#1

KALTBRUNN - WÄRMENETZ 4.0
BÜRGERVERANSTALTUNG 30.05.2022

THOMAS SCHILD I ANIKA ZWIENER

DREES & SOMMER

ZAHLEN UND FAKTEN

Stand Juni 2021

23 Mal in Deutschland

46
Standorte weltweit

unabhängig

1970
gegründet

Über 4.000
Mitarbeitende

4.404
Bauprojekte 2020

57,2
Mio. €
Operatives Ergebnis 2020

517,2
Mio. €
Konzernumsatz 2020

© peshkova – Fotolia.com

DREES & SOMMER

UNSER ANGEBOT FÜR SIE

PROJEKT-MANAGEMENT

GENERAL CONSTRUCTION MANAGEMENT

INTEGRATED URBAN SOLUTIONS

LEAN CONSTRUCTION MANAGEMENT

WORKPLACE CONSULTING

BRANCHEN-BEZOGENE PROZESS-BERATUNG

GENERAL-FACHPLANUNG

REAL ESTATE INVESTMENT CONSULTING

INFRASTRUKTUR: BERATUNG, PLANUNG, MANAGEMENT

FACILITY MANAGEMENT CONSULTING

BAUMANAGEMENT

BESTANDS-OPTIMIERUNG/ REVITALISIERUNG

PROJEKT-VORBEREITUNG

REAL ESTATE CONSULTING

ASSET- UND PORTFOLIO-ANALYSE

GRUNDSTÜCKS-ENTWICKLUNG

BIM-SOLUTIONS

INTEGRALES BAUMANAGEMENT

NACHHALTIGKEITS-BERATUNG

© peshkova - Fotolia.com

DREES & SOMMER

ENGINEERING

Wirtschaftlich, technisch optimal und ökologisch

- Beraten
- Life-Cycle-Engineering
- Technisch-wirtschaftliche Bauberatung
- Energiemanagement
- Nachhaltigkeitsberatung
- Green-Building-Zertifizierung

Dr.-Ing. Thomas Schild, M.B.A.

Energy & Sustainability

Senior Consultant

Teamleiter

Anika Zwiener, B.Eng., M.Eng.

Energy & Sustainability

Consultant

© Pattanaphong Khuankaew / EyeEm – gettyimages.com

Drees & Sommer

MACHBARKEITSSTUDIE WÄRMENETZSYSTEM 4.0

Aufgabe

Erstellung einer Machbarkeitsstudie (Modul I) zu einem Wärmenetzsystem 4.0 für Kaltbrunn + Neubau

Was ist ein Wärmenetzsystem 4.0

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
- Mit der Bundesförderung werden **innovative Wärmenetzsysteme** mit überwiegendem **Anteil erneuerbare Energien** und Abwärme adressiert
- Modul I: Machbarkeitsstudie (wird derzeit durchgeführt)
  - Prüft, welche Varianten möglich sind
  - Prüft Genehmigungsfähigkeit der Varianten
- Modul II: Realisierung eines Wärmenetzsystems 4.0

DREES & SOMMER

AGENDA

01 Grundlagenermittlung

02 Potentialanalyse

03 Wirtschaftlichkeit

04 Zusammenfassung & Ausblick

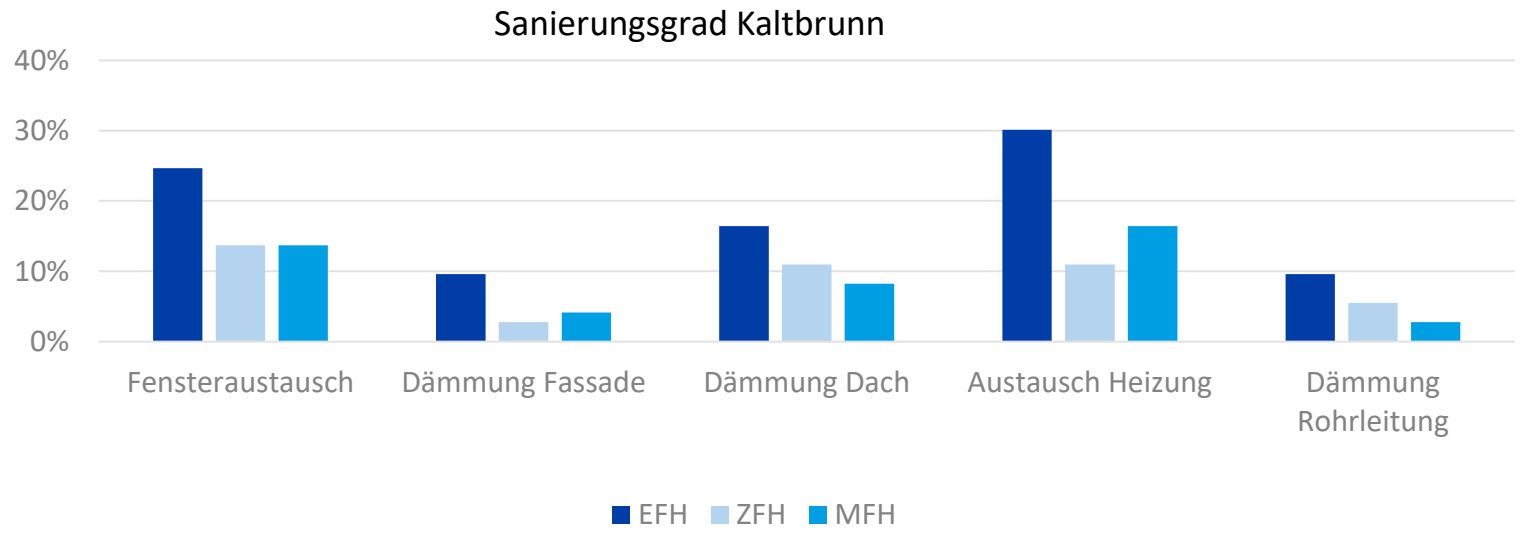
AGENDA

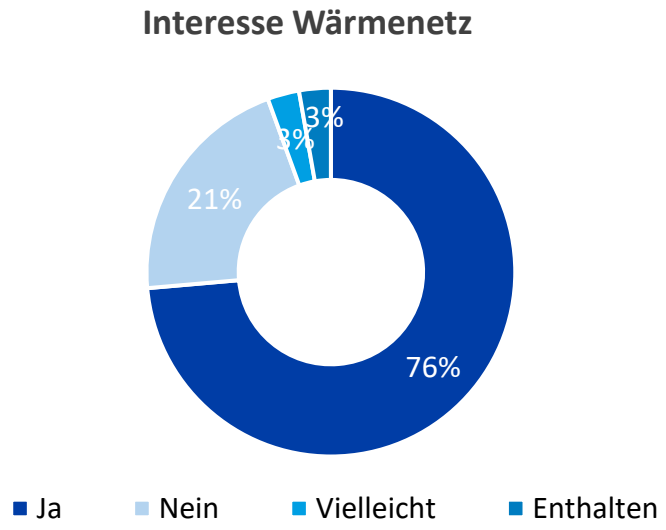
01 Grundlagenermittlung

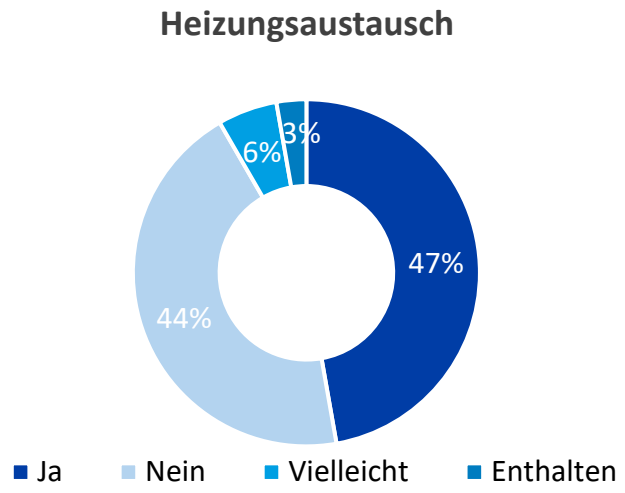
WÄRMEBEDARF BESTANDSGEBÄUDE

Auswertung Bürgerbefragung (72 Rückmeldungen)

72 Rückmeldungen		
>50 Ölheizung **10** Pelletheizung **3** Gasheizung **3** Wärmepumpen	**16** haben einen zusätzlichen Kachelofen	**14** haben Solarthermie (Deckungsanteil etwa 72 MWh/a)







