EGS-plan Ingenieurgesellschaft für
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH

Dekarbonisierung von Wohnquartieren

Randbedingungen und Beispiele

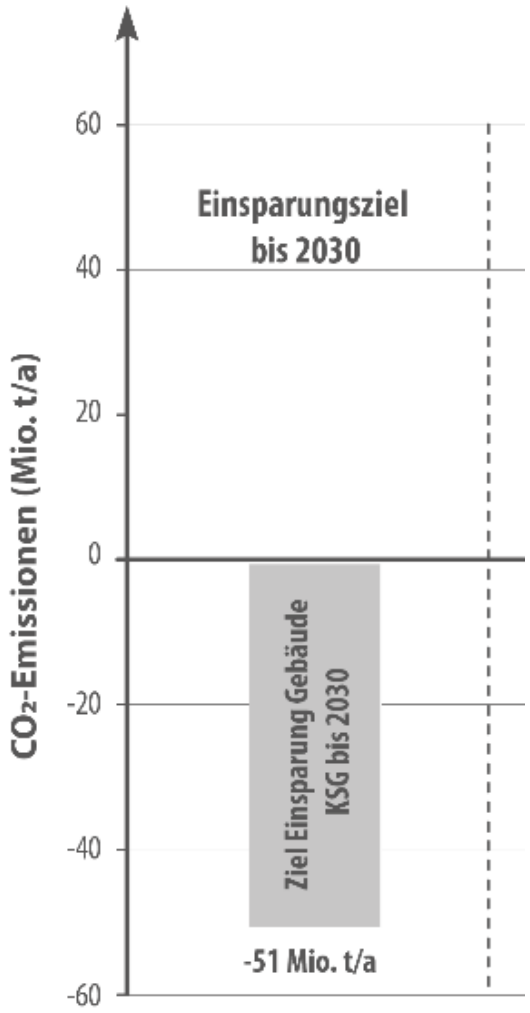
Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner,
Geschäftsführender Gesellschafter EGS-plan

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch,
Generalbevollmächtigter EGS-plan

Foto: Stuttgarter Nachrichten

Ingenieure aus Leidenschaft

CO_2 - Emissionen Betrieb / Graue Emissionen



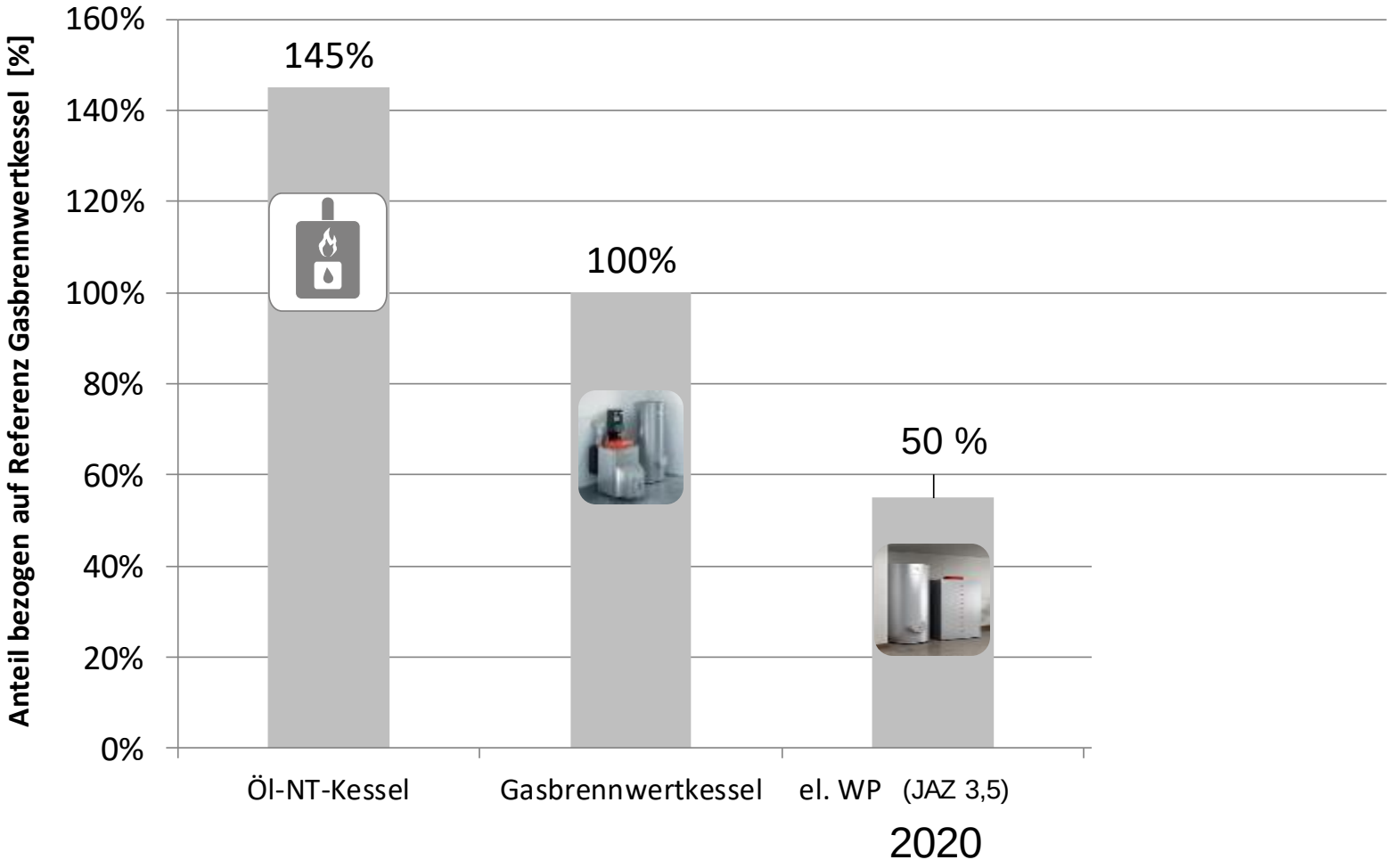
So heizen wir in Deutschland (2021)

Wohnungen gesamt ca. 40,6 Mio.

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung

- Umstellung auf strombasierte Erzeuger
  - Dezentrale und zentrale (Groß)- **Wärmepumpen**
- Ausbau **Fern- bzw. Nahwärmenetze – Ziel „Grüne Fernwärme“**
- Nutzung **Abwärmepotenziale** z.B. Kälteerzeugung, H_2-Elektrolyse,..
- Nutzung Überschussstrom aus EE (**P2H, Sektoren-Kopplung)**

Dekarbonisierung durch elektr. Wärmepumpe



Elektr. Wärmepumpen (eWP)
> Gebäude / Quartiere klimaneutral („Quellprinzip“!)

„Verursacher-Prinzip“
Gebäude mit eWP werden in Zukunft entspr. dem Netzstrom dekarbonisiert!

Strompreis für WP muss sinken

CO_2- Steuer auf Fossile (Gas, Öl) sollte schneller steigen!

Elektrische Wärmepumpe (WP) erfordert …!

Möglichst geringe Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (Außenluft, Erdreich,..) und Wärmesenke (Heizfläche) zur Reduzierung des Strombedarfs

→ Bedeutet aber nicht, dass eine Fußbodenheizung zwingend erforderlich ist!

Vor Einbau einer WP sollte Heizwärmeverbrauchs unter 100 kWh/(m²a) durch Wärmeschutz gesenkt werden, reduziert Stromverbrauch / Heizkosten

→ **Bedeutet aber nicht, dass ältere Gebäude ohne Dämm-Maßnahmen nicht warm werden!**

Im Vergleich zum Gaskessel (GK) erheblich höhere Investitionskosten.
Höhere Heizkosten zu GK, wenn Strompreis mehr als Dreifach über Gaspreis liegt

→ WP erfüllt GEG 2014, „Förderung WP-Mehrkosten“ (BM Habeck, April 2023)

→ **Strompreise müssen sinken!**

MFH-Siedlung, Frankfurt Riederwald, ABG (2018)

- Gebäude der 50er/60er Jahre
- **KfW 55 Standard**
- **Monovalente Wärmepumpen (Hybrid-Luft & Erdsonden)**
- **Max. Solarisierung (PV) ca. 4 kWp/WE**
- Batterien ca. 1kWh/kWp
- Nahezu Klimaneutralität erreicht!

