

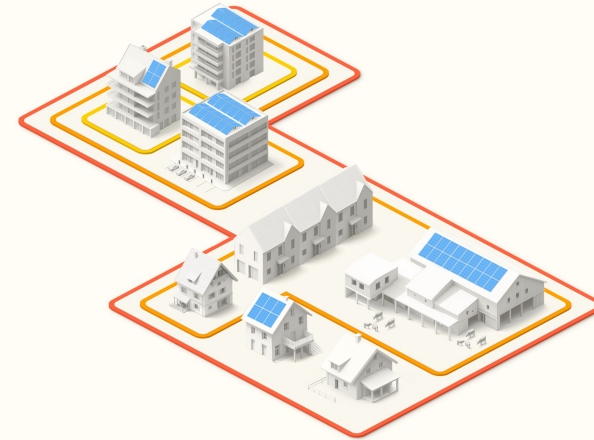
LEGs & Multi-Energie-Systeme

Synergien der Sektorkopplung & Akteurskoordination

Prof. Dr. Natasa Vulic¹, Prof. Dr. Matthias Resch²

1. Institut für Nachhaltigkeit und Energie am Bau
2. Institut für Elektrische Energietechnik

24. BRENET Status Seminar



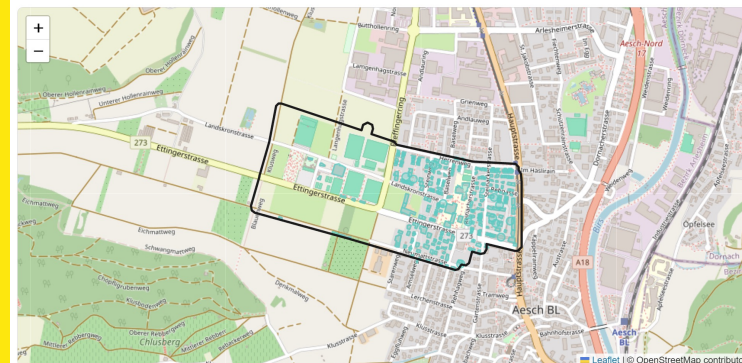
lokalerstrom.ch

Erstellt durch Swissolar, VSE und EnergieSchweiz © Copyright 2025

Geben Sie die Adresse des betreffenden Gebäudes ein

Adresse eingeben

Individuelle Ergebnisse



Szenarien:

- ☒ Referenz i
- ☐ A i
- ☐ B i
- ☐ KI i

Ergebnisse Löhrenacker

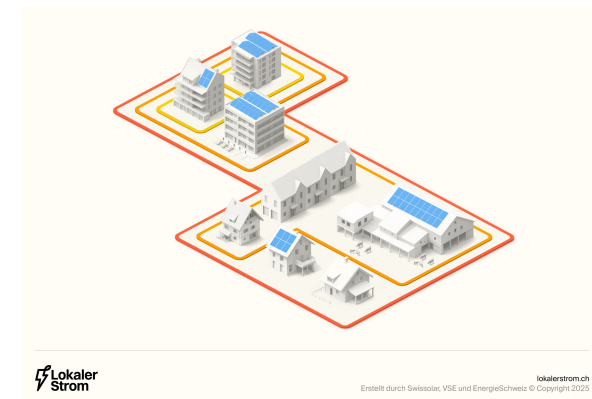
Ergebnisse Batteriespeicher

www.fhnw.ch

Gebäude werden zu aktiven Akteuren im Energiesystem

Herausforderungen der Energiewende

- Die Elektrifizierung erhöht den Strombedarf.
- Die erneuerbare Stromerzeugung erfordert mehr Flexibilität.
- Neue regulatorische Rahmenbedingungen (LEGs) ermöglichen den lokalen Energieaustausch.

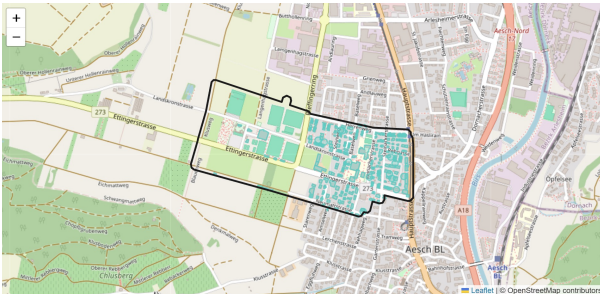


Forschungsfrage

Wie können Multi-Energie-Systeme innerhalb von LEGs einen Mehrwert für alle beteiligten Akteure schaffen?

