

Energieeffizienz in der intelligenten Fabrik

Gregor Thiele
Fraunhofer-Institut
Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik IPK
19. November 2019



Inhalt

1. VOM MONITORING ZUR REGELUNG

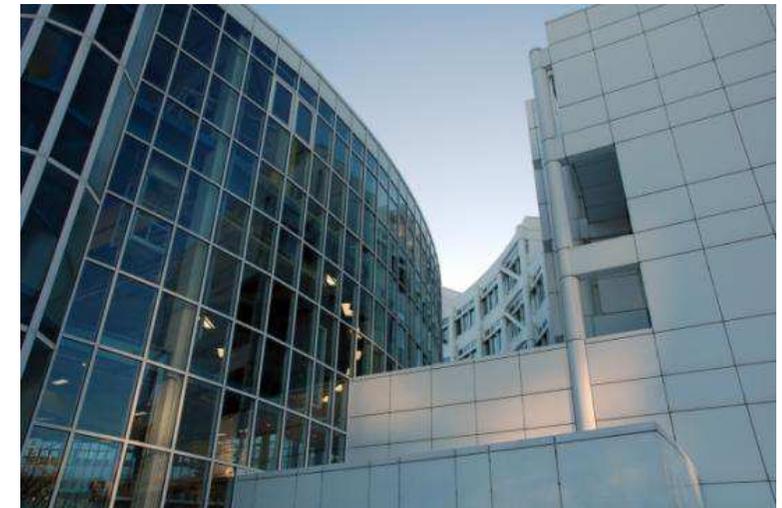
1. Energie-relevante Daten aufnehmen und verwalten
2. Automatische Deduktion von Parametern und Sollwerten
3. Auf dem Weg zum Digital Twin der Anlage

2. ERFAHRUNGEN AUS DER PRAXIS

1. Anlagen besser kennenlernen, Anomalien erkennen, Potenziale heben
2. Erfolgsgeschichten (Best Practices)

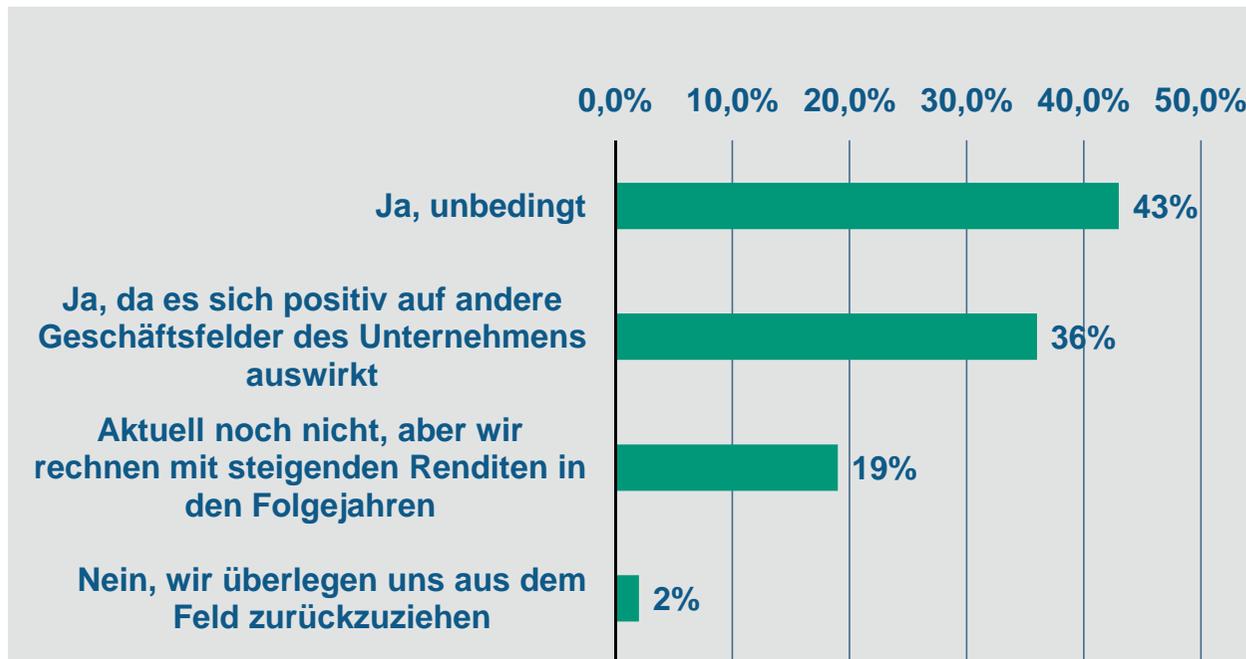
3. FORSCHUNGSPROJEKTE

1. Idee
2. Konsortium
3. Förderung



Produktionstechnisches Zentrum Berlin

Relevanz der Energieeffizienz im Unternehmen



Faktoren für Unternehmen

- Energieeffizienz als politisches Ziel von EU und Bundesregierung
- ISO 50001 als standardisierte Grundlage zur Steigerung der Energieeffizienz
- Einführung der Industrie 4.0 gerade bei KMU verhalten

