



# dashPORT

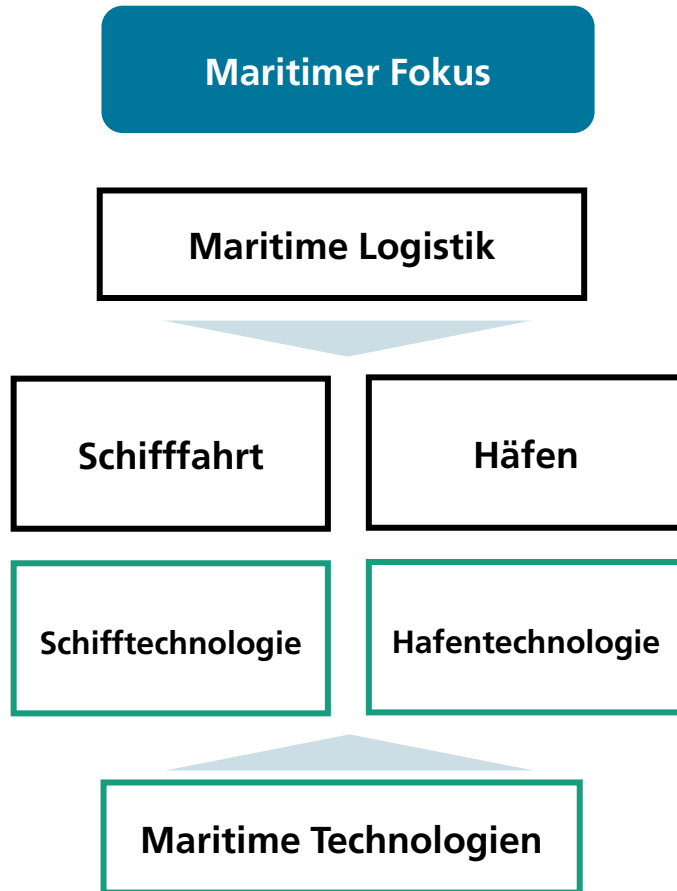
Energieverbrauch und Energieeffizienz  
im Hafen Brake

Gefördert durch:



# Fraunhofer CML

Ein Mitglied der Fraunhofer IML-Familie



## Interdisziplinarität

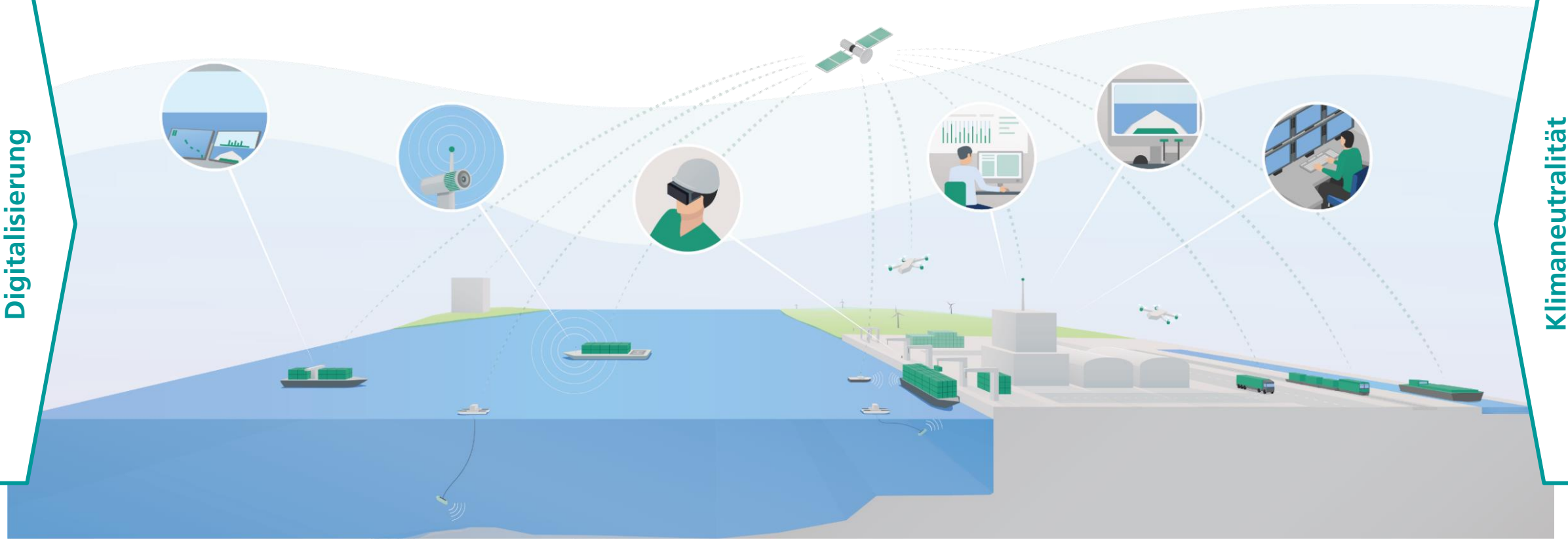
- Ingenieure (Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Schiffbau, ...)
- Logistiker
- Ökonomen
- Informatiker
- Mathematiker
- Physiker
- Nautische Offiziere

# Fraunhofer CML: Innovating the Maritime Sector

Schifffahrt, Häfen und Logistik sicherer, effizienter und nachhaltiger gestalten

Digitalisierung

Klimaneutralität



# Fraunhofer CML: Our Mission

Spezialisierte F&E-Produkte für die maritime Industrie



## Dienstleistungen des Fraunhofer CML

- Markt- und Machbarkeitsstudien
- Methoden- und Prototyp-Entwicklungen (bis TRL 6)
- System-Entwicklung und -integration (über TRL 6)
- Testumgebungen zur Bewertung von Produkten/Systemen

