

IHK: „Know-How vor Ort: Energiespeicher“

IHK-Netzwerkveranstaltung mit dem Technologietransferzentrum für Nachhaltige Energien der TH Aschaffenburg



Transformation von KMUs auf erneuerbare Energien: Der Weg zum optimalen Speicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Mann

Professur für Regenerative Elektrische Energiesysteme an der TH Aschaffenburg

... ein kurzer Lebenslauf



Prof. Dr.-Ing. Michael Mann — Professor für Regenerative Elektrische Energiesysteme, TH Aschaffenburg.

Akademischer Hintergrund: Diplom und Promotion in Elektrotechnik an RPTU Kaiserslautern, Spezialisierung auf Hochspannungstechnik und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Industriehintergrund: ABB Hochspannungstechnik (heute: Hitachi, 2007–2017), Leiter Neue Schalttechnologien im Bereich gasisolierte Schaltanlagen.

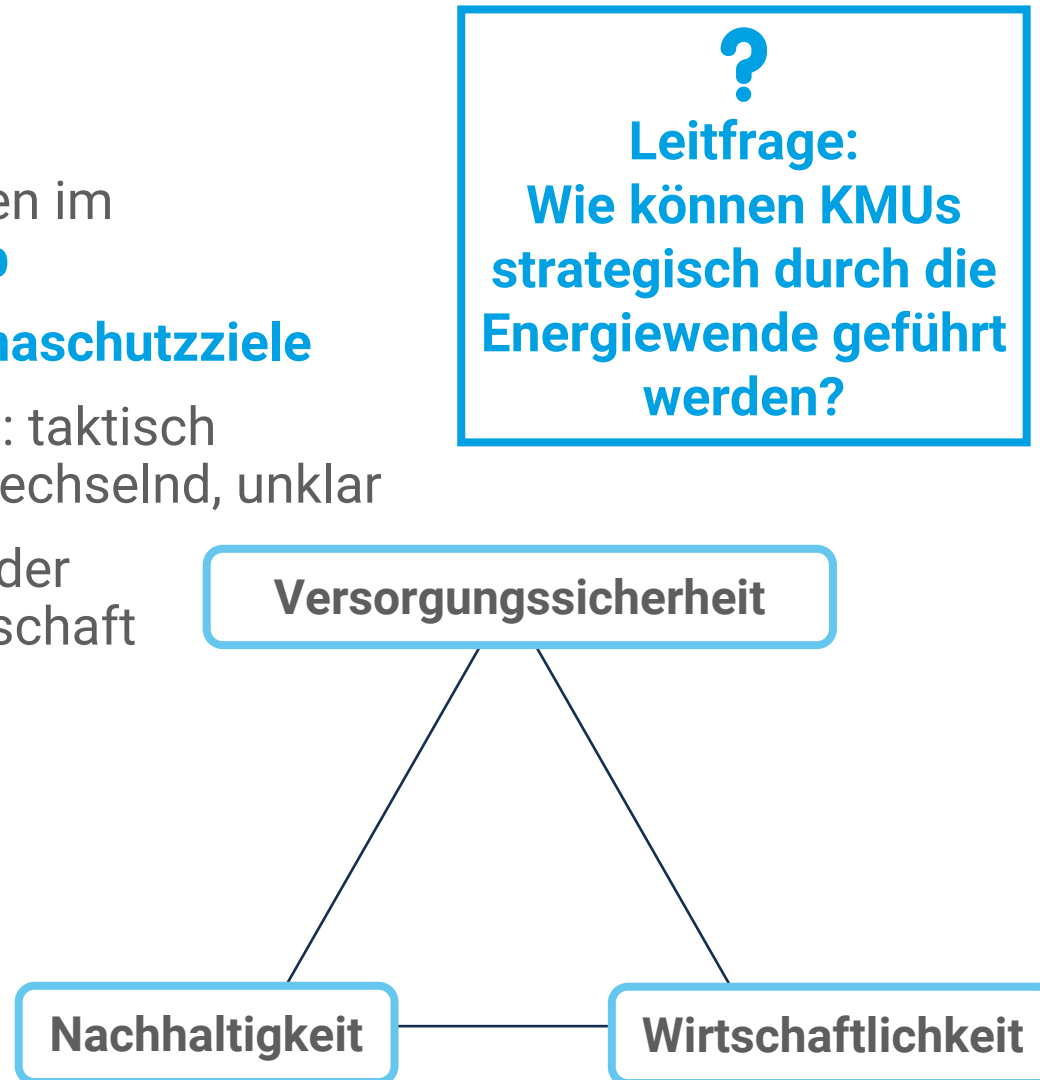
Forschungsschwerpunkte: Regenerative Energiesysteme, Sektorkopplung (Strom ↔ Wärme), Netzqualität.

