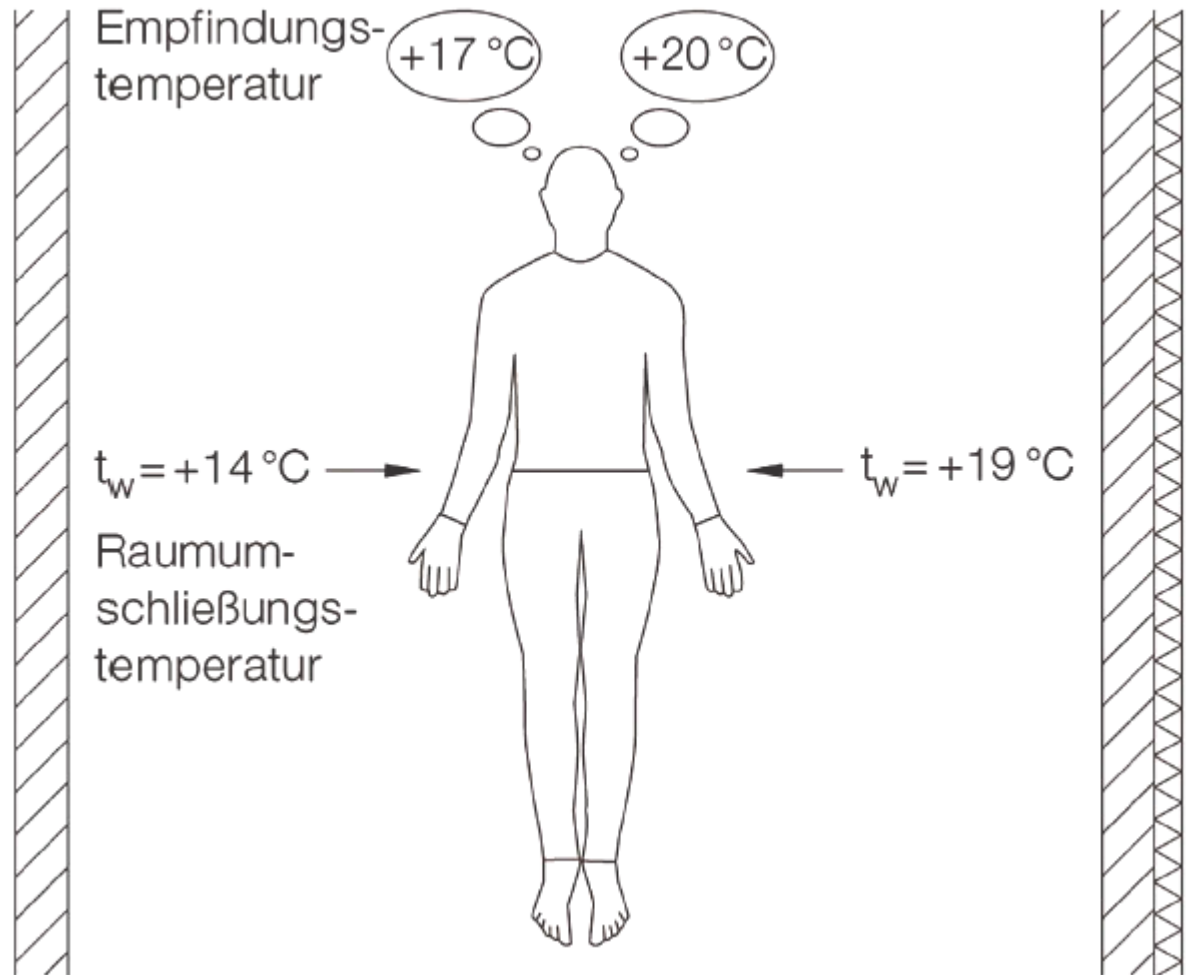


Komplexe Heiztechnologie – wie smart müssen Gebäude werden?

smart Grid, smart meter, smart home, smart technology, smart user..?

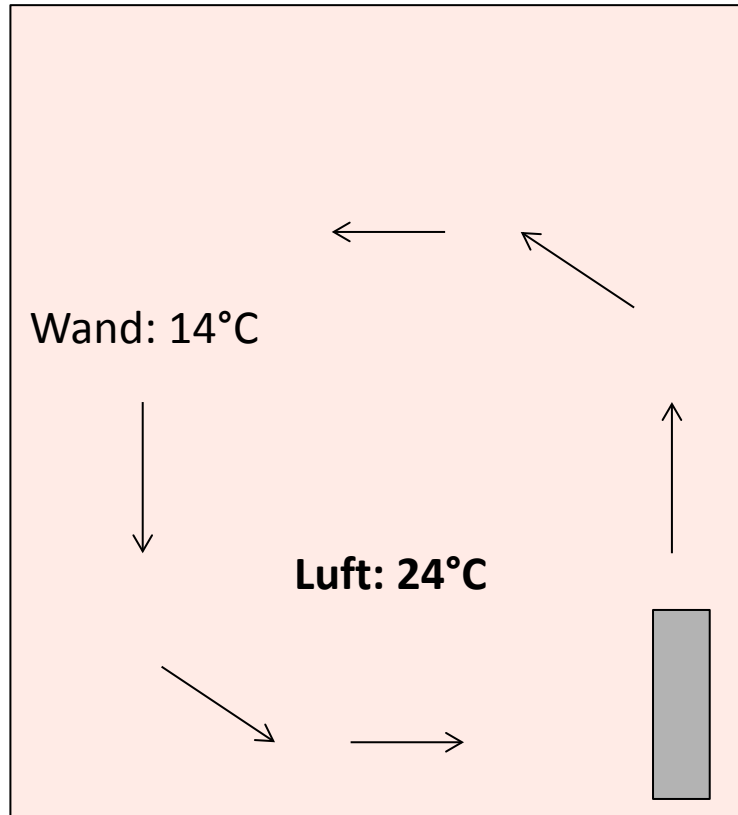


Ziel: Behaglichkeit

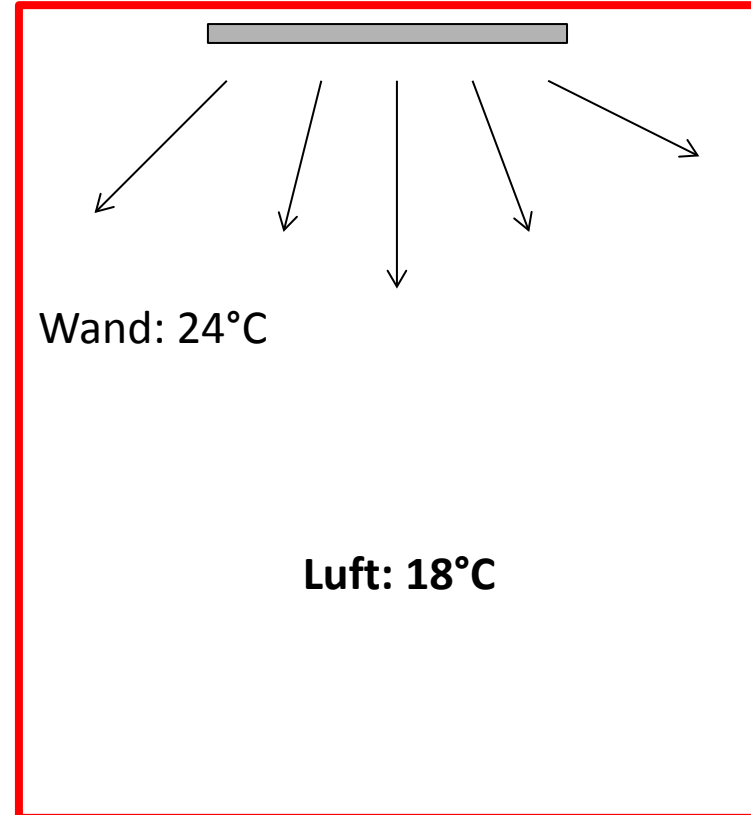


Infrarotheizung

Konvektion



Strahlung



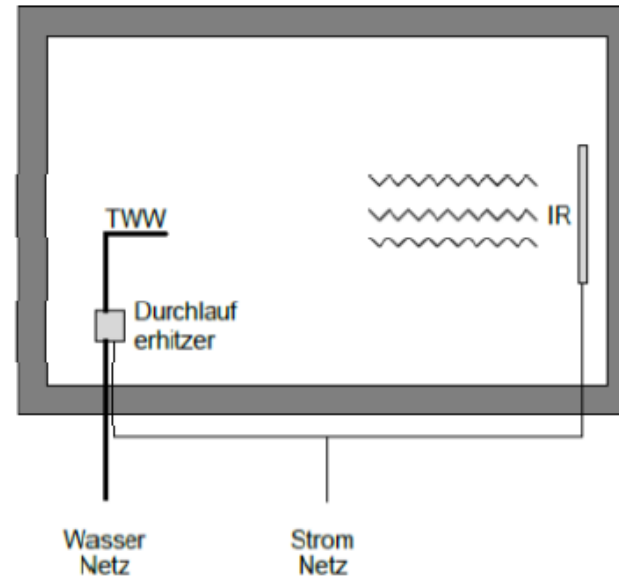
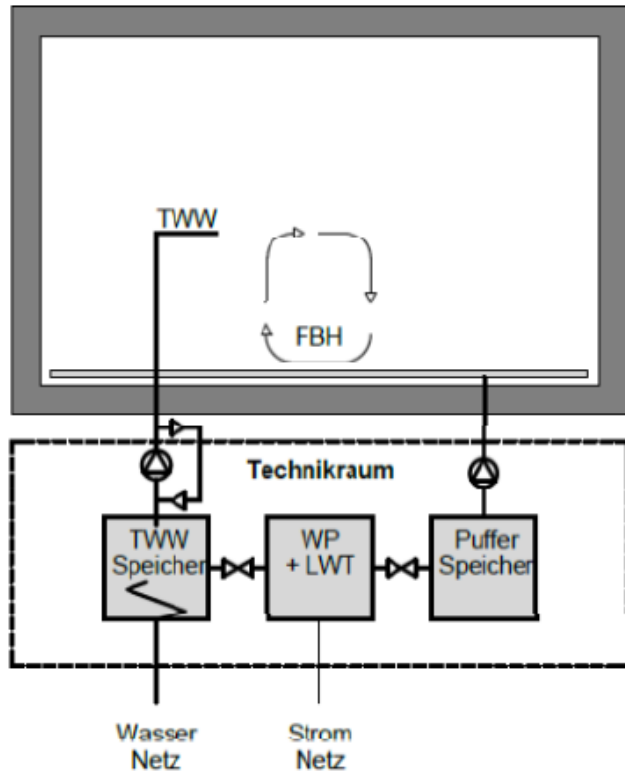
Transmissionswärmeverluste:

- 30%

Lüftungswärmeverluste

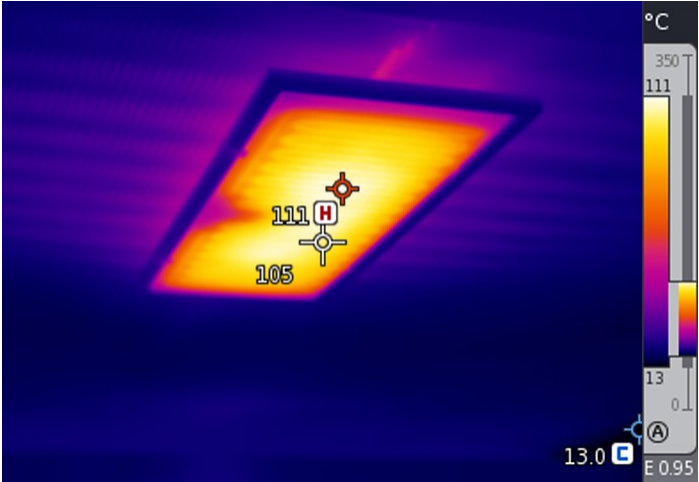
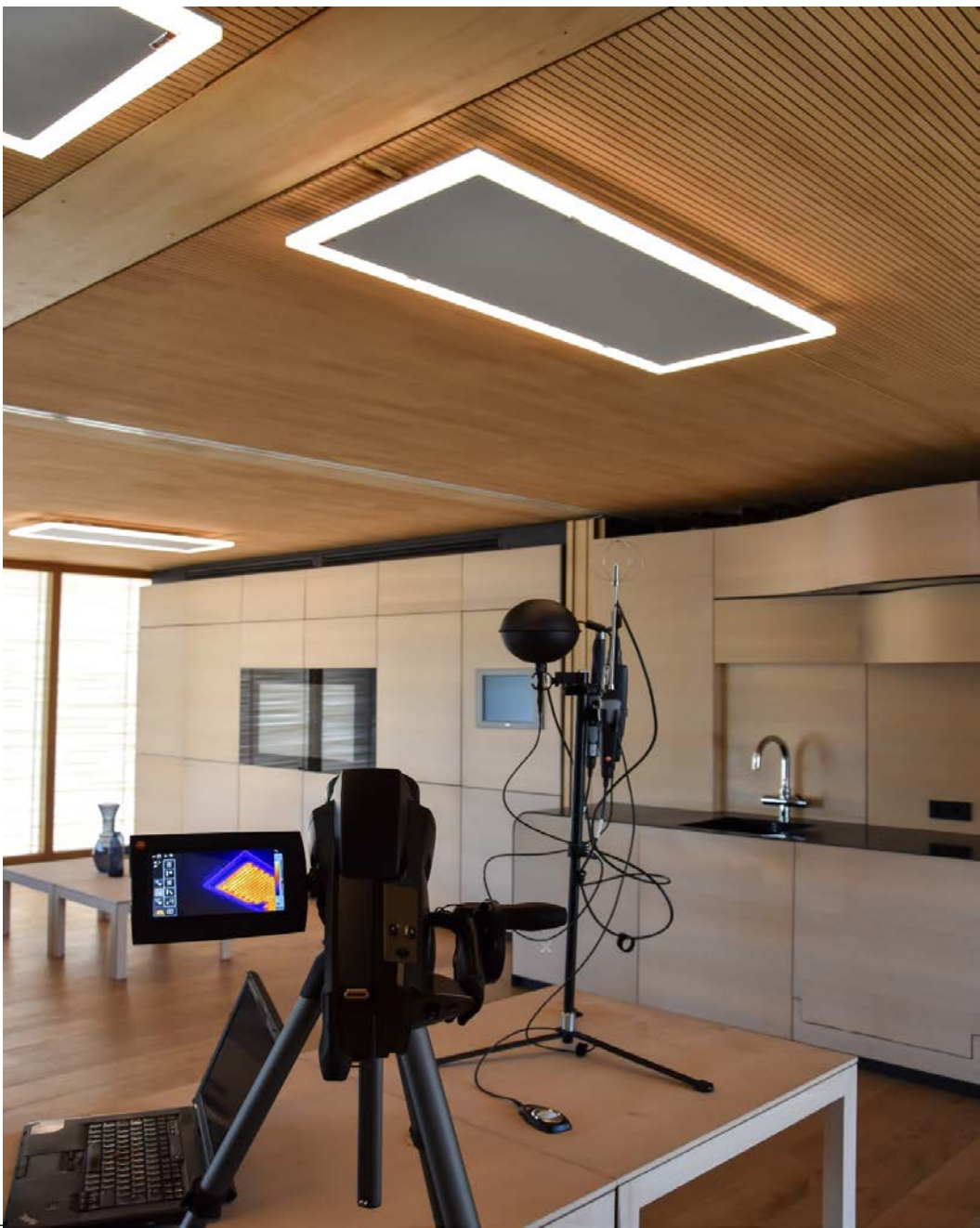
- 25%

Infrarotheizung



Systemvergleich der wesentlichen Komponenten von
a): Luftwärmepumpe mit Fußbodenheizung, Pufferspeicher und Trinkwasserspeicher mit Zirkulation
b): Infrarot-Heizelemente und dezentrale elektrische Durchlauferhitzer

