



# „Energiekosten senken. Zukunft sichern.“

Schritte zur klimaneutralen Produktion

Ergebnisse aus dem Projekt ZO.RRO II KMU  
mit Beteiligung der Thüringer Industrie

# Sehr geehrte Damen und Herren,



die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft ist eine der zentralen Aufgaben unserer Zeit. ZO.RRO II zeigt eindrucksvoll, wie Thüringen diesen Wandel mit wissenschaftlicher Kompetenz, unternehmerischer Praxis und politischer Unterstützung aktiv gestaltet. Das Projekt verbindet Forschung, Anwendung und Wissenstransfer in besonderer Weise. Es entwickelt konkrete Lösungen für eine sichere, wirtschaftliche und nachhaltige Energieversorgung von Unternehmen und unterstützt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen dabei, tragfähige Wege zur Dekarbonisierung zu finden.

ZO.RRO II steht damit nicht nur für technologische Innovation, sondern auch für Kooperation und Zukunftsorientierung. Mein Dank gilt allen Projektpartnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Netzwerkstrukturen, die mit großem Engagement zum Erfolg des von meinem Haus geförderten Projektes beigetragen haben.

Die Ergebnisse des Projekts geben wichtige Impulse für Thüringen und darüber hinaus. Sie machen deutlich: Klimaneutralität und Wettbewerbsfähigkeit können gemeinsam gestaltet werden und dabei zu mehr regionaler Wertschöpfung und Versorgungssicherheit führen.

## **Tilo Kummer**

Thüringer Minister für Umwelt, Energie, Naturschutz und Forsten

„Klimaneutralität ist für KMU keine Vision mehr, sondern umsetzbare Strategie: Mit ZO.RRO haben wir Werkzeuge entwickelt, die KMU konkrete und unternehmensspezifische Wege zeigen, um die eigenen Energiekosten bezahlbar zu halten und Risiken zu reduzieren. Damit werden Produktionsstandorte und Arbeitsplätze nachhaltig gesichert und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhöht.“



## **Dr. Jana Liebe**

Geschäftsführerin Thüringer Erneuerbare Energien Netzwerk (ThEEN) e. V.,  
Leitung ZO.RRO Projektkommunikation

„Die Transformation unseres Energiesystems stellt Privatpersonen und Unternehmen, Kommunen und Regionen vor große Herausforderungen. Werkzeuge zur Energiesystemmodellierung spielen dabei eine immer wichtigere Rolle: sie zeigen Handlungsnotwendigkeiten auf und helfen Handlungsalternativen zu bewerten. Hier kann Thüringen dank des ZO.RRO-Projekts auf bundesweit einzigartige Kompetenzen zurückgreifen.“



## **Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak**

Professor an der Hochschule Nordhausen,  
Projektleiter ZO.RRO II Landesprojekt

# Inhalt

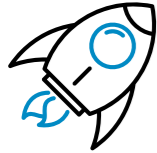
## **Vorwort**

Wichtigste Erkenntnisse – Unsere Bilanz .....	4
Ausgangslage und Motivation .....	6
ZO.RRO Timeline .....	8
Der Start: ZO.RRO I (2019–2022) .....	10
Die Weiterführung: ZO.RRO II KMU (2022–2026) .....	14
ZO.RRO Tools – kurz & knapp .....	16
ZO.RRO Praxispartner – Fallbeispiele Thüringer Industrie .....	18
Fallbeispiel 1 – Energiefresser Sinterofen: ZO.RRO unterstützt Thüringer Metallindustrie .....	19
Fallbeispiel 2 – CO <sub>2</sub> -freie Wärme für die Antriebshelden der JAT .....	20
Fallbeispiel 3 – Hauptsache die Chemie stimmt: Elektrifikation vs. Biogas? .....	24
ZO.RRO Crème de la Crème: Energierezept für produzierende KMU .....	25
Exkurs: ZO.RRO II-Ergebnisse der Hochschule Nordhausen .....	26
Exkurs: Das Schwesterprojekt ZO.RRO 2 for Glass Industry .....	28
Über ThEEN und Hochschule Nordhausen .....	30
Danksagungen .....	31

## **Impressum**

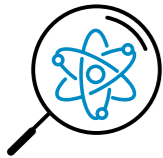
Unsere Bilanz:

# 7 Jahre Energieforschung in der Thüringer Industrie



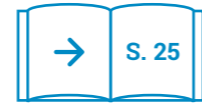
## Starten statt Warten

Es lohnt sich (schon lange) die Energieversorgung klimafreundlich umzustellen. Fangen Sie mit kleinen Projekten an, **sammeln Sie Erfahrungen** – beispielsweise mit Photovoltaik. Warten Sie nicht auf die „perfekten“ Bedingungen. Sichern Sie Ihre Standorte und Arbeitsplätze!



## Wissen ist Macht

Kennen Sie Ihre Energieverbräuche im Detail, jetzt gerade? Um Effizienz zu steigern und gute Entscheidungen zu treffen, brauchen Sie eine solide Datengrundlage. **Messtechnik und Energiemonitoring** sind keine Spielerei, sie sind Game-Changer – Einsparung beginnt mit Analyse des Ist-Zustands.



Technische Tipps:  
ZO.RRO Crème de la Crème



## Kooperation lohnt sich

Nutzen Sie lokale Ressourcen, wie nahegelegene Biogas- oder Windkraftanlagen, sprechen Sie mit Ihrer Kommune und den Energieversorgern bei der Planung, **finden Sie Verbündete im Umkreis**, arbeiten Sie mit benachbarten Firmen zusammen und verringern Sie damit Investitionskosten, Aufwände und Risiken.



## Dranbleiben und Umsetzen

Die beste Beratung und die klügsten Konzepte bringen nichts, wenn es im Unternehmen keine klare und kontinuierliche Zuständigkeit für das Thema Energie gibt. Zudem sind strategische **Kommunikation, Transparenz und Beteiligung** (von Mitarbeitenden, Kunden...) die Basis für eine erfolgreiche Umsetzung. Sprechen Sie frühzeitig über Ihr Vorhaben und profitieren Sie von Methoden des Change Managements.



## Die Zukunft ist digital

Die besten Ergebnisse erzielen Sie mit digitalen Lösungen, die bspw. Ihre PV-Anlage, Speicher, Ladepunkte und Produktion zusammendenkt, dynamische Strompreise zu Ihrem Vorteil nutzt und schnelle Reaktionen ermöglicht. Effektives **Energiemanagement** ist essenziell.



Sie suchen nach Beratungsstellen, Förderangeboten, Kooperationspartnern oder haben Fragen zum ZO.RRO Projekt? Zögern Sie nicht und sprechen Sie uns an!  
Das THEEN-Team ist gern für Sie da.

