



Komplexität beherrschen

nobilis-Werke J. Stickling GmbH & Co. KG | Stuttgart, den 26. Januar 2018

INHALT



Wer bin ich?

Wer sind wir?

Wie planen wir?

Wie beherrschen wir die Komplexität?

Christian Ullrich



Ausbildung	Schwerpunkt
Promotion	Supply Chain Scheduling and Contracting
Studium der BWL	Controlling, Statistik und Produktionswirtschaft

nobilis – Führend in Deutschland und Europa

- Umsatz von 1.089 Millionen Euro in 2016
- Zwei Werke im ostwestfälischen Verl
- Täglich werden insgesamt rund 3.200 Küchen produziert, das sind 700.000 Küchen pro Jahr
- Auftragsorientierte Einzelfertigung
 - 86 Fronten, 82 Griffe, 17 Korpusfarben, 46 Arbeitsplattendekore, 98 Wangenfarben, ...
 - Rund 650 Einbaugeräte von 12 Elektrogerätemarken
- 156 Lkw im Fernverkehr, 610 Auflieger



„Nahezu jede dritte in Deutschland verkaufte Küche ist eine nobilia.“

INHALT



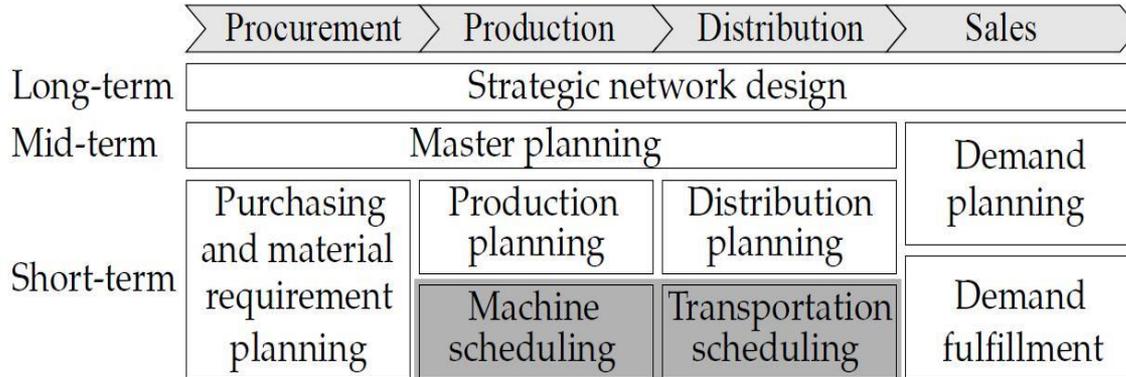
Wer bin ich?

Wer sind wir?

Wie planen wir?

Wie beherrschen wir die Komplexität?

Supply Chain Planning Matrix



Vorgehen nobilia

Tourenplanung → Produktionsplanung

Was bringt das „beste“ Ergebnis?