Fallstudie Multi-Energie-System

Untersuchungsregion



Multi-Energie-System für das
Neumatt/Löhrenacker Areal

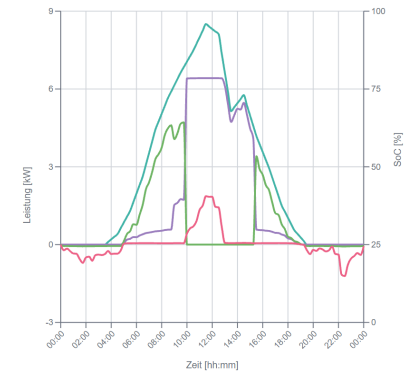
Szenarien

Referenzszenario

Zukunftsszenarien:

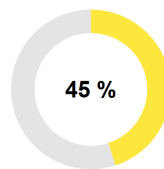
- vollelektrisch
- Fokus Wärme
- Rechenzentrum

Bottom-up Modell

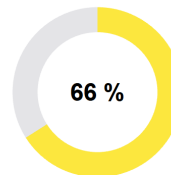


Technische Bewertung

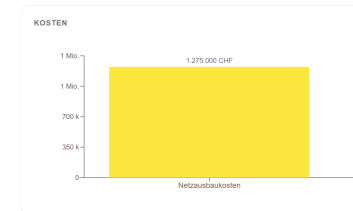
EIGENVERBRAUCHSGRAD



AUTARKIEGRAD



Wirtschaftliche Bewertung



Szenarioannahmen

Technologie Szenario	PV Ausbau 	Wärme- Kälte 	Elektro- fahrzeuge 	Stationäre Speicher 	Tarife 
Referenz: Aktuelle Ausbaupfade	moderat	dezentral	moderater Zubau unidirektional	Dezentrale Heimspeicher	Standardtarif
Szenario A strombasierten System	stark 70% Begrenzung	zentral: WP mit Erdwärmes- sondenfeld	moderater Zubau uni-direktional	Heimspeicher Grossspeicher (Handel, SDL)	Standardtarif und interner LEG- Tarif
Szenario B thermischer Fokus	moderat (Fokus auf Solarthermie) 70% Begrenzung	zentral: Solarthermie und Langzeitspeicher	starker Zubau bi-direktional	Grossspeicher (Handel, SDL, Quartierspeicher)	Standardtarif und interner LEG- Tarif
Szenario KI: Rechenzentrum	stark 70% Begrenzung	zentral: Abwärme Rechenzentrum	starker Zubau bi-direktional	Grossspeicher (Handel, SDL, Quartierspeicher)	Standardtarif und interner LEG- Tarif

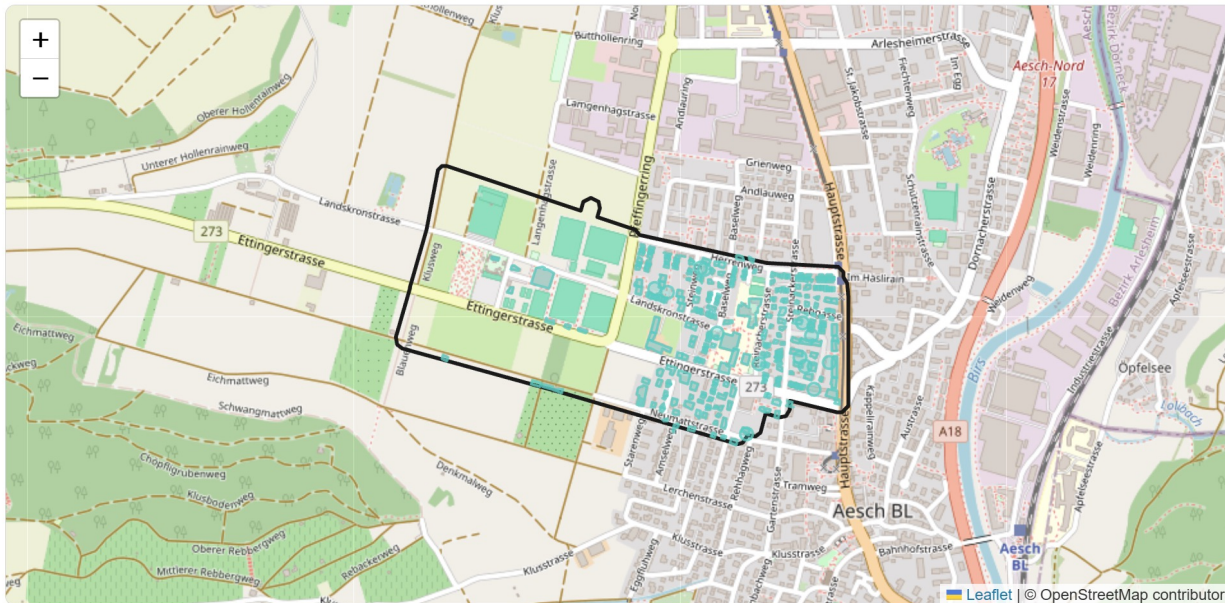


Visualisierung der Ergebnisse

Enter the address of the relevant building

Enter address

Individual results



Scenarios:

☐ Reference



☐ A



☐ B



☐ KI



Löhrenacker results

Battery storage results

<https://www.fhnw.ch/plattformen/multi-energy-system-aesch>

Techno-ökonomische Bewertung von Wohngebäuden

Reinacherstrasse 46, 4147 Aesch BL

Gebäudeklasse **Gebäude mit 1 Wohnung** Baujahr **1977** Grundfläche **64 m²** Wohnungen **1**

POTENZIALE

Photovoltaik-Potenzial

14 kWp

Wärmepumpen-Potenzial

2 kW

Techn. Potenzial Ladeinfrastruktur (kW)

22 kW

Techn. Potenzial Ladepunkte (Anzahl)

2

Clusterbasierte Simulation

Jahr:

☐ 2035

☒ 2050

Szenario:

☐ Referenz

☐ A

☐ B

☒ KI

Im Rahmen dieser Studie wurden die Gebäude im Untersuchungsgebiet in 20 Cluster gruppiert. Für jeden Cluster wurde eine detaillierte Simulation durchgeführt: Ein intelligentes Energiemanagementsystem (EMS) optimiert den Betrieb von PV-Anlagen, Batteriespeichern, Wärmepumpen und Ladestationen über ein ganzes Jahr in 15-Minuten-Intervallen — mit dem Ziel, Energiekosten zu minimieren und gleichzeitig Komfort und Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die folgenden Ergebnisse gelten für alle Gebäude in Cluster 8, dem dieses Gebäude zugeordnet ist.

Jahr: 2050 · Szenario: KI

EIGENVERBRAUCHSGRAD

66 %

AUTARKIEGRAD

74 %

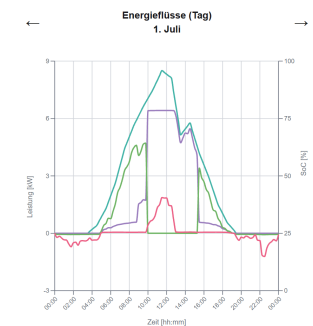
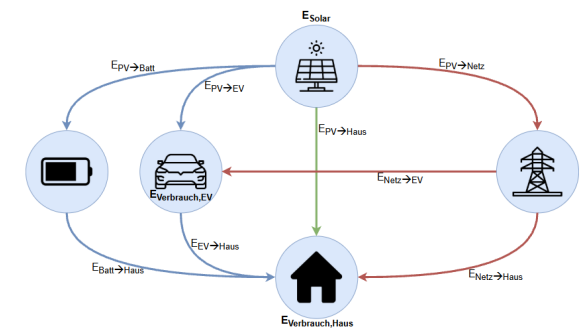
HEIZKOSTEN

5620 CHF /Jahr

STROMKOSTEN

678 CHF /Jahr

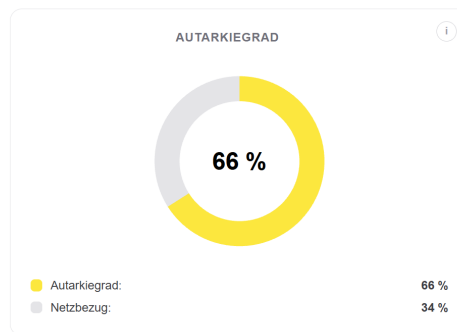
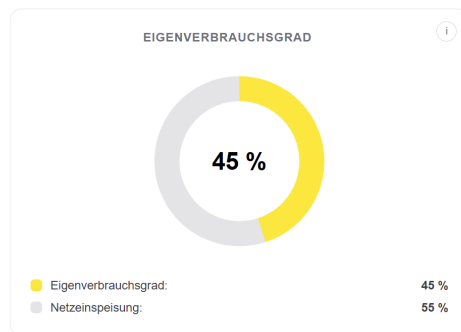
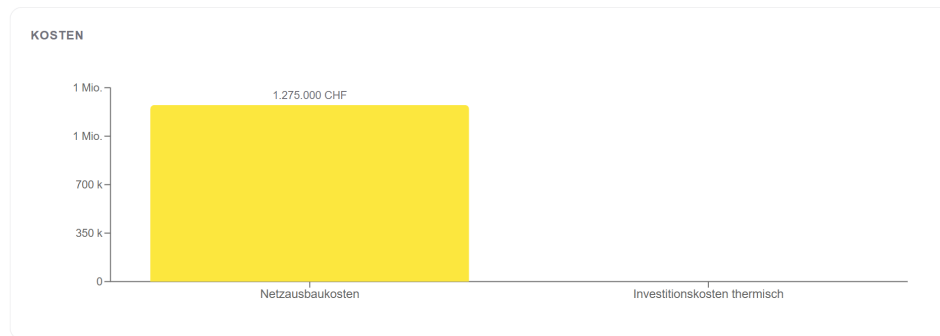
Energieflüsse (Jahr)



