

# Team gapzero: Sechs Köpfe mit Fokus mathematische Optimierung



Dr.  
**Sebastian Goderbauer**

Gründer & Geschäftsführer  
**Mathematical Optimization Expert**  
2019 • Dr. Operations Research  
2014 • M.Sc. Mathematik



**Markus Kruber**

Gründer & Geschäftsführer  
**Optimization Software Expert**  
bis 2019 • Doktorand Operations Research  
2014 • M.Sc. Informatik



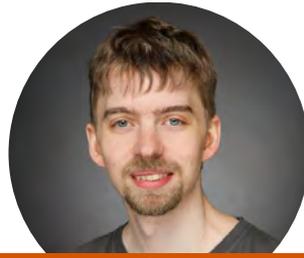
Prof. Dr.  
**Marco Lübbecke**

Gründer  
**Scientific Advisor**  
seit 2010 • Prof. Operations Research  
2001 • Dr. Mathematik



**Hendrik Höfert**

**Data & Optimization Scientist**  
2023 • M.Sc. Informatik



**Georg Wicke-Arndt**

**Optimization Software Engineer**  
2020 • M.Sc. Informatik



**Joey Budnick**

**Software Developer**  
seit 2022 • B.Sc.-Student Informatik

# Projekte von gapzero: das volle Spektrum an Optimierungsanwendungen



**LÖSUNGSENTWICKLER**  
Individual-Software mit Planungs-KI

**Wärmebehandlung von Stahl optimal abwickeln**

 **BGH** *Dirostahl*



**LÖSUNGSENTWICKLER**  
Intelligenter Planungshelfer für Sportvereine

**Personal und Sportkurse geschickter planen**



**LÖSUNGSENTWICKLER**  
Individual-Software mit Planungs-KI

**Ewigkeitsaufgabe energieoptimal erfüllen**





**LÖSUNGSENTWICKLER**  
Individual-Software mit Planungs-KI

**Logistikflotte optimal einsetzen**

**adesso**



**ENTWICKLUNGSPARTNER**  
Branchenlösung E.ON IQ Energy für energieintensive Industrien

**Papierproduktion optimal steuern**

**e-on**



**BERATUNGSLEISTUNG**  
Für Arbeitsgruppe des Bundestagspräsidenten

**Neue Wahlkreise für Reform:  
Optimal nach Recht & Gesetz**

 | Der Bundeswahlleiter



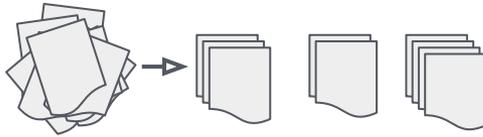






*bei manueller Planung  
pro Tag: ~600 Aufträge  
mit ~3.000 Teilen*

*pro Teil: zahlreiche planungs-  
relevante Parameter*



*26 Wärmebehandlungsöfen*

*5 Härtebecken mit 3 versch. Medien  
6 Arten an Handlingsgeräten*

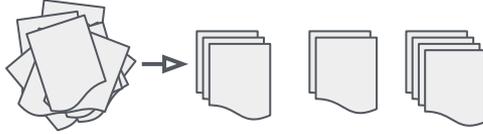


## Bildung der Lose

- per Experten-Hand
- Papier und per Daten-Filterfunktion im PLS
- manueller Aufwand:  
½ Arbeitstag für 1 Tag Produktion

## zeitliche Anlagenbelegung

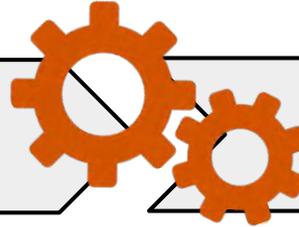
- spontan und händisch in Wärmebehandlungshalle
- keine Vorplanung
- fehlende zeitliche Übersicht



-2 erweiterter Auftragspool



**automatische  
Bildung der Lose**



**intelligente  
Plantafel**



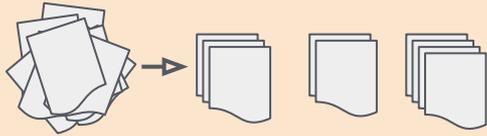
Anlagenüberwachung 

- algorithmische Losbildung
- erweiterte Nutzung Auftrags-Pool
- berücksichtigt alle WB-technische Vorgaben und Experten-Inputs
- automatisch optimierte Planung
- in „real-time“ angepasster Blick in die Zukunft der Anlagenbelegung
- berücksichtigt Live-Dauer aus Anlagenüberwachung



integriert und benutzbar im PLS der Wärmebehandlung

Nur auf Anweisung: menschliche Experten legen Vorgaben und Leitplanken fest, innerhalb derer sich die math. Planungsoptimierung bewegen darf



**automatische  
Bildung der Lose**

## zu treffende Entscheidungen

- Welche WB-Aufträge **bilden ein WB-Los**?
- pro WB-Los: Welchem WB-Schritt wird **welche Anlagengruppe zugeordnet**?

