

|||. path to zero

WISSENSCHAFT TRIFFT WIRTSCHAFT IV
Transformation energieintensiver KMUs


Fallstudie zur Dekarbonisierung einer Papierfabrik

Dr. Markus Bohlayer | 10.09.2024




Path to Zero ist ein Spin-Off der Forschungsgruppe Energiesystemanalyse an der HKA und basiert auf 10 Jahren Forschungsarbeit in enger Kooperation mit der Industrie


||.. path to zero






Hochschule Karlsruhe
University of Applied Sciences



IREES
research for future.




Projekte	Partner	Resultate
  <p>Wärmewende in der Industrie</p> 	<p>50+ Industrieunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemie • Papier • Zement • Metall • Automobil 	<p>Tools zur Steuerung der Dekarbonisierung</p> <hr/> <p>25+ Peer-reviewte Publikationen</p> <hr/> <p>5 Softwarepakete</p> <hr/> <p>3 Dissertationen</p>

||.. path to zero

Datengetriebene Analysen zur kostenoptimalen Dekarbonisierung der Industrie



AUSGEZEICHNET FÜR
DIGITALE INNOVATION



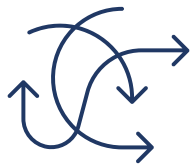




Herausforderungen



Unsichere Entwicklung auf den Märkten



Komplexe Systeme im Bestand und vielfältige Lösungsmöglichkeiten



Hohe Dynamik bei der Entwicklung der externen Randbedingungen

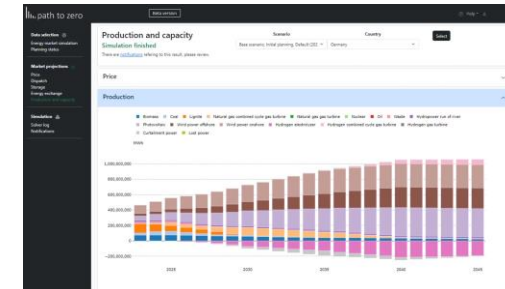
Path to Zero SaaS-Lösungen



inform

Marktprognose-Modul

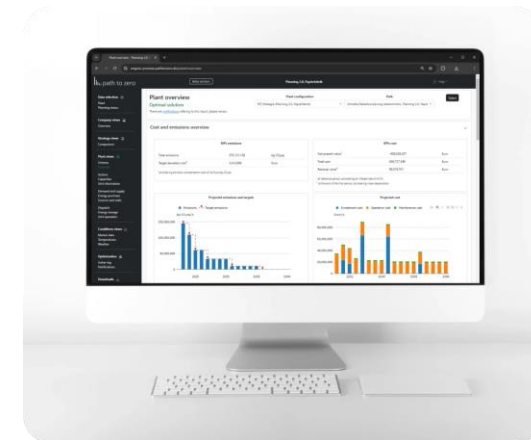
- Technologiepreise und -verfügbarkeit
- Commodity-Preise
- Strompreisprognosen



decide


Digitales Klimamanagement


- Macht Komplexität in digitalem Abbild greifbar
- Findet mit mathematischer Optimierung ökonomisches Optimum für jedes Werk
- Ermöglicht gruppenweite Steuerung der Dekarbonisierung
- Adaptive und versionierte Transformationsplanung




