



Optimierte getaktete Montage im Maschinenbau

# Planung mit Anspruch

Philipp&Philipp



# Agenda

Wer erzählt was?

**1** Warum stehen wir zwei hier? Philipp

---

**2** Was beschäftigt die TRUMPF Schweiz AG? Philipp

---

**3** Was ist der TruMPB? Philipp

---

**4** Wie sieht die Lösung aus? PROTOTYP Philipp

---

**5** Wie ist der aktuelle Stand? PROTOTYP Philipp

---

# Schnittmengen

Drei sind keiner zu viel

## Value

TRUMPF Schweiz AG

Philipp Kuske

**TRUMPF**

**GUTES**

## Mission

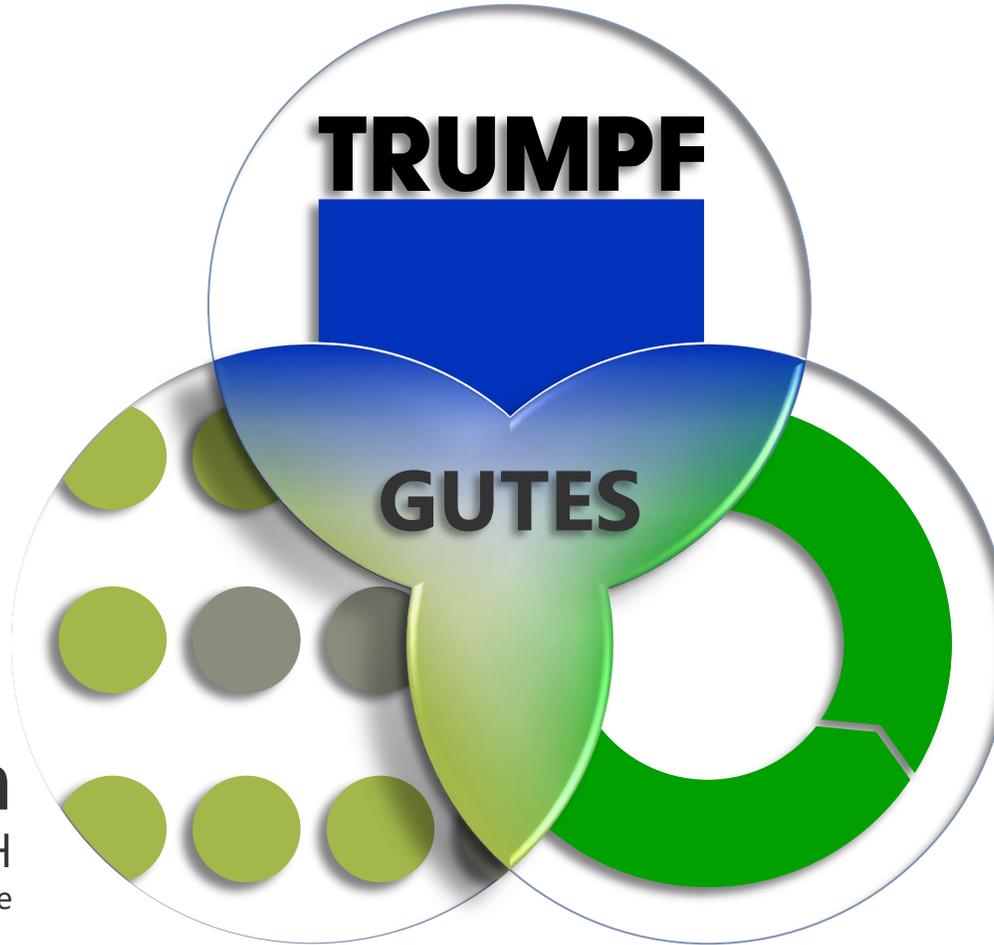
Concatenate Consulting GmbH

Philipp Puhane

## Vision

ampte.ch GmbH

Philipp Wagner



Georg-Volkmar Graf Zedtwitz-Arnim

*„Tu*  
**GUTES**  
*und rede darüber.“*



# TRUMPF Schweiz AG



# TRUMPF

## Das Synchro Produktionssystem

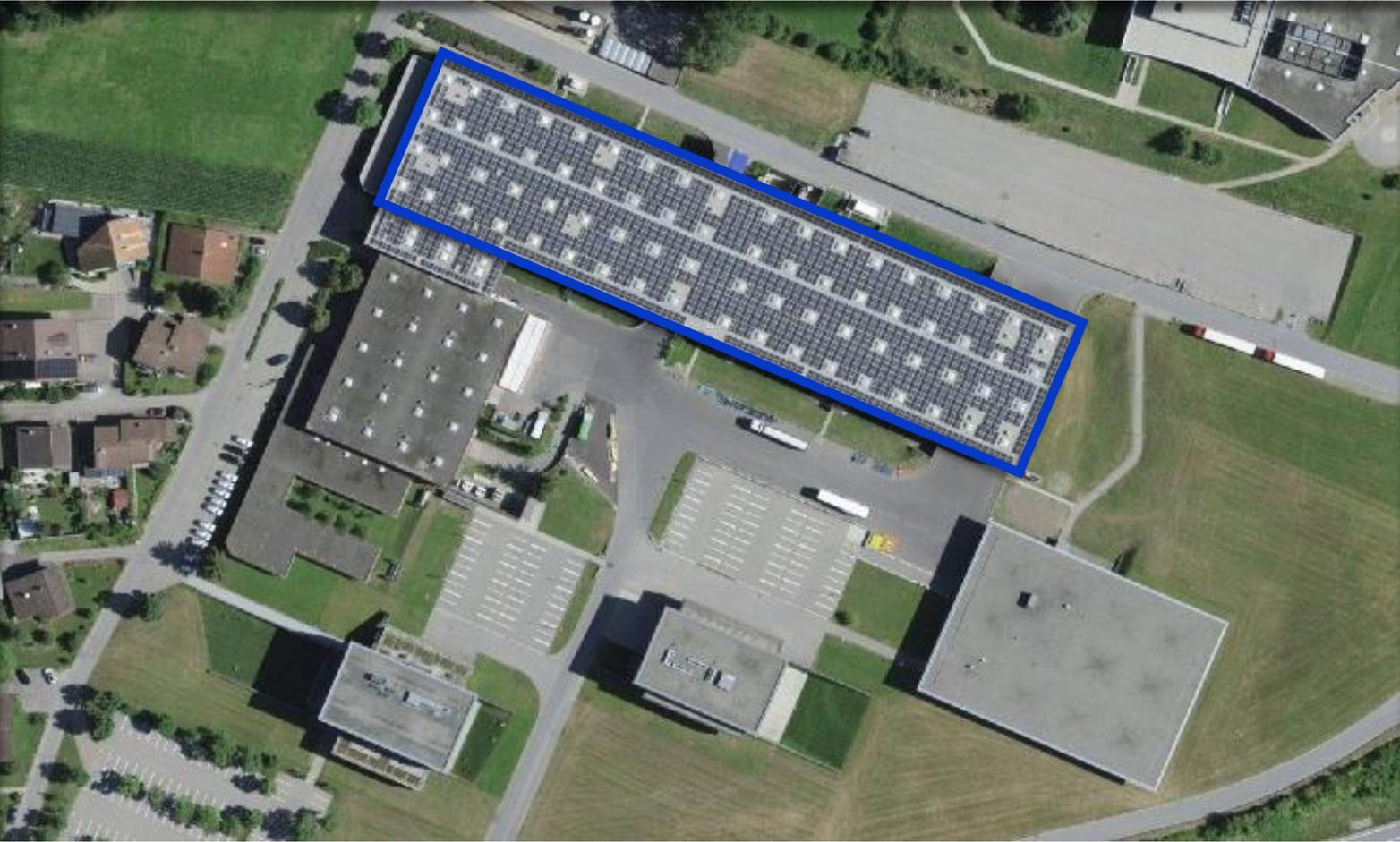
### Vieles richtig gemacht seit 1998

- Als **Vorreiter** der Diffusion schlanker Produktionssysteme vom Automobil- zum Werkzeugmaschinenbau hat sich die TRUMPF GmbH & Co. KG erstmals engagiert.
- TRUMPF hat bereits 1998 schlanke Produktionssysteme im Werkzeugmaschinenbau erstmals **erfolgreich** implementiert.
- Drastische Durchlaufzeitreduzierungen und Produktivitätsverbesserungen wurden durch Preise wie **„Fabrik des Jahres 2002“** honoriert.
- Schlanke Produktion nach dem TRUMPF SYNCHRO Produktionssystem wurde so zum **Vorbild** vieler Werkzeugmaschinenhersteller für effiziente Montageprozesse.