### Öffentliche Erträge



meist ausgeschlossen  
vom Fördermittelgeber  
  
ausschließlich für große  
Forschungsprojekte

typischerweise keine  
Lizenzierungsoptionen  
möglich

### Industrielle F&E



beinhaltet in der Regel  
kommerzielle Lizenzierung  
für den Kunden



# Niedersachsen Ports: Unsere Standorte



# Das Unternehmen

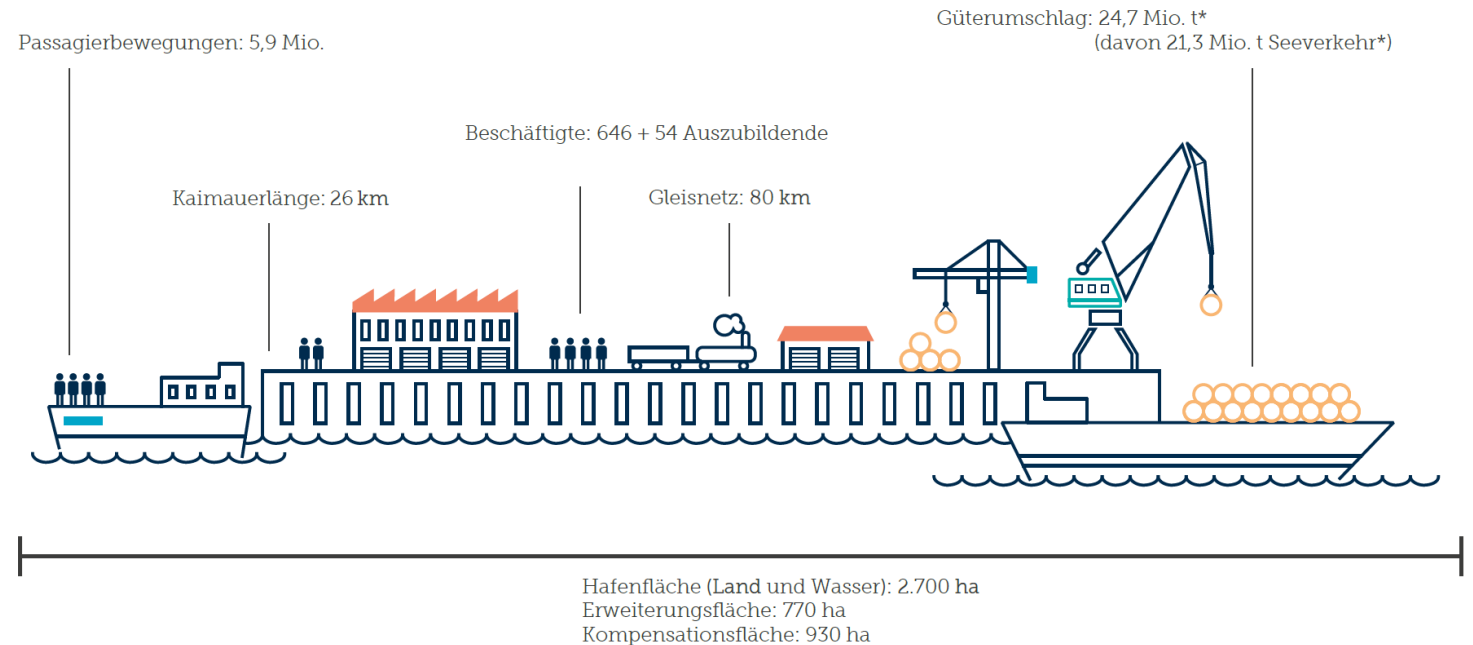
## Kennzahlen

Niedersachsen Ports ist 100 %-ige Tochter des Landes Niedersachsen

**Gründung:** 01.01.2005

**Standorte:** 5 große Seehäfen  
7 Inselversorgungshäfen  
3 Regionalhäfen  
1 Zentrale Oldenburg

**Vorläufige Bilanzsumme 2020:**  
781,8 Mio. EUR



\* inkl.: Fettraffinerie Brake  
exkl.: Leer, Oldenburg, Papenburg, Nordenham, JWP,  
Wilhelmshavener Privatanlagen und kommunale Hafenanlagen

# dashPORT

## Port Energy Management Dashboard – Digitale Leitwarte zur Analyse und Steuerung von Energieflüssen in Häfen

### » Ziel:

- › Reduktion und Flexibilisierung von Energieverbräuchen, in dem Energieflüsse im Hafen mittels einer „digitalen Leitwarte“ visualisiert und prognostiziert werden.

### » Dauer:

- › Start April 2019
- › 3 Jahre (+ 6 Monate Verlängerung)

### » Partner:



### Förderung:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr



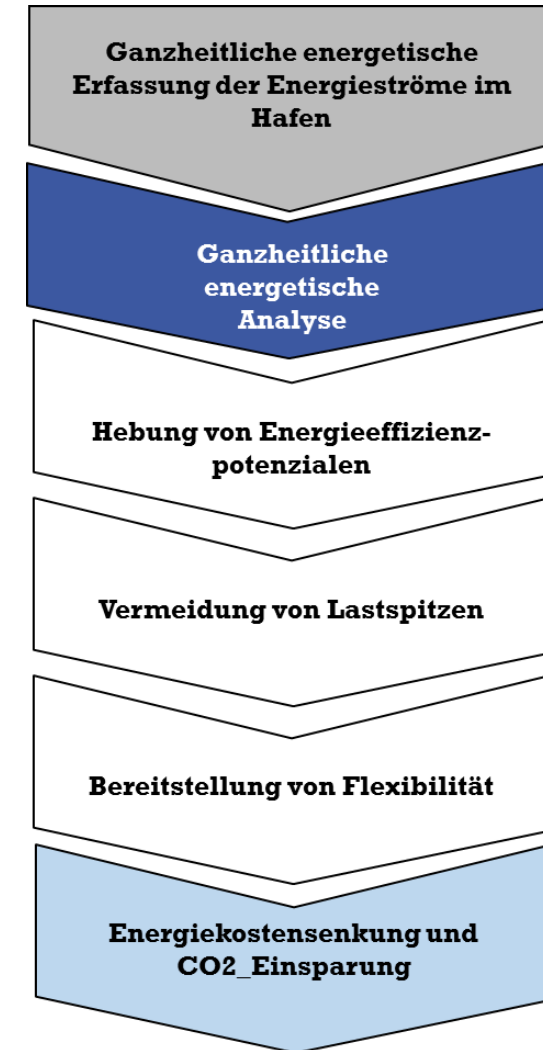
IHATEC  
Innovative  
Hafentechnologien

- › Häfen sind großer Energieverbraucher und Verursacher von CO<sub>2</sub>-Emissionen
- › Häfen bergen große Energiekosten- & Emissionsreduktionspotenziale, wenn Stromverbraucher und Hafenprozesse strukturiert erfasst und neuartig visuell aufbereitet werden
- › Bisher Energieverbrauchsdaten manuell erfasst; keine Echtzeitdaten verfügbar
- › Schwieriges Management von Lastspitzen, die hohe Stromkosten verursachen
- › Keine gesamtheitliche Betrachtung der Energieverbraucher, Energieflüsse und energetischen Hafenprozesse nicht strukturiert erfasst



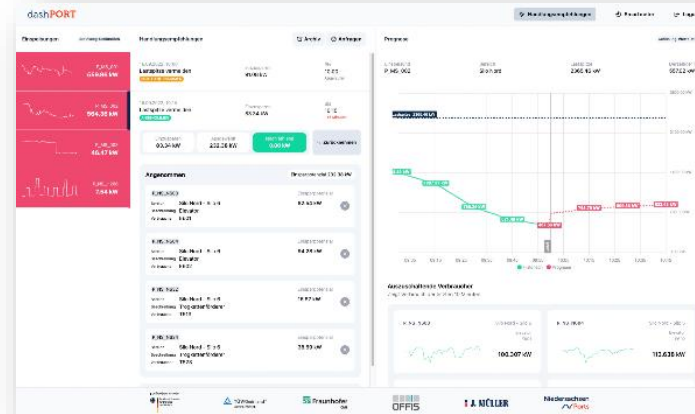


- › Digitale Erfassung wesentlicher Stromverbraucher im Hafen mit Echtzeit-Zählern
- › Analyse von Verbrauchern und Hafenprozessen unter Optimierungsgesichtspunkten (Energiemanagement)
- › Optimierte Lastspitzenmanagement durch Echtzeitdaten und Prognosen
- › Betrachtung von Verbrauchern und Prozessen über den gesamten Braker Hafen
- › Zusammenführung aller Daten in einer intelligente Software „dashPORT“ zur nutzerfreundlichen Visualisierung, Überwachung und Steuerung von Verbrauchern und Prozessen im Hafen