Steckbrief Papierfabrik

 **Produkte:** Spezialpapiere, Grafische Papiere, Verpackungspapiere

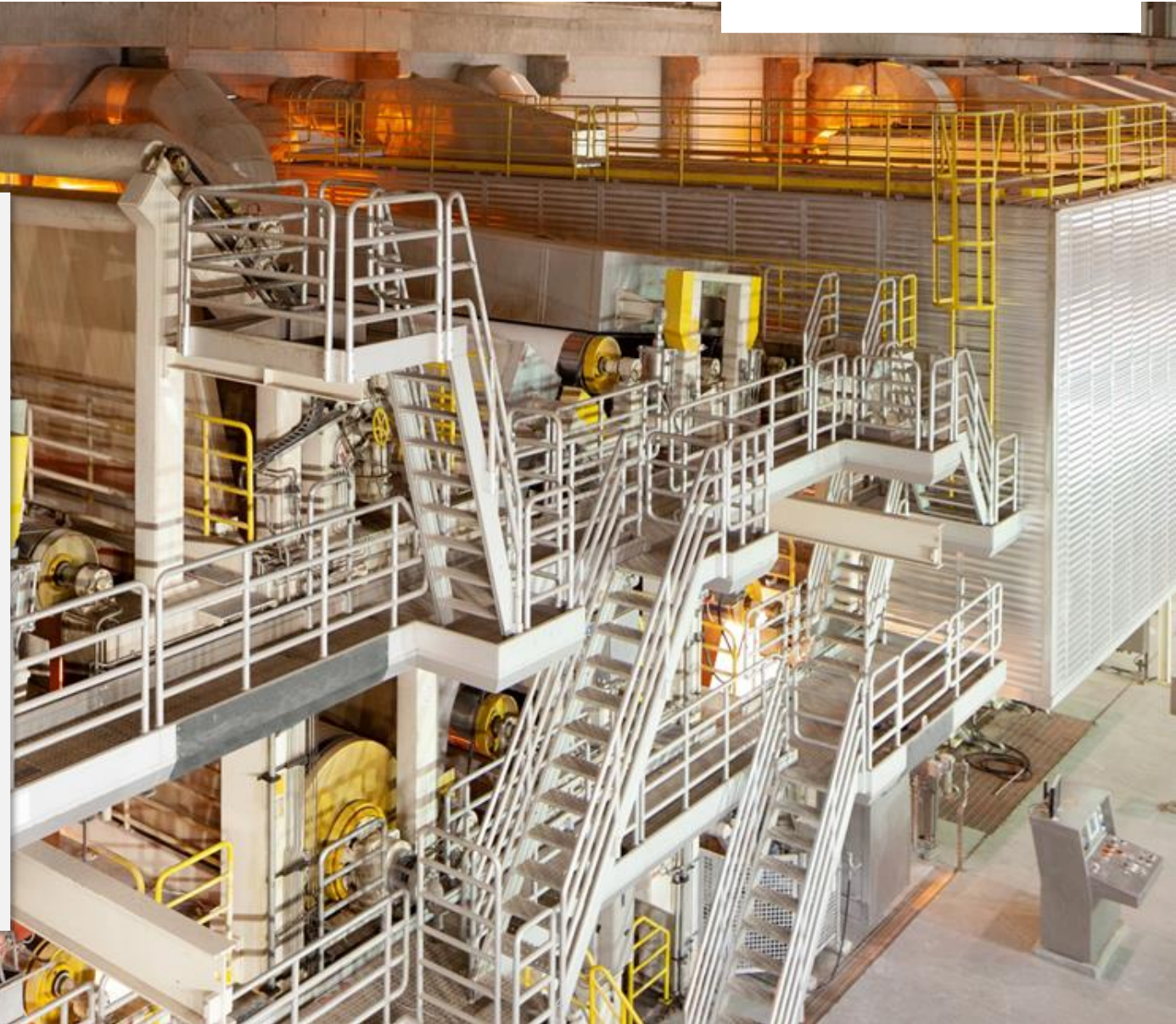
 **Standort:** Nord-Deutschland

 **Energiebedarf:**
Dampfbedarf: ~250 GWh/a
Strombedarf: ~150 GWh/a
Erdgas direkt: ~70 GWh/a

 **Emissionen:** ~120.000 Tonnen CO₂e/a

 **Energieversorgung:**

- 2 Dampfkessel
- 2 Gasturbinen
- 2 Abhitzekessel
- 3 Dampfturbinen
- 2 direktbefeuerte Heißluftgeneratoren



Emissionsreduktionspfade aus den Unternehmenszielen ableiten und ökonomische Randbedingungen spezifizieren

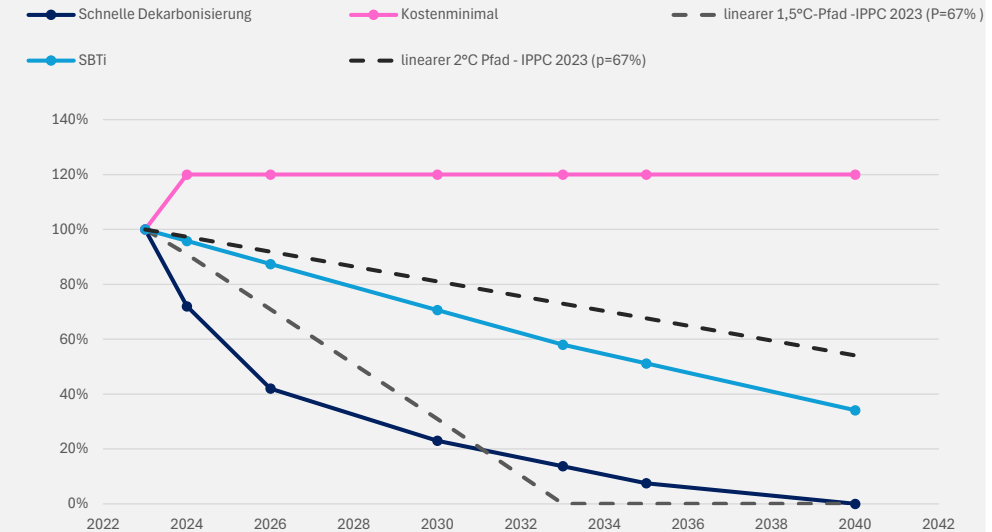
Die Analyse unterschiedlicher Absenkungspfade ermöglicht die Identifikation der Strategie, die mit den Unternehmenszielen vereinbar ist