DREES & SOMMER

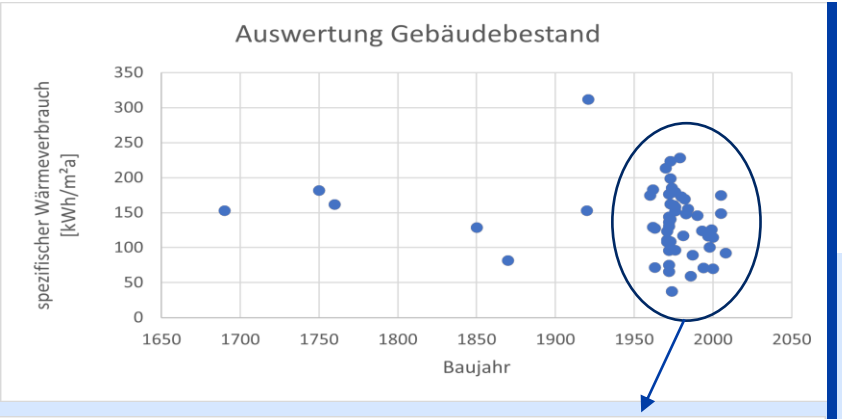
ANALYSE GEBÄUDEBESTAND

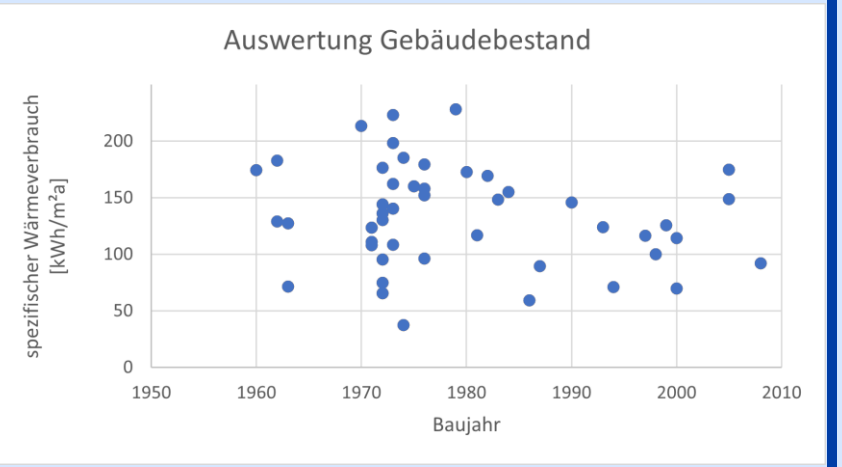
Auswertung

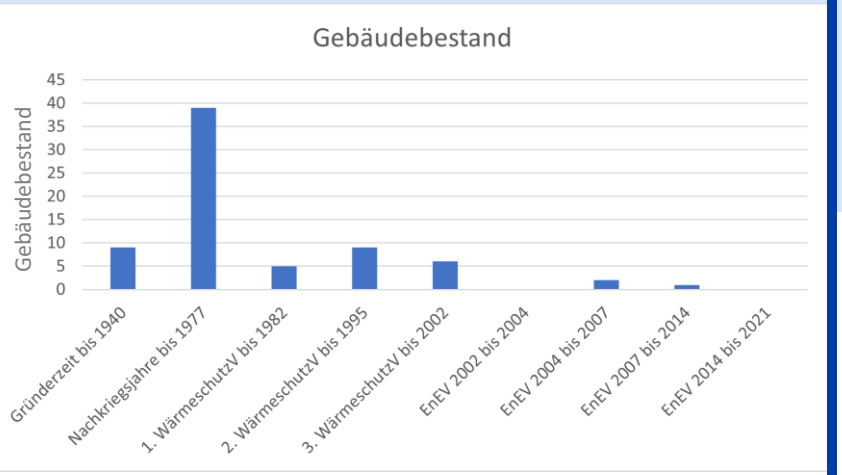
- Energieverbrauchsdaten für die Jahre 2018, 2019 und 2020
- Die Winter dieser Jahre waren im Verhältnis mild. Es werden Korrekturfaktoren gem. DWD verwendet:

Jahr	Korrekturfaktor
2018	1,17
2019	1,09
2020	1,14

- Spezifischer Heizwärmebedarf: 40-250 kWh/m²*a (schwankt je nach Sanierungsstand)
- Über 50% der ausgewerteten Gebäude sind in den Nachkriegsjahre, vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet worden. Dennoch spiegeln die alle spezifischen Wärmebedarfe unter 150 kWh/m²a Die Gebäude sind aus den Nachkriegsjahren bereits (teil-)saniert.





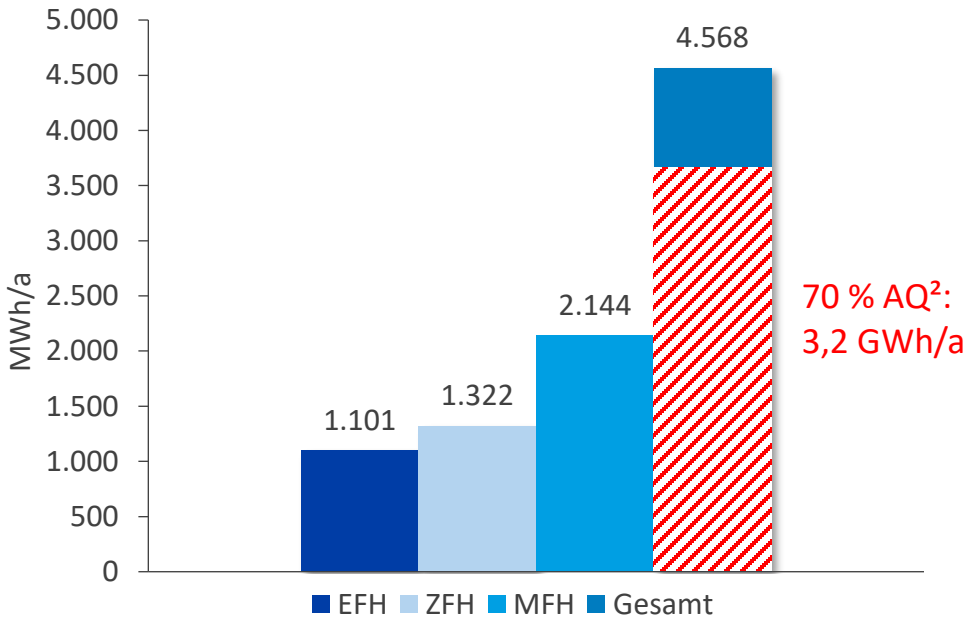


DREES & SOMMER

WÄRMEBEDARF BESTANDSGEBÄUDE

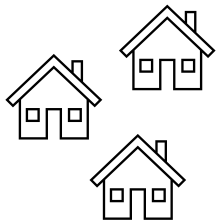
Hochrechnung Bestand + Neubau

Hochrechnung[1] – Bestandsgebäude



70 % AQ[2]:
3,2 GWh/a

Hochrechnung - Neubau



0,11 GWh/a

Hochrechnung - Gesamt

Wärmebedarf:

~ 3,3 GWh/a

[1] Witterungsbereinigt
[2] AQ:= Anschlussquote

DREES & SOMMER

WÄRMEBEDARF PROGNOSE

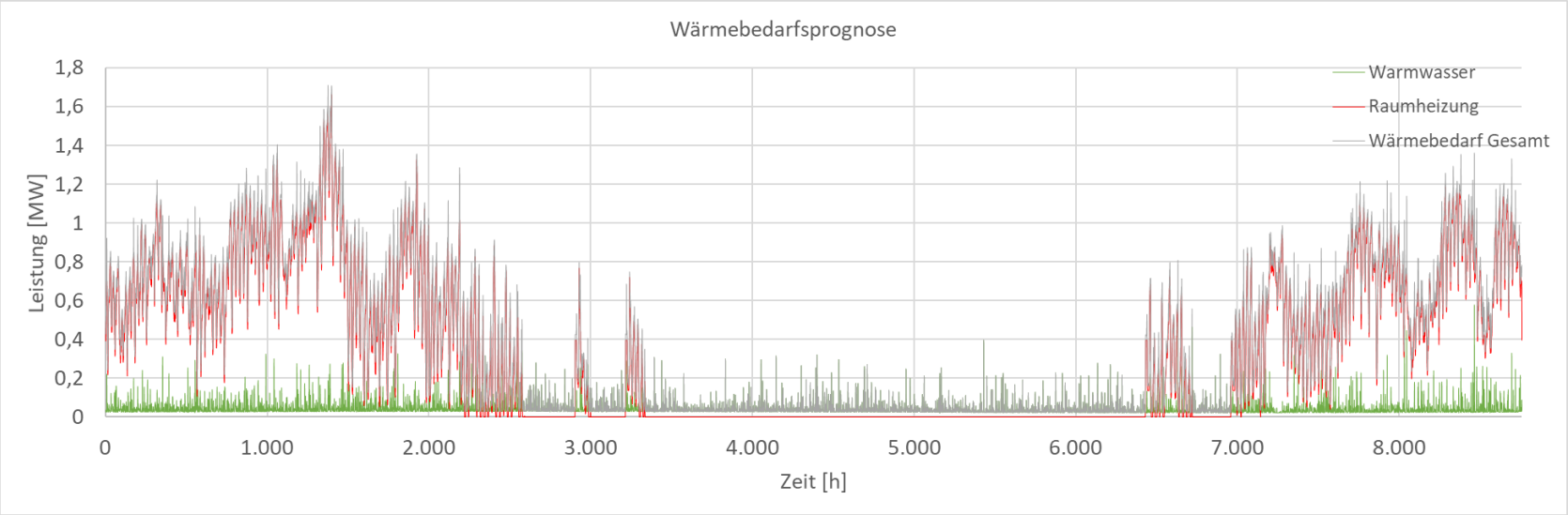
Hochrechnung und Lastgang (Bestand + Neubau)

