

# ZO.RRO II KMU

Christoph Frenkel,  
Dr. Christopher Krich  
ThEEN e.V.



## Biogas in der Wärmenutzung

07. NOVEMBER 2023



[www.zorro.energy](http://www.zorro.energy)

1. ZO.RRO II KMU – Demonstratoren
2. Vorgehen & drei ZO.RRO Tools für Unternehmen
3. Zeitplan & weiteres Vorgehen
4. Best Practice: Clusteransatz im Projekt GREAT H<sub>2</sub>



[www.zorro.energy](http://www.zorro.energy)

# ThEEN – Wer wir sind

- ThEEN vom Thüringer Wirtschaftsministerium (TMWWDG) gefördertes **Innovationscluster**
- Kompetenznetzwerk im Bereich Erneuerbare Energien, Energiespeicherung, Energieeffizienz, Sektorenkopplung
- 2013 gegründet, derzeit 10 Mitarbeiter:innen
- 78 Mitglieder aus Wirtschaft & Wissenschaft
- **Mitglied im go-cluster Exzellenzprogramm des BMWK**
  - > u.a. Präsentation zur Hannover Messe,
  - > fortlaufender Strategieprozess mit go-cluster-Team
- **Zertifizierung Silber-Label** durch das European Secretariat for Cluster Analysis (ESCA) und das go-cluster Programm





# ThEEN – Unser Ziel: 100 % Erneuerbare Energien

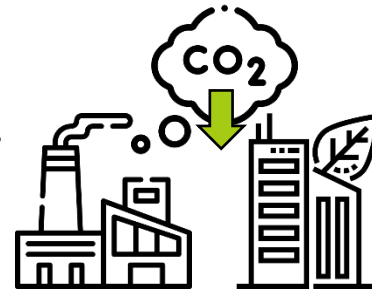
## Thematische Schwerpunkte

- Erneuerbaren Energien
- Energieeffizienz
- Energiespeicherung
- Sektorenkopplung

## ThEEN Innovationsprojekte

zur Dekarbonisierung des Energiesystems...

- in der Industrie / in Industrieclustern
- in (Bestands-/ Wohn-) Quartieren



## Aktuelle Projektschwerpunkte:

- Anwendung & Erzeugung grünen **Wasserstoffs**
- **Transformationskonzepte** für Industrie(-cluster)
- **Technologien & Services** für energetischen Quartiersumbau (Sanierung Bestandsgebäude)
- Erschließung & Nutzung von **Umweltwärme**
- **Stakeholderprozess „Integrierte Netzplanung“**



# ThEEN – Was wir leisten

- regional, national & international branchenübergreifend **exzellent vernetzt**
- Aktiv in der **Beratung von Politik** und Verwaltung im Bereich Energiepolitik
- Expertise im Bereich Energiewende, Energieforschung, **Projektmanagement mit Pilot- und Demonstrationsprojekten**
- **Starke Öffentlichkeits- und Pressearbeit, Prozessbegleitung**
- 10 Jahre Erfahrung in Ausrichtung & Durchführung von **Fachveranstaltungen zur Energiewende**

**Mit uns die Energiewende gestalten**  
- in Thüringen & aus Thüringen heraus!



[www.theen-ev.de](http://www.theen-ev.de)

ThEEN bei deutsch-amerikanischer Handelskammer in Chicago



# 1. ZO.RRO II KMU – Demonstratoren

## ZO.RRO Phase 1 (April 2019 - Mai 2022)

- Akquise von Unternehmen für kostenlose Analyse des Energieprofils
- 120 Unternehmen kontaktiert, davon 20 vertiefte Workshops
- Erstellung von Konzepten zur Weiterentwicklung der Energieversorgung



## ZO.RRO Phase 2 (Januar 2022 – Dezember 2024)



- Derzeit 7 Demonstrator-Unternehmen mit großer Vielfalt aus ganz Thüringen

Unternehmensgrößen	#
Klein	2
Mittel	4
Großunternehmen	1

Branchen	#
Maschinenbau	1
Elektronikprodukte	3
Chemieindustrie	1
Kunststoffindustrie	1
Metallverarbeitung	1

## 2. Vorgehen & drei ZO.RRO Tools für Unternehmen

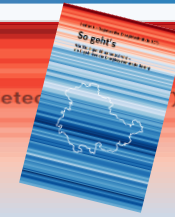


### 1. ZO.RRO Messtechnik

- ✓ Detaillierte Erfassung von Energieverbräuchen
- ✓ Monitoring in Echtzeit mit dezem
- ✓ Ableitung von Flexibilitäts-potentialen

Institut für Regenerative Energietechnik

So geht's



### 2. Energiesystemmodell

- ✓ Ermittlung der optimalen klimaneutralen Energieversorgung für Unternehmen für verschiedene Szenarien
- ✓ Sensitivitätsanalyse, Technologie-wahl und Energiequelle



### 3. ecocockpit

- ✓ Treibhausgas-Bilanzierung für das Unternehmen, Standorte oder einzelne Produkte
- ✓ Einfache Berichterstellung nach Greenhouse-Gas-Protocol (GHG)
- ✓ Nachweisführung CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Entwicklung von Transformationspfaden mit Unternehmen

- ✓ Identifikation und Priorisierung der Maßnahmen
- ✓ Ausarbeitung Umsetzungsschritte der jeweiligen Maßnahmen
- ✓ Einbindung lokaler Versorger und kommunaler Akteure
- ✓ Workshops mit Unternehmen zur Synchronisierung mit internen Zielsetzungen und relevanten Rahmenbedingungen
- ✓ Roadmap mit zeitlicher Einordnung der Maßnahmen

CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren, Versorgung optimieren & CO<sub>2</sub>-Footprint nachweisen

### Mehrwerte & Leistungen ZO.RRO Messtechnik:

- Detaillierte Erfassung der Energieverbräuche  
15 Minuten Auflösung
- Systeme umfassen: Strom-, Gas- und Temperatursensoren, zentrale Datenbündelung und -verarbeitung
- Daten fließen in Energiesystemmodell & CO<sub>2</sub>-Bilanzierung ein  
→ optimierte Berechnungen mit eigenen Daten
- Messungen laufen, Feinjustierungen erfolgen
- 1 Jahr Messkampagne





### Erkenntnisse Installation Messtechnik

- Lastgangdaten zum Netzstrombezug stellen i.d.R. Netzbetreiber bereit
- Gas- und Fernwärmeverbräuche liegen i.d.R. nicht als Lastgangdaten vor
- Einzelanlagenverbräuche werden häufig nicht erfasst bzw. zentral zusammengeführt
- Anlagen der Sektorenkopplung (Wärmepumpen) und Erzeugung (BHKW, Gasturbinen etc.) häufig messtechnisch nicht erfasst, Verschleierung der tatsächlichen Verbräuche je Energieträger
- Ermittlung von spezifische Energie- und CO<sub>2</sub>-Kenntwerten für einzelne Produkte, Chargen, Anlagen und Zeiträume