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



# Ausgangslage und Motivation



Die Transformation der Energieversorgung ist politisch beschlossen und rechtlich bindend – auf Bundes- wie auf Landesebene. Besonders die Industrie steht dabei im Fokus, da sie einen erheblichen Anteil der Emissionen verursacht.

**Für Unternehmen wächst der Handlungsdruck spürbar:** Strengere Vorgaben zur Erfassung, Bilanzierung und Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen (z. B. CSRD-Berichtspflichten) treffen auf steigende Erwartungen der Kunden, die Transparenz über den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Produkten verlangen.

Gleichzeitig zeigen geopolitische Krisen und Konflikte, wie fragil fossile Energie- und Rohstoffmärkte sind. Die stark gestiegenen und teils stark schwankenden Strom- und Gaspreise der letzten Jahre (siehe Abbildung) haben deutlich gemacht:

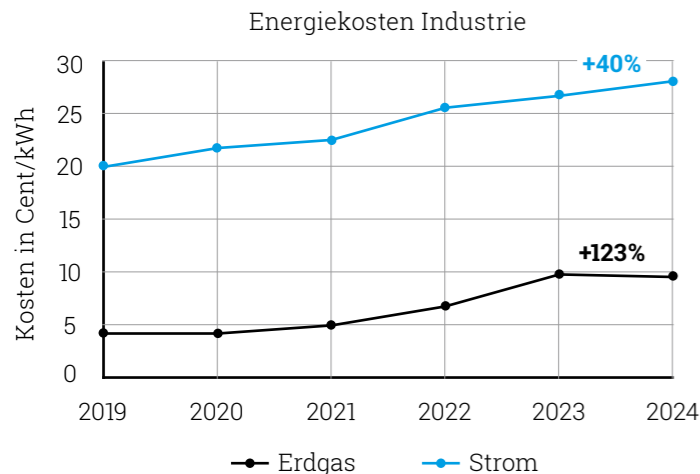
**Die Energieversorgung ist heute ein zentraler Wettbewerbs-, aber auch Risikofaktor für Industriestandorte.**

Das Thema Dekarbonisierung ist daher keine fakultative Prozessoptimierung, sondern eine wichtige Strategie, um Standorte und Arbeitsplätze zu sichern.

## Abbildung:

Entwicklung der Gas- und Strompreise für Unternehmen mit einem Erdgasverbrauch zwischen 278 bis 2.778 MWh/a bzw. 500 bis 2.000 MWh/a Stromverbrauch

Quelle: eigene Darstellung und Berechnung von Christoph Frenkel, TheEEN nach DeSTATIS Statistisches Bundesamt 2026



## Herausforderung Dekarbonisierung: ZO.RRO unterstützt Thüringer KMU

In dieser Broschüre werden kompakt und verständlich die wichtigsten Erkenntnisse aus sieben Jahren Energieforschung mit der Thüringer Industrie vorgestellt, um insbesondere kleine und mittlere Industriebetriebe bei der Dekarbonisierung ihrer Energieversorgung mit Handlungsempfehlungen und Praxisbeispielen zu unterstützen.

Für Unternehmen bringt die Energietransformation spürbare Unsicherheiten mit sich. Neben dem Tagesgeschäft müssen sie ihre Energieversorgung grundlegend neu ausrichten. Spätestens seit dem Angriffskrieg auf die Ukraine ist klar: Erdgasbasierte Wärme in Industrieprozessen muss perspektivisch ersetzt werden.

Dabei sind Unternehmen unterschiedlich betroffen. **Vor allem KMU stoßen häufig an Grenzen** – etwa durch begrenzte personelle, finanzielle und organisatorische Ressourcen, um technologische und strategische Veränderungen alleine zu bewältigen.

Es fehlt nicht nur an Orientierung bei der großen Vielzahl an Technologien, Tarifen und Verträgen, auch stellen Investitionen beispielsweise in eigene erneuerbare Energieanlagen oder effizientere Produktionsanlagen aufgrund längerer Amortisationszeiten und begrenzter Förderprogramme ein Risiko dar.

Genau hier setzt das ZO.RRO Projekt an.

**Ziel ist es, praxisnahe, technische und strategische Lösungen speziell für die Energietransformation von KMU zu entwickeln.**

# ZO.RRO-Timeline 2019–2026



ZERO CARBON  
CROSS ENERGY  
SYSTEM

## Verbundtreffen



Konsortium nimmt Arbeit auf

## LAB#1 am 06. Februar 2020



Fachdialog und Deep Dive Sessions für Industrie, Gewerbe und Stadtwerke im KONTOR Erfurt

## Thüringer Digital- und Open Source Preis für Hochschule Nordhausen Juni 2022



Auszeichnung der Energiesystemmodellierung des in.RET  
Foto: Michaela Wesselak, 2022



## Praxispartner erhalten Messtechnik Q1 2023



IfE GmbH präsentiert die Messtechnik



## Praxispartner erhalten Z.ENO-Transformationspfade und Roadmap Q4 2024



Workshops vor Ort bei Praxispartnern



Christoph Frenkel (ThEEN) übergibt Dokumentation

## Abschlusskonferenz II am 18. Juni 2026



## Kick-Off am 15. Mai 2019



Übergabe des Förderbescheids an die Projektleitung zum Kick-Off  
v. l. n. r.: Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak (Hochschule Nordhausen), Prof. Dr.-Ing. Dirk Westermann (Technische Universität Ilmenau), Thüringer Energieministerin Anja Siegesmund (a. D.), Thüringer Ministerpräsident Bodo Ramelow (a. D.), Dr. Jana Liebe (ThEEN)

## LAB#2 am 22. September 2021



Hybridveranstaltung Virtuell und in der Messe Erfurt „Zur Zukunft einer CO<sub>2</sub>-freien Energieversorgung am Beispiel Thüringens – Industrie-seitige Lösungen“

## Abschlusskonferenz I 23. Mai 2022



Übergabe des Förderbescheids für ZO.RRO II KMU an die Projektleitung durch Thüringer Energieministerin Anja Siegesmund (a. D.)  
Projektlaufzeit 01/2022 bis 31/2024

## Konferenz am 26. Oktober 2023



Gemeinsame Konferenz der Projekte ZO.RRO II KMU (Landesförderung TMUENF) und ZO.RRO 2 for Glass Industry (Förderung durch BMW August 2023 bis Juli 2026)

## Verlängerung der Landesförderung bis Juli 2026 (04/24)



Foto: Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN), 2024

## Konferenz am 06. November 2024



Jährliche Konferenzen mit etwa 100 Teilnehmenden aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik

## Konferenz am 18. September 2025



Fotos: siehe Einzelbildnachweise, ThEEN

Der Start: ZO.RRO I (2019–2022)

# Energiewende für die Industrie: praxisnah und wirtschaftlich



## Projektförderung:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Fördernummer: FKZ 03ET4080A-E



Gefördert aus Mitteln des Freistaats Thüringen

## Projektlaufzeit:

Mai 2019–Juni 2022

Eine erfolgreiche Dekarbonisierung der Energieversorgung erfordert mehr als nur neue Technologien. Entscheidend sind effiziente Systeme, die intelligente Kopplung von Strom, Wärme und Mobilität sowie eine enge Verzahnung von Energieerzeugern und -verbrauchern – bei wirtschaftlich tragfähigen Lösungen.