Die entwickelten Ansätze bilden die ingenieurwissenschaftliche Grundlage für heutige **systemische Modellierung** (€/kW), Flexibilitätsbewertung und die Kopplung von Wärmenetzen.

Motivation

Status Quo

- Unternehmen im **Wettbewerb**
- Pariser **Klimaschutzziele**
- Förderlinien: taktisch orientiert, wechselnd, unklar
- Zieldreieck der Energiewirtschaft



Ziel

Strategische Empfehlungen für KMUs

- **Klarheit** – modellbasierte, quantitativ fundierte Entscheidungsgrundlagen
- **Neutralität** – technologieoffene, systemische Bewertung
- **Struktur** – methodisch konsistente Ableitung von Transformationspfaden

Beispiel: Umstellung eines Produktionsbetriebes



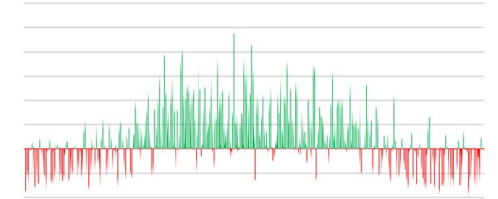
- **Unternehmen:**

- Oberflächentechnik, insbesondere Pulverbeschichtung mit Einbrennvorgang bei ca. 300 °C
- Hauptsitz in Mömbris, 2-Schicht Betrieb
- Verbrauch p.a.: Strom ca. 37 MWh; Öl ca. 220 MWh

- **Ziel:**

- Wie groß sollen PV-Anlage und Speicher werden, um zukunftssicher zu sein ?
- Welche Speichertechnologie passt zum Lastprofil?
- Ökologischer und wirtschaftlicher Vergleich der Optionen

Lastgang



+

**Konzept-
Analyse**

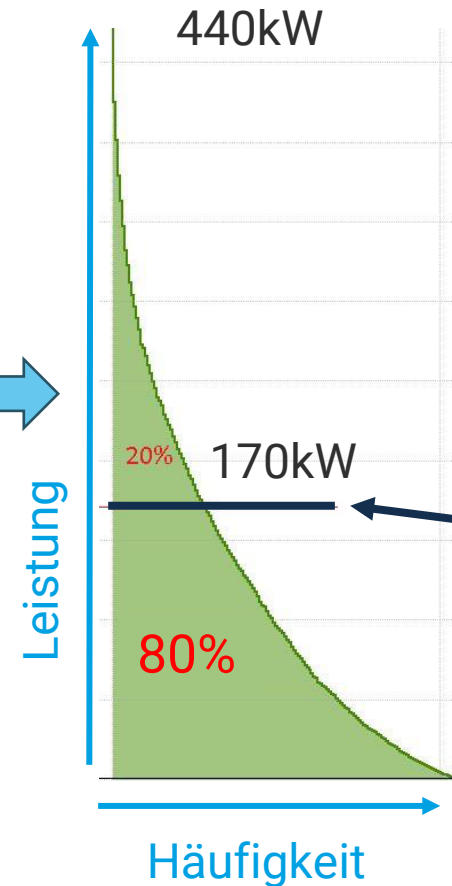
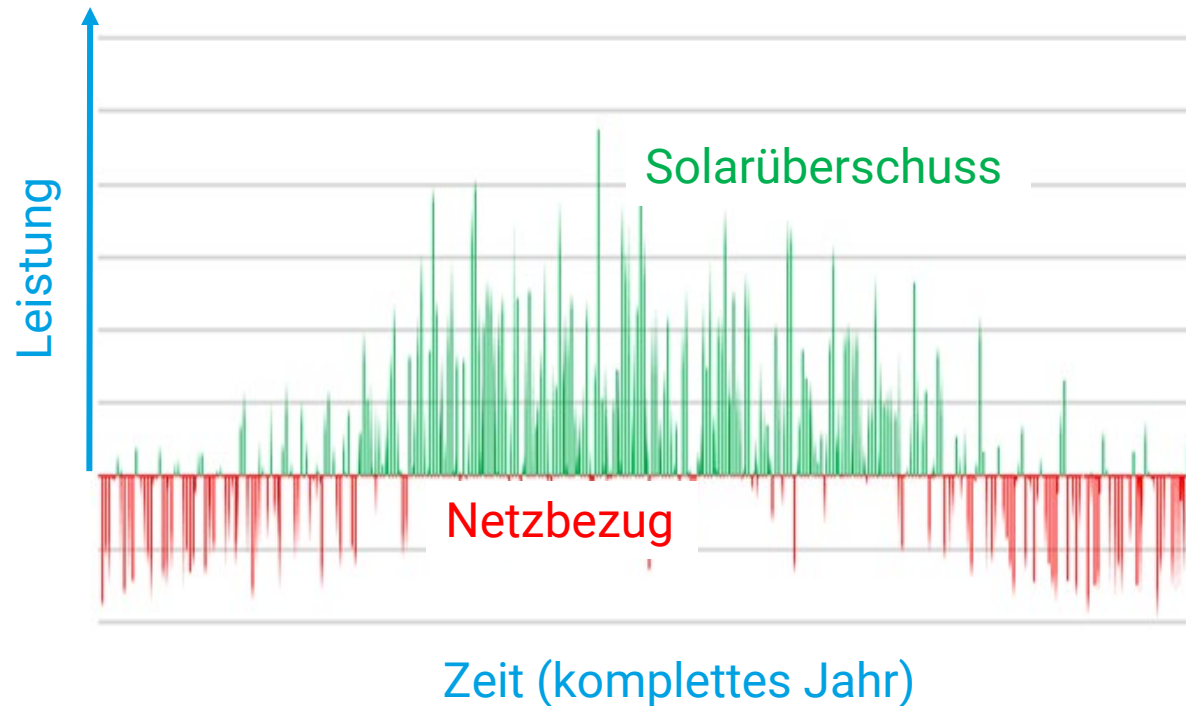
?