1. Absenkungspfad spezifizieren
2. CO₂-Schattenpreis spezifizieren
3. Investitionsbudget festlegen
4. WACC definieren



Ziele werden im Prozess iterativ adaptiert bis ein konsistenter Zielpfad gefunden ist.

Emissionsreduktionsziele [%]



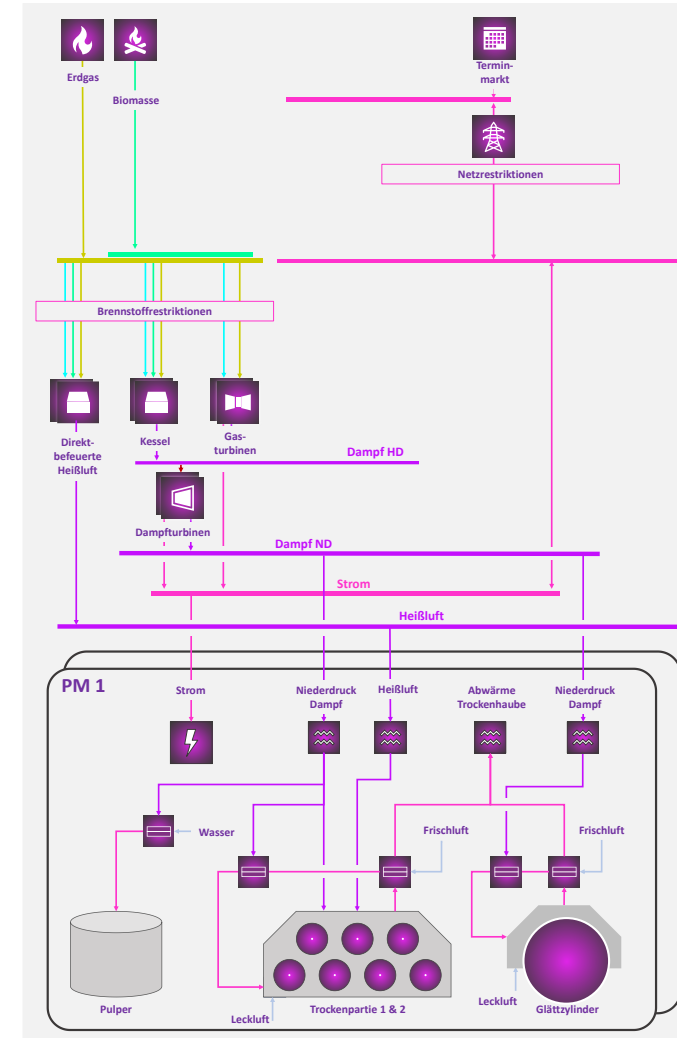
Spezifikation Ist-System

- Papierproduktion sehr wärme- und stromintensiv
- Energieversorgung basiert auf KWK-System

Modellierung Ist-System

Mathematisches Modell

- beschreibt die physikalischen Zusammenhänge,
- erfasst externe Randbedingungen,
- ermöglicht die Bewertung der ökonomischen und ökologischen Performance von Systemen unter veränderten Randbedingungen