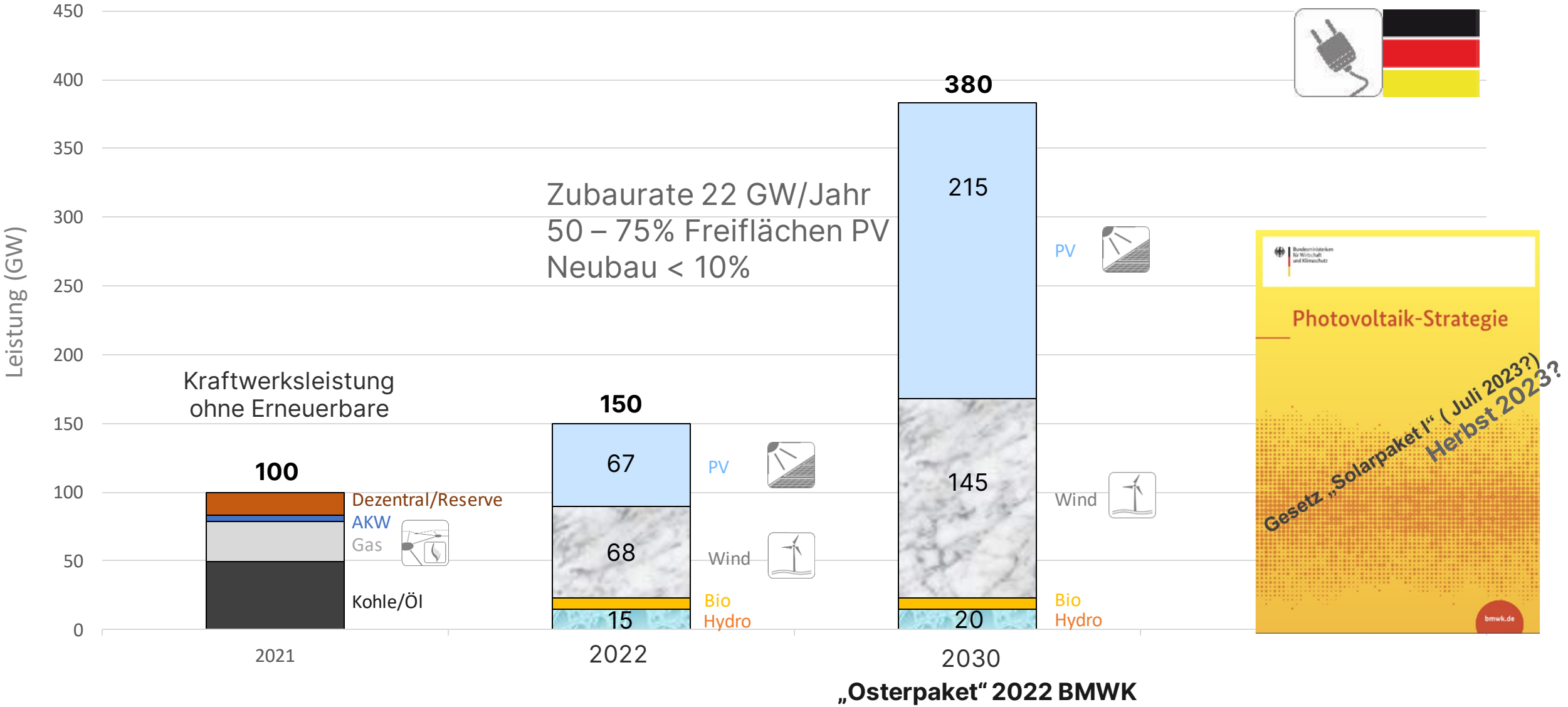
• KG 400:	550 – 600 € / m^2_{wfl}
• KG 300:	1.000 – 1.100 € / m^2_{BGF}
• **KG 300 + 400**	**1.550 - 1.700 € / m^2_{BGF}**

plus Planungshonorar

Wir benötigen riesige Langzeit-Wärmespeicher!

.. unsere Erfahrungen aus den neunziger Jahren!

Wir benötigen riesige Strommengen aus EE (P2H)!



Projektbeispiel Asemwald

Allgemeine Projektinformationen

Basisdaten:

WEG Wohnstadt Asemwald

Baujahr 1970

Gesamtfläche Areal ca. 150.000 m²

Gesamtnutzfläche (Gebäude): 90.995 m²

Davon Wohnen: 86.795 m² / 1.137 Eigentumswohnungen

Davon Gewerbe & Sonstiges: 4.200 m²

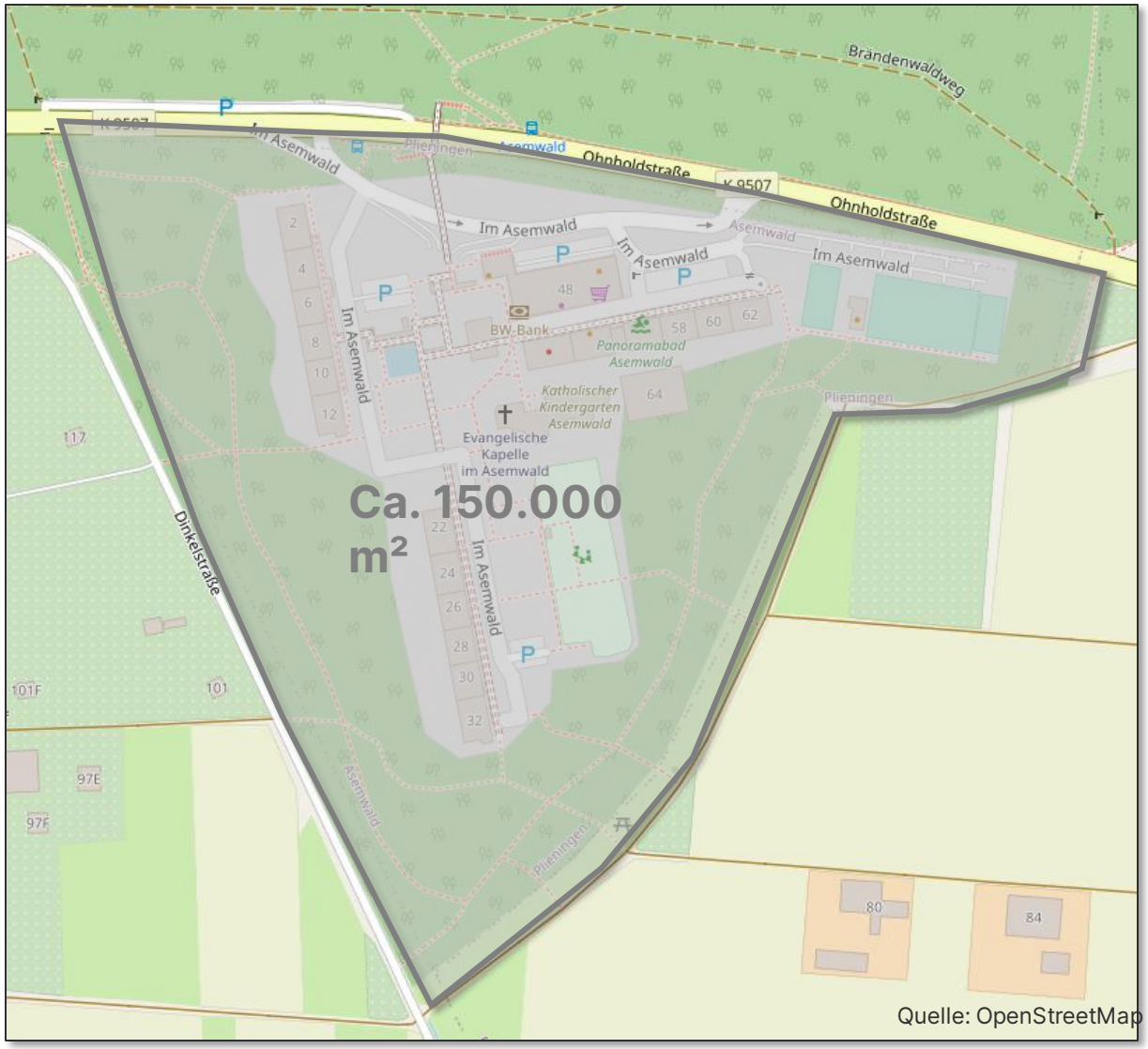
Zielsetzung

Position 1.1 – Bestandsaufnahme und Schwachstellenanalyse

- Analyse Energieverbrauch zur Identifizierung von Optimierungsmaßnahmen

Position 1.2 – Sanierungskonzept und Maßnahmenplan

- Geringinvestive Betriebsoptimierung
- Erneuerung/Neukonzeption Wärmeerzeugung mit Einsatz Erneuerbarer Energien