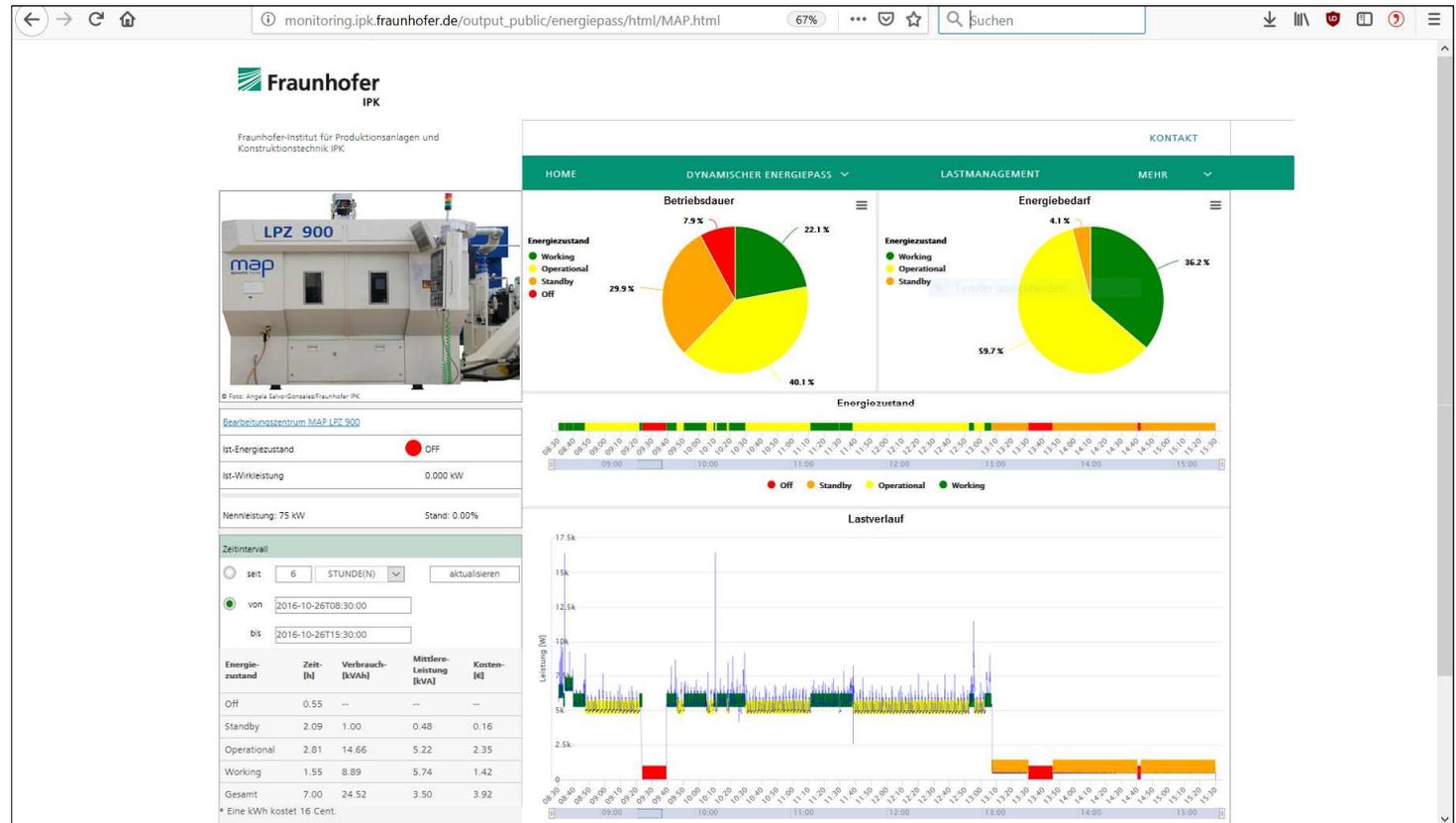
Hinweis(e):

Deutschland; 31. Oktober 2016 bis 01. Dezember 2016; 135 Befragte; Unternehmen aus unterschiedlichen Betätigungsfeldern der Energieeffizienz-wirtschaft. Weitere Angaben zu dieser Statistik, sowie Erläuterungen zu Fußnoten, sind auf [Seite 8](#) zu finden.

