



# GREEN WORKFLOW BY DESIGN

Effizienzforum Wirtschaft 2023

Deep Qualicision AI-basierte Analyse von Produktionsdaten zur Effizienzsteigerung von Produktionsprozessen auf der Basis von Green KPIs – Rainer Albersmann

# Intelligente Software für nachhaltige Energieversorgung, Mobilität und Produktion

## Energiemanagement

Prozesssteuerung und Überwachung von Netzinfrastrukturen bei Energieversorgern und Verkehrsunternehmen:

- ✓ Intelligente Netzführung
- ✓ Smarte Mobilität
- ✓ Effizienter Energiehandel

Mehr



## Produktionsmanagement

Software für die Produktionsplanung und -steuerung, Logistik und Optimierung in Industrieunternehmen:

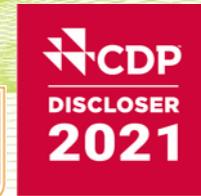
- ✓ Optimierter Ressourceneinsatz
- ✓ Gesteigerte Wirtschaftlichkeit
- ✓ Nachhaltige Umweltverträglichkeit

Mehr

## Industrielle Künstliche Intelligenz

Dekarbonisierung der Produktion - mit Hilfe von KI

# PSI-Branchen und Nachhaltigkeitskreisläufe



# PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH als Unternehmen der PSI Software SE

## PSI Software SE

- 247,9 Mio. € Umsatz (2022)
- Ca. 2.200 Mitarbeiter weltweit
- Weltweiter Kundenstamm
- 16 nationale und 15 internationale Standorte
- TOP 10 der Deutschen Standardsoftware-Hersteller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lünendonk 2014

## PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH

- KPI-orientierte multikriterielle Optimierung und Maschinelles Lernen mit Neuronalen Netzen auf Qualitativem Labeln durch Optimierungsalgorithmen
- Gegründet 1992, seit 2008 ein Unternehmen der PSI Software SE
- Standorte in Aschaffenburg, Dortmund und München
- Installationen weltweit
- Weltweiter Partner von BMW, Continental und Volkswagen

# Industrielle Künstliche Intelligenz



Christoph Lehmann, Cyprian Lothringer, HOCHBAHN

- PSI setzt seit vielen Jahren auf verschiedene KI- und Optimierungsverfahren, um Energie- und Materialflüsse zu optimieren.
- **Industrielle Künstliche Intelligenz – PSI KI für die Industrie**
- Ca. **50** verschiedene **KI-Methodenausprägungen** in unterschiedlichen **Produkktivsystemen** und Tools.
- <https://www.psi.de/de/produkte/kuenstliche-intelligenz/>

PSI  Software für Versorger und Industrie

Produkte Energie Produktion Konzern Investor Relations News

Produktportfolio  
PSI-Plattform  
PSI App Store  
Workflows  
**Künstliche Intelligenz**  
Smart City  
Produkte Energie  
Produkte Produktion

Künstliche Intelligenz  
satz von KI in industriellen Anwendungen



# Industrielle Intelligenz im PSI-Konzern: KI-Methoden optimieren Wirtschaftlichkeit

## KI-Stack im PSI-Konzern Qualicision AI

- Qualitatives funktionales Labeln von Industriedaten
- KI-Full-Stack für Supervised und Unsupervised Learning
- Betrieb, Monitoring und Verwaltung der Modelle
- Deployment der Modelle
- ...

## Anwendungsbeispiele aus dem PSI-Konzern

- Personaleinsatzplanung, Wartung und Asset Management
- Sequenzierung in der Automobilindustrie
- Scheduling der Produktion in der Metallindustrie
- Supply-Chain-Optimierung in der Logistik
- Management der Energieübertragungs- und -verteilnetze
- Algorithmischer Energiehandel
- Realzeitoptimierung von Prozessen in der Reifenindustrie
- Scheduling im Maschinen- und Anlagenbau
- Predictive Maintenance und Predictive Asset Management
- ...



# Maschinelles Lernen benötigt gelabelte Trainingsdaten

- Muster unterscheiden sich erheblich in Bezug auf ihre Darstellung
- Aus semantischer Sicht bleibt **die Bedeutung des Motivs im Zeitablauf unverändert**  
→ Eine Katze ist eine Katze, unabhängig von Rasse, Farbe oder Größe
- **Menschen sind in der Lage**, die verschiedenen Erscheinungsformen eines Motivs **zuverlässig abzugleichen**
- In der **KI-Fachsprache** wird diese Form des Abgleichs als „**Labeln**“ bezeichnet
- Beispiel für die Bilderkennung
  - Für die Fotos werden **korrekte Labels** benötigt
  - **Herkunft der Labels** bspw. von Menschen oder öffentlichen Ressourcen (Google reCAPTCHA) (indirekt) **frei verfügbar**



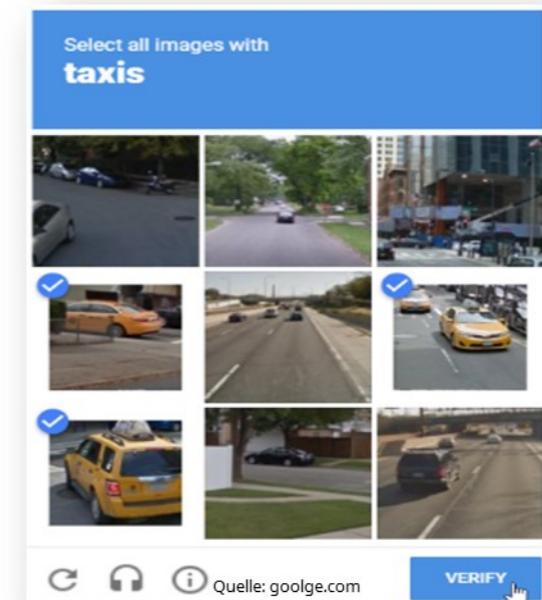
Korrektes Label



Falsches Label: So eng wie möglich!



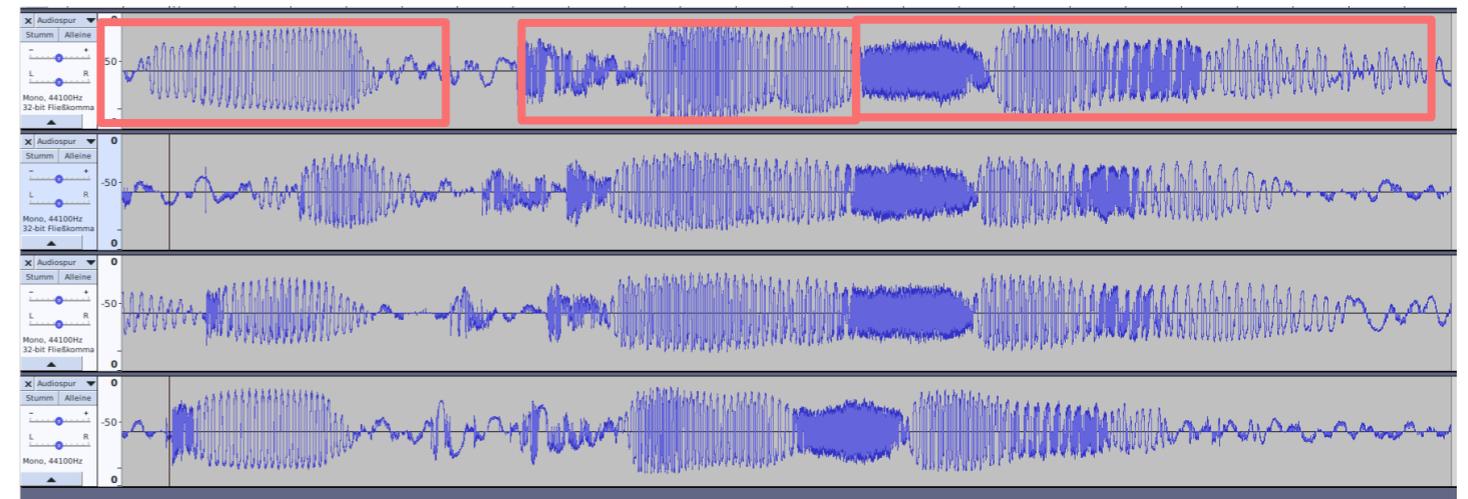
Falsches Label: Alle sichtbaren Teile!