Genau hier setzte das Verbundprojekt ZO.RRO I von 2019 bis 2022 an: Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft entwickelten, gefördert durch Bund und Land, **innovative IT-Lösungen und neue Modelle zur Simulation zukünftiger Energiesysteme**. Im Fokus stand die zentrale Frage, wie ein CO<sub>2</sub>-freier und zugleich sicherer Netzbetrieb ohne konventionelle Kraftwerke gelingen kann – und welche Schlüsselrolle die Industrie dabei spielt.

In einem praxisnahen Feldtest wurden konkrete Handlungsspielräume für Unternehmen aufgezeigt, etwa durch flexiblere Betriebsweisen. **Ziel war es, eine Blaupause für die Energiewende in ganz Deutschland zu entwickeln – erprobt am Beispiel Thüringens.**



## Was ist in ZO.RRO I passiert?



Alle Partner, Teilprojekte und Ergebnisse im Dokumentationsfilm (9 min) vom Mai 2022 auf dem ZO.RRO-YouTube-Kanal ansehen:



@zerocarboncrossenergysyste43

# Transformation des Energiesystems am Beispiel Thüringens



## Dekarbonisierung

- Maximale Nutzung Erneuerbarer Energien
- Minimierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks



## Wirtschaftlichkeit

- CO<sub>2</sub>-Bepreisung
- Energiekosten
- Flexibilitätserlöse

## Energiesystemmodellierung\*

- Systemstabilität durch Systemdienstleistungen
- Kosten- und CO<sub>2</sub>-optimal



## IT-Systeme

- CO<sub>2</sub>-Monitoring
- Management der Flexibilitätsoptionen



\*Quelle: eigene Darstellung, weiterentwickelt nach bifa Umweltinstitut GmbH

## Feldtest mit Thüringer Unternehmen zu flexiblen Betriebsweisen

### Flexible Produktionsprozesse

- Lastmanagement
- Effiziente Betriebsweise
- Gebäudeleittechnik



### Sektorenkopplung

- Strom
- Wärme / Kälte
- Gas / H<sub>2</sub>
- Mobilität



### Erneuerbare Erzeugungsanlagen

- CO<sub>2</sub>-optimaler Betrieb



### Energiespeicher

- Strom
- Wärme
- Gas / H<sub>2</sub>



Blaupause für ganz Deutschland



→ zum Projektflyer auf [www.zorro.energy](http://www.zorro.energy)

Konsortium ZO.RRO I (2019–2022):

# Zero Carbon Cross Energy System II



© ThEEN e. V. 2023

## Projektförderung:



Ministerium für Umwelt,  
Energie, Naturschutz  
und Forsten

## Projektlaufzeit:

Januar 2022–Juli 2026

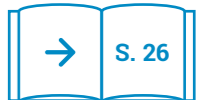
## KMU können klimaneutral

Wir unterstützen kleine und mittlere Industrieunternehmen (KMU) durch digitale Tools und innovative Ansätze.

Beteiligt sind zwei Projektpartner: Das Team der Hochschule Nordhausen unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak simuliert die Zukunft des Energiesystems für ganz Thüringen mittels Energiesystemmodellierung und entwickelt dieses Open-Source-Tool stetig weiter. Das Thüringer Erneuerbare Energien Netzwerk (ThEEN) e. V. unter Leitung von Dr. Jana Liebe ist zuständig für die vertiefte praktische **Anwendung bei Partnern aus der Thüringer Chemie-, Elektronik-, Metall-, Maschinenbau- und Kunststoffindustrie** und liefert mit dem Z.ENO Tool, einer für Unternehmen entwickelten Variante der Energiesystemmodellierung, den optimalen Fahrplan für die Umstellung auf eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung für Unternehmen.

## Nutzen für KMU

- **Fundierte Entscheidungsgrundlage:** Unternehmen erhalten eine solide Basis für sinnvolle Investitionsentscheidungen beim Umbau ihrer Energieversorgung
- **Maßgeschneiderte Lösungen:** Individuell angepasste Szenarien und Maßnahmenpläne für eine nachhaltige Energieversorgung
- **Ressourcenschonung:** Effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen, Betrachtung der Wirtschaftlichkeit (kostenoptimale Szenarien) und Minimierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks
- **Standortsicherung:** Eine nachhaltige Energieversorgung unterstützt die Arbeitsplatz- und Standortsicherung, da die Verfügbarkeit von günstiger und CO<sub>2</sub>-freier Energie immer wichtiger wird



Erfahren Sie mehr  
zur Arbeit der  
Hochschule  
Nordhausen.

Gruppenfoto ZO.RRO II KMU zur ZO.RRO II Konferenz 2023, © ThEEN 2023

## Unser Team:



Jetzt ansehen...



ZO.RRO II KMU:  
Tools für die klimaneutrale Industrie

**Im kurzen Animationsvideo erfahren Sie :**

Wie genau arbeitet das ZO.RRO II Projekt mit der Thüringer Industrie?

Welche Vorteile bieten die ZO.RRO Tools ?

Welche Ergebnisse erzielen beteiligte Unternehmen?



Alle ZO.RRO Videos auch in englischer Sprache auf dem ZO.RRO-YouTube-Kanal:

@zerocarboncrossenergysyste43



## Unser Vorgehen: ZO.RRO Tools für KMU

für das gesamte Unternehmen, einzelne Standorte oder auch Produkte (je nach Datengrundlage)

### Messtechnik – Datengrundlage und Bestandsaufnahme

- detaillierte Erfassung und Echtzeit-Monitoring des Energieverbrauchs für Strom, Gas und Wärme
- Identifikation von Lastspitzen, den größten CO<sub>2</sub>-Quellen und Einsparpotenzialen



### Z.ENO-Tool – Wege zur Klimaneutralität aufzeigen

- Digitale Abbildung der Energieversorgung im Unternehmen und Simulation realistischer Zukunftsszenarien
- Berechnung individueller Szenarien für die optimale klimaneutrale Energieversorgung, z. B. Ersatz von Erdgas durch Biogas oder vollständige Elektrifizierung
- Präsentation und Diskussion der Szenarien mit Vergleich der Vor- und Nachteile (inkl. Kosten) in Workshops
- Solide Grundlage für sinnvolle Investitionsentscheidungen beim Umbau Ihrer Energieversorgung