Quelle(n): DENEFF; PwC; [ID 452416](#)

Monitoring und Bewertung als erste Schritte

- Energie-Management nach ISO 50001
- Energieverbrauch sichtbar machen
- Ergebnisse diskutieren
- Maßnahmen ableiten



Zielstellung

Modellierung

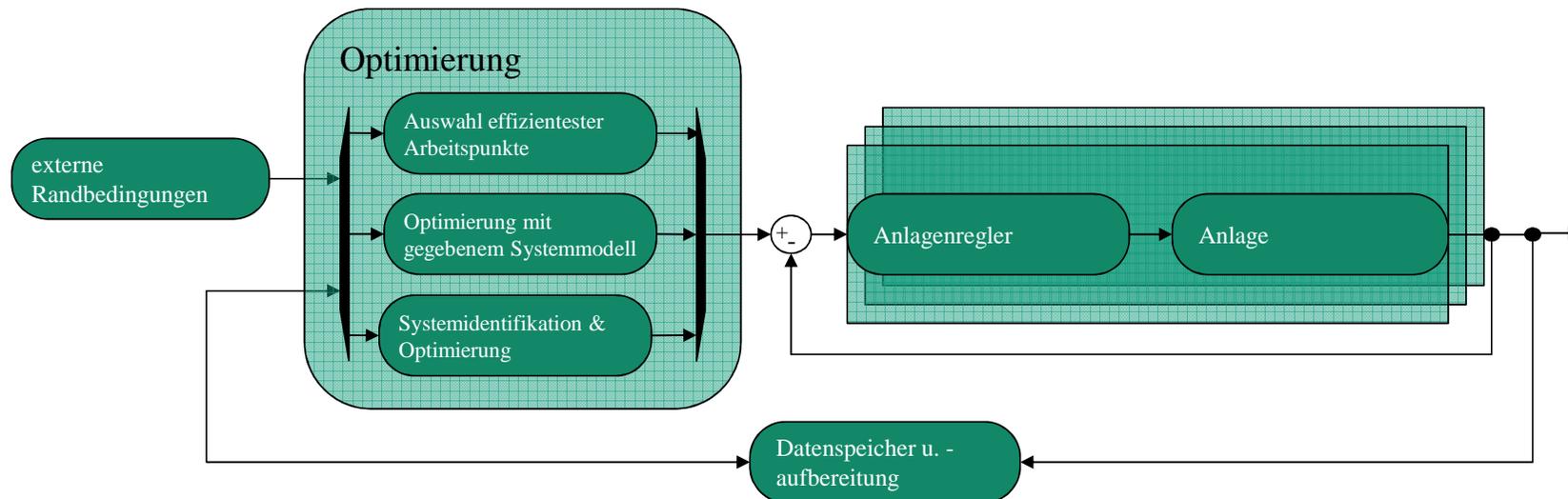
- Systemanalyse
- Systemidentifikation
- Systembeschreibung
- Simulation

Optimierung

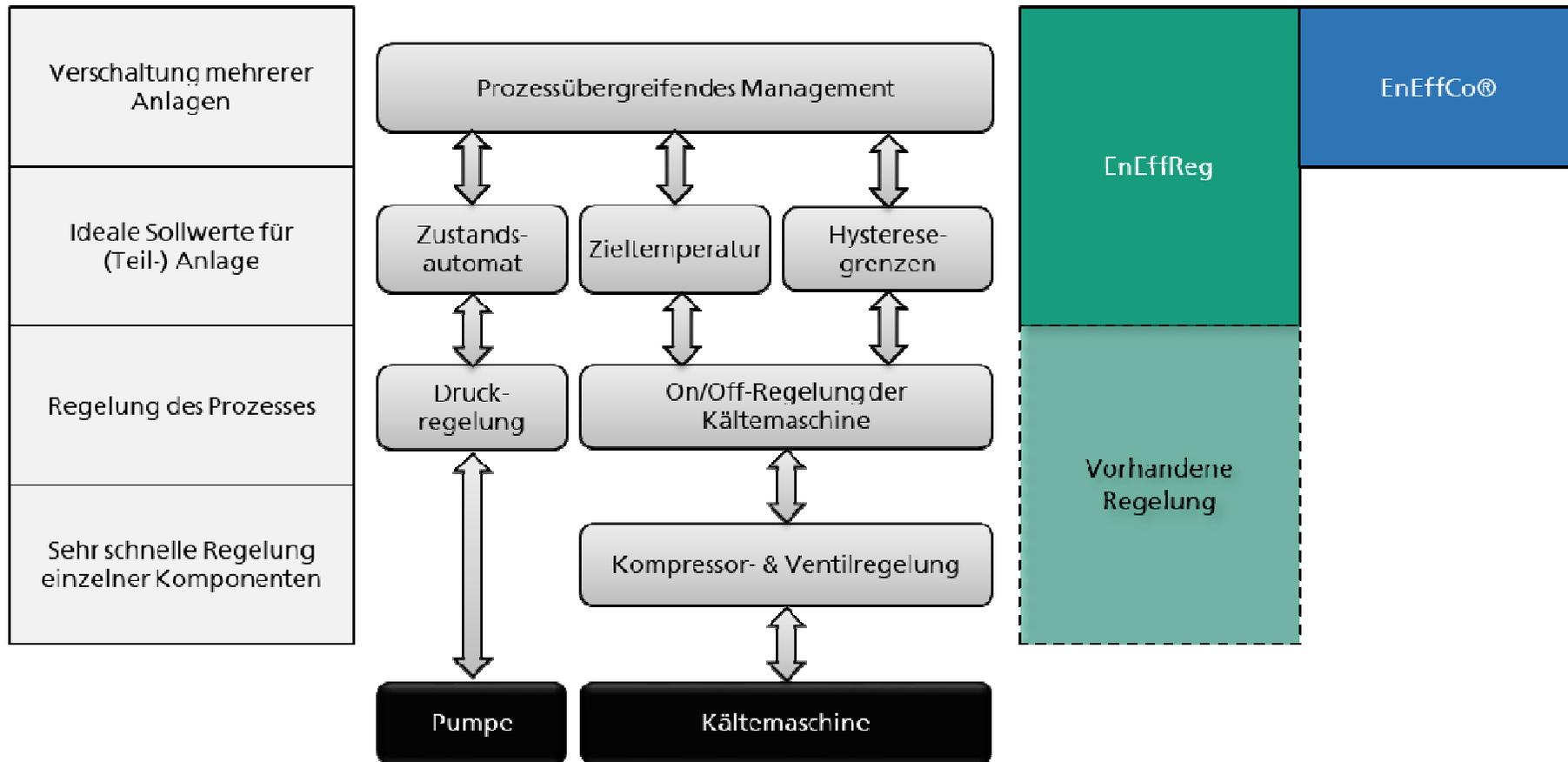
- Anforderungen
- Beschränkungen
- Algorithmen
- Validierung