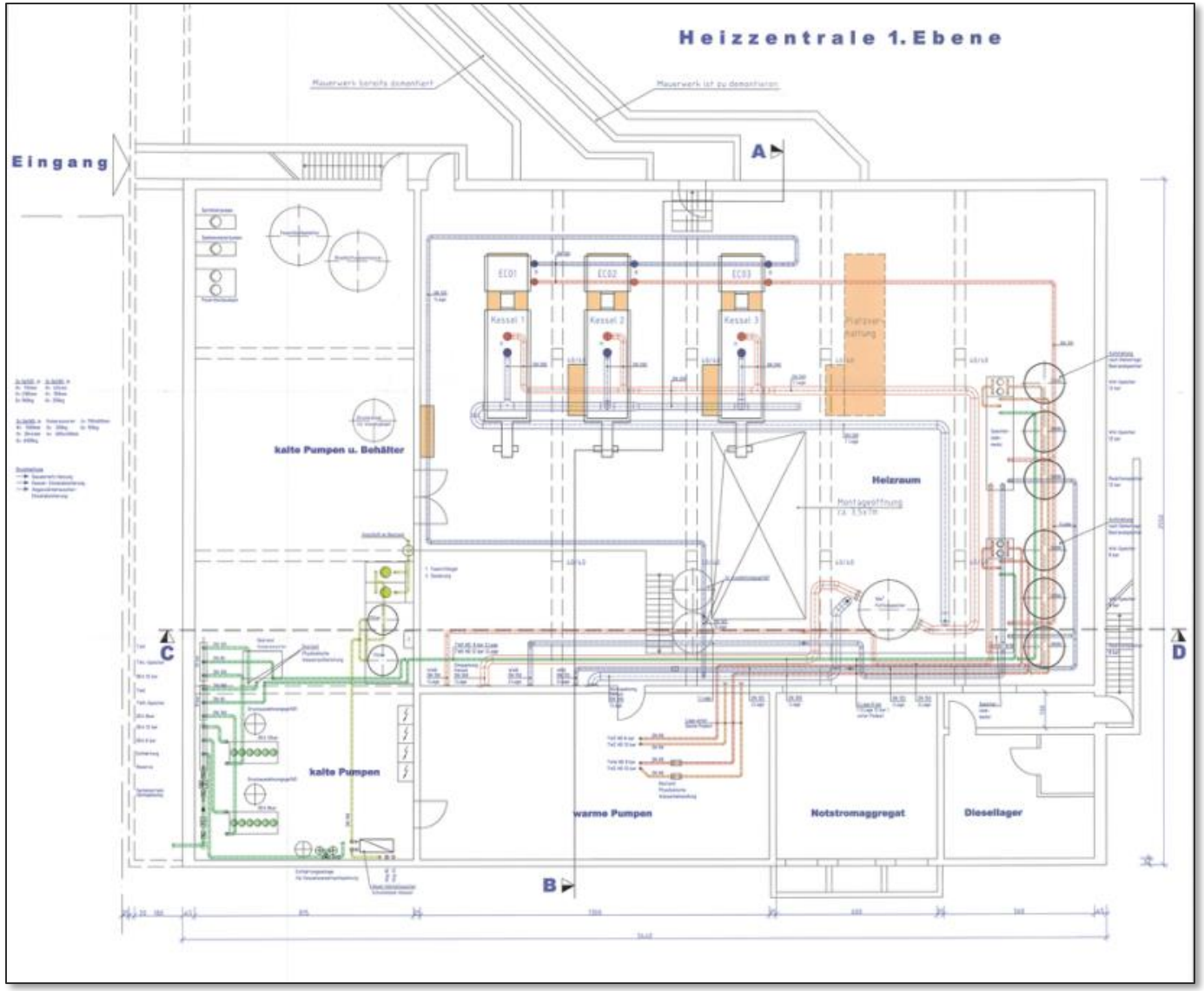


Bestand - Herausforderung

Wärmedämmung
Fassade/Balkone
Stirnseiten

Zentrale Verteilung von
Wärme und Warmwasser
Alternative?