# TRUMPF Schweiz AG

Endmontage 2D-Laserschneidmaschinen



6'400 m<sup>2</sup> Produktionsfläche  
2 Fließlinien  
10 – 12 Standplätze  
750 Mitarbeitende (TCH total)

# TRUMPF Schweiz AG

## Portfolio



### **Serie 3000 fiber**

4 Typen

4 Formate



### **Serie 5000 fiber**

2 Typen

3 Formate



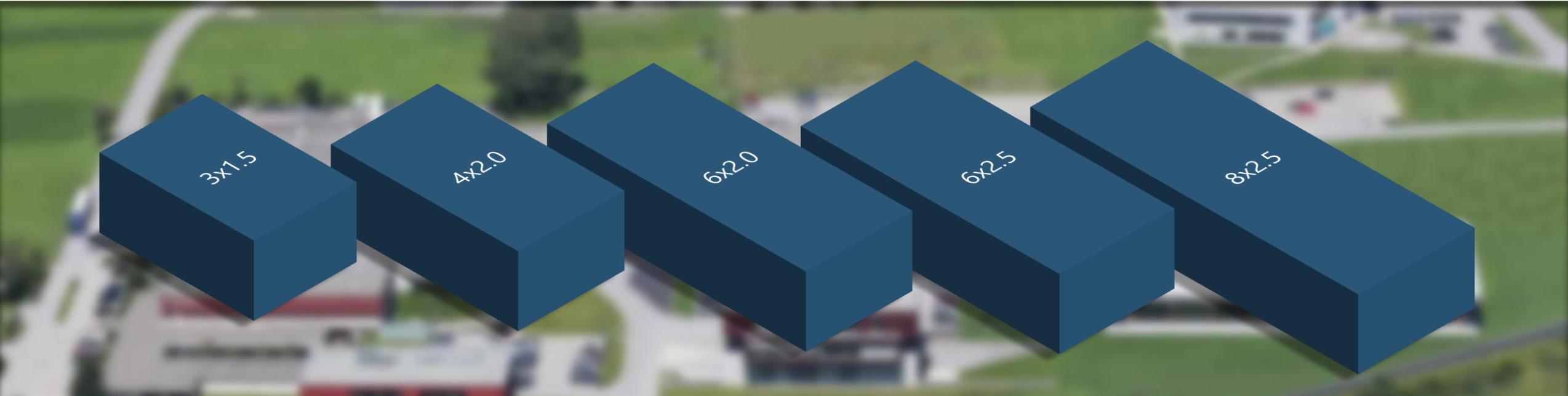
### **Serie 3000 co2**

2 Typen

2 Formate

# TRUMPF Schweiz AG

Varianz



1

1.3

2

2

3

Durchlaufzeit Endmontage  
[Faktor]



*„Es ist nicht die stärkste Spezies die überlebt, auch nicht die intelligenteste, es ist diejenige, die sich am ehesten dem **Wandel** anpassen kann.“*

Charles Darwin

# TRUMPF Schweiz AG

## Auswirkungen

### Erkenntnisse

Steigender Aufwand trotz schlanker Produktion!



Getaktete Fließlinie ist super, aber nicht für alles!