### Rückblickend

- Identifikation wesentlicher Verbraucher basierend auf Lastgangdaten
- Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen
- Optimierung von Hafenprozessen
- Benchmark von Verbrauchern/Cluster



### Echtzeit

- Warnsystem vor untypischen Verbrauchern
- Übersicht über aktuelle Lastgänge
- Anzeige von Steuerungsmaßnahmen

### Zukünftig

- Prognose zukünftiger Lastverläufe (day-ahead) und Ableitung präventiver Maßnahmen, um
  - Lastspitzen zu kappen und
  - Flexibilität anzubieten
- Hafenprozesse können verzögert oder vorgezogen werden

**Ziel: Steigerung der Effizienz und Senkung des Gesamtverbrauches der elektrischen Energie**

## Lastspitzen

- Machen bis zu 30% der Stromkosten aus
- Können durch Optimierung reduziert werden

## Optimierung

### Messen

- Erfassen der live Verbrauchsdaten
- Erfassen der Hafenprozesse und Verkettung der elektrischen Verbraucher

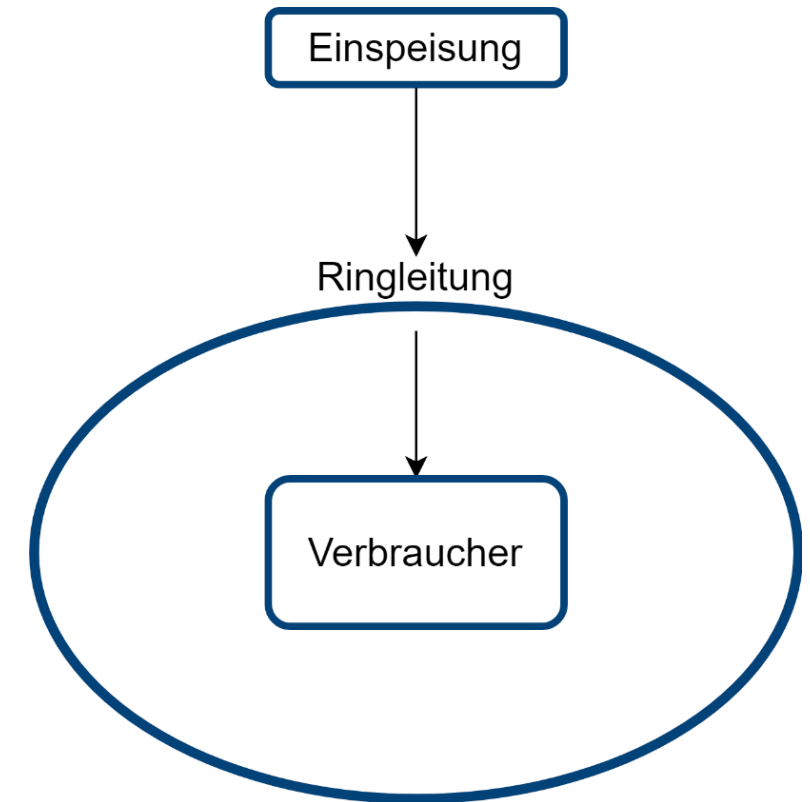
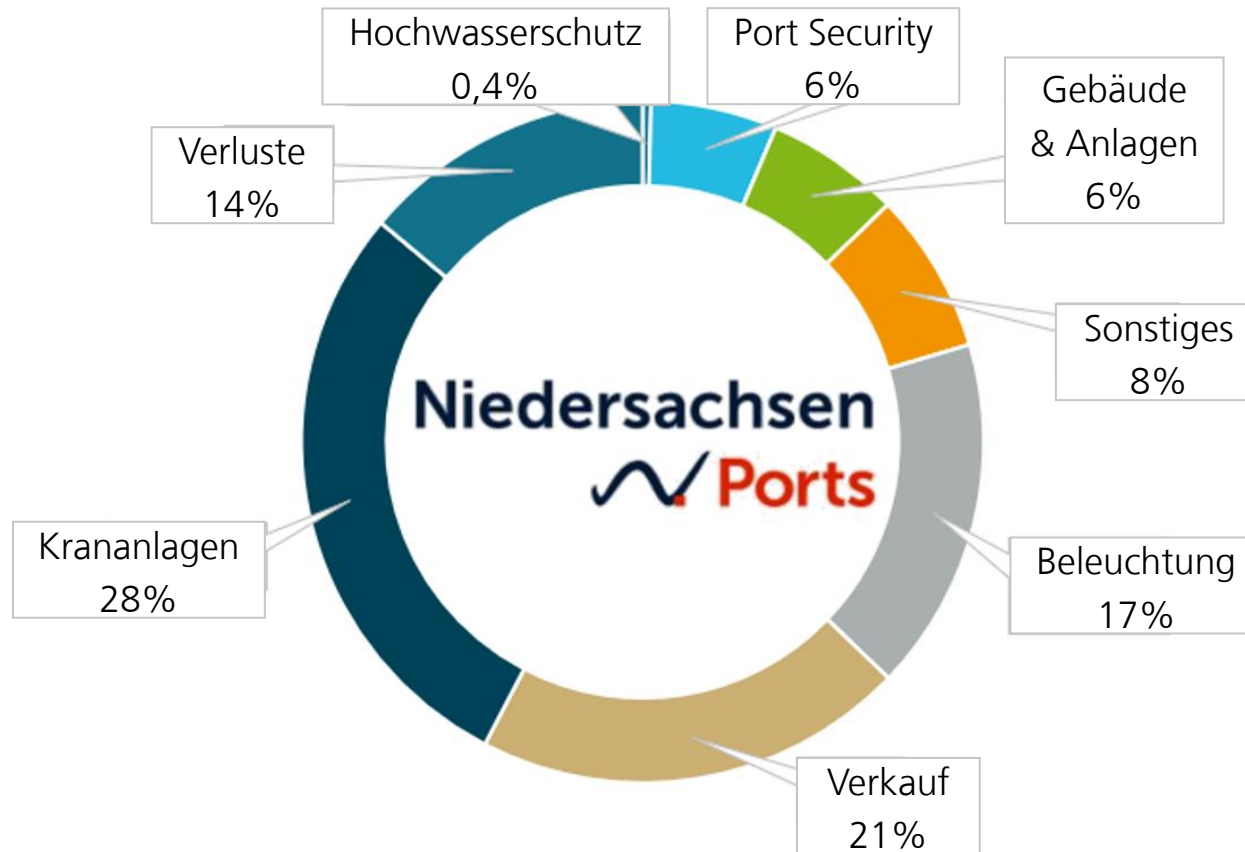
### Verstehen