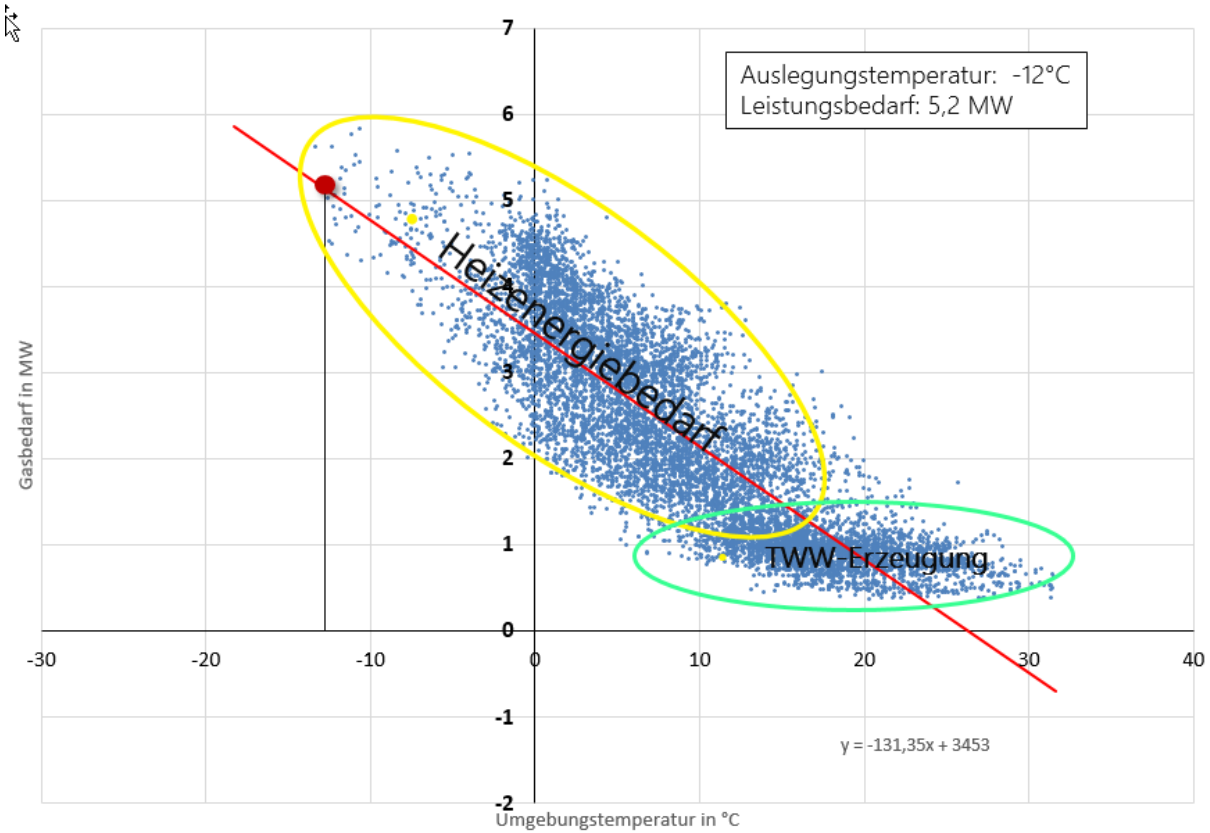
Bestehende Wärmeversorgung

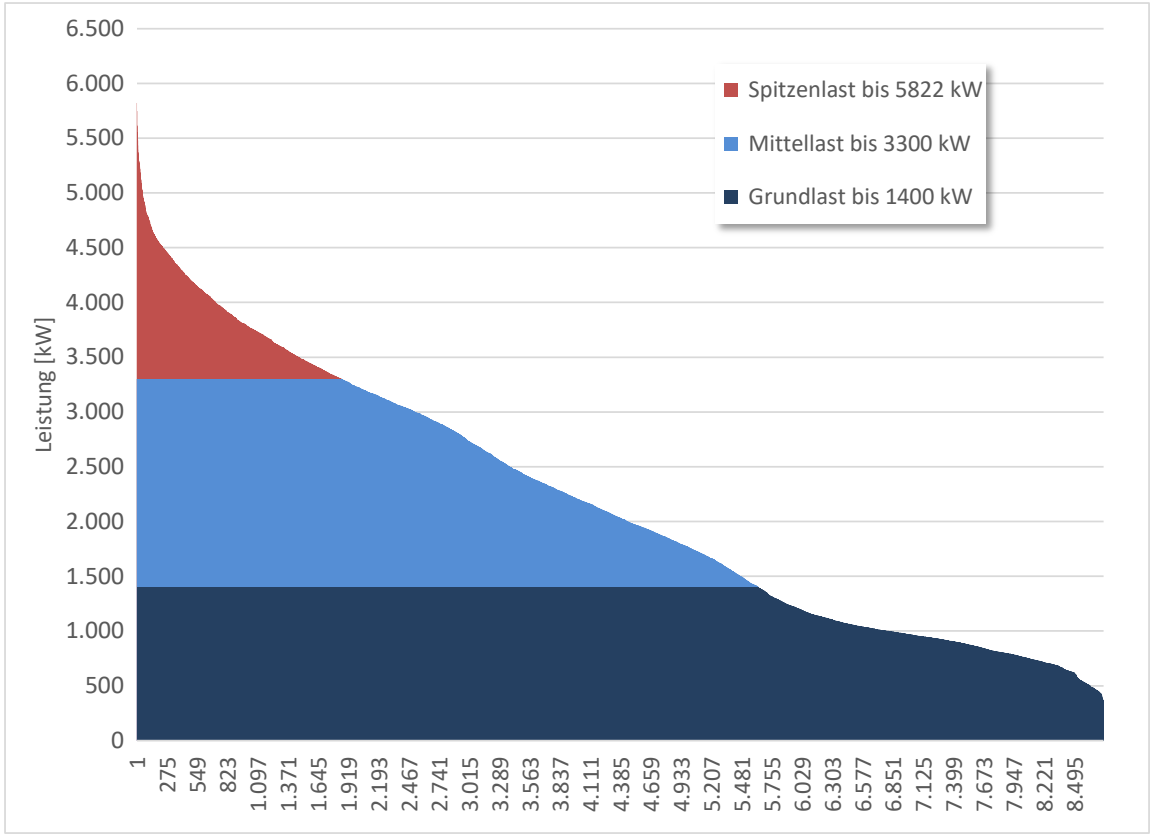


- Fläche: 25,5 m x 34,4 m = 877 m²
- Lichte Raumhöhe: 7,7 m

- Heizzentrale ausreichend groß

Jahresgasverbrauch und Jahresdauerlinie





- Keine Berücksichtigung von Einsparung durch Wärmedämmung

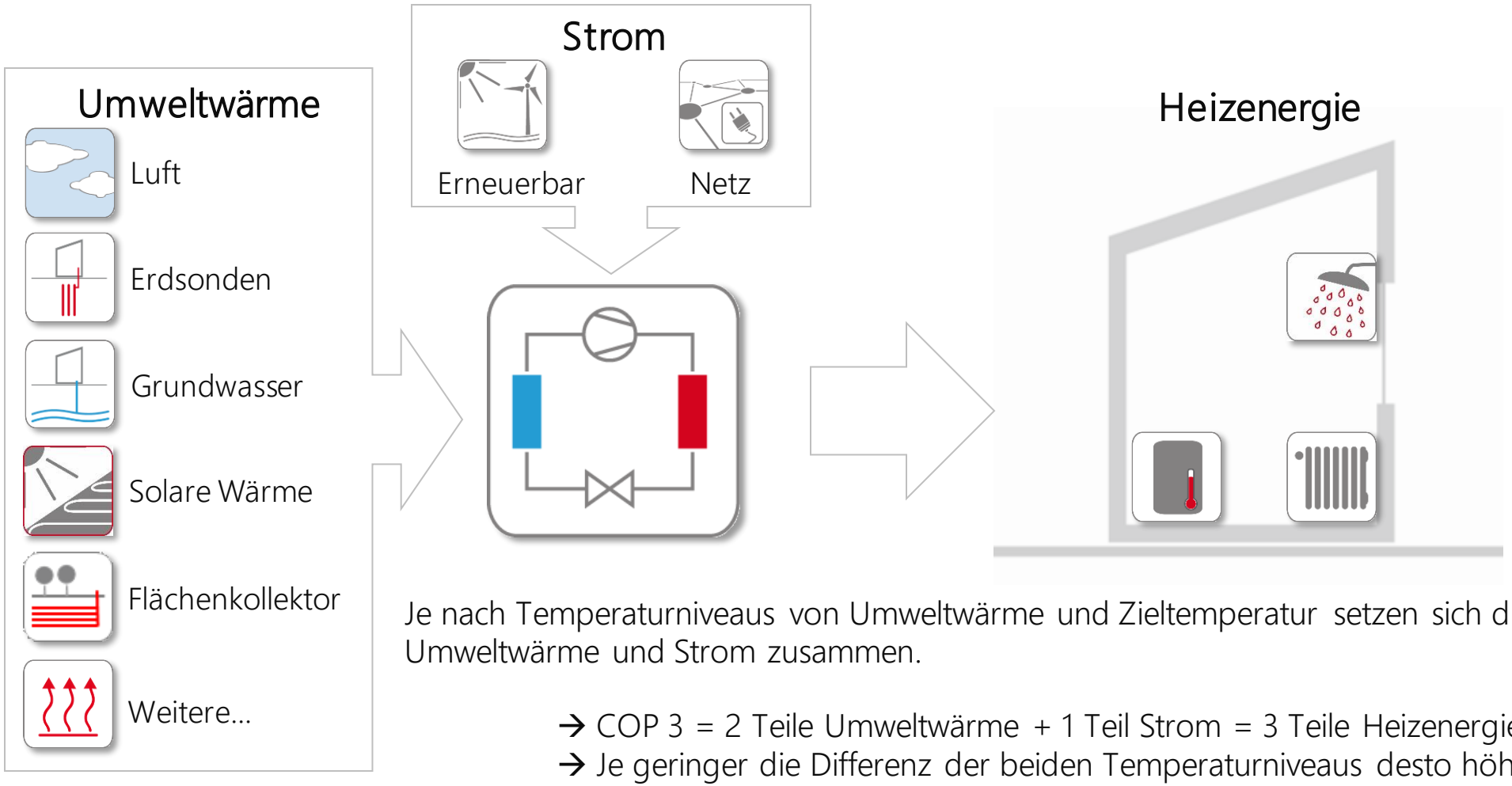
Verbrauchswerte	MWh/a	Annahme:
Gasverbrauch	19.100	Ø 2021– 2022
Wärmeerzeugung	18.150 / 204 kWh/m²a	Wirkungsgrad 95%
Heizung	12.160	Ø 2021– 2022: 67 %
Warmwasser	5.990	Ø 2021– 2022: 33%
Spitzenlast	5,5 MW	Aus Bestandsanalyse

Potentialanalyse

CO_2-neutrale Wärmeversorgung = kein Öl und Gas

Es bleibt Wärmepumpe + Biomasse

Prinzip Wärmepumpe



Je nach Temperaturniveaus von Umweltwärme und Zieltemperatur setzen sich die Anteile aus Umweltwärme und Strom zusammen.

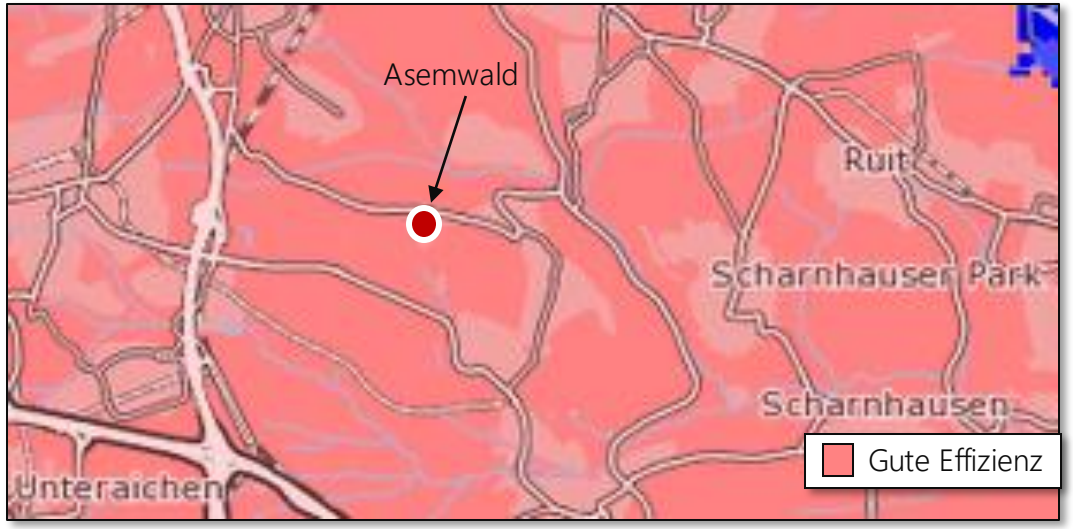
→ COP 3 = 2 Teile Umweltwärme + 1 Teil Strom = 3 Teile Heizenergie
→ Je geringer die Differenz der beiden Temperaturniveaus desto höher die Effizienz/COP

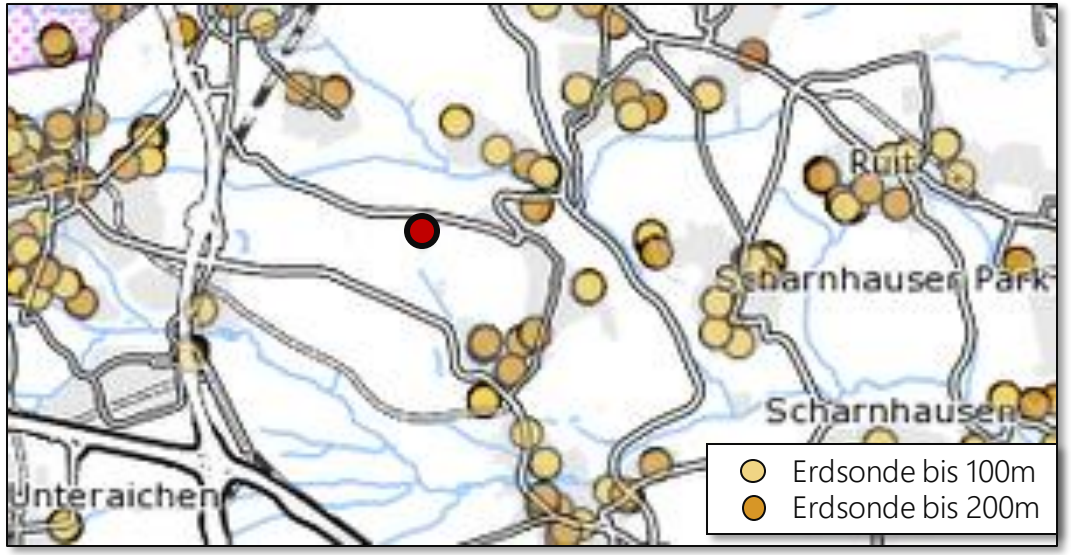
Die Jahresarbeitszahl (JAZ) gibt den gemittelten COP über das Jahr an.
Für den Einsatz von Wärmepumpen müssen zunächst Umweltpotentiale identifiziert werden!

