

Potentialstudie
Klimaneutrale Quartiersversorgung
Fallenbrunnen Nordost, Stadt Friedrichshafen

- Zusammenfassung -

Freiburg, 13.12.2022

- Daniel Siejak, schäffler sinnogy
- Gaspar Lopez, schäffler sinnogy
- Christian Frey, Frey BGW



© Bild: Stadt Friedrichshafen

A small orange square is located in the top-left corner of the page.

© sinnogy GmbH 2022

Die vorliegende Präsentation ist urheberlich geschützt. Sie ist vom Auftraggeber und in den zuständigen **kommunalen Gremien vertraulich zu behandeln**. Sie darf nur mit schriftlicher Zustimmung von sinnogy GmbH in Gänze oder in Teilen veröffentlicht werden.

Sie aufgeführten Informationen und Daten wurden nach bestem Fachwissen und Gewissen ermittelt. Für die Richtigkeit der Ergebnisse kann kein Gewähr übernommen werden.

Sinnogy GmbH - Geschäftsführer: Dr. Harald Schäffler - Kartäuserstraße 49, 79102 Freiburg, Tel. +49 (761) 20 55 1470 hallo@sinnogy.de
www.sinnogy.de

Das Team von sinnogy

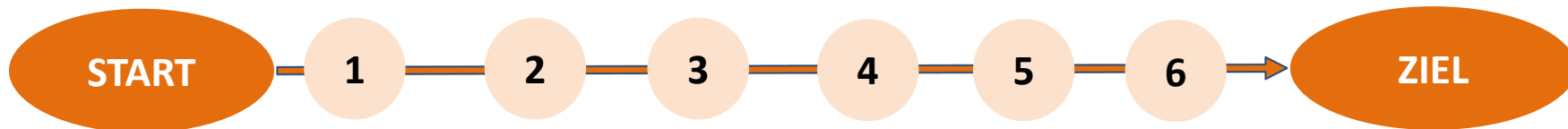


Klimaneutrale Versorgungskonzepte - Geschäftsmodelle – Netzplanung + -simulation – Fördermanagement

- Im Rahmen der Potentialstudie werden folgende Leitfragen beantwortet – kurz und knapp auf den Punkt gebracht.

1. Wofür - Das Ziel	Welchen Grad an Klimaneutralität bzw. Treibhausgas-Neutralität wollen wir erreichen und für welche Sektoren (Wärme, Strom, Mobilität)?
2. Was - Das Projektgebiet	Welche Gebäude sollen versorgt werden (Bestand, Neubau / Gebäude, WE, BGF)?
3. Womit - Die Potentiale	Welche lokal verfügbaren EE- und Abwärme-Potentiale können wir für die Versorgung nutzen?
4. Wie - Die Versorgungskonzepte	Mit welchen Versorgungskonzepten können die Gebäude versorgt werden? Sind individuelle oder gemeinschaftliche Konzepte vorteilhafter?
5. Wieviel - Die Wirtschaftlichkeit	Welche Fördermittel können in Anspruch genommen werden und was kostet am Ende die Energie?
6. Wer - Das Geschäftsmodell	Wer plant, investiert, baut und betreibt die Versorgungslösung?
7. Wann - Der Zeitplan	Was ist der Zeitraumen für die Planung, Baurecht, Erschließung, Aufsiedlung und wann soll das erste Gebäude Wärme beziehen?

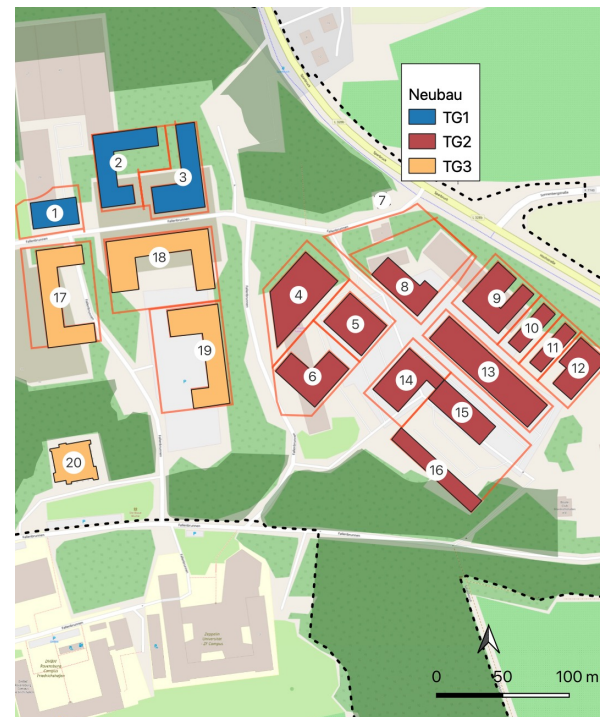
■ Im 1. Schritt sichten wir die Grundlagen und ermitteln den Energiebedarf des Projektgebiets.