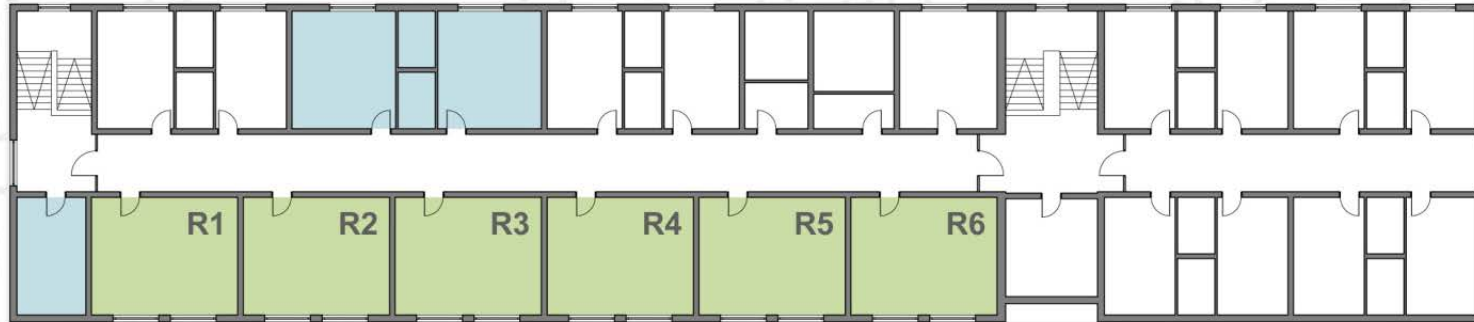
Infrarotheizung



Infrarotheizung – Projekt IR-BAU - Begleitforschung



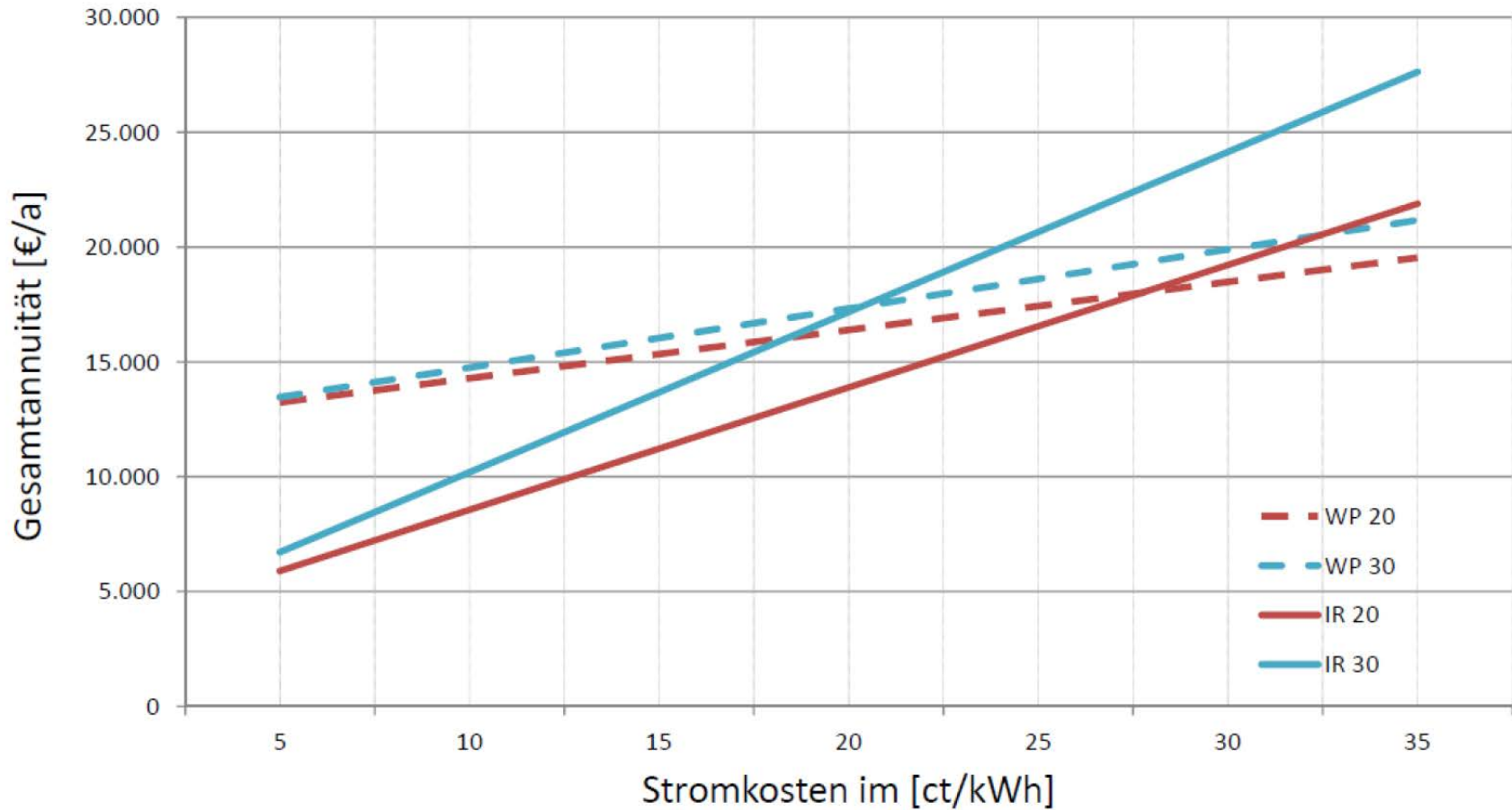
Infrarotheizung – Projekt IR-BAU - Labormessungen



1. Raum: Wärmepumpe + Fußbodenheizung
2. Raum: Elektrische Fußbodenheizung
3. Raum: IR-Heizsystem
- 4.-6. Raum: Variantenuntersuchungen zu IR- Heizungen in unterschiedlicher Anordnung

Infrarotheizung – Projekt IR-BAU

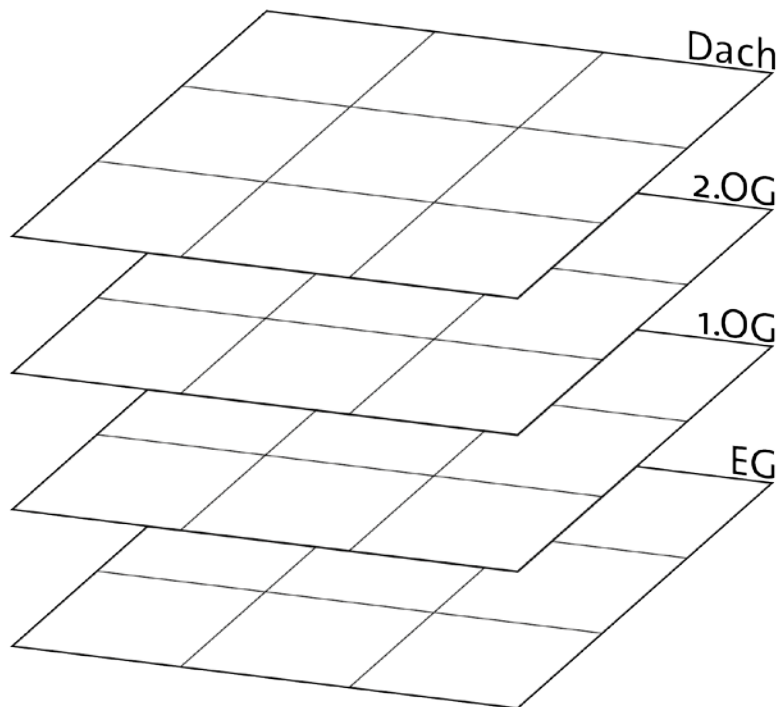
Vergleich Wirtschaftlichkeit WP Luft / IR-System







Solare Gebäudeversorgung



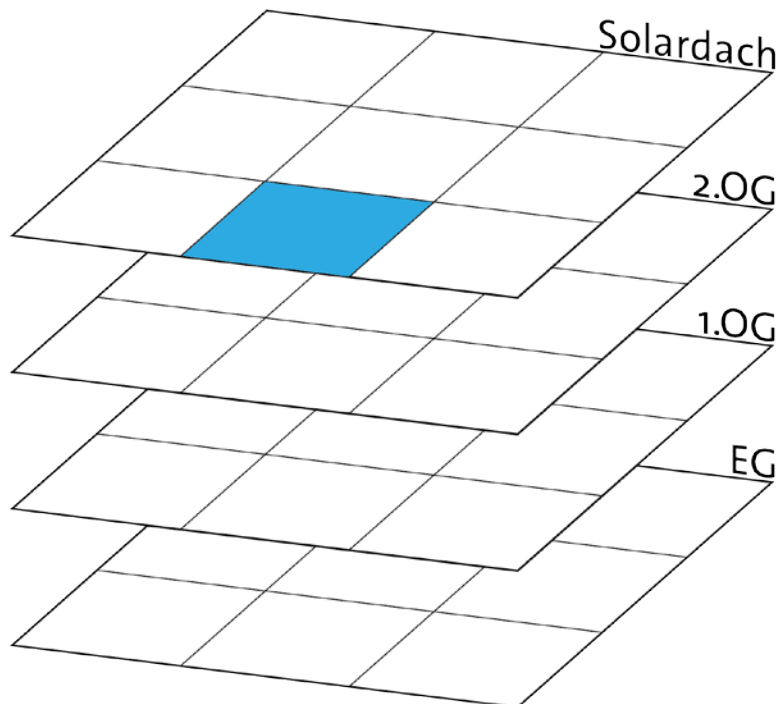
Solare Gebäudeversorgung



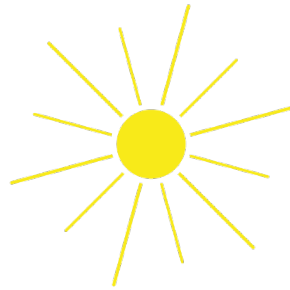
Beispielrechnung

Solarertrag auf Flachdach

150-200 kWh/m²



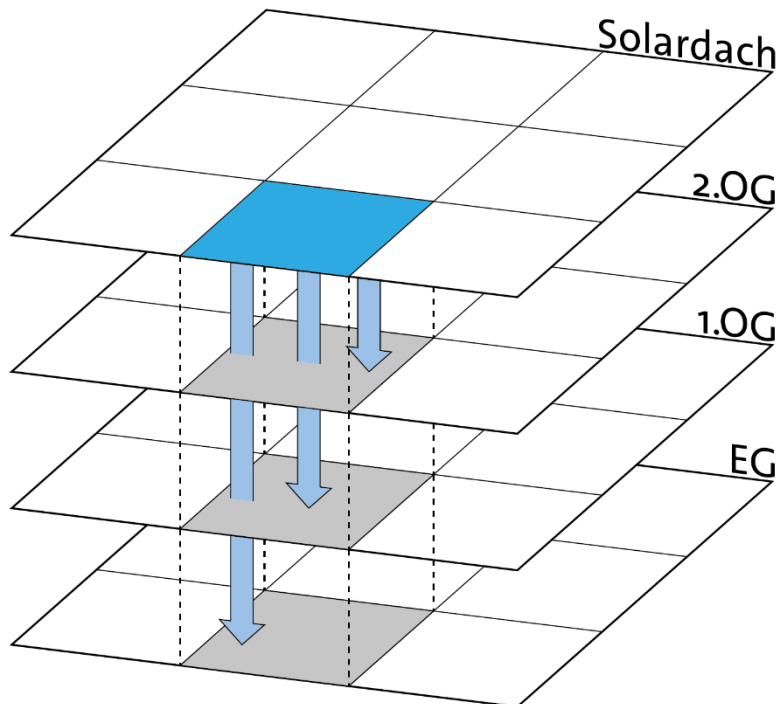
Solare Gebäudeversorgung



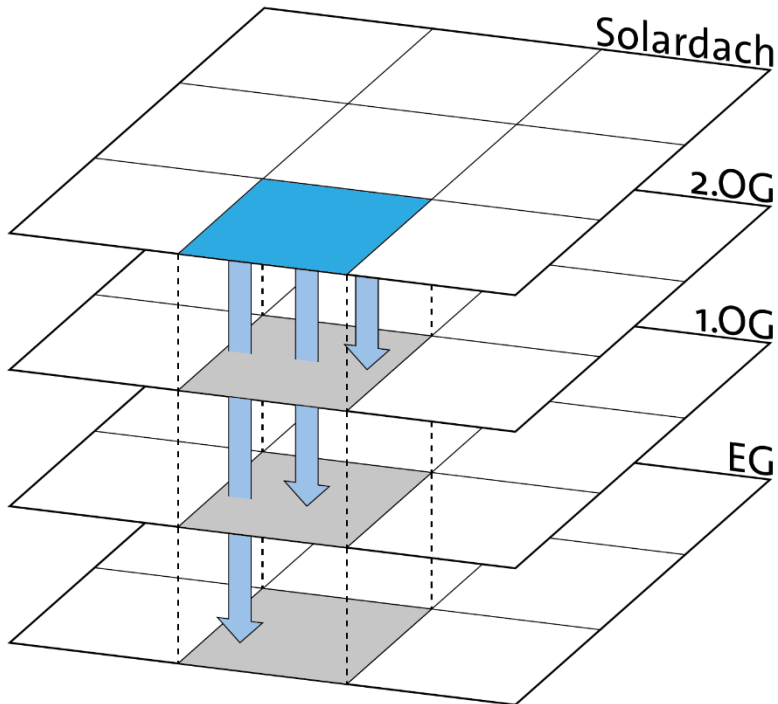
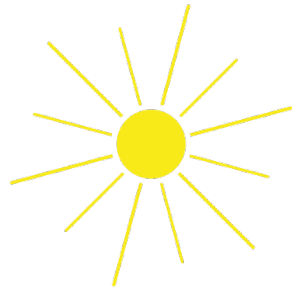
Beispielrechnung