Infrastruktur

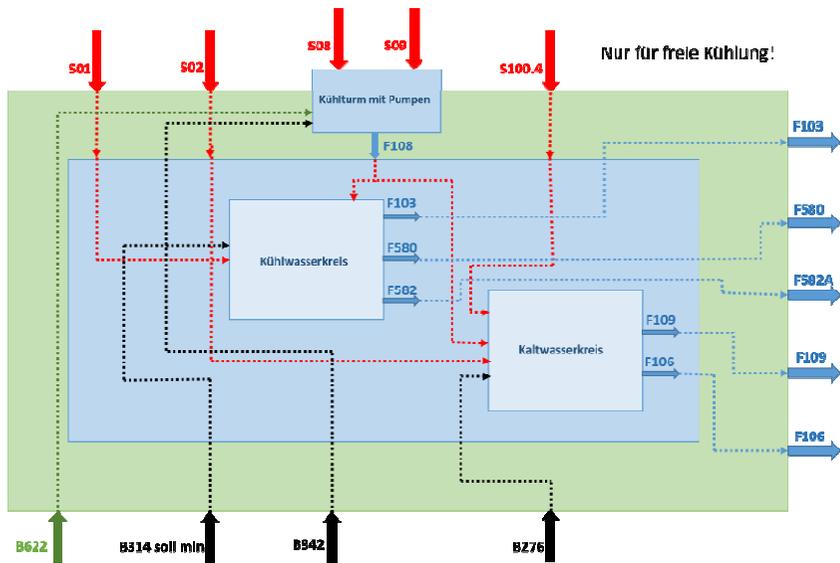
- Framework
- Schnittstellen
- Datenbanken
- Kalibrierung