Leistungsbedarf Gesamtnetz: **ca. 1.7 MW**

Wärmebedarf Gesamtnetz: **ca. 3,3 GWh/a**

Gesamt Heizlast	Max: 1657 kW	Min: -	Durchschnitt: 616 kW
Gesamt Warmwasser	Max: 547 kW	Min: 21 kW	Durchschnitt: 43 kW
Gesamt Heizlast + Warmwasser	Max: 1.701 KW	Min: 21 kW	Durchschnitt: 378 kW

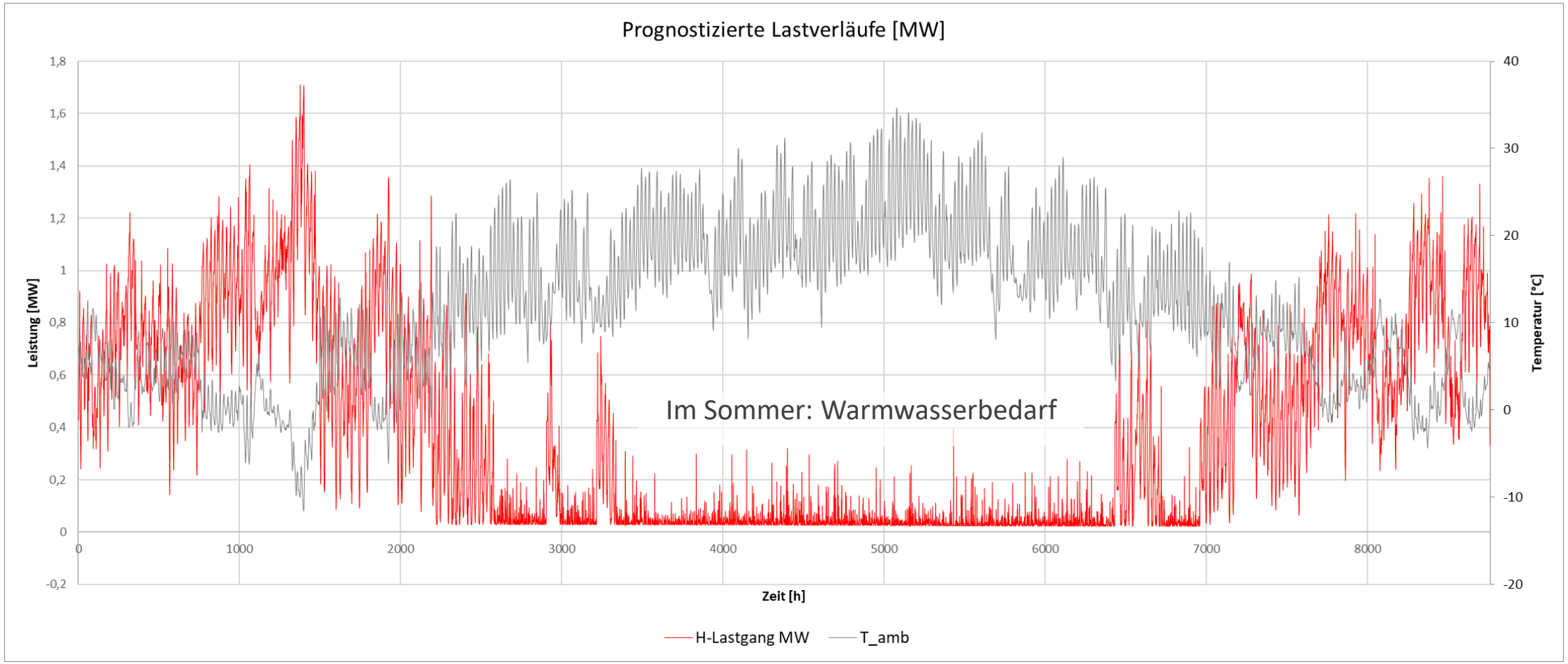
	Neubau	Bestand
Gebäudeanzahl	45	150
Wärme gesamt [GWh/a]	0,11	4,56
Anschlussquote	100%	70%
Wärme AQ [GWh/a]	**0,11**	**3,19**
Gebäudeanzahl AQ	45	105



DREES & SOMMER

PROGNOSTIZIERTE LASTVERLÄUFE

Lastgang vs. Temperatur



DREES & SOMMER

AGENDA

02 Potentialanalyse

02.1 Varianten Übersicht
02.2 Biomassen-Varianten
02.3 Wärmepumpen-Varianten

AGENDA

02 Potentialanalyse

02.1 Varianten Übersicht
02.2 Biomassen-Varianten
02.3 Wärmepumpen-Varianten

VARIANTEN ÜBERSICHT

BIOMASSEN - VARIANTEN

Biomasse

100 % Biomasse

Nicht förderfähig

Hohe Kosten & technisch ungünstigere Variante → nicht empfehlenswert; wird nicht weiter betrachtet.

Solarthermie

Biomasse + Solarthermie

Förderfähig

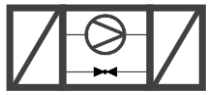
Power to Heat

Biomasse + Power to Heat

Nicht förderfähig

Wärmepumpen - VARIANTEN

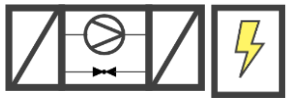
Erdsonde



Zentrale Wärmepumpe

Förderfähig

Hohe Kosten & technisch ungünstigere Variante → nicht empfehlenswert; wird nicht weiter betrachtet.



Zentrale Wärmepumpe + P2H
(mit/ohne Contracting)

Förderfähig

Kalte Nahwärme + Power to Heat
(mit/ohne Contracting)

Förderfähig

DREES & SOMMER

STANDORTMÖGLICHKEITEN
Grundstücksflächen der Gemeinde

Geeignete Standorte für Technikanalgen:

- *B,C,D gemeindeeigene Standorte*
- *A müsste erworben werden*

Erdsondenfelder:

- Im Straßenverlauf (Neubau/teils Bestand)
- Standort A-D
- Anzahl und Standorte der Erdsonden können erst nach dem Thermal-Response-Test final bestimmt werden

DREES & SOMMER

AGENDA

02 Potentialanalyse

02.1 Varianten Übersicht
02.2 Biomassen-Varianten
02.3 Wärmepumpen-Varianten

TECHNOLOGIE
Biomassen

Bild-Quelle: solarthermie-jahrbuch.de

Bild-Quelle: eta.co.at

Hinweis: Abbildungen dienen nur der Veranschaulichung, die dargestellten Hersteller und Produkte sind rein zufällig ausgewählt.