Solarertrag auf Flachdach
Energie pro Geschoss

150-200 kWh/m²
50-65 kWh/m²



Solare Gebäudeversorgung



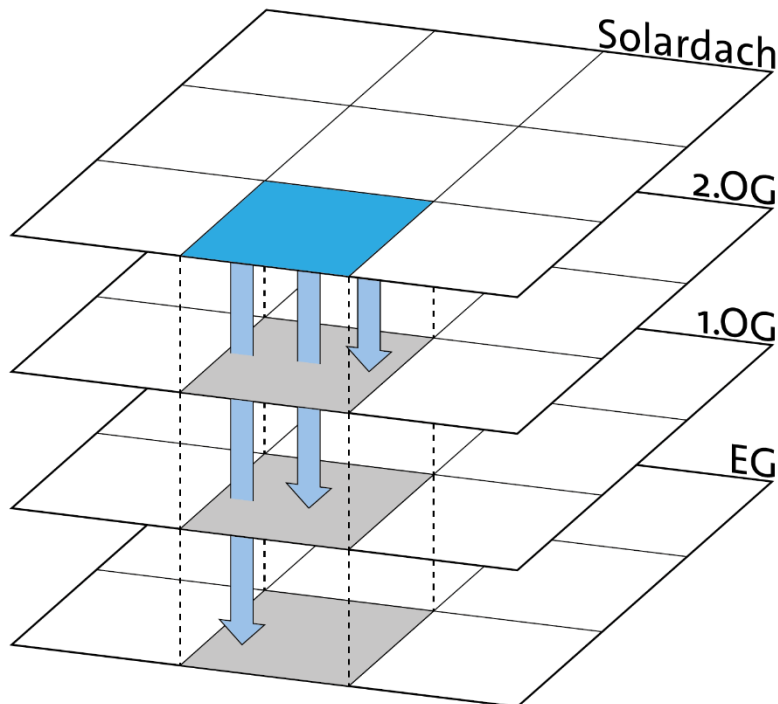
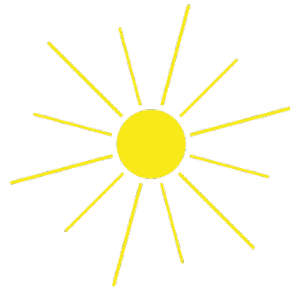
Beispielrechnung

Solarertrag auf Flachdach	150-200 kWh/m ²
Energie pro Geschoss	50-65 kWh/m ²

Beispiel Wohnungsbau

<i>Energiebedarf</i>	
Haushaltsstrom	15 kWh/m ²
Warmwasser mit WP	5 kWh/m ²
<hr/>	
Restbudget	30-45 kWh/m ²

Solare Gebäudeversorgung



Beispielrechnung

Solarertrag auf Flachdach	150-200 kWh/m ²
Energie pro Geschoss	50-65 kWh/m ²

Beispiel Wohnungsbau

<i>Energiebedarf</i>	
Haushaltsstrom	15 kWh/m ²
Warmwasser mit WP	5 kWh/m ²
<hr/>	
Restbudget	30-45 kWh/m ²
Heizwärme mit WP	120-180 kWh/m²
<i>Zum Vergleich</i>	
Bedarf Heizwärme Passivhaus	15 kWh/m ²

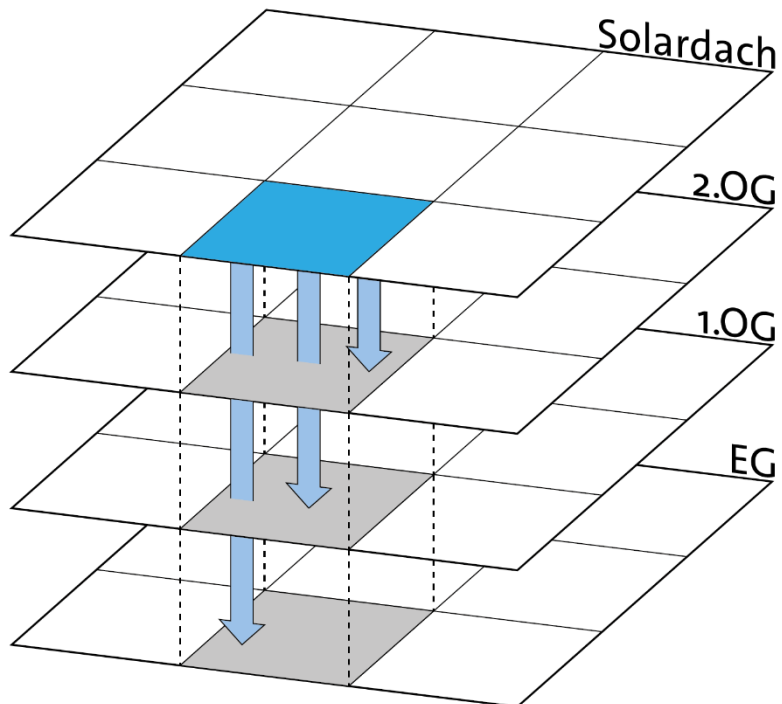
Solare Gebäudeversorgung



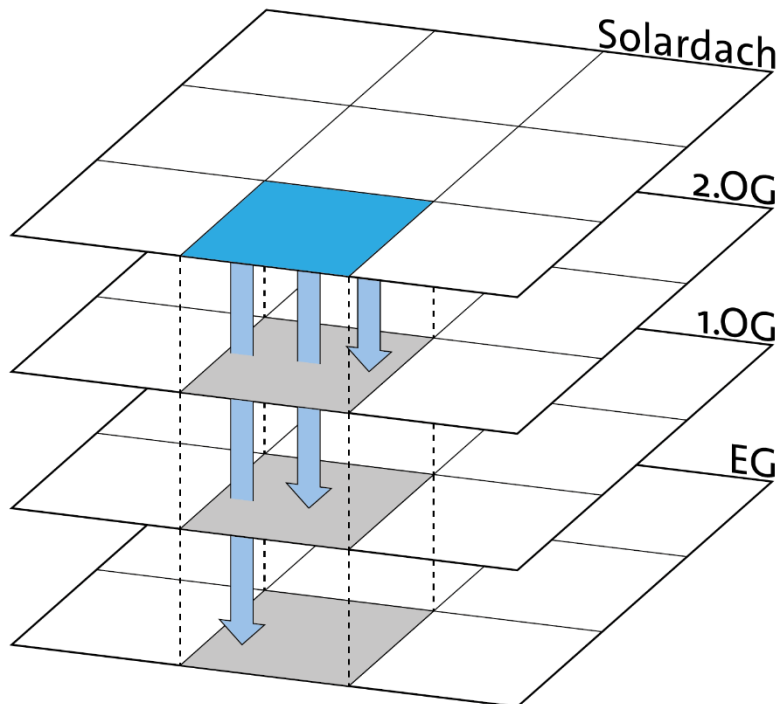
Beispielrechnung

Erzeugungskosten PV-Strom 2017 in D:

7- 10 Ct/kWh



Solare Gebäudeversorgung



Beispielrechnung

Erzeugungskosten PV-Strom 2017 in D:

7- 10 Ct/kWh

Mit WP können aus einer kWh PV-Strom
4 kWh Wärme erzeugt werden

Erzeugungskosten Wärme:

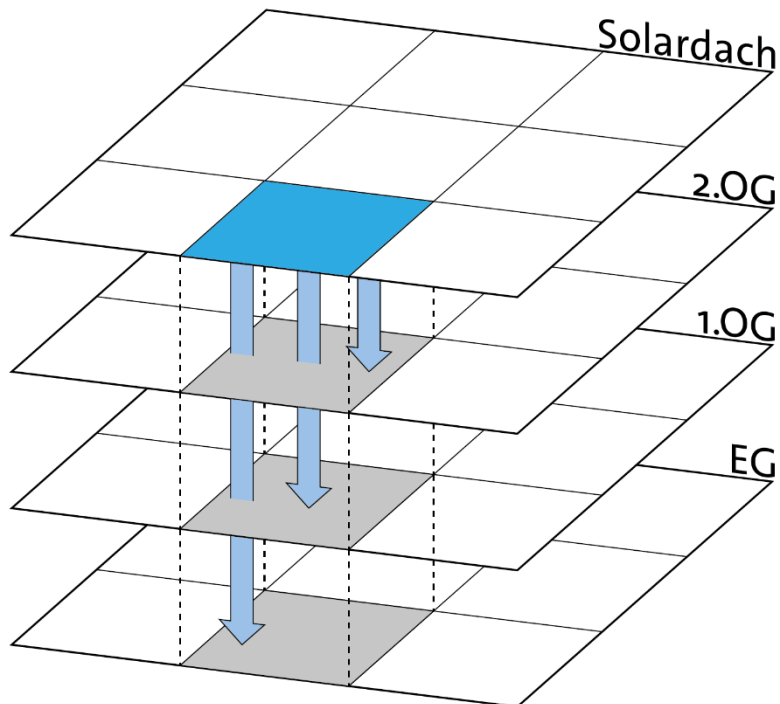
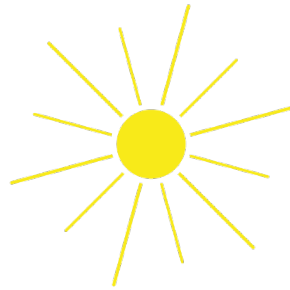
1,8 – 2,5 Ct/kWh