Darstellung im Schichtenmodell



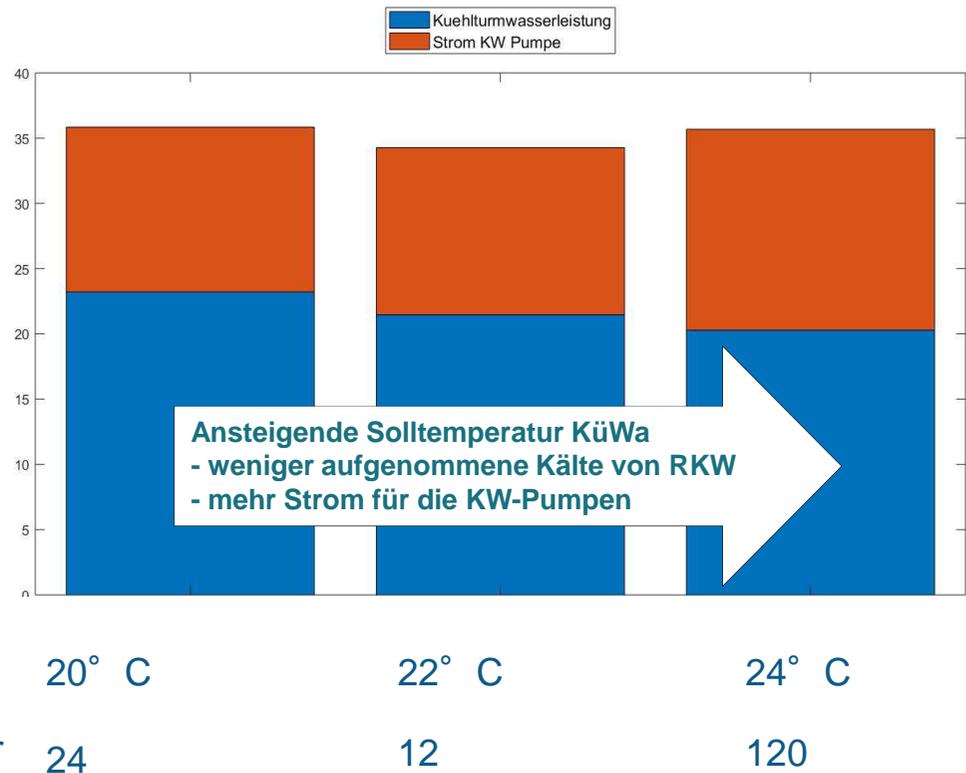
Optimierung eines Kühlwasserkreises



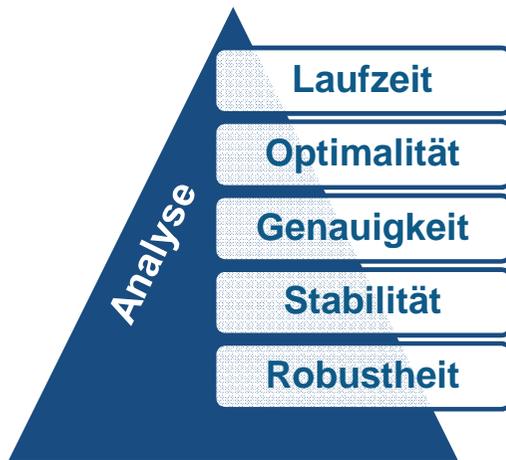
- Erste Versuche an realen Daten der Kältetechnik durchgeführt
- Exemplarisches Optimierungsproblem klar erkennbar

Solltemperatur
B314

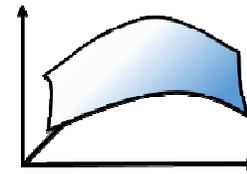
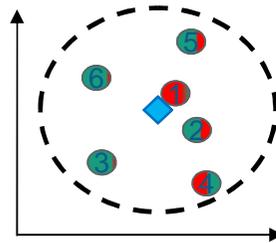
Anzahl berücksichtigter
Arbeitspunkte



Vergleich der Optimierer

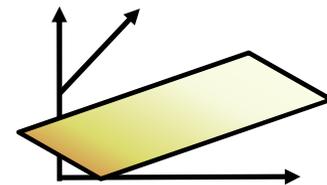


OptimizerZero findet zur aktuellen Anforderung ähnliche historische Daten und wählt die effizienteste Einstellung als Sollvorschlag aus.

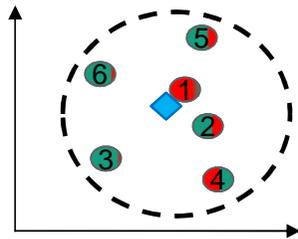


OptimizerOne bildet ein Modell aus Messdaten und wertet für alle möglichen Einstellungen die Effizienz aus, um die beste Einstellung zu ermitteln.

OptimizerTwo verwendet ein Standardverfahren (MILP) und dient als Benchmark.

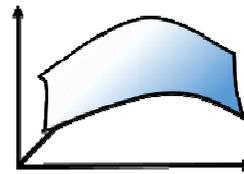


Vergleich der Optimierer



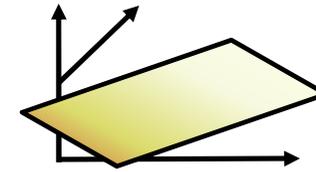
OptimizerZero

- Geringe Laufzeit
- Konservatives Verhalten – keine unbekanntem Vorschläge
- Bei hoher Datendichte optimale Ergebnisse
- Anfällig gegenüber Messausreißern



OptimizerOne

- Bei komplexen Anlagen hohe Laufzeiten
- Ermöglicht Detektion neuer Arbeitspunkte
- Zeigt Zusammenhänge zwischen Daten auf

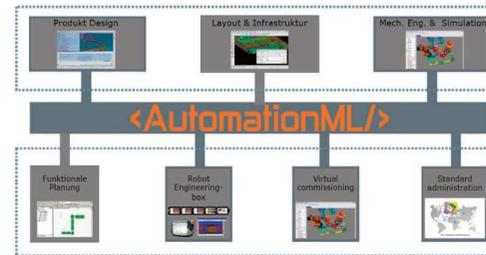
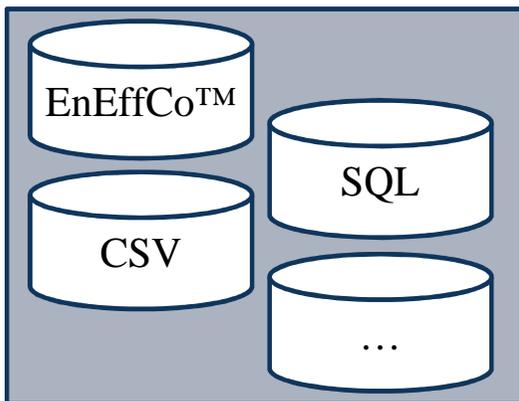