### CO<sub>2</sub>-Bilanzierung – Nachweis und Reduktion Ihres Fußabdrucks

- Vorstellung und Anwendung des kostenfreien Online-Tools „ecocockpit“\* zur detaillierten Bilanzierung der Treibhausgasemissionen
- Unterstützung von KMU bei der Erhebung, Analyse und Bewertung relevanter Daten – insbesondere in Scope 3 gemäß GHG-Protokoll
- Erhalt eines offiziellen Nachweises des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und der nachhaltigen Entwicklung für Kunden und Stakeholder



### Ergebnis: Ihr Fahrplan für eine klimaneutrale Energieversorgung

- Ableitung eines klaren Transformationspfades mit Zeitplan zu erforderlichen Maßnahmen
- Übergabe aller Daten (inkl. Auswirkung verschiedener Preisentwicklungen/Technologien)
- Mögliche Einbindung weiterer Akteure für die Umsetzung

\*ecocockpit Tool entwickelt durch Effizienz-Agentur NRW, kostenfrei bereitgestellt durch ThEGA – Thüringer Energie- und Green-Tech Agentur

# Fallbeispiele Thüringer Industrie

Angewandte Energieforschung bedeutet, dass die entwickelten ZO.RRO Tools und Ansätze unter realen Bedingungen erprobt werden. Im ZO.RRO Projekt wurden daher von Beginn an Praxispartner aus der Thüringer Industrie einbezogen. Die **Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Produktionsbetrieben aus verschiedenen Branchen und Landesteilen** ermöglichte vertiefte Einblicke in die energetischen Herausforderungen der Industrie. Für jedes Unternehmen wurden durch zahlreiche Vor-Ort-Termine und Workshops mit Hilfe der ZO.RRO Tools individuelle Lösungen passend zum jeweiligen Energie- und Produktionsprofil erarbeitet. **Drei Fallbeispiele** werden hier (z. T. anonym) mit Fokus auf die technischen Ergebnisse dargestellt. Eine Universallösung gibt es nicht, dennoch werden auf Seite 25 generelle Handlungsempfehlungen – unser Rezept für die „ZO.RRO Crème de la Crème“ – für KMU gegeben.

**Unser Ziel: CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren, Versorgung optimieren und den CO<sub>2</sub>-Footprint beteiligter Unternehmen nachweisen**

- 6 untersuchte Unternehmen (KMU) aus ganz Thüringen vertretene Branchen:**
- Maschinenbau
  - Elektronikprodukte
  - Chemieindustrie
  - Kunststoffindustrie
  - Metallverarbeitung



**Abbildung:** Standorte der im ZO.RRO Projekt betrachteten sechs Industrieunternehmen in Thüringen; Thüringenkarte: iStock, bearbeitet von Maria Siegl, ThEEN 2026



„Wir sind ein 20-Mann-Spritzgießbetrieb und haben mit ZO.RRO eigentlich sehr gute Erfahrungen gemacht. Man kommt in Kontakt mit entsprechenden Fachleuten, wird beraten, es wird Messtechnik eingebaut. Hinterher wird alles ausgewertet und unser Fazit ist wirklich positiv.“

**Alfred Kratz, ehem. Geschäftsführer Alfred Kratz Kunststoffprodukte GmbH**  
(06.11.2024)



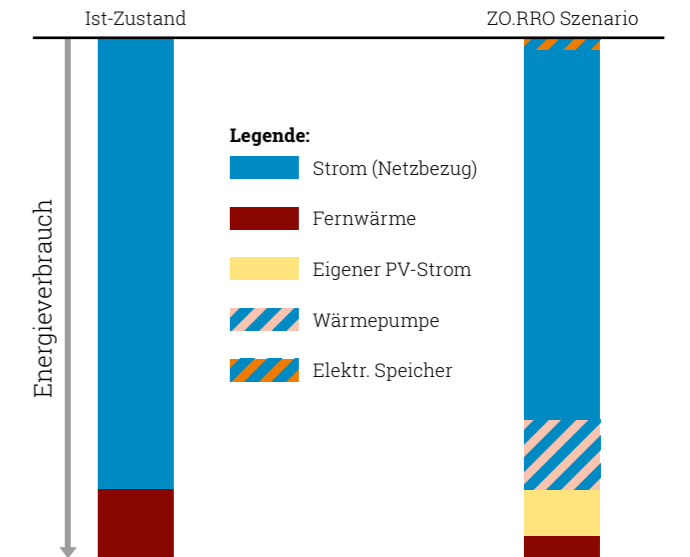
# Energiefresser Sinterofen: ZO.RRO unterstützt Thüringer Metallindustrie

Unser Praxispartner aus der metallverarbeitenden Industrie hatte drei wesentliche energetische Herausforderungen:

- erheblicher Prozesswärmebedarf (gedeckt durch Strom)
- prozessbedingte Lastspitzen, doppelt so hoch wie die Grundlast und
- Gebäudewärmebedarf wird durch Fernwärme gedeckt.

Ziel der ZO.RRO Untersuchung war es daher, einen **kostenoptimalen Transformationspfad** zu ermitteln, mit Schwerpunkt auf der Einbindung erneuerbarer Energien und dem Einsatz eigener elektrischer Heizlösungen. Dabei wurden einzelne Großverbraucher – wie ein Sinterofen – messtechnisch neu erfasst und Möglichkeiten zum flexiblen Betrieb untersucht. Die Szenarienberechnung mit **Z.ENO brachte folgende zentrale Erkenntnisse:**

- **Kostenreduktion:** CO<sub>2</sub>-arme Energieversorgung kann je nach Marktentwicklung die Energiekosten deutlich senken.
- **Optimale Lösung:** Kombination aus eigener PV-Anlage, Windstrom-Direktvertrag und Wärmepumpe liefert die besten Ergebnisse.
- **Speicher sinnvoll einsetzen:** Batteriespeicher rechnen sich vor allem zur Lastspitzenkappung und bei Nutzung flexibler Stromtarife.
- **Flexibilität erhöhen:** Anpassungsfähige Produktion und TGA (Technische Gebäudeausrüstung z. B. Speicher, Ladeinfrastruktur) schaffen zusätzliche Einsparpotenziale.
- **Synergien nutzen:** Kooperationen im Quartier ermöglichen weitere Kostenvorteile, etwa durch Abwärmenutzung und gemeinsame Infrastruktur.
- **PPA nicht empfohlen:** Die Kosten für PPA-Strom aus Windkraft oder PV-Anlagen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zu hoch.



**Grafik:** Schematischer Vergleich der Zusammensetzung der Energieversorgung (inkl. Erzeugung, Wandlung, Speicherung) des metallverarbeitenden Unternehmens aktuell (links) und im ZO.RRO Szenario (rechts).