■ Für die Potentialstudie wurden Wärme, Kälte und Strom des Projektgebietes betrachtet.

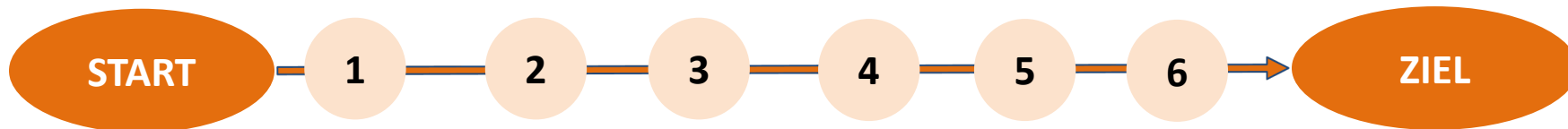
Gebäudeparameter	Einheit	TG 1	TG 2	TG 3	Gesamt
BGF	m ²	17.407	42.029	27.659	87.095
Gebäude	#	3	12*	4	19
WE	#	120	70	161	351
Effizienzhausstandard	-	EH40	EH40/EH70	EH40/DM	
Nutzung	-	Wohnen	Wohnen / Gewerbe	Wohnen	
Wärmebedarf	MWh/a	780	1.123	1.231	3.134
Kältebedarf	MWh/a	181	284	574	1.039
Strombedarf	MWh/a	508	1.995	813	3.317

* Gebäude Nr. 7 wurde für die Energieversorgung nicht berücksichtigt



© Bild: Openstreetmaps, bearbeitet von sinnogy

■ Im 2. Arbeitsschritt ermitteln wir die nutzbaren Energiepotentiale des Projektgebiets.



■ **Wärme** - Von den untersuchten Potentialen sind vorrangig Erdwärme sowie Sonnenwärme und Umweltwärme am sinnvollsten nutzbar.

Umweltwärme - Luft



© Bild: Schäffler



- ✓ hohes Potential
- geringe Effizienz

Sonnenwärme

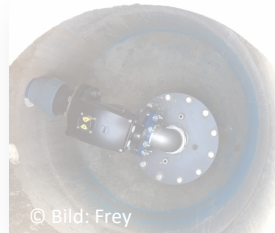


© Bild: cupasol



- ✓ hohes Potential
- Flächenbedarf
- Speicherung erforderlich

Grundwasser

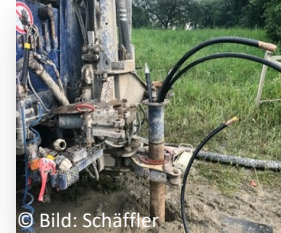


© Bild: Frey



- nicht verfügbar

Erdwärme (Sonde)