1. Tourenplanung → Produktionsplanung
2. Produktionsplanung → Tourenplanung
3. Simultane Planung

Antwort

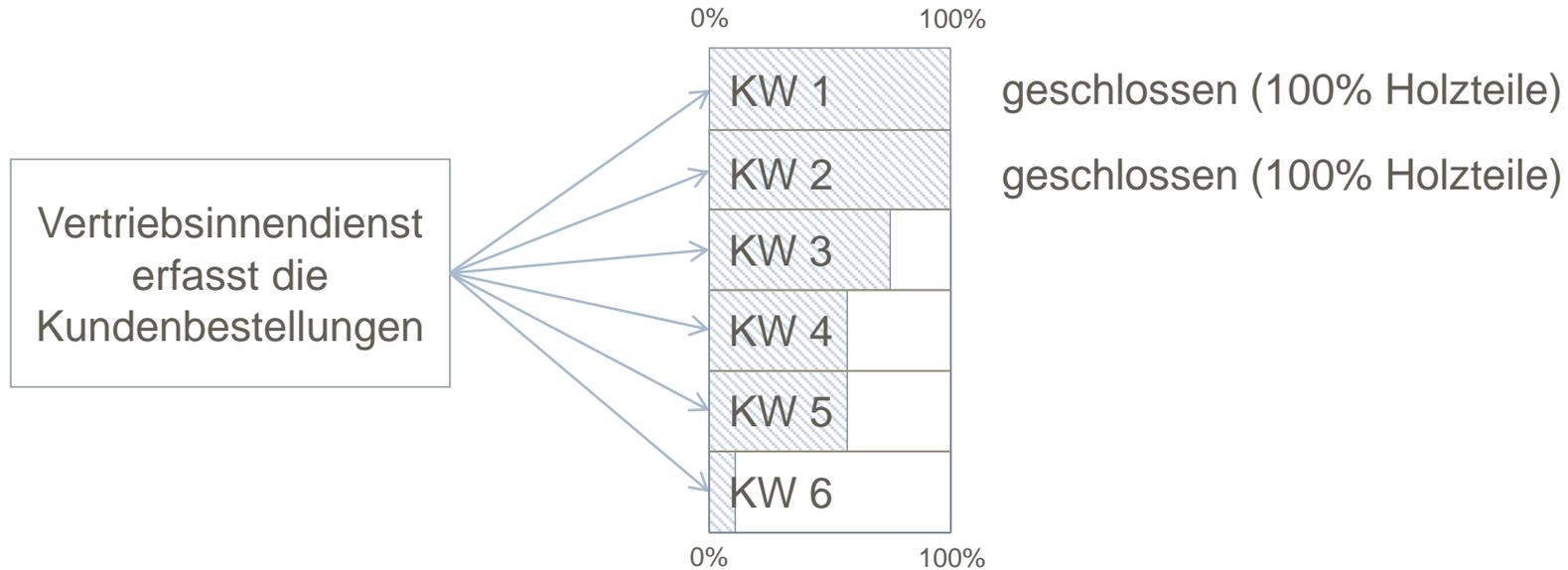
Die simultane Planung

Warum geht nobilia anders vor?

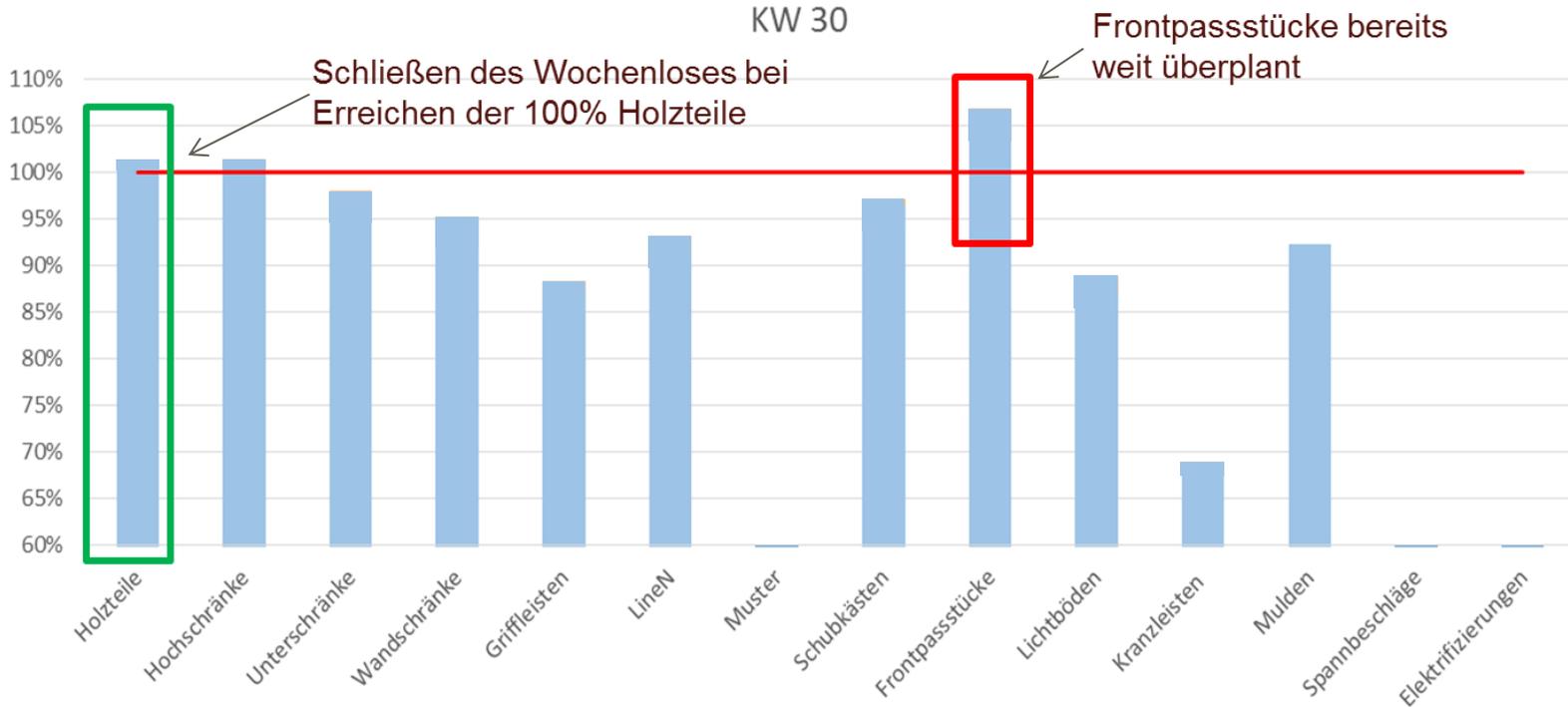
Zunächst aber:

- Wie plant nobilia genau?
- Was macht das Problem komplex?

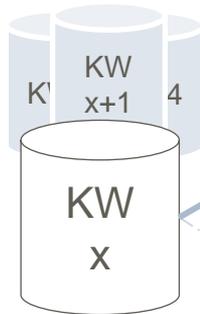
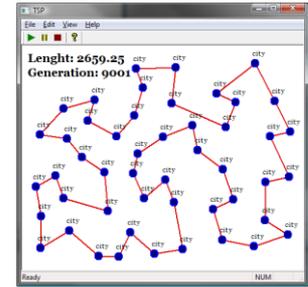
Planungsstufe 1: Wochenlose



Planungsstufe 1: Wochenlose

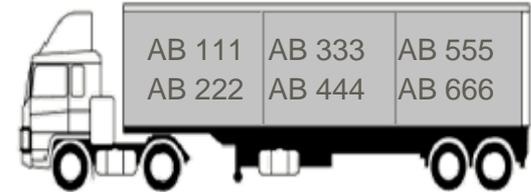


Planungsstufe 2: Tourenplanung



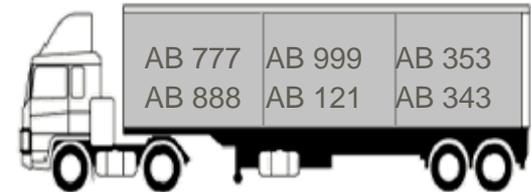
Aufträge
Tag 1

Ca. 170 Touren
für aktuellen Tag



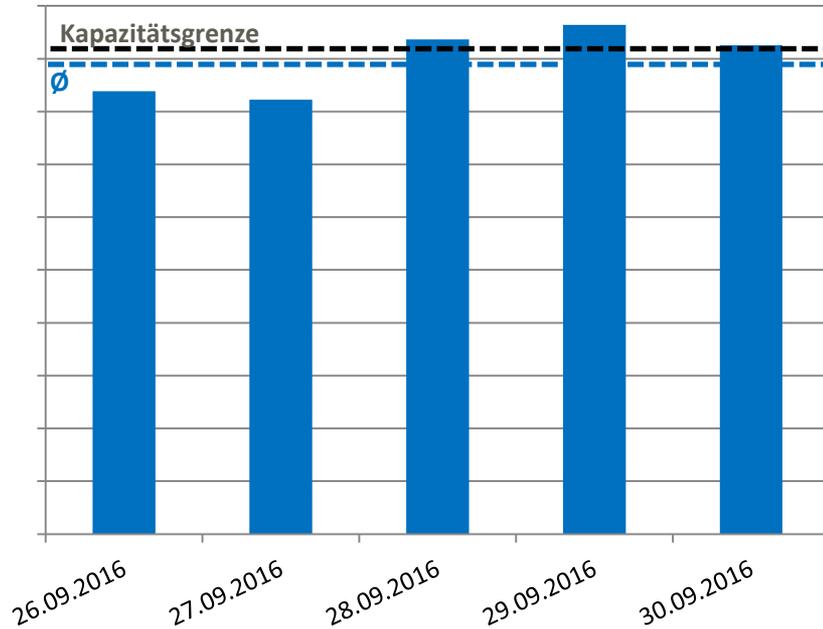
Aufträge
Tag 2-5

Ca. 40 Touren
im Puffer für die