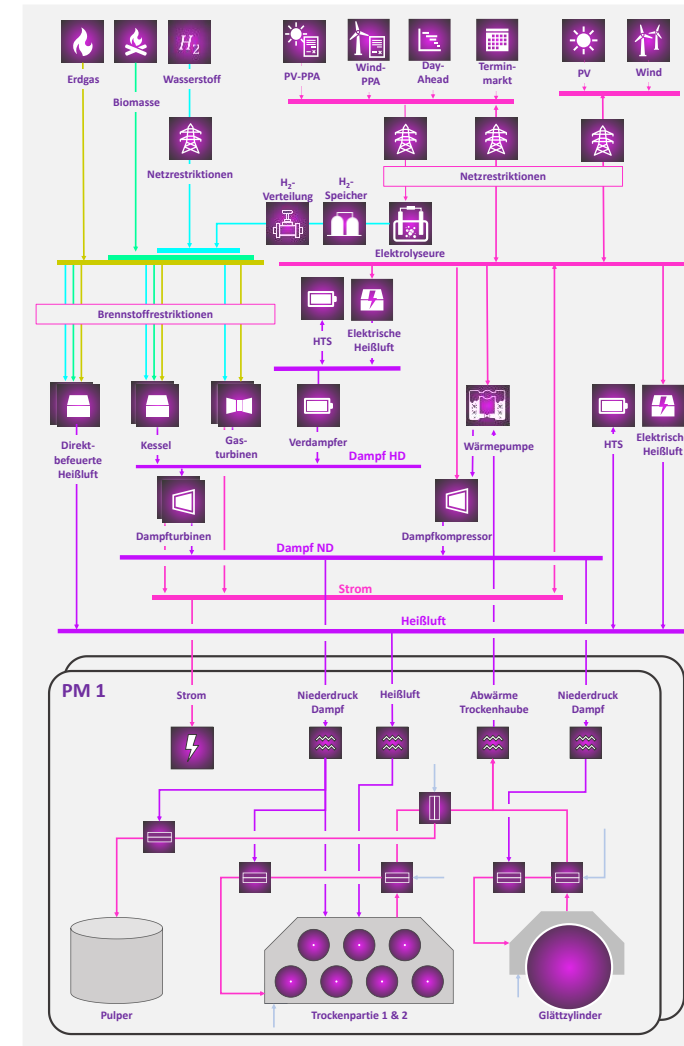
Dekarbonisierungsoptionen identifizieren, Superstruktur modellieren und Wechselwirkungen abbilden

Maßnahmen zur Dekarbonisierung

- Brennstoffwechsel
- Erneuerbare On-Site und Off-Site
- PPAs, Terminmarkt, Spotmarkt
- Elektrifizierung
- Energieeffizienz und Abwärme
- CCS
- Flexibilität

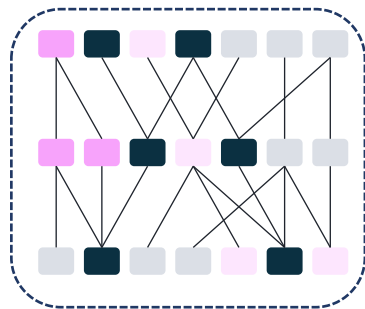
Modellierung Superstruktur

- Superstruktur-Modell erfasst alle potentiellen Maßnahmen zur Emissionsreduktion
- Spezifiziert den gesamten Lösungsraum
- Erfasst Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen



Sensitivitäten analysieren, alternative Systemstrukturen bewerten, Entscheidungsgrundlage für Management vorbereiten

Plant Configuration



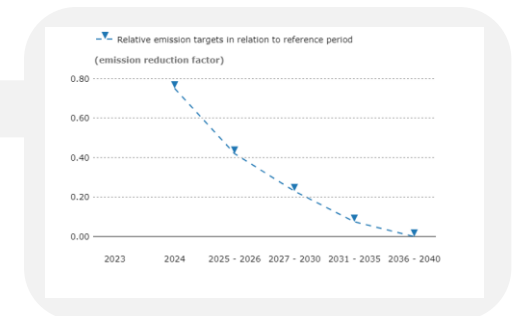
Technische Konfiguration

- KWK (Bestand)
- Superstruktur
- Elektrifizierung
- Biomasse
- Wasserstoff

||| Path

CO₂-Emissionsreduktionsziele (jährlich)

- Schnelle Dekarbonisierung**
- 1,5°C-Konform
- Ohne Restriktion



Dekarbonisierungsstrategie

Die Kombination aus technischen Optionen, Budget-Vorgaben und Emissionsreduktionszielpfaden

 PTZ	-	 Schnelle Dekarbonisierung
 Wasserstoff	-	 Schnelle Dekarbonisierung
 KWK (Bestand)	-	 Schnelle Dekarbonisierung
 Biomasse	-	 Schnelle Dekarbonisierung

Sprechen Sie uns gerne an!



**Co-Founder und
Geschäftsführer**

Dr. Markus Bohlayer

markus.bohlayer@pathtozero.de

+49 721 181 2371 1

www.pathtozero.de



Aktuelle Studie
**Dekarbonisierung der
Papierindustrie**
Schlüsseltechnologien,
Transformationsstrategien und
praktische Case-Study

[→ Studie herunterladen](#)