# Maschinelles Lernen benötigt gelabelte Trainingsdaten

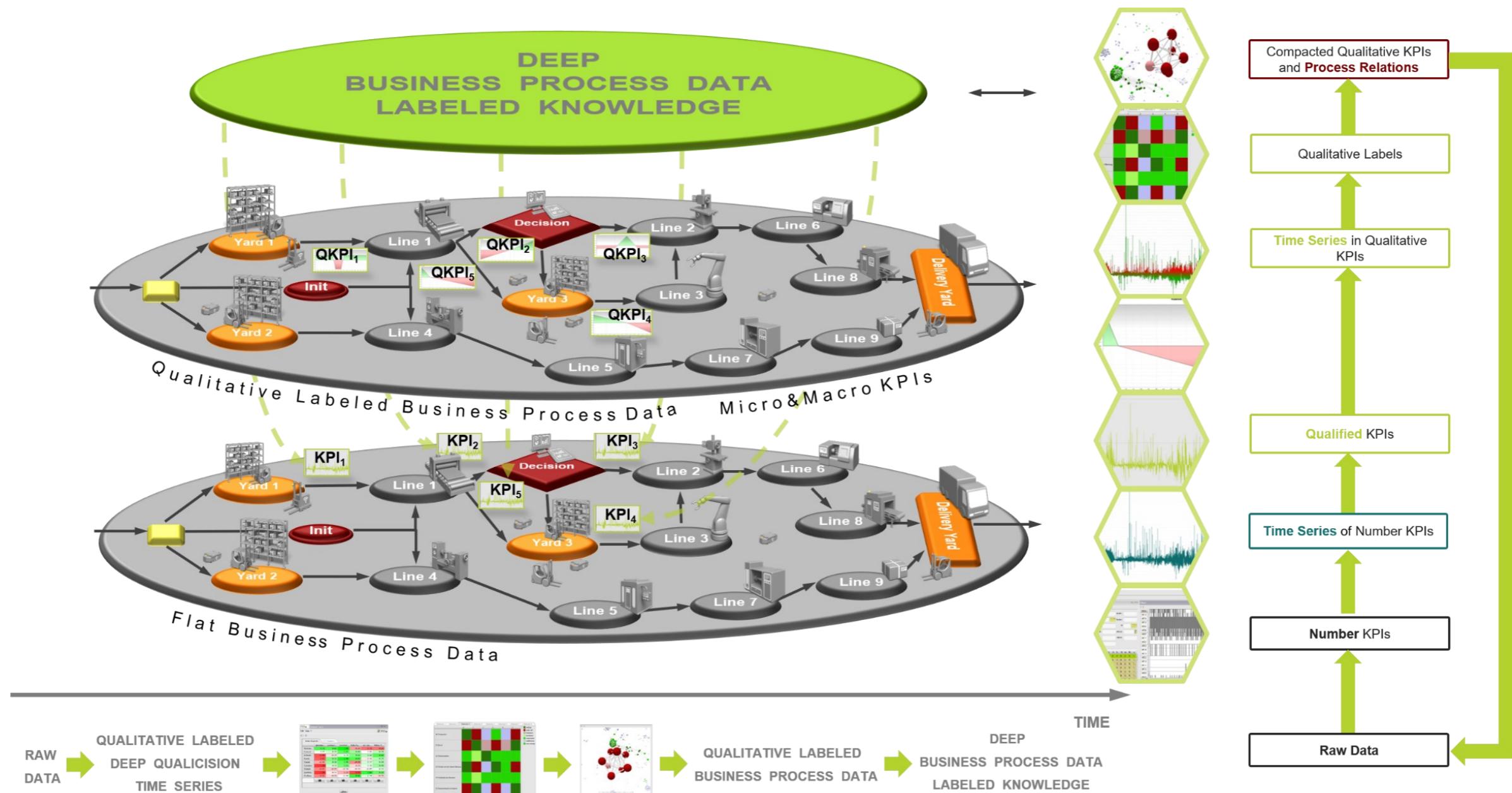
- Muster unterscheiden sich erheblich in Bezug auf ihre Darstellung
- Aus semantischer Sicht bleibt **die Bedeutung des Motivs im Zeitablauf unverändert**  
→ Eine Katze ist eine Katze, unabhängig von Rasse, Farbe oder Größe
- **Menschen sind in der Lage**, die verschiedenen Erscheinungsformen eines Motivs **zuverlässig abzugleichen**
- In der **KI-Fachsprache** wird diese Form des Abgleichs als **„Labeln“** bezeichnet
- Beispiel für **Spracherkennung**
  - Für Sprachsignale werden **semantische Labels** benötigt, **die den Inhalt angeben**
  - **Herkunft der Labels** bspw. von Menschen durch wenige Beispiele antrainiert und dann **frei verfügbar**

Deep.....Quali...cision.....



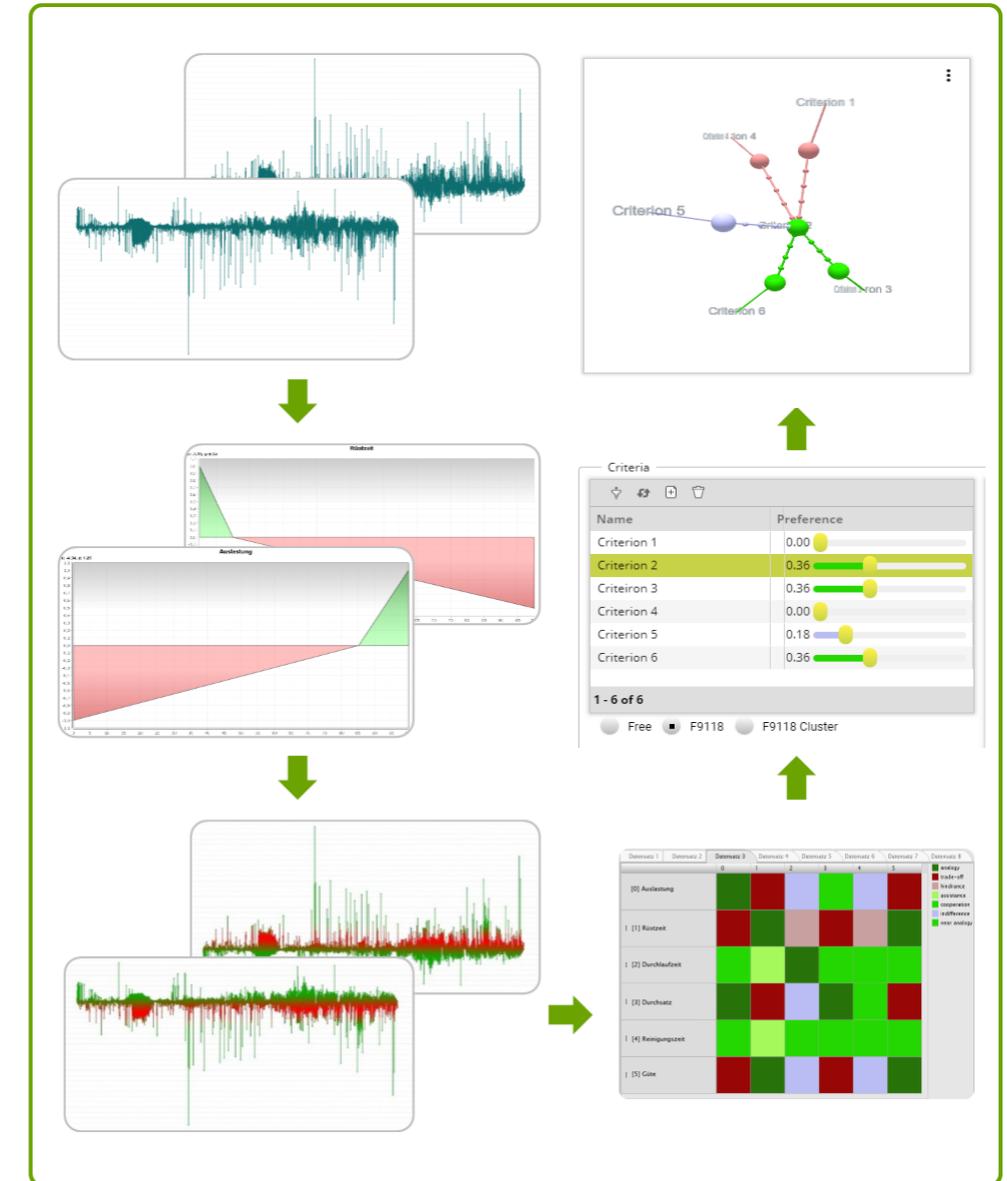
**Konsistente Labels für Sprachsignale**

# Qualitatives Labeln mit Deep Qualicision AI



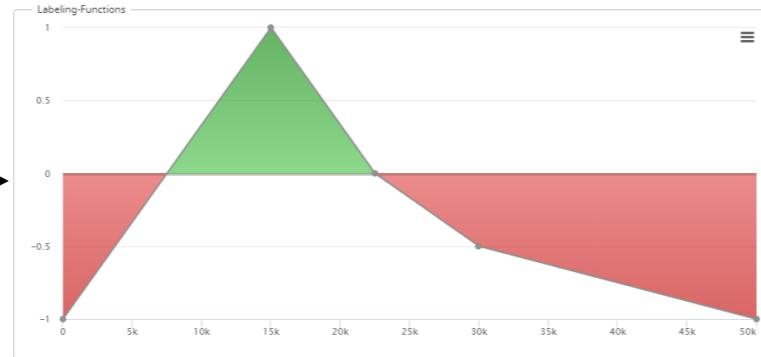
# KPI-orientierte Qualifizierung von Rohdaten und Entscheidungsoptimierung

- Geschäfts- oder Prozessziele können durch Key Performance Indicators ("KPIs") bewertet werden.
- Qualicision KI Software generiert optimierungsrelevante Labels durch automatisierte Bewertung von Prozessrohdaten
- KPI-orientierte Modellierung
  - ➔ KPI-Modellierung mittels Qualicision-Zielfunktionen
  - ➔ KPI-Konflikte und KPI-Gleichläufigkeiten erkennen und zu qualitativen Labels aggregieren
- In Business-Prozessen sind erfahrungsgemäß die KPIs zu ca. 30 % unverträglich zueinander und Zielbeziehungen nicht symmetrisch
- Priorisierung der KPIs mittels Schiebereglern



# Qualitatives Labeling mit Qualicision AI – Beispiel Temperatur

## Qualitative Labeling-Funktion



**Qualitative Labeling-Funktionen:**  
Technische Aspekte,  
Betriebswirtschaftliche Aspekte,  
Sicherheitsaspekte,  
Arbeitsschutzaspekte,  
Nachhaltigkeitsaspekte, ...