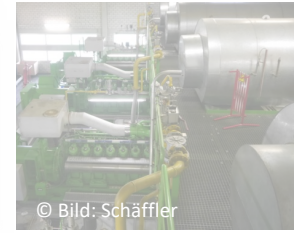


© Bild: Schäffler



- ✓ Potential vorhanden und nutzbar
- ✓ Kühlung möglich
- Flächenbedarf

Abwärme Gewerbe



© Bild: Schäffler



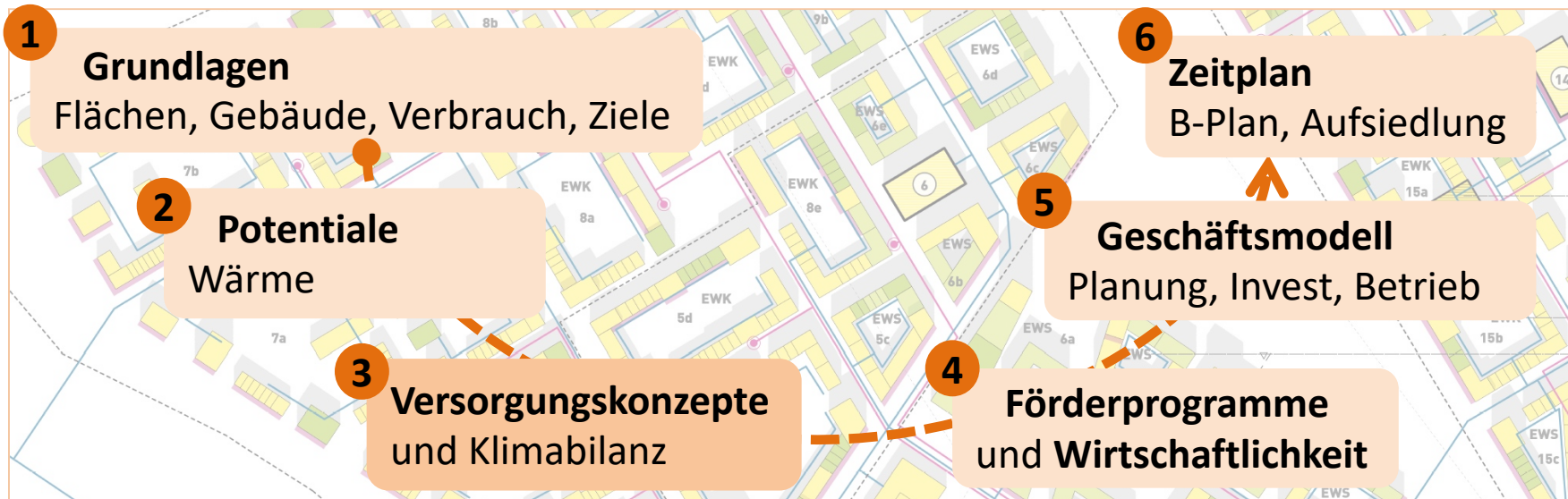
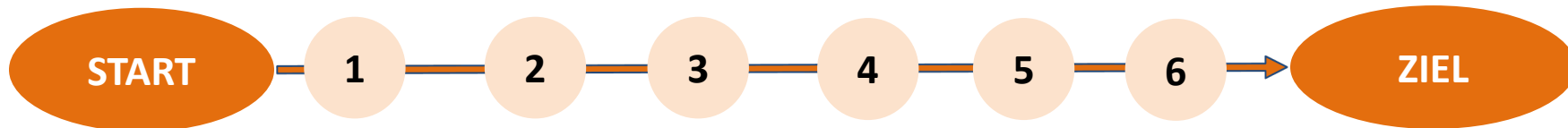
- Potential vorhanden, aber nicht förderfähig

- **Strom** – Im Projektgebiet kann nur Solarstrahlung für die klimaneutrale Stromerzeugung genutzt werden.



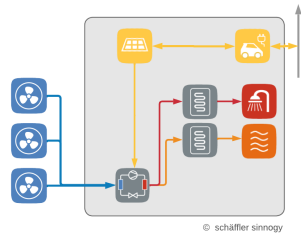
- ✓ hohes Potential
- fluktuierend

■ Im 3. Arbeitsschritt konzipieren und vergleichen wir verschiedene Versorgungskonzepte und erstellen die Klimabilanz.



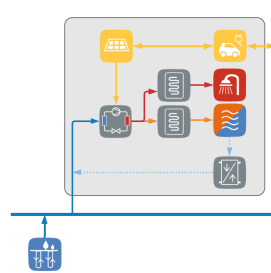
■ Im Rahmen der Potentialstudie werden **drei Versorgungsvarianten** untersucht und bewertet.

VV1 - L/W-Wärmepumpe



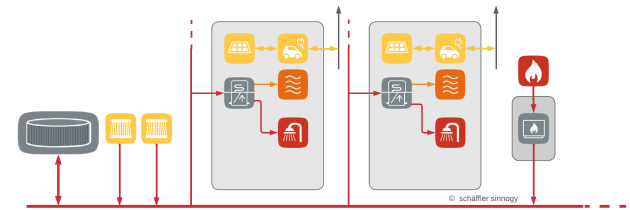
- Gebäudeindividuelle Luft-Wasser-Wärmepumpe
- PV-Anlagen
- Ladeinfrastruktur

VV2 - Kalte Nahwärmenetz mit EWS + S/W-WP



- Erdwärmesonden
- Kaltes Nahwärmenetz
- Gebäudeindividuelle Sole-Wasser-Wärmepumpe
- PV-Anlagen
- Ladeinfrastruktur