=

Empfehlung

?

Lastprofil -> Jahresdauerlinie



Jahresdauerlinie
Wichtig für Skalierung
von Komponenten, z.B.
BHKWs:

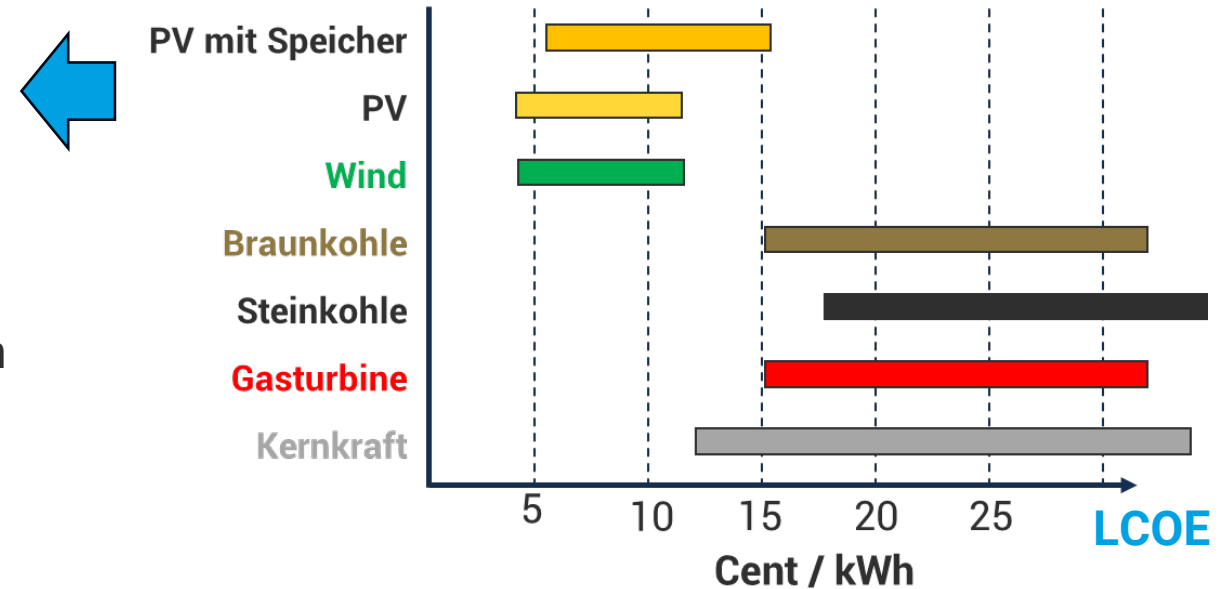
Auslegung auf 170 kW
→ 80% der Zeit ist die
Leistung ausreichend
→ Auslegung auf
Spitzenlast von 440 kW
nicht sinnvoll

Energiegestehungskosten (LCOE – Levelized Cost Of Energy)

Theoretischer Rahmen und Modellierung LCOE:

- **Standardisiertes Benchmarking:** Transparente, technologieübergreifende Kennzahl zur Bewertung der **spezifischen Erzeugungskosten über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage**
- **Barwertbasierte Integration:** Kapital- und Betriebskosten (CapEx und OpEx) werden auf den Barwert **diskontiert** und ins Verhältnis zur ebenfalls diskontierten Energieproduktion gesetzt.
- **Randbedingungen:** Annahme der sofortigen **Eigennutzung der erzeugten Energie** als Grundlage für Make-or-Buy-Entscheidungen in der industriellen Energieversorgung.