Geothermie - Erdsonden

ISONG – Informationssystem oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg:

- Kein Wasser-/Quellschutzgebiet: Erdsondenbohrungen sind möglich
- Gute Effizienz: bis zu 100 kWh/(m*a)
- Bohrtiefenbegrenzung: auf 274 m
- Erdsonden in Umgebung bis 200 m Tiefe





Berechnungsansatz Erdsonden

Gut geeignete Flächen:
Unter Brandschutzzonen neben den Häusern

- Gesamtfläche: etwa 7200 m²
- Sondenlänge: 200 m
- Sondenabstand: 10 m
- Erdsondenanzahl: 72
- Spezifische Entzugsleistung: 40 W/m
- Spezifische Entzugsarbeit: 50 kWh/(m*a)*

Entzugsleistung: 576 kW (10%)

Entzugsarbeit: 720 MWh/a (COP 3)

Heizenergie: 1.080 MWh/a (6%)

Option: Weitere Freiflächen erschließen

Agrithermie

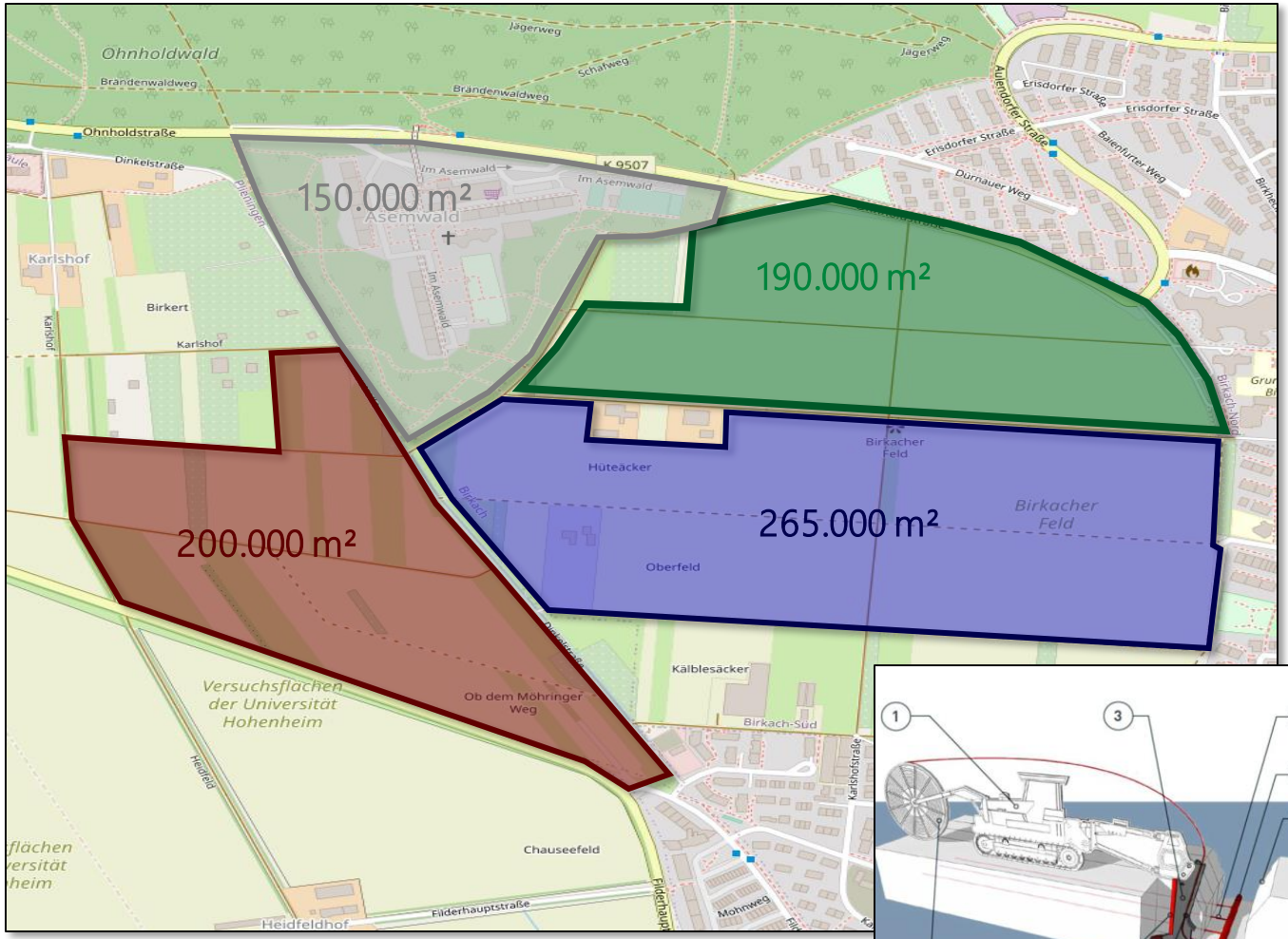
Nutzbare Flächen:
Angrenzende Ackerflächen

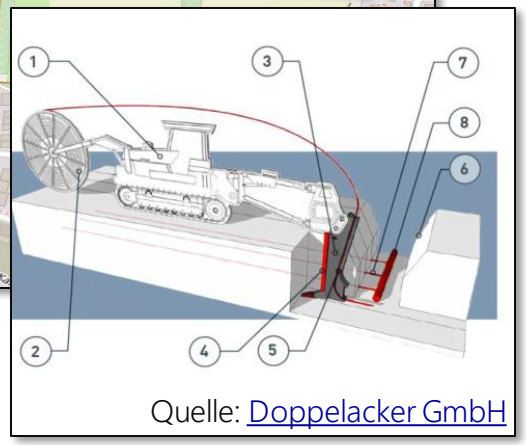
- Gesamtfläche: 655.000 m²
- Kollektorabstand: 1 m
- Verlegetiefe: 2 m
- Spez. Entzugsleistung: 20 W/m²
- Spez. Entzugsarbeit: 40 kWh/(m²*a)

Flächenbedarf: 300.000 m² = 30 ha
Entzugsleistung: 6.000 kW (100%)
Entzugsarbeit*: 12 GWh/a (COP 3)
Heizenergie: 18 GWh/a (100%)

- Etwa 60% der landwirtschaftlichen Flächen (grün/blau) sind im Eigentum der Stadt. Diese Flächen sind aber nicht zusammenhängend.

- **Keine realistische Option**





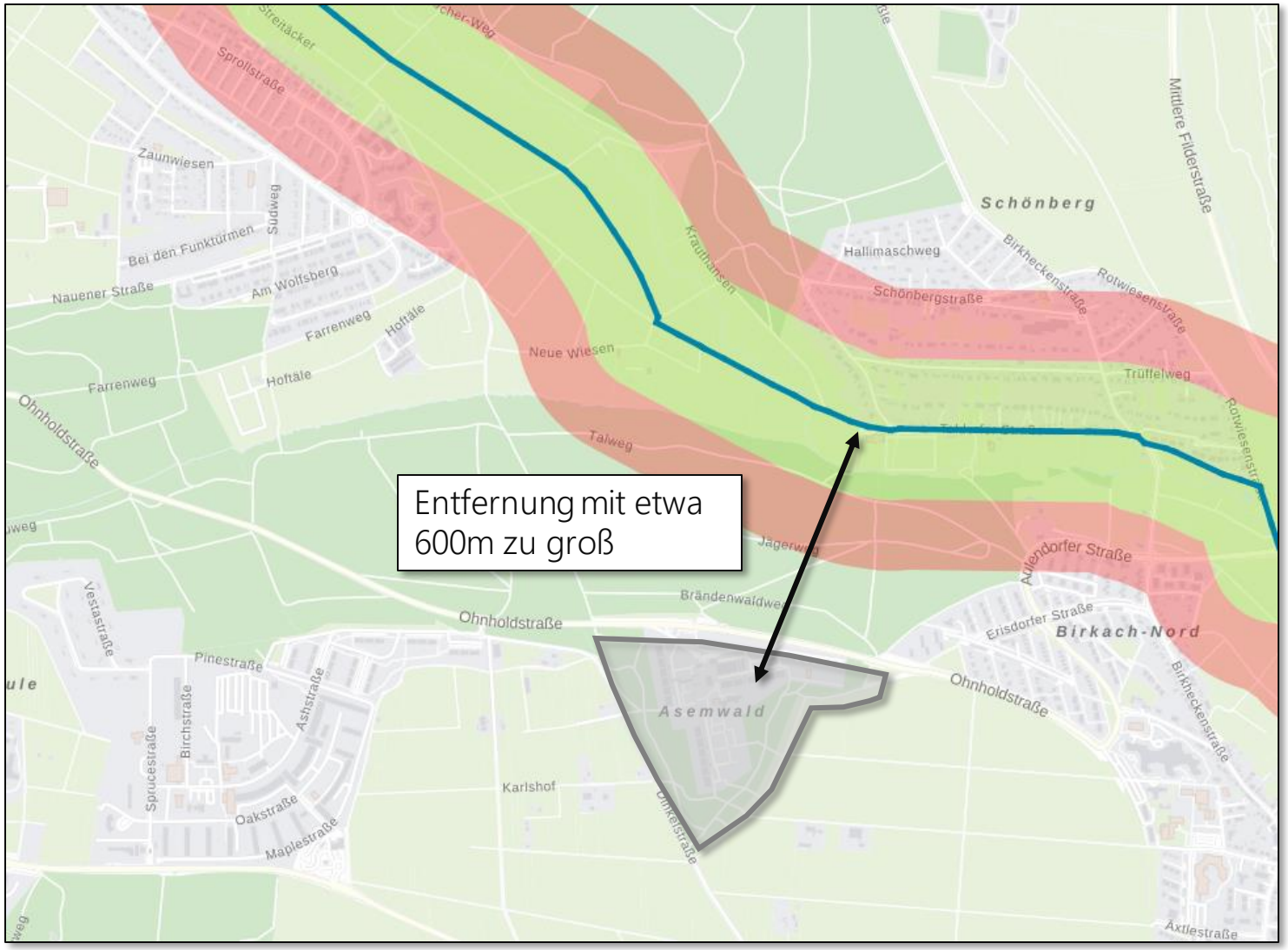
Quelle: Doppelacker GmbH

Abwasserwärme

- Kanal mit technisch nutzbarem Potential zu weit weg
- max. sinnvolle Entfernung 300 m zum Kanal