VV3 – Heißes Nahwärmenetz mit Solarkoll. + Saisonalspeicher

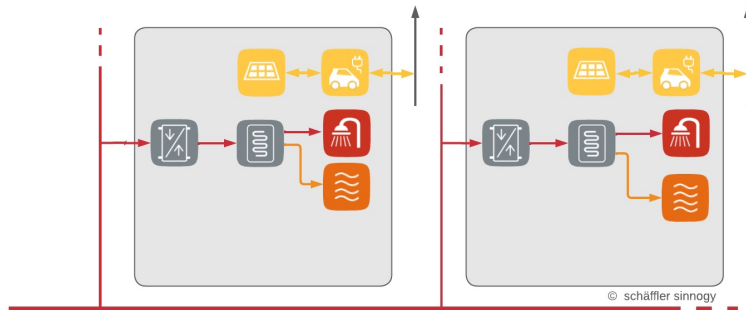


- Solarkollektoren
- Heißes Nahwärmenetz
- Saisonaler Wärmespeicher
- Backup-System
- PV-Anlagen
- Ladeinfrastruktur

- Als **Referenzvariante** wird der Anschluss an ein bestehendes Fernwärmenetz betrachtet.

Gemeinschaftliche Variante als Referenz

- **RV 0** – Anschluss an bestehendes Fernwärmenetz mit Gas-BHKW



- Referenzvariante für Klimabilanz und Wirtschaftlichkeitsvergleich

■ VV 1 - Die Wärmepumpen erzeugen Raumwärme und Warmwasser, große Pufferspeicher machen Sonnenstrom besser nutzbar.

Vorteile

- ✓ überall verfügbar
- ✓ einfache Installation
- ✓ Flächenheizungen verbessert die Effizienz

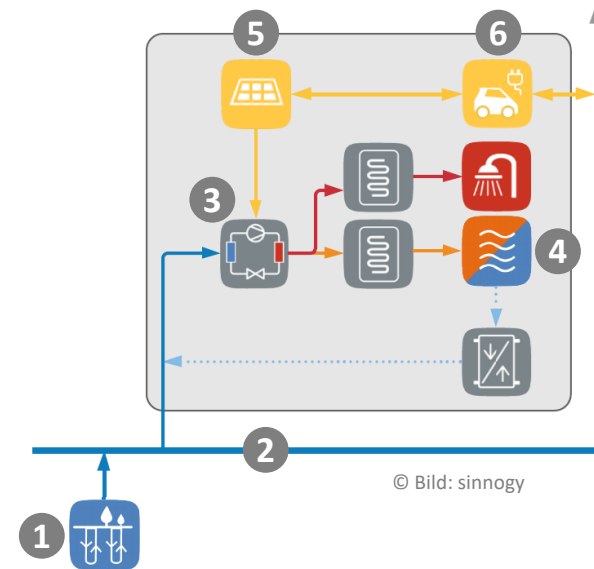
Nachteile

- niedrige Quelltemperatur gerade im Winter
- geringere Effizienz, höherer Strombedarf, kürzere Lebensdauer
- Sommerkühlung nur bei ausgewählten Geräten
- Außenluftgeräte benötigen Platz und Lärmschutz
- Überprüfung der Heizkörper aufgrund maximaler Vorlauftemperatur der Wärmepumpe (58°C)



■ **VV 2 – Erdwärmesonden liefern die Quellwärme, die über ein kaltes Wärmenetz an die Gebäude verteilt wird.**

- 1 **Dezentral verteilte Erdwärmesonden** stellen erneuerbare Quellwärme bereit
- 2 Ein **kaltes Nahwärmenetz** verteilt die Quellwärme an die Gebäude
- 3 **Hocheffiziente Wärmepumpen** in den Gebäuden erzeugen Raumwärme und Warmwasser
- 4 **Passive oder aktive Raumkühlung im Sommer** durch „Wärmesenke“ des Erdreichs
- 5 **Klimaneutraler Strom** aus Photovoltaik-Anlagen auf begrünten Dächern, ggf. auch auf Fassaden, Balkonen, Dachterrassen uvm.
- 6 **Klimaneutrale Mobilität** durch Tanken des eigenen Sonnenstroms vor Ort



■ VV 2 – Erdwärmesonden und ein kaltes Nahwärmenetz liefern über Jahrzehnte zuverlässig und kostengünstig Wärme zur Versorgung des Projektgebiets.