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{n=0}^{20} \frac{A_t - E_t}{(1+i)^n}}{\sum_{n=0}^{20} \frac{M_t}{(1+i)^n}} = X \text{ ct./kWh}$$



Systemische Perspektive:

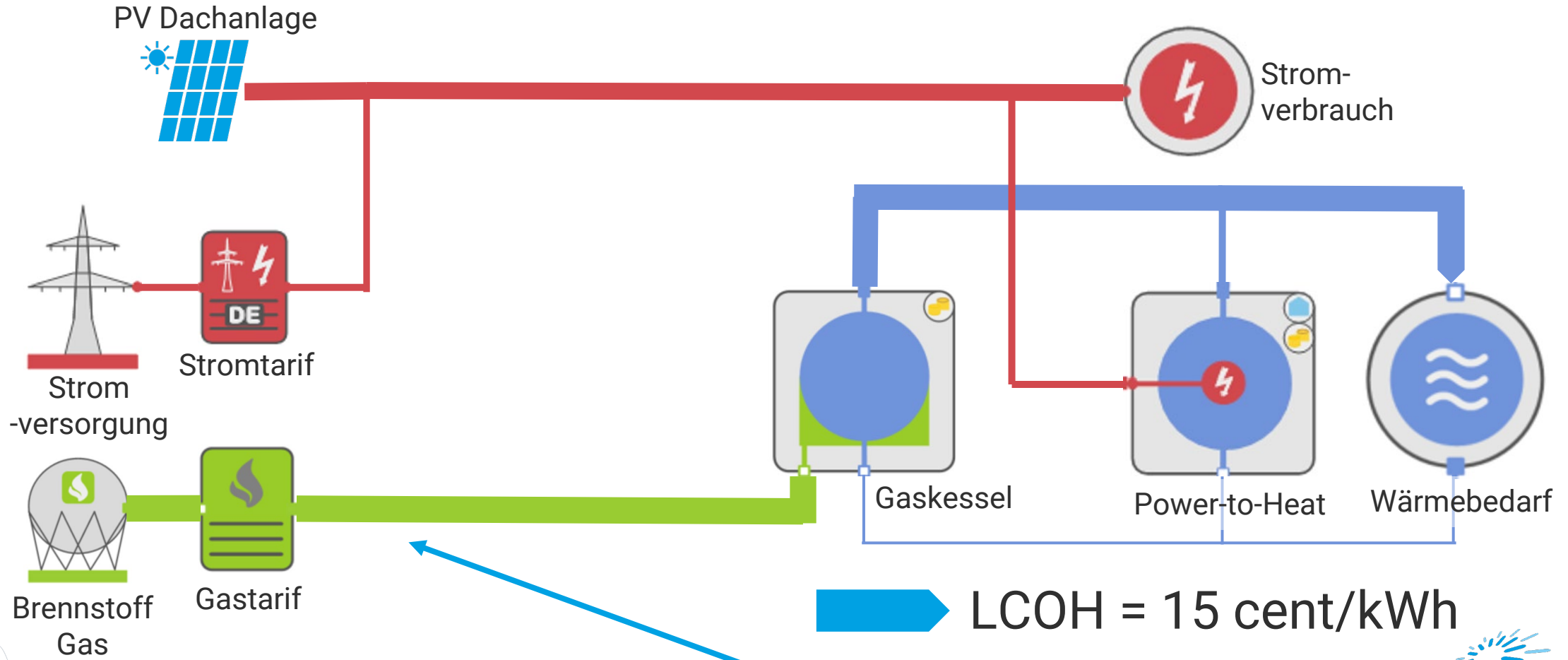
LCOLC integriert Speicherkosten, Lastprofil bleibt gleich (z.B. PV nachts)