# Predictive Maintenance durch Qualitatives Labeln von Maschinendaten



# KI-gestützte Harmonisierung von Produktion und Energieverbrauch sowie -beschaffung



## PLANUNG UND TERMINIERUNG

Langfristplanung  
(S&OP)

Mittelfristplanung  
(Auftrags- & Materialplanung)

**Kurzfristplanung**  
(Planung der Linie)

**Ausführung des Zeitplans**  
(online)



Energienetze und  
Energieübertragung

Langfristige  
Energiebeschaffung

Mittelfristige  
Energiebeschaffung

**Tagesmarkt**

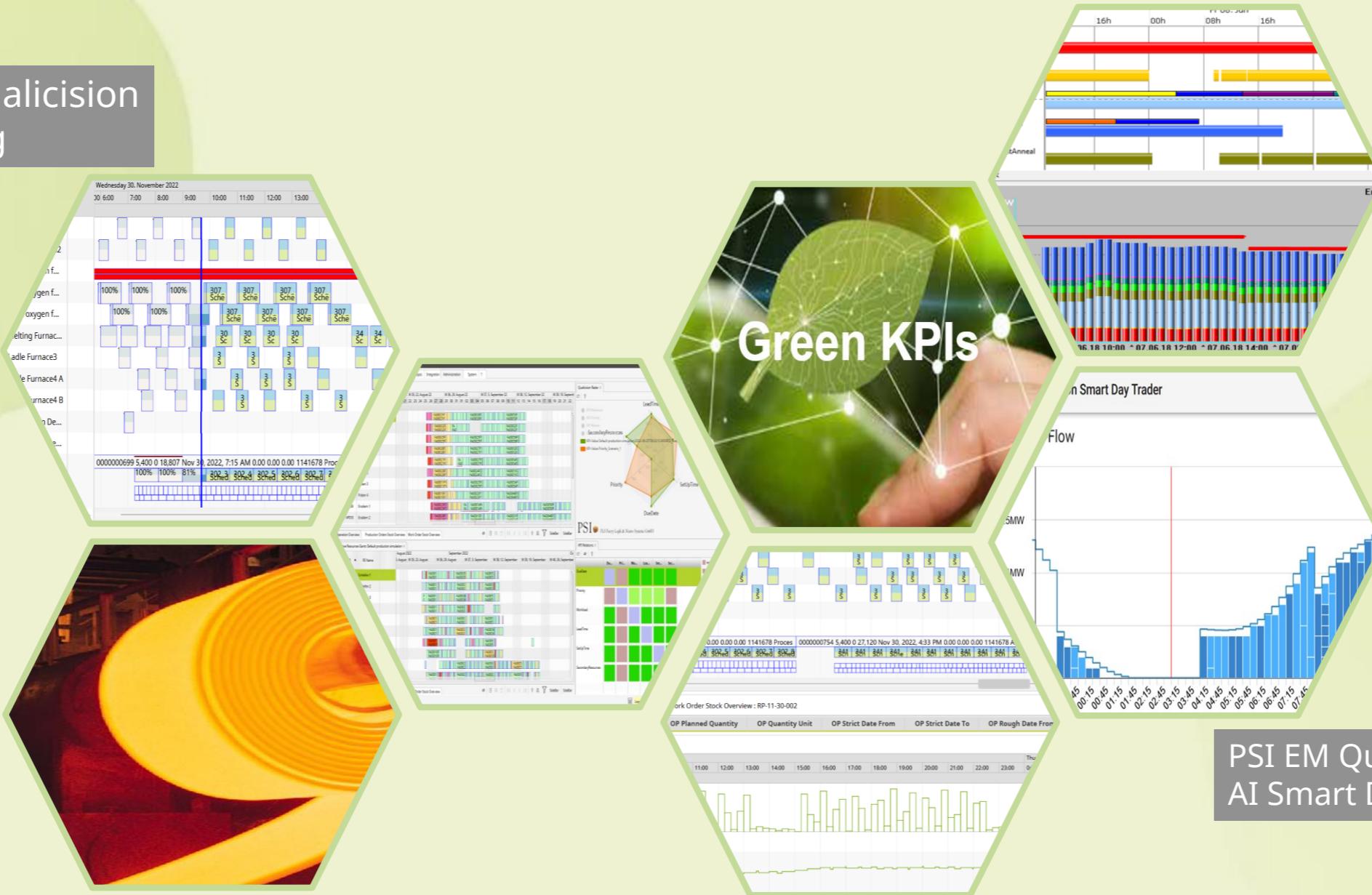
## ENERGIEBESCHAFFUNG



# Scheduling der Produktion in Kombination mit Energiehandel - Metallindustrie

PSImetals Qualicision  
AI Scheduling

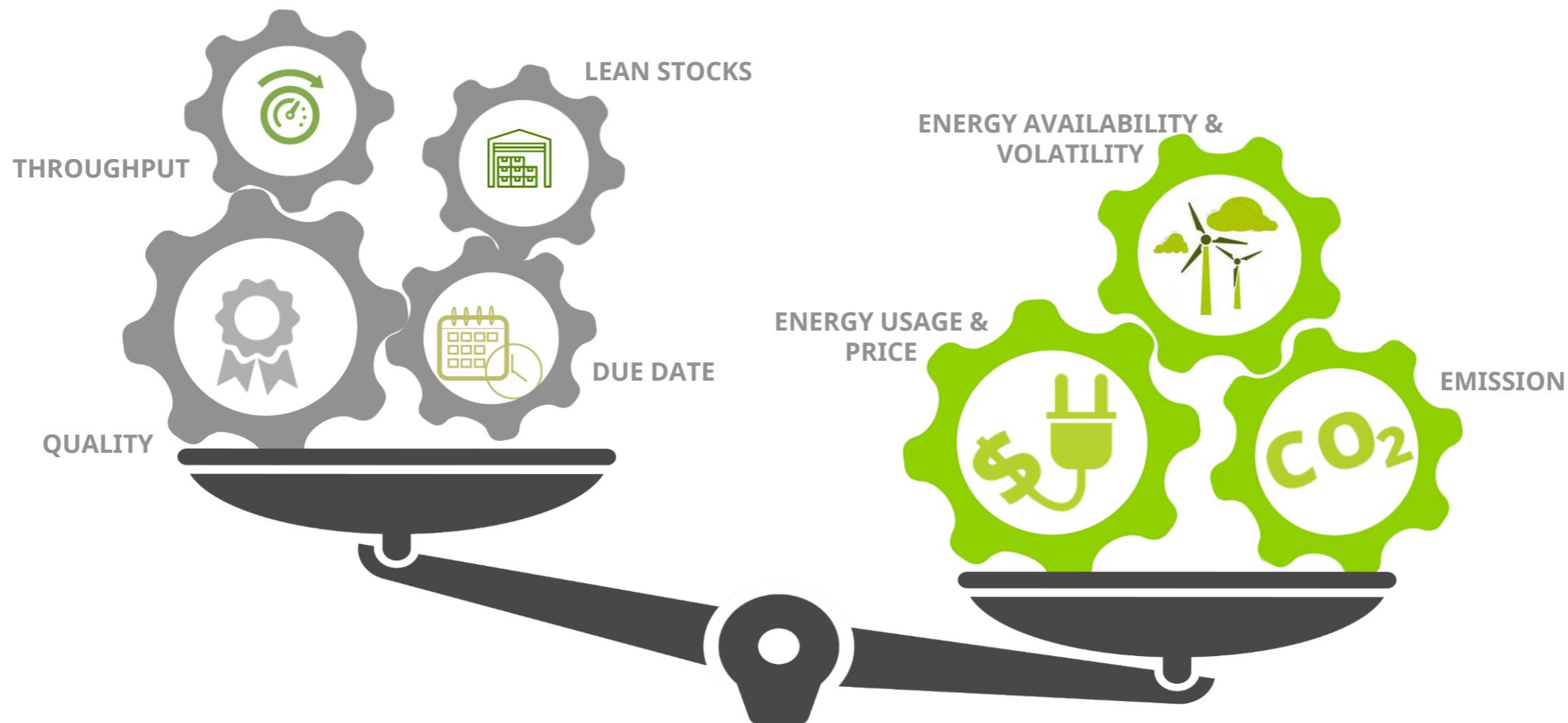
Klick auf das Bild öffnet den Online-Artikel