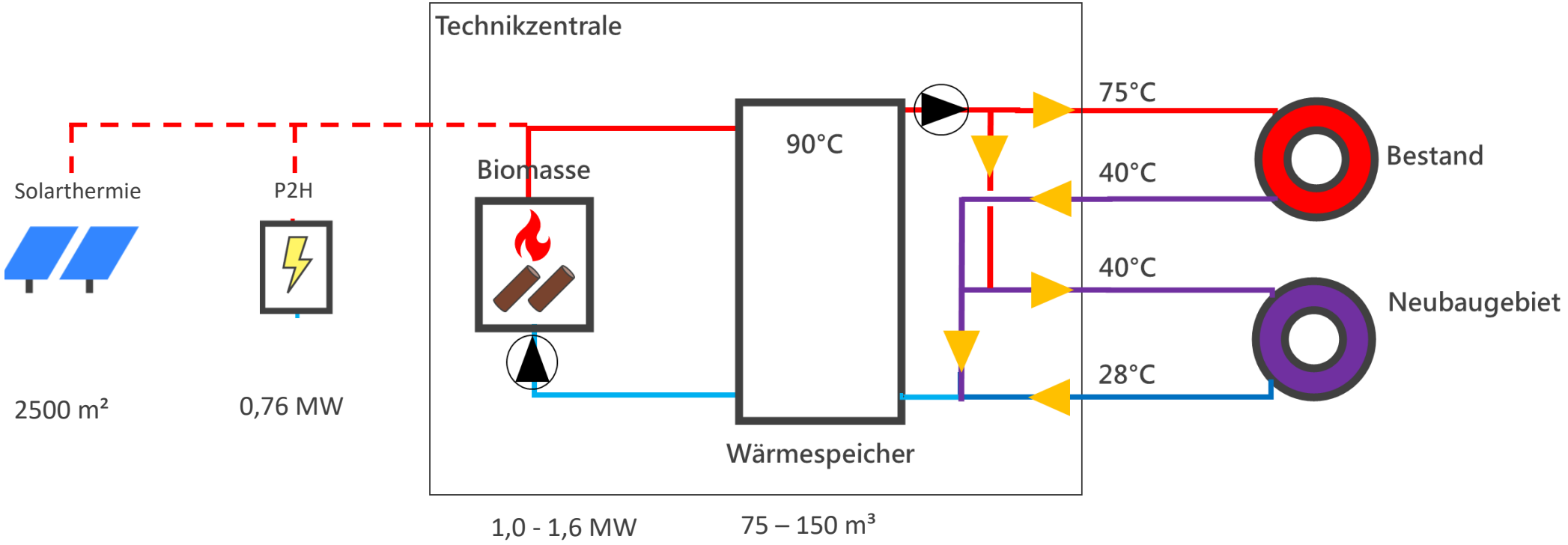
DREES & SOMMER

SCHAUBILD

Biomassen - Varianten

Ca. 1.100 – 1.500 Hackschnitzel [m³/a]

Biomasse + Solarthermie | **Biomasse + Power to Heat** | **Biomasse (100%)**



Frischwasserstation + Durchlauferhitzer

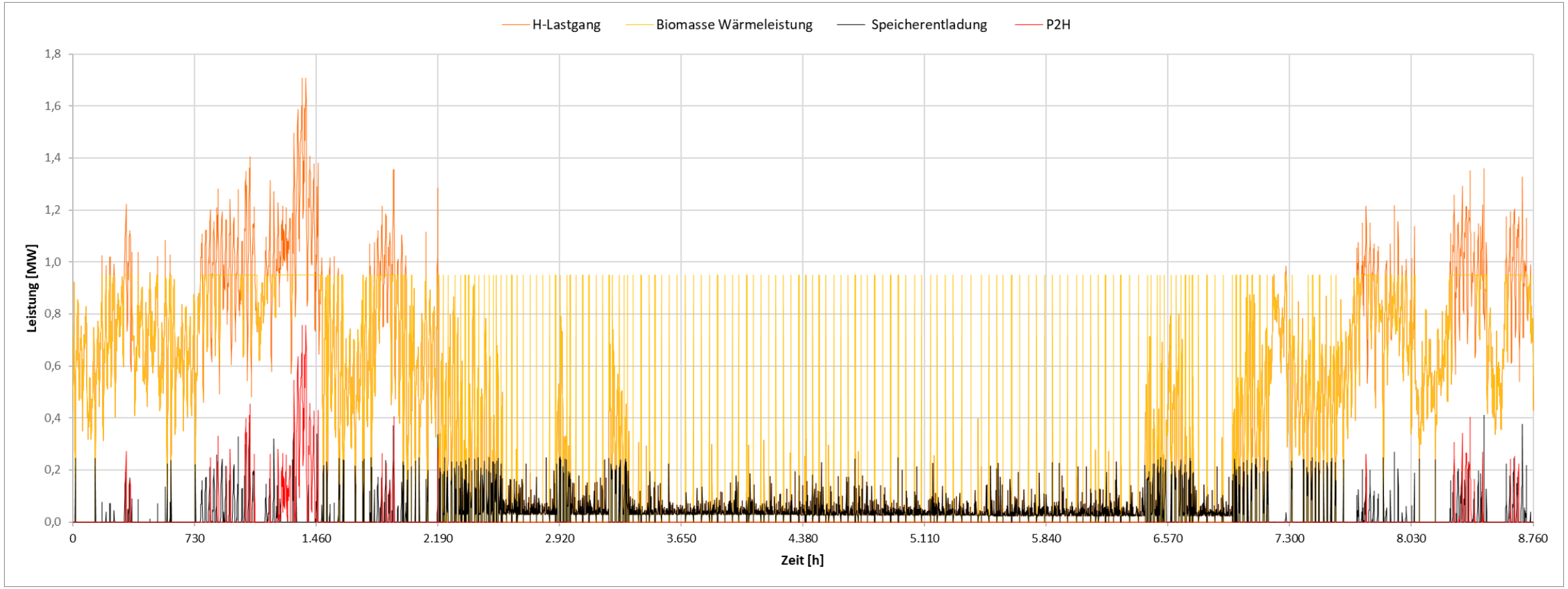
Hinweise

Die Netztopologie ist stark vereinfacht dargestellt und wird im weiteren Konkretisiert

DREES & SOMMER

TECHNISCHE AUSLEGUNG

Am Beispiel Biomasse + P2H



DREES & SOMMER

ALLGEMEINE HINWEISE

Biomasse

+

- Durch die Verwendung von Feuerungstechnik können hohe Vorlauftemperaturen erzeugt werden, bei einer Biomassenbefeuerung können praktisch alle Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden (Achtung: mit der Vorlauftemperatur steigen die Verteilverluste signifikant)
- Brennstoff (Holzhackschnitzel) kann zu großen Teilen regional aus den umliegenden Forstflächen bereitgestellt werden (Achtung: Rohstoffkonkurrenz zu anderen Wertschöpfungsketten und ggf. Biomasse-Feuerungen (Radolfzell), Zukäufe mit längeren Transportwegen verbunden)

–

- Holzhackschnitzel sind nur dann regenerative Energiequelle, wenn diese aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen
- Aufgrund der Holzverarbeitung und –transport bleibt auf Sicht ein CO_2-Footprint bestehen
- Brennstofflieferung von Hackschnitzeln erfordert logistischen Aufwand (Lieferung im Winter z.T. wöchentlich)
- Es wird auch zukünftig Emissionen aus Verbrennung (Schornstein) im Ort geben

AGENDA

02 Potentialanalyse

02.1 Varianten Übersicht
02.2 Biomassen-Varianten
02.3 Wärmepumpen-Varianten

TECHNOLOGIE

Zentrale Wärmepumpe

Bild-Quelle: ethz.ch

Bild-Quelle: gea.com, Red Astrum

Bild-Quelle: glood.de

Bild-Quelle: eta.co.at

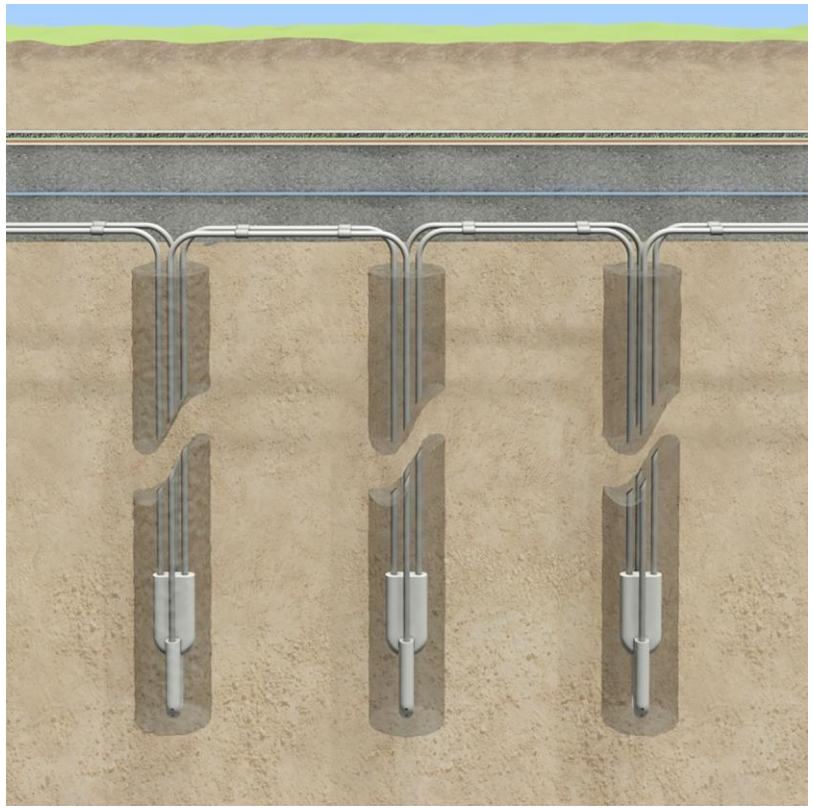
Hinweis: Abbildungen dienen nur der Veranschaulichung, die dargestellten Hersteller und Produkte sind rein zufällig ausgewählt.