PV: LCOE=4,07 ct./kWh

PV+Li-Ion: LCOLC=32,6 ct./kWh

Ref: Prof. Grimm, FAU, 2024

Variante 1: PV-Ausbau Dach + Heizregister klein

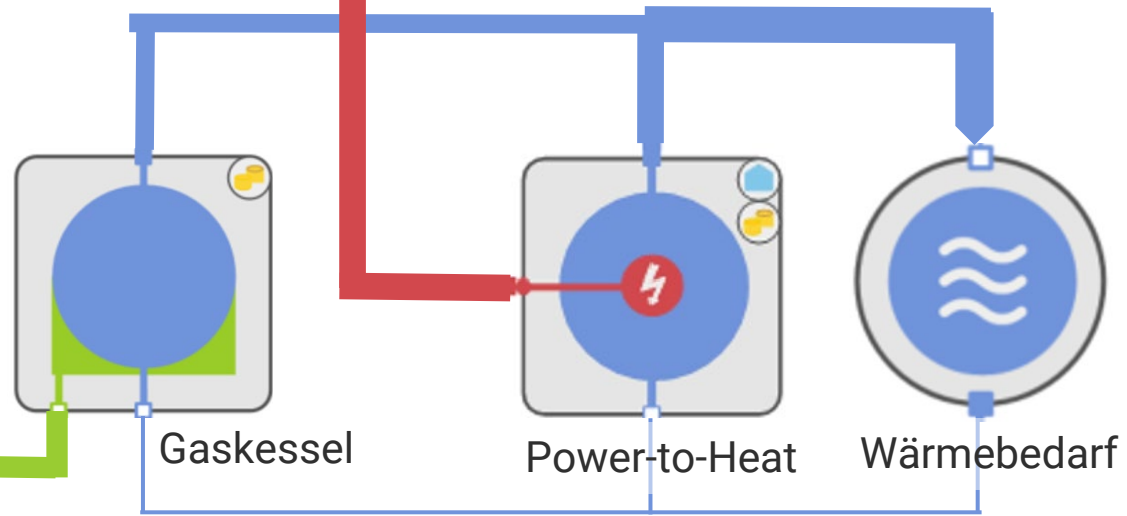
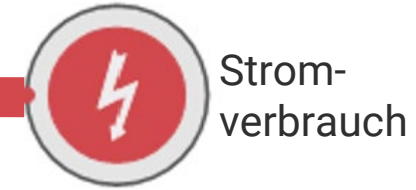
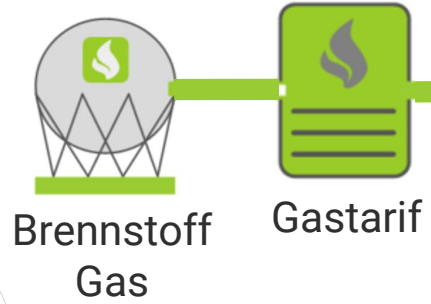
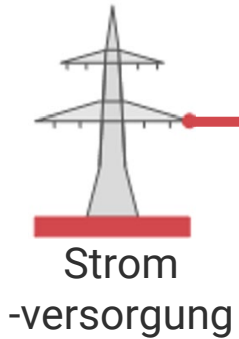
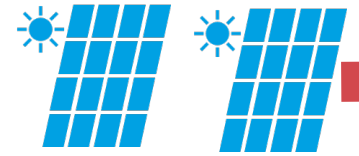


➡ LCOH = 15 cent/kWh

Linienquerschnitt entspricht Energiebeitrag bei **realem** Kunden-Lastprofil p.a.