Green KPIs

PSI EM Qualicision  
AI Smart Day Trader

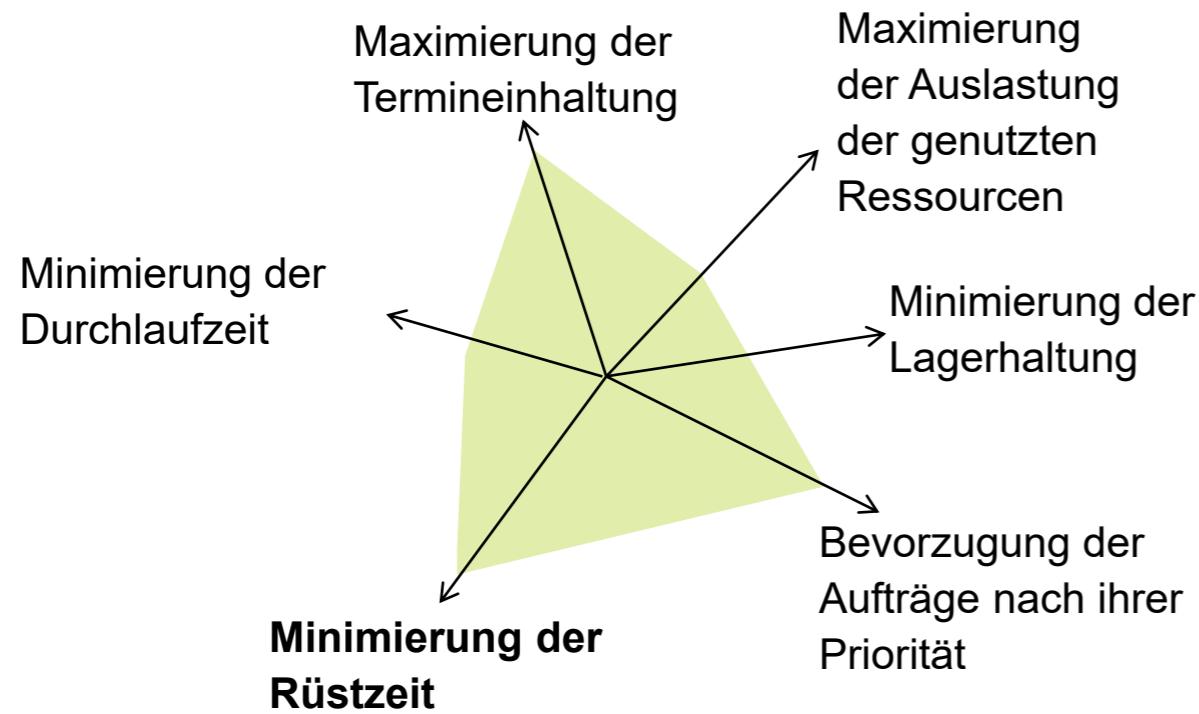
# Intelligentes Management zu balancierender klassischer und nachhaltigkeitsorientierter grüner Ziele



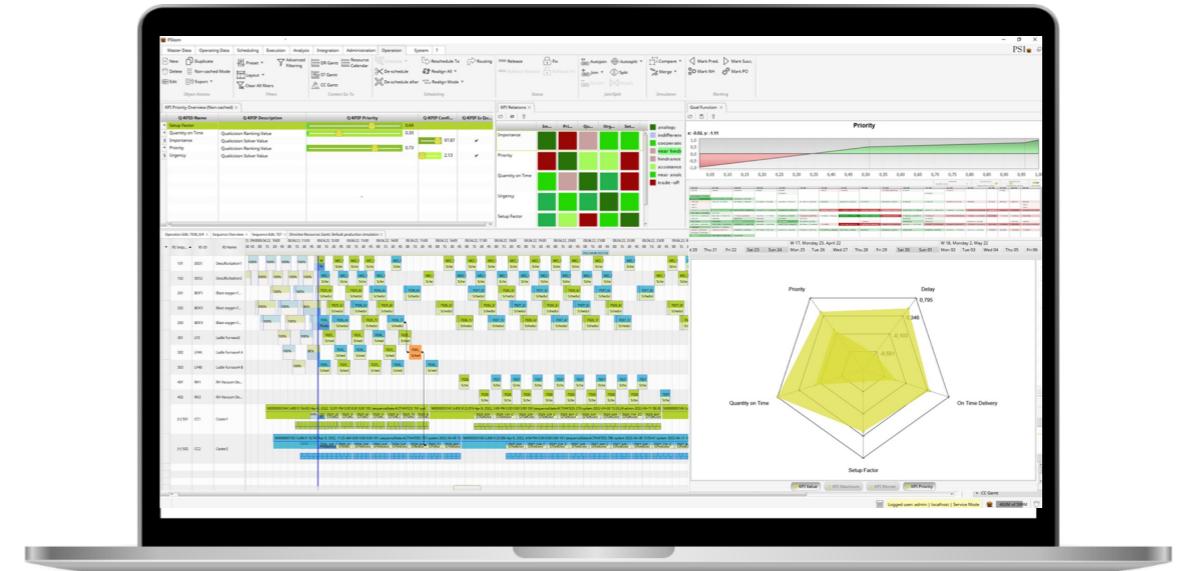
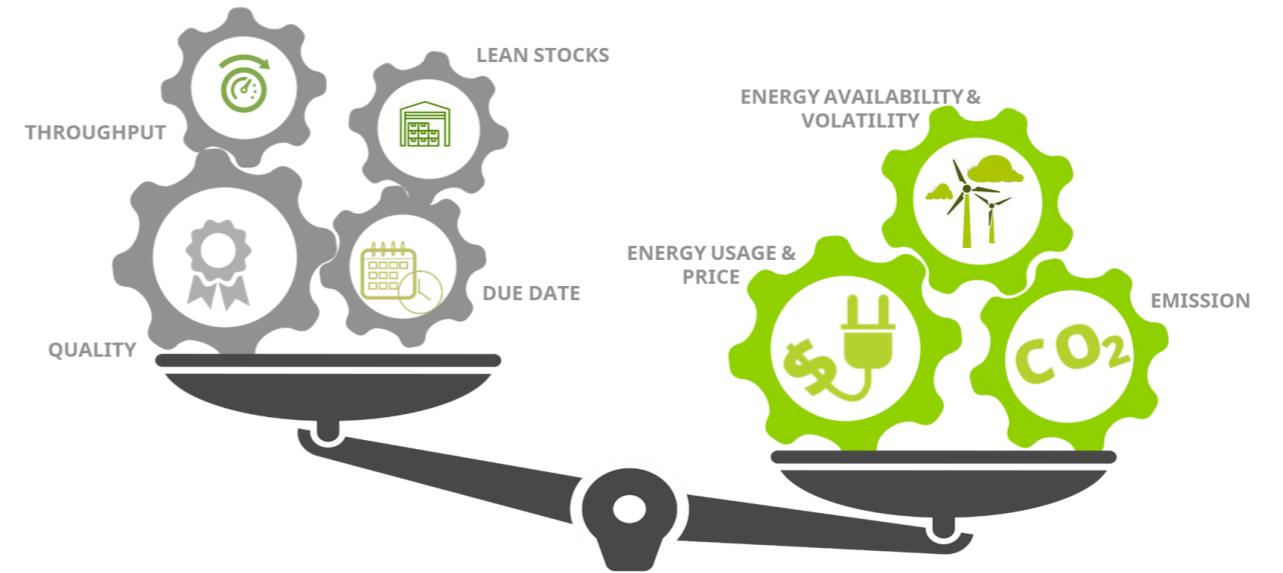
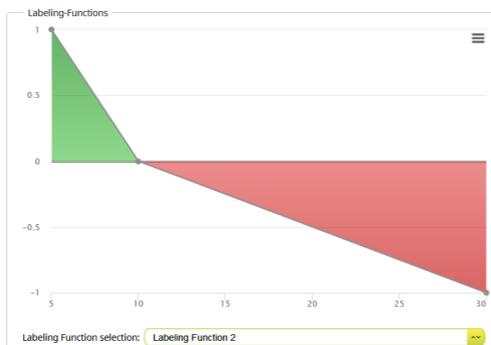
/// Green KPIs für das Produktionsmanagement und die Produktionsoptimierung  
von mitentscheidender Bedeutung

# Beispiel: KI-basierte Dekarbonisierung in der Metallindustrie – Klassische KPIs

Grüne KPIs sind zusätzlich für das Produktionsmanagement und die Optimierung mit entscheidend