Vorteile

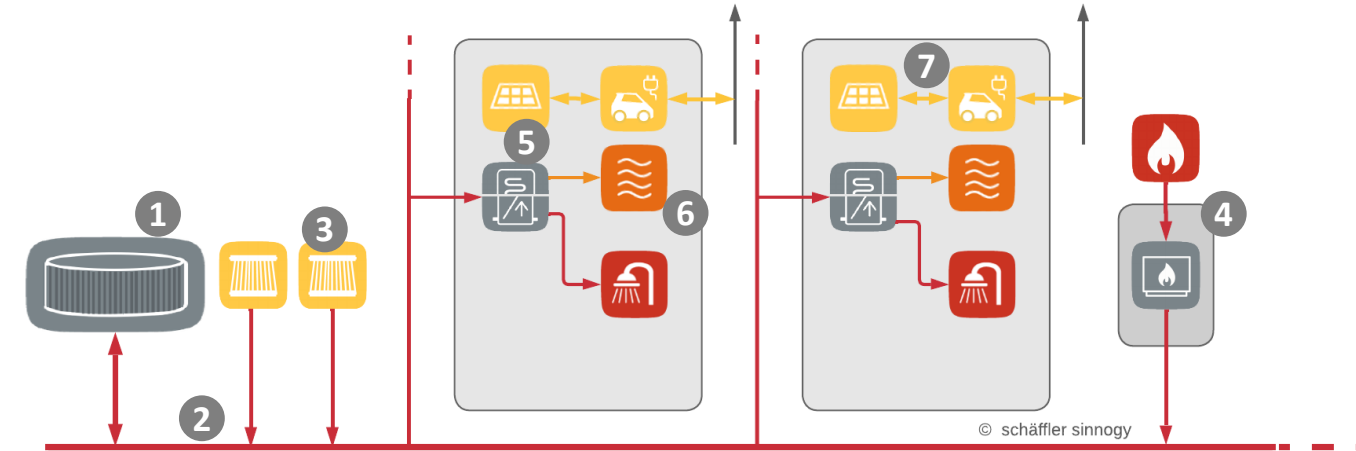
- ✓ Niedrige Netztemperatur, dadurch keine Wärmeverluste
- ✓ sehr lange Nutzungsdauer, daher hohe Wirtschaftlichkeit
- ✓ CO₂-frei Wärme durch Erdwärmesonden und Wärmepumpen
- ✓ Passive Kühlung inklusive

Nachteile

- hohe Investitionskosten
- höherer Planungsaufwand für den Bauträger
- Lange Bauzeiten, da hohe Nachfrage



- **VV 3** - „Solar 100“ liefert ganzjährig Sonnenwärme ohne Zusatzbrennstoffe. Der Backup-Kessel kommt nur bei technischen Störungen zum Einsatz.



- 1 Saisonaler Wärmespeicher
- 2 Heißes Nahwärmenetz
- 3 Hocheffiziente Solarthermiekollektoren
- 4 Backup-Kessel
- 5 Innovative Hausübergabestation
- 6 Niedertemperatur-Heizung
- 7 PV-Anlagen und Ladesäulen

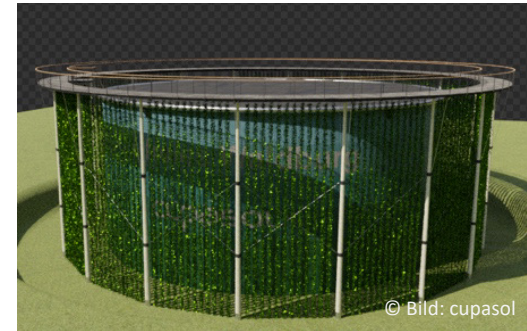
■ VV 3 - Solarthermie und saisonale Wärmespeicher machen die Wärmeversorgung kostenstabil, krisensicher und unabhängig.

Vorteile

- ✓ Netztemperatur ist für Bestandsgebäude geeignet, keine Sanierung notwendig
- ✓ sehr lange Nutzungsdauer, daher hohe Wirtschaftlichkeit
- ✓ CO₂-frei Wärme durch Solarkollektoren

Nachteile

- hohe Investitionskosten
- höherer Planungsaufwand für den Bauträger
- große Aufstellfläche für Wärmespeicher und Kollektoren



■ **Strom** – Mit Dachbegrünung sind ca. 1.800 kWp erreichbar. Maximal möglich sind ca. 2.800 kWp.