### Detaillierte Messtechnik ermöglicht:

- ➔ Erfassung der einzelnen Verbrauchs- und Erzeugungspunkte
- ➔ Genauerer Einblick in die Energiebedarfe, Effizienzen und Flexibilitätspotentiale
- ➔ Ermittlung spezifischer Energie- und CO<sub>2</sub>-Kenntwerte
- ➔ Optimale Auslegung der zukünftigen Energieversorgung (ESM)
- ➔ Zukünftiges Lastmanagement



## 2. Tool 2: Energiesystem modellieren und optimieren

### Das Energiesystem-Modell kann:

- **Energieflüsse & CO<sub>2</sub>-Emissionen** ermitteln, analysieren und visualisieren
- **Szenarien berechnen**, welche Technologien für das jeweilige Unternehmen eine CO<sub>2</sub> - minimale Energieversorgung ermöglichen
- Zeitlich aufgelöste und anlagenspezifische Berechnungen (nicht nur bilanziell) ermöglichen realistische, kostenoptimale Systemauslegung, zur **Deckung des Energiebedarfs zu jedem Zeitpunkt**
- **Qualität der Simulation** basiert auf Qualität der Daten und Informationen aus den Unternehmen und zu externen Entwicklungen



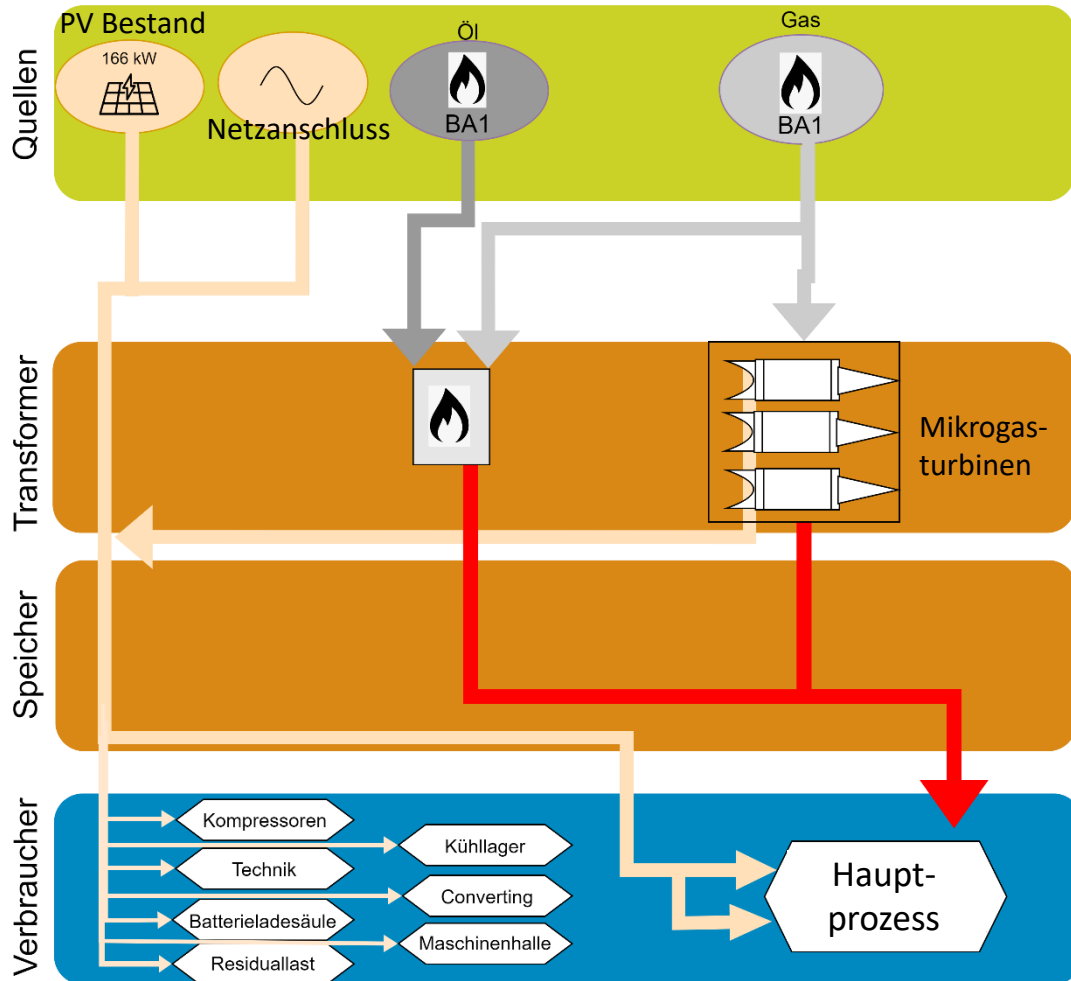
### Anwendung der Energiesystemmodellierung auf Unternehmensebene

- **Ist-Szenario:** Aufzeigen von Entwicklungsmöglichkeiten ausgehend vom Ist-Zustand  
→ Installation von Messtechnik an ausgewählten Punkten für detaillierte Datensätze
- **Plan-Szenario:** Aufzeigen der Effekte von bereits geplanten Maßnahmen  
→ Bewertung der Effektivität und Beitrag zur gesamten Transformation
- **ZO.RRO-Szenarien: Berechnung der Transformationspfade**
  - I. Auslegung von technisch umsetzbaren Komponenten
  - II. Aufzeigen energetischer Optimierungspotentiale und Sensitivitäten
  - III. Identifikation von Flexibilitätsoptionen und Lastmanagement