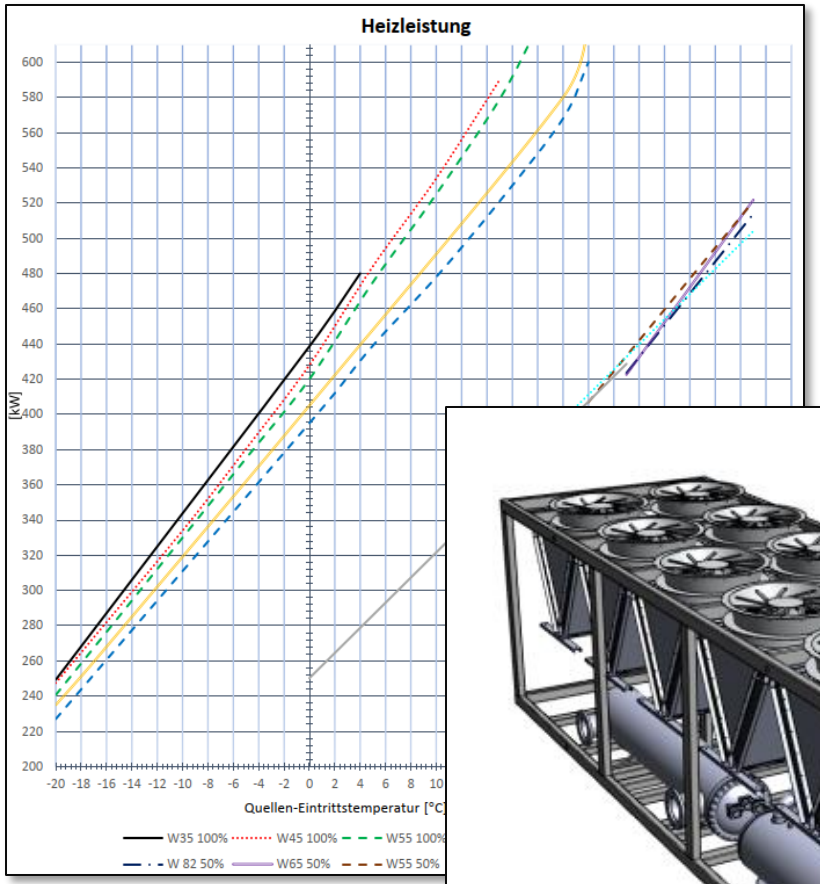
- Kanal in der Ohnholdstraße
  900 mm Durchmesser
- Trockenwetterabfluss maximal 5-6 l/s

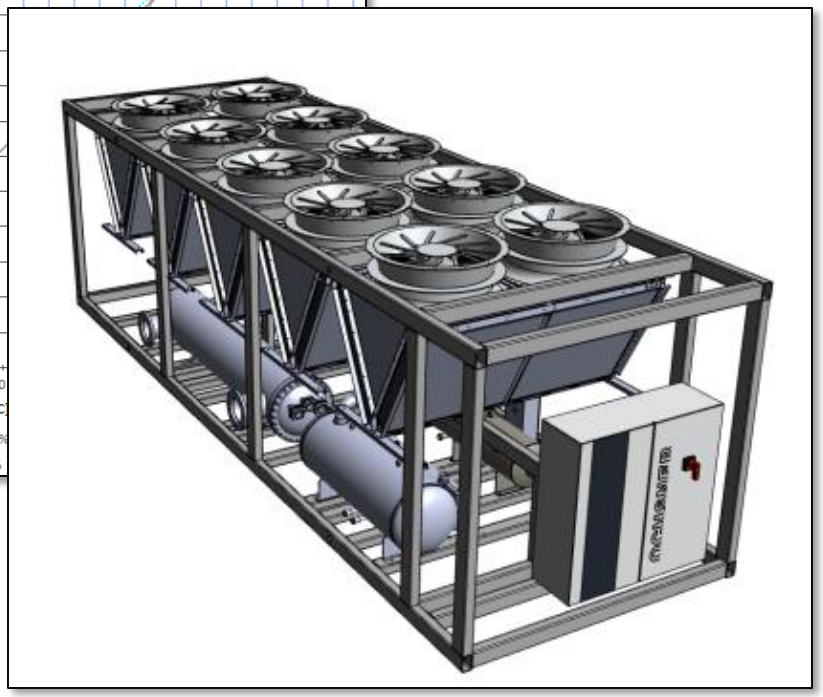
- **Kein ausreichendes Potential**



Außenluft

- Schallemissionen extrem wichtig
- Außerhalb der Heizperiode kann die Luft-Wärmepumpe die Grundlast des Wärmebedarfs effizient decken.
- In der Heizperiode sinken die Außentemperaturen und damit die Effizienz der Wärmepumpe.
- Um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten, wird ein Bivalenzpunkt bestimmt. Bei tieferen Temperaturen wird der Wärmebedarf durch den Gaskessel abgedeckt.





Quelle: Ochsner – Albatros 400 kW Luft-Wärmepumpe

Luft-Wasser-WP auf dem Gelände

Aufstellmöglichkeit:

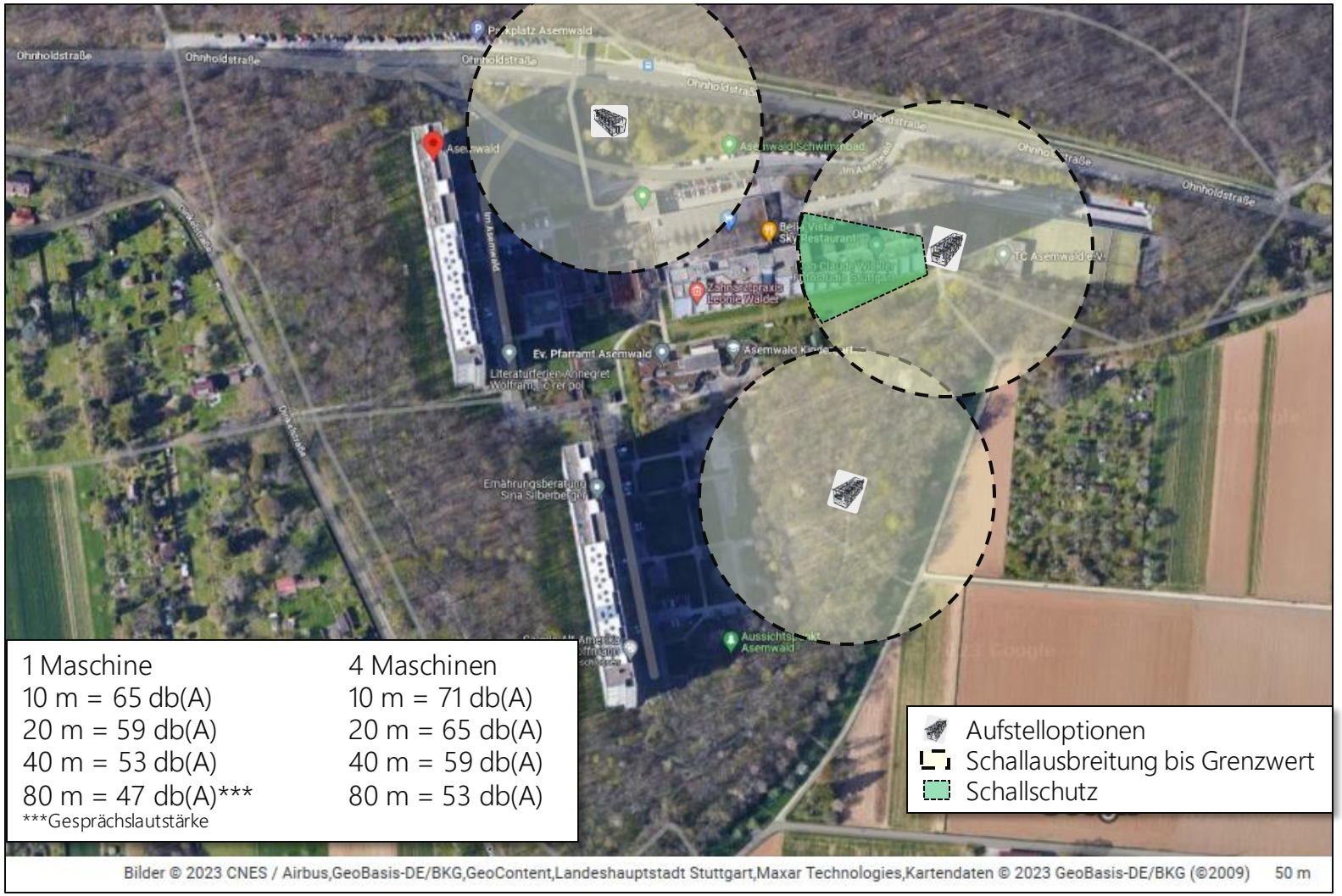
- 8 Maschinen (Annahme)
- Bivalenzpunkt*: 0°C