## CO<sub>2</sub>-freie Wärme für die Antriebshelden der JAT



© JAT – Jenaer Antriebstechnik GmbH

Die JAT Jenaer Antriebstechnik GmbH ist ein innovatives Technologieunternehmen mit Sitz in Jena. Seit der Gründung 1990 entwickelt und fertigt JAT kundenspezifische Lösungen in der hochpräzisen Antriebstechnik für anspruchsvolle industrielle Anwendungen.

Zum Leistungsportfolio zählen Servokomponenten, Linear-technik sowie komplexe Positionier- und Bewegungssysteme, die weltweit dort eingesetzt werden, wo höchste Präzision und Dynamik gefordert sind. Nachhaltigkeit ist fester Bestandteil der Unternehmensphilosophie: JAT übernimmt ökologische, ökonomische und soziale Verantwortung und integriert Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen systematisch in alle Unternehmensbereiche – unter anderem durch einen CO<sub>2</sub>-neutral betriebenen Technologiekomplex und vielfältiges regionales Engagement.

Als Praxispartner im Energieforschungsprojekt ZO.RRO profitierte das Unternehmen auch von der vertieften Analyse des Energieprofils und der Simulation von Optimierungsmaßnahmen, von denen einige im Projektzeitraum umgesetzt wurden.

### Die Ausgangslage

Die Jenaer Antriebstechnik GmbH (JAT) nutzt für ihre Produktion hauptsächlich Strom und Erdgas nur zur Beheizung älterer Gebäudeabschnitte. Im Rahmen des Projekts ZO.RRO wurde untersucht, wie das Unternehmen seine Energieversorgung vollständig dekarbonisieren und gleichzeitig Kosten senken kann. Hierfür wurden mit dem Z.ENO-Tool verschiedene Szenarien simuliert, um die beste Kombination aus Erzeugern (wie Photovoltaik), Speichern und neuen Heiztechnologien zu finden.

### Das ZO.RRO-Simulations-Ergebnis:

Die Modellierung mittels Z.ENO-Tool zeigt dem Unternehmen einen klaren Pfad auf: Eine CO<sub>2</sub>-freie Wärmeversorgung ist technisch machbar und wirtschaftlich sinnvoll, sofern sie auf effizienten Wärmepumpen, maximalem Photovoltaik-Ausbau und einer intelligenten Steuerung (Energiemanagement) basiert. Zentrale Erkenntnisse der Simulation sind:

#### 1. Wärmepumpen unschlagbar:

Der effizienteste Weg zur CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung ist die Substitution der Gasheizungen durch Wärmepumpen. Dieses „ZO.RRO-Szenario“ erwies sich kostengünstiger als Erdgas.

#### 2. PV-Ausbau als „No-Brainer“:

Maximale Belegung der verfügbaren Dachflächen mit Photovoltaik, da dies die Stromgestehungskosten massiv senkt.

#### 3. Batteriespeicher mit Vorbehalt:

Während Wärmespeicher (Wassertanks) sehr rentabel sind, lohnen sich elektrische Batteriespeicher primär bei flexiblen Strompreisen oder zur Kappung von Lastspitzen.

#### 4. Der „Joker“ Lastflexibilität (DSM):

Ein besonderer Fokus lag auf dem sogenannten Demand Side Management (DSM). Dabei werden veränderbare Lasten – wie die Wärmepumpe oder E-Ladestationen – intelligent gesteuert. Die Simulation zeigte deutliche Ergebnisse: Die Gebäudehülle funktioniert wie ein thermischer Speicher, deshalb kann auf teure physische Wärmespeicher fast vollständig verzichtet werden. Dies reduziert die notwendigen Investitionen und senkt die Gesamtkosten.

### Welche Kostenvorteile ergeben sich für JAT?

Die Simulationen zeigen:

- Das ZO.RRO-Szenario ist immer günstiger als das Ist-Szenario.
- Das alternative Technologieszenario (dezentrale Wärmebereitstellung durch Infrarotheizungen) ist hingegen teurer als das IST-Szenario.
- Die Kosten sinken mit der Nutzung von DSM (Lastflexibilität) in allen Szenarien geringfügig.
- Flexible Stromtarife bewirken im ZO.RRO-Szenario nur bei hohen Energiekosten Ersparnis.

## Was ist Z.ENO?

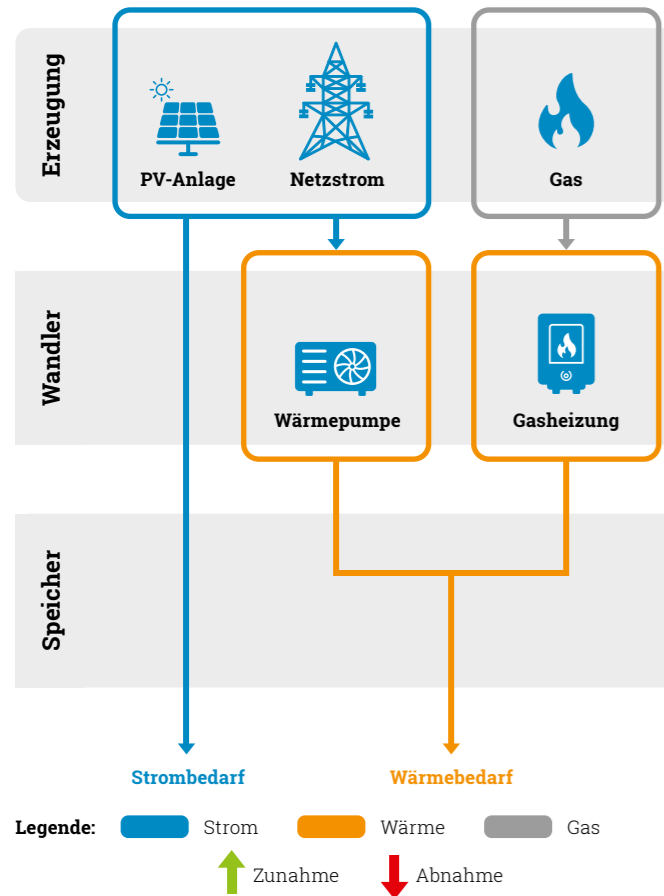
Mit dem Z.ENO-Tool steht KMU das Werkzeug Energiesystemsimulation zur Verfügung. Es bietet gegenüber klassischer Auslegung folgende Vorteile:

- Ermittlung einer kostenoptimalen zukünftigen Energieversorgung aus einem Mix von Erneuerbaren Energien, Transformationstechnologien und neuen Tarifen (z. B. PPA)
- Zeitliche Deckung für jedes 15-Minuten-Intervall im Jahr
- Optimierung auf Kostenbasis unter Berücksichtigung der CAPEX und OPEX
- Vergleich verschiedener Technologieszenarien mit Ist-Zustand