Minimierung der Rüstzeit

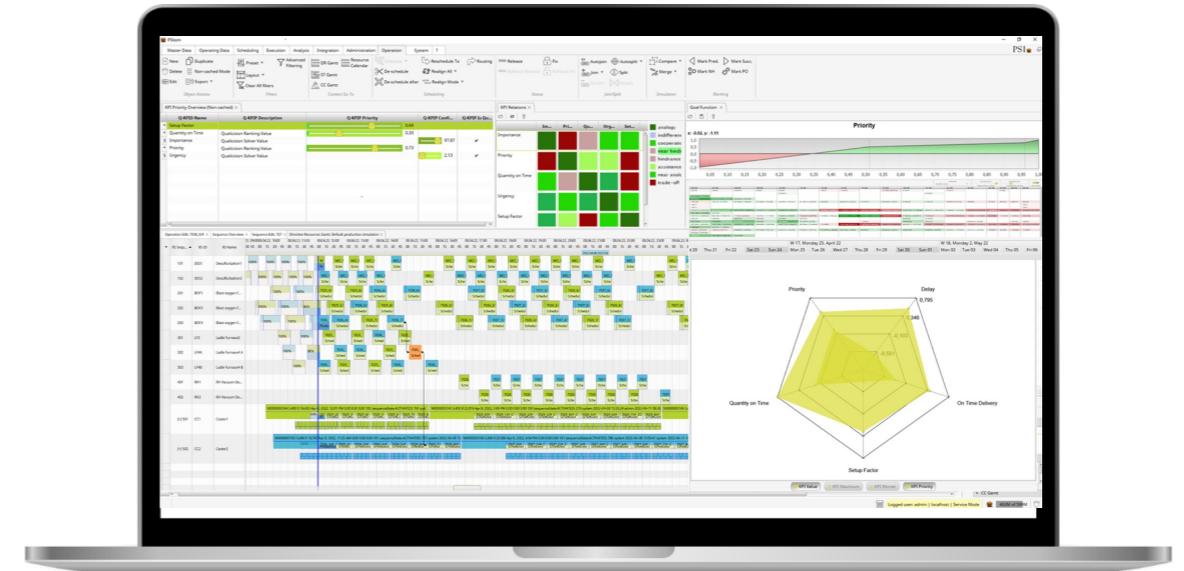
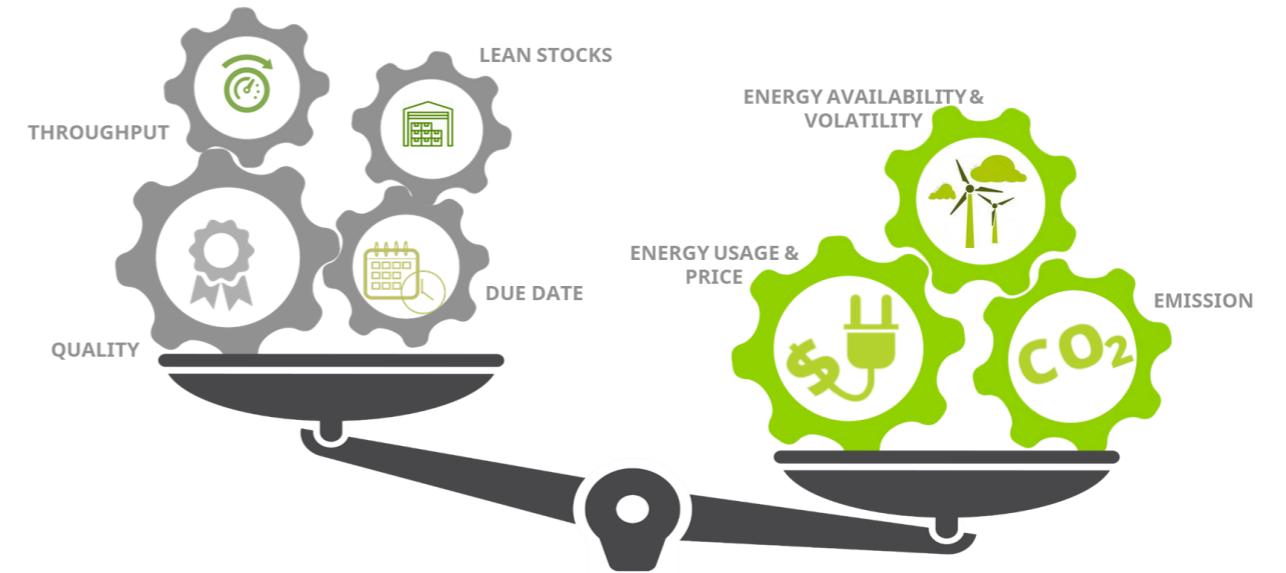
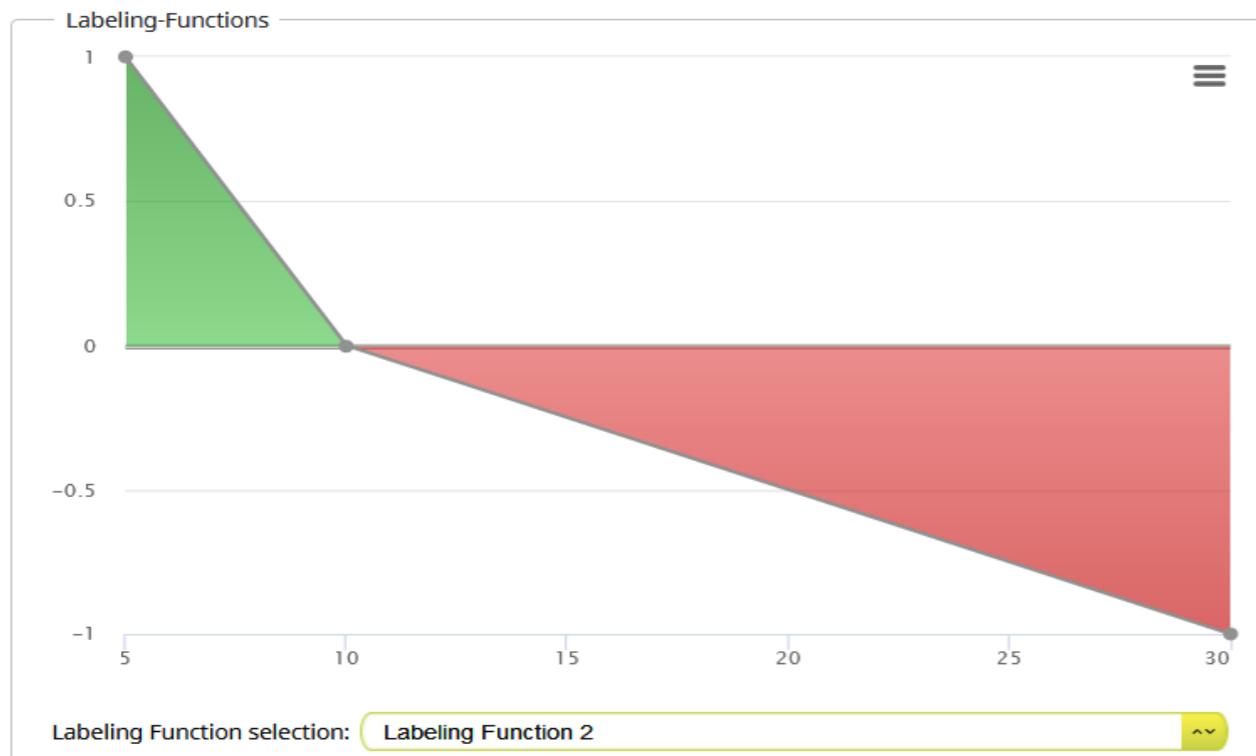


