

Quartiersversorgung mit Wärmepumpe

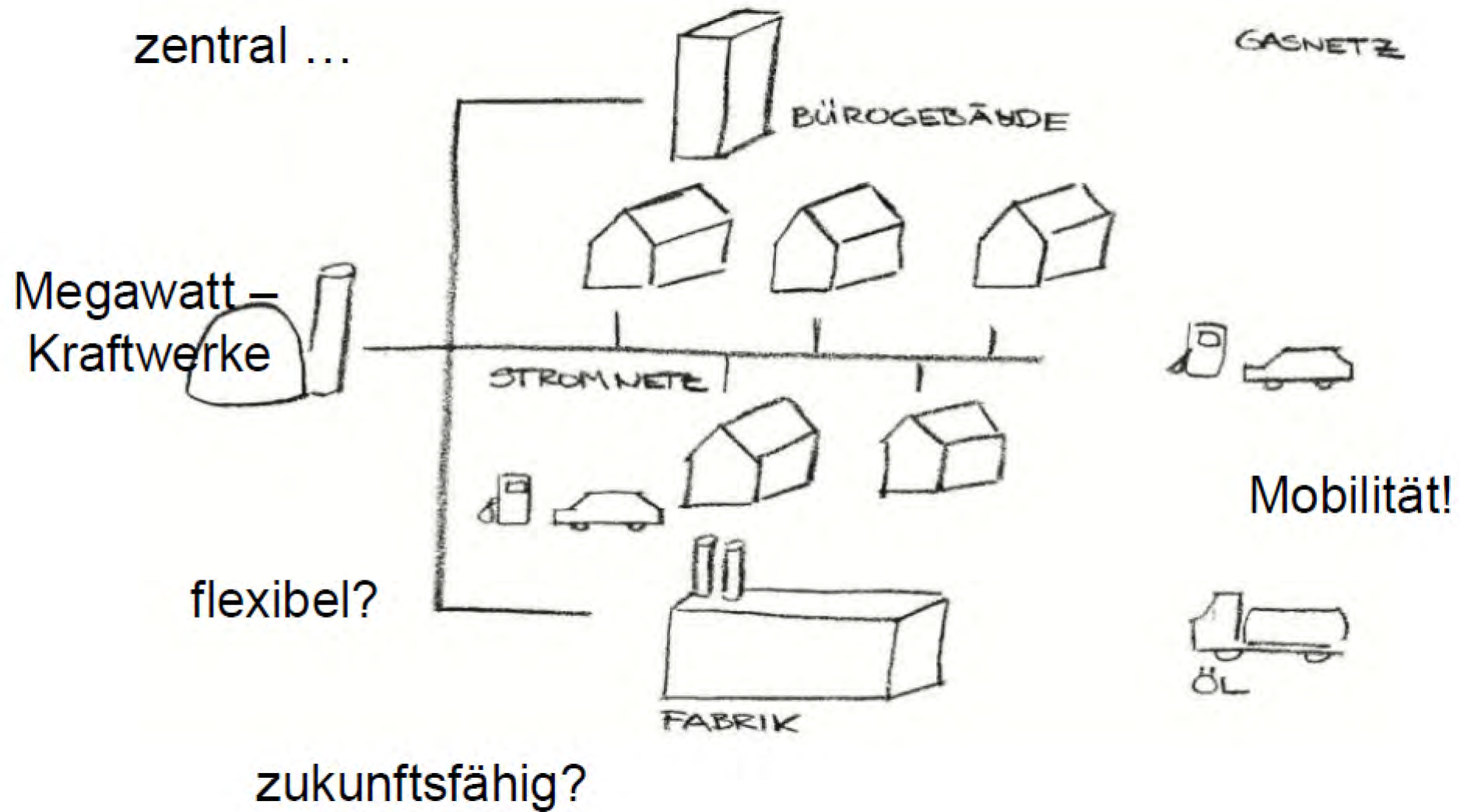
*„Es ist billiger den
Planeten jetzt zu
schützen, als ihn später
zu reparieren.“*

*(EU Kommissionspräsident
Barroso, Dezember 2009)*

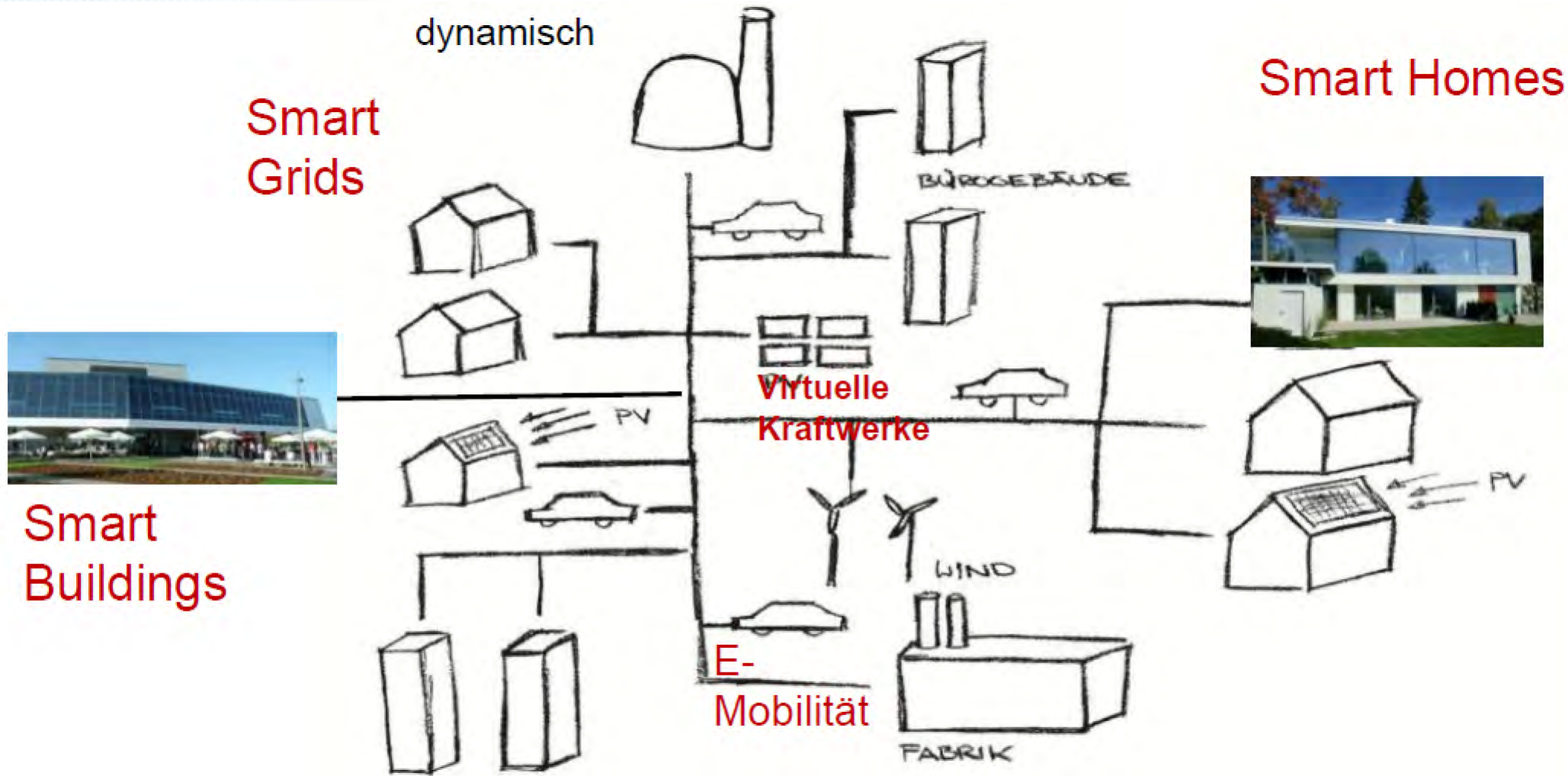
Prof. Dipl.-Ing. (FH) Thomas Giel

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Energieversorgung BISHER



Energieversorgung ZUKUNFT



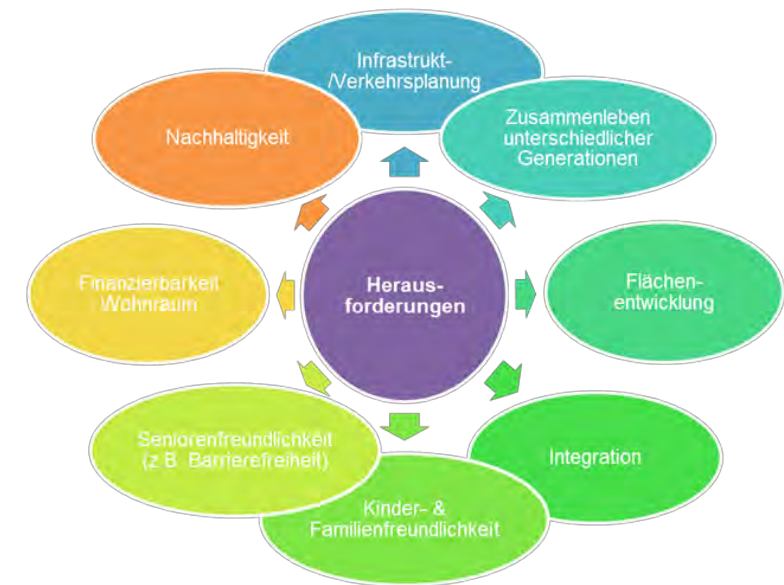
Probleme & Herausforderungen:

- **Probleme:**

- Angespannte Immobilien- & Wohnungsmärkte *(Knappheit bezahlbarer Wohnraum!)*
- Überlastung verkehrliche Infrastruktur
- Flächen-/Baulandknappheit *(Innerstädtisches Bauland = Rarität!)*

- **Herausforderungen:**

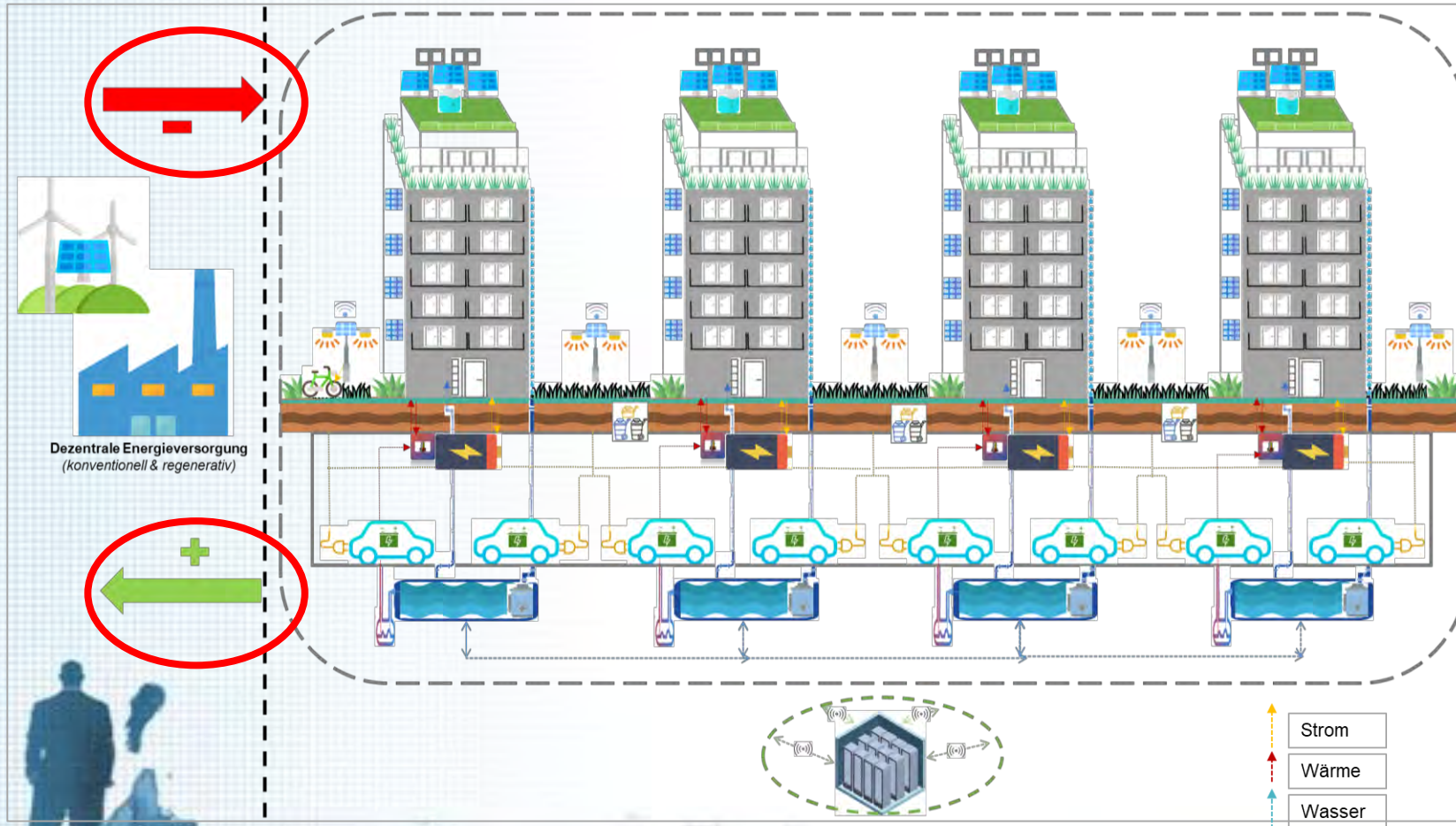
- Wohnbauflächenentwicklung & Flächenumnutzung *(Nachverdichtung/Konversion)*
- Veränderungen Wohnungsnachfragestruktur
 - *Veränderung Haushaltsgrößen + Anstieg Wohnflächenkonsum*
- **Nachhaltige Quartiersentwicklung**
 - *ökologische, ressourcenschonende + langfristig für alle Generationen nutzbare Quartiere*





Handlungsempfehlungen:

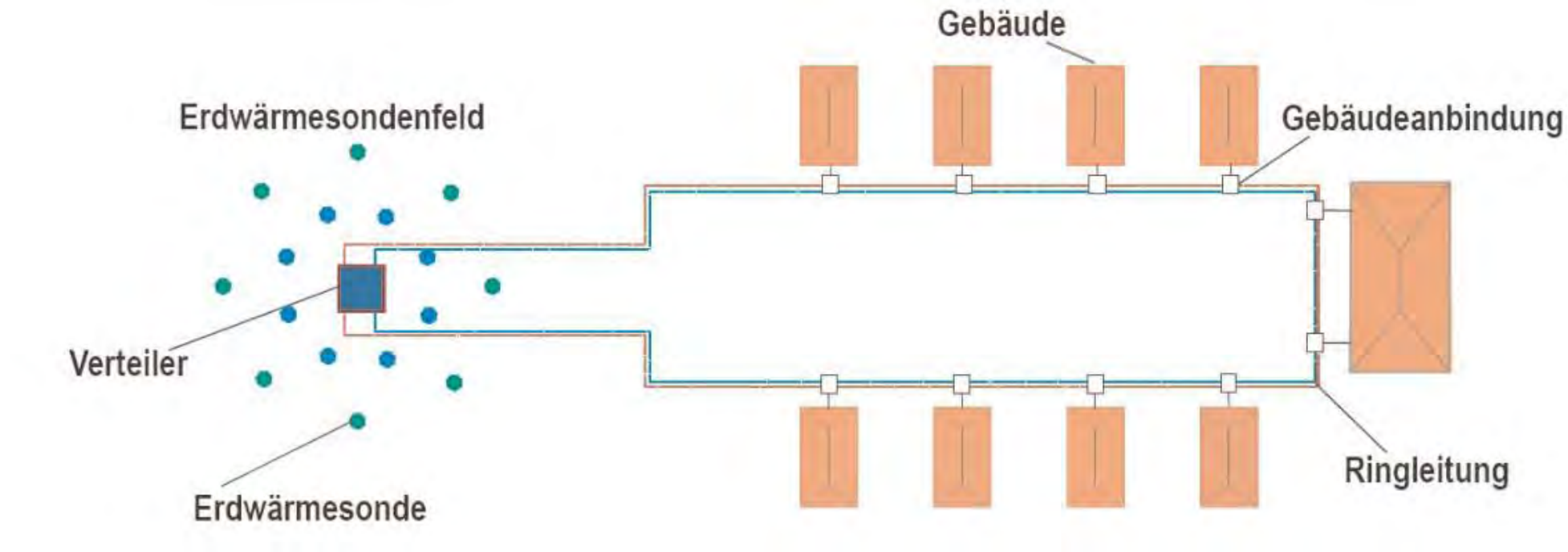
- **Empfehlungen für Gebäude/Wohnungen:**
 - Gebäudearten- & -kubaturen, nachhaltige Gebäudeeigenschaften, Wohnungsmix (*Wohnungsgrößen & Zimmeranzahl*)
 - Gebäudezugehörige Freiräume, Wohnformen, Gemeinschaftsflächen sowie innovative Gebäudetechnik (*SmartHome, Vernetzung*)
- **Empfehlungen für Versorgung, Außenanlagen & Infrastruktur:**
 - **Nahversorgung** (*Nutzungsmischung*)
 - Gestaltung **Außenanlagen** (*Grünflächen, Quartiersplätze etc.*)
 - **Mobilität** (*Autofreies Quartier, Quartiers-TG, Carsharing etc.*)
 - **Energieversorgung** (*Autarkes Quartier*)
- **Empfehlungen für Soziale Mischung & Diversität:**
 - Schlüsselkonzept: Heterogenität
 - Gleichwertige Erzeugung von Nutzungsdiversität, sozialer Diversität & Eigentumsdiversität!

Konzept autarke Quartiersversorgung



-  Solarthermie- & Photovoltaikanlagen, Solarfassaden (Wärme + Strom)
-  Ein- & ausfahrbare, geräuchsarme Windkraftrotoren (Stromerzeugung)
-  Geothermie Anlage (Wärme)
-  Pufferspeicher (Batteriespeicher für Strom)
-  Wärmespeicher für Heizenergie mit integrierter Wärmepumpe
-  Elektroautos als Strom-Zwischenspeicherung (Puffer)
-  Oberflächenmembran Gebäudehülle
-  Frischwasserspeicher
-  Kondensierungs-Prinzip (Aufbereitung von Luftfeuchtigkeit)
-  Zentrale Smart Grid

Kalte Nahwärme / Eine Lösung für Quartiere im Neubau



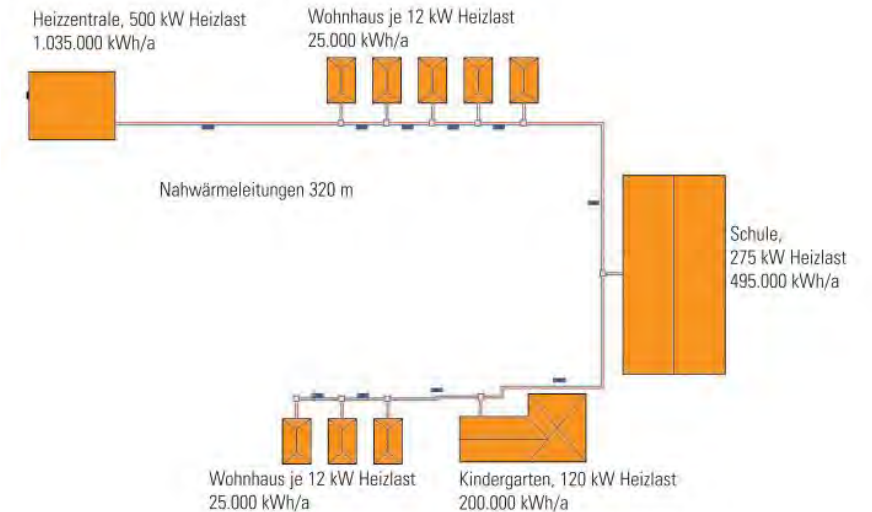
Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!



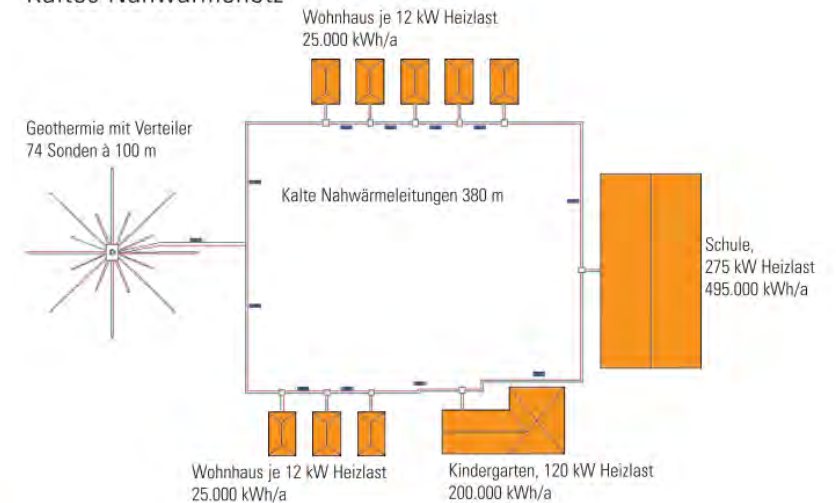
Funktionsprinzip Kaltes Nahwärmenetz

Ein Kaltes Nahwärmenetz verfügt über ein zentrales Erdsondenfeld. In den Sonden nimmt ein Wärmeträgermedium, ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, die Wärme des Erdreichs mit seinen ganzjährig konstanten Temperaturen von zehn bis zwölf Grad Celsius auf. Durch eine Ringleitung gelangt das erwärmte Trägermedium zu den Abnehmern, den Gebäuden. Dort heben Wärmepumpen die bereitgestellte Energie auf das individuell gewünschte Temperaturniveau. Neben der Heizung im Winter bietet das Netz auch die Möglichkeit, die Häuser im Sommer ökologisch und wirtschaftlich zu kühlen ("Freecooling"). Die in den sommerlich-heißen Innenräumen aufgenommene Wärme führen die Leitungen zurück ins Erdreich und ermöglichen damit gleichzeitig eine Regeneration des Erdsondenfeldes.

Warmes Nahwärmenetz



Kaltes Nahwärmenetz



Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Vorteil des kalten Nahwärmenetzes sind die sehr geringen Leitungsverluste aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus des zirkulierenden Wärmemediums. Eine Dämmung der Ringleitungen ist daher nicht notwendig. *Das spart Kosten.*

Aufgrund der geringen Wärmeverluste sind außerdem große Leitungsdistanzen von bis zu zwei Kilometern möglich.

Die dezentrale Energieerzeugung erlaubt es zudem, auf die Anforderungen und Bedürfnisse der einzelnen Verbraucher einzugehen, was sich bei herkömmlichen Nahwärmenetzen schwierig gestaltet.

Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Ausbau des Netzes in Etappen ist problemlos umsetzbar. Damit ist ein Kaltes Nahwärmenetz ideal für Neubaugebiete oder andere Areale, die in mehreren Bauabschnitten erschlossen werden.

Auch Erweiterungen zu späteren Zeitpunkten sind denkbar, wenn beispielsweise Vertragsbindungen abgelaufen sind oder weitere Sanierungen anstehen.

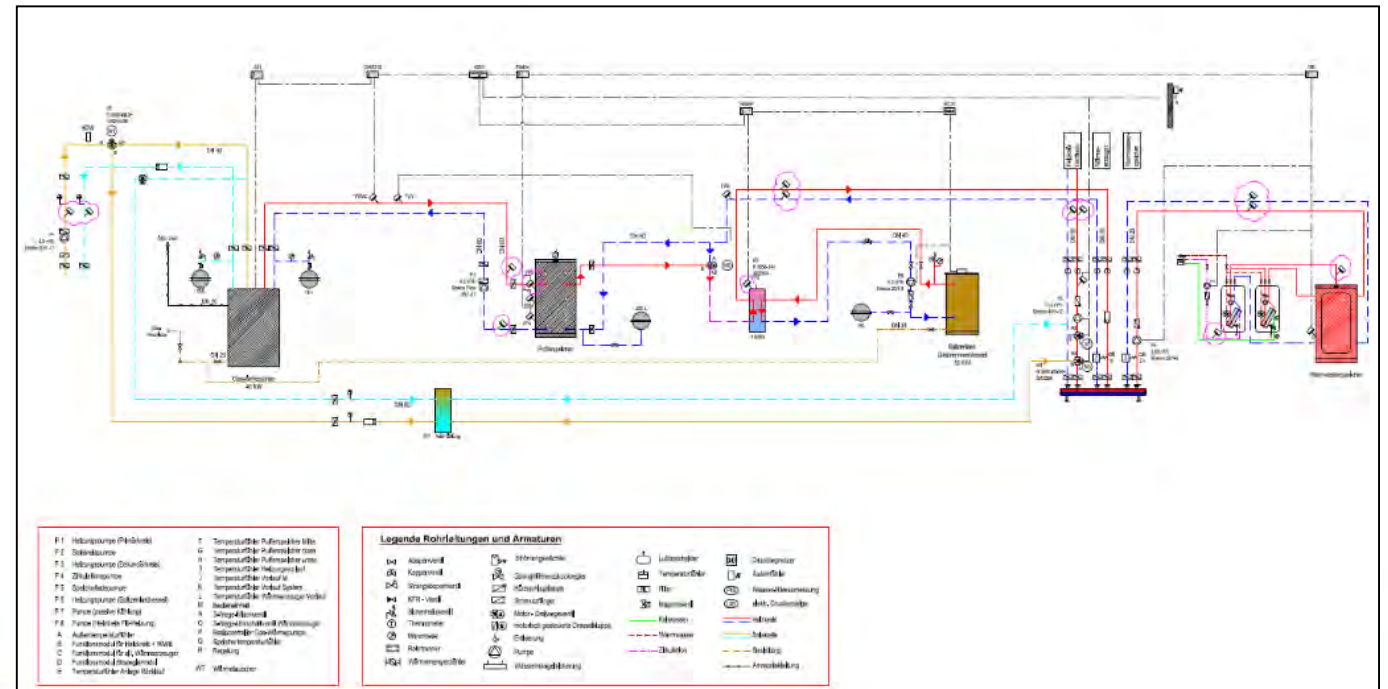
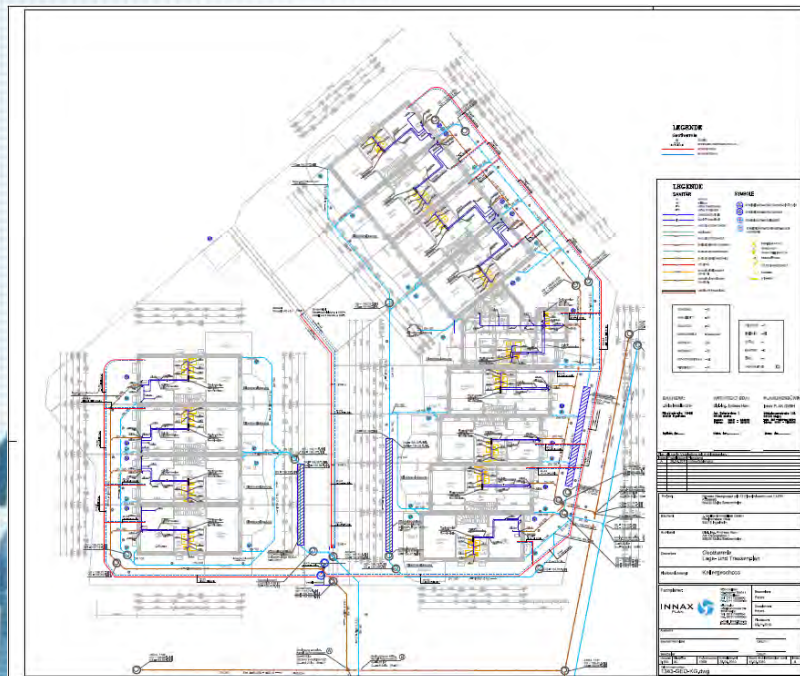
Die Kosten für Netz und Quellensystem werden auf den Grundstückspreis (Erschließungskosten) umgeschlagen oder können durch Nutzungsgebühren abgegolten werden. (Kein Zählsystem notwendig)

Inzwischen wurden mehr als 20 „kalte Nahwärmenetze“ in Quartieren realisiert!

Aus den Auswertungen dieser Projekte konnten kontinuierliche Weiterentwicklungen abgeleitet werden.

Wie z.B. Pufferspeicherkonzept / Horizontale Leitungen werden als Puffer genutzt

Nachfolgend Beispiele:





Geothermische Siedlung "Alte Gärtnerei" Darmstadt Bessungen
- Wohnanlage mit 26 dreigeschossigen Einfamilienhäusern.
Energetische Versorgung über Erdwärmesonden.



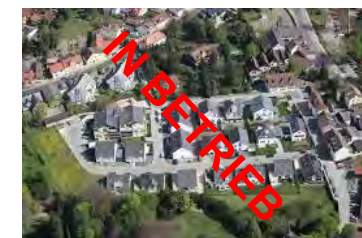
Kalte Nahwärme Gau-Algesheim
Mehrere Wohnanlagen wurden über ein kaltes Nahwärmnetz mit ca. 60 KW Endzugsleistung versorgt.



Mehrfamilienhaus "Grüne Höfe" für 25 Familien in Esslingen
- Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmnetz. Erdsondenfeld mit 40 über 100 Meter tiefen Bohrungen. Im Sommer mutiert das Heiz- zu einem Kühlsystem.



„Kaltes Nahwärmnetz Park De Roock“ Ingelheim
Hier werden über ein kaltes Nahwärmnetz 10 RH und 4 Doppelhäuser sowie ein MFH über ein kaltes Nahwärmnetz versorgt. Wohnfläche ca. 28.000 m²



Doppelhaussiedlung Wiesbaden - Wohnanlage mit 18 Doppelhaushälften. Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmnetz, Regenwasserzisternen.



„Kaltes Nahwärmnetz Küferweg Mainz“
Versorgung von 13 RH in Mainz.