## Ursprüngliche Energieversorgung

(Ist-Szenario)



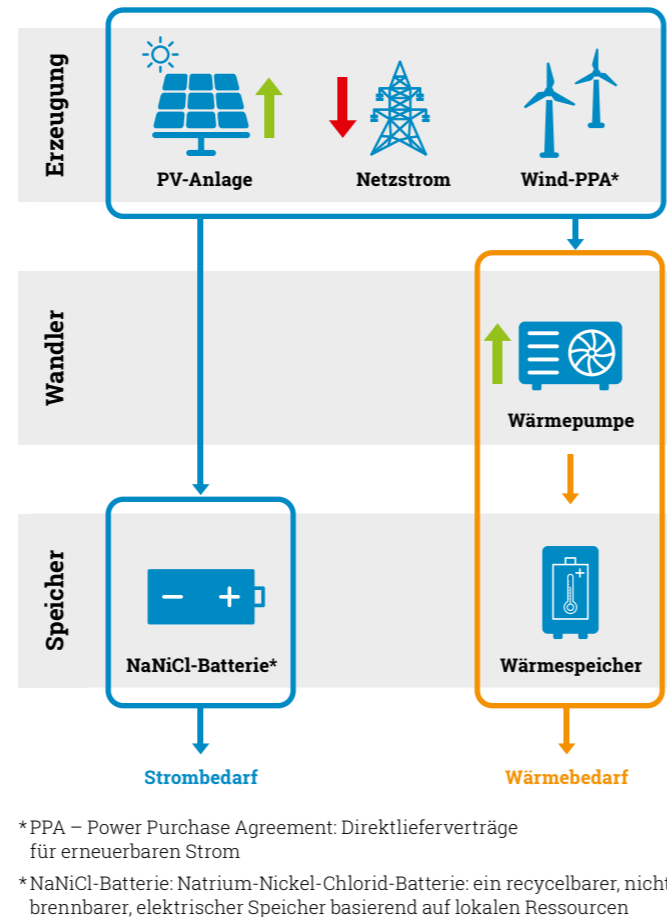
## Z.ENO-Simulation für JAT

Die Modelle für JAT (siehe Grafik) zum Ist- und ZO.RRO-Szenario zeigen, wie sich die Energieversorgung klimafreundlich und kostenoptimiert weiterentwickeln lässt.

Während ursprünglich überwiegend Strom aus dem Netz mit einer kleinen PV-Anlage ergänzt wurde und der Wärmebedarf teilweise noch durch Erdgasbezug gedeckt wurde, sehen wir im ZO.RRO Szenario eine vollständige Elektrifizierung.

## Optimierte, klimaneutrale Energieversorgung

(ZO.RRO-Szenario)



\*PPA – Power Purchase Agreement: Direktlieferverträge für erneuerbaren Strom

\*NaNiCl-Batterie: Natrium-Nickel-Chlorid-Batterie: ein recycelbarer, nicht-brennbarer, elektrischer Speicher basierend auf lokalen Ressourcen

Es erfolgt dabei eine Vergrößerung sowohl der PV-Anlage, als auch der bereits vorhandenen Wärmepumpe, ergänzt um einen Direktliefervertrag mit Windenergie (PPA Wind). Der Netzbezug des Stroms sinkt. Hinzu kommen Speicher in Form einer Natrium-Nickel-Chlorid-Batterie sowie eines Wärmespeichers. Der Erdgasbezug und die Gasheizung im Wärmebereich entfallen gänzlich.

## Was wird wie im Z.ENO-Tool simuliert?

Ziel ist es, den Energiebedarf des Unternehmens zu jedem Zeitpunkt optimal zu decken.

### Die Simulation der Energieversorgung basiert auf zwei bis drei Szenarien:

- Ist-Szenario mit den Komponenten des aktuellen Energieversorgungssystems und Referenz gegenüber neuen Versorgungslösungen.
- ZO.RRO-Szenario mit allen geeigneten CO<sub>2</sub>-armen Technologien und Bezugsmöglichkeiten.
- Fallspezifisch eine weitere technologische Alternative zur Einzelbewertung und Gegenüberstellung.

### Die Szenarien werden in drei Ebenen kategorisiert:

- Erzeugung, Wandlung sowie Speicherung für den Strom- und Wärmebedarf, um die Verständlichkeit zu unterstützen und Energieflüsse bzw. Verknüpfungspunkte festzulegen.
- In den Ebenen werden alle relevanten Energieträger und Sektoren betrachtet: Strom, Wärme, Kälte, Gas (Erd-, Synthese-, Biogas), Heizöl und Biodiesel, Wasserstoff etc.

### Aus einer Vielzahl an Komponenten wird ein kostenoptimales Gesamtkonzept berechnet:

- Mögliche Komponenten sind z. B.: Wärmepumpe, Blockheizkraftwerk, Batterien und thermische Speicher, Infrarothheizungen, Elektrodenkessel, Ladestationen für E-Mobilität, Elektrolyseur und Brennstoffzelle.



# JAT

Simon Schwinger, Geschäftsführer  
JAT – Jenaer Antriebstechnik GmbH

## Effizienz ist für uns mehr als ein Anspruch –

sie ist Teil unserer DNA als Antriebshelden. Was wir in unseren Produktentwicklungen täglich vorantreiben, leben wir auch in unseren Prozessen: Ressourcen intelligent einsetzen, Energie optimal nutzen und nachhaltige Lösungen schaffen. Im Rahmen des ZO.RRO Projekts haben wir starke Partner an unserer Seite, die uns helfen, dieses Prinzip konsequent auch auf unsere Energieversorgung zu erweitern – für mehr Effizienz, mehr Klimaschutz und eine nachhaltige Zukunft.

Portrait Simon Schwinger und Außenansicht JAT  
© JAT – Jenaer Antriebstechnik GmbH

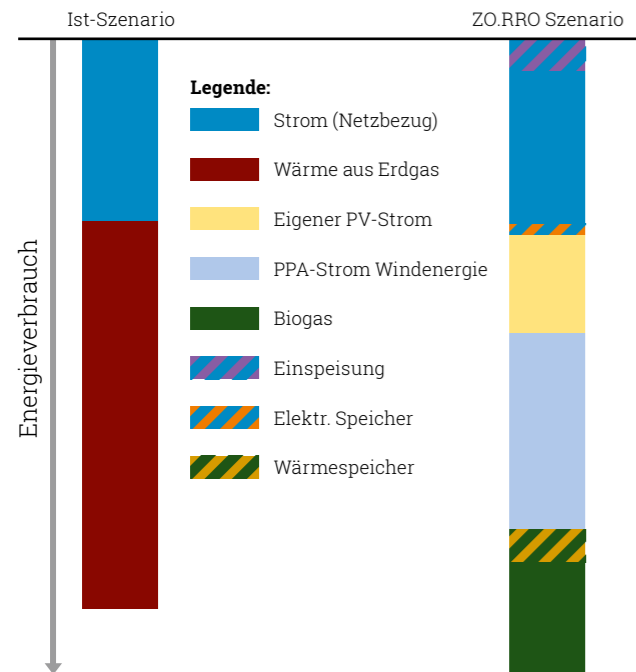


# Hauptsache die Chemie stimmt: Elektrifikation vs. Biogas?

Für ein Thüringer Chemieunternehmen mit hohem Energiebedarf wurden gleich zwei Transformationspfade näher untersucht:

1. die vollständige Elektrifizierung der Wärmeversorgung
2. die (anteilige) Nutzung von Biogas, ggf. Biomethan.