# Beispiel: KI-basierte Dekarbonisierung in der Metallindustrie – Qualitatives Labeln

## Grüne KPIs sind zusätzlich für das Produktionsmanagement und die Optimierung mit entscheidend

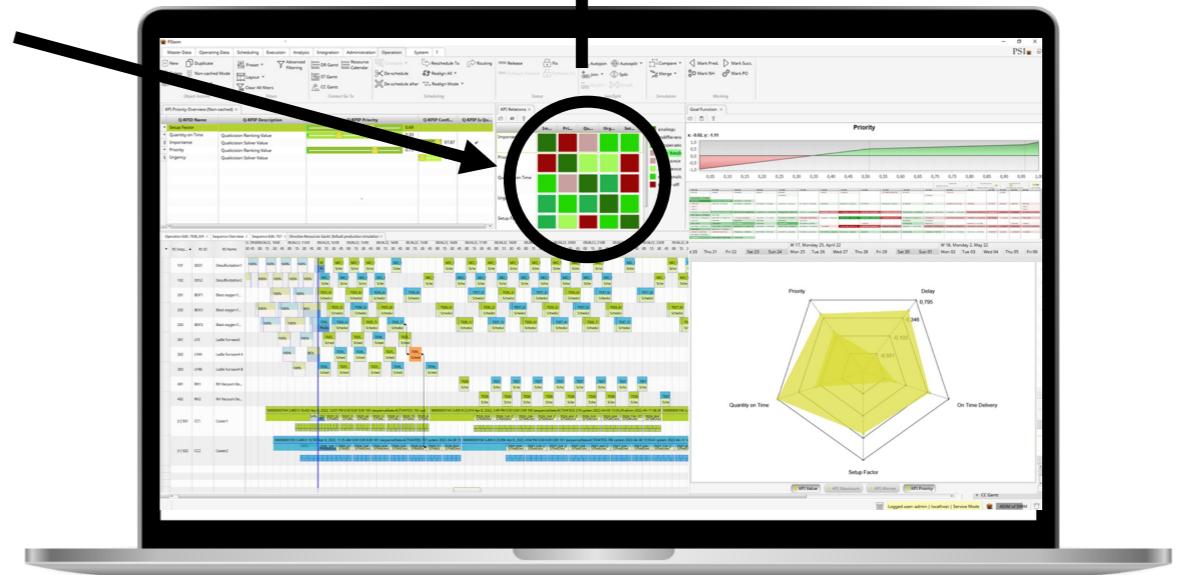
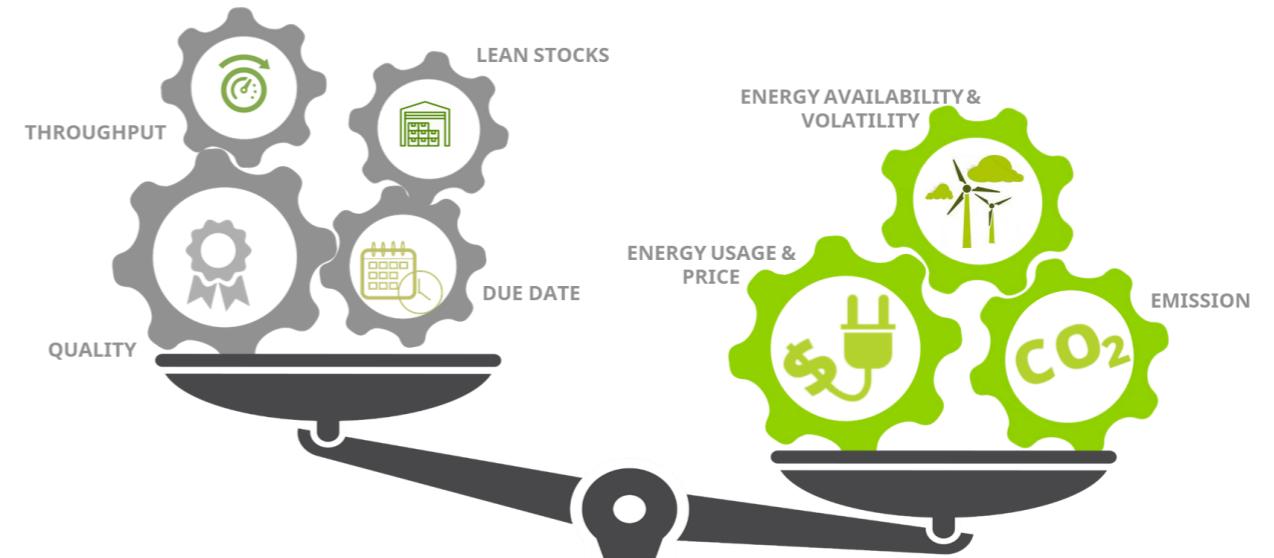
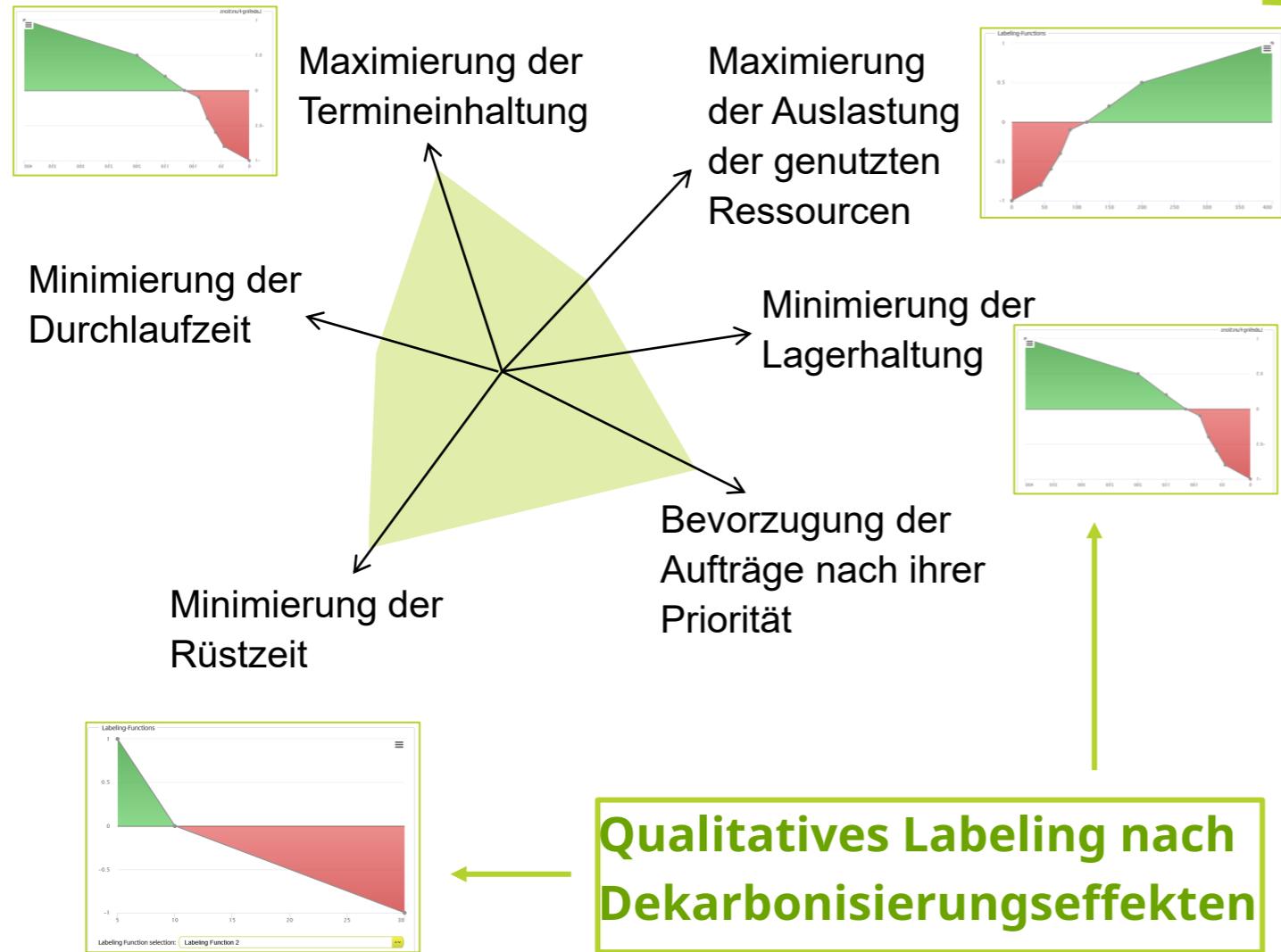
Minimierung der Rüstzeit – Qualitatives Labels unter dem Gesichtspunkt des Dekarbonisierungseffekts

Je kleiner die Anzahl der Rüstvorgänge, desto geringer der unnötige Energieverbrauch. 10 ist hier die Grenze.



# Beispiel: KI-basierte Dekarbonisierung in der Metallindustrie – Grüne Schwester-KPIs

Grüne KPIs sind zusätzlich für das Produktionsmanagement und die Optimierung mit entscheidend



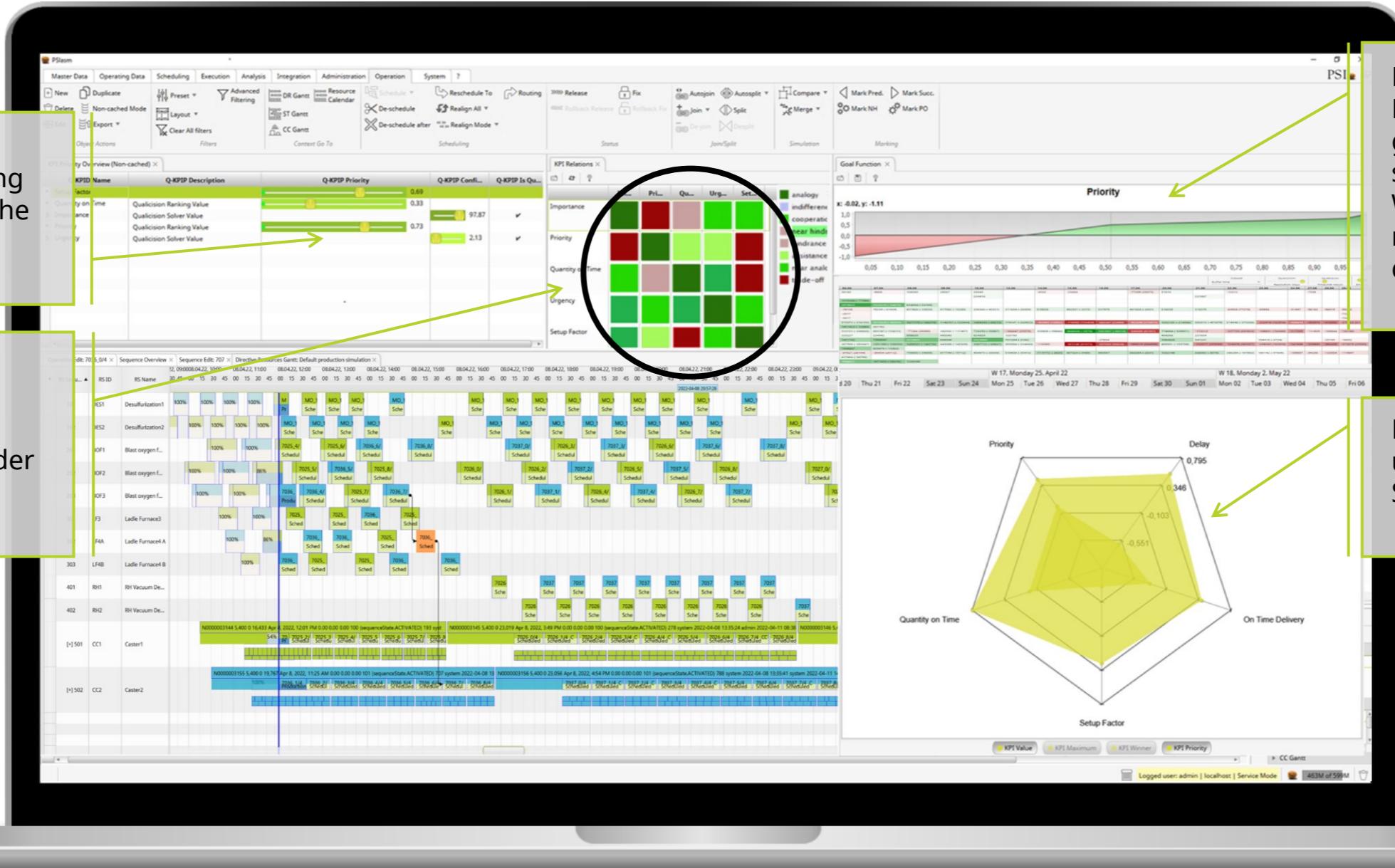
# Online Heat Scheduler – KPI-Dashboard zur Optimierung und Analyse der Balancierung von klassischen und Grünen KPIs

KPI-Prioritätseinstellung für die automatische Szenario-Auswahl

KPI-Beziehungsmatrix zeigen, wie KPI-Zielpaare zueinander passen

KPI-Ziele-Labeling, das die guten und schlechten Wertebereiche markiert und für die KI labelt

KPI-Erfüllung für unterschiedliche Szenarien



# Grüne KPIs: Scheduling als Bedarfsprofillieferant für KI-Entscheidungskriterien für Energiehandel

Energiebedarfsverlauf oder Energiebedarfsprognose mit teils durchgeführten Trades