## zu berücksichtigende Vorgaben

Pro WB-Los:

- enthaltene WB-Aufträge **zur selben Zeit zur Verfügung**
- **wärmebehandlungstechnische Vorgaben:**  
gewisse Übereinstimmung in u.a. folgenden Parameter:
  - Temperatur, Haltezeit,
  - Abkühlmedium, Tauchzeit, Liegezeit
  - ..
- **geeignete Anlagengruppe** pro WB-Schritt:
  - **Parameter** des WB-Schritts (z.B. Temperaturprofil) in Ofen/Becken umsetzbar
  - **Gewicht:** zulässiges Gesamtgewicht des Ofens/Becken
  - **Packmaß:** Werkstücke passen zusammen in Ofen/Becken (auch unter Berücksichtigung von Abstandsvorgaben)
  - **Handling:** Los kann in Ofen/Becken befördert werden

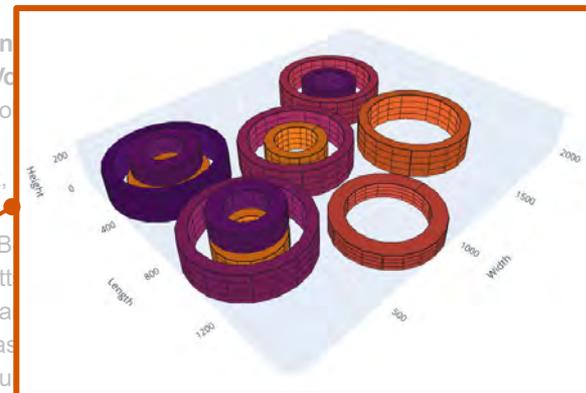
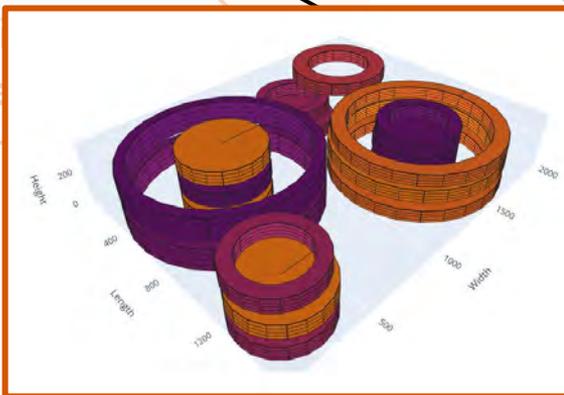
## zu optimierende Zielgrößen

- “Lose voll machen”: hohe Auslastung der Öfen ermöglichen



B-Los?  
Wird welche Anlagengruppe zugeordnet?

automat  
Bildung de



gewisse Oberflächengestaltung in d.h. für  
Temperatur, Haltezeit,  
Abkühlmedium, Tauchzeit,  
...

zugeordnete Anlagengruppe pro WB  
Parameter des WB-Schritt  
Gewicht: zulässiges Gesa

**Packmaß:** Werkstücke pas  
(auch unter Berücksichtigu

**Handling:** Los kann in Ofen/Becken befördert werden

**Ende Zielgrößen**

„Losse voll machen“: hohe Auslastung der Öfen ermöglichen



**intelligente  
Plantafel**

## zu treffende Entscheidungen

pro WB-Los und pro WB-Schritt:

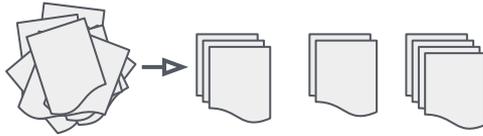
- In **welchem Ofen/Becken** wird
- **von wann bis wann** das Los behandelt?