Gartenquartier Mainz-Weisenau
9 MFH / 193 Wohneinheiten /
3750 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Schifferstadt / Max-Ernst-Str.
27 EFH / 11 RH
2500 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen mit
Flatratemodell
Freie Kühlung



Aparthotel Parkallee
3 MFH / 1 Clubhaus / 1 Restaurant
2500 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Darmstädter Echo
Holzhof Park
9 MFH / Arealversorgung
8400 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Jugenddorf Sickingen
7 Gebäude (Jugendhäuser)
2000 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen
teilweise freie Kühlung



Gänsberg Ingelheim
4 MFH und 45 DH/RH
4400 Bohrmeter
Gas- und Elektro WP
Freie Kühlung



Forschungsprojekt GUSEA

Green-Urban-Smart-Energy-Area

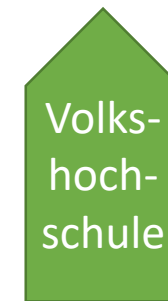
Im Schul- und Sportzentrum Schifferstadt



TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES



Schulzentrum



Volkshochschule



Kita Haus
des
Kindes



Jugendtreff



Kreisbad
Schifferstadt



Wilfried-Dietrich-
Halle



Neue
Kreissporthalle

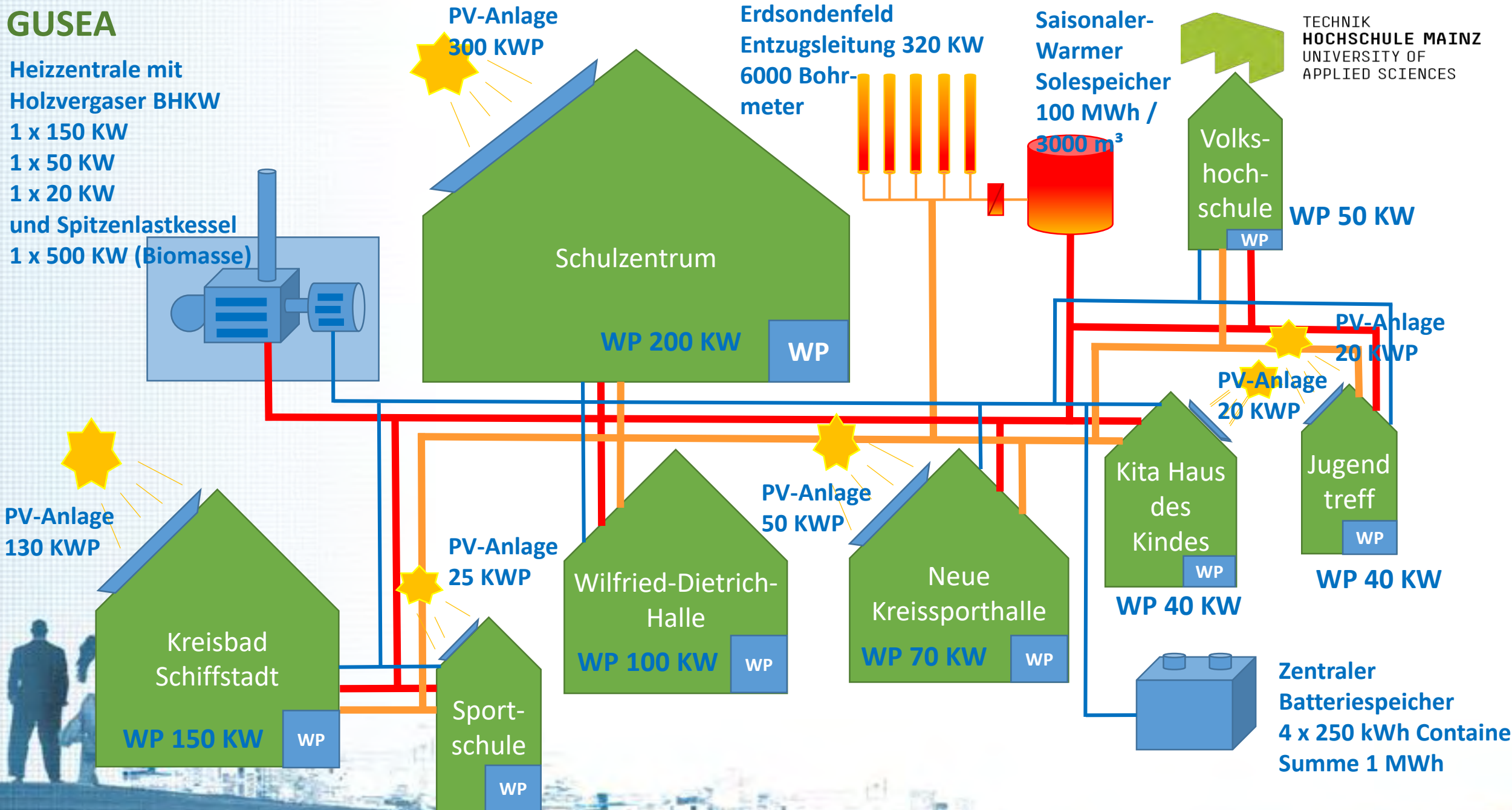


Sport-
schule

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

GUSEA

Heizzentrale mit Holzvergaser BHKW
1 x 150 kW
1 x 50 kW
1 x 20 kW
und Spitzenlastkessel
1 x 500 kW (Biomasse)



TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

WP 60 kW

4.1 Formeln zur Berechnung der Standardlastprofile Strom

Zur Berechnung der *Standardlastprofile Strom* werden die Viertelstundenwerte SLP_i mit dem gemessenen Gesamtjahresstromverbrauch W_t der jeweiligen Liegenschaft multipliziert. Aufgrund der Normierung der Kennwerte auf 1.000 kWh, muss dieses Ergebnis anschließend durch 1.000 dividiert werden, um den viertelstündlichen mittleren Leistungswert P_i zu erhalten.

$$\begin{aligned} \text{Leistungswert} &= \int_{35135}^0 f(x) = P_i \\ &= \frac{SLP_1 * W_t}{1000} + \frac{SLP_2 * W_t}{1000} + \frac{SLP_3 * W_t}{1000} \dots + \frac{SLP_{35135} * W_t}{1000} \end{aligned}$$

Nachdem der viertelstündliche mittlere Leistungswert für alle Viertelstunden des Jahres errechnet wurde, kann nun der stündliche Strombedarfsanteil der Viertelstunde ermittelt werden, indem der mittlere Leistungswert durch vier dividiert wird.¹⁴

$$\text{stündlicher Strombedarfsanteil} = \int_{35135}^0 f(x) = W = \frac{P_{i1}}{4} + \frac{P_{i2}}{4} + \frac{P_{i3}}{4} \dots + \frac{P_{i35135}}{4}$$

Um die einzelnen Werte auf stündlicher Basis zu erhalten, müssen anschließend jeweils vier Viertelstundenanteile zusammengefasst werden. Die Summe dieser stündlichen Werte ergibt wieder den Gesamtjahresbedarf W_t .

Gesamtjahresbedarf auf stündlicher Basis

$$\begin{aligned} &= \int_{8760}^0 f(x) = W_t = \Sigma(W_1 + W_2 + W_3 + W_4) + \Sigma(W_5 + W_6 + W_7 + W_8) \dots + \Sigma(W_{35132} \\ &\quad + W_{35133} + W_{35134} + W_{35135}) \end{aligned}$$

GUSEA / Strom Zusammenfassung

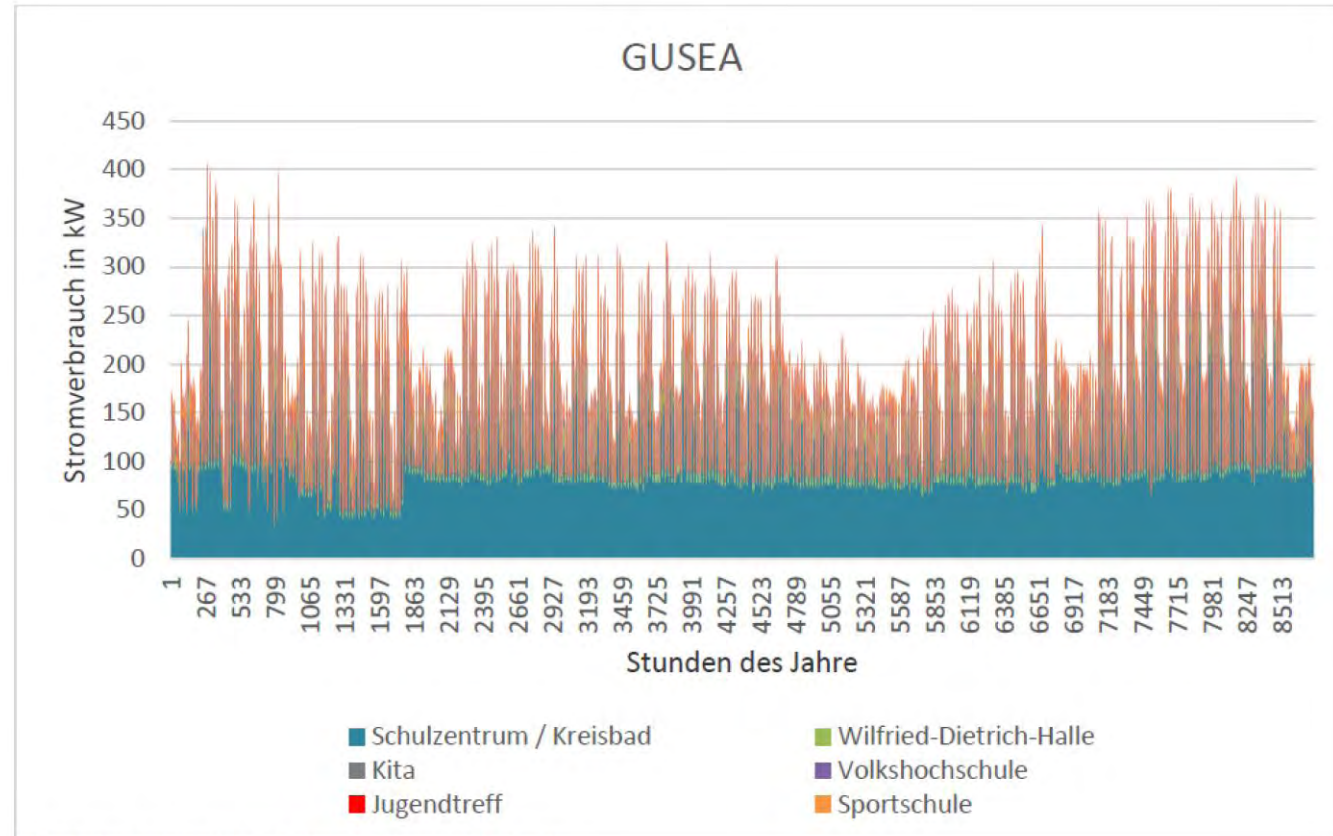
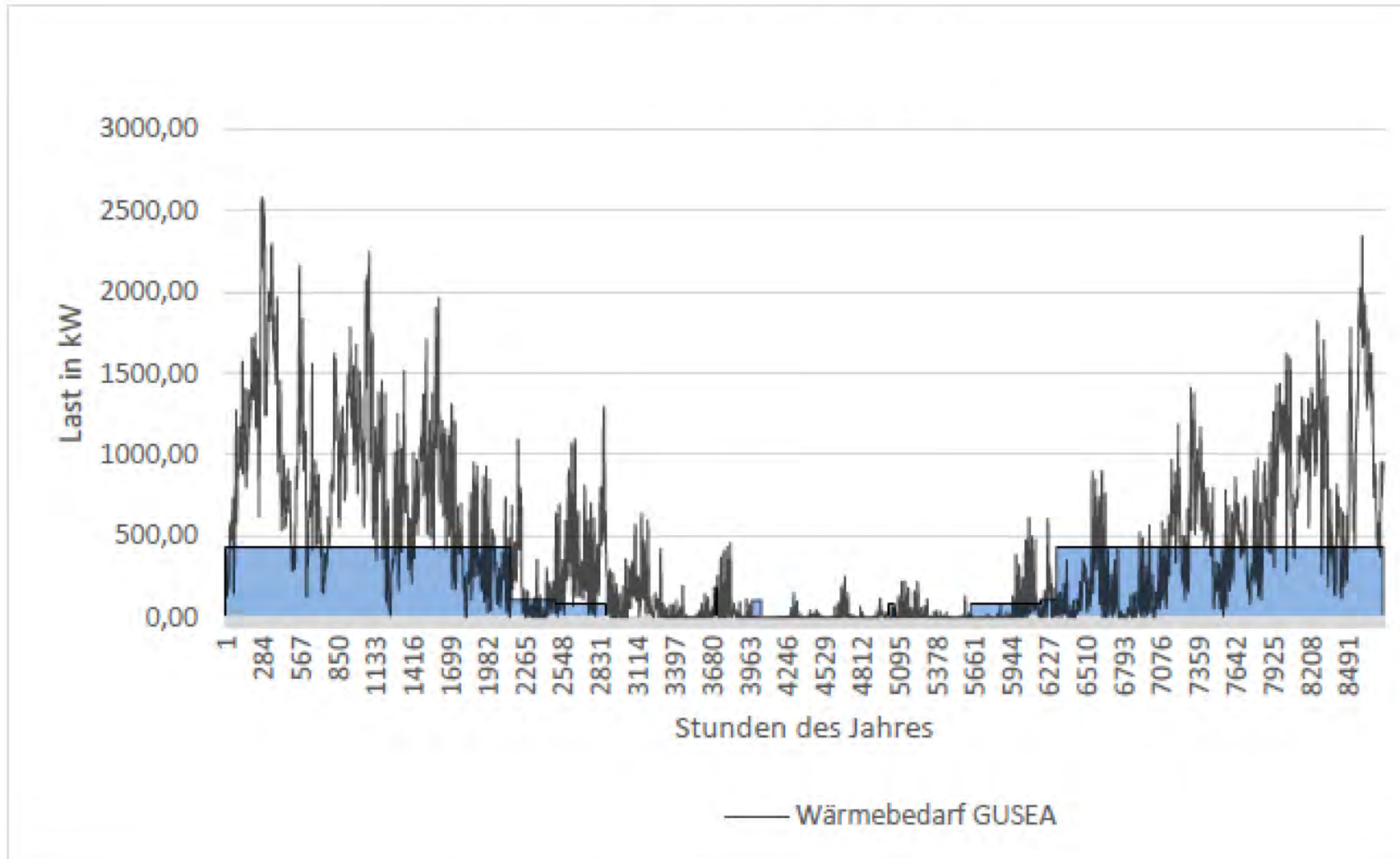