Zum Vergleich:

Erzeugungskosten Gasbrennwert-Therme:

7 – 8 Ct/kWh

Solare Gebäudeversorgung



Beispielrechnung

Erzeugungskosten PV-Strom 2017 in D:

7- 10 Ct/kWh

Mit WP können aus einer kWh PV-Strom
4 kWh Wärme erzeugt werden

Erzeugungskosten Wärme:

1,8 – 2,5 Ct/kWh

Zum Vergleich:

Erzeugungskosten Gasbrennwert-Therme:
7 – 8 Ct/kWh

Technische Herausforderung:
Saisonale Stromspeicherung

Projekt CEP - Stromnetz

Solare Aktivierung der
Dachflächen (vollflächig)

Öffentliches Netz

Gegebenenfalls Differenzierung
nach privaten Flächen und
Gemeinschaftsflächen

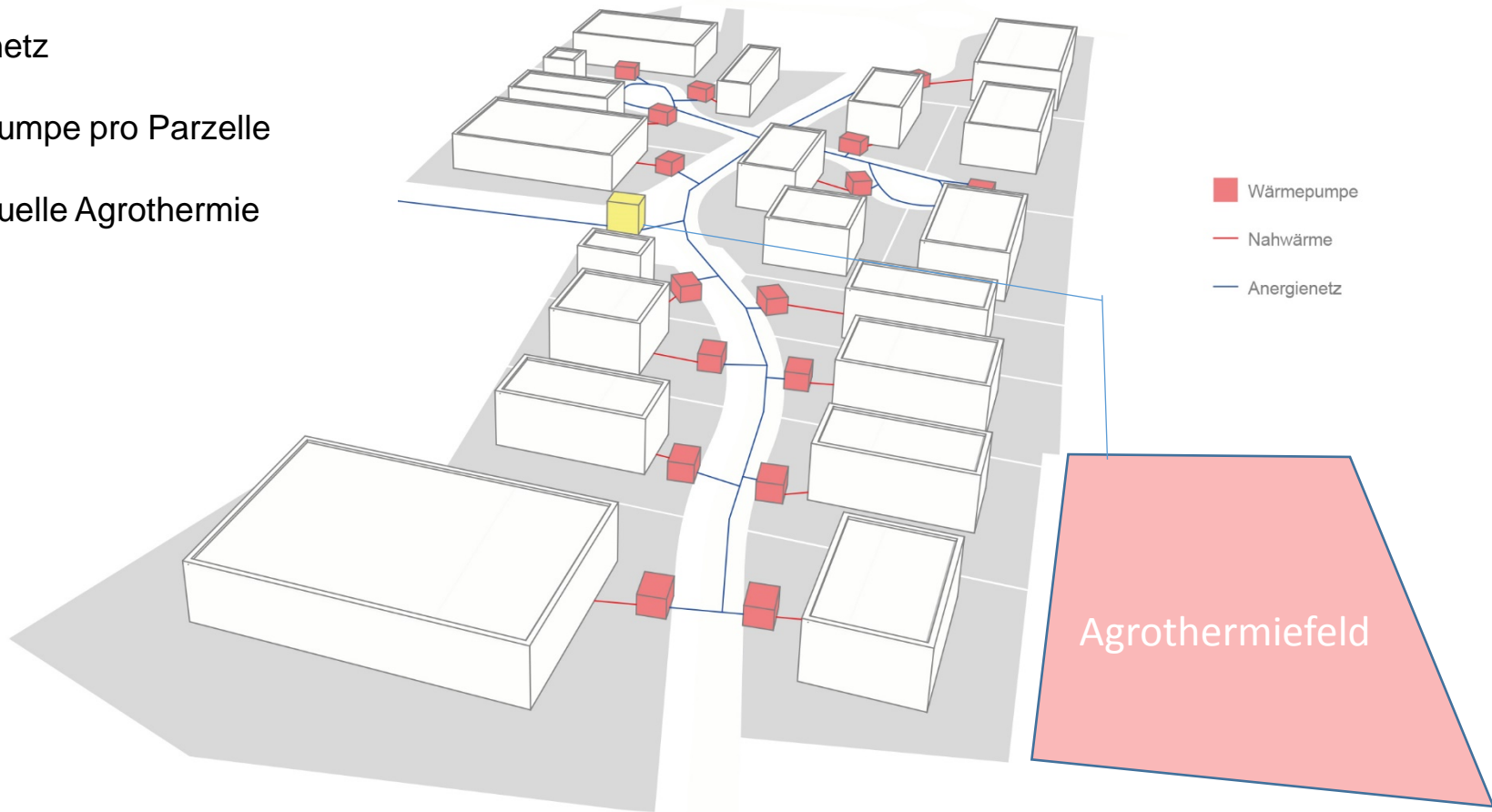


Projekt CEP - Wärmenetz

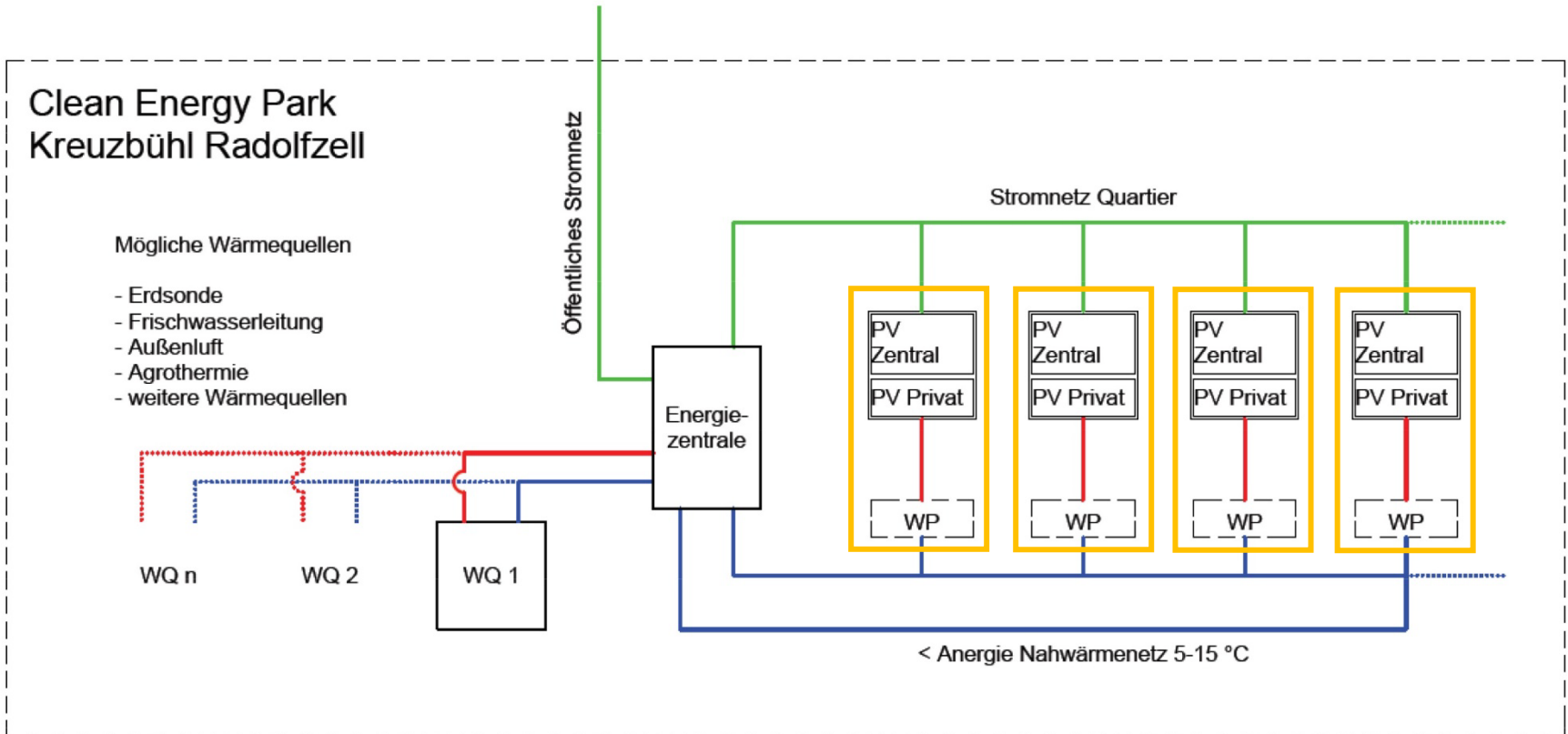
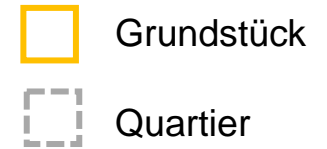
Anergienetz