TRUMPF Modularer Produktions Baukasten



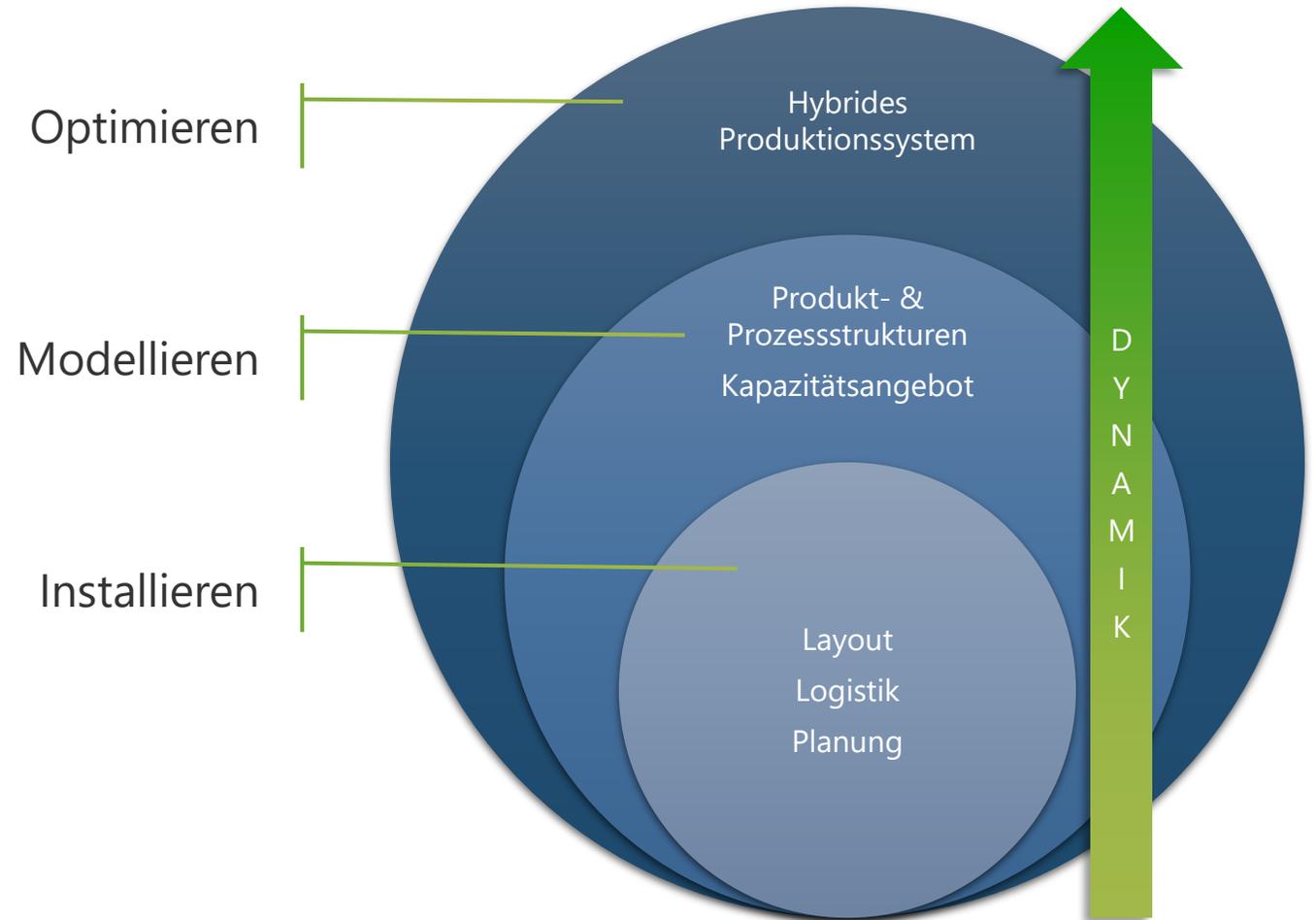
TruMPB



# TruMPB

Anpruch

*„Flexibilität,  
Wandlungsfähigkeit  
und Effizienz auf  
höchstem Niveau.“*



# TruMPB

Hybrides Produktionssystem

## Physische Fließlinie

Produkt fließt zu den Ressourcen

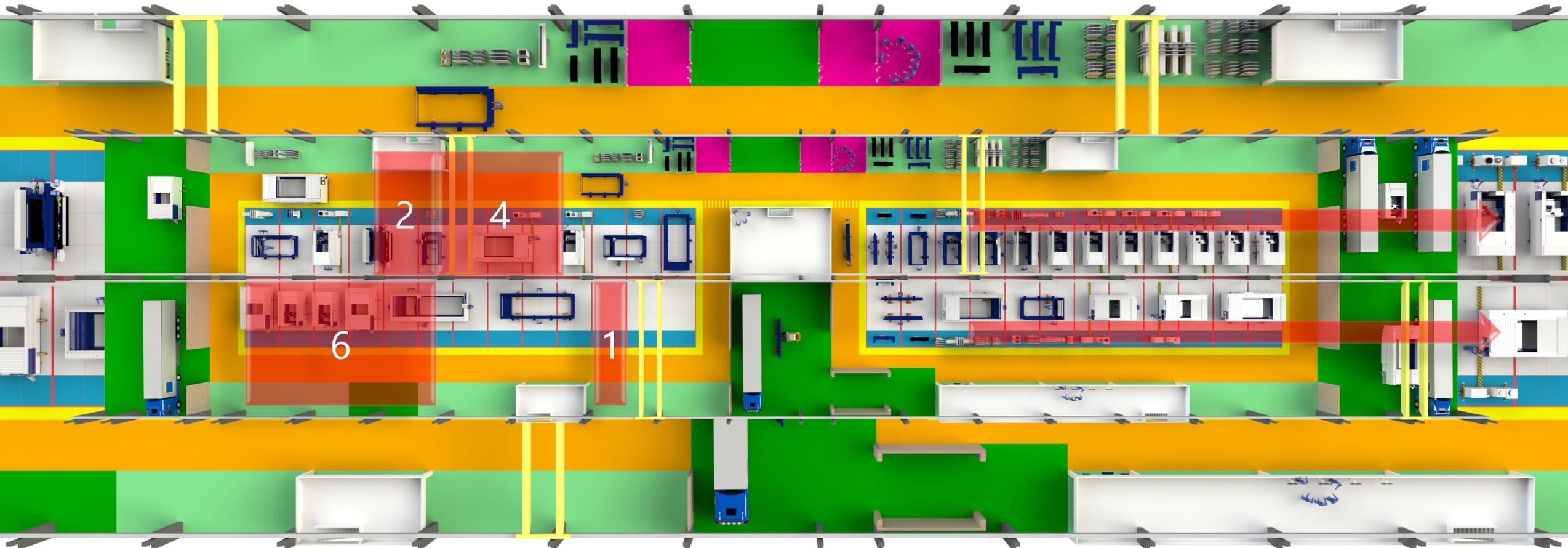


## Virtuelle Fließlinie

Ressourcen fließen zum Produkt

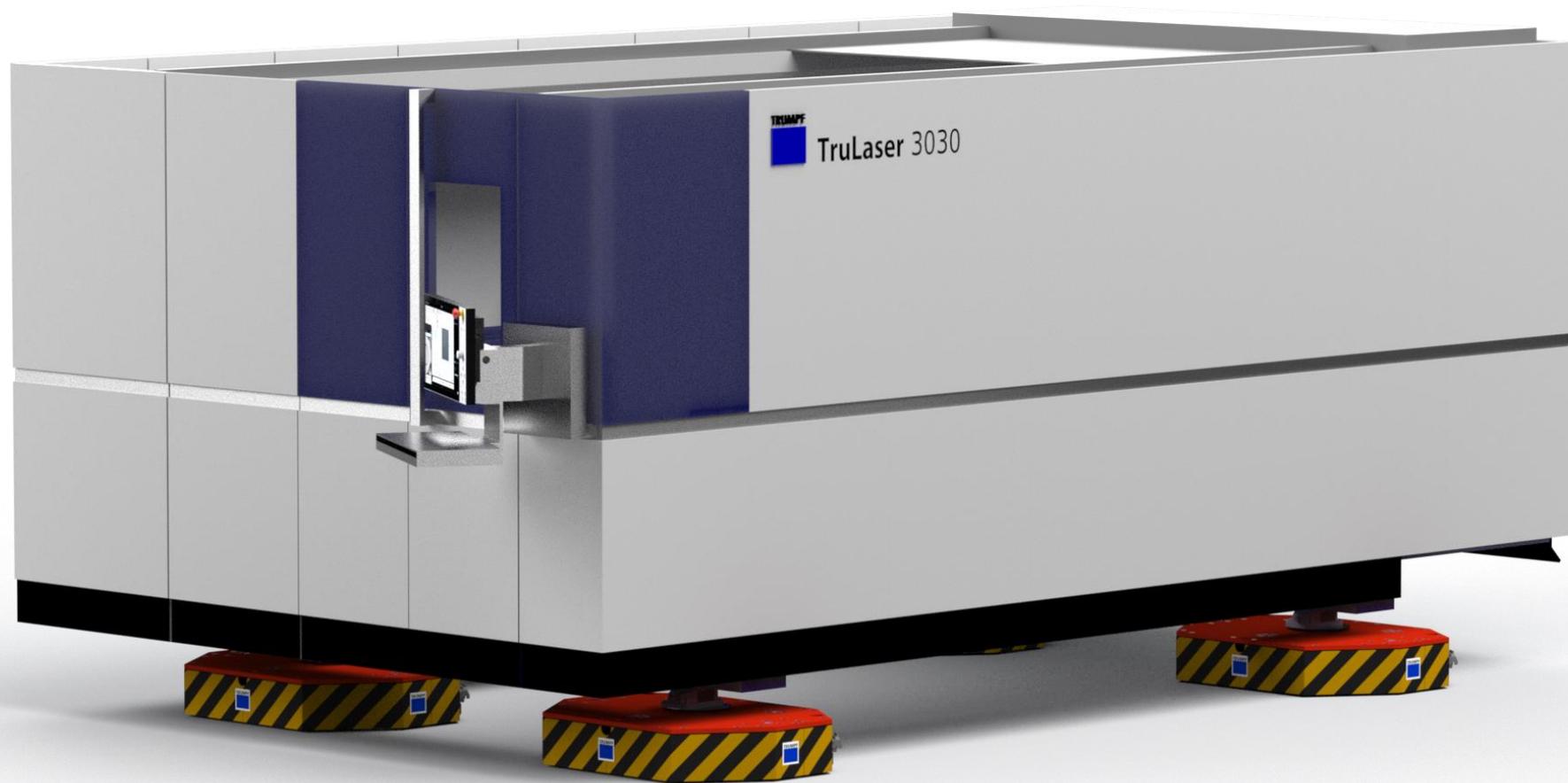
# TruMPB

## Layout



# TruMPB

## Logistik



# TruMPB

## Planung

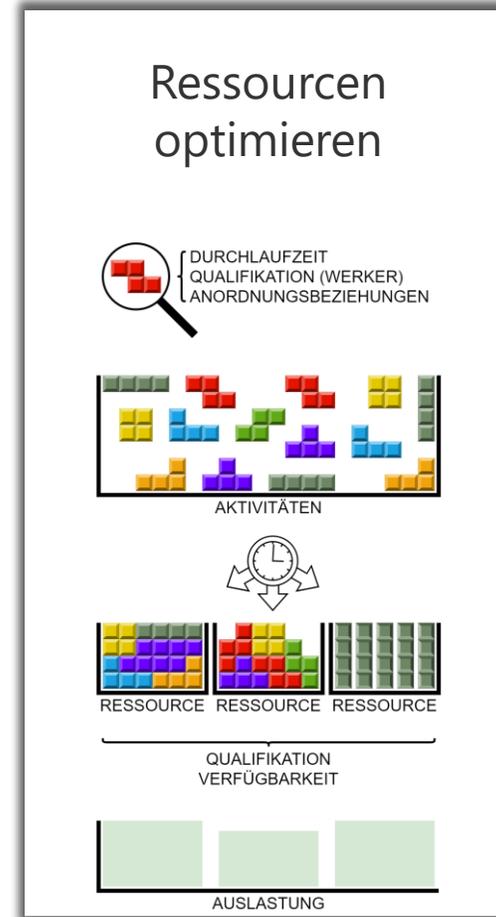
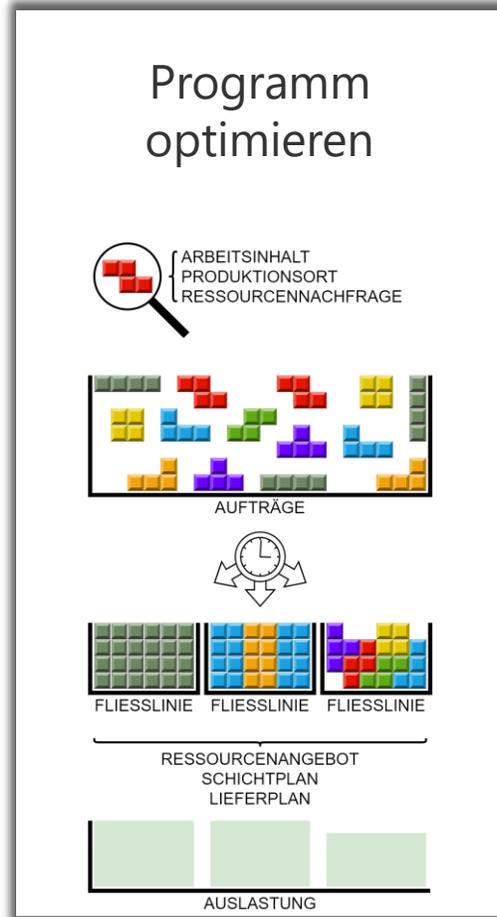
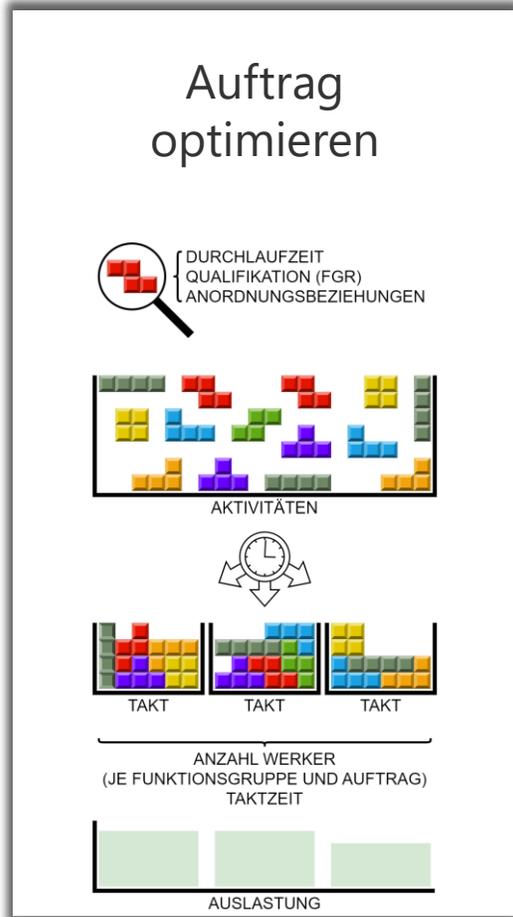


# Lösung



# Die drei ???

## Optimierungsprobleme in der Produktion



# Anspruch an die Stammdatenpflege

Verwaltete Stammdatensätze



74

Ist

1

Soll

# Stammdaten

## Produktstruktur und Prozessstruktur

SAP Materialstückliste anzeigen: Positionsübersicht Allgemein

Material: PWA\_PLL01 TRUMPF PLL01 Baukasten 2D-Laser  
 Werk: 2000 Plant Düsseldorf  
 Alternative: 1

Position Gültigkeit Einstieg

Material	Dokument	Klasse	Allgemein			
Pos.	PTp	Komponente	Komponentenbezeichnung	Menge	ME	SortBegr.
<input type="checkbox"/> 0010	N	<a href="#">PWA_CMP-101</a>	PLL01 Seitenträger links	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0020	N	<a href="#">PWA_CMP-102</a>	PLL01 Seitenträger rechts	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0030	L	<a href="#">PWA_CMP-025</a>	Schraube M24x80	24,000	ST	0060
<input type="checkbox"/> 0040	L	<a href="#">PWA_CMP-026</a>	Dichtungsband	1	M	0401