Besonderheiten am Standort waren, dass die Wärme-erzeugung temperatur- und anlagenbedingt nicht über Wärmepumpen erfolgen kann, jedoch eine nahegelegene Biogasanlage zur Versorgung mit Biogas oder Biomethan zur Verfügung steht.



Ziel der ZO.RRO Untersuchung war die Ermittlung der kosteneffizientesten Energieversorgung und ein Vergleich beider Optionen.

Die Simulation mit Z.ENO ergab folgende **Kernaussagen**:

- **Biogas wirtschaftlich sinnvoll:** Der Einsatz von Biogas senkt Kosten gegenüber dem Status quo.
- Reine Elektrifizierung **ohne Wärmepumpen ist deutlich teurer.**
- **Hybridlösung notwendig:** Die verfügbare Biogasmenge der Anlage im Umfeld reicht nicht aus – zusätzliche Elektrifizierung bleibt erforderlich, um Erdgas als Wärmequelle zu ersetzen.
- **Erneuerbare nutzen:** vorhandene Flächen für PV sollten vollständig ausgeschöpft werden; geringe Überschüsse können eingespeist werden. Auch Direktverträge mit regionalen Windkraftbetreibern sind sinnvoll.
- **Speicherstrategie:** Fokus auf thermische statt elektrische Speicher.
- **Weiteres Potenzial:** Prüfung von Wärmepumpen (-kaskaden) in Kombination mit Anpassungen der Produktionsanlagen werden empfohlen.

**Grafik:** Schematischer Vergleich der Zusammensetzung der Energieversorgung (inkl. Erzeugung, Wandlung, Speicherung) des Chemieunternehmens aktuell (links) und im ZO.RRO Szenario mit Biogas (rechts).

# Energierzept für produzierende KMU

Grau ist alle Theorie, daher geben wir Ihnen unser Praxiswissen weiter aus zwei Projektphasen mit über 20 kleinen und mittelständischen Produktionsbetrieben. Im Rahmen des ZO.RRO Projekts konnten wir Unternehmen aus der **Thüringer Glas-, Metall-, Chemie-, Keramik-, Maschinenbau- und Elektronikindustrie** bei der Dekarbonisierung ihrer Energieversorgung unterstützen. Hier unsere zentralen Empfehlungen:



• **Jetzt handeln:** Die (weitere) Dekarbonisierung der Energieversorgung lohnt sich aktuell für produzierende Unternehmen – Beratungen und Förderungen sind verfügbar, noch ergänzen finanzielle Anreize die zunehmenden regulatorischen Vorgaben.



• **Datenbasis schaffen:** Transparente Energiedaten sind entscheidend. Sie zeigen Einsparpotenziale, identifizieren Hauptverbraucher und Lastspitzen und bilden die Grundlage für Reporting (z. B. CSRD) und Energiemanagement.



• **Erneuerbare nutzen:** PV auf Dach- und Freiflächen ist meist wirtschaftlich und sollte voll ausgeschöpft werden. Ergänzend bieten Windstrom-Verträge (PPA) eine attraktive Option – abhängig vom Preisniveau.



• **Speicher gezielt einsetzen:** Elektrische und thermische Speicher senken Kosten, insbesondere durch Lastspitzenkappung und bessere Nutzung eigener Erzeugung. Voraussetzung ist ein intelligentes Energiemanagement.



• **Wärme ist größter Kostenhebel:** Wärmepumpen sind in der Regel die effizienteste Lösung; ergänzend sollten Bioenergie und Geothermie geprüft werden, um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren.



• **Experten einbeziehen:** Für eine ganzheitliche Konzeption profitieren Unternehmen von Beratungen, um Potenziale aus Abfällen, Abwärme, Geothermie oder auch geografischen Besonderheiten zu erschließen.



• **Flexibilität erhöhen:** Flexible Fahrweise von Produktion und Gebäudetechnik erschließt Einsparpotenziale – wirtschaftlich sinnvoll insbesondere mit dynamischen Stromtarifen und Energiemanagementsystemen.



• **Mobilität integrieren:** Elektrifizierung ist einfach umsetzbar; entscheidend ist ein professionelles Lademanagement zur Vermeidung neuer Lastspitzen.

Sie suchen nach Beratungsstellen, Förderangeboten, Kooperationspartnern oder haben Fragen zum ZO.RRO Projekt? Zögern Sie nicht und sprechen Sie uns an!

Das THEEN-Team ist gern für Sie da.

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





Im Rahmen des ZO.RRO-Projekts wurde durch das Forscherteam der Hochschule Nordhausen (in.RET) ein Energiesystemmodell Thüringen erstellt, das auf Basis einer detaillierten Bedarfsprognose bis 2045 und einer Potenzialanalyse für erneuerbare Energien alle Sektoren des Thüringer Energiesystems abbildet. Dabei konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden:

- **Strom wird der wichtigste Energieträger** und zunehmend auch für Wärme, Mobilität und Industrieprozesse genutzt werden; insgesamt wird sich der Strombedarf bis 2045 etwa verdoppeln.
- **Windkraft kommt dabei eine wichtige kostendämpfende Rolle zu**, die nicht durch einen stärkeren Ausbau der Photovoltaik ersetzt werden kann.
- Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die **energie- und klimapolitischen Ziele Thüringens realistisch und erreichbar** sind.

#### Was ist ein Energiesystemmodell?

Um die Auswirkungen politischer oder technologischer Entscheidungen bei der Transformation von Energiesystemen besser abschätzen zu können, werden Energiesystemmodelle herangezogen. Dabei handelt es sich um komplexe Modellrechnungen, die unter vorgebbaren Randbedingungen beispielsweise eine kosten- oder emissionsoptimierte Konfiguration eines Energiesystems ermitteln. Durch die Betrachtung von Zeitschnitten lassen sich Reduktions- und Transformationspfade aufzeigen, die es den gesellschaftlichen Akteuren ermöglichen Handlungsnotwendigkeiten aber auch Gestaltungsspielräume abzuleiten.