Heizleistung: 3.000 kW (51%)

Heizenergie: 14 GWh/a (77%)

Zu prüfen:

- Schallschutzmaßnahmen zu den Wohngebäuden und weiteren Anliegern
  - Schallschutzhaube -10 bis 14 db(A)
  - Nachtabsenkung/-abschaltung
  - Teillastbetrieb
- Führung der Wärmetrasse zur Heizzentrale
- Stromanschluss / Trafokapazität



Luft-Wasser-WP auf dem Dach

Aufstellmöglichkeit:

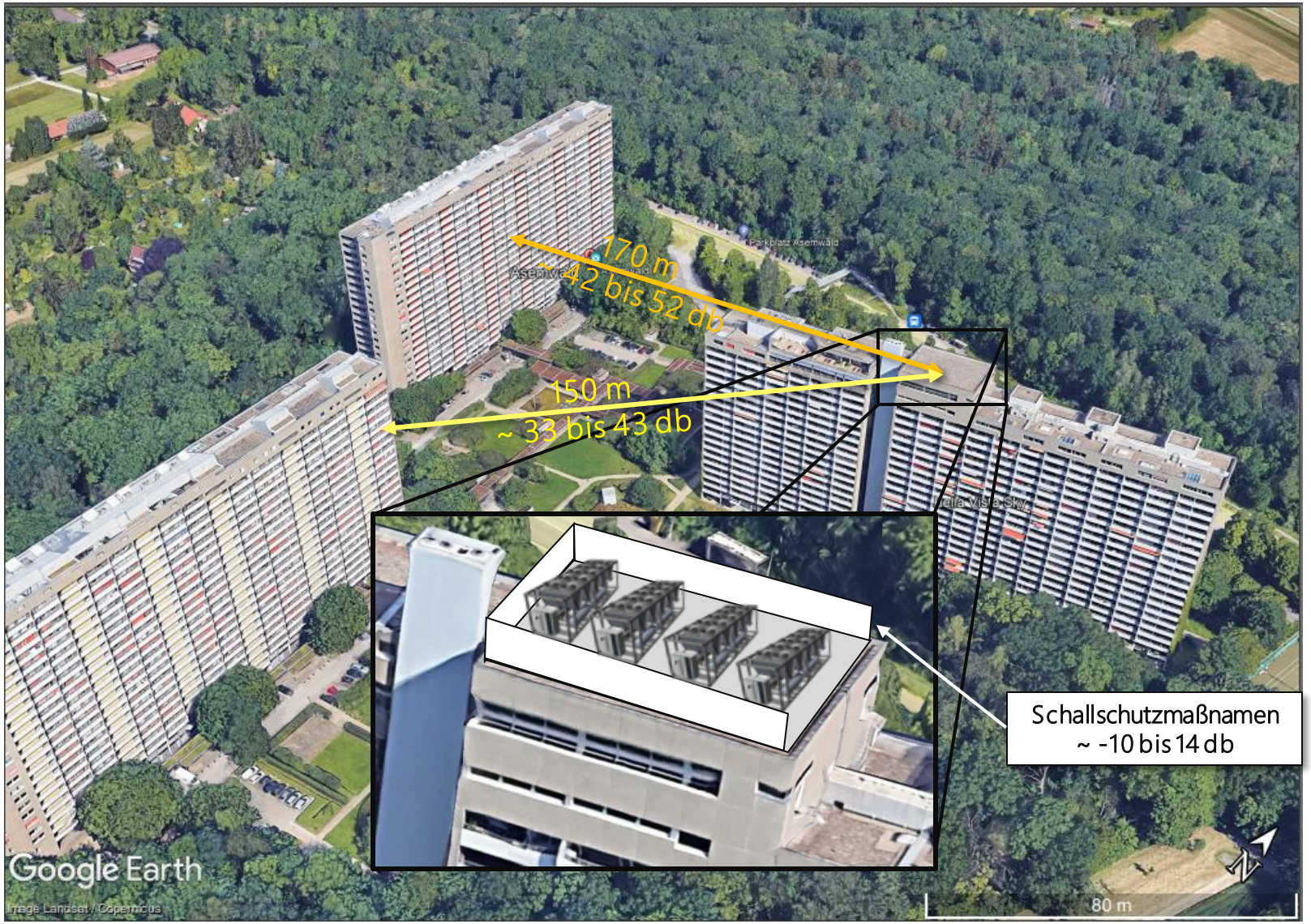
- 4 Maschinen (300m²)
- Bivalenzpunkt: 0°C

Heizleistung: 1.600 kW (29%)

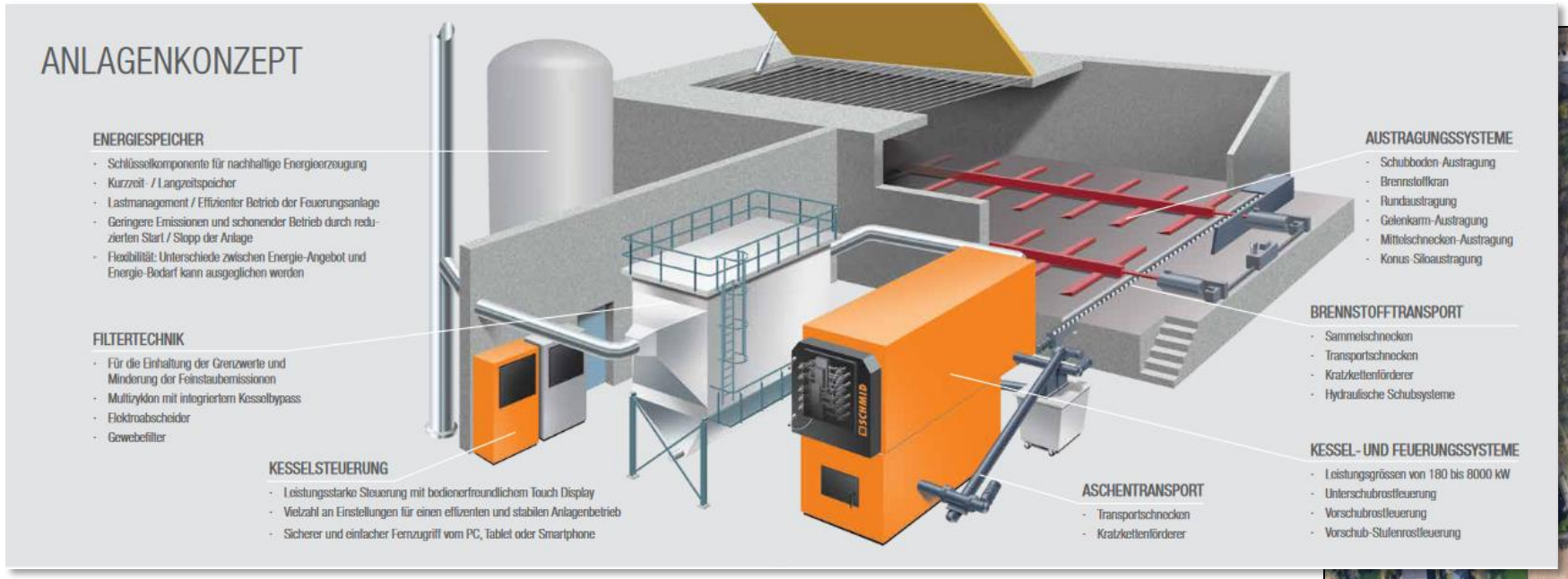
Heizenergie: 10,4 GWh/a (57%)

Zu prüfen wären:

- Erforderliche Schallschutzmaßnahmen
- Statik des Daches (angefragt)
- Führung der Wärmetrasse in/an einem der Schornsteine
- Stromanschluss



Biomasse



Quelle: https://www.schmid-energy.ch/files/attachments/2019_Grossanlagen_DE_low.pdf

- Heizzentrale hat ausreichend Platz für Kessel.
- Für Brennstoffsilo muss zusätzliches Bauwerk geschaffen werden.
- Abgasführung schwierig
- Bei einer 100%igen Bedarfsdeckung müssten bis zu 360 LKW/a zur Anlieferung anfahren.