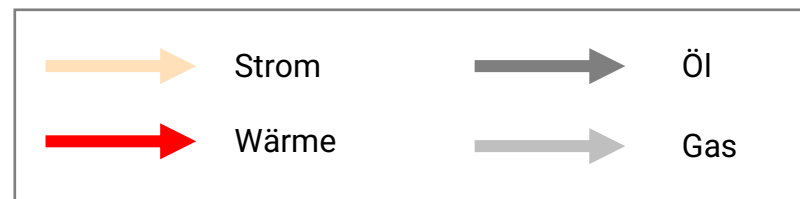


## 2. Energiesystem modellieren und optimieren Beispielunternehmen

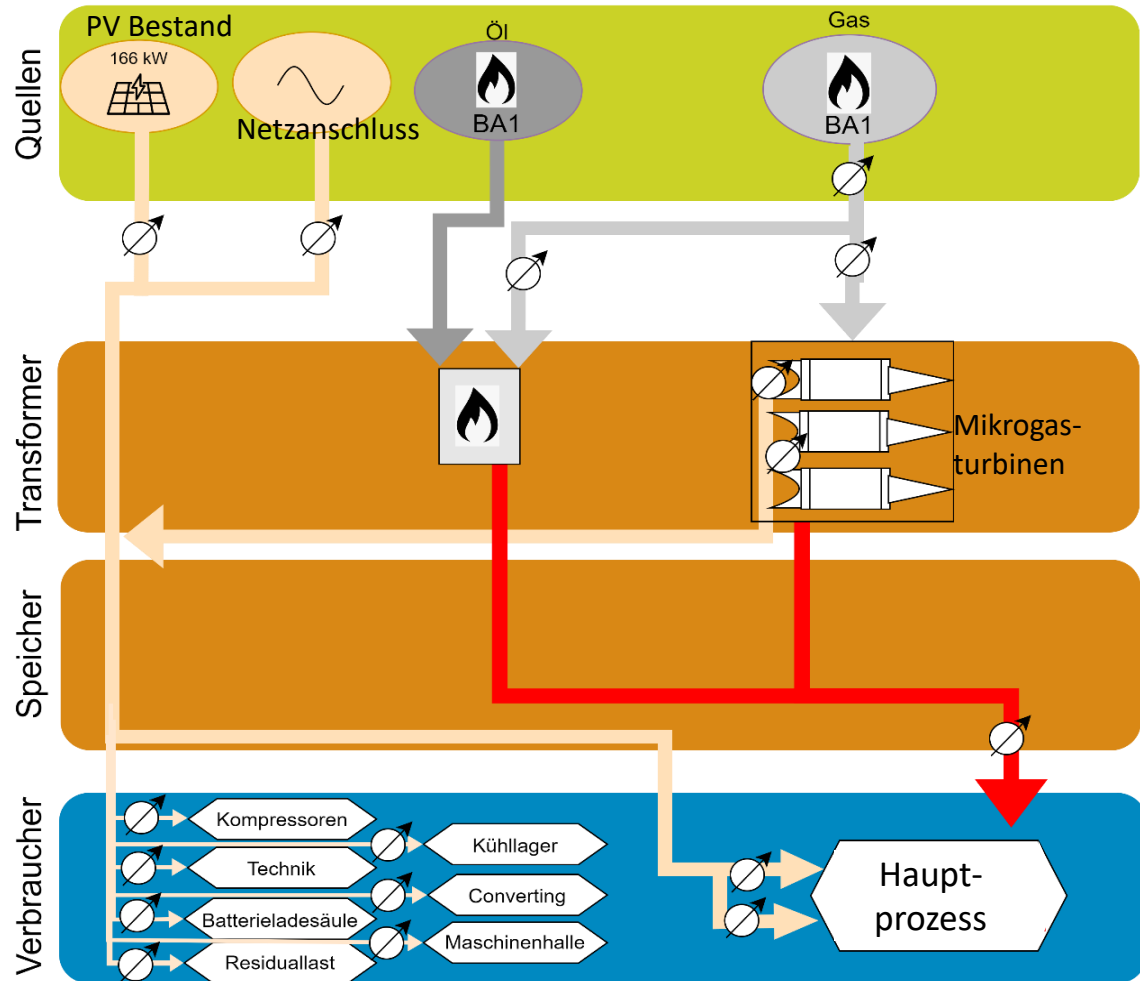


### Ist Zustand - Beispiel B

- Bezug von Strom und Gas aus dem Netz, Öl über LKW Lieferungen
- Kürzlich errichtete PV Anlage (Eigenbedarf)
- Nutzung von Gasturbinen zur Sektorenkopplung (Strom und Prozesswärme)
- Produktion: ein großer & mehrere kleine Verbraucher
- Nutzung von Öl und Gas zur Bereitstellung benötigter Prozesswärme