- Lastprognosen mit Hilfe von ML (Machine Learning) erstellen
- Handlungsempfehlungen mittels MIP generieren

### Steuern

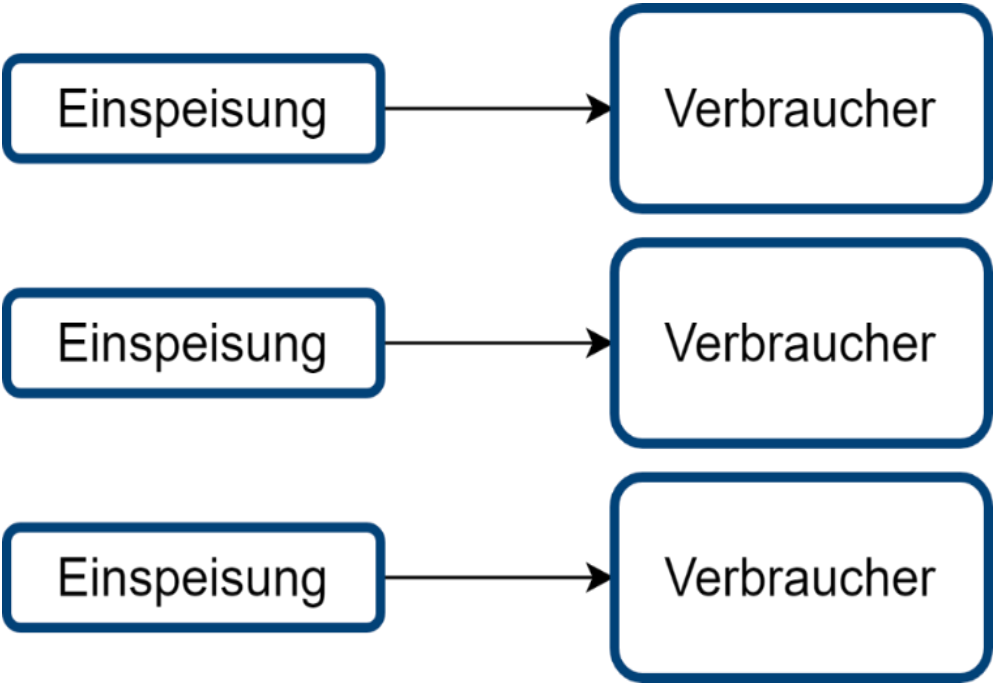
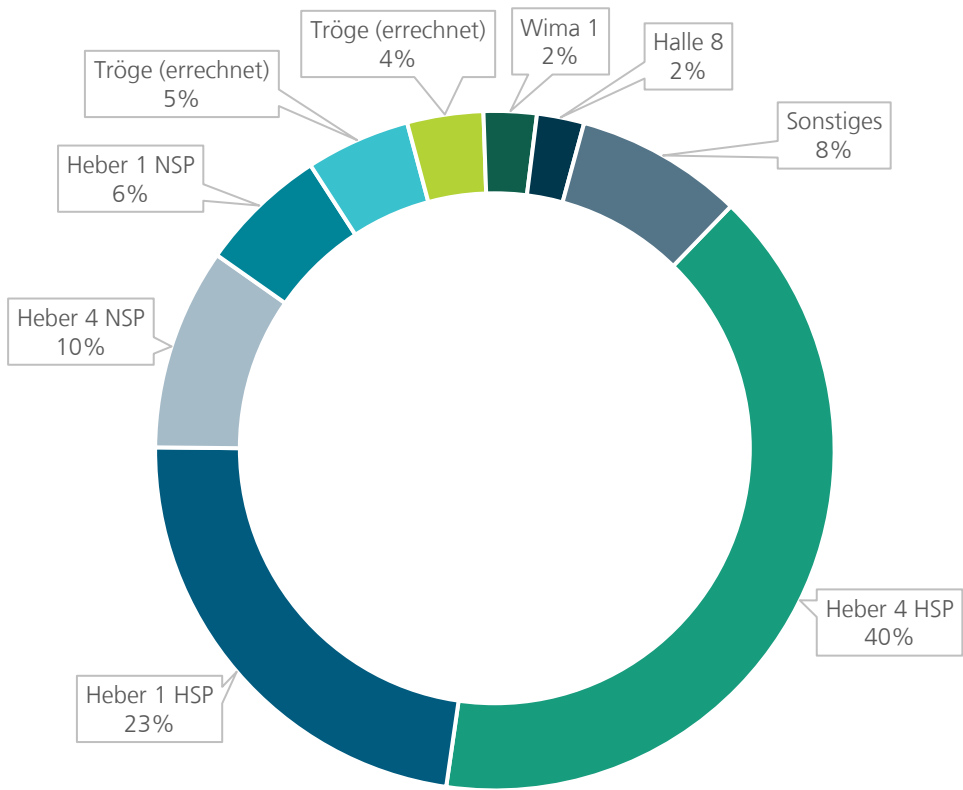
- Live-Verbräuche, Prognosen und Empfehlungen in Dashboard zusammenführen