<input type="checkbox"/> 0041	L	<a href="#">PWA_CMP-026</a>	Dichtungsband	1	M	0411
<input type="checkbox"/> 0050	L	<a href="#">PWA_CMP-027</a>	Schmierfett	1	L	0400
<input type="checkbox"/> 0051	L	<a href="#">PWA_CMP-027</a>	Schmierfett	1	L	0410
<input type="checkbox"/> 0060	L	<a href="#">PWA_CMP-028</a>	Zahnstange	1,000	ST	0400
<input type="checkbox"/> 0061	L	<a href="#">PWA_CMP-028</a>	Zahnstange	1,000	ST	0410
<input type="checkbox"/> 0070	L	<a href="#">PWA_CMP-029</a>	Abdeckung Traverse	1,000	ST	0050
<input type="checkbox"/> 0080	L	<a href="#">PWA_CMP-030</a>	Paletteneinzug Schwert	1,000	ST	0070
<input type="checkbox"/> 0090	L	<a href="#">PWA_CMP-031</a>	Paletteneinzug Endanschlag	1,000	ST	0080
<input type="checkbox"/> 0100	L	<a href="#">PWA_CMP-032</a>	Paletteneinzug Kettenabdeckung 3000	1,000	ST	0090
<input type="checkbox"/> 0110	L	<a href="#">PWA_CMP-033</a>	Paletteneinzug Kettenabdeckung 4000	1,000	ST	0090
<input type="checkbox"/> 0120	L	<a href="#">PWA_CMP-034</a>	Paletteneinzug Kettenabdeckung 6000	1,000	ST	0090
<input type="checkbox"/> 0130	L	<a href="#">PWA_CMP-035</a>	Paletteneinzug Kettenabdeckung 8000	1,000	ST	0090
<input type="checkbox"/> 0140	L	<a href="#">PWA_CMP-036</a>	Geräteblech, vormontiert	1,000	ST	0100
<input type="checkbox"/> 0150	L	<a href="#">PWA_CMP-037</a>	Geräteblech Kabelsatz, konfektioniert	1,000	ST	0110

SAP Materialstückliste anzeigen: Positionsübersicht Allgemein

Material: PWA\_PLL01 TRUMPF PLL01 Baukasten 2D-Laser  
 Werk: 2000 Plant Düsseldorf  
 Alternative: 1