DREES & SOMMER

ERDSONDENFELD

Bauweise

Science City nutzt Boden als Wärmespeicher (ethz.ch)

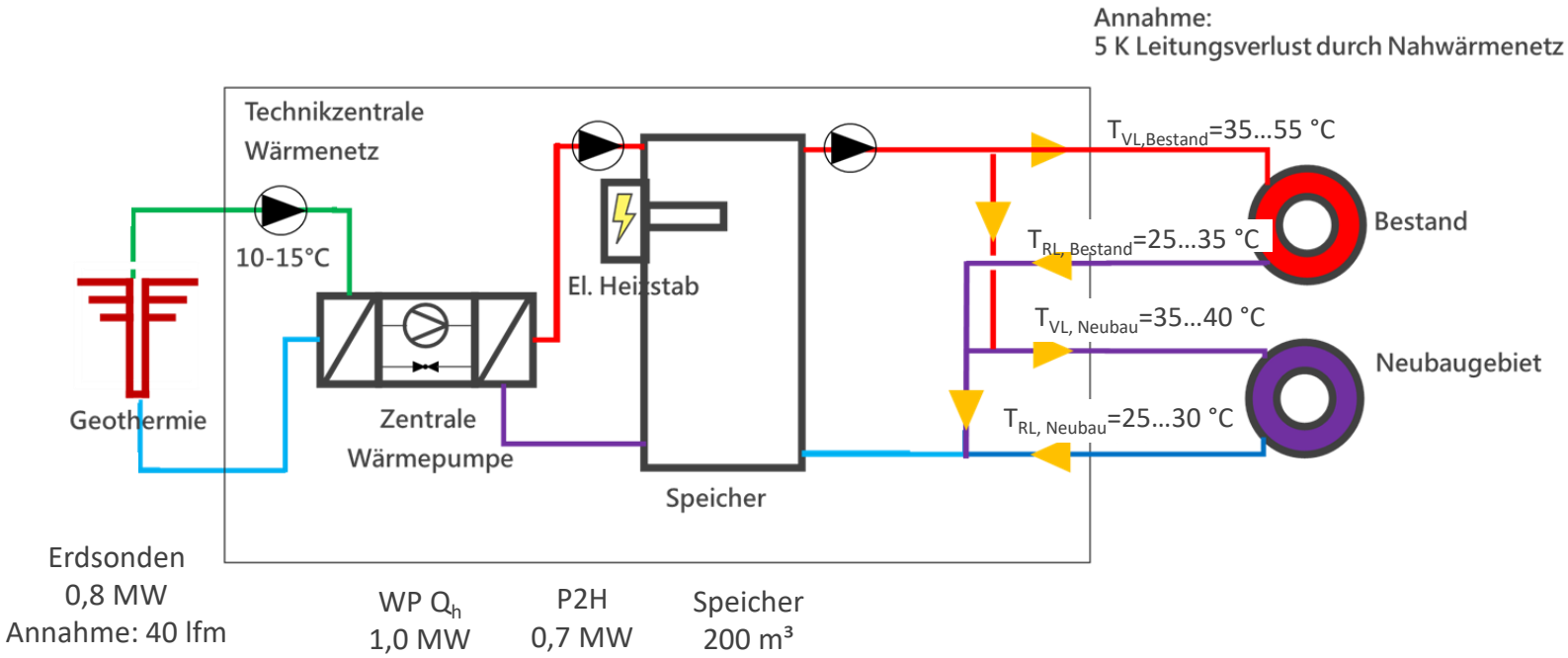


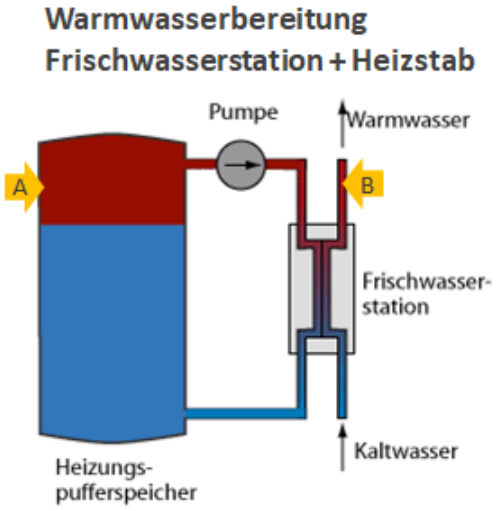
Nachhaltige Wärme und Kälte dank Erdsonden-Wärmepumpe für die AndreasKlinik

SCHAUBILD

Am Beispiel Zentraler Wärmepumpe + P2H

Warmwasser-aufbereitung 40% WP/ 60% dezentral





Quelle: www.energie-lexikon.info

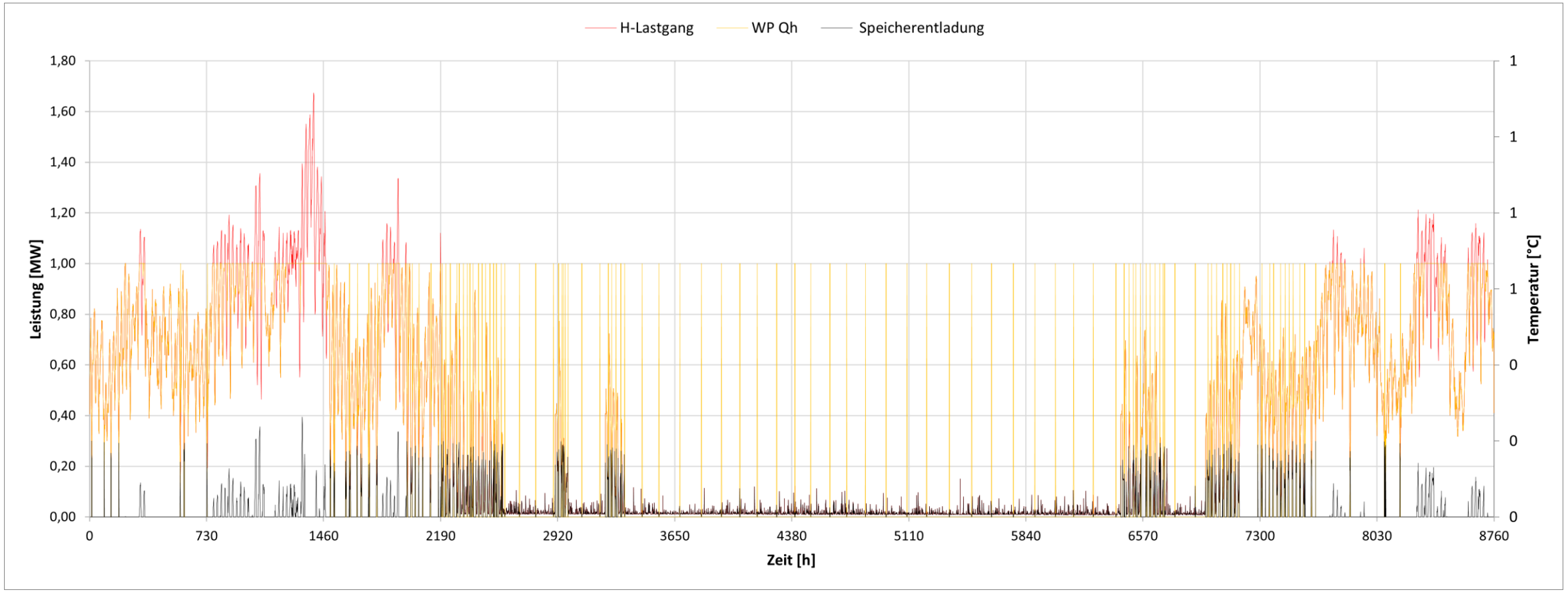
Hinweise

- Die Netztopologie ist stark vereinfacht dargestellt und wird im weiteren Konkretisiert
- Die genauen Temperaturbereiche des Wärmenetzes werden im Rahmen des Thermal-Response-Tests bestimmt (angegeben sind angenommene Werte)
- Es ist **VOR** Anschluss sicherzustellen, dass Temperaturen des Wärmenetzes über das gesamte Jahr für die Heizungsanlage ausreichen
- Die Frischwasserstation und Heizeinrichtung für die Warmwasserversorgung sind auf die Verbrauchsstrukturen des individuellen Gebäudes auszulegen