## Ausgangssituation Netz N.Ports



Modellhafte Darstellung Netzstruktur N.Ports

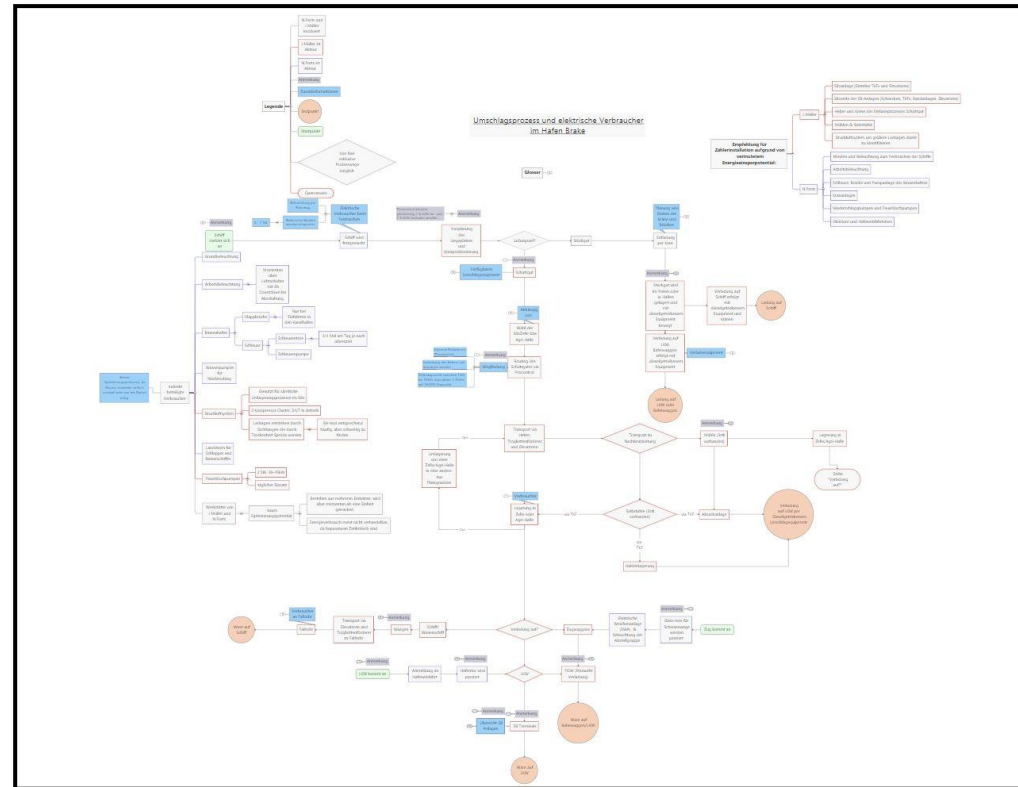
## Ausgangssituation Netz J.Müller



Modellhafte Darstellung Netzstruktur J.Müller



## Analyse des Umschlagsprozesses im Hafen Brake auf den Einsatz von elektrischen Verbrauchern



# Klassifikation der Verbraucher

## Einordnung der Verbraucher in Cluster nach

- **Relevanz**

Ist die Leistung des Verbrauchers von relevanter Größe?

- **Beeinflussbarkeit**

Kann der Verbraucher in unterschiedlicher Intensität betrieben werden?

- **Zeitliche Verschiebbarkeit**

Ist der Einsatz des Verbrauchers grundsätzlich zeitlich verschiebbar?



Janitza Smart Meter

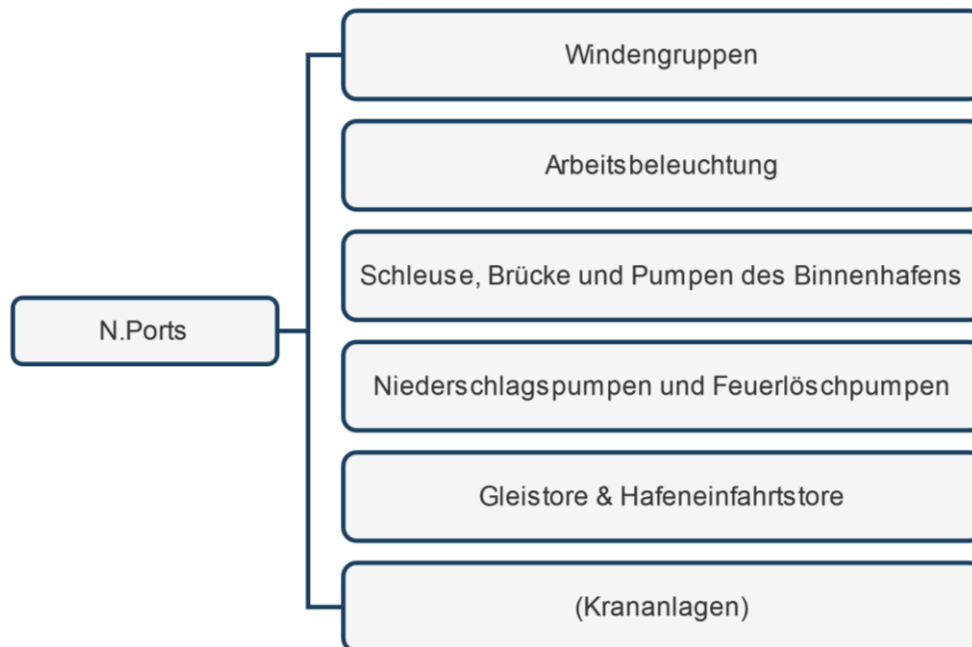
## Ergebnis: Gesamtkonzept der Infrastrukturmaßnahmen

## N.Ports

179 Messpunkte

132 Verbraucher

4 Einspeisungen

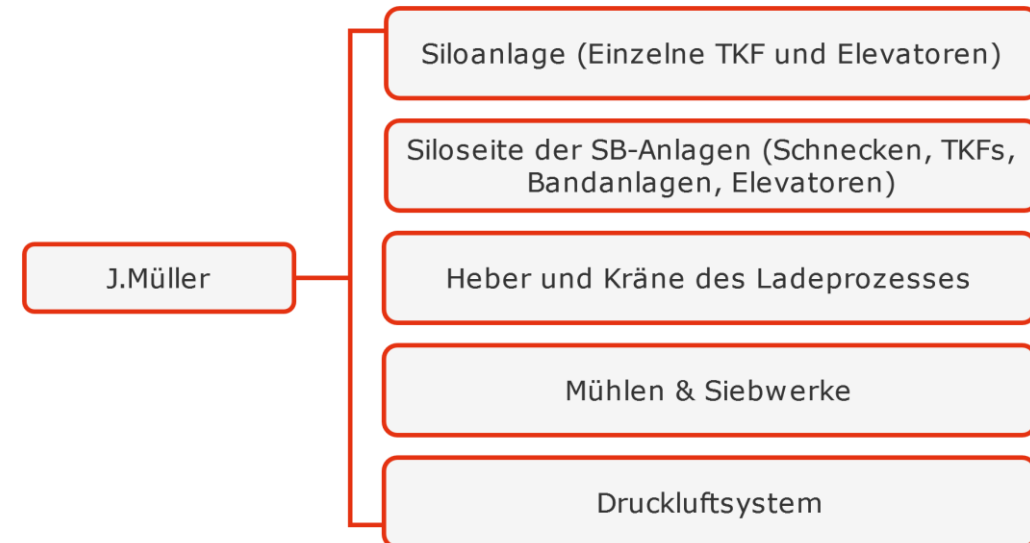


## J.Müller

277 Messpunkte

241 Verbraucher

6 Einspeisungen



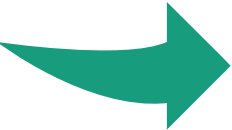
## N.Ports

- Verkauf der Krananlagen an J.Müller
- Trennung der Netze von J.Müller und N.Ports