Variante 2: PV-Ausbau Dach + Freifläche + Heizregister groß

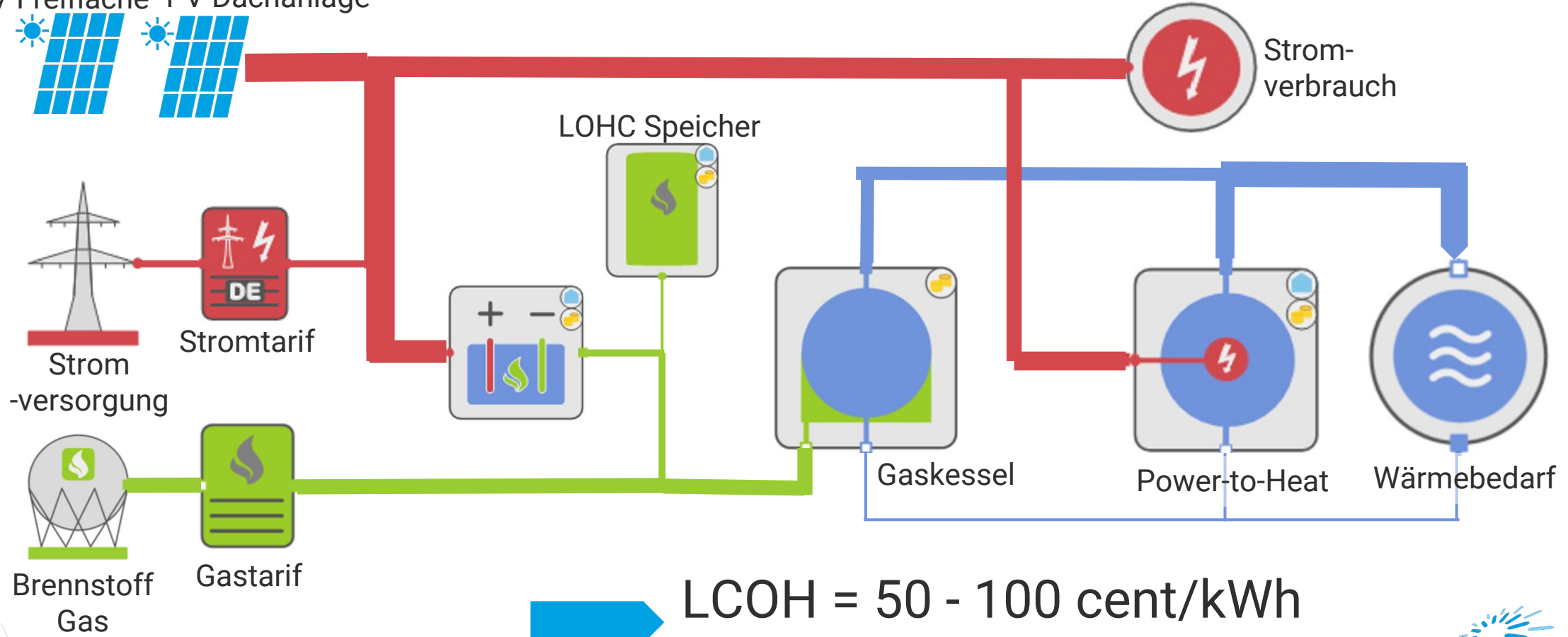
PV Freifläche PV Dachanlage



➡ LCOH = 10 cent/kWh

Variante 3: PV-Ausbau Freifläche + Elektrolyse + LOHC Speicher + Power-to-Heat

PV Freifläche PV Dachanlage



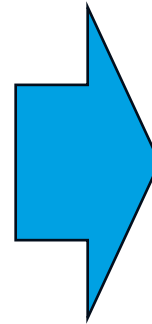
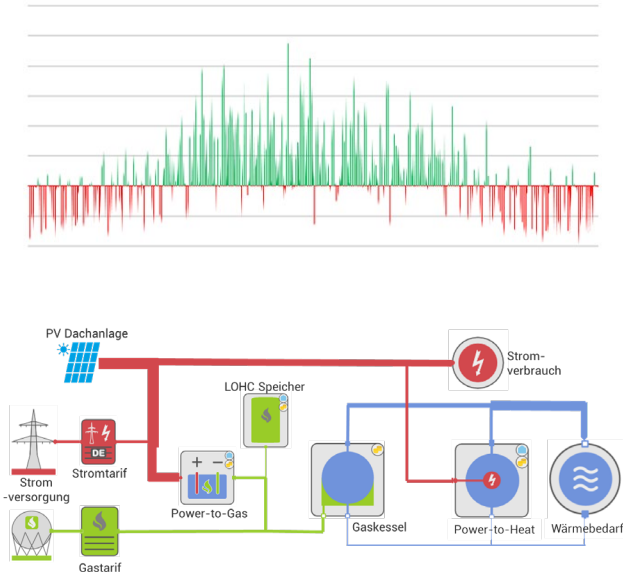
➡ LCOH = 50 - 100 cent/kWh
je nach Größe LOHC Speicher

Fazit + Ergebnis / Empfehlungen

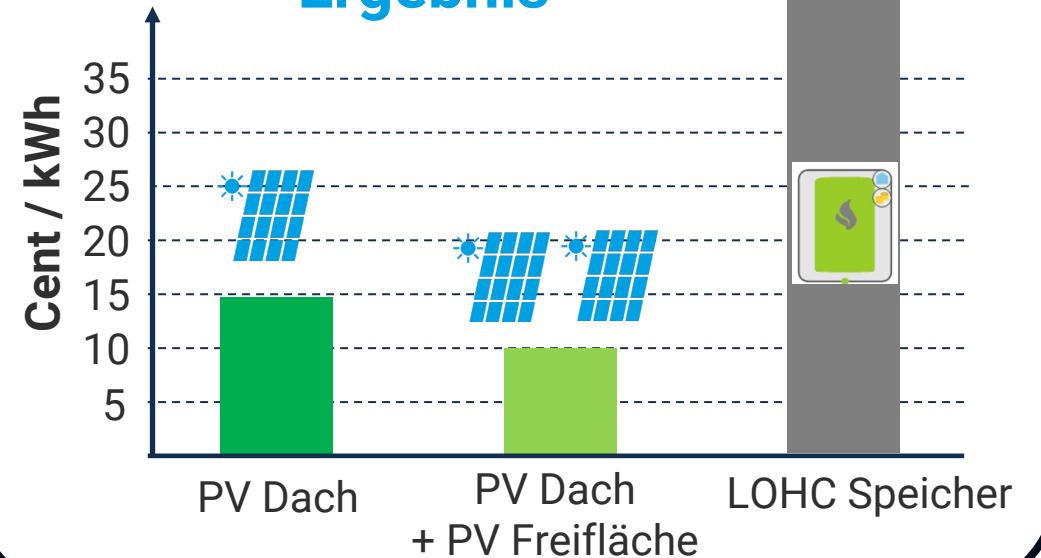
Lastgang

+

Konzept-
Analyse



Ergebnis



Voice of the customer:

„Die Firma Botzem-Emge Pulverbeschichtung dankt der Hochschule und dem Technologietransferzentrum NETZ für die hervorragende Kooperation. Daher freuen wir uns über neue Kooperationsprojekte und unterstützen die Hochschule gerne.“

Umstellung eines Produktionsbetriebes auf Erneuerbare Energien



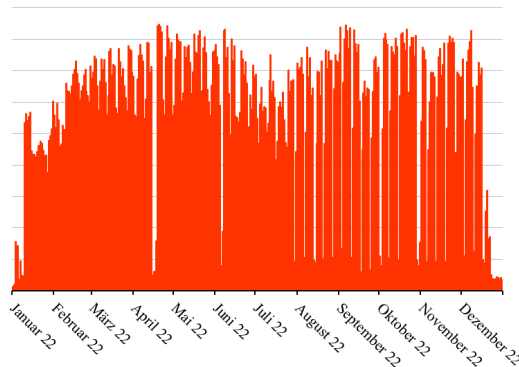
SAND Profile

- Hersteller von technischen Profilen (Elastomere, Thermoplaste)
- Sitz in Stockstadt am Main, 3-Schicht Betrieb



Datenanalyse

- Stromverbrauch
- Gasverbrauch



Konzeptanalyse

PV



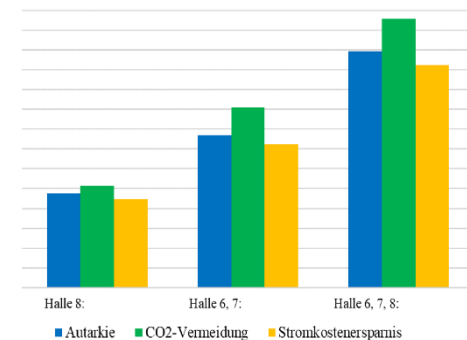
+ Storage?



Wind, Biomasse, ...

Welche Optionen sind sinnvoll?

Empfehlung



- CO2 Reduktion
- Kostenersparnis
- Profitabilität
- Return on Invest

Umstellung eines Produktionsbetriebes auf Erneuerbare Energien

Projekt aktuell in der Umsetzungsphase

„Die Firma SAND Profile schätzt die hervorragende Arbeit
Wir möchten diese erfolgreiche Kooperation mit der TH und dem Netz weiter ausbauen ...“



SAND
PROFILE

Lessons learnt ...

- **Datenbasierte Auslegung:** Gemeinsame Modellbildung mit KMU und Kommunen; alle Annahmen explizit und prüfbar.
- **Wärmedaten bleiben knapp:** Repräsentative, hochaufgelöste thermische Bedarfsdaten sind selten; Proxy-Modelle müssen validiert werden.
- **Keine „One-size-fits-all“-Lösung für Wärme:** Elektrische Standardlastprofile sind nicht auf Wärme übertragbar; Belastungstests hinsichtlich Klima, Gebäudehülle und Betrieb erforderlich.
- **LCOE ist notwendig, aber nicht ausreichend:** LCOE für anlagenspezifisches Benchmarking; LCOLC zur Bewertung der 24/7-Versorgung (Speicher/gesicherte Leistung, Sektorkopplung).
- **Fernwärme = Flexibilitätssenke:** WP, PtH, Thermische Energiesysteme und Geothermie absorbieren die Variabilität erneuerbarer Erzeugung (VRE), reduzieren Abregelung und senken LCOLC innerhalb saisonaler Grenzen.
- **Transparente Portfolios:** Kombination aus gemessenen Lasten, digitalen Zwillingen und LCOLC-basierten Optionen zur gemeinsamen Entwicklung übertragbarer Lösungen für KMU und Kommunen.