Position Gültigkeit Einstieg

Material	Dokument	Klasse	Allgemein			
Pos.	PTp	Komponente	Komponentenbezeichnung	Menge	ME	SortBegr.
<input type="checkbox"/> 0010	A	<a href="#">PWA_ACT-0010</a>	Grundkörper Seitenträger links rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0020	A	<a href="#">PWA_ACT-0020</a>	Grundkörper Seitenträger rechts rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0030	A	<a href="#">PWA_ACT-0030</a>	Grundkörper Seitenträger links vorbereit	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0040	A	<a href="#">PWA_ACT-0040</a>	Grundkörper Seitenträger rechts vorbereit	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0050	A	<a href="#">PWA_ACT-0050</a>	Grundkörper Traverse vorbereiten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0060	A	<a href="#">PWA_ACT-0060</a>	Grundkörper Verbindungselemente rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0070	A	<a href="#">PWA_ACT-0070</a>	Paletteneinzug Schwert montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0080	A	<a href="#">PWA_ACT-0080</a>	Paletteneinzug Endanschlag montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0090	A	<a href="#">PWA_ACT-0090</a>	Paletteneinzug Kettenabdeckung montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0100	A	<a href="#">PWA_ACT-0100</a>	Indexierung Geräteblech montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0110	A	<a href="#">PWA_ACT-0110</a>	Indexierung Geräteblech Leitungen verleg	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0120	A	<a href="#">PWA_ACT-0120</a>	Transportsystem rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0130	A	<a href="#">PWA_ACT-0130</a>	Grundkörper vormontieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0131	A	<a href="#">PWA_ACT-0131</a>	Grundkörper vormontieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0140	A	<a href="#">PWA_ACT-0140</a>	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0141	A	<a href="#">PWA_ACT-0141</a>	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0150	A	<a href="#">PWA_ACT-0150</a>	Förderband einsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/> 0151	A	<a href="#">PWA_ACT-0151</a>	Förderband einsetzen	1,000	ST	

# Stammdaten

## Prozessstruktur mit Aktivitäten und Ressourcen

SAP Materialstückliste anzeigen: Positionsübersicht Allgemein

Material: PWA\_PLL01 TRUMPF PLL01 Baukasten 2D-Laser  
 Werk: 2000 Plant Düsseldorf  
 Alternative: 1

Position Gültigkeit Einstieg

Pos.	PTp	Komponente	Komponentenbezeichnung	Menge	ME	SortBegr.	
<input type="checkbox"/>	0010	A	PWA_ACT-0010	Grundkörper Seitenträger links rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0020	A	PWA_ACT-0020	Grundkörper Seitenträger rechts rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0030	A	PWA_ACT-0030	Grundkörper Seitenträger links vorbereit	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0040	A	PWA_ACT-0040	Grundkörper Seitenträger rechts vorberei	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0050	A	PWA_ACT-0050	Grundkörper Traverse vorbereiten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0060	A	PWA_ACT-0060	Grundkörper Verbindungselemente rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0070	A	PWA_ACT-0070	Paletteneinzug Schwert montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0080	A	PWA_ACT-0080	Paletteneinzug Endanschlag montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0090	A	PWA_ACT-0090	Paletteneinzug Kettenabdeckung montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0100	A	PWA_ACT-0100	Indexierung Geräteblech montieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0110	A	PWA_ACT-0110	Indexierung Geräteblech Leitungen verleg	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0120	A	PWA_ACT-0120	Transportsystem rüsten	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0130	A	PWA_ACT-0130	Grundkörper vormontieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0131	A	PWA_ACT-0131	Grundkörper vormontieren	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0140	A	PWA_ACT-0140	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0141	A	PWA_ACT-0141	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0150	A	PWA_ACT-0150	Förderband einsetzen	1,000	ST	
<input type="checkbox"/>	0151	A	PWA_ACT-0151	Förderband einsetzen	1,000	ST	

Editor

SPARENT.PWA\_TYP <> 'L94'

SAP Materialstückliste anzeigen: Positionsübersicht Allgemein

Material: PWA\_ACT-0160 Grundkörper ausrichten / montieren  
 Werk: 2000 Plant Düsseldorf  
 Alternative: 1

Position Gültigkeit Einstieg

Pos.	PTp	Komponente	Komponentenbezeichnung	Menge	ME	Gültig ab	
<input type="checkbox"/>	0010	F	PWA_FGR-003	Endmontage Mechanik	22	MIN	04.04.2023
<input type="checkbox"/>	2010	H	PWA_REQ-001	Minilevel	4,000	ST	04.04.2023
<input type="checkbox"/>	2020	H	PWA_REQ-002	Lineal 1,5m	1,000	ST	04.04.2023
<input type="checkbox"/>	2020	H	PWA_REQ-003	Lineal 2,5m	1,000	ST	04.04.2023
<input type="checkbox"/>	5010	E	PWA_ACT-0140	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	1,000	ST	04.04.2023
<input type="checkbox"/>	5020	E	PWA_ACT-0150	Förderband einsetzen	1,000	ST	04.04.2023

Editor

SROOT.PWA\_LAENGE\_Y\_ACHSE <> '1500'

Editor

```

SSELF.G_MENGE_HA = 22 * PWA_ZEITFAKTOR
IF
SROOT.PWA_LAENGE_X_ACHSE = '3000',

SSELF.G_MENGE_HA = 27 * PWA_ZEITFAKTOR
IF
SROOT.PWA_LAENGE_X_ACHSE = '4000',

SSELF.G_MENGE_HA = 35 * PWA_ZEITFAKTOR
IF (
SROOT.PWA_LAENGE_X_ACHSE = '6000'
OR
SROOT.PWA_LAENGE_X_ACHSE = '8000'
).
    
```

# Anspruch an Austaktung

Aufwand [h]