## zu berücksichtigende Vorgaben

- **Exklusivität:** Ofen/Becken nur maximal mit einem WB-Los während dessen Behandlungsdauer belegt
- **Anlagengruppe:** Ofen/Becken gehört zur bei Losbildung zugewiesenen Anlagengruppe
- **Übergabezeit:** zeitliche Restriktionen zwischen den WB-Schritten
  - alternativ: **Nachwärmen**
- **Zeitrahmen:** frühestmöglicher Beginn oder Deadline des Loses

## zu optimierende Zielgrößen

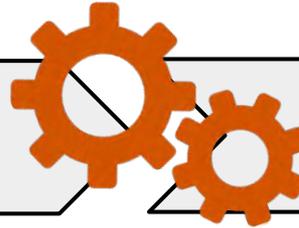
- möglichst **hohe, zeitlich kompakte Auslastung** der Öfen
- möglichst **Übergabezeiten einhalten**, um Nachwärmen zu vermeiden



-2 erweiterter Auftragspool



**automatische  
Bildung der Lose**



**intelligente  
Plantafel**



Anlagenüberwachung 

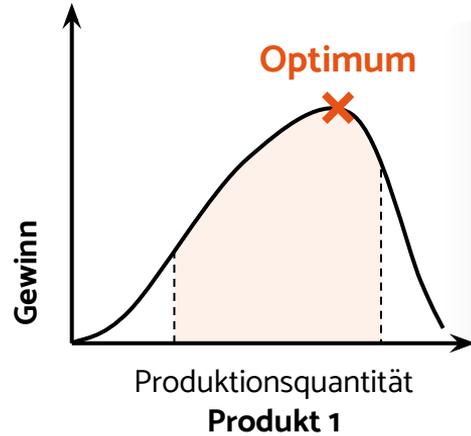
- algorithmische Losbildung
- erweiterte Nutzung Auftrags-Pool
- berücksichtigt alle WB-technische Vorgaben und Experten-Inputs
- automatisch optimierte Planung
- in „real-time“ angepasster Blick in die Zukunft der Anlagenbelegung
- berücksichtigt Live-Dauer aus Anlagenüberwachung



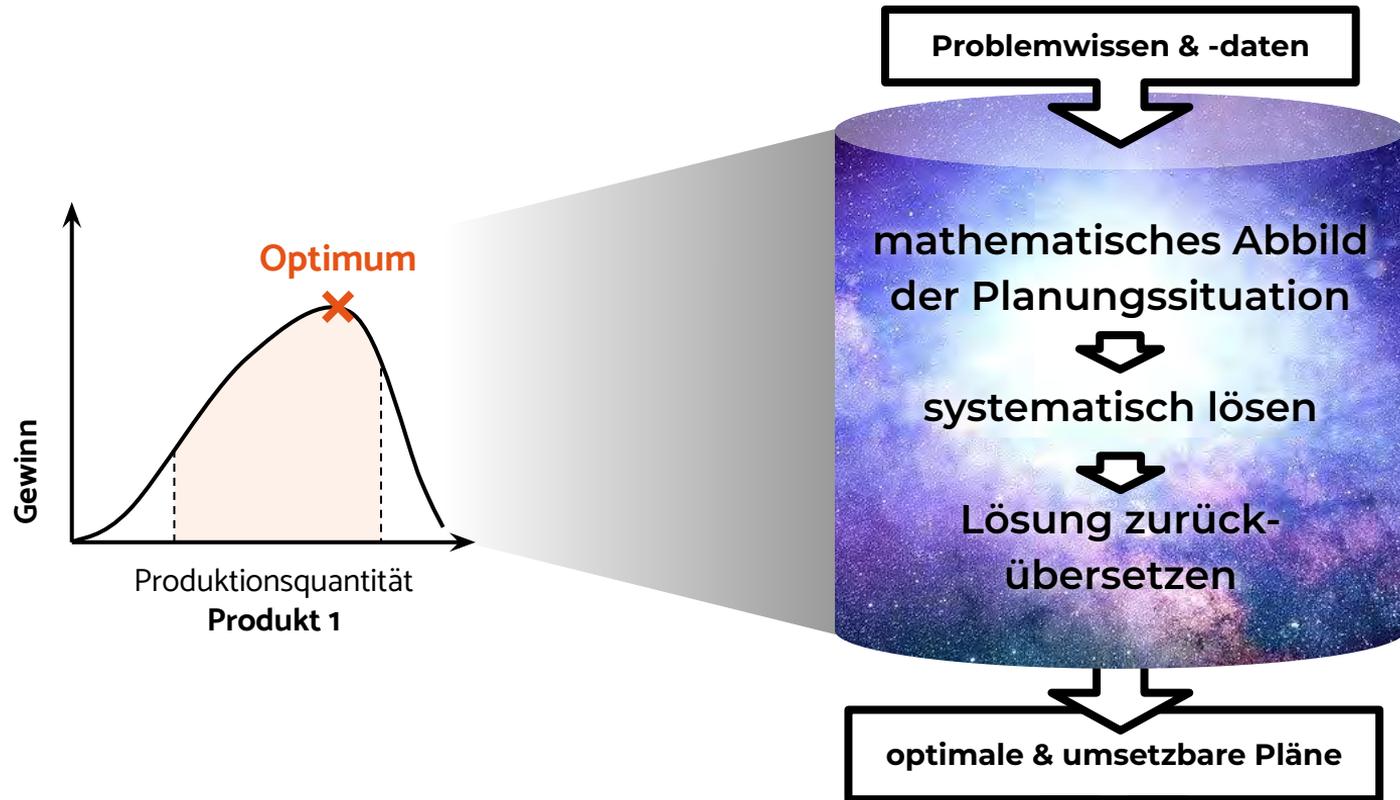
integriert und benutzbar im PLS der Wärmebehandlung