**Reale Last-
Profile**

+

**Konzept
Analysen**

=

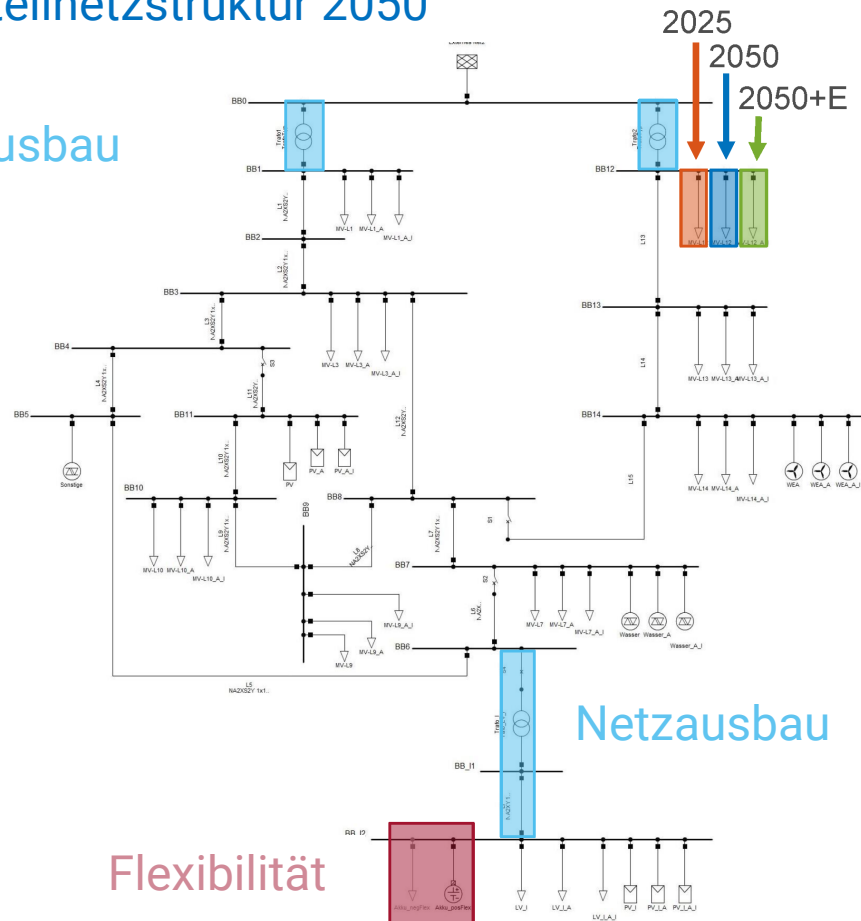
**Belastbare
Entscheidung**

... und die Zukunft ?

Wie sehen die Verteilnetze der Zukunft aus? Wie begrenzen wir Netzausbau?
Welche Probleme im Netzbetrieb werden wir zukünftig sehen?

Verteilnetzstruktur 2050

Netzausbau



1. **Grenzüberschreitende Erweiterung der Übertragungsnetze** reduziert den europäischen Speicherbedarf um $\approx 30\%$ indem Fluktuation der Erneuerbaren Energien geographisch geglättet wird.
2. **Netzausbau** vermeidet bis zu 42 TWh p.a. Abregelung bis 2040 und reduziert Erzeugungskosten um ≈ 9 Mrd.€ p.a. bei Invest von ≈ 6 Mrd.€ p.a. — ein hochgradig kosteneffizienter Flexibilitäts-Hebel.
3. Übertragungsnetze und Speicher können sich nur teilweise ersetzen, Studien der Entso-E zeigen einen **größeren systemischen Nutzen pro investiertem Euro bei Ausbau der Übertragungsnetze** im Vergleich zum ausschließlichen Invest in Speicher.

Angewandte Lehre 2023

Auslegung und Inbetriebnahme Erneuerbarer Energiesysteme



Wahlfach PV: 43 Studenten auf 5 Ländern

Projektumfang: Dachintegrierte PV-Anlage an der Herigoyen-Grund- und Sekundarschule (2023), umgesetzt im Rahmen eines studentischen Projekts.

Team: 43 Studierende aus 5 Ländern (Bachelor und Master) – verantwortlich für Planung, Montage, Verkabelung und Inbetriebnahme.

Betreuung und Stakeholder: TH-AB REE Lab, kommunale Klimamanager sowie Industrieexpert:innen.

Lerneffekte: Integration von Sicherheits- und Blitzschutzkonzepten, Überspannungsschutz, technische Dokumentation sowie normgerechte Netzintegration und Inbetriebnahme.

Wahlfach 2025: Gebäude-integrierte Photovoltaik (BIPV)



Definition: PV-Module sind in die Gebäudehülle (Fassade/Dach) integriert und ersetzen konventionelle Bauelemente (Doppelfunktion).

Ingenieurtechnische Implikationen: Anforderungen an Tragwerksintegration, Brand- und Blitzschutz, thermisches Verhalten, elektrische Sicherheit sowie gestalterische Integration.

Systemperspektive: Vor-Ort-Erzeugung unter architektonischen Randbedingungen; Potenzial zur Reduktion von Flächeninanspruchnahme und zur Unterstützung der urbanen Dekarbonisierung.

Didaktischer Mehrwert: Praxisorientierte Projekte verknüpfen architektonische Randbedingungen mit elektrotechnischer Auslegung und Inbetriebnahme.

**A good hockey player plays where the puck is.
A great hockey player plays where the puck is going to be.**

Wayne Gretzky, (1961-), Kanadischer Eishockeyspieler



**Vielen Dank – bleiben Sie neugierig.
Ich freue mich auf Ihre Fragen.**

Prof. Dr.-Ing. Michael Mann

Professor für Regenerative Elektrische Energiesysteme, TH Aschaffenburg