## J.Müller

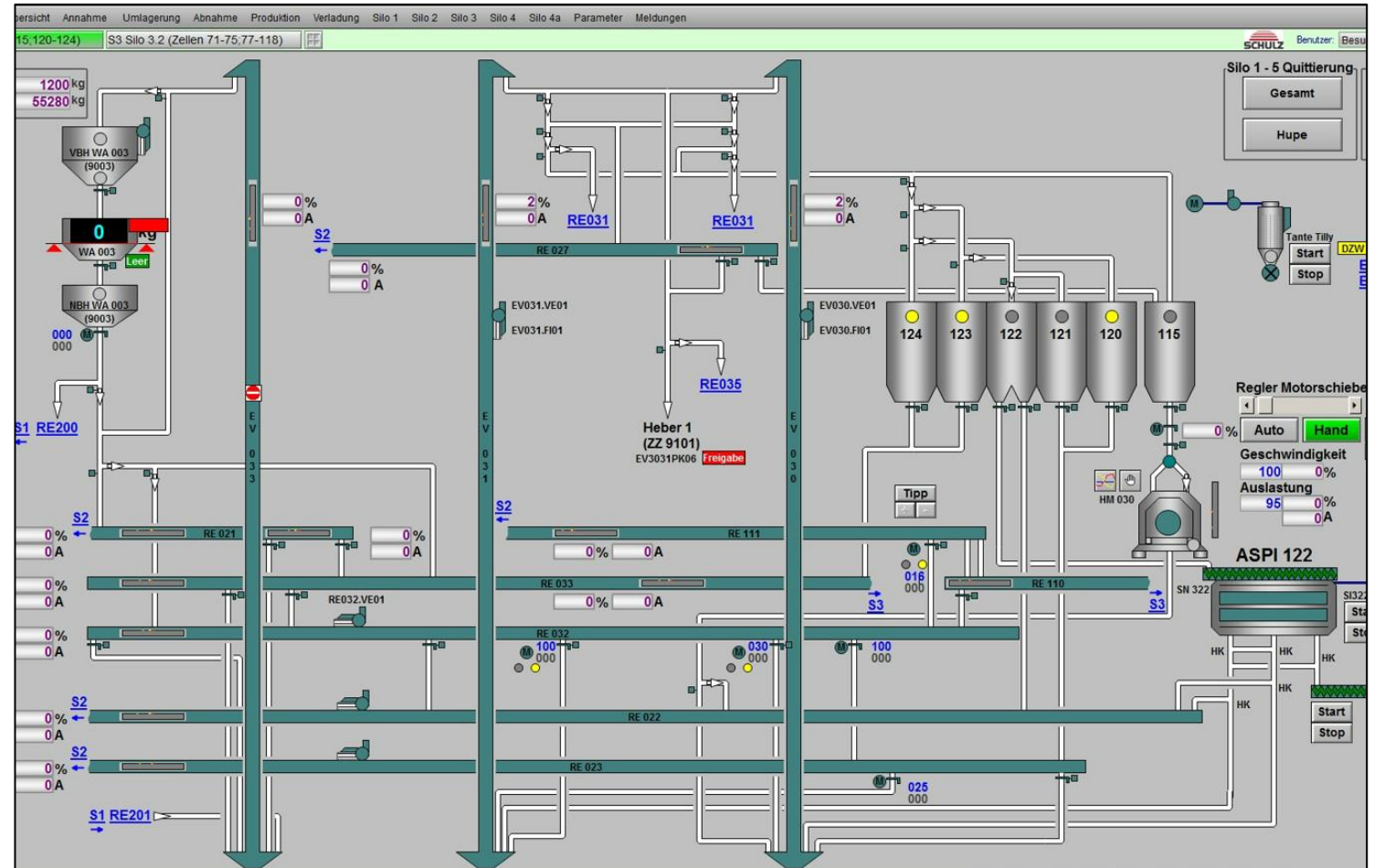
- Bezug von elektrischer Energie über eigene Einspeisungen
- Vorbereitung auf Anschaffung von PV-Anlagen
- Ausbau der elektrischen Fahrzeugflotte



- 
- Das dashPORT muss flexibel genug sein, um infrastrukturelle Änderungen abzubilden.
  - Statische Analyse der Verbraucher ist nicht ausreichend.
  - Das System muss zur laufenden Analyse befähigen.

## Vorgehensweise

- Erfassung der Prozessabhängigkeiten im Silo
- Prüfung von Sekundärdatenquellen (AIS-Daten, Schiffslisten, ...)
- Bestimmung von Off-Thresholds
- Bestimmung der Komplexität des Optimierungsproblems
- Auswahl des Algorithmus