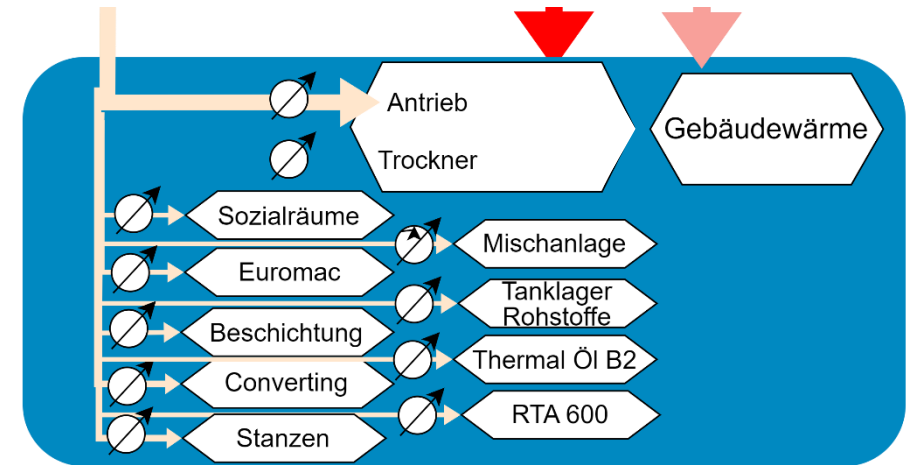


## 2. Energiesystem modellieren und optimieren Beispielunternehmen

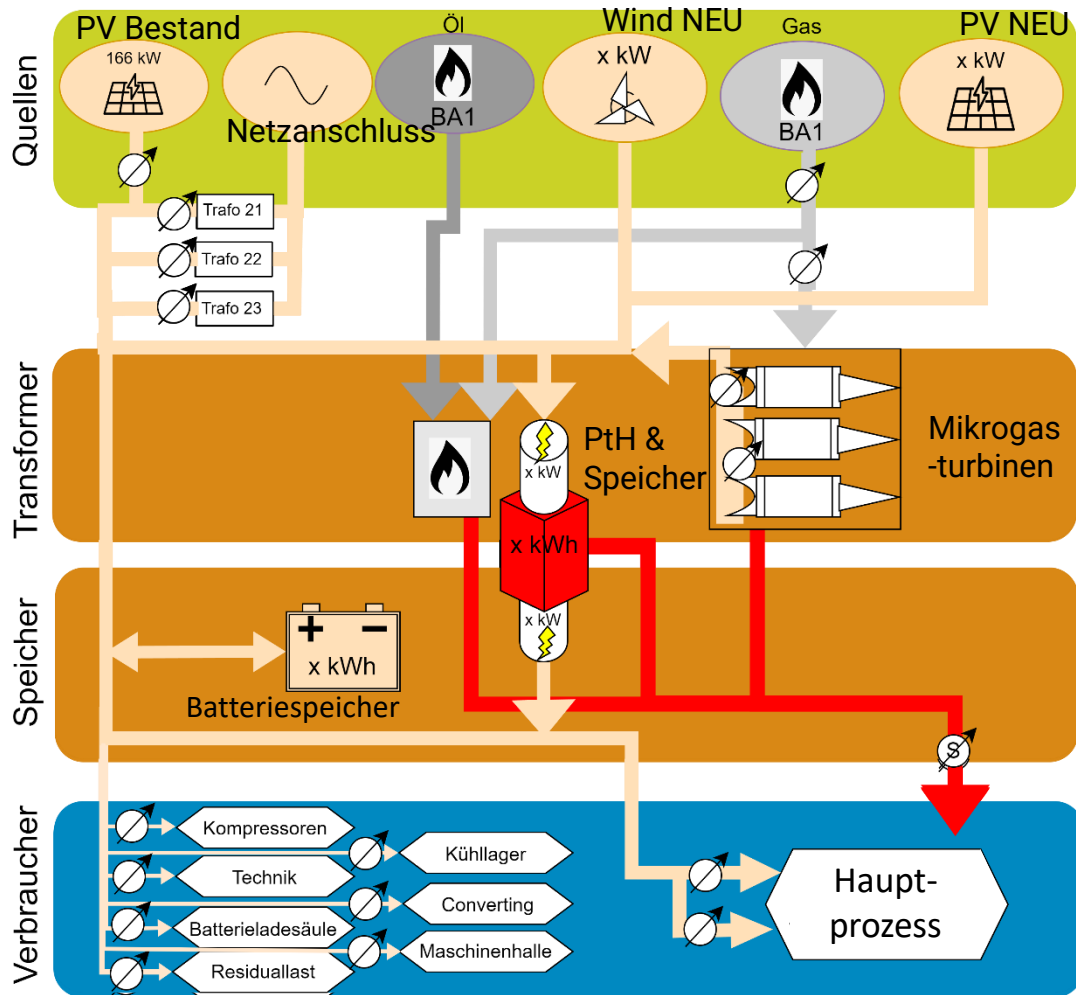


### Ist Zustand - Beispiel B

- Ca 40 Messpunkte werden erfasst  
Messpunkte ZO.RRO II:
- Links nur Bauabschnitt 1 gezeigt
- Bauabschnitt 2 ähnlich - Wärmeversorgung über Kombibrenner, keine Mikrogasturbine:



## 2. Energiesystem modellieren und optimieren Beispielunternehmen

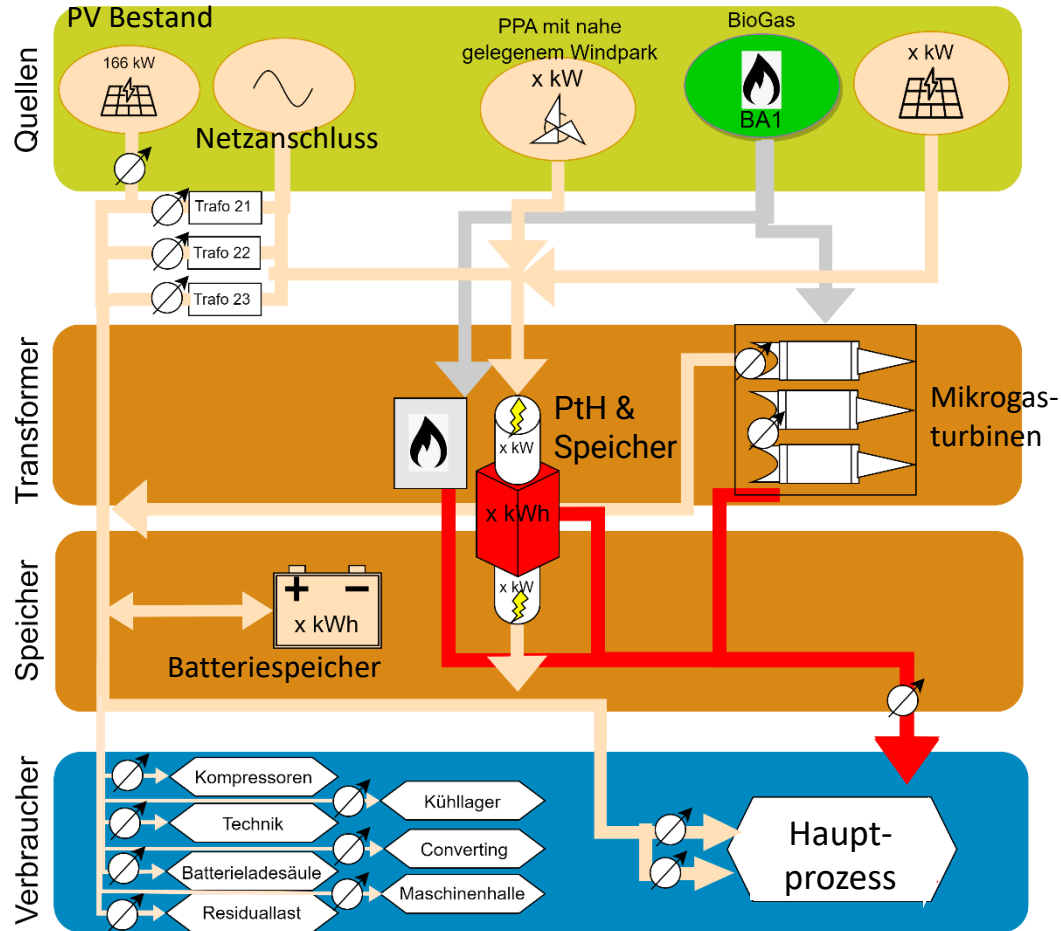


### ZO.RRO Szenario (Beispiel B): Basis Szenario

- Neue CO<sub>2</sub>-freie Stromquelle: 1. PV, 2. nahegelegener Windpark mit Direktanbindung, Netzstrom mit 0 CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Hochtemperaturspeicher: Gespeist aus EE-Strom, erzeugt Prozesswärme (~120°C), optional mit Rückverstromung
- Gasversorgung: liegt an, wird nicht genutzt, **Wärme ausschließlich elektrisch bereitgestellt**
- Batteriespeicher: NaNiCl-Typ/stationärer Speicher (Lastspitzenkappung, erhöhter Eigenverbrauch EE-Strom)