1184

Ist

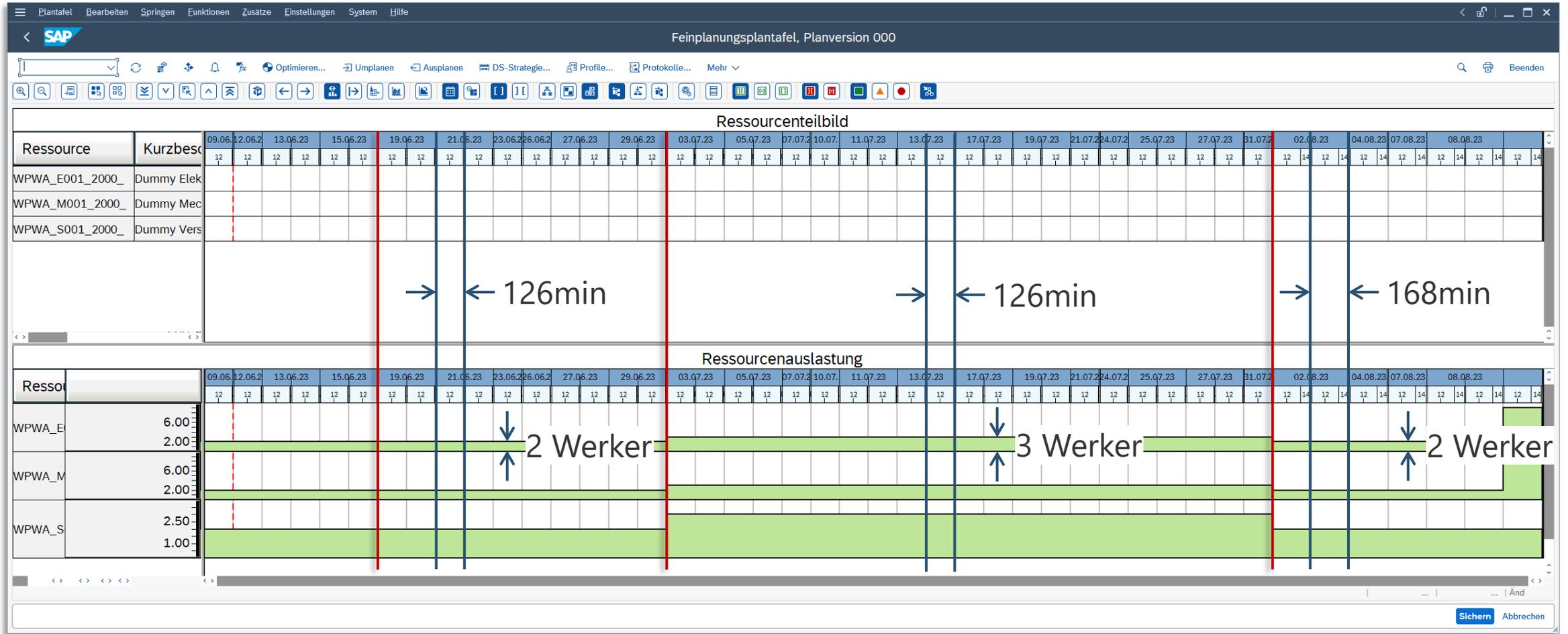
0

Soll

Zur Erinnerung:  
• 74 Stammdatensätze  
• 16h Aufwand pro Satz

# Austaktung auf Knopfdruck

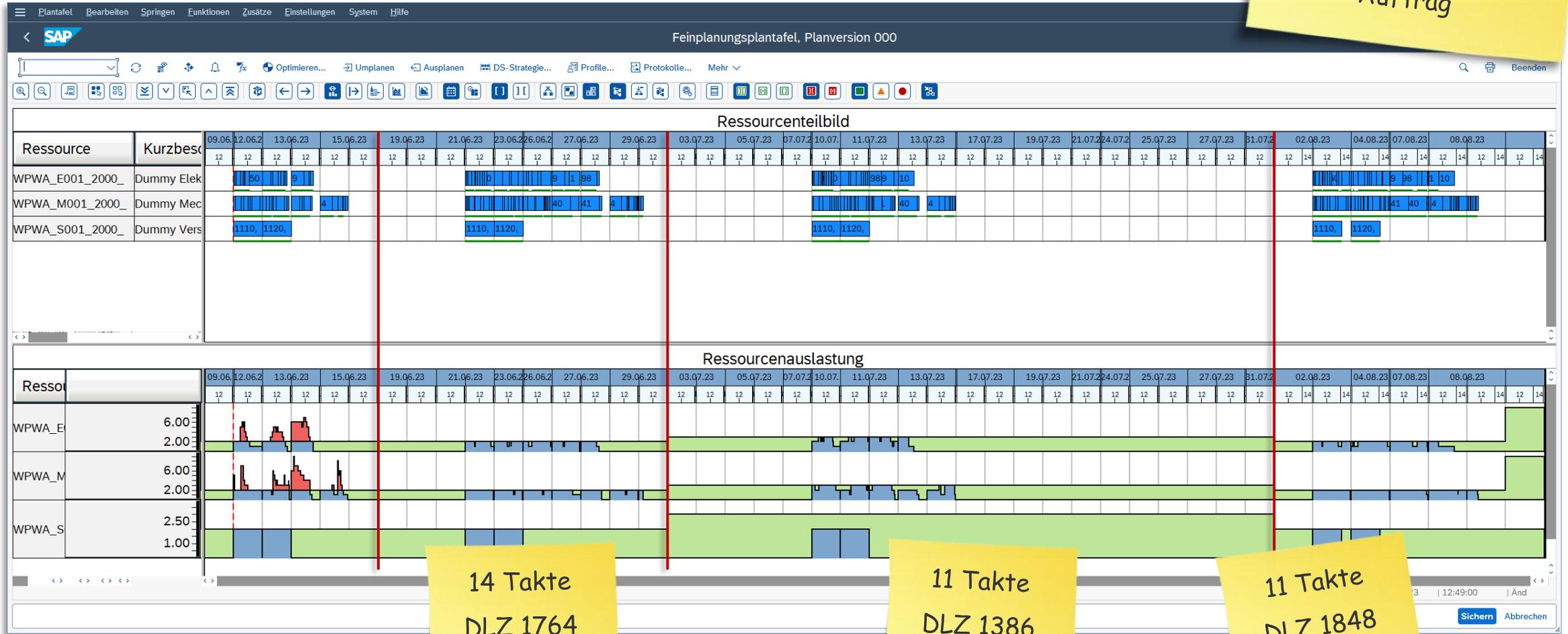
Ergebnis abhängig von Taktzeit und Kapazitätsangebot



# Austaktung auf Knopfdruck

Ergebnis abhängig von Taktzeit und Kapazitätsangebot

Optimierungsproblem  
I  
Auftrag



# Austaktung auf Knopfdruck

## Arbeitsplan als Nebenprodukt

Normalarbeitsplan Anzeigen: Vorgangsübersicht

Plangruppe: 50000335 PInGrZähler: 1 PWA\_PLL01 0000000137 000010  
 Material: PWA\_PLL01 TRUMPF PLL01 Baukasten 2D-Laser  
 Folge: 0 Folgebezeichn.:

Vorgangsübersicht

Vorg..	Unte..	Arbeitsplatz	Werk	Steu..	Vorlagensc..	Beschreibung	La..	Fe..	KL..
<input type="checkbox"/>	0001		PWA_2122	2000	PP01	TAKT 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0010	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Seitenträger links rüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0011	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Verbindungselemente rüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0020	PWA_FGR3	2000	PP01	Transportsystem rüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0030	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Traverse vorbereiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0040	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Seitenträger rechts rüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0050	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Seitenträger links vorbereit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0060	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper Seitenträger rechts vorberei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0070	PWA_FGR3	2000	PP01	Paletteneinzug Endanschlag montieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0080	PWA_FGR3	2000	PP01	Paletteneinzug Kettenabdeckung montieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0090	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper vormontieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0091	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper vormontieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0100	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0101	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper auf Transportsystem umsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0110	PWA_FGR3	2000	PP01	Förderband einsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0111	PWA_FGR3	2000	PP01	Förderband einsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0120	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper ausrichten / montieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0121	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper ausrichten / montieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	0001	0130	PWA_FGR3	2000	PP01	Grundkörper auf Aufstellpunkte umsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Normalarbeitsplan Anzeigen: FHM Übersicht

Vorgang: 0001 TAKT 1 PInGrZähler 1  
 Folge: 0

Fertigungshilfsmittel-Zuordnungen zum Vorgang

Pos.	A	FertHilfsmittel	Bezeichnung
<input type="checkbox"/>	0010	M PWA_RUT-007	Reinigungsmittel
<input type="checkbox"/>	0020	D PWA_RID-005 PDF 000 00	Reinigungshinweis
<input type="checkbox"/>	0030	D PWA_RID-007 PDF 000 00	Sicherheitsdatenblatt
<input type="checkbox"/>	0040	D PWA_RID-001 PDF 000 00	Arbeitsanweisung
<input type="checkbox"/>	0050	D PWA_RID-014 PDF 000 00	Montageanleitung L95/L76
<input type="checkbox"/>	0060	E PWA-REQ-005	Abziehstein
<input type="checkbox"/>	0070	E PWA-REQ-004	Rotationsfahrwerk
<input type="checkbox"/>	0080	E PWA-REQ-006	Drehmomentschlüssel 10Nm
<input type="checkbox"/>	0090	E PWA-REQ-007	Drehmomentschlüssel 200Nm
<input type="checkbox"/>	0100	E PWA-REQ-001	Minilevel
<input type="checkbox"/>	0110	E PWA-REQ-002	Lineal 1,5m

# Anspruch an Auslastung

Volatilität [%]