Wärmepumpe pro Parzelle

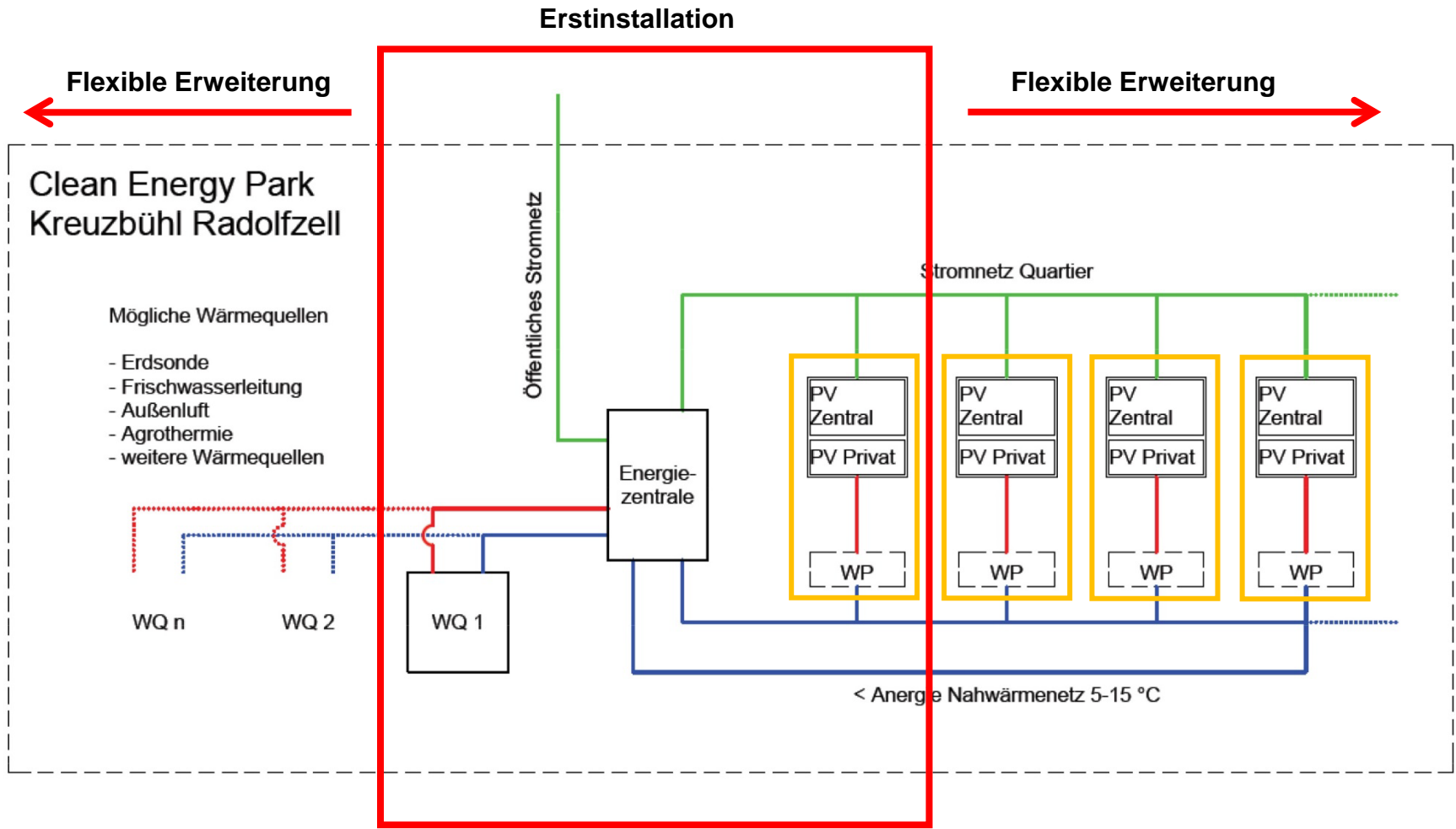
Wärmequelle Agrothermie



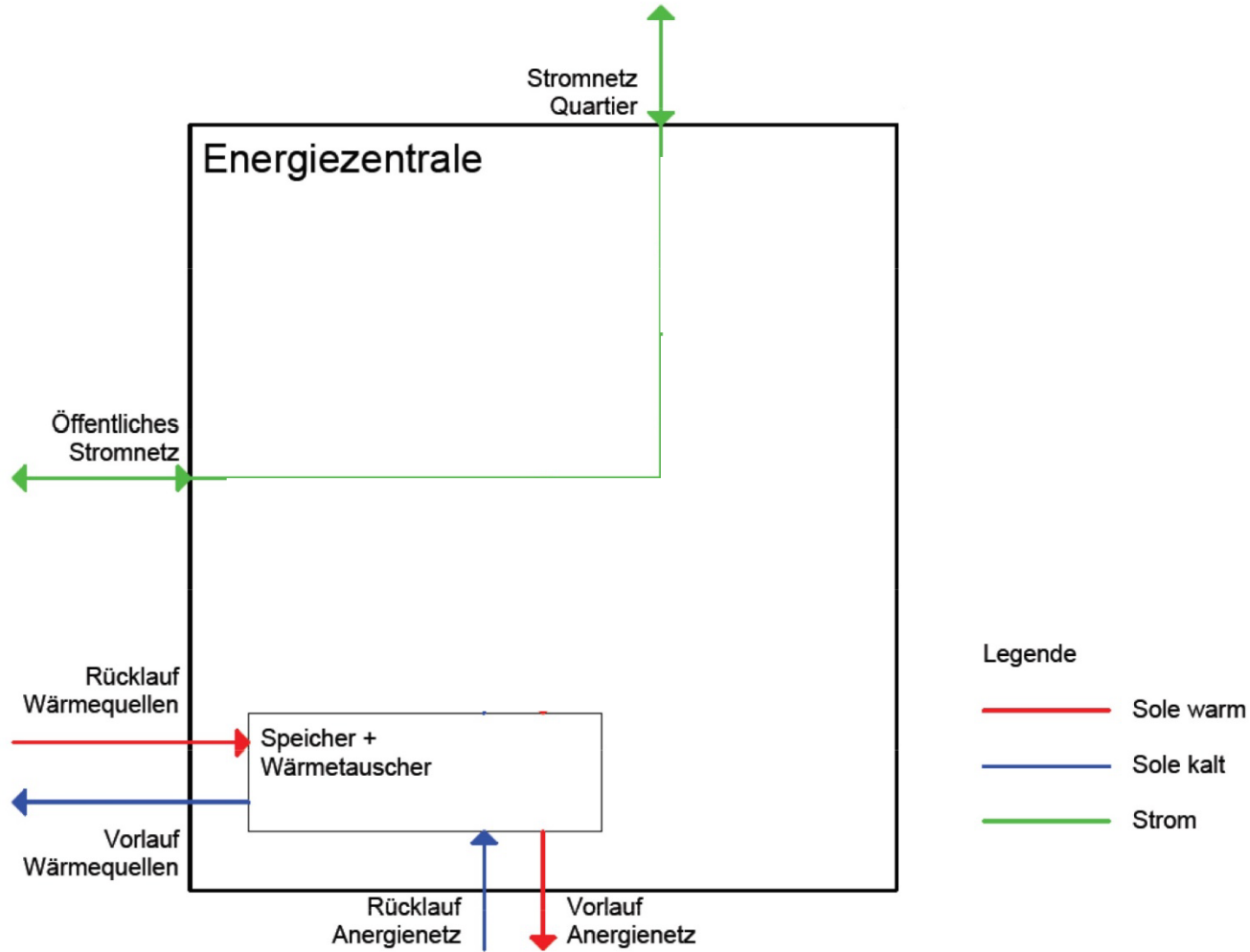
Projekt CEP - Wärmenetz



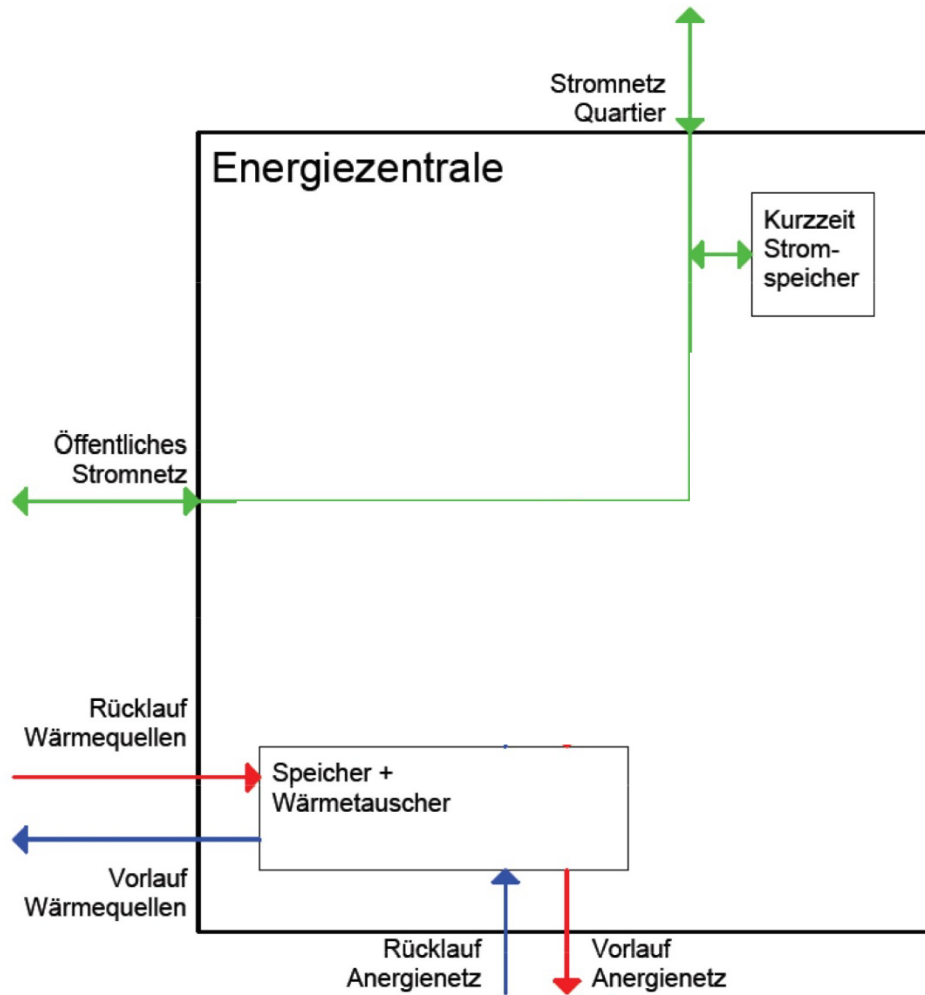
Projekt CEP - Wärmenetz



Projekt CEP – Energiezentrale Basis



Projekt CEP – Energiezentrale Erweiterung 1



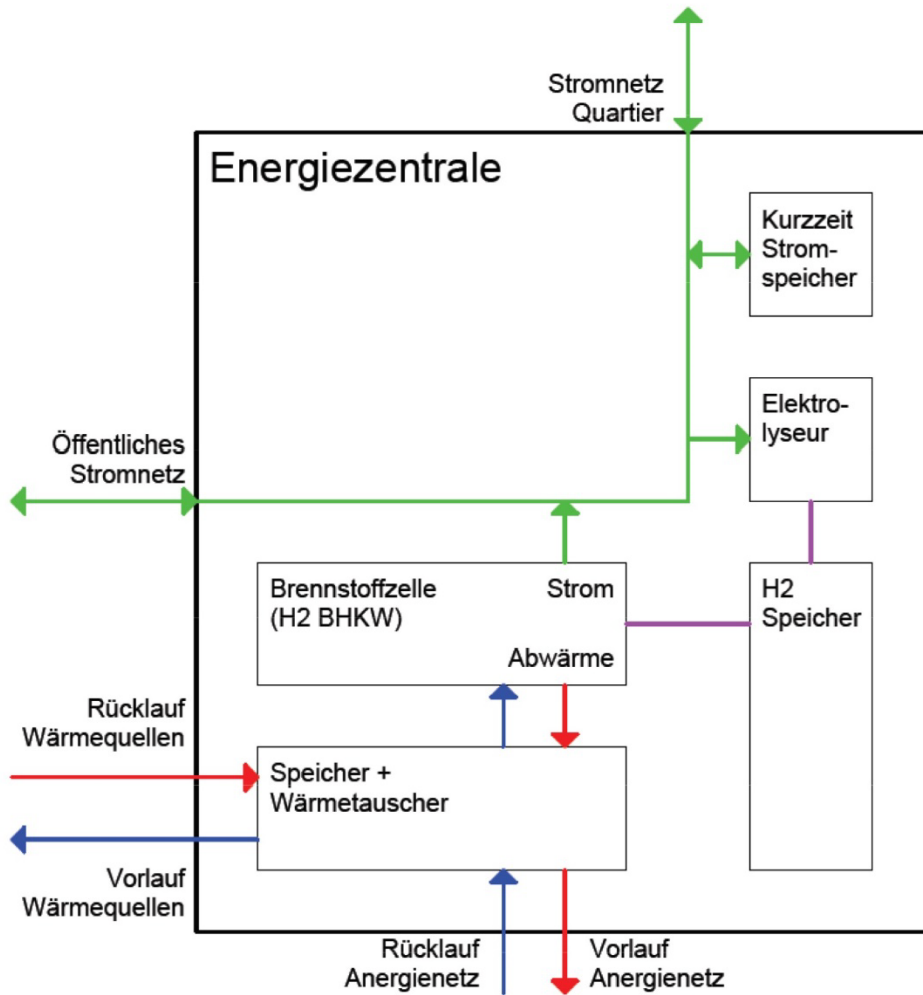
Energiezentrale:

- Kurzzeitstromspeicher zur Abdeckung von Lastspitzen

Legende

- Sole warm
- Sole kalt
- Strom

Projekt CEP – Energiezentrale Erweiterung 2

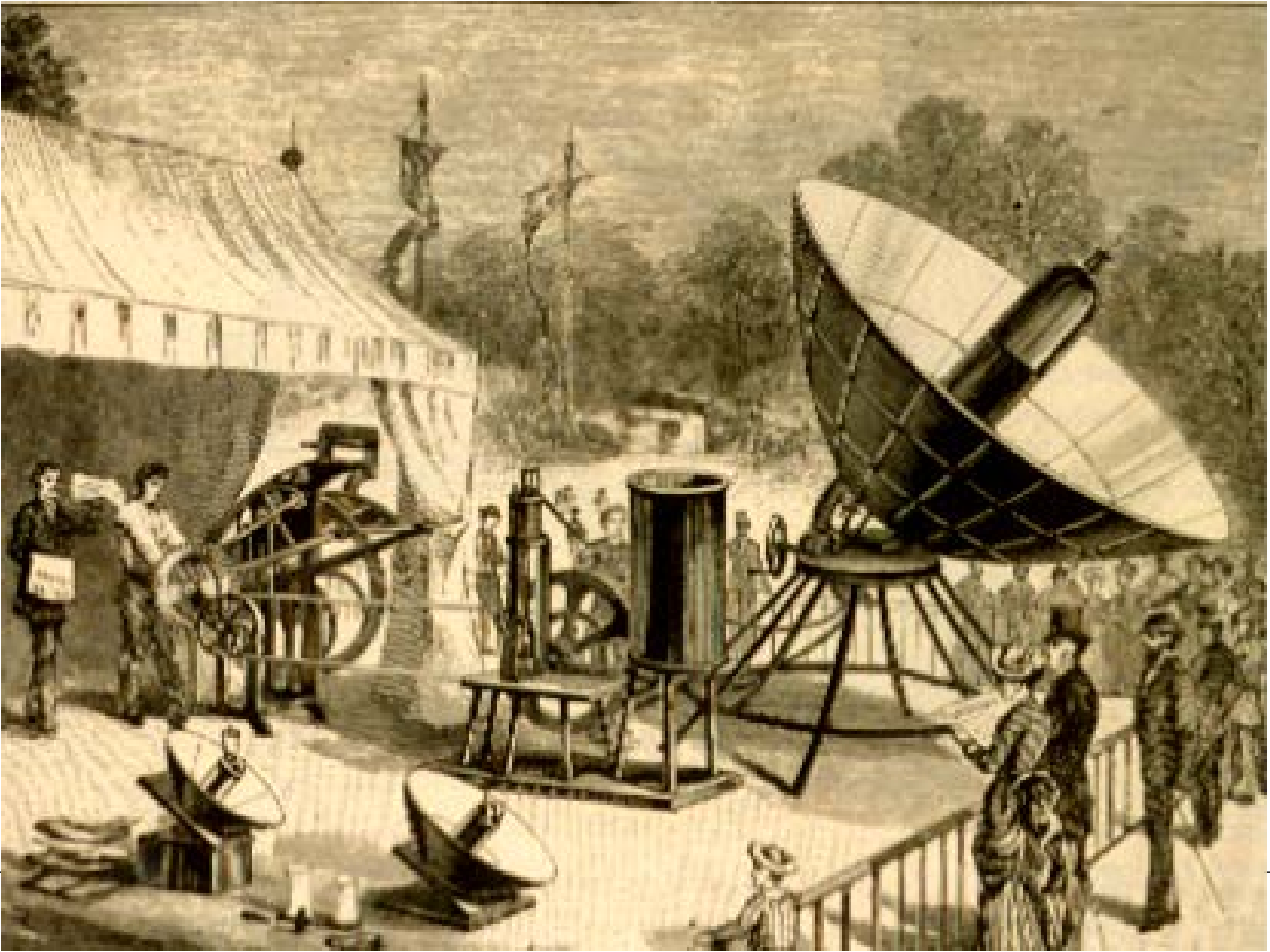