DREES & SOMMER

TECHNISCHE AUSLEGUNG

Am Beispiel Zentraler Wärmepumpe + P2H

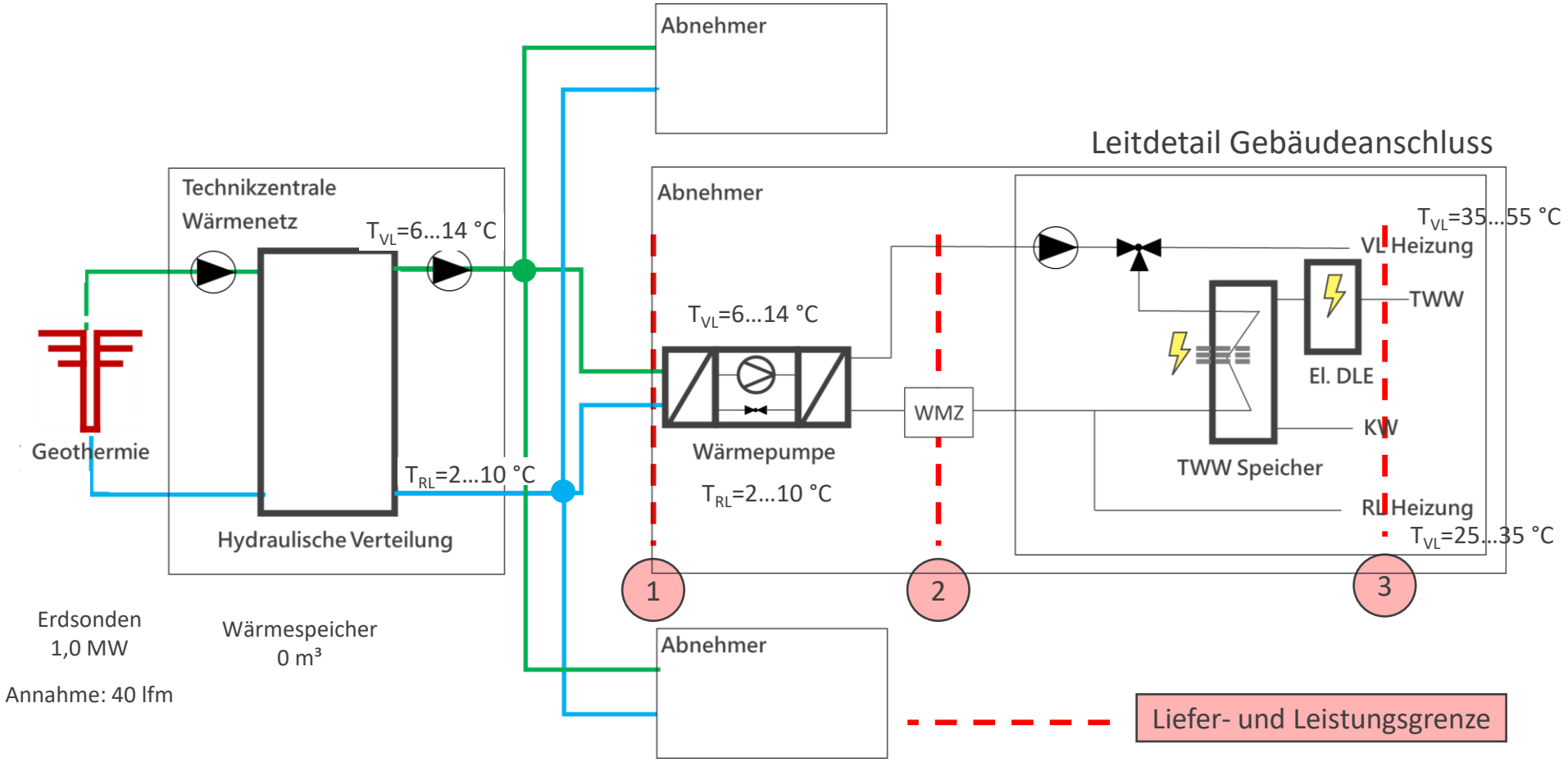


DREES & SOMMER

SCHAUBILD KALTE NAHWÄRME

Kalte Nahwärme – Liefer-/Leistungsgrenze der Wärmepumpe

Warmwasser-aufbereitung 40% WP/ 60% dezentral



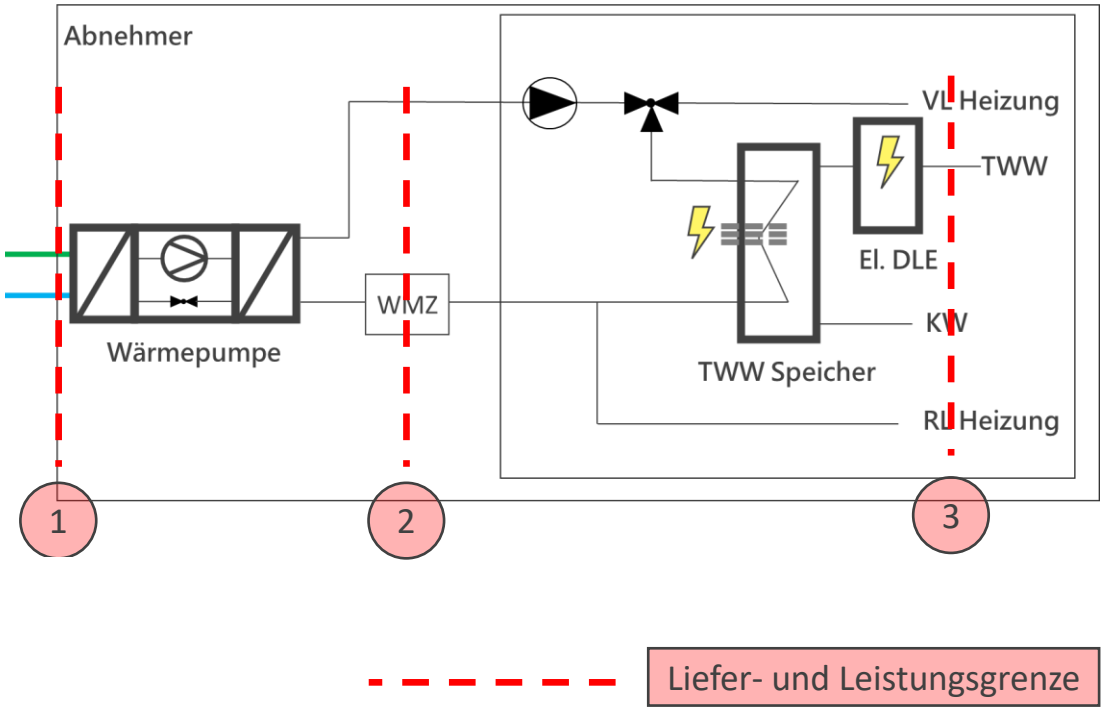
DREES & SOMMER

SCHAUBILD KALTE NAHWÄRME

Nahwärme – Liefer-/Leistungsgrenze der Wärmepumpe

- **Variante 1 (nicht förderfähig)**
  - minimal mögliche Investition auf Netzseite
  - Heiztechnik nur auf Anschlussnehmerseite
  - nicht förderfähig nach Wärmenetze 4.0 (BAFA)
  - Energietarif für RH = Anschlussnehmertarif
  - Energietarif für WWB = Anschlussnehmertarif
- **Variante 2 (förderfähig)**
  - Wärmepumpe im Contracting
  - Warmwasserbereitung auf Anschlussnehmerseite
  - Energietarif für RH = Betreibertarif (setzt eigenes Betreiber-Stromnetz voraus)
  - Energietarif für WWB = Anschlussnehmertarif
- **Variante 3 (förderfähig) → empfohlene Variante**
  - Wärmepumpe und Warmwasserbereitung im Contracting
  - Energietarif für RH = Betreibertarif
  - Energietarif für WWB = Betreibertarif