nächsten Tage

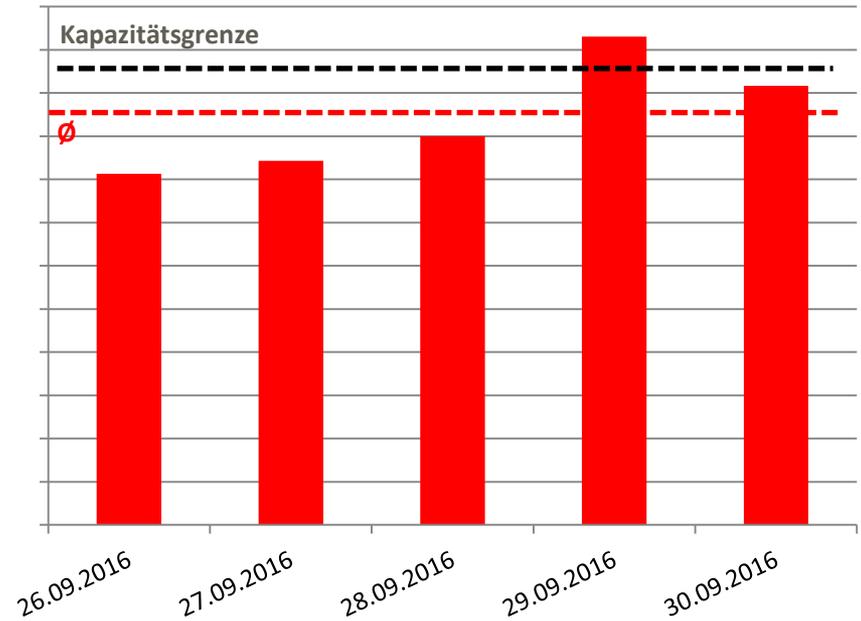


Planungsstufe 3: Tagesplanung

Griffleisten

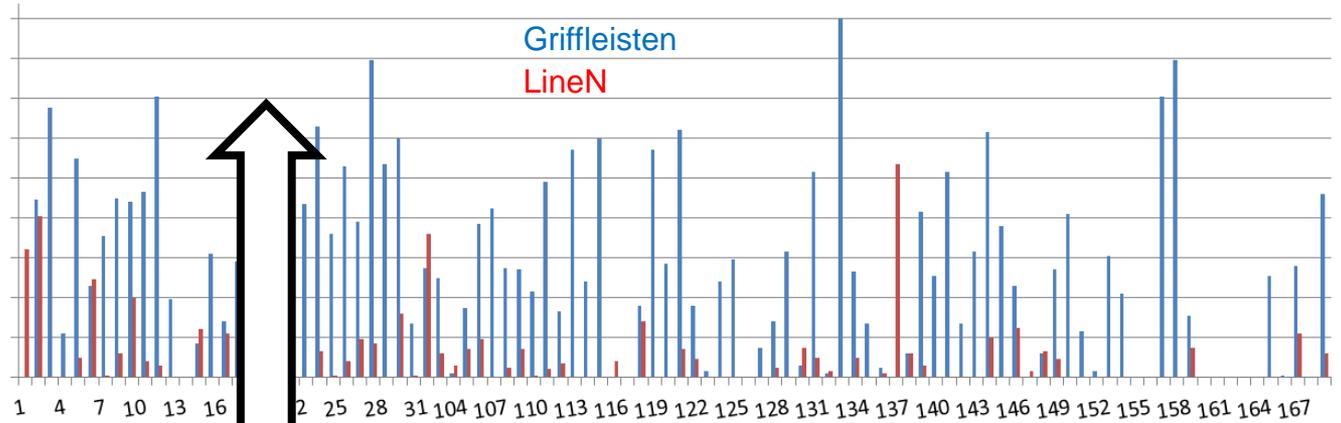


LineN

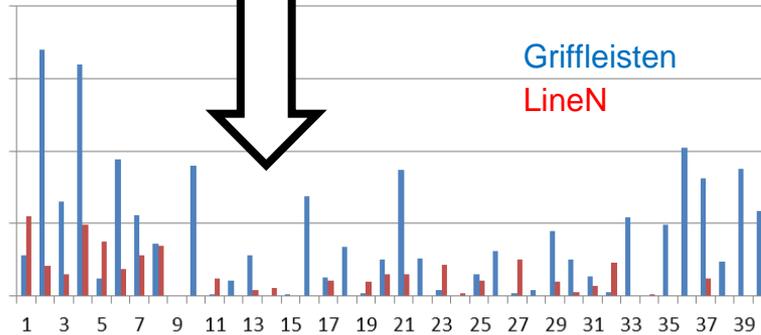


Planungsstufe 3: Tagesplanung