Energiezentrale:

- Kurzzeitstromspeicher zur Abdeckung von Lastspitzen
- Elektrolyseur
Spaltet Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff
- Wasserstoffspeicher
Speichert Stromüberschüsse
- Wasserstoff Brennstoffzelle
Erzeugt aus H₂ Strom (40%) und Wärme (60%)

Legende

- Sole warm
- Sole kalt
- Strom
- Wasserstoff

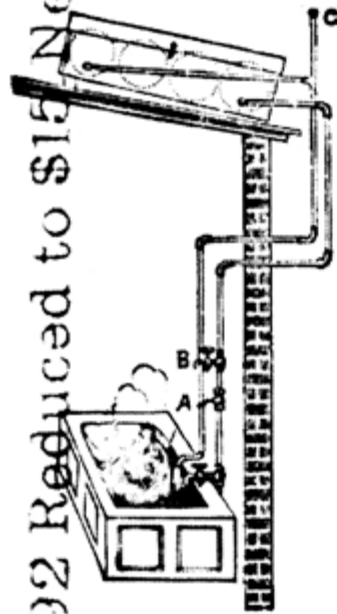


Climax Solar-Water Heater

UTILIZING ONE OF NATURE'S GENEROUS FORCES

THE SUN'S HEAT { Stored up in Hot Water for Baths,
Domestic and other Purposes.