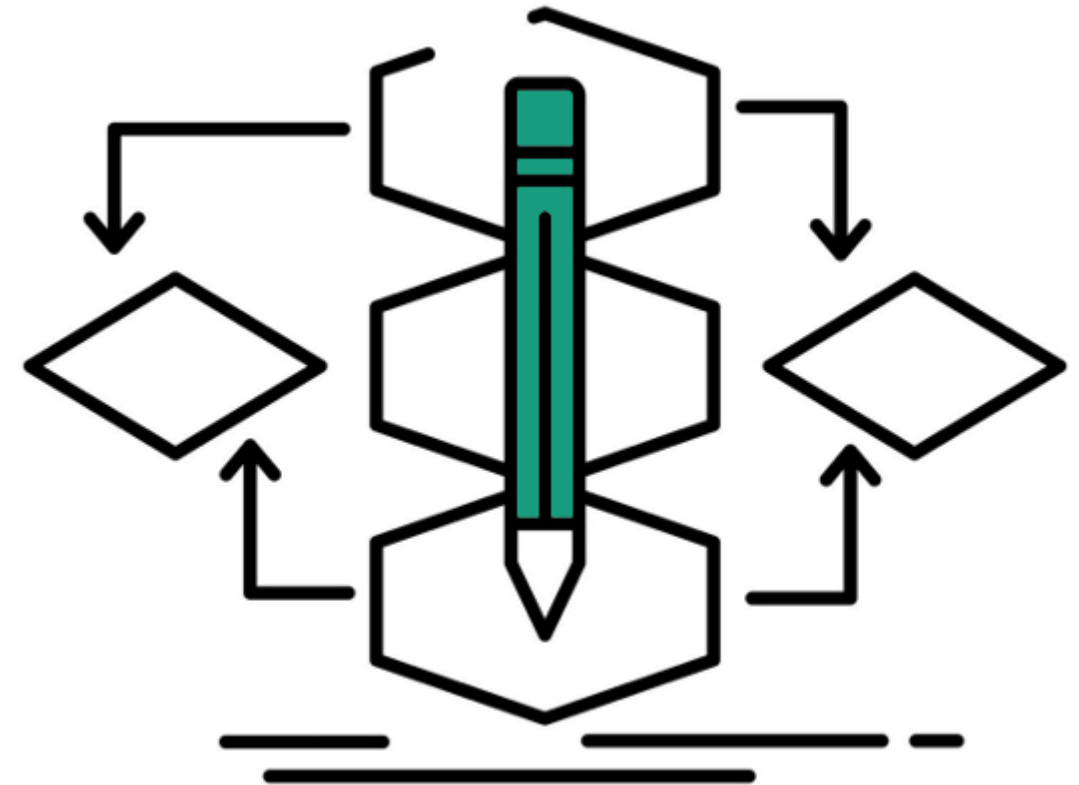
Screenshot – Siloleitwarte J.Müller



## Zentrale Frage:

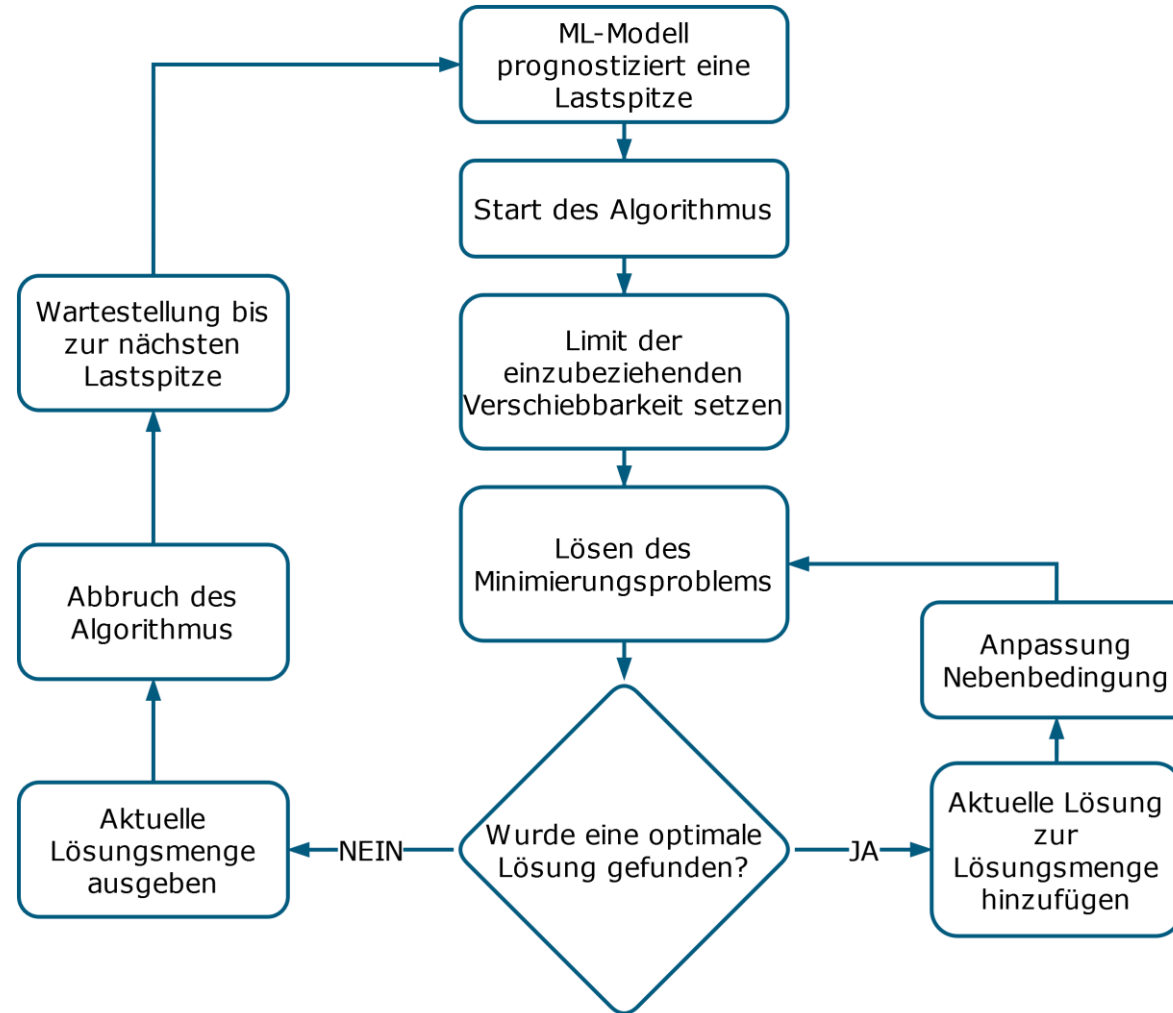
**Welche Verbraucher können ausgeschaltet werden, um eine Lastspitze zu vermeiden?**

- Konzeption Lineares Optimierungsmodell (BIP).
- Umsetzung in Python mit Coin Solver.
- Iterative Ausführung des Models mit dynamisch angepassten Nebenbedingungen, um alle möglichen Verbraucherkombinationen abzubilden.
- Validierung mit Test- und Realdaten.
- Implementierung in dashPORT.



*Darstellung nach naturwissenschaften.ch, 2022*

# Schematische Darstellung Handlungsempfehlungen

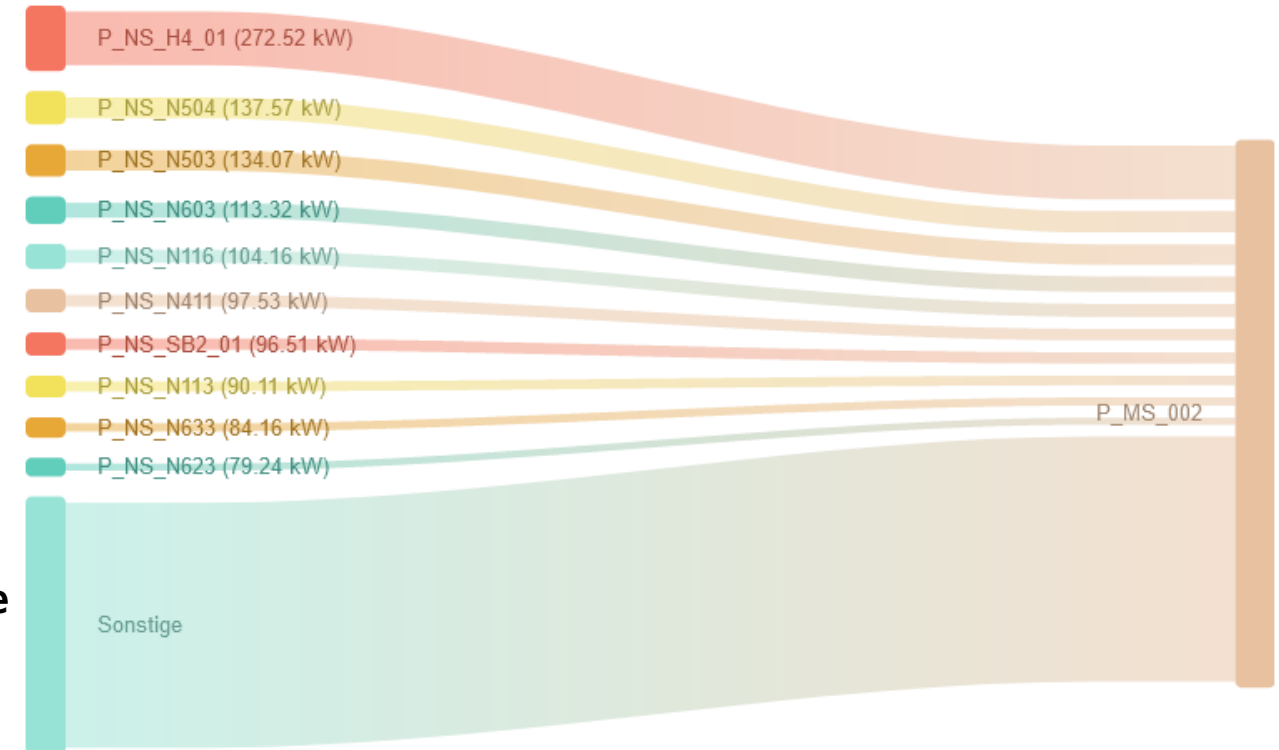


## Forensische Nachvollziehbarkeit von eingetretenen Lastspitzen

- Exportierbare Übersicht aller historischer Lastspitzen und der daran beteiligten Verbraucher im dashPORT
- Zusammenfassung der 10 größten Verbraucher in einem Sankey-Diagramm um den Analyseaufwand zu verringern