- Endmontage Mechanik
- 5 Fließlinien

> 35

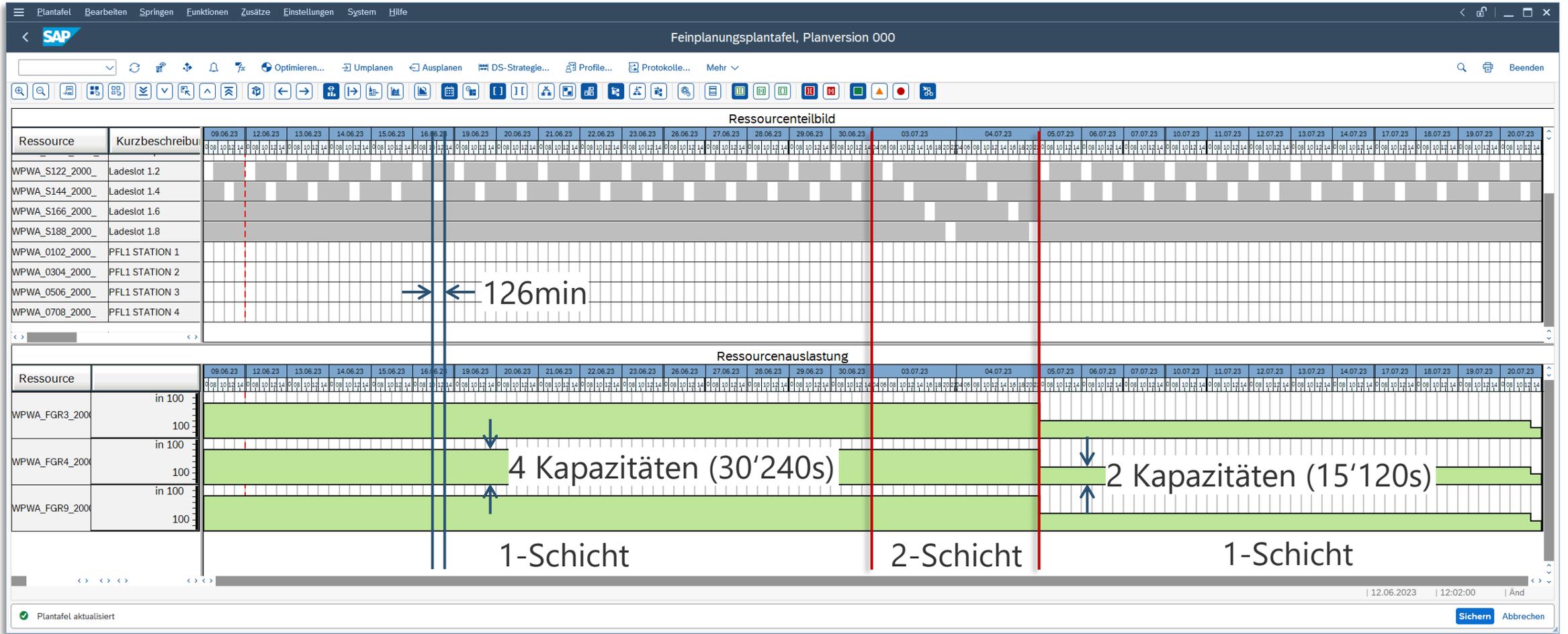
Ist

< 10

Soll

# Schichtwechsel auf Knopfdruck

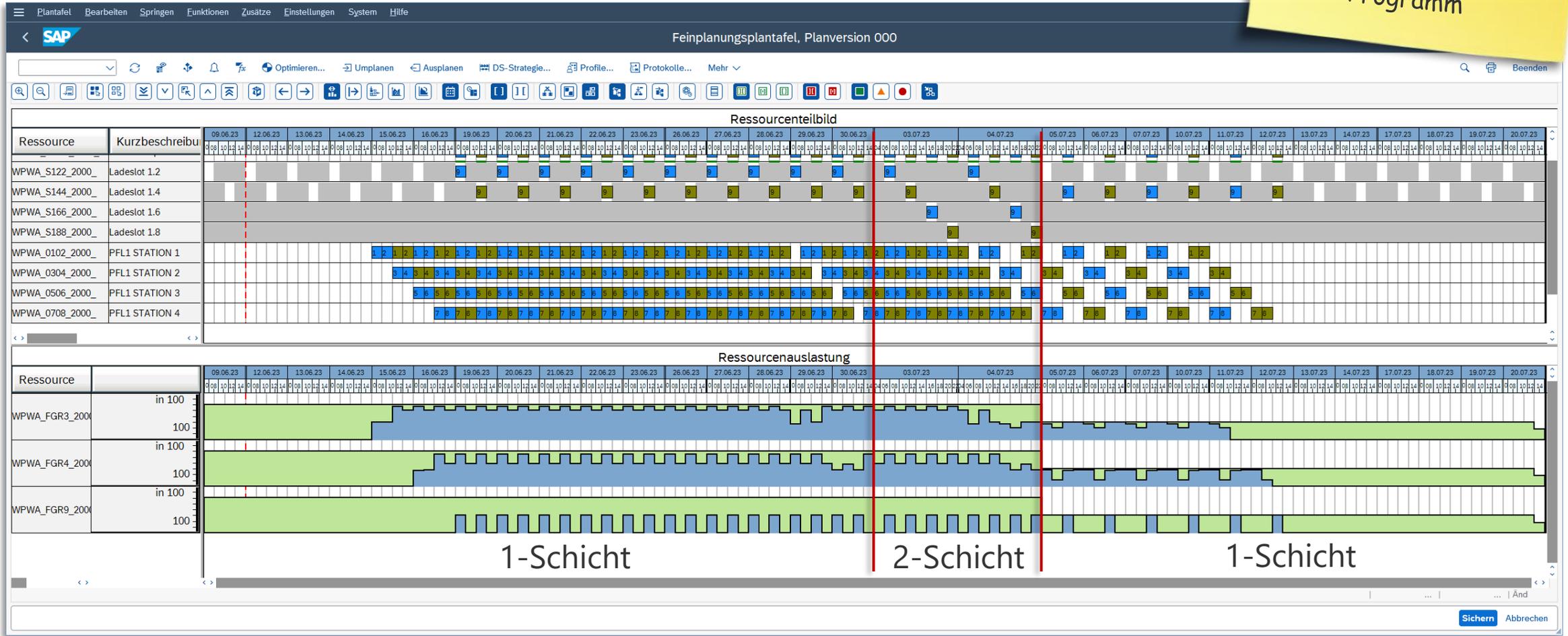
Ergebnis abhängig von Schichtmodell und Kapazitätsangebot