Price Of No. 1 Heater for
1892 Reduced to \$15 Net



GIVES HOT WATER at all HOURS
OF THE DAY AND NIGHT.

NO DELAY.

FLows INSTANTLY.

NO CARE. NO WORRY.

ALWAYS CHARGED.

ALWAYS READY.

THE WATER AT TIMES
ALMOST BOILS.

Price, No. 1, \$25.00

This Size will Supply sufficient
for 3 to 8 Baths.

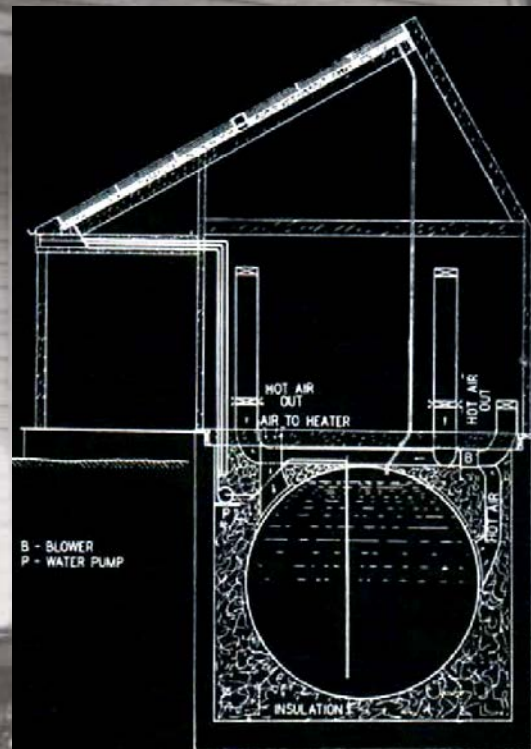
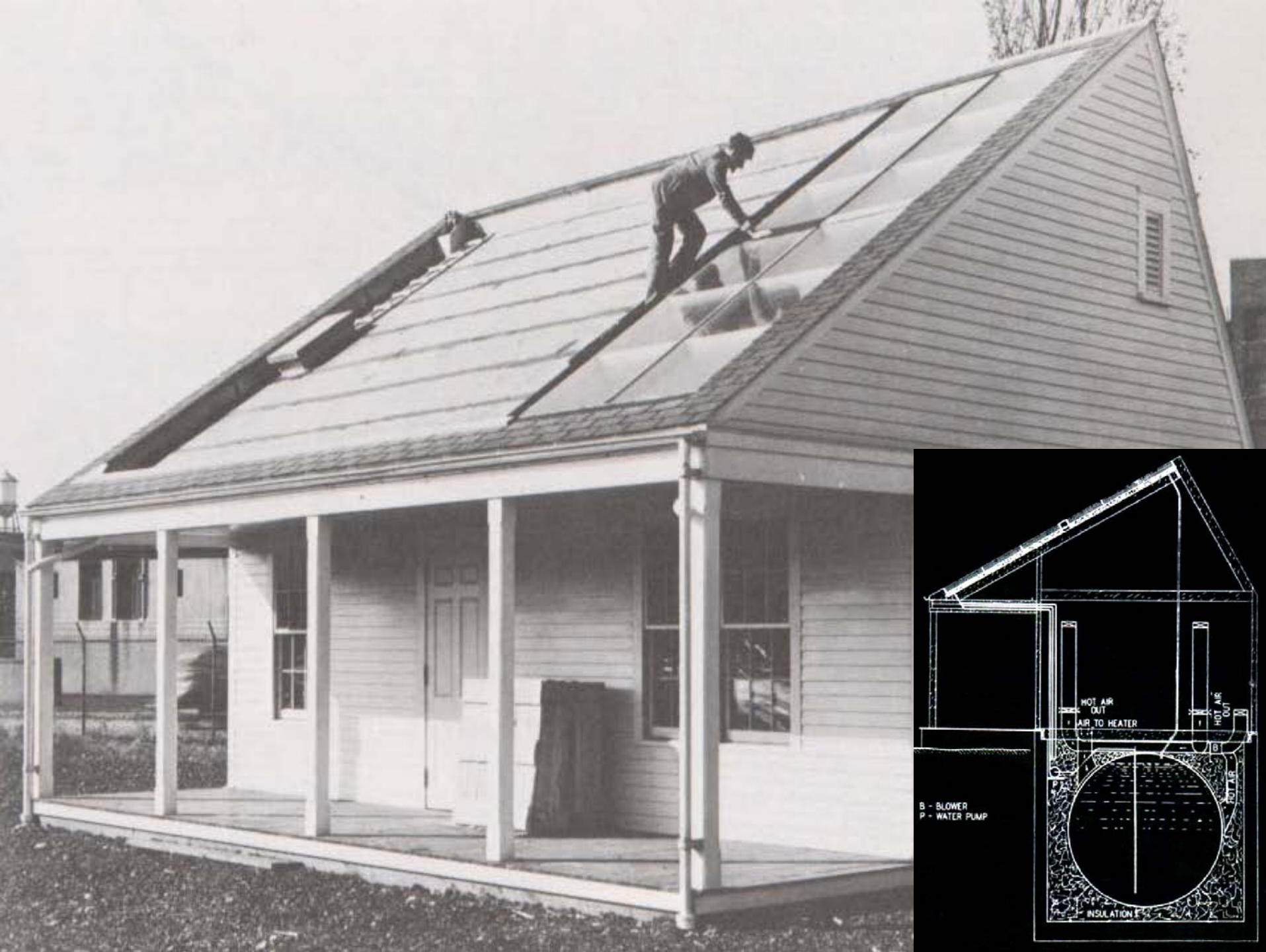
CLARENCE M. KEMP, BALTIMORE, MD.

















PV-Integration Altstadt Tübingen

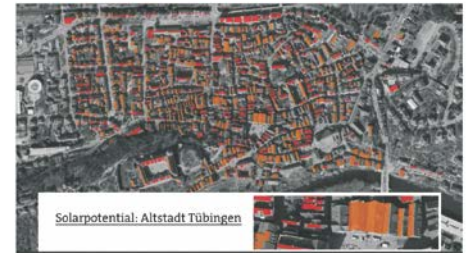
ENERGIESIMULATIONEN

Laufzeit 2010 (Ein Semester)
Beteiligte 8 Studierende
 Stadt Tübingen
Kontakt Sven Simon
Web www.energie.ag.htwg-konstanz.de

Im Rahmen des Projektes Energiesimulation wurde untersucht, wie sich eine intensive Belegung der Dachflächen in der Altstadt von Tübingen auf das Stadtbild auswirken würde. Die Simulation zeigte nicht nur das beachtliche Potenzial zur Solarenergiegewinnung. Sie machte auch deutlich, wie sich verschiedene Möglichkeiten zur Integration von Solarmodulen eignen, um das Stadtbild möglichst wenig zu stören. Als vorteilhaft erwiesen sich vor allem möglichst große, zusammenhängende Modulflächen. Auch sollten bei Dächern mit mehreren Teilflächen im Zweifel eher einige Teilflächen freigelassen werden, um kein zu chaotisches Stadtbild zu erhalten.

Die Ergebnisse und die Vorschläge, die als Anregungen für eine Gestaltungsrichtlinie zur Integration von Solaranlagen dienen sollten, wurden von den Studierenden vor dem Stadtrat von Tübingen präsentiert und mit den Stadträten diskutiert.

Sehr eindrücklich zeigte sich auch, wie sich unterschiedliche Modulfarben auf das Stadtbild auswirken. So weisen grüne und rote Module zwar einen geringeren Wirkungsgrad auf, als blaue Module. Dafür nahmen die meisten Betrachter grüne und rote Module als weniger störend wahr und akzeptierten im Vergleich zur Variante mit blauen Modulen eine intensivere Belegung der Dachflächen auch innerhalb der Altstadt.



Gestaltungsempfehlungen Satteldach



Die Piktogramme zeigen die erarbeiteten Gestaltungsvorschläge, die sich in den Simulationen als solche herausgestellt haben, die beruhigend auf das Stadtbild wirken. So werden z. B. gleichmäßige Abstände der PV-Anlage zu den Dachrändern empfohlen, wenn keine vollflächige Belegung des Daches möglich ist. Vorzugweise sollten die Formen von einzelnen Teilflächen nur aufgegriffen werden, wenn diese vollflächig belegt werden können oder eine rechteckige Form haben. Im Zweifel sollte man auf die Nutzung einiger Teilflächen verzichten.

Gestaltungsempfehlungen Walmdach



Gestaltungsempfehlungen Mansarddach



HTWG Konstanz
Fachgebiet Energieeffizientes Bauen
 Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark
www.energie.ag.htwg-konstanz.de

Projekt Design 2 PV





**Deutscher
Nachhaltigkeitspreis**

.....
FINALIST 2016





Photovoltaik - Flächenbedarf

Aktuelle Installation PV:	40 GW
Ausbauziel 2050:	200 GW

Photovoltaik - Flächenbedarf

Aktuelle Installation PV:	40 GW	400 Mio. m ²
Ausbauziel 2050:	200 GW	2 Mrd. m ²

Photovoltaik - Flächenbedarf

Aktuelle Installation PV:	40 GW	400 Mio. m ²
Ausbauziel 2050:	200 GW	2 Mrd. m ²

erforderliche Neuinstallationen: **1,6 Mrd. m²** (ca. 50 Mio. m² pro Jahr)

Vergleich: jährlich installierte Dachziegel in D: 40 Mio. m²

Motivation

Aktuelle Publikation,
Erscheinung Frühjahr 2018



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!