Abbildung 9: Stromlastganglinie GUSEA

GUSEA	
Gesamtjahresbedarf	1.411.641,08 kWh
Spitzenlast	409,68 kW

Tabelle 10: Strombedarf GUSEA

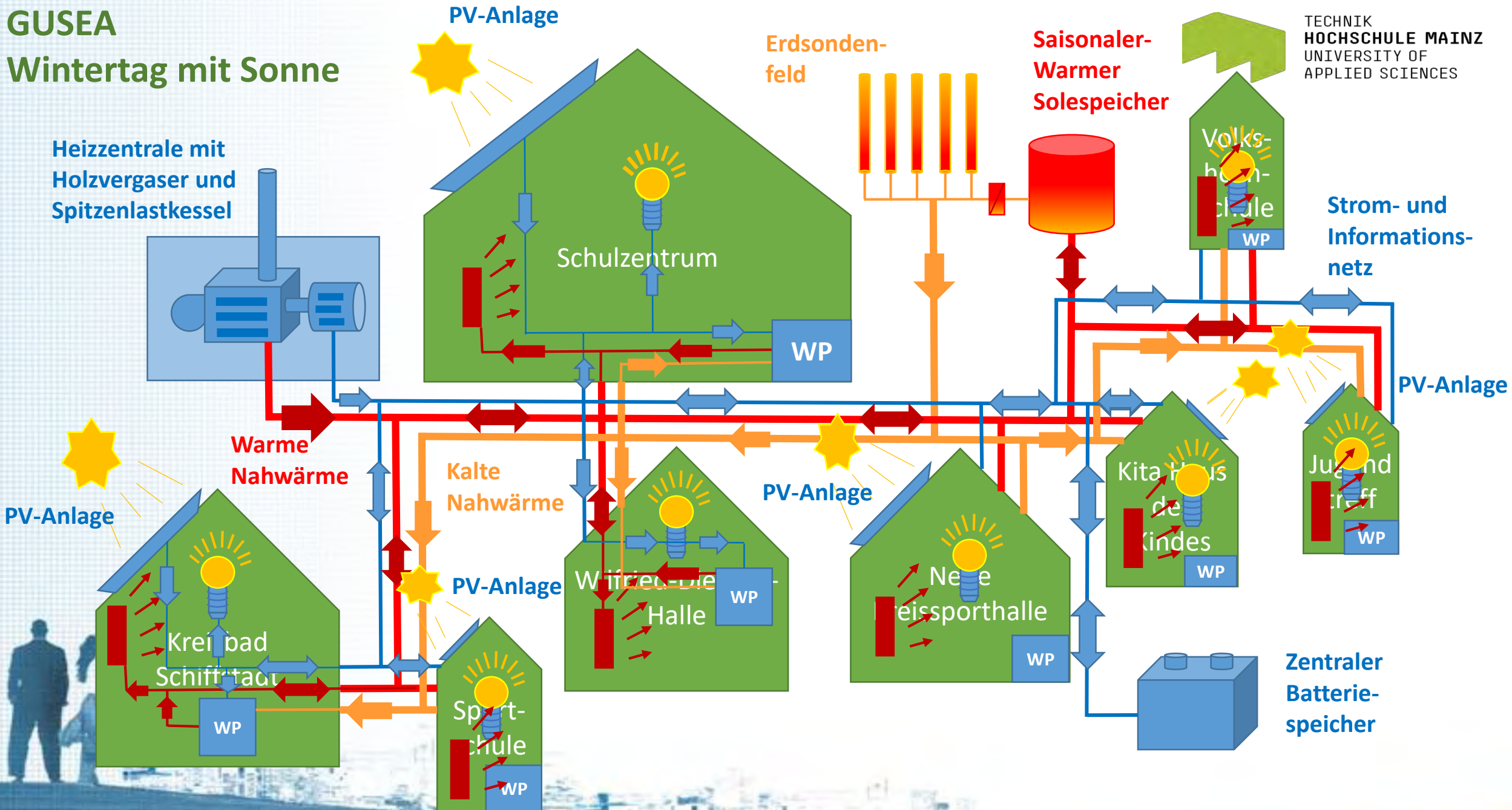
GUSEA / Wärme Zusammenfassung



Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

GUSEA

Wintertag mit Sonne

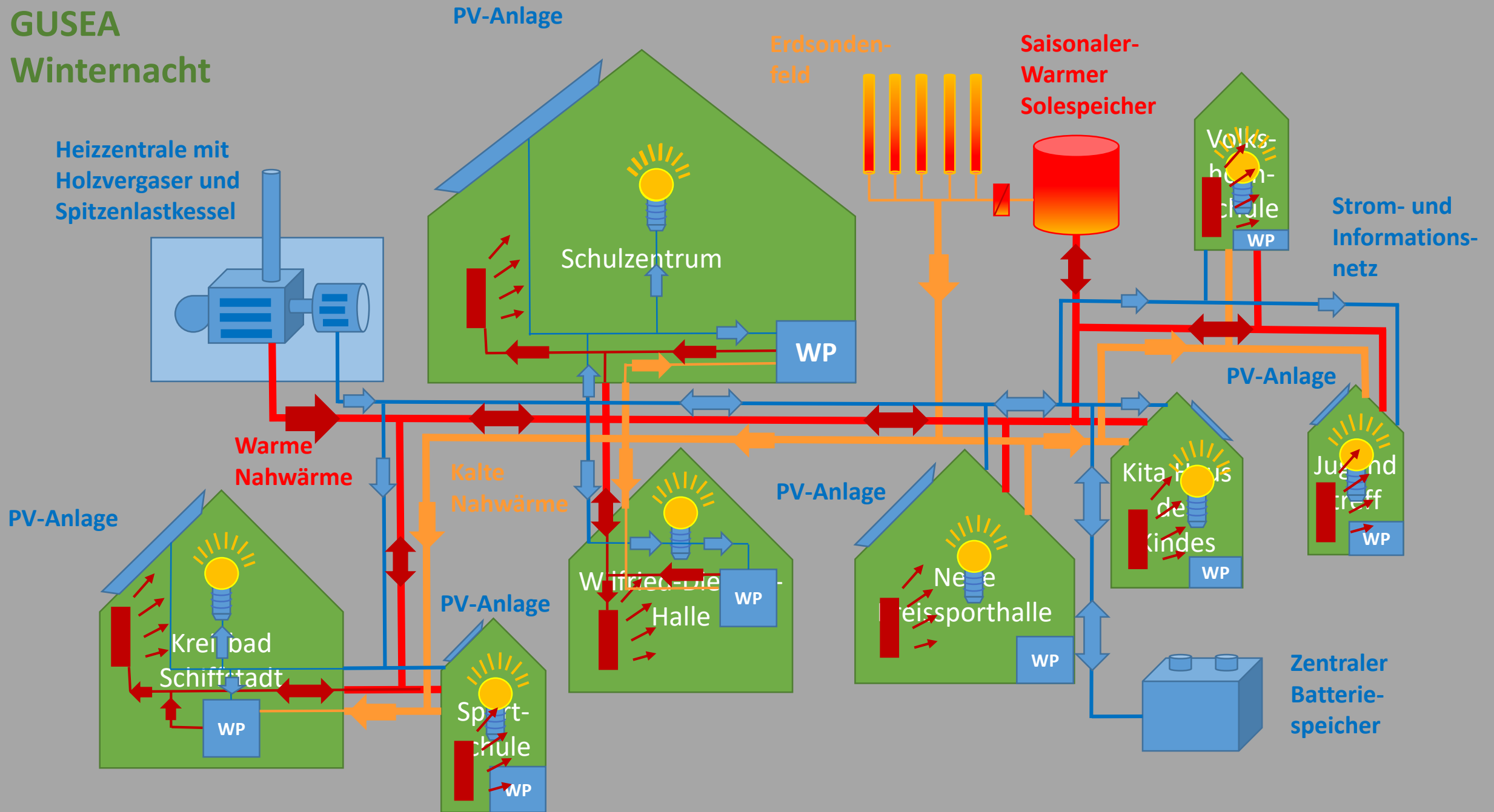


TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

GUSEA

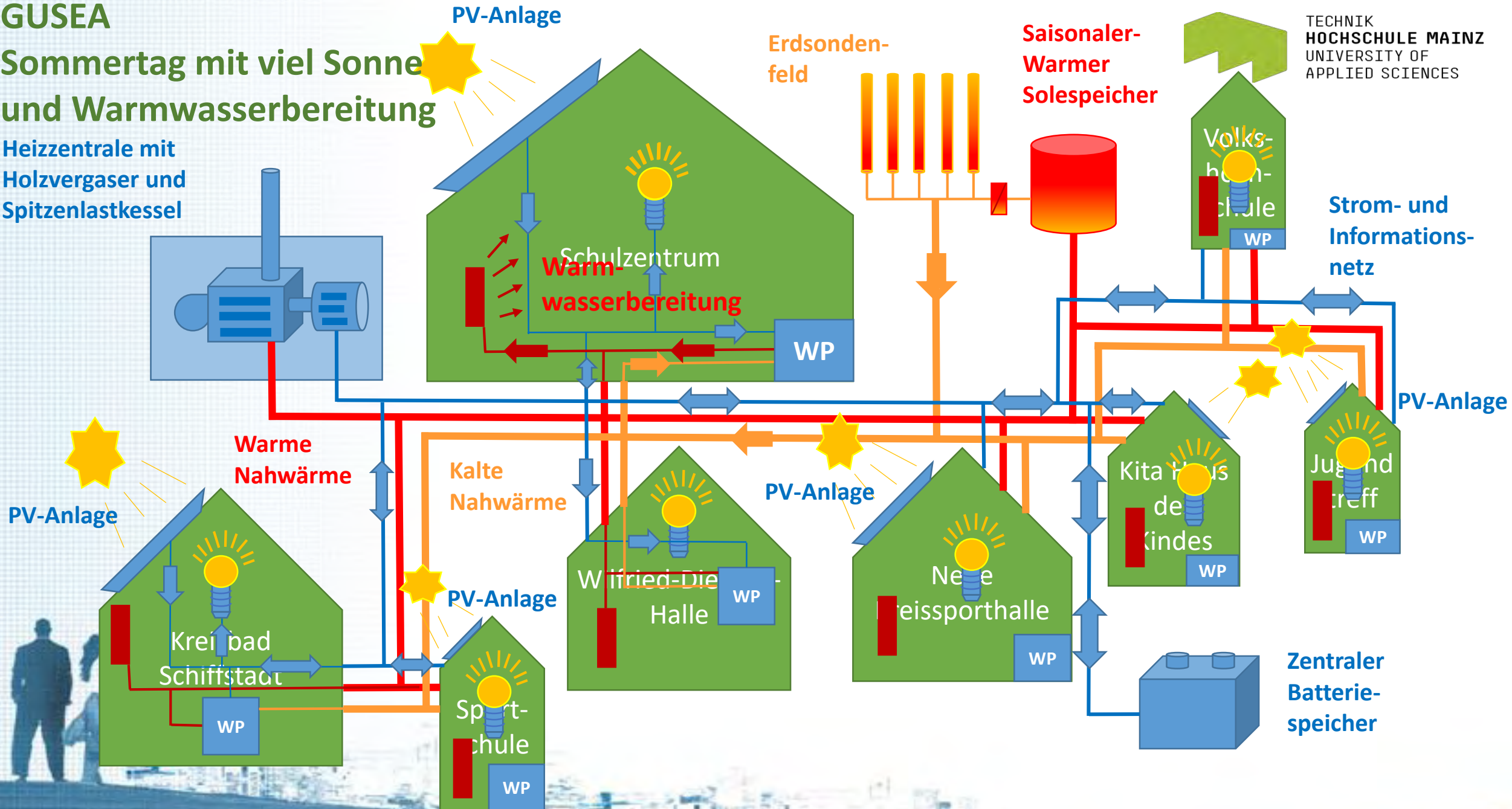
Winternacht



GUSEA

Sommertag mit viel Sonne und Warmwasserbereitung

Heizzentrale mit Holzvergaser und Spitzenlastkessel



TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

GUSEA

Sommernacht mit Warmwasser und hoher Strombedarf

Heizzentrale mit Holzvergaser und Spitzenlastkessel

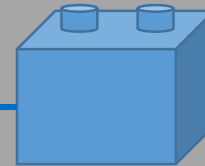
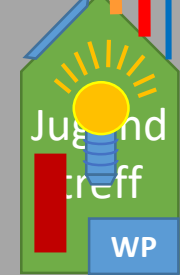
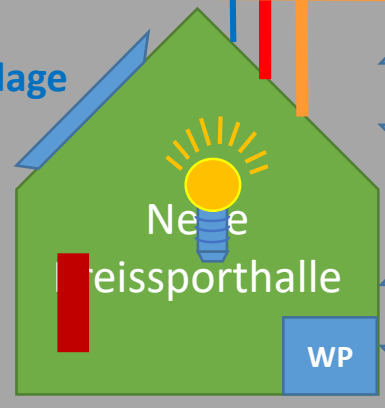
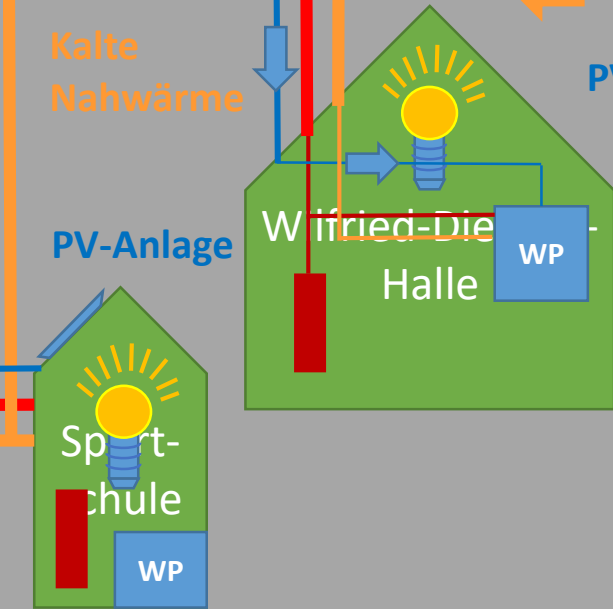
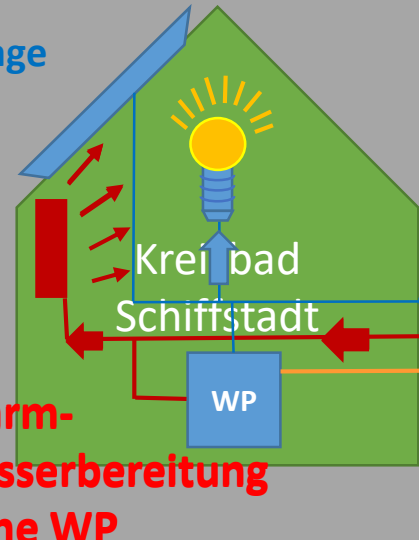
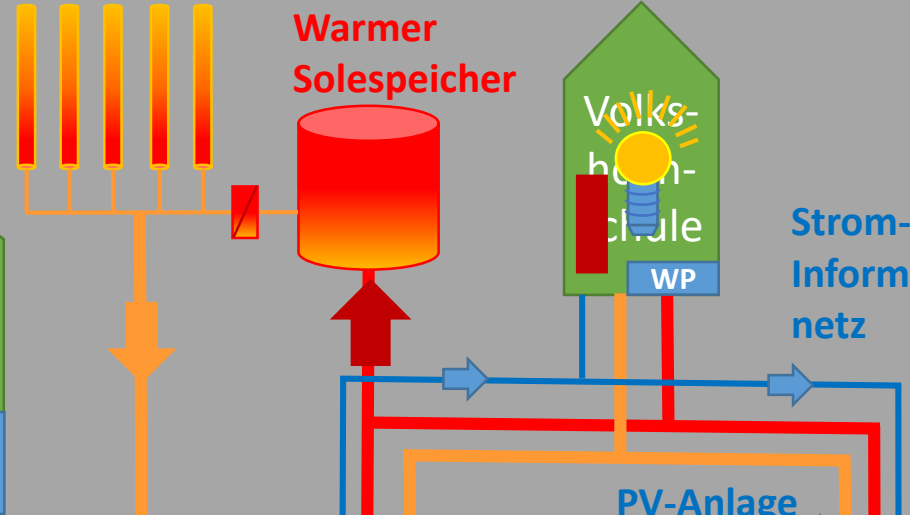
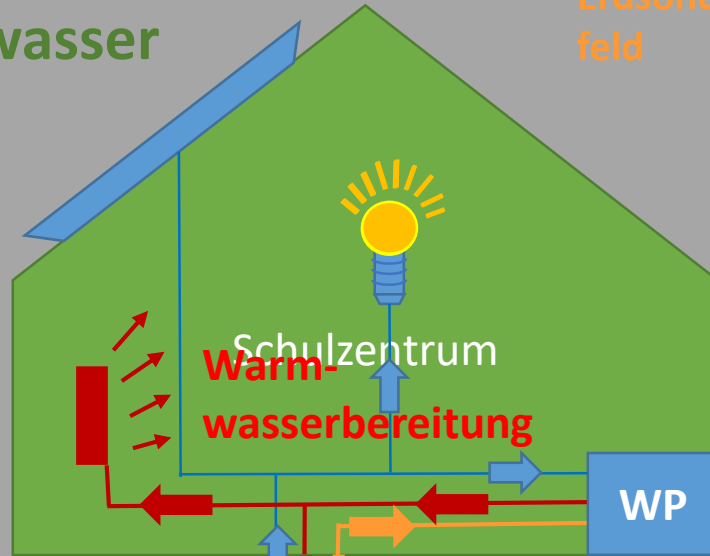
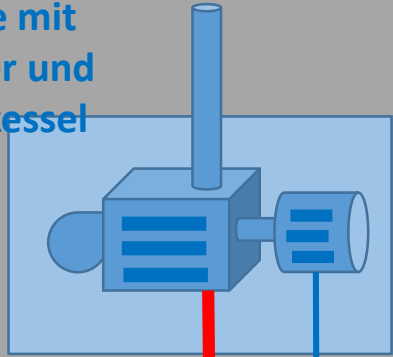
PV-Anlage