Maßgeschneiderte PV-Szenarien

1. Szenario: PV-MIN

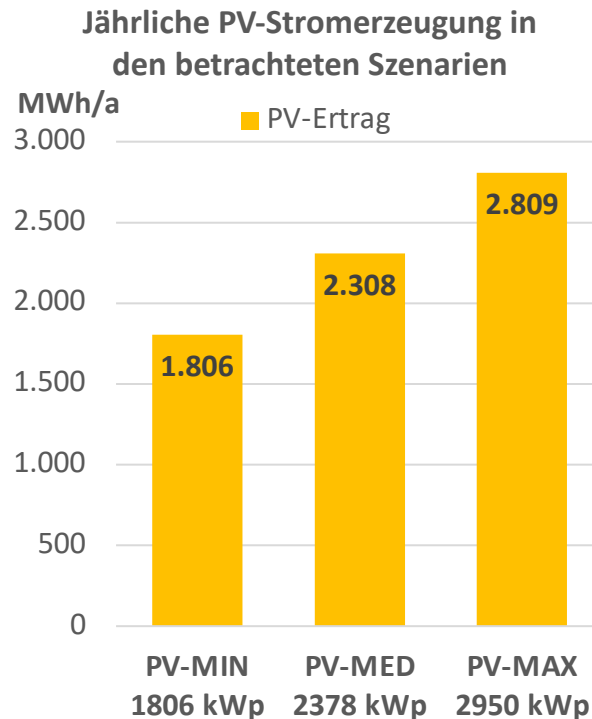
- 100 % Dachbegrünung

2. Szenario: PV-MED

- 50% Dachbegrünung

3. Szenario: PV-MAX

- Keine Dachbegrünung.



■ EMob - Der Ausbau der Ladepunkte geschieht schrittweise anhand des Bedarfs im Quartier.

Ausbau der Ladeinfrastruktur

- Bedarf noch unklar, Ausbau und Investitionskosten schwer abzusehen
- Anschaffung LIS privat oder durch Energiedienstleister (ggf. Arealnetzbetreiber)

Anforderungen an Ladepunkte

- Lastmanagement-Tauglichkeit für Ladepunkte notwendig (Netz → Fahrzeug)
 - Open Charge Point Protokoll → Kompatibilität bei unterschiedlichen Herstellern
- Ab 2025: E-Fahrzeuge können Systemdienstleistungen für Stromnetz erbringen (Netz ↔ Fahrzeug)

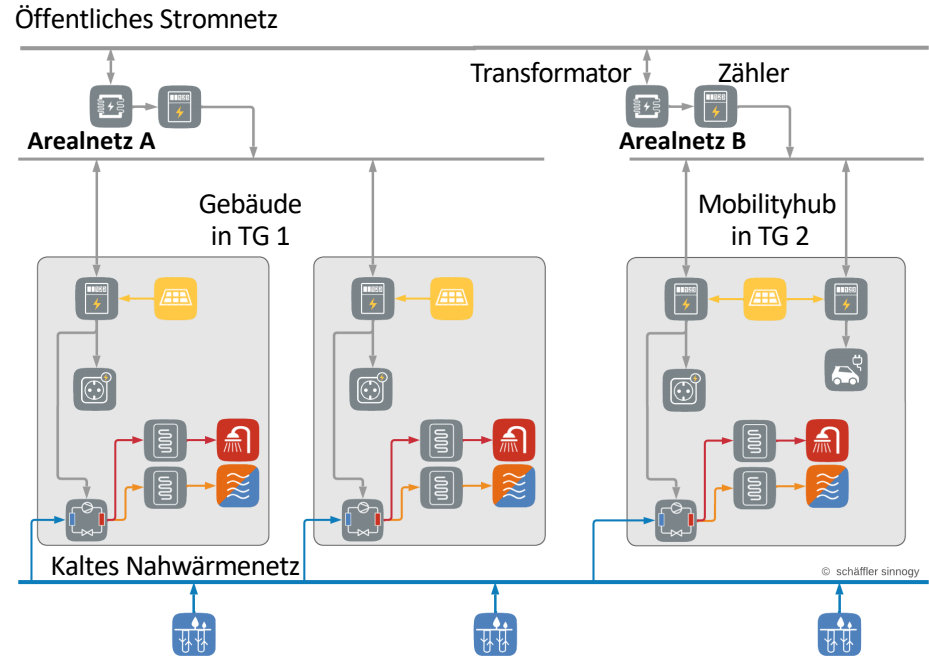
■ **Arealnetz** – Mit einem Arealnetz („Kundenanlage“) werden die Sektoren Wärme, Strom und Mobilität verbunden.