OptimizerTwo

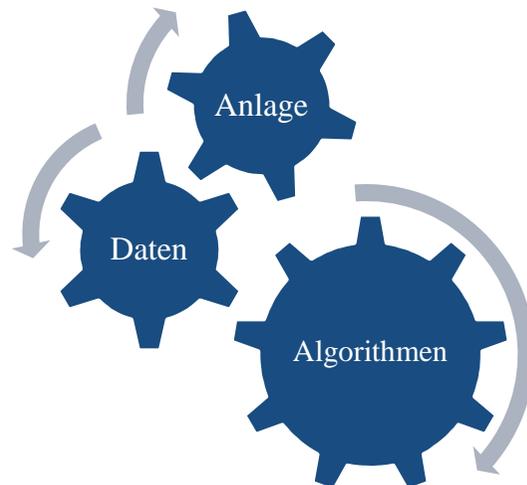
- Geringe Laufzeit
- Ermöglicht Detektion neuer Arbeitspunkte
- Nur lineare Modelle erlaubt, führt zu ungenauen Prognosen

Flexibilität des Frameworks in der Erprobung

Anbindung an verschiedene Datenbanken und Berücksichtigung zeitlicher Taktung



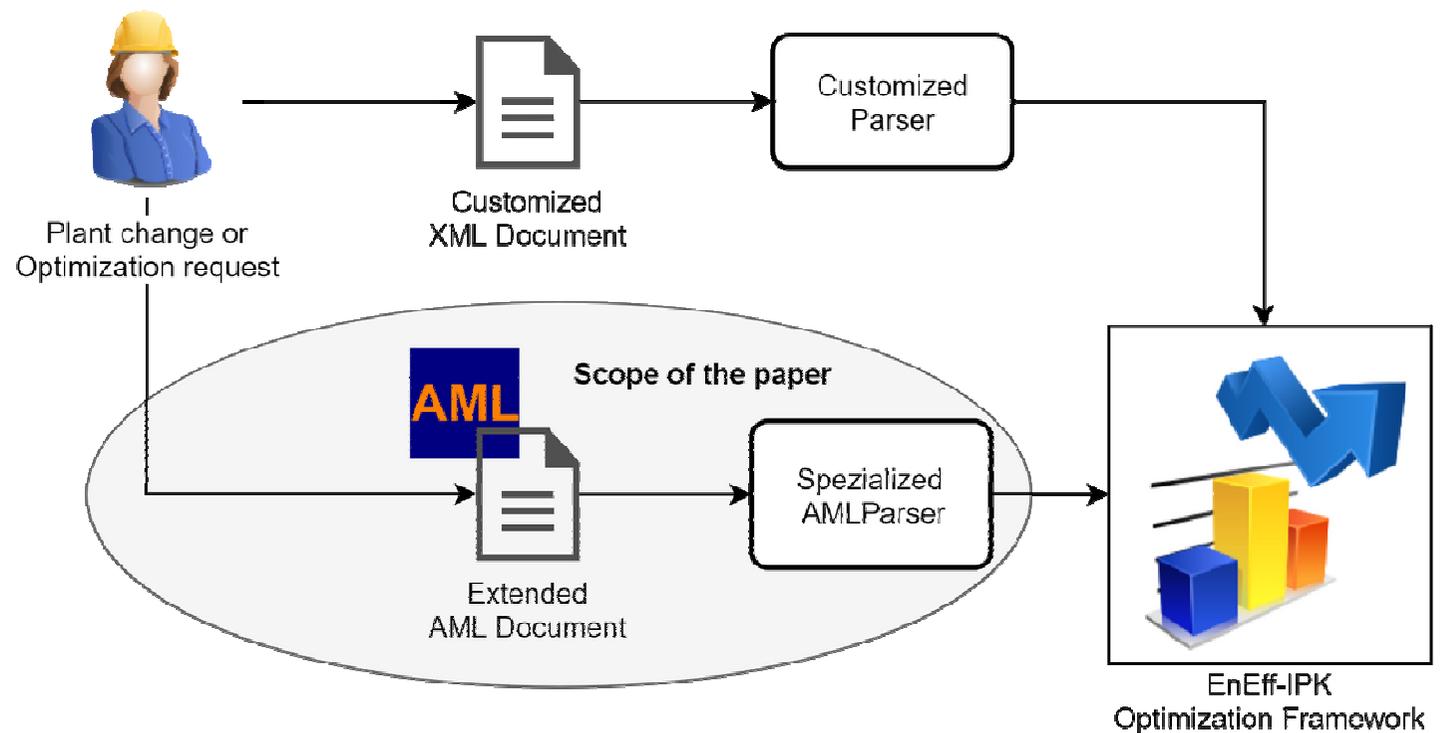
Beschreibung der Anlage und energie-relevanter Attribute einzelner Bestandteile