## 2. Energiesystem modellieren und optimieren Beispielunternehmen

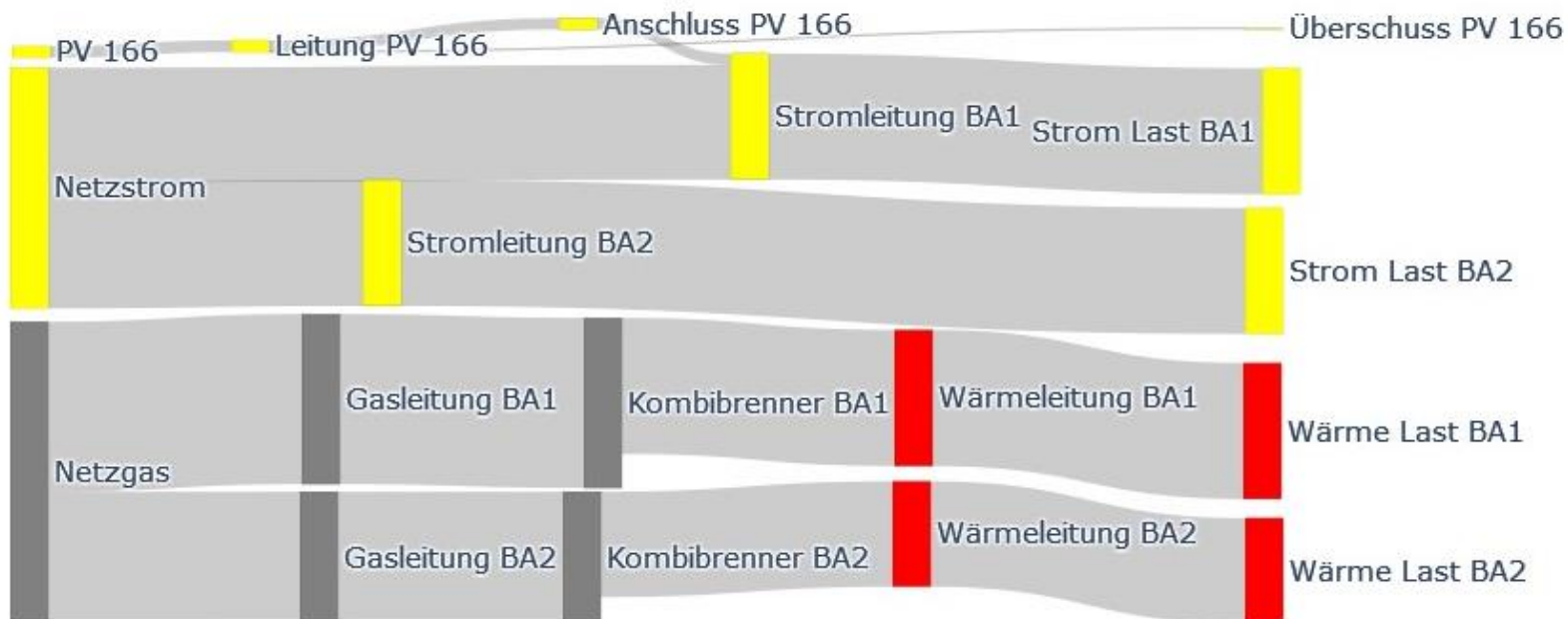


### ZO.RRO Szenario (Beispiel B): BiogasSzenario

- Neue CO<sub>2</sub>-freie Stromquelle: 1. PV, 2. nahegelegener Windpark mit Direktanbindung, Netzstrom mit 0 CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Hochtemperaturspeicher: Gespeist aus EE-Strom, erzeugt Prozesswärme (~120°C), optional mit Rückverstromung
- Neue Gasversorgung: **Direktanbindung an nahegelegene Biogasanlage**
- Batteriespeicher: NaNiCl-Typ/stationärer Speicher (Lastspitzenkappung, erhöhter Eigenverbrauch EE-Strom)

## 2. Vergleich Szenarien: Ist – ZO.RRO Biogas Beispielunternehmen

### Sankey-Diagramm Ist- Zustand



BA: Bauabschnitt

BA1 und BA2 haben jeweils einen Hauptverbraucher

Einzelverbraucher sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht spezifiziert