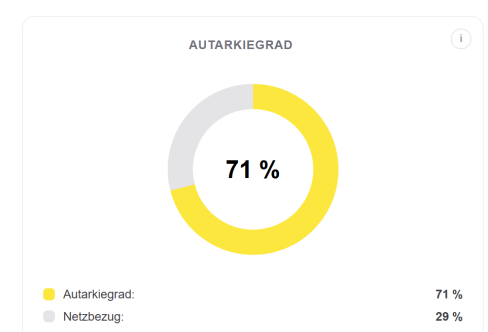
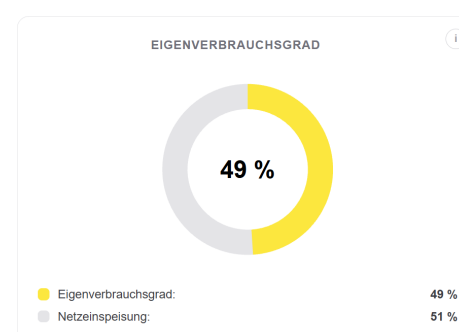
https://www.fhnw.ch/plattformen/multi-energy-system-aesch/aesch_haus/?egid=391016

Systemweite techno-ökonomische Bewertung

Referenz



Szenario KI



https://www.fhnw.ch/plattformen/multi-energy-system-aesch/aesch_gesamt/

Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

1. Multi-Energie-Systeme sind technisch umsetzbar

- Die Fallstudie bestätigt die technische Machbarkeit eines integrierten Multi-Energie-Systems.
- Unterschiedliche Technologiepfade ermöglichen eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Quartiers.

2. Integration schafft Mehrwert für das Gesamtsystem

- Lokale Flexibilität reduziert den erforderlichen Stromnetzausbau.
- LEGs verbessern die Wirtschaftlichkeit lokaler erneuerbarer Energien.
- Die Kopplung von Strom, Wärme und Speichern verbessert die Gesamtperformance des Energiesystems.