Leitdetail Gebäudeanschluss



DREES & SOMMER

ALLGEMEINE HINWEISE

Wärmepumpe

+

- Wärme kann vollständig aus regenerativ erzeugtem Strom erzeugt werden und ist dann selbst vollständig regenerativ
- Keine CO2-Emissionen durch die Wärmeerzeugung (De-karbonisierte Wärmeerzeugung)
- Einkopplung eines hohen Anteils lokal verfügbarer Umweltwärme (Erdwärme)
- Geringe Vorlauftemperaturen reduzieren die Verteilverluste signifikant
- Keine Brennstofflogistik erforderlich, keine lokalen Emissionen durch Feuerungstechnik
- Bei dezentralem Wärmepumpensystem sind aufgrund des geringen Temperaturniveaus im Netz die Verteilverluste minimal, hierbei besteht auch die Möglichkeit der Gebäudekühlung (bei entsprechender Installationen im Gebäude) (Achtung:
- Zentrale Wärmepumpensysteme erfordern geringeren Aufwand in den einzelnen Gebäuden und nutzen Synergieeffekte bereits in der Anlagenauslegung

−

- Bestandsgebäude müssen mit geringeren Vorlauftemperaturen auskommen (Achtung: laut Studie von Fraunhofer erfüllen Gebäude aus den 70ern in der Regel bereits diese Voraussetzung)
- Für ältere Gebäude können flankierende Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden, bevor ein Anschluss möglich/empfehlenswert ist (Achtung: hierfür gibt es zusätzliche Fördermöglichkeiten, oft sind die Voraussetzungen bereits im Rahmen von Sanierung/Modernisierung geschaffen worden; erfordert die Betrachtung des Einzelfalls)

AGENDA

03 Wirtschaftlichkeit

WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Verwendete Annahmen

Grundstückserwerbs-kosten derzeit nicht Bestandteil der Rechnung

Indikator		Einheit
Betrachtungszeitraum	20	Jahre
Kalkulationszins	4	[%/a]
Versicherung	1	[% von Invest]
Wartung, Instandhaltung und Nutzungsdauer	Abhängig von VDI 2067	
Unvorhergesehenes	0-10	[% von Invest]
Planungskosten	15	[% von Invest]
Aufschlag durch temporär erhöhte Baukosten	0-15	[% von Invest]

Indikator		Einheit
Preissteigerungsrate		
Stromkosten	0	[%/a]
Hackschnitzel	1	[%/a]
Wartungskosten	0-2,5	[%/a]
Instandsetzungskosten	0-2,5	[%/a]

Stromkosten*:
- 100% Stromeinkauf aus erneuerbare Energien (für Förderungshöhe relevant)
- Betreiber 180 €/MWh
- Private Haushalte 300 €/MWh

Hackschnitzel: 52 €/MWh

Berechnung erfolgt durch Annuitätsmethode

*Stromkosten sind in der Kalkulation berücksichtigt. Die Stromerzeugung, d.h. woher der Strom kommt, ist kein Bestandteil der Analyse.

DREES & SOMMER

KOSTEN-SENSITIVITÄTSANALYSE

Kosten-Sensitivitätsanalyse:

- Preissteigerungsrate (Wartung & Instandhaltung)
- Aufschlag auf temporär erhöhte Baukosten
- Betriebskosten nach VDI + teilweise Abgleich mit Erfahrungswerten
- Annahme reduzierter Tiefbaukosten, da Gemeinde Tiefbauarbeiten aufgeschoben hat

Ermittlung eines *Best Case* und *Worst Case* Szenarios

Potenzielle weitere Kosteneinsparung:

- Stromkosten

Nicht Quantifizierbare Einsparpotenziale:

- Etablierung von Smart Grid
- Digitalisierung
- Fördergelder für Sanierung

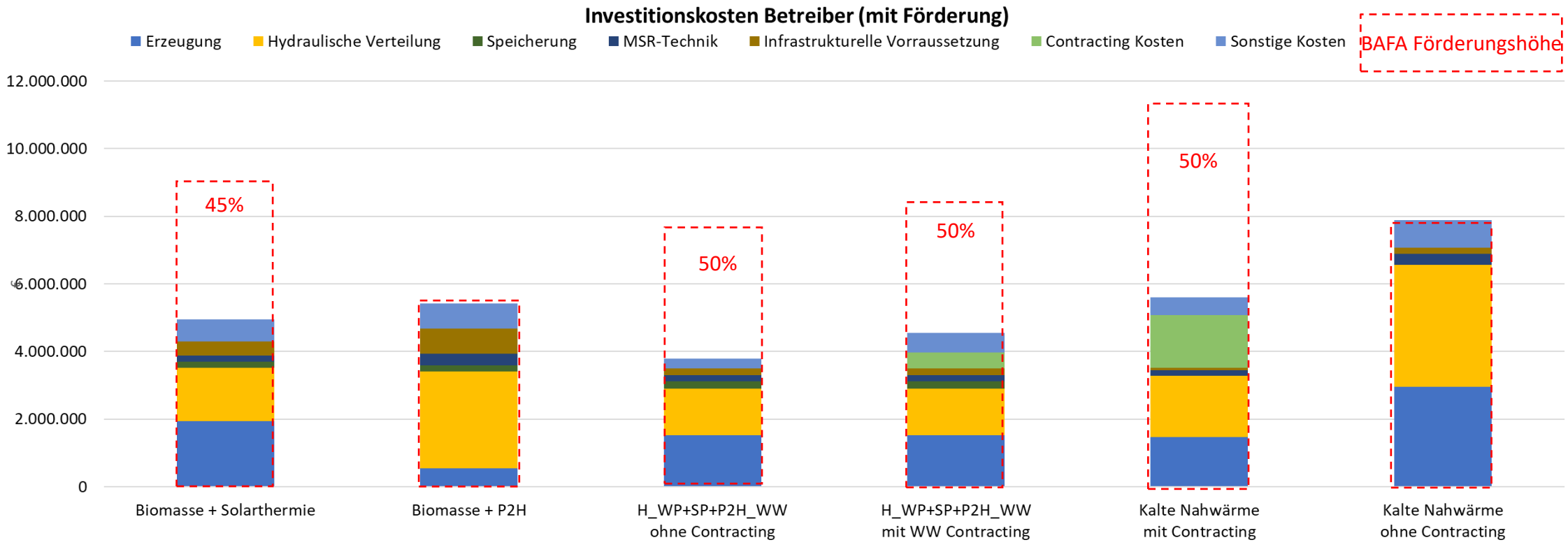
Vertiefung für favorisierte Variante

DREES & SOMMER

INVESTITIONSKOSTEN BETREIBER

Worst Case

Worst Case:
maximale Preissteigerungsrate,
35% unvorhergesehenes +
temporär erhöhte Baukosten,
Betriebskosten nach VDI



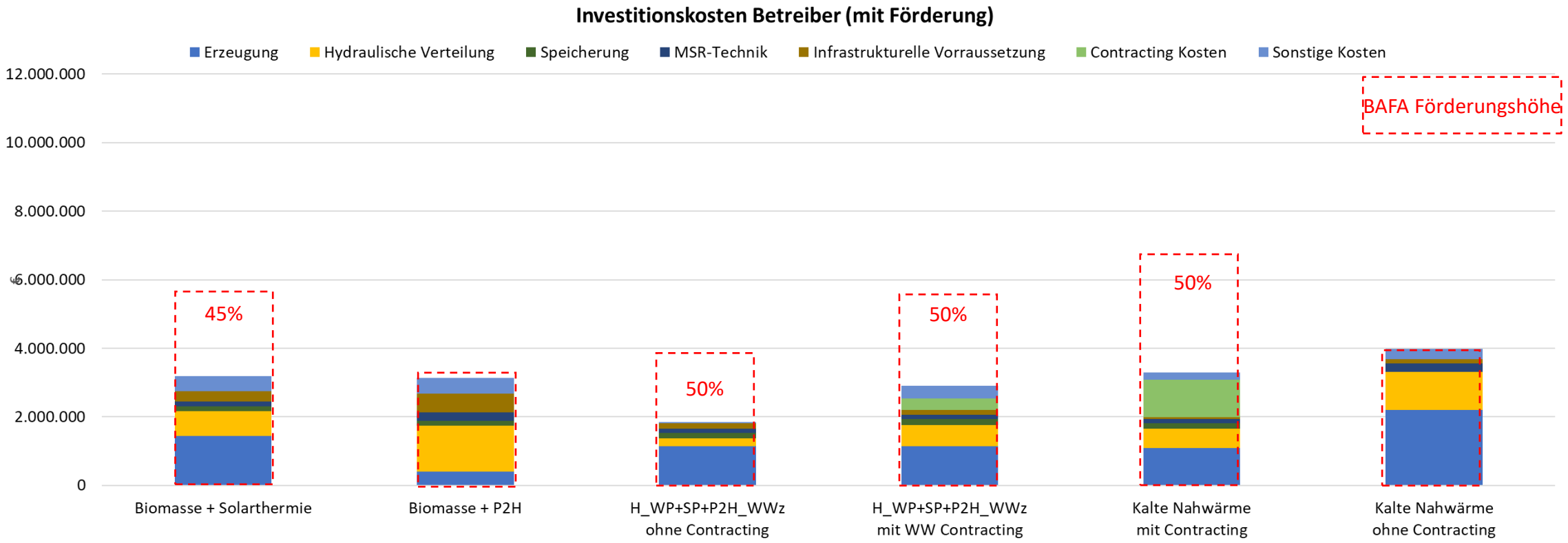
	Biomasse + Solarthermie	Biomasse + P2H	H_WP+SP+P2H_WW ohne Contracting	H_WP+SP+P2H_WW mit WW Contracting	Kalte Nahwärme mit Contracting	Kalte Nahwärme ohne Contracting
Restwert nach 20a [Mio. €]	1,79	2,53	2,48	2,48	1,63	3,27