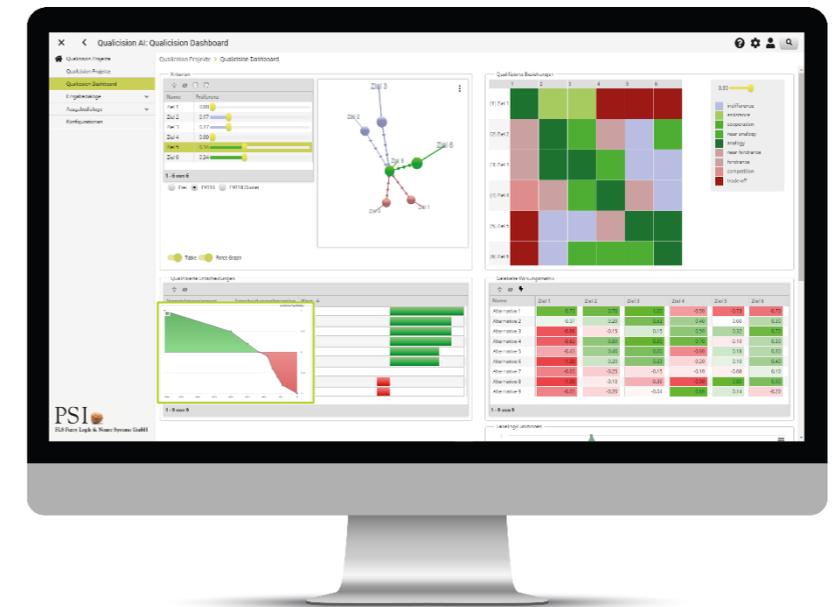


Kaufpreise, Verkaufspreise

KPI-Balancierung im Trading-Prozess

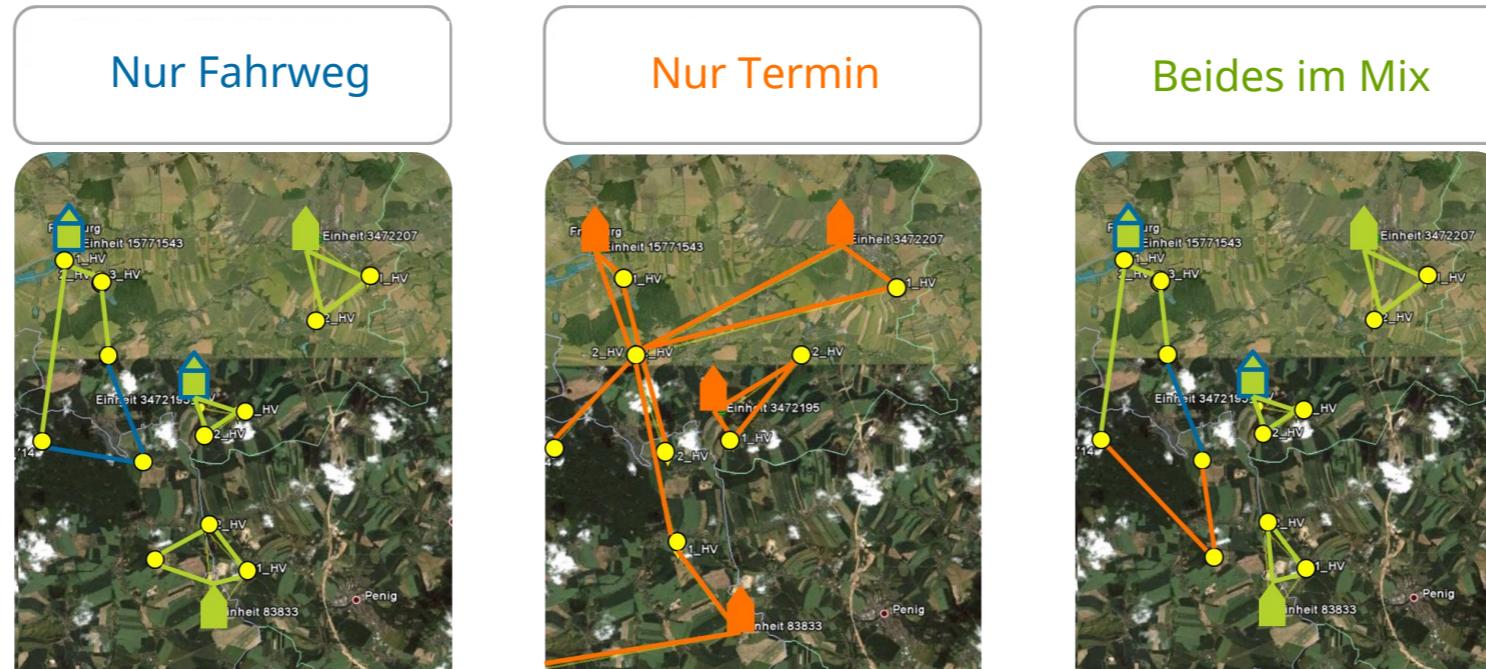
# Zukunft: Grüne KPIs als gleichberechtigte direkt steuerbare KI-Optimierungskriterien

- Grüne KPIs sollten für jedes Wirtschaftlichkeitsziel gleichberechtigt gemessen und gesteuert werden:
- Einführung von grünen KPIs als in den Prozessen zu messende Größen und zu steuernde Größen als Unternehmensaufgabe
- Beispiel CO<sub>2</sub>:
  - Was bedeuten Überlastungsspitzen für das Arbeiten am oder über Limit für den CO<sub>2</sub>-Effekt?
  - Was bedeuten zu viele Rüstvorgänge für den Energieverbrauch und damit für den CO<sub>2</sub>-Effekt?
  - Was bedeuten Terminüberschreitungen für den CO<sub>2</sub>-Effekt?
  - Was bedeutet logistische Effizienz für den CO<sub>2</sub>-Effekt?
  - Was bedeutet eine CO<sub>2</sub>-Kennzahl für das Image des Unternehmens und damit ggf. für die Absatzzahlen?
- Welche Zielgleichläufigkeiten und Zielkonflikte bestehen zwischen Wirtschaftlichkeits- und Nachhaltigkeits-KPIs?
- KPIs optimierende und prognostizierende KI-Tools gibt es bereits.