**Wie kann das Werkzeug EnSys weitergenutzt werden?**  
Um Energiesystemmodelle als Werkzeug einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, wurde mit dem Tool EnSys eine grafische Benutzeroberfläche erstellt, die es erlaubt auch ohne Programmierkenntnisse komplexe Systeme zu berechnen. EnSys arbeitet webbasiert und kann nach einer Registrierung kostenfrei genutzt werden.



[ensys.hs-nordhausen.de](https://ensys.hs-nordhausen.de)

Exkurs: Das Schwesterprojekt

## ZO.RRO 2 for Glass Industry



### Projektförderung:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

### Förderkennzeichen:

03EI4073A-F

### Projektlaufzeit:

August 2023–Juli 2026

Das Projekt ZO.RRO 2 – Zero Carbon Cross Energy System for Glass Industry untersucht am Beispiel der Thüringer Glasindustrie sowie metallverarbeitenden Industrie, wie eine zuverlässige, nachhaltige und wirtschaftliche Energieversorgung für die energieintensive Industrie umgesetzt werden kann.

### Zentrale Ansätze sind

- neuartige Planungswerkzeuge zur Transformation der Netzinfrastruktur als Voraussetzung für die **Elektrifizierung der Glasschmelze** durch vollelektrische Schmelzwannen,
- Entwicklung von prototypischen, energieorientierten Produktionsplanungswerkzeugen zur Steigerung der Effizienz der Produktion unter Nutzung des **digitalen Zwilling**-Ansatzes.
- **KI-basierte Energieberatung** sowie
- Erprobung einer BSI-konformen Mess- und Steuerbarkeit der industriellen Produktionsanlagen.

**Ergebnisse sind** z. B., dass die energieoptimierte Produktionsplanung ein Einsparpotenzial von rund 10 % realisieren kann. Der digitale Zwilling unterstützt dabei operative Ineffizienzen sichtbar zu machen und gezielt zu adressieren. Zudem wird deutlich, dass BSI-konformes Sub-Metering und die Steuerbarkeit von Produktionsanlagen im industriellen Umfeld umsetzbar sind. Ergänzend zeigen DC-Netze, insbesondere für die Glasindustrie, Potenziale zur Reduzierung von Verteilungsverlusten.



Alle ZO.RRO Videos auf YouTube: [@zerocarboncrossenergysysteme43](https://www.youtube.com/@zerocarboncrossenergysysteme43)

### Geförderte Partner:



### Assoziierte Partner:



Weitere Informationen und Flyer auf: [www.zorro.energy](http://www.zorro.energy)



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

Das ThEEN-Innovationscluster ist das Kompetenznetzwerk für die visionäre und vorwettbewerbliche Entwicklung von Transformationstechnologien und innovativen Ansätzen für die Transformation der Energieversorgung in Thüringen. Das mit dem ECEI Silber Label ausgezeichnete Exzellenzcluster ermöglicht die Vernetzung relevanter Akteure aus (Energie-)Wirtschaft, Industrie, Forschung und Verwaltung durch Politikberatung, Fachveranstaltungen wie Kongresse und Workshops sowie herausragende Presse- und Öffentlichkeitsarbeit mit bundesweiter Reichweite. Im ZO.RRO-Verbundprojekt übernahm ThEEN die Gesamtprojektkommunikation sowie in ZO.RRO II KMU die Arbeiten mit Thüringer Industrieunternehmen.

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

## Über das Institut für regenerative Energietechnik (in.RET) der Hochschule Nordhausen

Im Landesprojekt ZO.RRO II KMU berechneten Forscher:innen des in.RET- Institut für Regenerative Energietechnik der Hochschule Nordhausen mithilfe des digitalen Werkzeugs der Energiesystemmodellierung Szenarien des Thüringer Energiesystems bis 2045. Das Open Source Tool ermöglicht es, realistische Entwicklungen des Energiebedarfs sowie Wege zur klimaneutralen Energieversorgung einschließlich der damit verbundenen Kosten für ganz Thüringen aufzuzeigen. Das Werkzeug der Energiesystemmodellierung, welches stetig weiterentwickelt wird, steht für eine breite Anwendung für Regionen, Stadtwerke und Unternehmen bereit.

[www.hs-nordhausen.de/forschung/in-ret-institut-fuer-regenerative-energietechnik](http://www.hs-nordhausen.de/forschung/in-ret-institut-fuer-regenerative-energietechnik)



## Vielen Dank!

Ein Energieforschungsprojekt, das in zwei Förderphasen von 2019 bis 2026 digitale Werkzeuge entwickeln, anwenden und nah an der Praxis regionaler Unternehmen echte Mehrwerte schaffen durfte, ist nicht selbstverständlich.

Es ist das Ergebnis aus vielen Gesprächen und mutigen Entscheidungen, engagierter Unternehmen, Verwaltungsmitarbeitender wie Forscher:innen, die gemeinsam für eine klimaneutrale Industrie Verantwortung übernommen haben. ZO.RRO ermöglichte beteiligten Unternehmen einen klaren Pfad Ihrer individuellen Energieversorgung mithilfe der Energiesystemmodellierung – ein starkes Werkzeug für faktenbasierte Entscheidungen und Investitionen.

Hervorzuheben ist die nicht selbstverständliche, aber dringend notwendige Förderung von Kommunikationsmaßnahmen, die es ermöglicht hat, Forschungsergebnisse allgemeinverständlich aufzubereiten.

Im Namen des Konsortiums danken wir herzlich dem Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie, Naturschutz und Forsten für die Förderung des Projektes, der Thüringer Staatskanzlei, für die Initiative auf dem Weg zum Projekt und allen beteiligten Partnern, dass Sie uns die Türen und Ohren geöffnet haben. ZO.RRO zeigt Zukunft – gemeinsam gehen wir den Weg weiter.

Projektpartner ZO.RRO II KMU



Projektförderung durch:



Gefördert aus Mitteln des Freistaats Thüringen

# Impressum (Stand Juni 2026)



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

Schmidtstedter Straße 1, 99084 Erfurt

### **Geschäftsführung und Leitung | ZO.RRO Projektkommunikation**

Dr. Jana Liebe

Telefon: +49 361 66382280

E-Mail: [info@theen-ev.de](mailto:info@theen-ev.de)

### **Redaktion**

Maria Siegl (ThEEN)

## **Hochschule Nordhausen | Institut für Regenerative Energietechnik (in.RET)**

Weinberghof 4, 99734 Nordhausen

### **Projektleitung**

Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak

Professur für Regenerative Energiesysteme

Vizepräsident für Forschung und Entwicklung

Telefon: +49 3631 4204

### **Satz & Gestaltung**

RÜBERG GmbH, Erfurt



Folgen Sie uns auf LinkedIn,  
YouTube und Instagram!



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