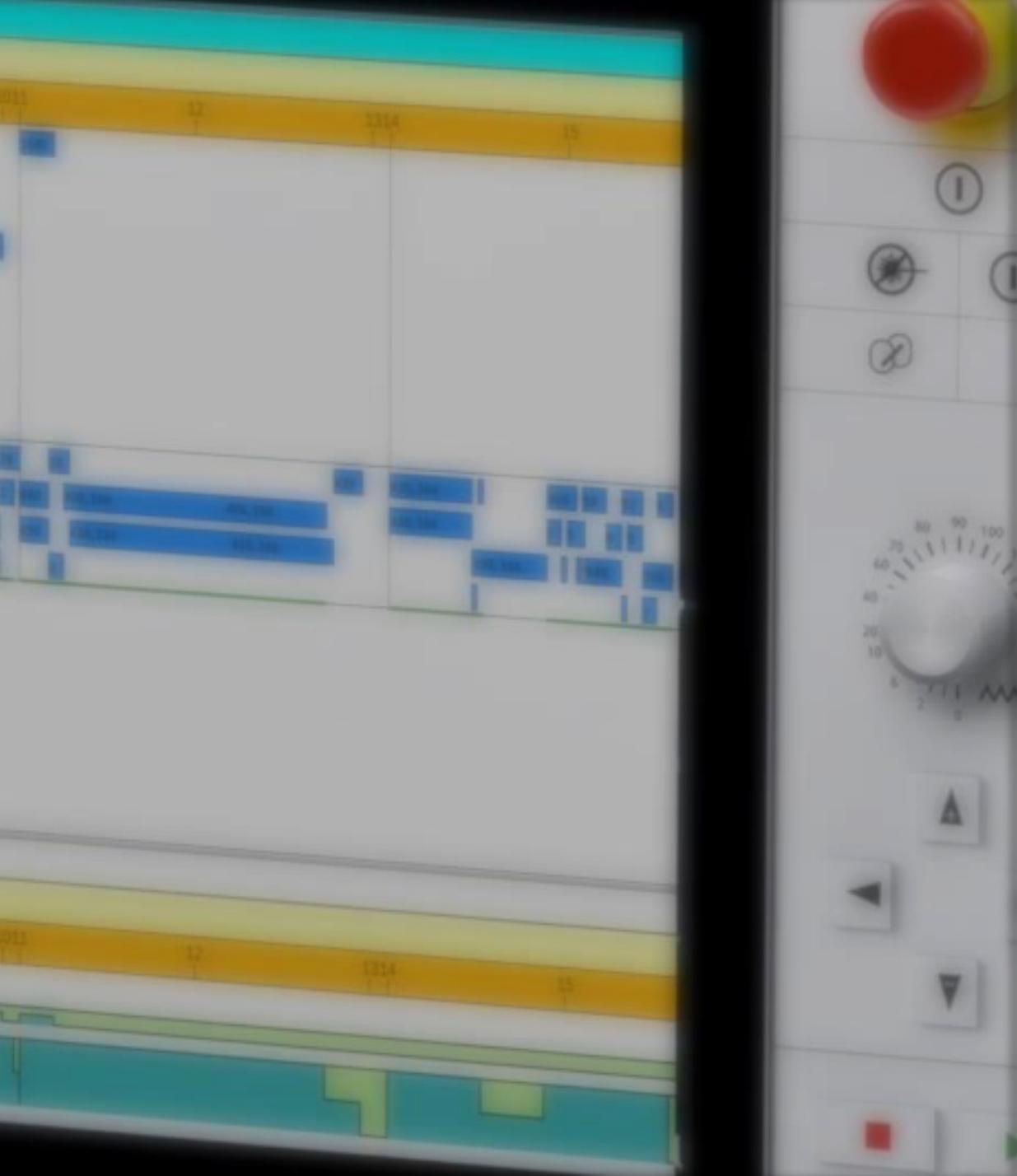


# Schichtwechsel auf Knopfdruck

Ergebnis abhängig von Schichtmodell und Kapazitätsangebot

Optimierungsproblem  
II  
Programm



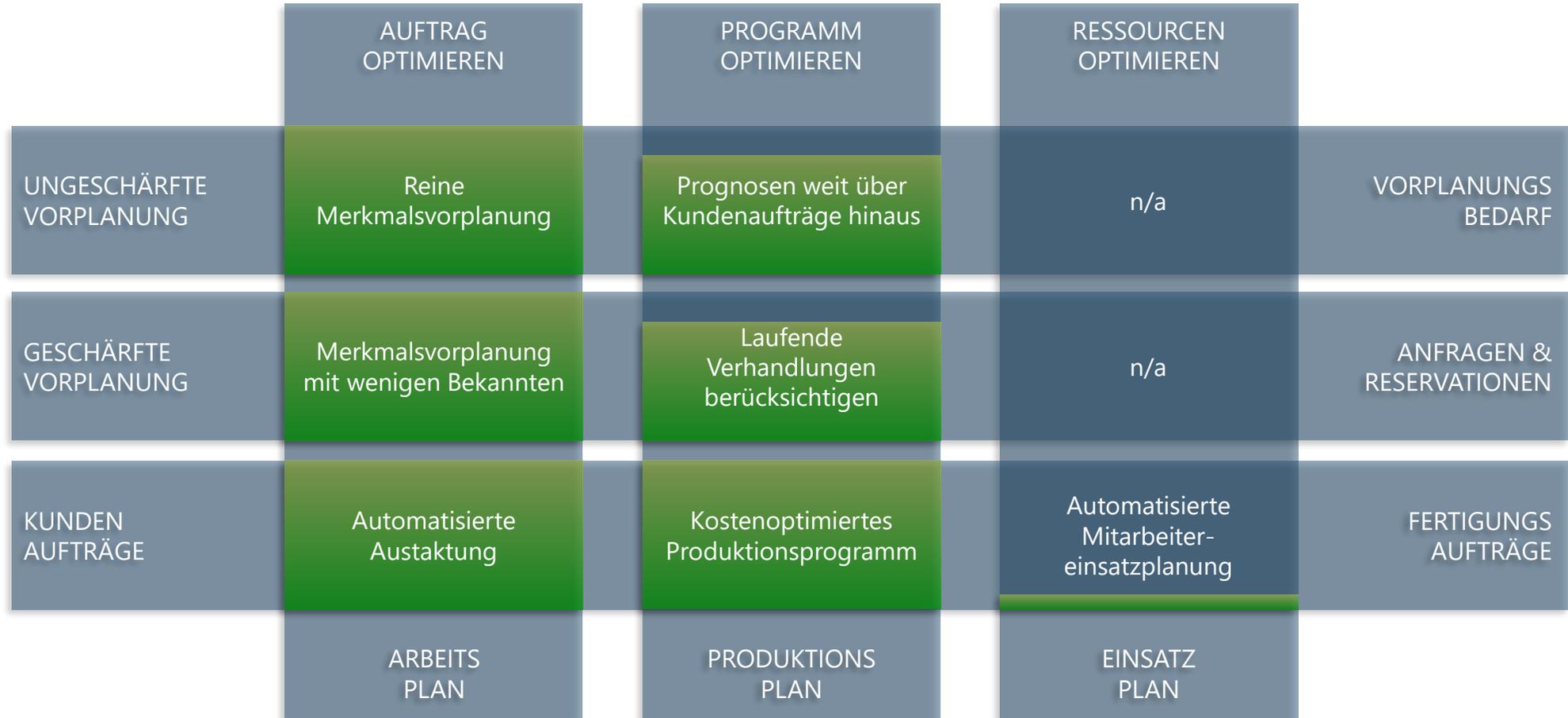


# Aktueller Stand



# Prototyp

## Aktueller Entwicklungsstand



# Prototyp

## Aktueller Entwicklungsstand

### Optimierungsproblem I

- Produkt- und Prozessstrukturen inkl.
  - aller notwendigen Ressourcen
  - aller Anordnungsbeziehungen
  - Wiederverwendbarkeit und Verwendungsnachweis
  - voll konfigurierbar
- auftragspezifische Überschreibungen
  - von einzelnen Ressourcen bis zu allen Aktivitäten
- automatische Austaktung
  - abhängig von Taktzeit und Kapazitätsangebot
- automatische erzeugte Planaufträge
  - Kundenaufträge mit individuellem Arbeitsplan
  - Vorplanung ohne Arbeitsplan

### Optimierungsproblem II

- Digitales Abbild des Produktionssystems
  - Adaptive Arbeitsplätze
  - Takte / Schichten
  - Angebots- und Kapazitätsprofile
  - Spedition als Taktgeber
- automatische Auswahl des optimalen Produktionsortes
  - physische oder virtuelle Fließlinie
  - alternative Arbeitsplätze
  - alternative Ladeslots
- Simulationen und Prognosen
  - What-If Szenarien
  - Kapazitätsbedarf
  - Produktionssystem

Für Kundenaufträge und Vorplanung

# Prototyp

## Aktueller Entwicklungsstand

### **Optimierungsproblem III** (in Entwicklung)

- automatische Ressourcenzuordnung
  - im Kurzfristhorizont
- Qualifikationsmatrix
  - Ressource zu Aktivität
  - unabhängig vom Arbeitsplatz
  - inkl. Eignung resp. Vorzug
- dynamische Kapazitätsprofile
  - Verfügbarkeit der Ressourcen
  - inkl. ungeplanten Abwesenheiten

Für Kundenaufträge

# TruMPB | Planung

Drei Probleme – drei Lösungen



**TRUMPF**



Vielen Dank.

Philipp Kuske

TRUMPF Schweiz AG

COO

[www.trumpf.com](http://www.trumpf.com)



Philipp Puhane

Concatenate Consulting GmbH

+43 664 824 1008

[p.puhane@concatenate.at](mailto:p.puhane@concatenate.at)

Philipp Wagner

ampte.ch GmbH

+41 78 819 42 40

[philipp.wagner@ampte.ch](mailto:philipp.wagner@ampte.ch)