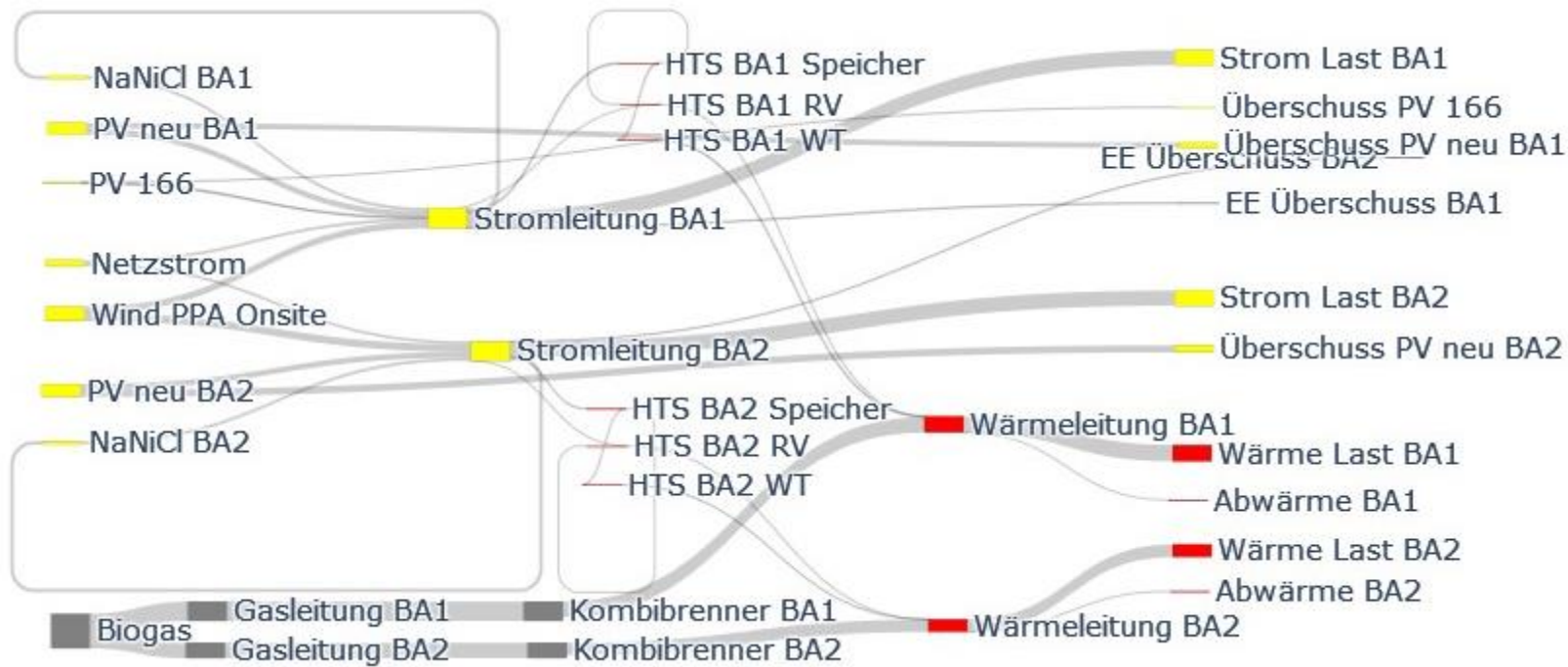
Betrachtung Basisjahr 2021

### Betrachtung der Energieflüsse:

- Klare Trennung der Sektoren (Turbinen (BA1) konnten Mangels Daten noch nicht simuliert werden)
- Es wird mehr Gas als Strom bezogen
- Ölverbrauch nicht abgebildet (keine Zeitreihe verfügbar)
- Bestehende PV-Anlage trägt in geringem Umfang bei
- Einfache Versorgungsstruktur

## 2. Vergleich Szenarien: Ist – ZO.RRO Biogas Beispielunternehmen

### Sankey Diagramm ZO.RRO Szenario (Biogas)



### Betrachtung der Energieflüsse:

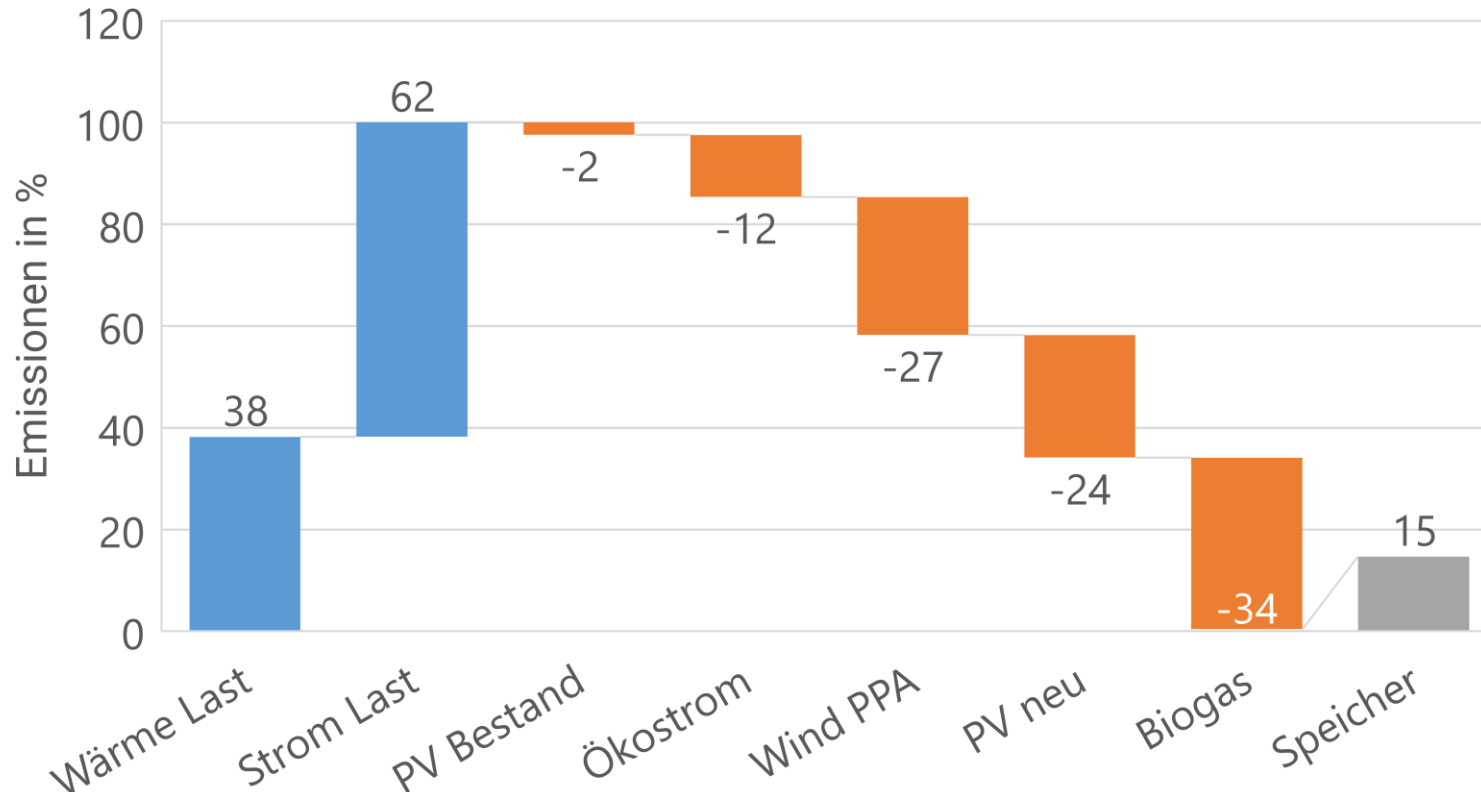
- Energieversorgungssystem wird signifikant komplexer
- Diversifizierung der elektrischen Energiequellen
- Biogas ersetzt Erdgas (Wärmequelle)
- Sektorenkopplung verbindet Strom- und Wärme-Sektor durch Hochtemperaturspeicher (HTS)
- Energieverbräuche bleiben gleich

Betrachtung Basisjahr 2021 HTS: Hochtemperaturspeicher, RV: Rückverstromung, WT: Wärmetauscher