## Analyse von live- und historischen Daten einzelner Verbraucher

- Darstellung der aktuellen und historischen Lastgänge und Zählerstände aller digitalisierten Messpunkte im dashPORT



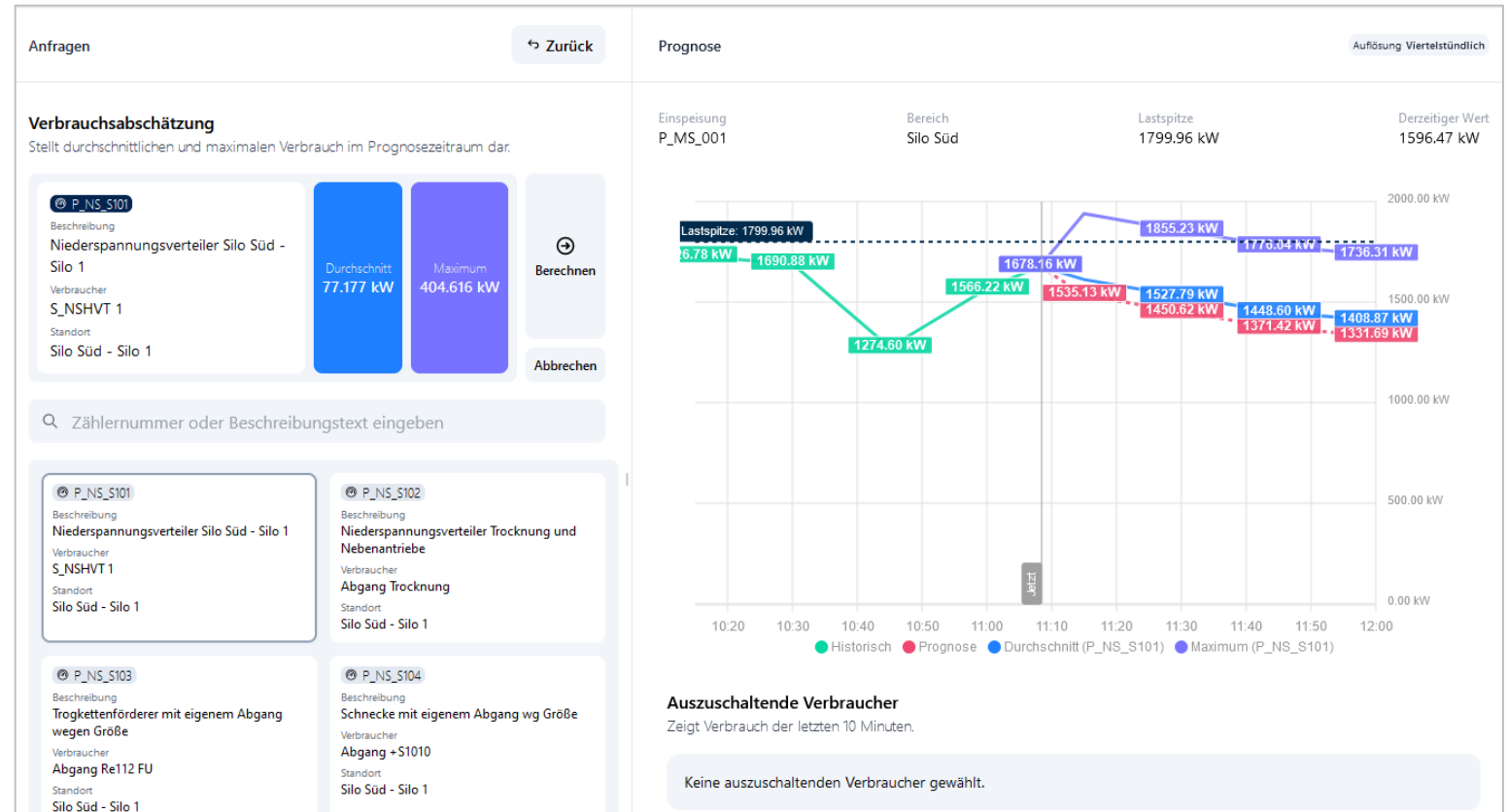
Auszug aus dashPORT - Analysetool

### Industriepartner

- **Kostreduktion**
- **Vereinfachtes Reporting**
- **Live-Überwachung**
- **Gesteigertes Energiebewusstsein**
- **Einfachere Implementierung von Micro Grids und Energiespeichersystemen**

### Energielieferant

- **Weniger reservierte Kapazität erhöht Effizienz des Netzes**



## Status Quo

- **Proof of Concept war erfolgreich**

## Herausforderungen

- **Automatische Generierung von Eingabedaten**
- **Flexibilisierung von Prozessprioritäten**
- **Vorbereitungen sind zu zeitaufwendig**

Handlungsempfehlungen

ArchivAnfragen

15.09.2022, 10:30

Lastspitze vermeiden

NICHT ANGENOMMEN

Einzusparen 125.25 kW

Bis 10:30

Abgelaufen

15.09.2022, 10:45

Lastspitze vermeiden

NICHT ANGENOMMEN

Einzusparen 45.98 kW

Bis 10:45

~15 Minuten

Einzusparen 45.98 kW

Ausgewählt 0.00 kW

Noch fehlend 45.98 kW

Bitte Vorschlag auswählen

Vorschlag #1

Einsparpotenzial 79.15 kW

Alles annehmen

P\_NS\_S421

Einsparpotenzial

Bereich Silo Süd - Silo 4

Beschreibung Elevator

Verbraucher EV042

79.15 kW

✓

Vorschlag #2

Einsparpotenzial 66.40 kW

Alles annehmen

P\_NS\_S302

Einsparpotenzial

Bereich Silo Süd - Silo 3 unten

Beschreibung Trogkettenförderer

Verbraucher Re111

66.40 kW

✓



## Zukünftige Forschung

- Ableitung agiler Prozesse direkt aus den Sensordaten
- Dynamische Verschiebbarkeitsbewertung
- Sensordatenübertragung via Funk-Mesh-Netzwerken
- Anbindung von mobilen Energieverbrauchern
- Eingliederung von Micro Grids und Energiespeichersystemen
- Betrachtung von Ereignissen im Hafen als Sekundärdatenquelle

## Übertragbarkeit

- Prinzipiell auf jegliche Betriebe übertragbar



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**

# Kontakt

---

**Julius Kühle, M.Sc.**  
**Ports and Transport Markets**  
**Mobil: +49 174 1828 187**  
**E-Mail: [julius.kuechle@cml.fraunhofer.de](mailto:julius.kuechle@cml.fraunhofer.de)**

**Manfred Constapel, M.Sc.**  
**Maritime Informatics**  
**Mobil: +49 1515 2847 387**  
**E-Mail: [manfred.constapel@cml.fraunhofer.de](mailto:manfred.constapel@cml.fraunhofer.de)**

Fraunhofer Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML  
Blohmstr. 32  
21079 Hamburg  
[www.cml.fraunhofer.de](http://www.cml.fraunhofer.de)