Flexibilität in Verwendung und Konfiguration der Algorithmen und Anforderungen

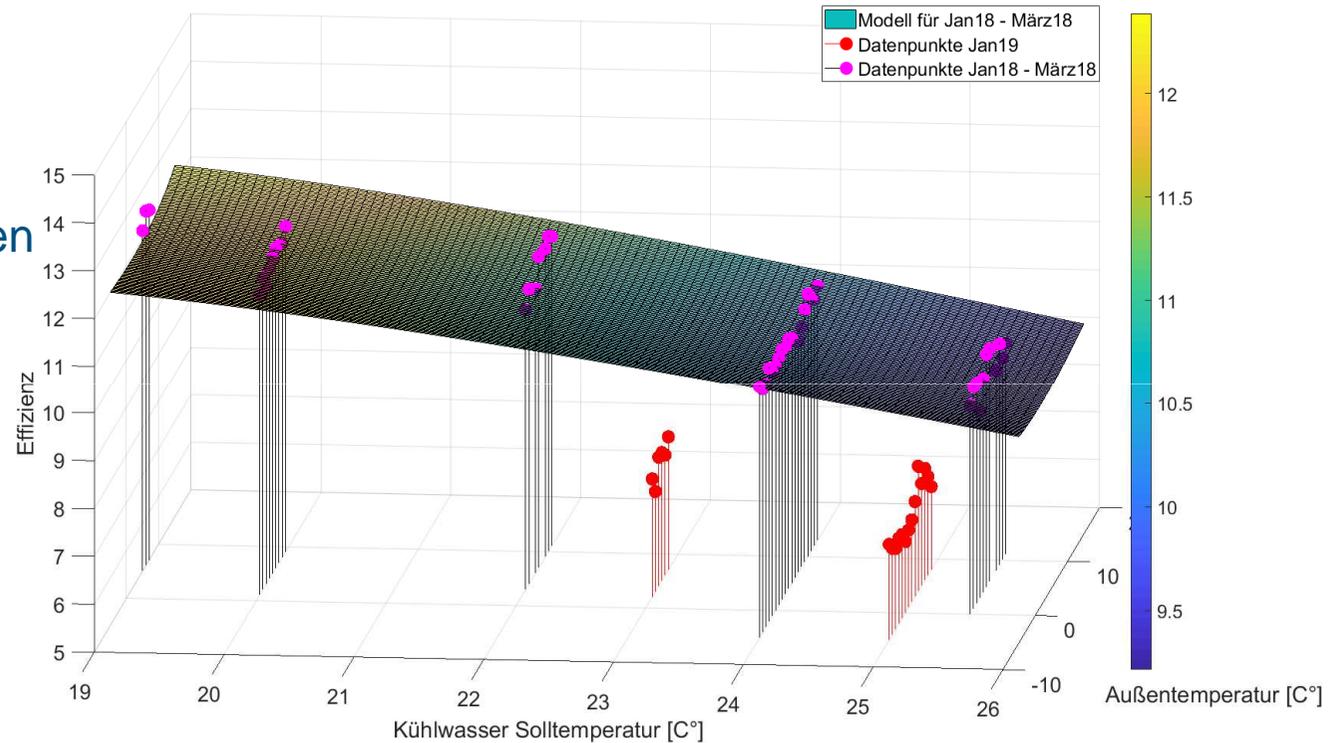
Standardisierte Modelle der Anlagen

- Daten aus der Planung verwenden
- Modelle aktuell halten
- Monitoring und Optimierung automatisiert einrichten



Anomalien mittels Energiedaten erkennen

- Verschiedene Datengrundlagen gegenüberstellen
- neue Daten weisen auf Topologieänderung hin
- Änderungen datengetrieben erkennen



Benutzerinterface

- Assistenzsystem
- Vorschläge für bessere Einstellungen
- Der „KI“ beim Lernen zusehen

The screenshot shows the 'EnEffReg User Interface' with the following sections:

- Anlage:** A dropdown menu showing '07_FreieKuehlung_Kuehlw...'
- Optimierer:** A dropdown menu showing 'OptimizerZero'.
- Werte aktualisieren:** A button to update values.
- Zuletzt aktualisiert:** 19.12.2018 12:57:25
- Neuste Werte:** 10.03.2018 20:00:00
- Manuelle Eingabe von gefordertem Nutzen und aktuellen Messwerten erlauben
- Neue Vorschläge berechnen:** A button to calculate new suggestions.
- Freie Einflussgrößen:**
 - Kuehlwasser_Solltemperatur:**

Aktueller Wert	Vorgeschlagen	Einheit
22	24	°C
- Aktuelle Messwerte:**
 - Aussentemp:**

6.6462	°C
--------	----
- Aufwand:**
 - Kuehlturmwasserleistung:**

Aktueller Wert	Vorgeschlagen	Einheit	Kostenfaktor
426.6714	460.423	kW	0.04
 - Strom_kW_Pumpe:**

Aktueller Wert	Vorgeschlagen	Einheit	Kostenfaktor
11.2962	15.7422	kW	1
- Nutzen:**
 - Kaelte_Kuehlw:**

Aktueller Wert	Vorgeschlagen	Einheit	Preisfaktor
364.1483	393.684	kW	1
Forderung von 364.1483 bis 414.1483			
- Effizienz:**

Aktueller Wert	Vorgeschlagen
12.8388	13.36

Fraunhofer IPK
Nur zu Forschungszwecken zu verwenden.