Arealnetz

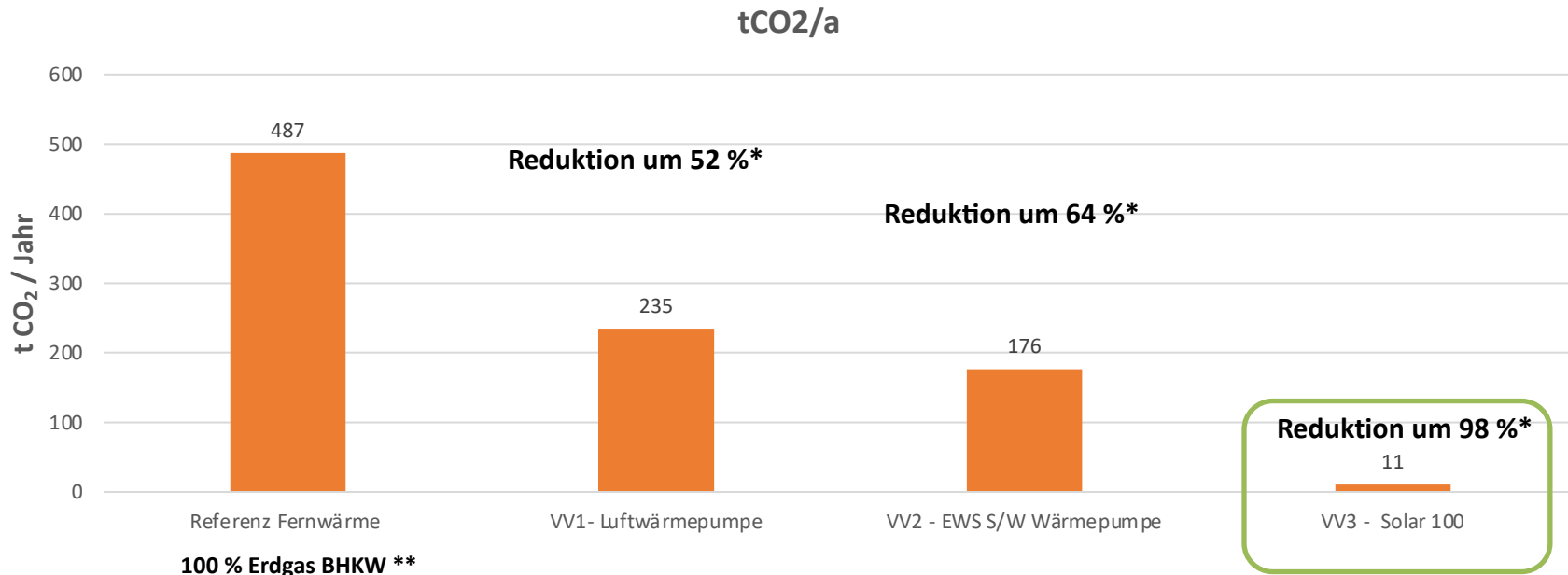
- Entspricht einer Kundenanlage nach Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
- Lokales Verteilnetz für Strom, welches durch Energiedienstleister betrieben wird
- Ein Anschlusspunkt an öffentliches Stromnetz

Vorteil

- Im Quartier erzeugter, überschüssiger PV-Strom kann ohne Netzentgelte und Stromsteuer verteilt werden
- Synergieeffekte im Quartier
- Wahlfreiheit des Endkunden bleibt bestehen



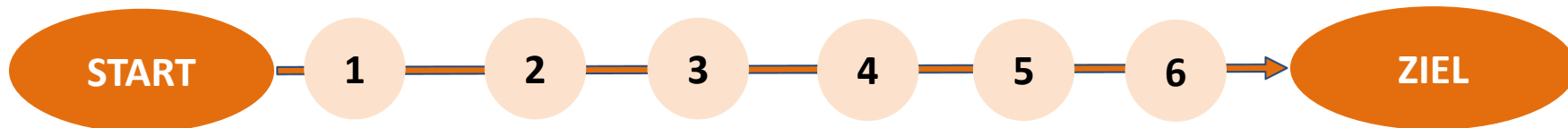
Klimabilanz – Im Vergleich zur Referenzvariante können die CO₂-Emissionen mit Sonnenwärme um bis zu 98 % reduziert werden.



** Emissionsberechnung Wärme aus BHKW-Anlagen auf Grundlage der Studie Prognos, Fraunhofer IFAM et al., „Evaluierung der Kraft-Wärme-Kopplung“, 2019 im Auftrag des BMWK
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/evaluierung-der-kraft-waerme-kopplung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

* aktueller Strommix, kein PV-Strom berücksichtigt

■ Im 4. Arbeitsschritt ermitteln wir die möglichen Förderprogramme und vergleichen die Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten.



- Trotz hohen Investitionskosten ist die nachhaltige Wärmeversorgung mit lokalen Quellen mit ca. 20,5 bzw. 13,2 ct/kWh auch wirtschaftlich sinnvoll.