DREES & SOMMER

INVESTITIONSKOSTEN BETREIBER

Best Case

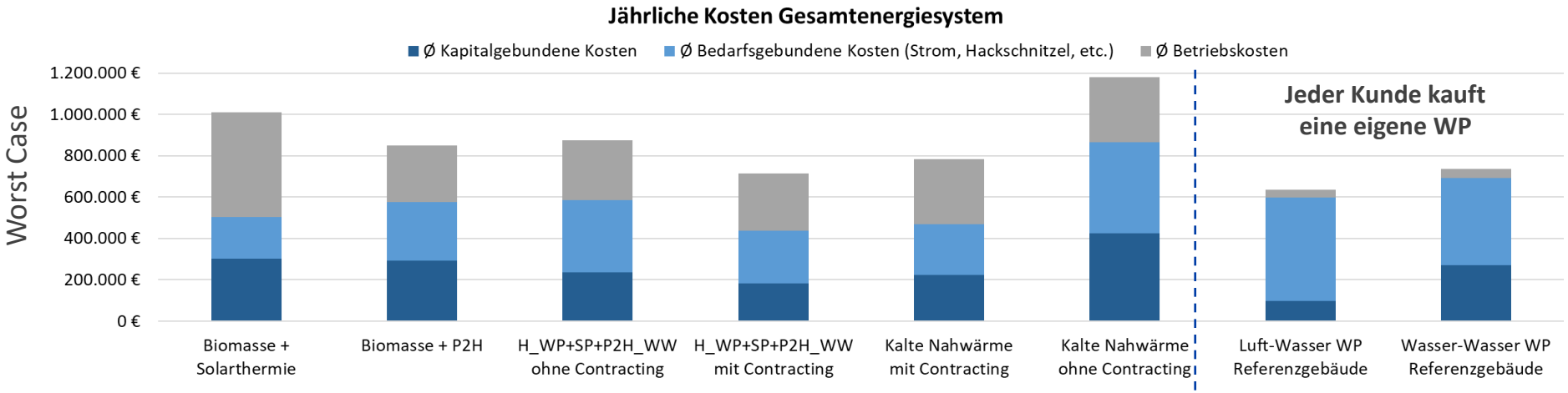
Best Case:
keine Preissteigerungsrate, 0% unvorhergesehenes + temporär erhöhte Baukosten,
Betriebskosten nach VDI + Abgleich aus Erfahrungswerten

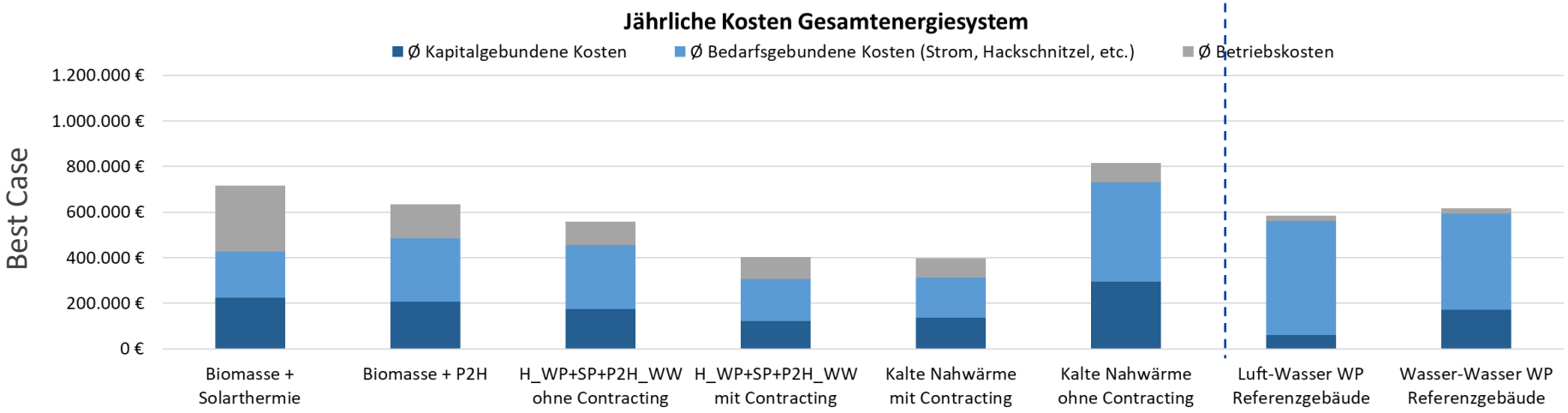


	Biomasse + Solarthermie	Biomasse + P2H	H_WP+SP+P2H_WWz ohne Contracting	H_WP+SP+P2H_WWz mit WW Contracting	Kalte Nahwärme mit Contracting	Kalte Nahwärme ohne Contracting
Restwert nach 20a [Mio. €]	1,3	1,5	1,2	1,2	1,03	2,06

DREES & SOMMER

JÄHRLICHE KOSTEN GESAMTENERGIESYSTEM





Hinweis:

- Gesamtenergiesystem (= Ø Kosten von Kunde & Betreiber)
- **Worst Case:** maximale Preissteigerungsrate, 35% unvorhergesehenes + temporär erhöhte Baukosten, Betriebskosten nach VDI
- **Best Case:** minimale Preissteigerungsrate, 0% unvorhergesehenes + temporär erhöhte Baukosten, Betriebskosten nach VDI mit Abgleich an Erfahrungswerte

DREES & SOMMER

SENSITIVITÄTSANALYSE

Worst Case

Mit Unvorhergesehenes und temporär erhöhte Baukosten I Stromkosten sind bereits berücksichtigt

DREES & SOMMER

SENSITIVITÄTSANALYSE

Best Case

Ohne Unvorhergesehenes und temporär erhöhte Baukosten I Stromkosten sind bereits berücksichtigt

DREES & SOMMER

AGENDA

04 Zusammenfassung & Ausblick

VOR- UND NACHTEILE DER VARIANTEN

Faktoren	Status Quo	Biomasse Varianten	Wärmepumpe zentral	Wärmepumpe dezentral	Einzellösungen
CO2-Emissionen	~ 1.100 tCO_2/a	38-40 tCO_2/a	Keine CO_2-Emissionen, wenn 100% Ökostrom	Keine CO_2-Emissionen, wenn 100% Ökostrom	Keine CO_2-Emissionen, wenn 100% Ökostrom
Lärmemissionen	-	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	-	Luft-Wasser WP können zu erhöhten Lärmemissionen führen
Geruchsemission		Lokale Geruchsemissionen	Keine Geruchsemissionen		
Begleitende Maßnahmen		Keine Sanierung nötig	Kompatibilität mit Netztvorlauf-temperatur (~55°)	Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur	Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur
Erweiterte Nutzen				Freikühlung möglich	Freikühlung möglich

DREES & SOMMER

AUSBLICK

Dato – Sep. 2022
Finalisierung der
Machbarkeitsstudie

(finale Untersuchung der ausgewählten Variante durch den Gemeinderat)

Sep. 2022 – Juni 2023

Vergabeverfahren

- Ggf. Messungen zur Vor- und Rücklauftemperatur in einzelnen Gebäuden
- Energieberatungsgespräche für Bestandsgebäude

Start vsl. Sommer 2023

Netzausbau

Erste Netzanschlüsse
vsl. Winter 2024/2025

DREES & SOMMER

ERFOLGREICHE GEBÄUDE

LEBENSWERTE STÄDTE

RENDITESTARKE PORTFOLIOS

LEISTUNGSFÄHIGE INFRASTRUKTUR

ZUKUNFTSWEISENDE BERATUNG

DREES & SOMMER