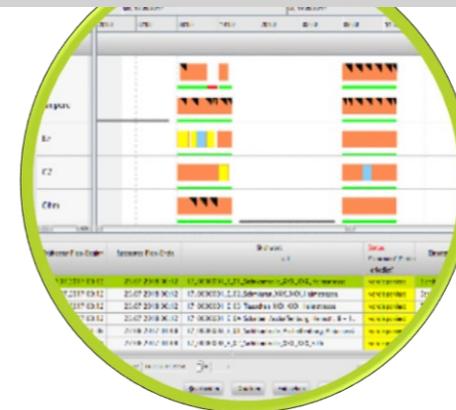




# KI-Optimierung im Field Force Management bei der Wartung elektrischer Netze

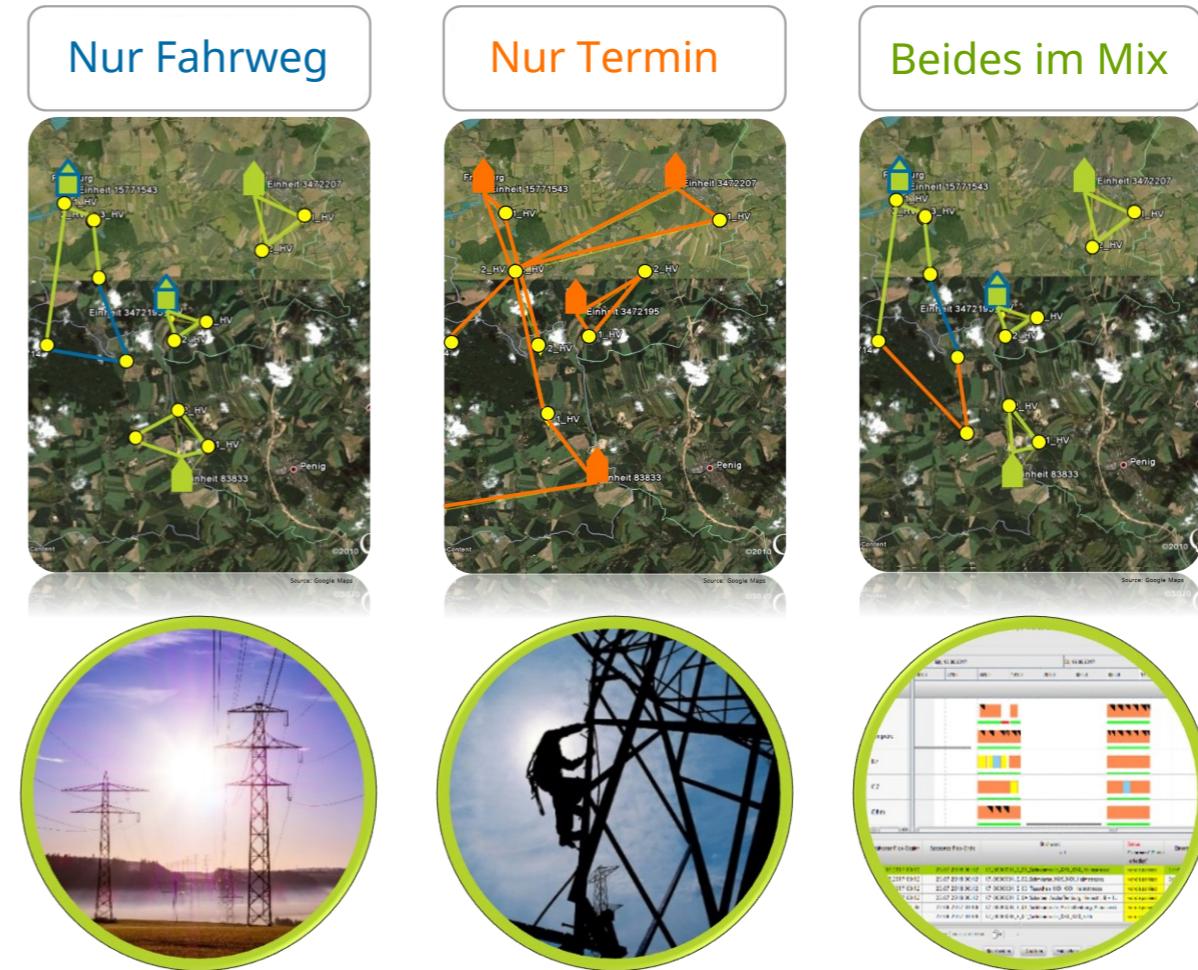


**Ausbalancierte KPI „Kurzer Fahrweg“ im Mix mit der „Termintreue“ bewirkt einen positiven CO<sub>2</sub>-Effekt**



# KI-Optimierung im Field Force Management bei der Wartung elektrischer Netze

- Größenordnung 30 Optimierungskriterien, die sich alle (positiv oder auch negativ) auf Nachhaltigkeit auswirken
- Ausbalanciert Auswirkung auf die Effizienz: KPI CO<sub>2</sub>-Reduktion:
  - Eine Region in der Größe eines Bundeslandes
  - 500 Teams mit ca. 150.000 Aufträgen im Jahr
  - Jedes Team fährt ca. 50 km am Tag
  - In einem Jahr damit 5.500.000 Km
  - KI-Optimiert: 15% weniger Fahrten
  - Einsparung in einem Jahr: 550 t
- Auf ganz Deutschland hochgerechnet (\*16):
  - Einsparpotenzial pro Jahr von ca. 8.800 t CO<sub>2</sub>
  - CO<sub>2</sub>-Einsparung entspricht in etwa 64 Flügen München – Berlin



**Ausbalancierte KPI "Kurzer Fahrweg" im Mix mit der Termintreue bewirkt den positiven CO<sub>2</sub>-Effekt**

# Wirtschaftlichkeits-KPIs und grüne Nachhaltigkeits-KPIs: **KI-Tools sind vorhanden**

- Kreisläufe der **Nachhaltigkeit** können als **Optimierungs- und Prognoseaufgabe** verstanden werden
- Bisherige **Optimierungen mit KI-Methoden tragen** heute schon und mitunter seit langem **zur Nachhaltigkeit bei**
  - Schonung von Ressourcen
  - Ausbalancierter Einsatz von Ressourcen und ausbalancierte Arbeitsorganisation
  - Wirtschaftlichkeits-KPIs als Optimierungsrichtschnur
  - Wirtschaftlichkeit impliziert vielfach (**aber wenn zu kurz gedacht nicht immer**) Nachhaltigkeit
- **Grüne Schwester-KPIs** explizit managen zu wollen, ist **eine Unternehmensentscheidung**
  - Intelligente Verknüpfung von Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit durch verbesserte KPI-Messbarkeit
  - Optimierung grüner KPIs unter Einsatz von KI-Methoden führt auch zur nachhaltigen Wirtschaftlichkeit
- In Zukunft: **Grüne KPIs werden Prozesse mehr und mehr steuern und Wirtschaftlichkeit gleichberechtigt prägen**
  - Methoden der Künstlichen Intelligenz spielen und werden in Zukunft eine wichtige Rolle dabei spielen
  - KI-Prognoseverfahren und datenbasierte KPI-Analyse von Geschäftsprozessdaten können hier enorm helfen
  - Dadurch: **Nachhaltigkeit durch grüne KPIs: Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit kein Zielkonflikt**



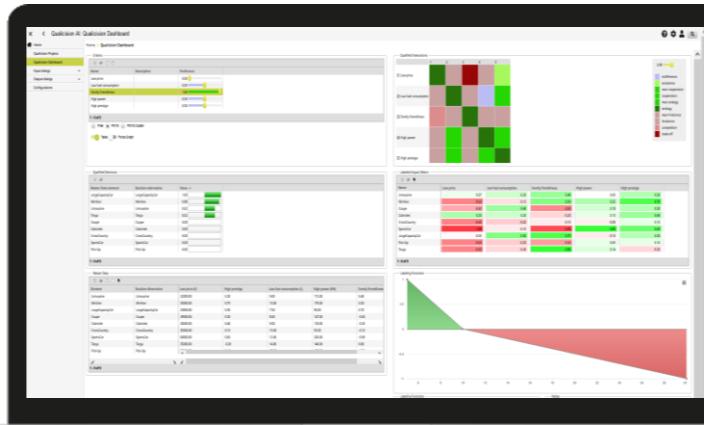
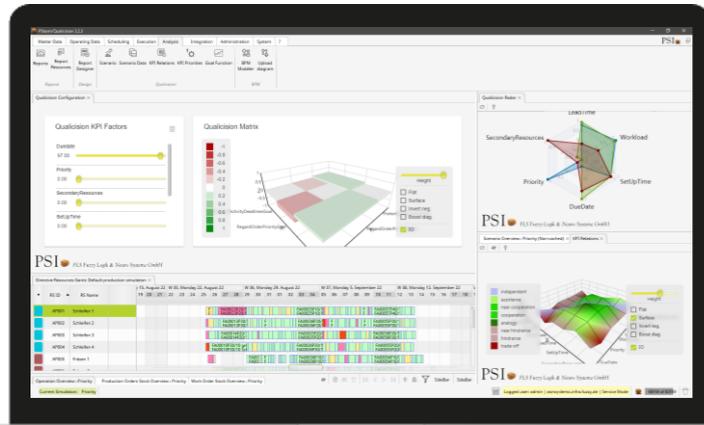
Klick auf das Bild öffnet den Online-Artikel

# KI-Tool-Stack mit Anwendungsbezug hin zu grünen Schwester-KPIs als Foundation

Anwendung Scheduling

Qualitatives Labeling

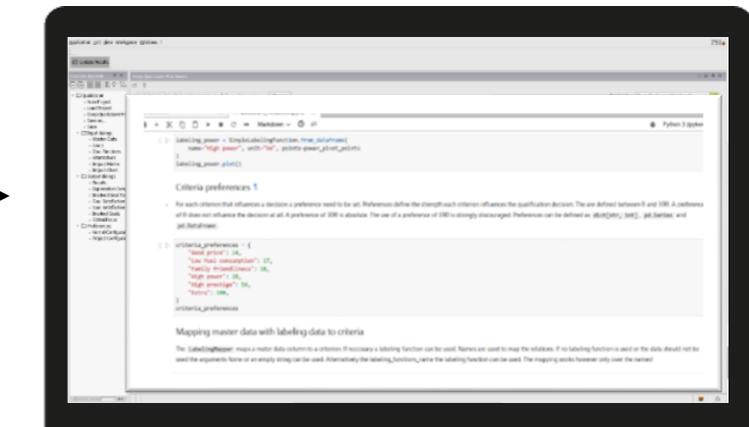
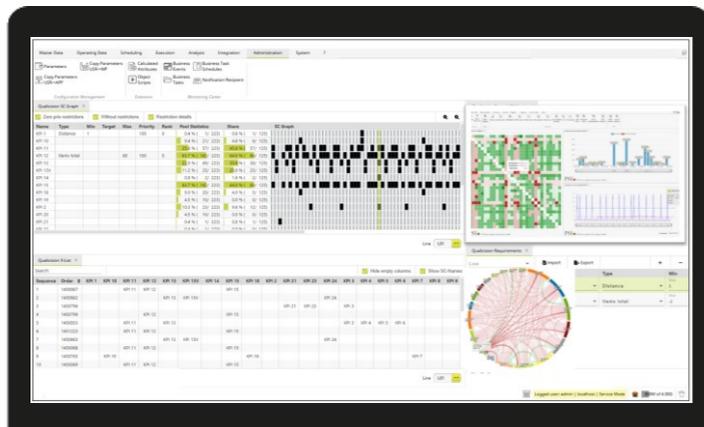
Qualitatives Smart Trading



Anwendung Sequencing

Umgebung für Prozessverantwortliche

Umgebung für Data Scientists



# Zielszenario: KI-Methoden optimieren Wirtschaftlichkeit **und** Nachhaltigkeit

## KI-Stack ermöglicht das systematische Labeln von Daten im Hinblick auf Nachhaltigkeit

- Qualitatives funktionales Labeln von Industriedaten
- KI-Full-Stack für Supervised und Unsupervised Learning
- Betrieb, Monitoring und Verwaltung der Modelle
- Deployment der Modelle
- ...



## Integrieren von grünen Schwester-KPIs in bestehende Prozesse und Softwaretools ermöglicht das Erfassen, Messen, Lernen und Steuern von Nachhaltigkeitseffekten

- Personaleinsatzplanung, Wartung und Asset Management
- Sequenzierung in der Produktionsplanung und -steuerung
- Scheduling der Produktion in der Metallindustrie und in anderen Industrien
- Supply-Chain-Optimierung in der Logistik
- Management der Energienutzung und -beschaffung
- Realzeitoptimierung von Prozessen
- Predictive Maintenance und Predictive Asset Management
- ...



# Kontakt



Rainer Albersmann



Prokurist



albersmann@fuzzy.de



PSI FLS

Fuzzy & Neuro Systeme GmbH  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20  
44227 Dortmund

0231/9700921

[www.qualicision.ai](http://www.qualicision.ai)