PV-Anlage

Erdsondenfeld

Saisonal-Warmer Solespeicher

Strom- und Informationsnetz



Warme Nahwärme

Kalte Nahwärme

PV-Anlage

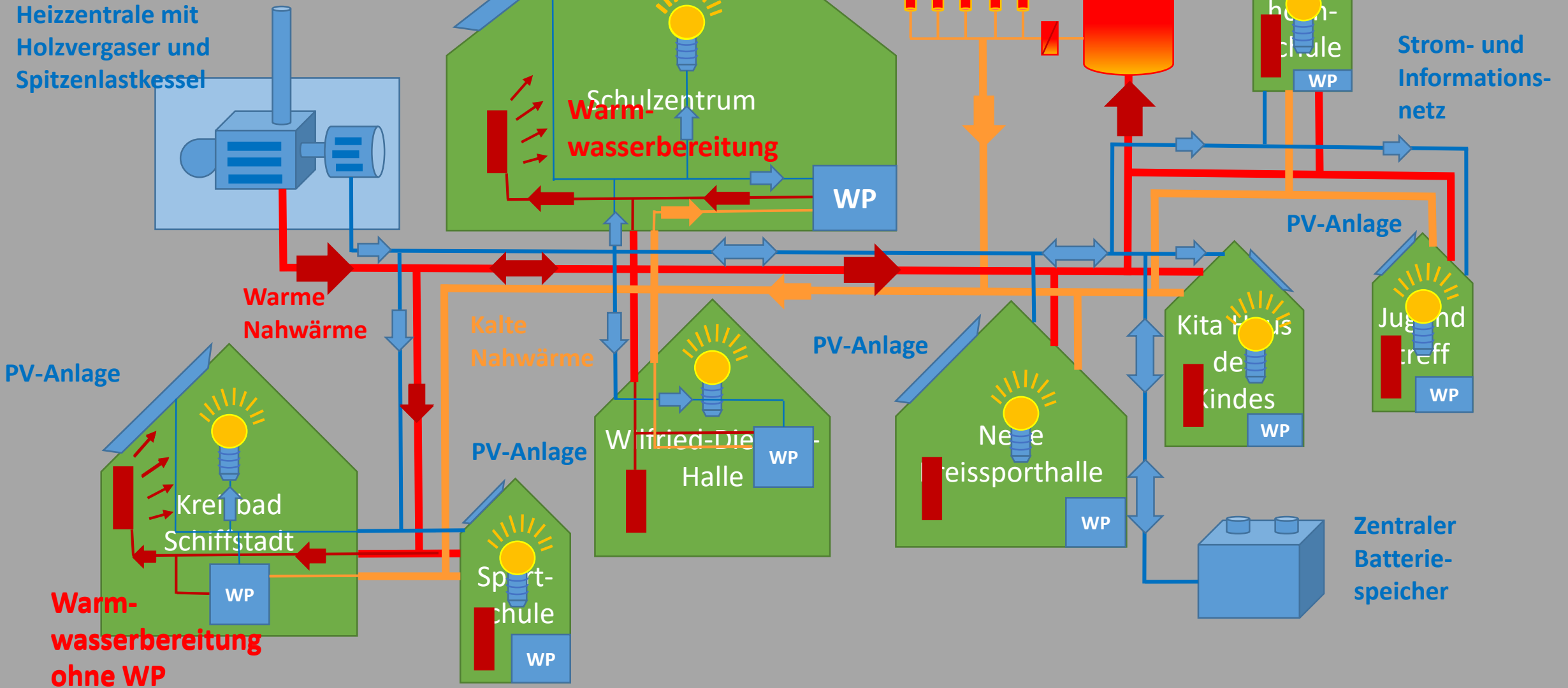
PV-Anlage

PV-Anlage

PV-Anlage

Warmwasserbereitung ohne WP

Zentraler Batteriespeicher



GUSEA

Sommernacht ohne Warmwasser
Wärmespeicher VOLL bzw.
wenig Strombedarf

Heizzentrale mit
Holzvergaser und
Spitzenlastkessel

PV-Anlage

Warme
Nahwärme

Kreißbad
Schiffstadt

WP

PV-Anlage

Schulzentrum

WP

PV-Anlage

Wilfried-Die
Halle

WP

PV-Anlage

Neue
Freisporthalle

WP

Erdsonden-
feld

Saisonal-
Warmer
Solespeicher

Regeneration des
Sondenfeldes

Volks-
hoch-
schule

WP

Strom- und
Informations-
netz

PV-Anlage

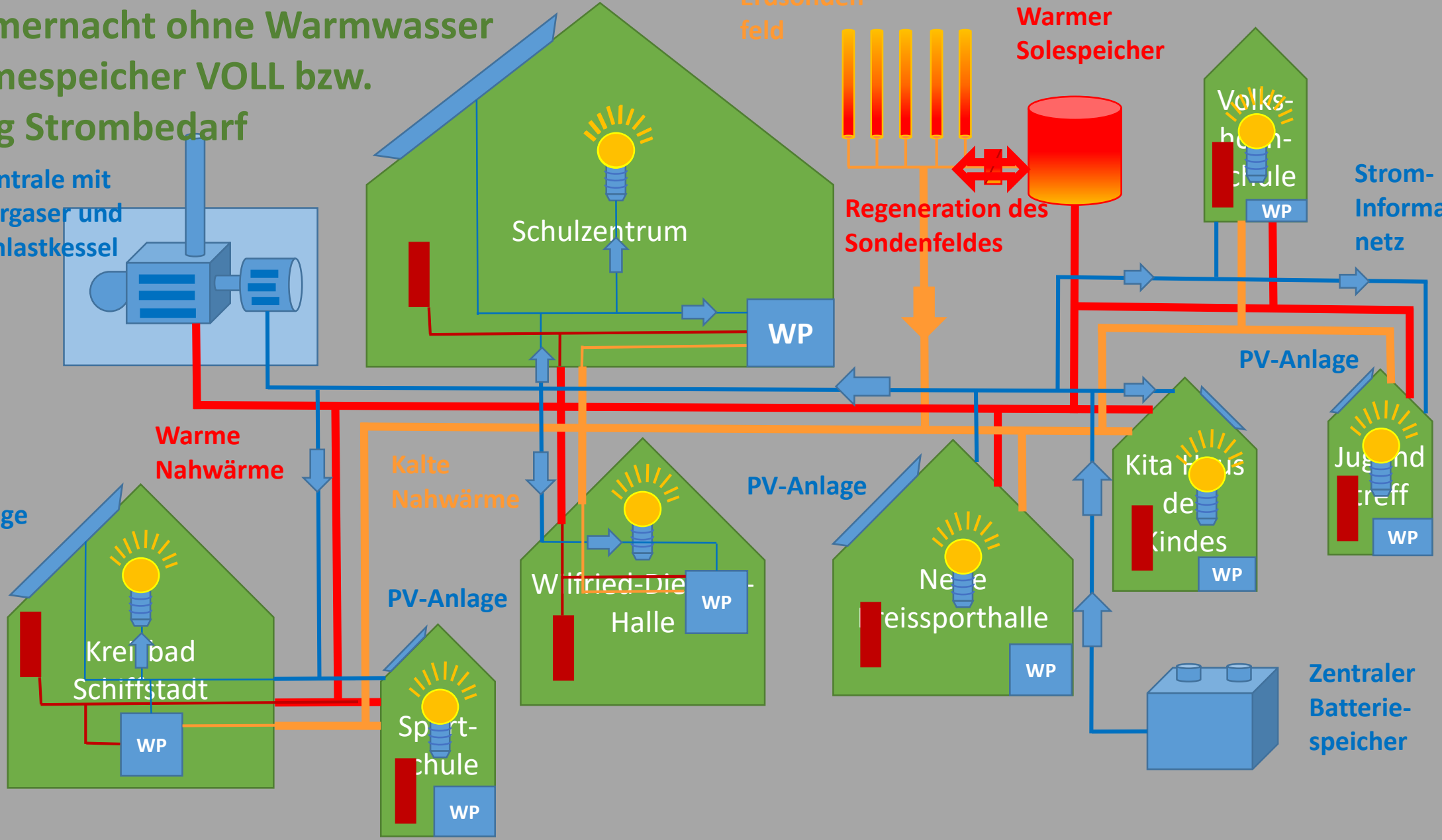
Kita Haus
des
Kindes

WP

Jugend-
treff

WP

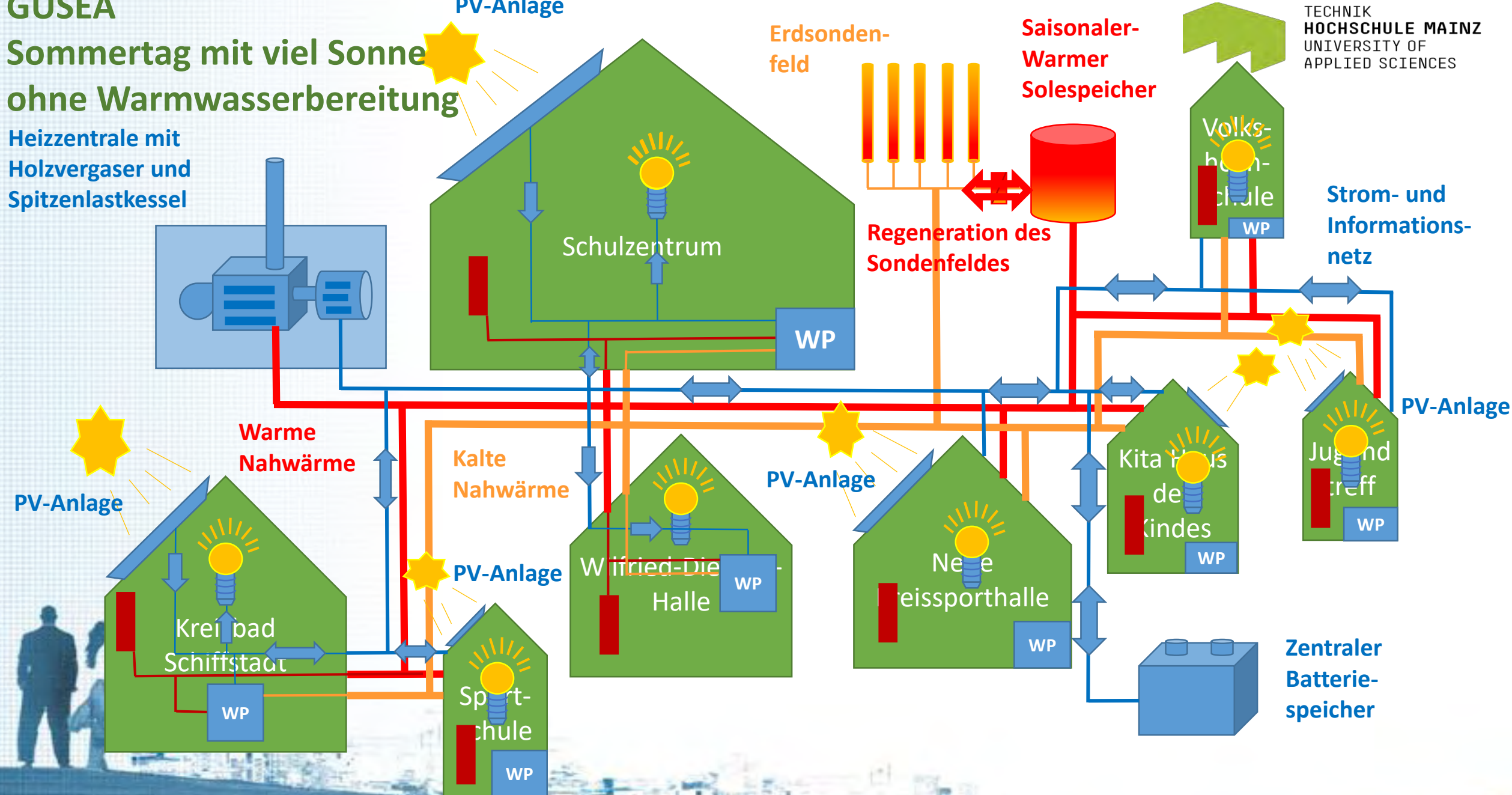
Zentraler
Batterie-
speicher



GUSEA

Sommertag mit viel Sonne
ohne Warmwasserbereitung

Heizzentrale mit Holzvergaser und Spitzenlastkessel



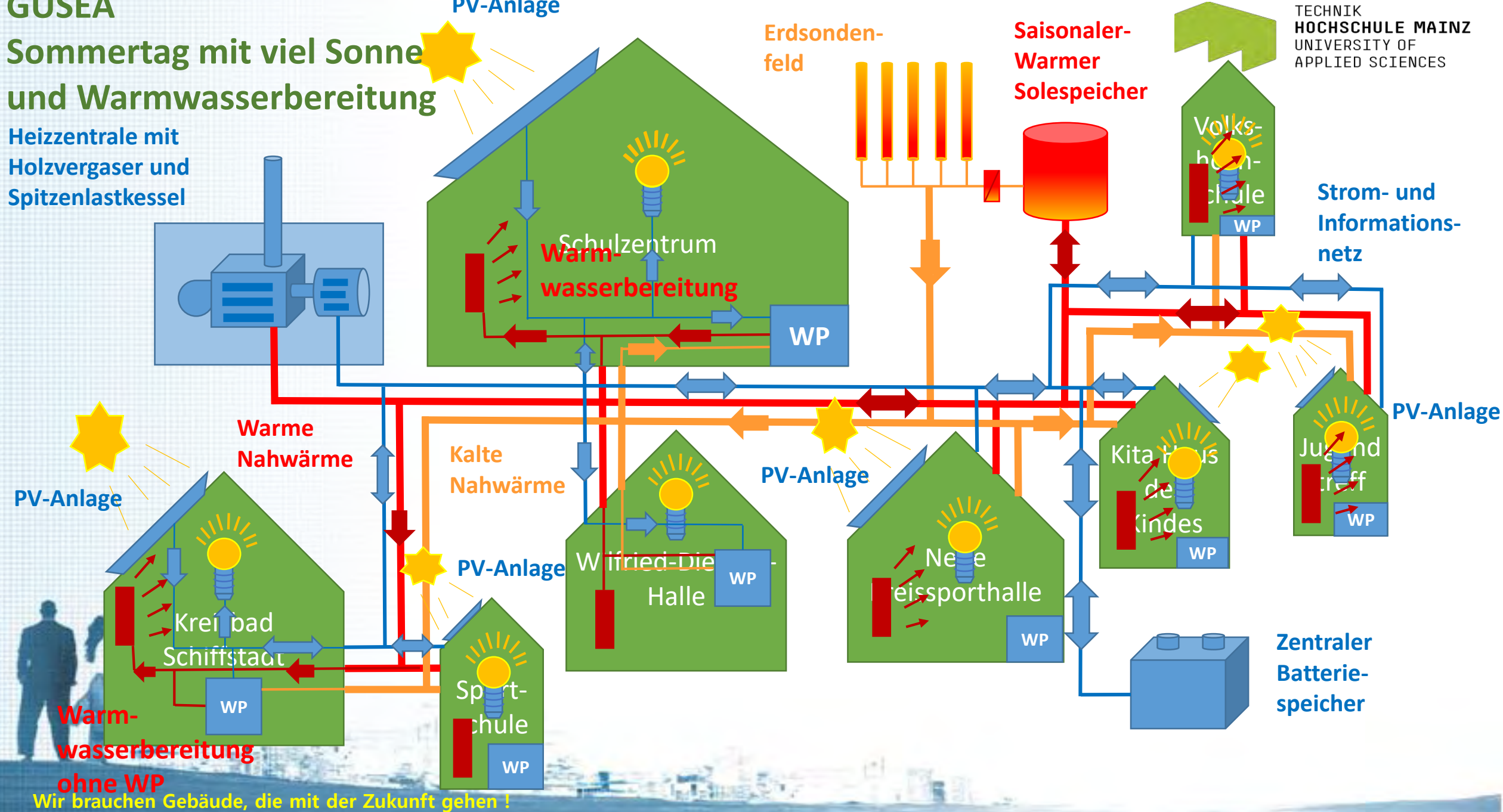
TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

GUSEA

Sommertag mit viel Sonne und Warmwasserbereitung

Heizzentrale mit Holzvergaser und Spitzenlastkessel



TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen!

Energieverbund Schulzentrum (Gymnasium, Realschule, Hauptschule)			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	200 kW	35.000,00	35.000,00
Photovoltaik	727 kWp	1.100 € / kWp	799.700
Liegenschaft Kreisbad			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	150 kW	31.000,00	31.000,00
Photovoltaik	119kWp	1.100 € / kWp	130.900,00
Liegenschaft Kreissporthalle			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	70 kW	27.000,00	27.000,00
Photovoltaik	87 kWp	1.100 € / kWp	95.700,00
Liegenschaft Wilfried-Dietrich-Halle			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	100 kW	27.000,00	27.000,00
Liegenschaft Kindertagesstätte			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	40 kW	12.000,00	12.000,00
Photovoltaik	21 kWp	1.100 € / kWp	23.100,00
Liegenschaft Jugendtreff			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	40 kW	12.000,00	12.000,00
Photovoltaik	45 kWp	1.100 € / kWp	49.500,00
Liegenschaft Volkshochschule			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	50 kW	12.000,00	12.000,00
Liegenschaft Sportschule			
	Gesamtleistung	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Wärmepumpe	60 kW	13.000,00	13.000,00
Gesamtkosten [€]			1.267.900,00

Tabelle 45: Investitionskosten Liegenschaften

Heizzentrale			