## 2. Vergleich Szenarien: Ist – ZO.RRO Biogas Beispielunternehmen

CO<sub>2</sub> Emissionen: Quellen und Minderungspotentiale



### Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

#### Ist-Zustand:

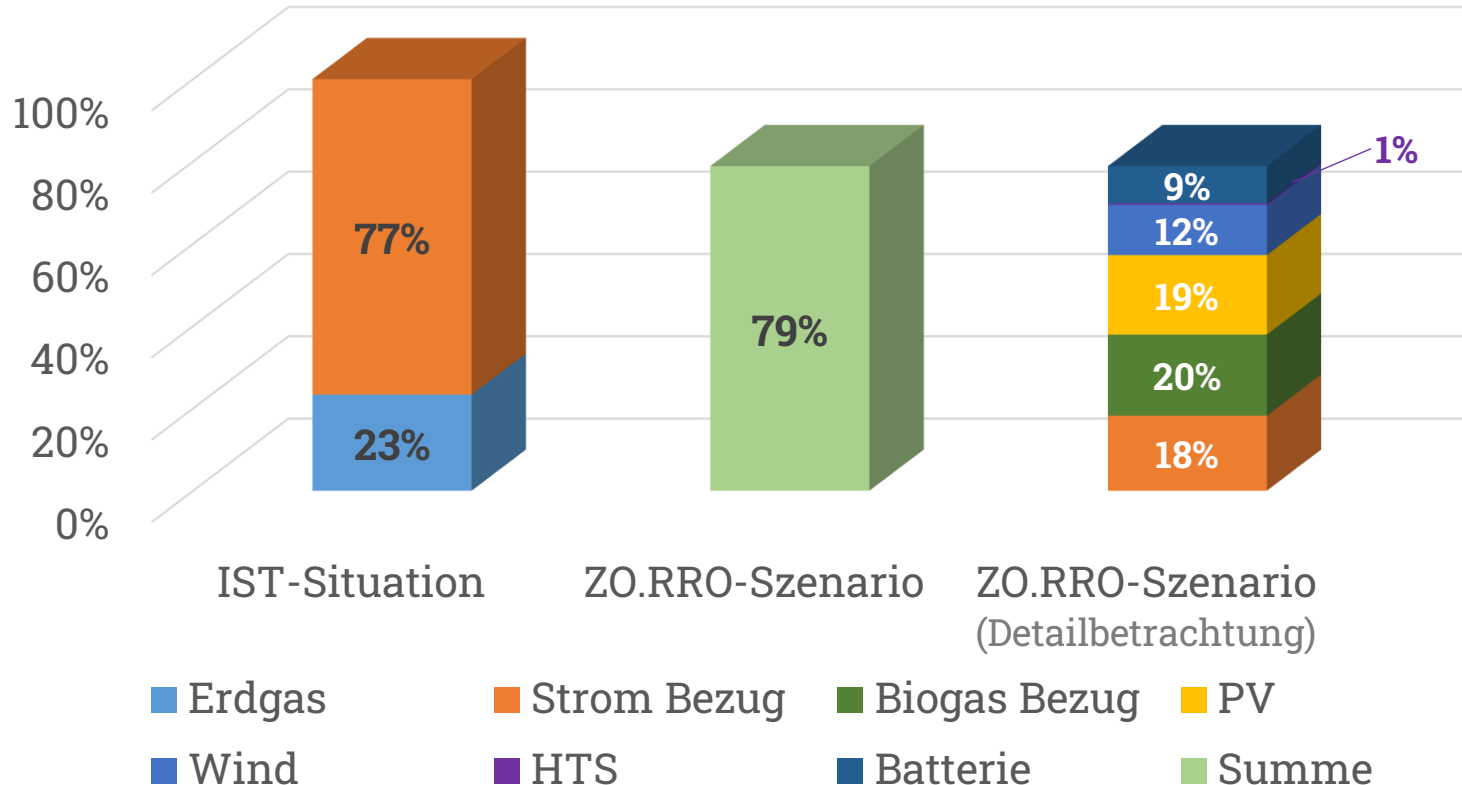
- Strombezug ist größter Emittent (bei aktuellem Stromemissionsfaktor)

#### ZO.RRO-Szenario:

- Durch Bezug von Biogas gibt es im Gassektor keine Emissionen mehr
- Bezug von Netzstrom ist durch PPA Wind deutlich reduziert

## 2. Vergleich Szenarien: Ist – ZO.RRO Biogas Beispielunternehmen

### Entwicklung der jährlichen Energiekosten



### Betrachtung der Kosten

#### Ist-Zustand:

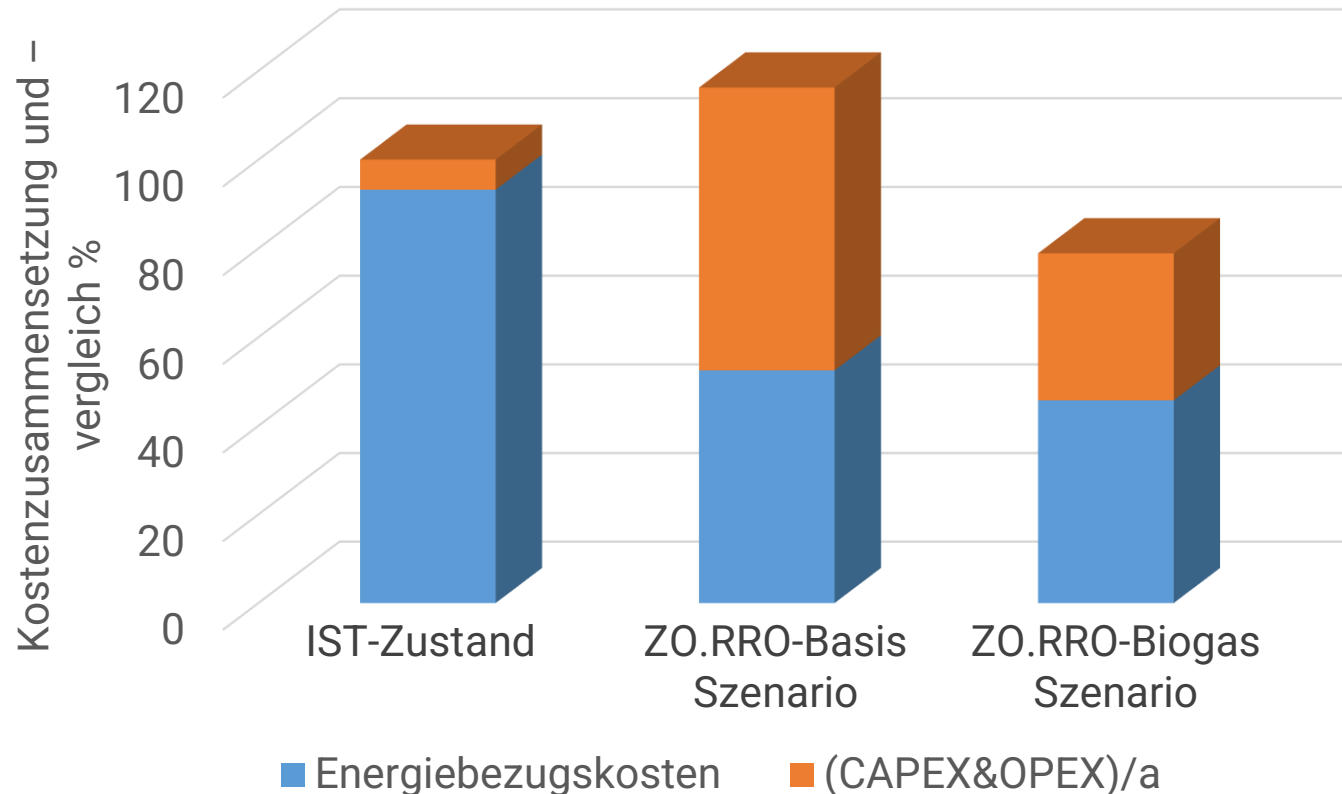
- Stromverbrauch hat deutlich höhere Kosten als Gasverbrauch