Heizleistung: 5.500 kW (100%)
Heizenergie: 18 GWh/a (100%)

Fazit

- Klimaneutrale Wärmeversorgung nur stufenweise und langfristig zu erreichen
  Anders als im Einfamilienhaus
- Gaskessel für Spitzenlast und Reserve bleibt unverzichtbar
- Suche nach regenerativen Quellen mühsam aber entscheidend

- Förderung über BEW notwendig, aber derzeit für WEG noch nicht möglich

- Contracting interessante Alternative
  → Hierzu haben wir das neue Tätigkeitsfeld ***Energy Services*** aufgebaut

Wohnsiedlung RÄ15, Leonberg-Warmbronn

80 Gebäude, Siebziger Jahre

324 Wohnungen, ca. 28.300 m^2

Heizzentrale Ölkessel (2,8 MW_{th})

500.000 – 600.000 l Heizöl / Jahr

324 Eigentümer – Streubesitz

Bruchteil-Gemeinschaft!

Kennwerte Wohnquartier RÄ15

Jährlicher Heizöl-Einsatz

Heizwärme	ca. 190 kWh/(m²a)
Trinkwarmwasser	ca. 25 kWh/(m²a)

CO_2- Footprint **ca. 60 kg CO_2 / (m² a)**

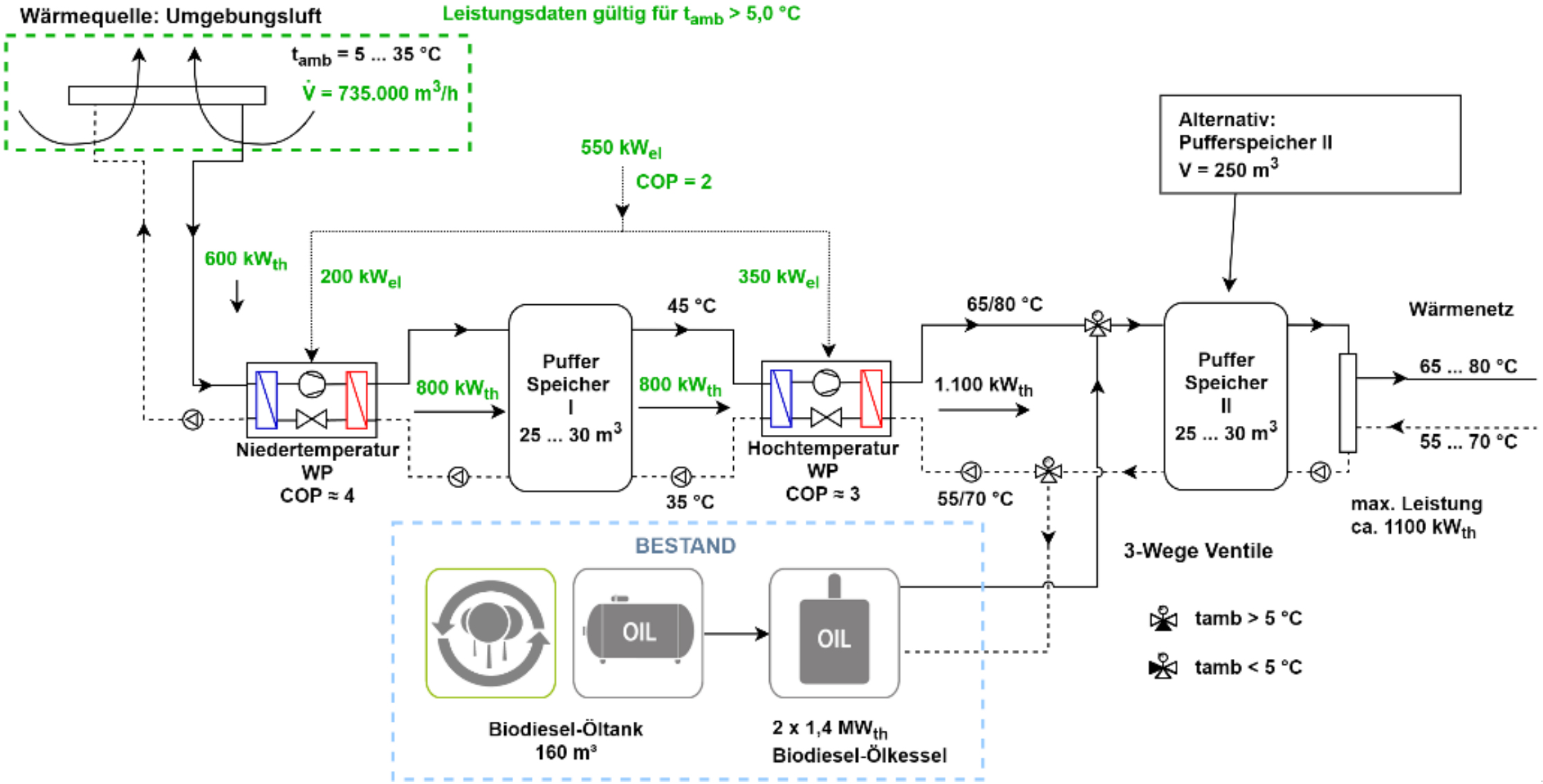
Ziel bis 2030 **< 10 kg CO_2 / (m² a)**

Jährliche Heizkosten (im Mittel, inkl. TWW)

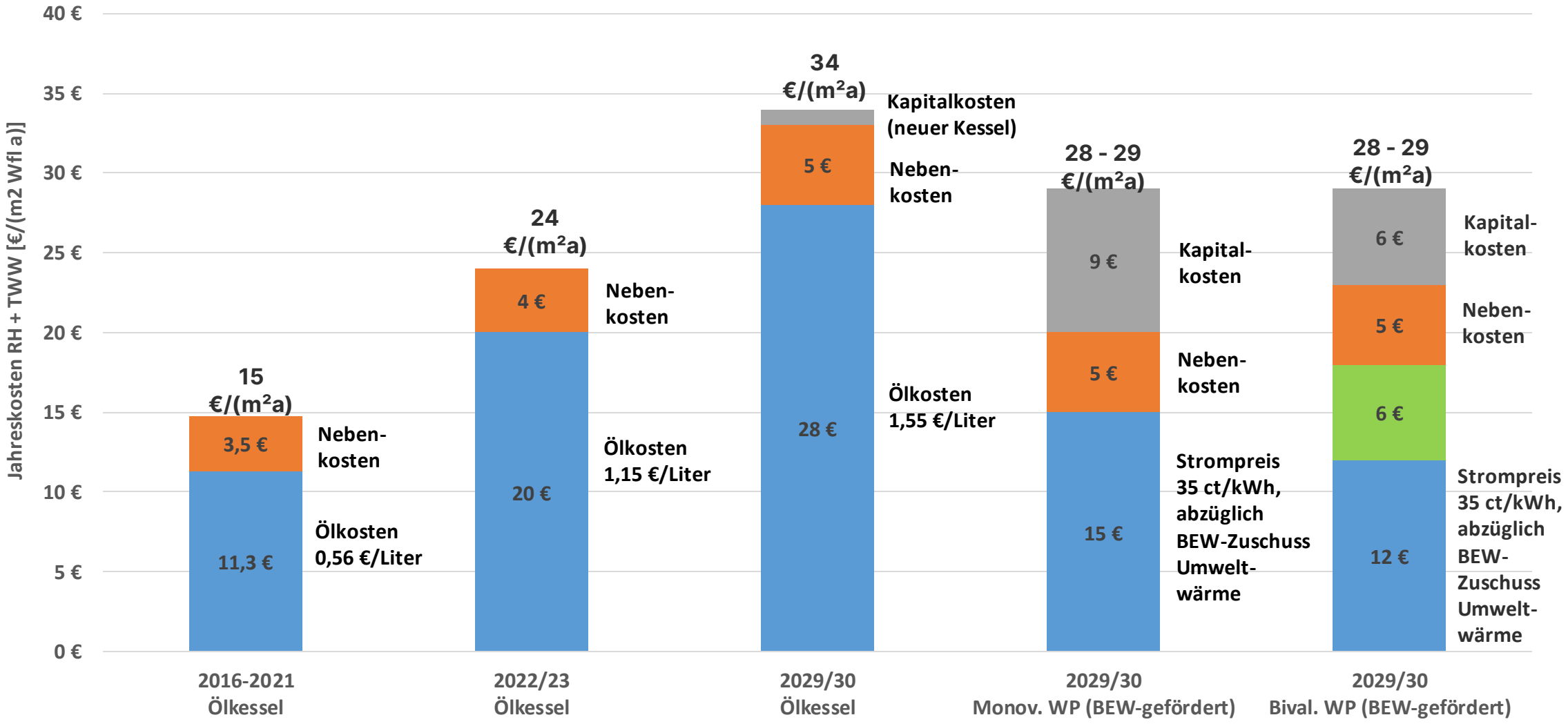
bis 2021: **15 € / (m² a)**

in 2022: **24 € / (m² a)**

Bivalentes WP-System Außenluft & Ölkessel
Kaskade von NT- und HT- Wärmepumpe



Was kostet die Wärme in 2030?



Paradigmenwechsel für Gebäudebestand / Quartiere

Fokus auf schnell wirkende CO_2- Reduzierung

1. **Schritt:** Solarisierung der Gebäude-Dachflächen und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen oder Fernwärmeanschluss

2. **Schritt**: Sukzessive Sanierung der Gebäudehülle (EH 100)

Ingenieure aus Leidenschaft

Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

+49 711 99 007-5
info@egs-plan.de
www.egs-plan.de