Energieerzeugung	Anzahl	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Gebäude Energiezentrale	1	360.000,00	360.000,00
Infrastruktur Befeuerung BHKW's	1	146.995,00	146.995,00
Holz-Vergaser-BHKW 111 kW _{th}	2	176.000,00	352.000,00
Holz-Vergaser-BHKW 102 kW _{th}	1	145.000,00	145.000,00
Holz-Vergaser-BHKW 79 kW _{th}	1	132.000,00	132.000,00
Holz-Vergaser-BHKW 25 kW _{th}	1	59.000,00	59.000,00
Heizungstechnik (Puffer, Rohre, MSR. usw.)	1	265.000,00	265.000,00
Biomassekessel 2.000 kW	1	260.000,00	260.000,00
Erdsondenfeld 320kW 6.000 Bohrmeter	1	260.000,00	260.000,00
Stromspeicher-Container mit 2,5 MWh Speicherkapazität, Inkl. Herstellung, Netzeinspeisung, Überwachung, Management- und Ingenieurleistungen	2	1.000.000,00	2.000.000,00
Wärmeenergiespeicher (Wasser-Salz-Lösung)	1	680.000,00	680.000,00
Gesamtkosten Heizzentrale [€]			4.659.995,00

Tabelle 46: Investitionskosten Heizzentrale

Energieverteilung			
Energieerzeugung	Menge	Einzelpreis [€]	Summe [€]
Kalte Nahwärme Leitungen	538 m	625 €/m	336.250,00
Warme Nahwärme Leitungen			
Strom und DV Leitungen	538 m	90 €/m	48.420,00
Gesamtkosten Leitungen [€]			384.670,00 €

Tabelle 47: Investitionskosten Energieverteilung

kalkulatorischer Zinssatz	3,00%					
Sektor	Inv. €	Nutz/a	Annuität	Kosten €/a	Faktor Inst.	Inst. €/a
Netz	384.670	40	4,33%	16.642	8,00%	30.774
Gebäude	1.267.900	15	8,38%	106.208	3,00%	38.037
Heizzentrale plus Speicher usw.	3.040.000	40	4,33%	131.518	1,50%	45.600
Holzvergaser plus Kessel	1.619.995	40	4,33%	70.085	1,00%	16.200
	0	40	4,33%	0	0,50%	0
	0	40	4,33%	0	0,50%	0
	0	40	4,33%	0	2,00%	0
	0	40	4,33%	0	0,50%	0
	0	20	6,72%	0	1,00%	0
Nebenkosten plus Monitoring	600.000	40	4,33%	25.957	2,00%	12.000
	6.912.565	Inv. €		350.409	Kosten €/a	142.611

2. Verbrauchsgebundene Kosten

Bereich	spez. Kosten	Einheit	Kosten €/a	
Energiekosten aus Berechnung			181.144,43	
				0,09
		Summe	181.144,43	€/a

3. Betriebsgebundene Kosten

Bereich	Ansatz	Einheit	Kosten €/a	
Personenstunden	21000,00	€/a	21.000,00	
Instandhaltung plus Verwaltung	2000,00	€/a	144.610,55	
		Summe	165.610,55	€/a

4. Zusammenstellung

	Kosten €/a	
Kapitalgebunden	350.409,28	
Verbrauchsgebunden	181.144,43	
Betriebsgebunden	165.610,55	
	Summe	697.164,26 €/a

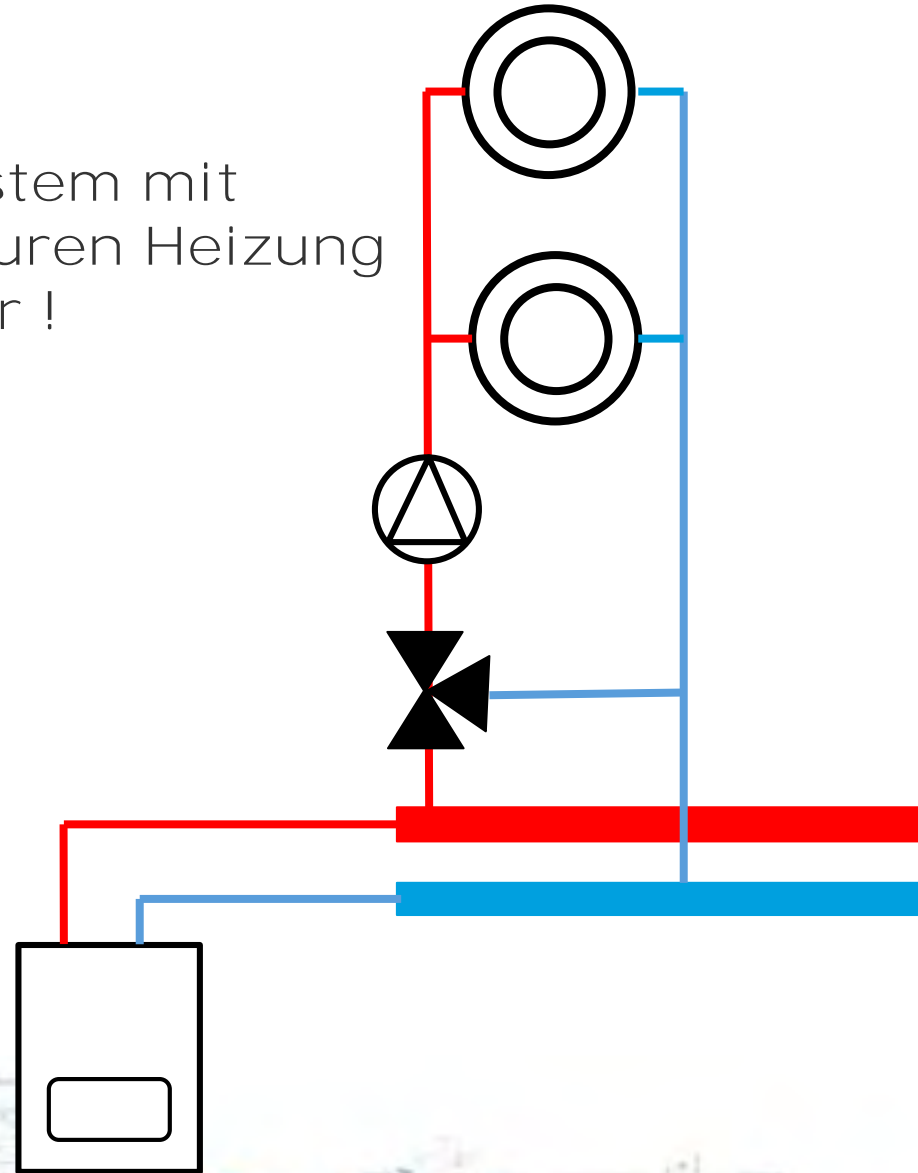
5. Gegenüberstellung

	Kosten €/a	
Wärmepreis Vollkosten ca. 102 Euro pro MWh	393.435,97	
Stromkosten Vollkosten 25 Cent pro kWh	299.371,00	
	Summe	692.806,97 €/a



Technikkonzept:

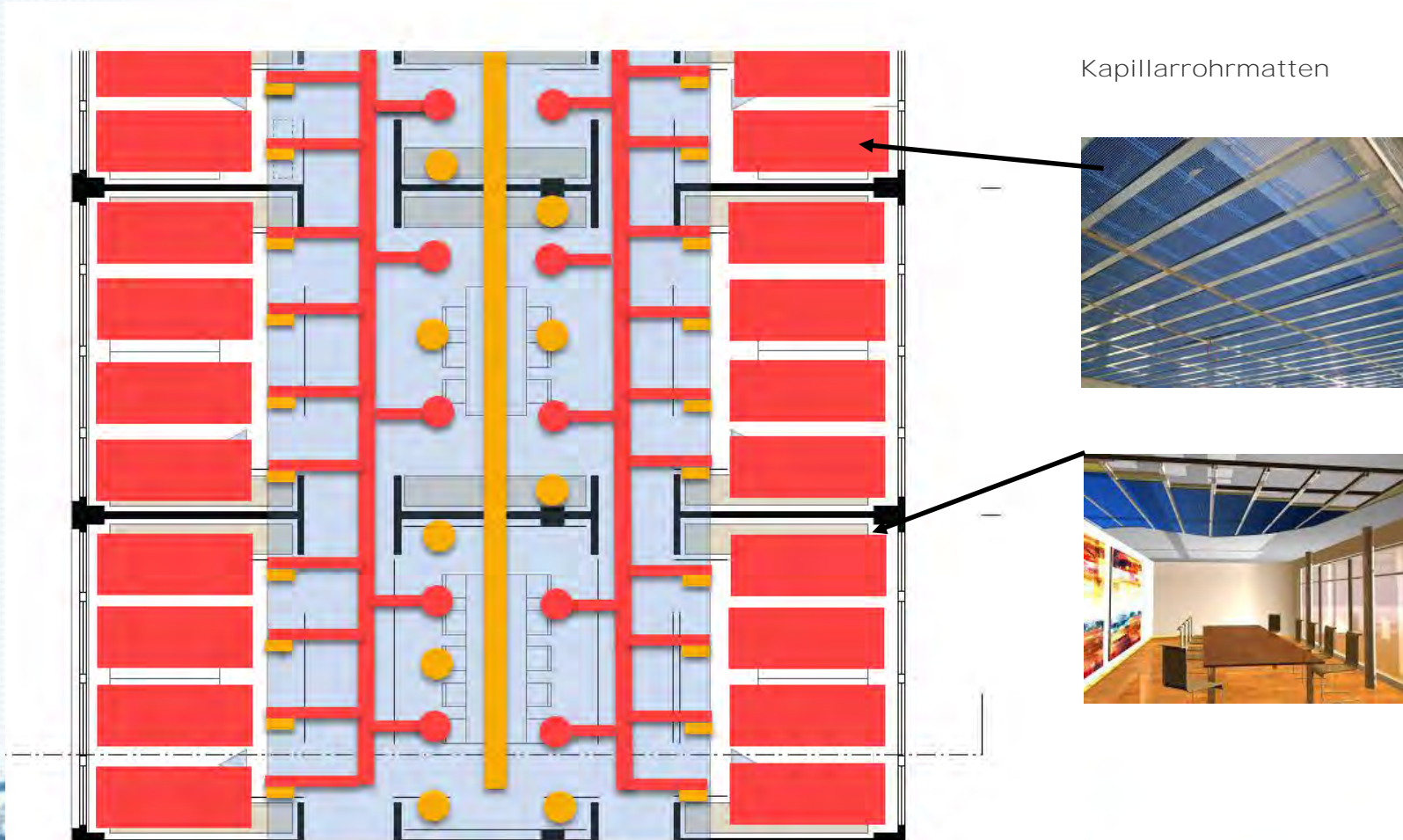
Vorhandenes System mit Systemtemperaturen Heizung 70/ 55 und höher !