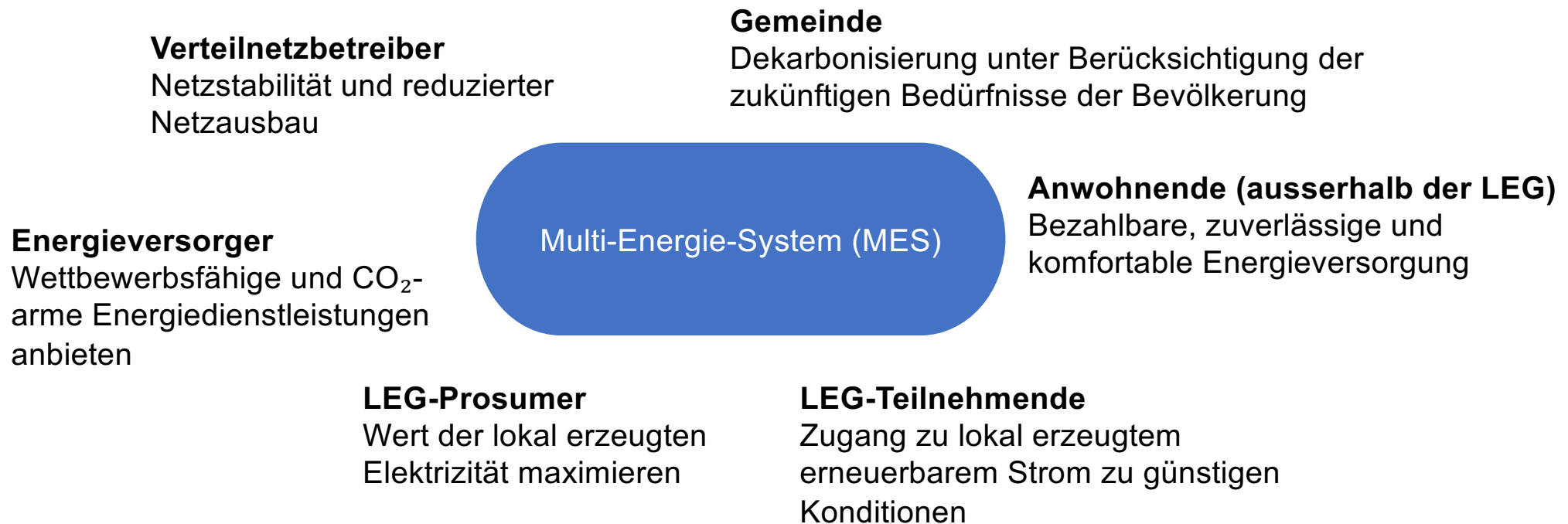
3. Technologie allein reicht nicht aus

- Die optimale Lösung hängt auch von Geschäftsmodellen und der Koordination der beteiligten Akteure ab.
- Der nächste Schritt ist die Umsetzungsplanung unter Einbezug der relevanten Akteure.

Über die technische Machbarkeit hinaus: Umsetzung ermöglichen



Akteure und ihre Perspektiven im Multi-Energie-System



Kernbotschaften

- ✓ Multi-Energie-Systeme sind technisch umsetzbar.
- ✓ LEGs schaffen Mehrwert über den Stromsektor hinaus, indem sie Flexibilität zwischen den Energiesektoren ermöglichen.
- ✓ Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert sowohl technische Lösungen als auch die Koordination der beteiligten Akteure.

Gemeinsam das Energiesystem der Zukunft gestalten

Eine multidisziplinäre Zusammenarbeit zwischen FHNW-Instituten und Partnern

< Institute der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW

**Institut
Nachhaltig-
keit und En-
ergie am Bau
INEB**



Prof. Dr. Natasa Vulic
*Erneuerbare Energien
und Gebäudetechnik*

Natasa.Vulic@fhnw.ch



**Institut für Elektrische
Energietechnik**

Hochschule für Technik und Umwelt



Prof. Dr. Matthias Resch
*Elektrische
Energietechnik*

Matthias.Resch@fhnw.ch



Primeo Energie



Gemeinde Aesch



TEP Energy



SustainTec

energiespeicherbüro

Energiespeicherbüro



Empa



HSLU



BFH

ANHANG

Szenario: «Referenz»

Photovoltaik:

- Bestand bleibt erhalten + Ausbau (Reithalle, Agri-PV)
- Zubau gemäss «ZeroBasis» der Energieperspektiven 2050+

Wärme & Kälte:

- bestehenden Wärmepumpen (WP)
- Wärmespeicher wenn nötig
- **Fernwärme (Holz/Groß-WP Primeo Heizzentrale)**
- Ausbau gemäss Energieperspektiven 2050+
- Kein Kältenetz vorgesehen
- Kältequelle Konventionelle Umgebungsluft

Mobilität:

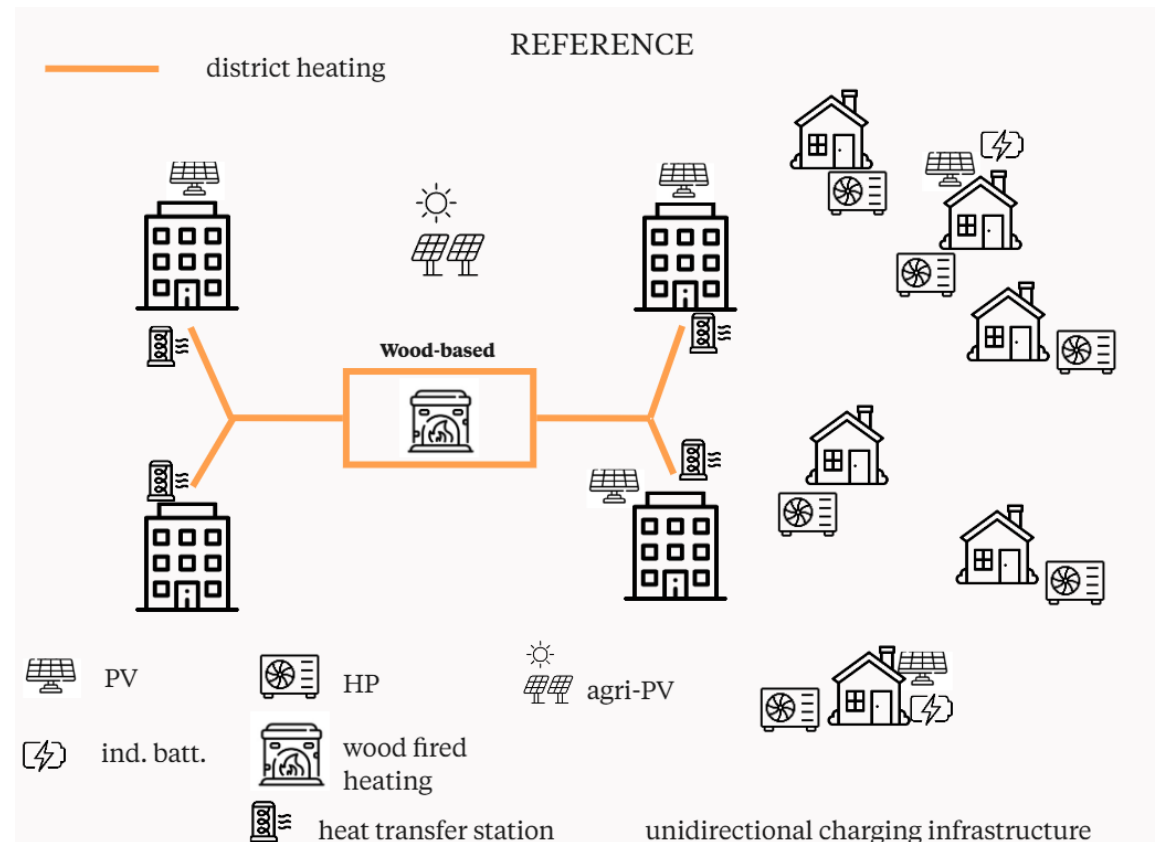
- Kontinuierlicher Anstieg E-Fahrzeuge.
- Unidirektionales Laden (keine Rückspeisung)

Speicher:

- Fokus auf Direktverbrauch/Netzbezug
- Keine stationären Hausspeicher vorgesehen

Tarife:

- Abrechnung nach Modell «Primeo Standard»



Szenario: A «Dezentral»

Photovoltaik:

- Zubau gemäss «Zero A» der Energieperspektiven 2050+
- 70 % Einspeisebegrenzung
- **Energiemanagement (EMS)** in jedem Gebäude

Wärme & Kälte:

- **Groß-Wärmepumpen** und bestehende WP
- Spitzenlast (Holz - Primeo Heizzentrale)
- Thermische Mittelspeicher für Wochenflexibilität
- **Erdwärme-Sondenfeld** für Wärmeverbund (**Anergie Netz**) für Schulhäuser, MZH, Gemeindehof, VB3
- Lokales **thermisches Netz (3. Gen)**
- **Kältequelle Erdwärme-Sondenfeld**
- Die Kälteverteilung erfolgt über ein (**Anergie Netz**)
- Abwärme **Free Cooling** wird Rekuperiert ins Erdwärme-Sondenfeld

Mobilität:

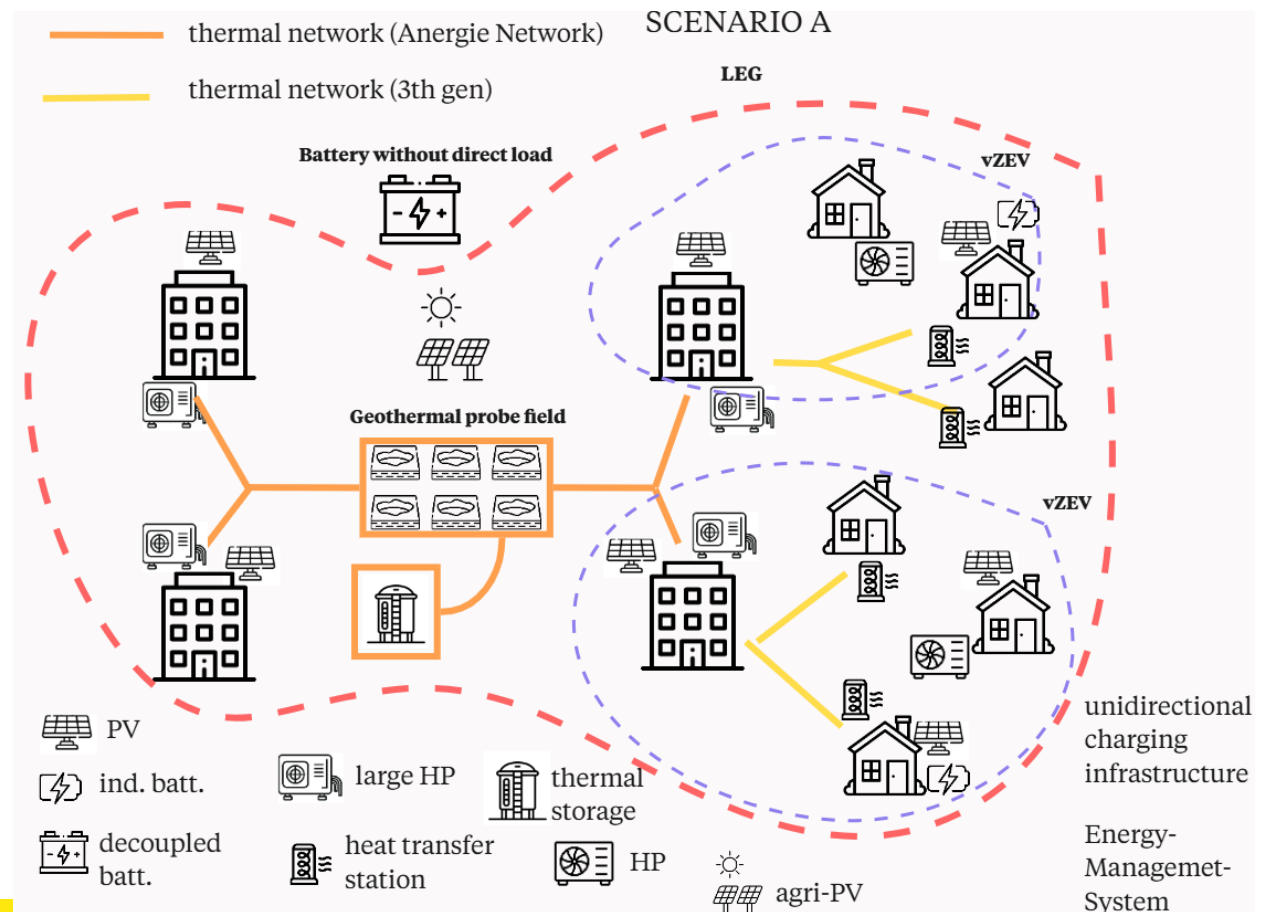
- 100% elektrische Fahrzeugflotte bis 2050
- **Unidirektionales Laden**

Speicher:

- Entkoppelter **Batteriespeicher 25 MW** (Zusätzlicher Erlöse für lokales Energiesystem)
- Dezentrale Hausspeicher 50% (2025) bis 100% (2050)

Tarife:

- Zusammenschluss zu lokalen Energiegemeinschaften LEG & vZEV
- Dynamisch, auf zentrale Grosswärmepumpe bezogen
- **Alle Flexibilitäten werden ausgenutzt**



Szenario: KI «Innovation»

Photovoltaik:

- Zubau gemäss «Zero A» der Energieperspektiven 2050+
- 70 % Einspeisebegrenzung
- **Agri-PV-Anlage & Infrastrukturflächen**
(z.B. Parkplätze oder Fassaden werden genutzt)

Wärme & Kälte:

- Wärmeerzeugung erfolgt über Hochleistungsrechners **HPC**
- Als Speicher dient ein **Saisonspeicher** auf Wasserbasis
- Wärmeabgabe erfolgt über **Wärmepumpen** in den einzelnen Gebäuden
- Lokales thermisches Netz (**4. Gen**)
- **Kein** Kältenetz vorgesehen
- Kälteerzeugung erfolgt über klassische Kältemaschinen
- Abwärme Kältemaschinen kann zur Beladung des Saisonspeichers

Mobilität:

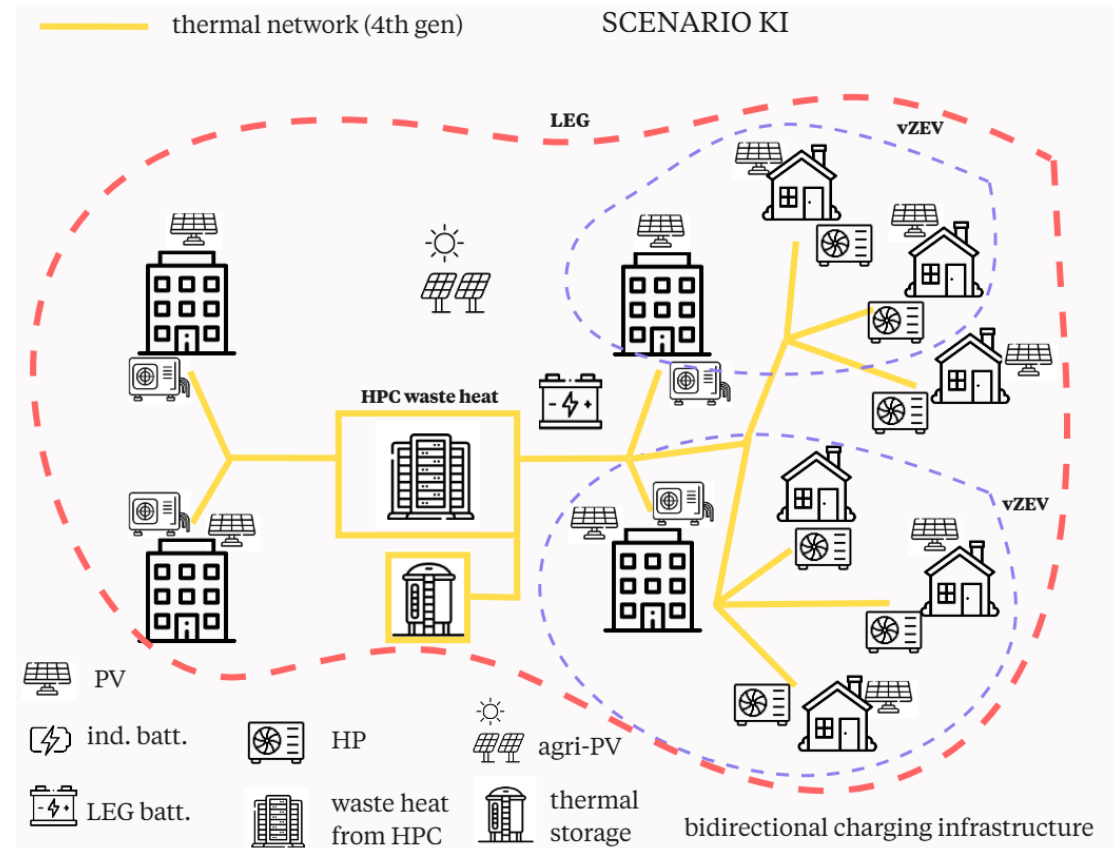
- 100 % elektrische Fahrzeugflotte bis 2050
- **Bidirektionales Laden** 80 % bis 2050

Speicher:

- **Gekoppelter Batterie - Quartierspeicher**
- Dezentrale Hausspeicher 50% (2025) bis 100% (2050)

Tarife:

- Zusammenschluss zu lokalen Energiegemeinschaften LEG & vZEV
- Thermischer Tarif wird dynamisch HPC-Abwärme zu reduziertem Preis
- **Alle Flexibilitäten werden ausgenutzt.**



Szenario: B «Systemisch»

Photovoltaik:

- Zubau gemäss «Zero A» der Energieperspektiven 2050+
- 70 % Einspeisebegrenzung
- **Solarthermie** zur Beladung des thermischen Speichers

Wärme & Kälte:

- Die Wärmebereitstellung wird durch eine **zentrale Solarthermieranlage** und **Wärmepumpen** sichergestellt.
- Die **Wärmepumpe wirkt dabei als Booster**
- Lokales thermisches Netz (**3. Gen**)
- Als Speicher dient ein **Hochtemperatur-Saisonspeicher** zur Direktnutzung
- Wärmeabgabe in den Gebäuden erfolgt über **Wärmetauscher**
- Ein separates Kältenetz ist nicht vorgesehen
- Kälteerzeugung erfolgt über klassische Kältemaschinen

Mobilität:

- 100 % elektrische Fahrzeugflotte bis 2050
- **Bidirektionales Laden** 100 % bis 2050

Speicher:

- **Zentraler Batterie - Quartierspeicher** SDL sowie netzdienliche Lade- und Entladevorgänge im lokalen Energienetz
- Dezentrale Hausspeicher 50% (2025) bis 100% (2050)

Tarife:

- Zusammenschluss zu lokalen Energiegemeinschaften LEG & vZEV
- Dynamisch & HPC-Abwärme zu reduziertem Preis
- **Alle Flexibilität werden ausgenutzt.**
- Hochtemperatur-Saisonspeicher (Wasser bis 95 °C)