Facilitator

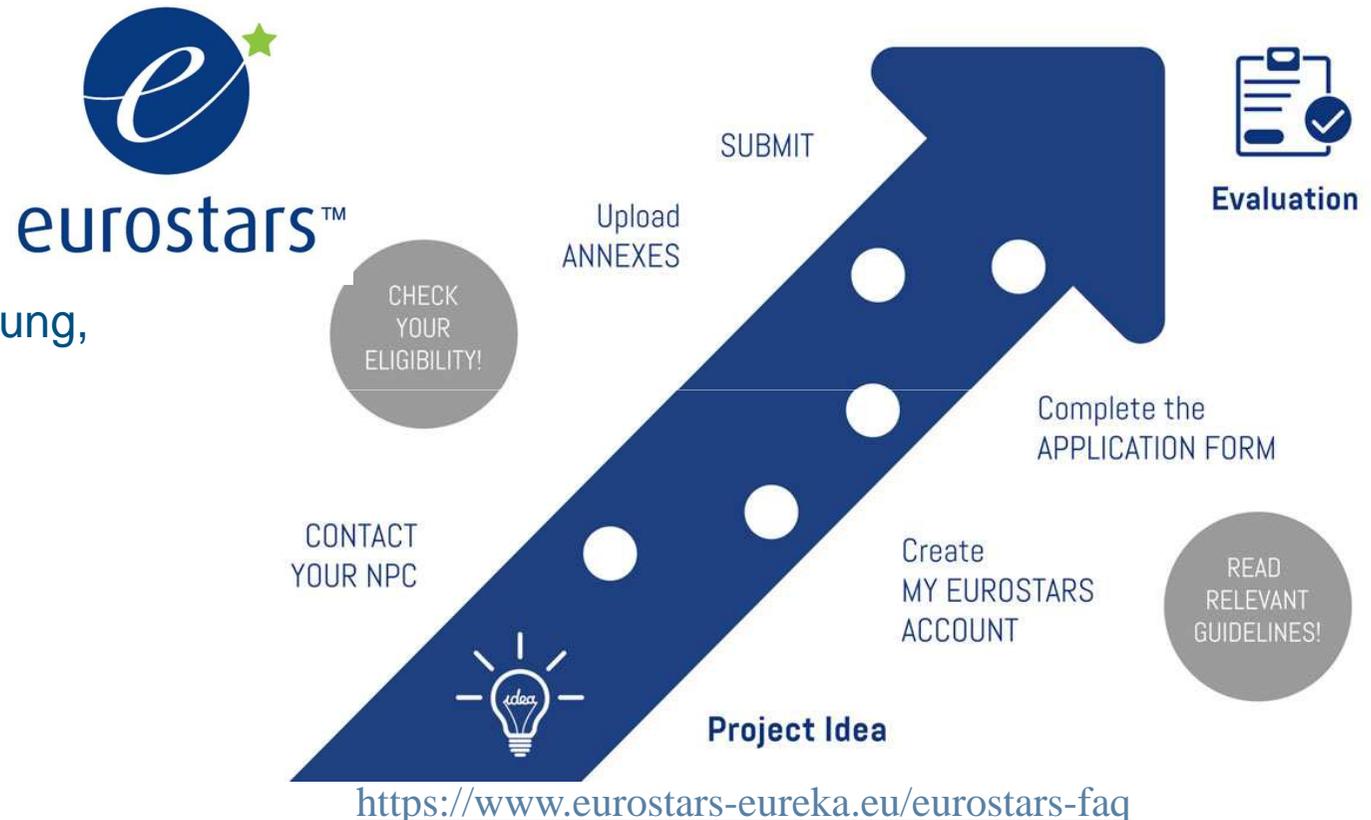
Konsortium Projekt EnEffReg

- Projekt:
„Ganzheitliche
Energieeffizienzregelung für
versorgungstechnische Anlagen der
industriellen Produktion“
- ÖKOTEC möchte Produkt von
Monitoring zur automatisierten
Optimierung
- Firmen möchten
Energieeinsparungen und
Digitalisierung



EU-Forschungsförderung für KMU

- Seit 2014
- Forschung & Entwicklung, initiiert durch KMU
- 3-4 Partner
- 2-3 Staaten
- 2-3 Jahre Laufzeit
- 29% Erfolgswahrscheinlichkeit





Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy



**MITTELSTAND
GLOBAL**
ENERGY SOLUTIONS
MADE IN GERMANY

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Gregor Thiele

19. November 2019, Prag

Kontakt:

Gregor Thiele, M.Sc.

Fraunhofer IPK

Pascalstraße 8-9

10587 Berlin

Tel.: +49 30 39006-394

gregor.thiele@ipk.fraunhofer.de

www.ipk.fraunhofer.de



Facilitator