(netto)	VV 1	VV 2	VV 3
Wertverlust	16,3 ct/kWh	8 ct/kWh	8,9 ct/kWh
Grundkosten	1,2 ct/kWh	3,1 ct/kWh	3,5 ct/kWh
Arbeitspreis	10 ct/kWh	8,9 ct/kWh	0,9 ct/kWh
spez. Vollwärmekosten*	27,5 ct/kWh	20 ct/kWh	13,2 ct/kWh

*ohne Finanzierungskosten, BKZ 100

REF – Fernwärme Fallenbrunnen

Fernwärmepreise (Preisstand Okt. 2022)**		
AP	12,88	ct/kWh
GP	59,62	€/kW
spez. Wärmekosten	19,1	ct/kWh

**Nettopreise, Quelle Stadtwerke am See

VV2 – EWS

- ✓ hohe Förderquoten
- ✓ Kühlung inklusive
- hohe Investitionskosten
- hoher Flächenbedarf

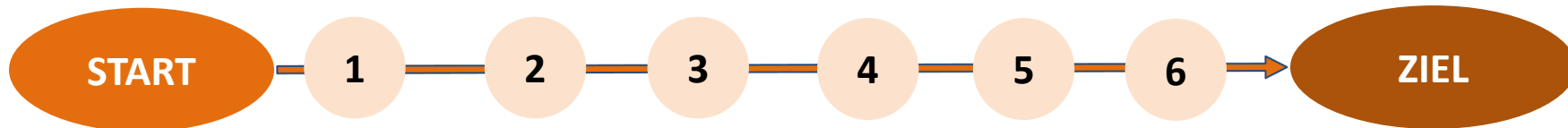
VV3 – Solar 100

- ✓ sehr hohe Kostenstabilität und Krisenfestigkeit
- ✓ sehr geringe variablen Kosten
- ✓ hohe Förderquoten
- hoher Flächenbedarf
- hohe Investitionskosten

REF – Fernwärme

- ✓ geringe Investitionskosten
- hohe Abhängigkeit vom Energiemarkt
- Hochtemperatur-Fernwärme für Neubauten ineffizient

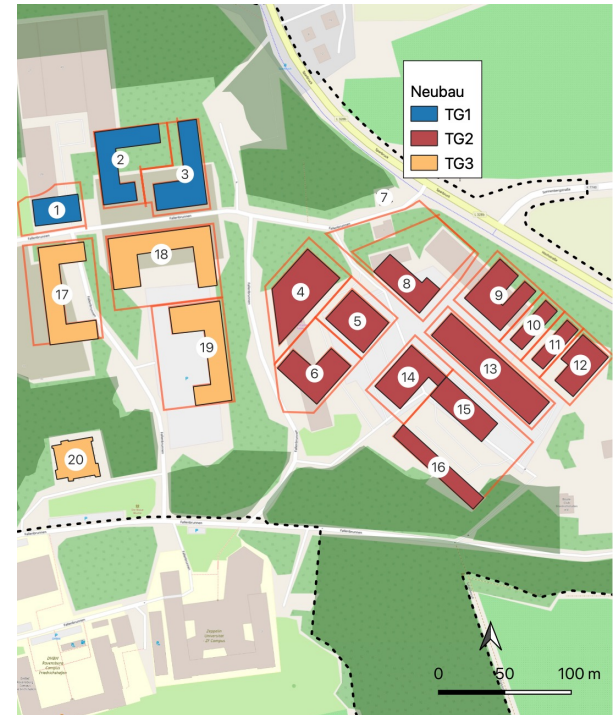
■ Zum Abschluss fassen wir die Ergebnisse zusammen und präsentieren sie mit Empfehlungen einem Entscheidungsgremium.



Zusammenfassung

Die Studie zeigt, das Neubaugebiet kann klimaneutral und wirtschaftlich mit Strom, Wärme und Mobilität versorgt werden.

- ✓ **Klimaneutrale Wärmeversorgung** für das Projektgebiet ist möglich.
- ✓ Klimaneutrale Energieversorgung ist **wirtschaftlich, unabhängig** und **dauerhaft kostenstabil** dank attraktiver Fördermittel.
- ✓ Mit einer **Machbarkeitsstudie** als Voraussetzung für den Realisierungsförderantrag sind rund **5 Mio. zusätzliche Fördermittel** abrufbar.





© Bild: sinnogy auf Basis Stadt Friedrichshafen

Ihre Ansprechpartner




Dr. Harald Schäffler
- Geschäftsführer -

 +49 761 20 55 14 70

 hallo@sinnogy.de




Daniel Siejak
- Projektleiter -


 +49 761 20 55 14 73

 d.siejak@sinnogy.de



Gaspar López
-Projektingenieur-

 +49 761 20 55 14 74

 g.lopez@sinnogy.de



Leistungen und Projektbeispiele

www.schaeffler-sinnogy.de