Nur auf Anweisung: menschliche Experten legen Vorgaben und Leitplanken fest, innerhalb derer sich die math. Planungsoptimierung bewegen darf

# Wie das geht? ... mit perfekt angewandte Mathematik



# Wie das geht? ... mit perfekt angewandte Mathematik



# Grundlagen einer erfolgreichen mathematischen Optimierung mit gapzero



## Bereitschaft

... zur Veränderung, ... zum Hinterfragen, ... zum Festlegen

## Expertenwissen

zur Problemstellung



## Daten

in digitaler Form

## Planungssituation = Optimierungsproblem

1) komplexe, miteinander verflochtene Teilentscheidungen 2) Pläne und Entscheidungen sind bewertbar 3) ↗ Ressourceneffizienz = ↗ Erfolg



## Ressourceneffizienz (VGT1, GLH)

### Verbesserung und Homogenisierung der Anlagennutzung/-belegung/-auslastung

- Ø 50% Ofenauslastung pro Ofenreise (2022)
- ⇒ Erhöhung auf Ø 70% Ofenauslastung pro Ofenreise
- ⇒ Betrieb der Öfen näher an ihrem Auslegungspunkt ⇒ geringerer spezifischer Energiebedarf
- ⇒ Abschaltung von Ø 2 Öfen

↑ - 2,65 Mio. kWh/a (Gas) ≈ - 471 t CO<sub>2</sub>/a ≈ - 90.000,-- €/a

### Reduzierung von Mehraufwand (Nachwärmern) und Leerzeiten

- 4000 Ofenreisen, davon 460 x Nachwärmern (2022)
- 65000 h Ofenbetrieb, davon 2250 h Nachwärmern und 21000 h Leerzeiten (2022)
- ⇒ Reduzierung Nachwärmern und Leerzeiten um Ø 80%

↑ - 2,81 Mio. kWh/a (Gas) ≈ - 500 t CO<sub>2</sub>/a ≈ - 94.000,-- €/a

### Reduzierung von Nacharbeit (Nachanlassen, Nachhärten, Nachvergüten)

- Ø 15% Nacharbeit (2022)
- ⇒ Halbierung der Nacharbeitsquote

↑ - 0,41 Mio. kWh/a (Gas) ≈ - 73 t CO<sub>2</sub>/a ≈ - 14.000,-- €/a

NEU Detektion von „Solisten“ (WBA, die mit keinem anderen WBA kombinierbar sind)

**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit.**



**Dr. Sebastian Goderbauer**

✉ [goderbauer@gapzero.de](mailto:goderbauer@gapzero.de)

☎ +49 175 4705 265

<https://gapzero.de>



**Dr. Guido Mittler**

✉ [gmittler@dirostahl.de](mailto:gmittler@dirostahl.de)

☎ +49 2191 593 258

<https://dirostahl.com>