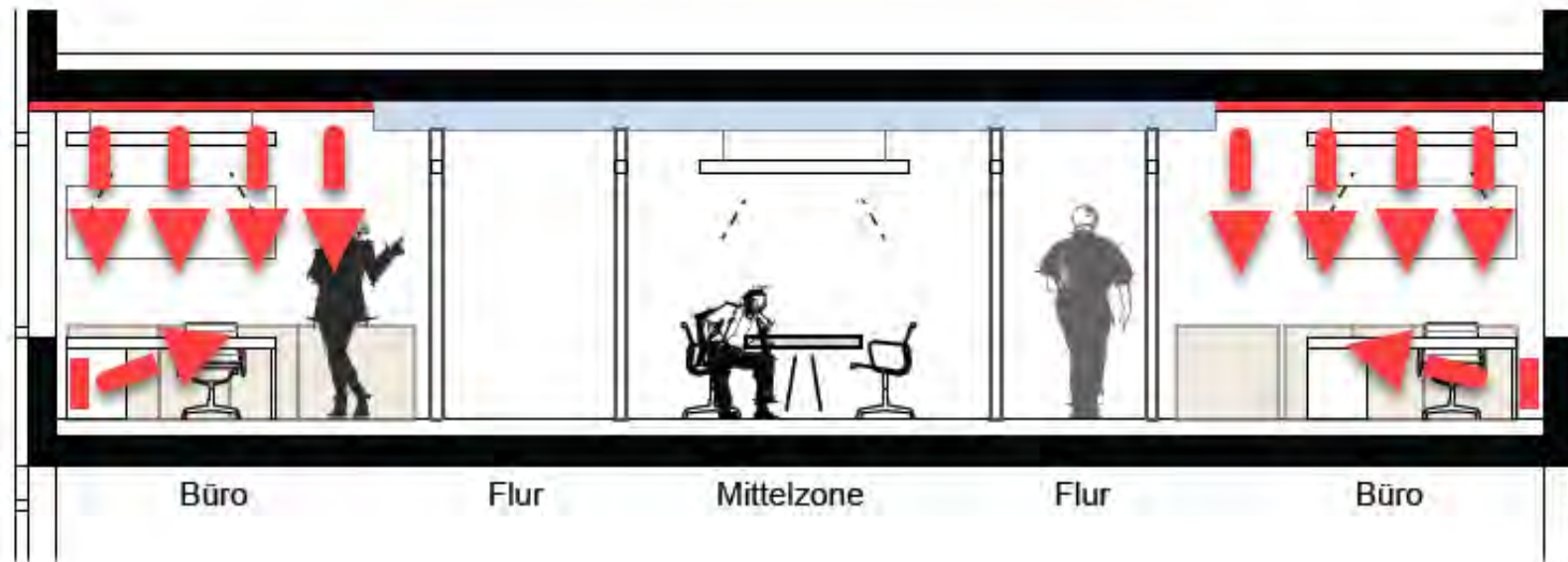
Zukunftsideen für Quartiere

Kalte Nahwärme im Bestand:

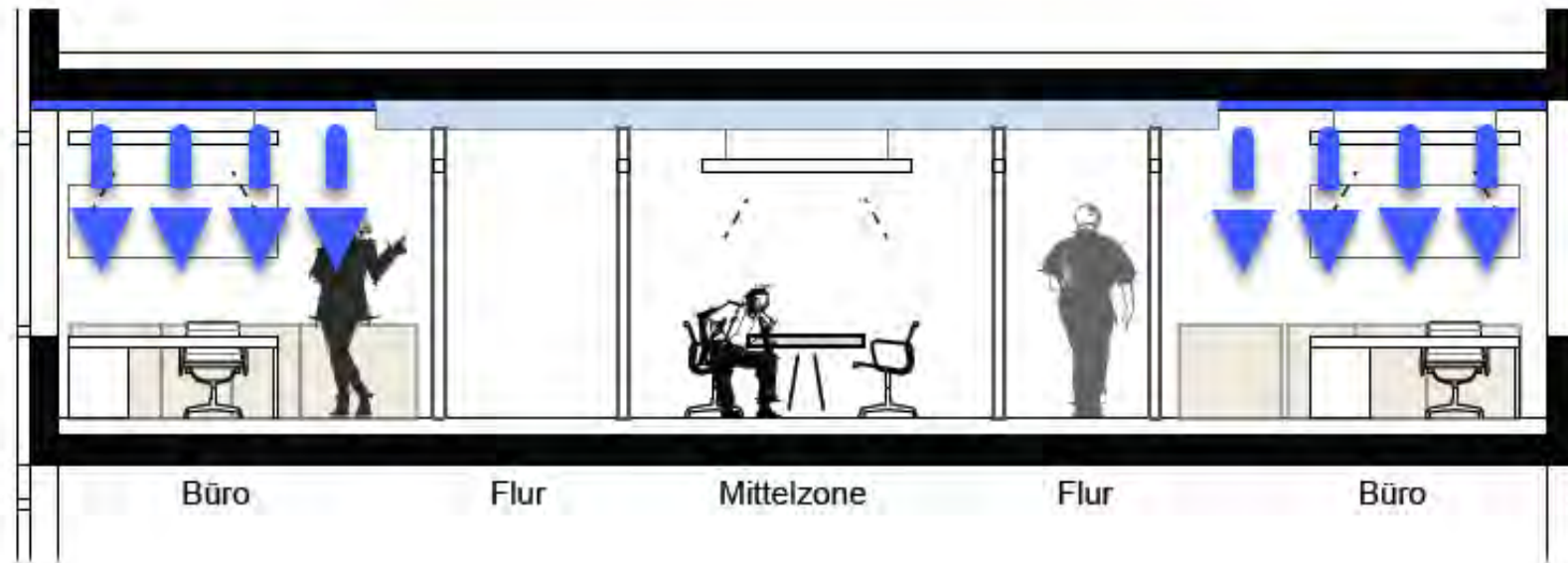
Sanierungskonzept: Einbau einer AKI-Zone in den Räumen



Heizung über die AKI-Zone in Kombination mit dem vorhandenen System (Heizkörper)

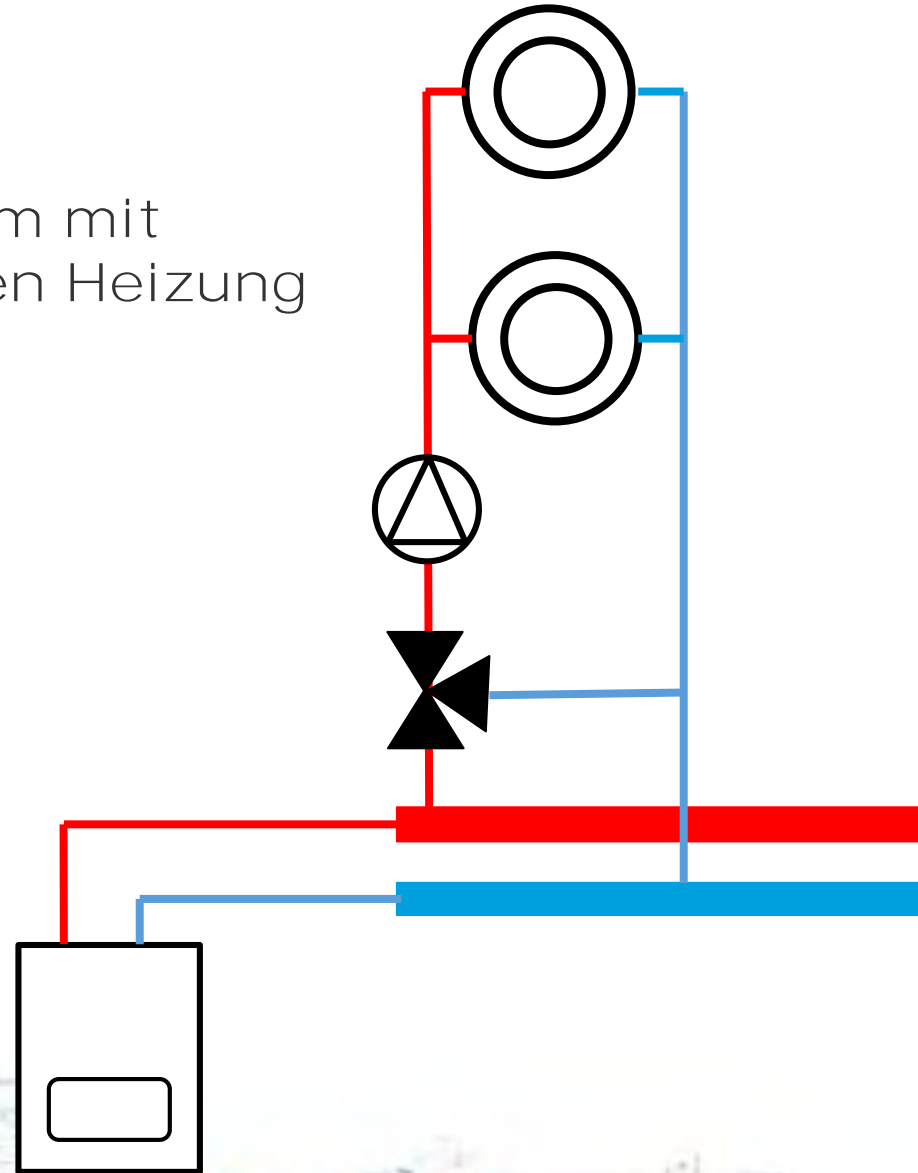


Kühlung über die AKI-Zone (Kühlleistung 30-60 W/m²) :



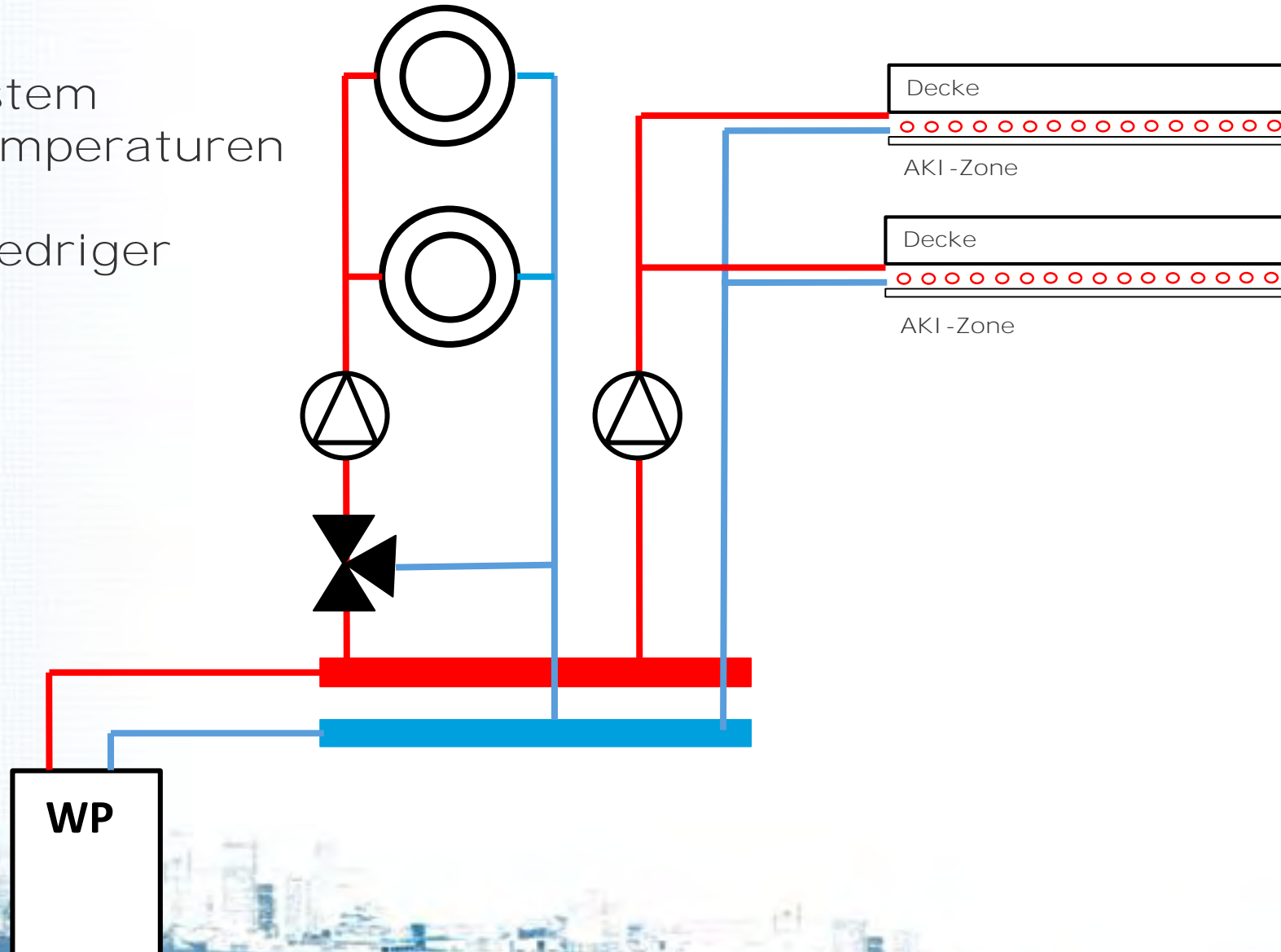
Technikkonzept:

Vorhandenes System mit
Systemtemperaturen Heizung
70/ 55 und höher !



Technikkonzept:

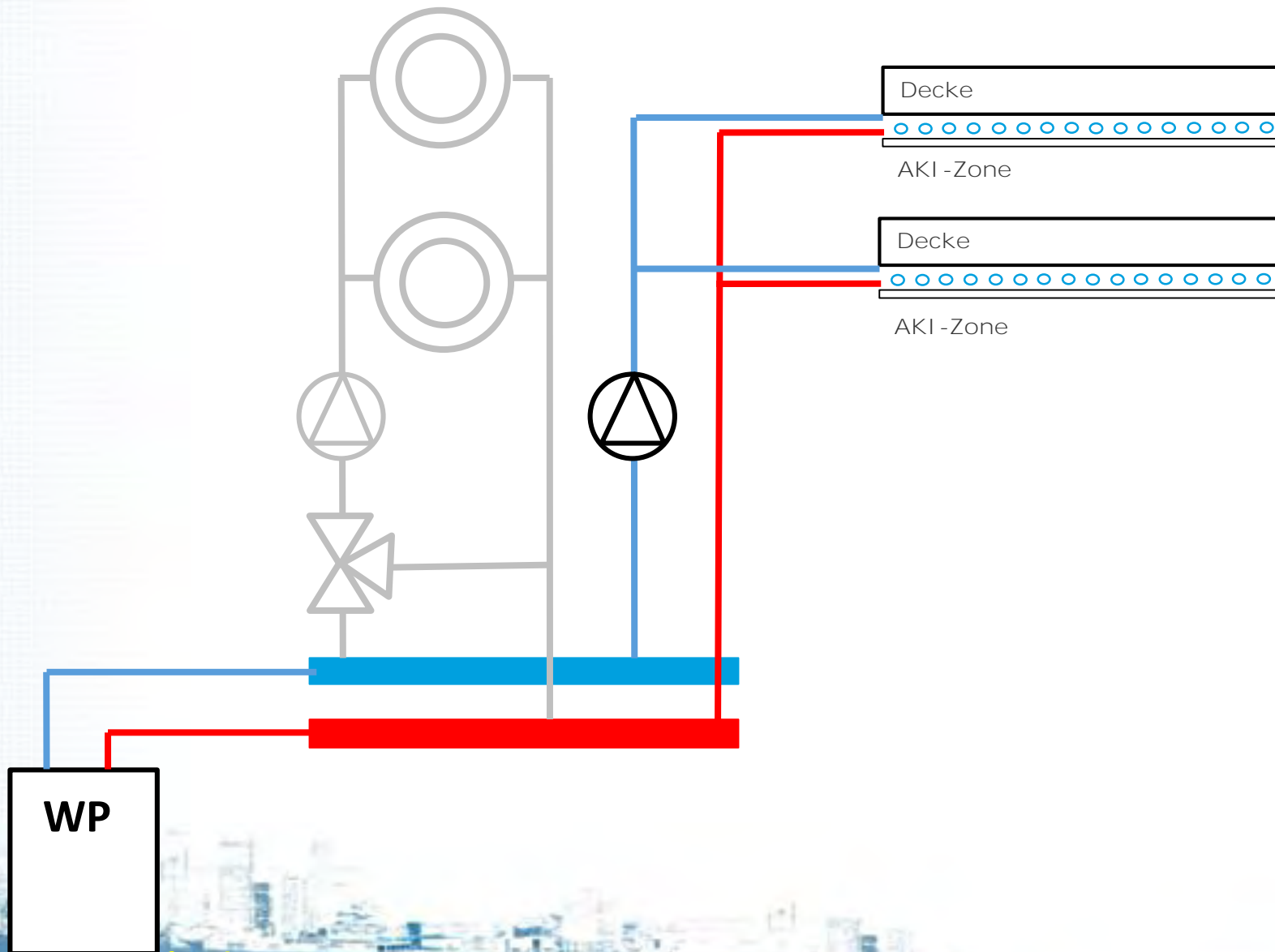
Saniertes System
mit Systemtemperaturen
Heizung
40/33 und niedriger



Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

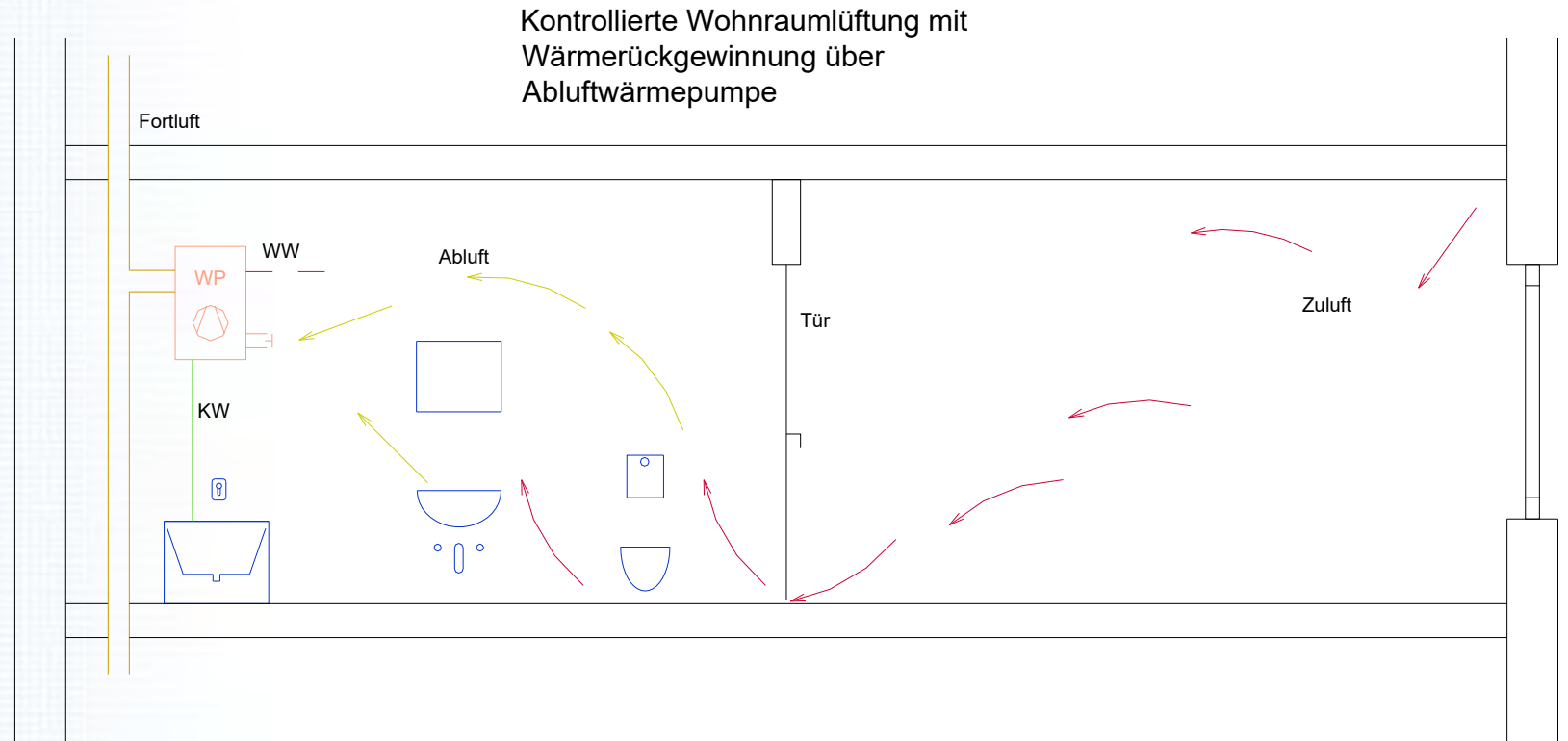
Technikkonzept:

Kühlung

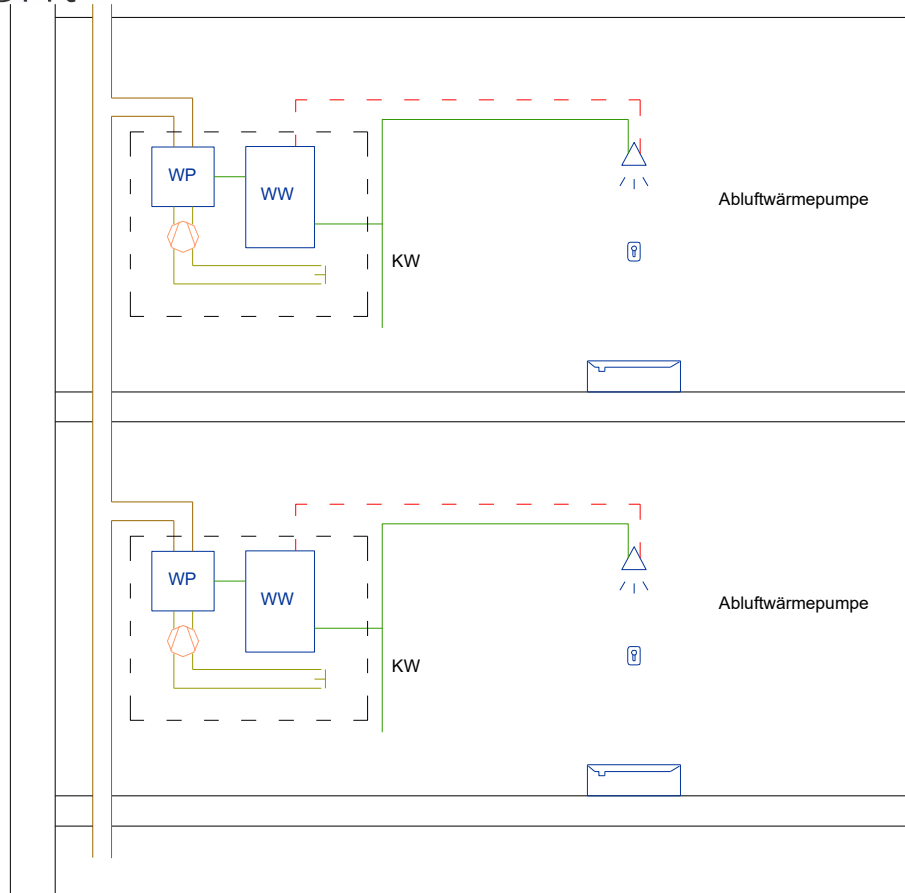


Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Technikkonzept: Abluft-Warmwasser Wärmepumpe als Vorwandelement

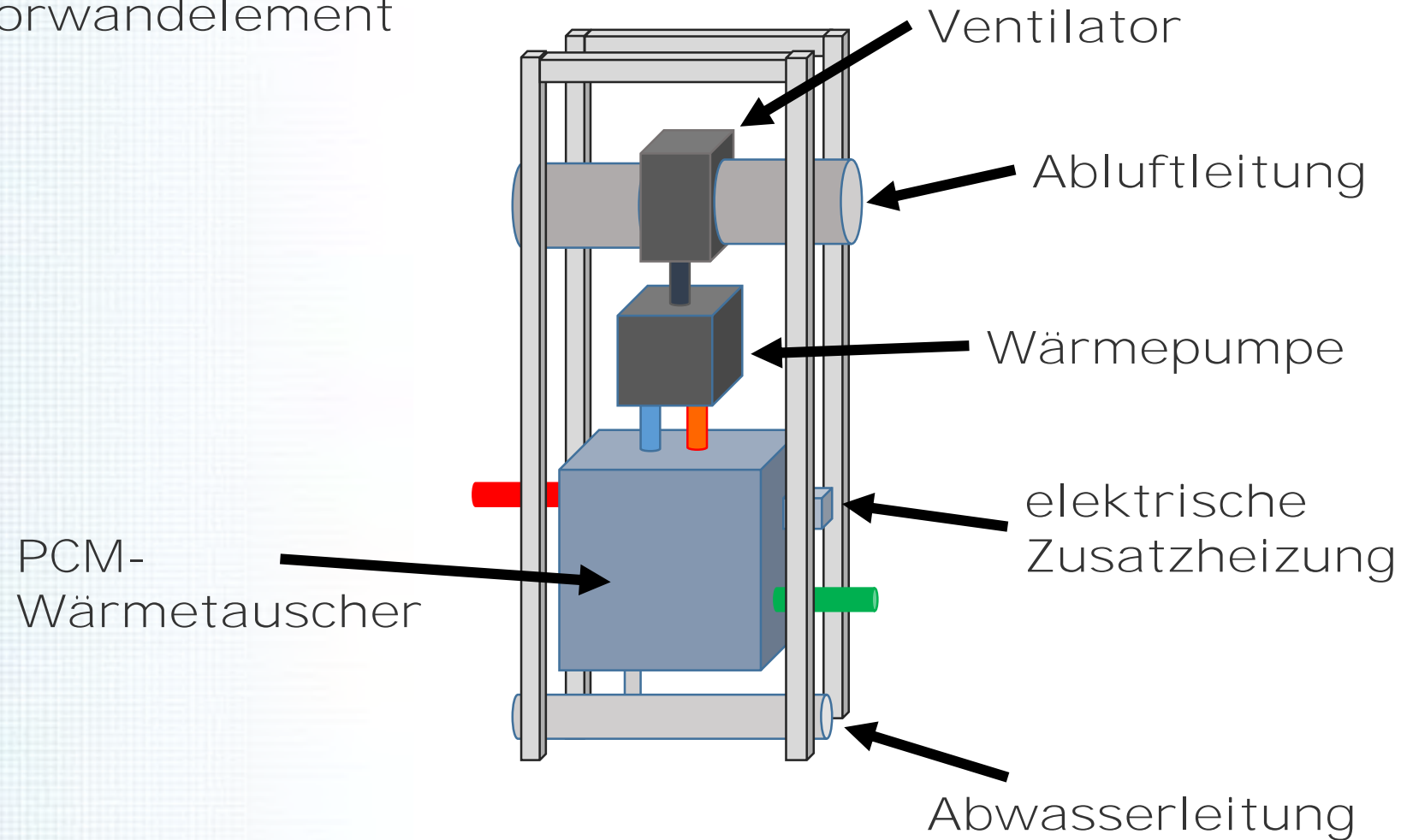


Technikkonzept: Abluft-Warmwasser Wärmepumpe als Vorwandelement

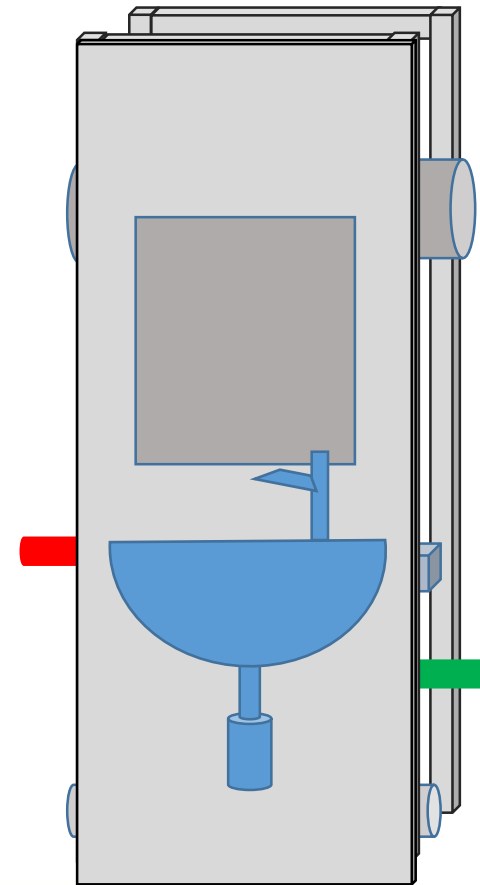
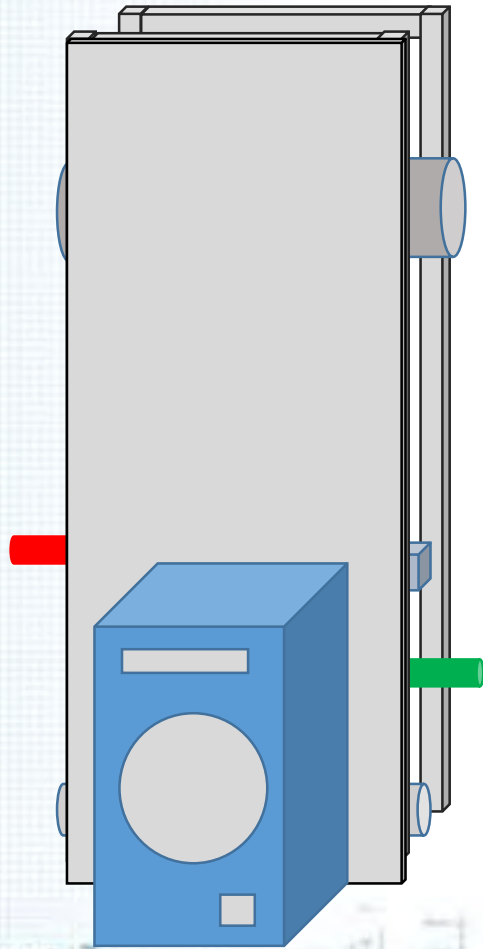


Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Technikkonzept: Abluft-Warmwasser Wärmepumpe als Vorwandelement



Technikkonzept: Abluft-Warmwasser Wärmepumpe als Vorwandelement





**ALLES, WAS
DU DIR VORSTELLEN KANNST,
SOLLTEST DU VERSUCHEN.**

#EINFACHMACHEN

WILLKOMMEN IN DER ZEIT DES AUSPROBIERENS.
ENTDECKE ÜBER 130 AUSBILDUNGSBERUFE IM HANDWERK.

DAS HANDWERK
DIE WIRTSCHAFTSMACHT. VON NEBENAN.