#### ZO.RRO-Szenario:

- Jährliche Energiekosten sinken um ca. 20%
- Kein Erdgasbezug und –kosten; Biogas in ähnlicher Größenordnung
- Strombezug und -kosten sinken deutlich
- Stromkosten durch Bezug, PV und Windkraftnutzung etwas niedriger
- Unabhängig von Marktpreisentwicklungen und dem Risiko der Kostenentwicklung bei den IST-Kosten

## 2.2. Vergleich Szenarien: Ist – ZO.RRO Beispielunternehmen

### Kostenvergleich Szenarien



### Betrachtung der Kosten

#### Ist-Zustand:

- Hauptsächlich Kosten für Energiebezug

#### ZO.RRO Basis-Szenario:

- Jährliche Kosten steigen um ca. 15%
- Energiebezugskosten sinken, werden aber durch neue Investitionen kompensiert

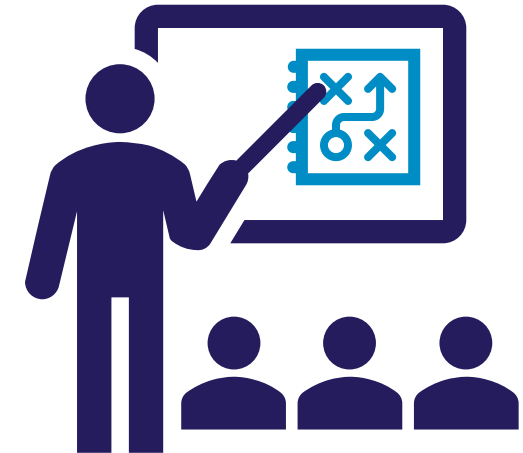
#### ZO.RRO Biogas-Szenario:

- Jährliche Energiekosten sinken um ca. 20%
- Anteil der Energiekosten sinkt absolut und prozentual



### Erkenntnisse Energiesystemmodellierung

- Ermittelt kostenoptimale Energieversorgung für Unternehmen
    - **Leistungsdimensionierung** der Energiequellen, Kopplungstechnologien, Speicher und Zeitpunkte der Nutzung (z.B. Batteriespeicher)
    - Berechnet **Kostenentwicklung** und Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen
    - Bewertet verschiedene **Ausbau- und Technologieszenarien** ermöglicht **Sensitivitätsanalysen** und schafft Vergleichsmöglichkeiten
  - Erfordert Messtechnik, Ergebnisse werden bestimmt durch Ausbaugrad, Qualität der erfassten Daten und Belastbarkeit externer Rahmenparameter
  - Ist immer unternehmensspezifisch anzuwenden
- > **Starkes Tool zur Ermittlung der erforderlichen Komponenten einer CO<sub>2</sub>-freien kostenoptimalen Energieversorgung (Zielbild)**



## 2. Tool 3: CO<sub>2</sub>- Bilanz mit ecocockpit

- Ergänzendes Tool zur Ermittlung und Monitoring der **CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Scopes** des GHG-Protokolls
- Untersuchungsgegenstand:
  - Strukturierte und detaillierende Herangehensweise
  - Identifiziert relevante CO<sub>2</sub>-Quellen und Prioritäten
  - CO<sub>2</sub>-Bilanz mit Analyse nach Produkt / Charge / Anlage / Scopes
  - Geeigneter Einsatz für KMU - Detailtiefe und Aufwand
  - Auswirkung unterschiedlicher Entwicklungsszenarien
- Notwendigkeit zum Ausweisen von CO<sub>2</sub>-Emissionen ist bei Unternehmen unterschiedlich



## Leitprojekte zur Dekarbonisierung der Energieversorgung in der Industrie



- Individuelle Unternehmensbetrachtung von 7 Thüringer Unternehmen (Teilprojekt)
- Analyse von Last- & Produktionsprofilen
- Fokus auf ganzheitliche Systemoptimierung inklusive Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

→ Erstellung von **Transformationspfaden** für **einzelne Unternehmen**



- Betrachtung Industriecluster Hermsdorf und H<sub>2</sub>-Nutzung in industriellen Prozessen weiterer Thüringer Unternehmen
- Analyse von Last- & Produktionsprofilen
- Fokus auf unternehmens- und energieträgerübergreifende Transformationsansätzen

→ Erstellung des **Transformationskonzeptes Hermsdorfer Kreuz** und Untersuchung zur Erschließung der Nutzung von Wasserstoff





# GREAT

## ABSCHLUSS KONFERENZ



Fachveranstaltung zu industriellen  
Anwendungen grünen Wasserstoffs



Jetzt kostenfrei anmelden

# 22. NOV 2023 10-16 Uhr

## COMCENTER BRÜHL, ERFURT

GRUSSWORT Minister Bernhard Stengele, Thüringer Ministerium für  
Umwelt, Energie und Naturschutz

### EXTERNE FACHBEITRÄGE VON

- Prof. Dr. Gotthard Wolf, Gießereiinstitut TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Matthias Kaffenberger, Schott AG
- Dr. Matthias Rehfeldt, Fraunhofer ISI
- Marcel Engels, Forschungsinstitut für Glas und Keramik (FGK)
- Karl Skadell, Fraunhofer IKTS
- Philipp Schenk, Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur

BEGLEITENDE FACHAUSSTELLUNG

FOKUS INDUSTRIE  
PODIUMSDISKUSSION


[great-h2.de](https://great-h2.de)





Ihre Ansprechpartner sind:

## Thüringer Erneuerbare Energien Netzwerk (ThEEN) e.V.

Christoph Frenkel, Stellv. Geschäftsführer

-  [christoph.frenkel@theen-ev.de](mailto:christoph.frenkel@theen-ev.de)
-  0361 663 82 281

Dr. Christopher Krich, Projektmanager Technik & Innovation

-  [christopher.krich@theen-ev.de](mailto:christopher.krich@theen-ev.de)
-  0361 663 82 284



Follow us on   

[www.zorro.energy](http://www.zorro.energy)