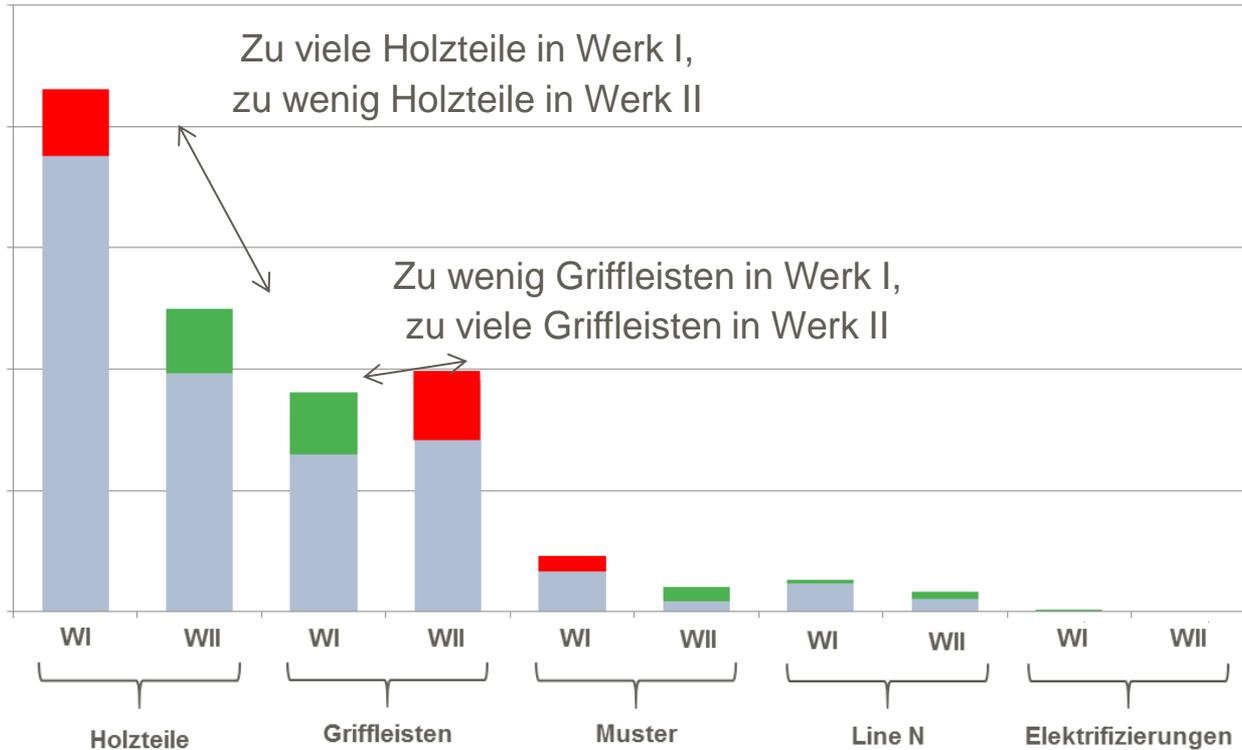
167 Touren für den
26.09.2016



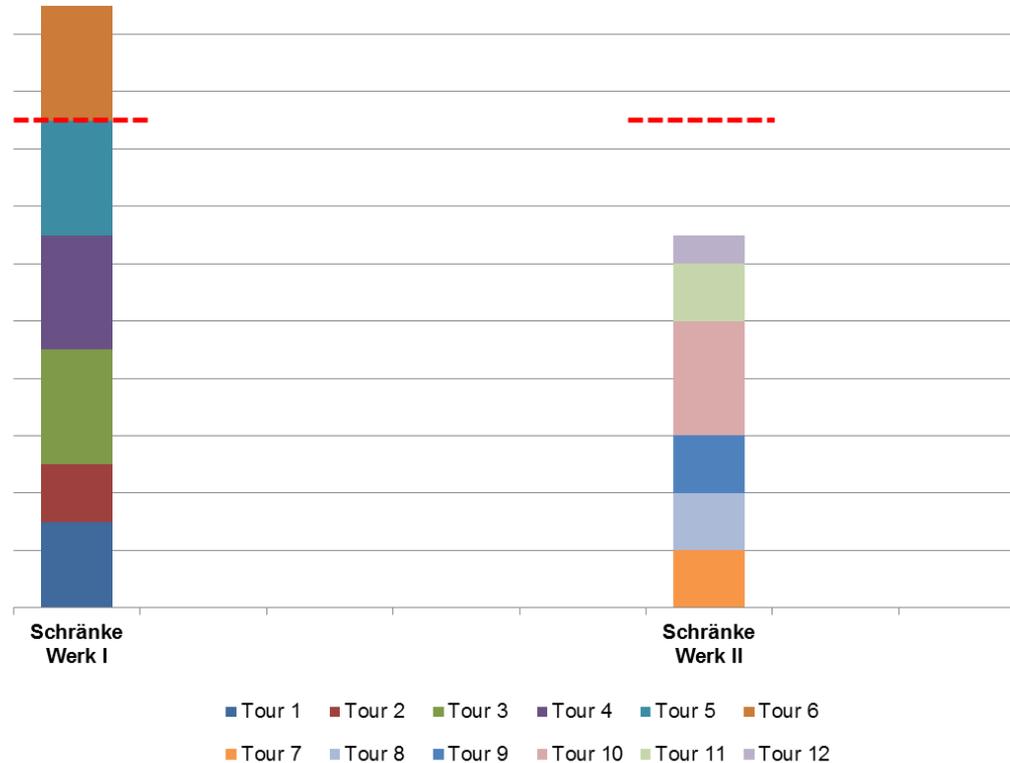
40 Touren im Puffer für
den 27.09.2016



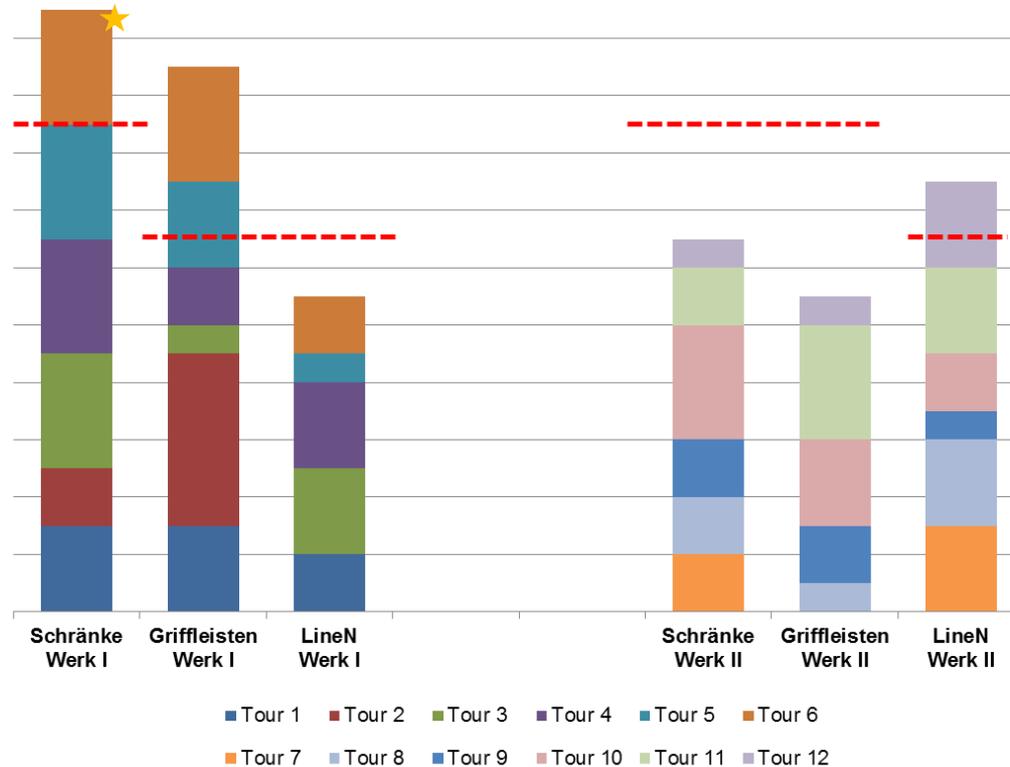
Planungsstufe 4: Werksplanung



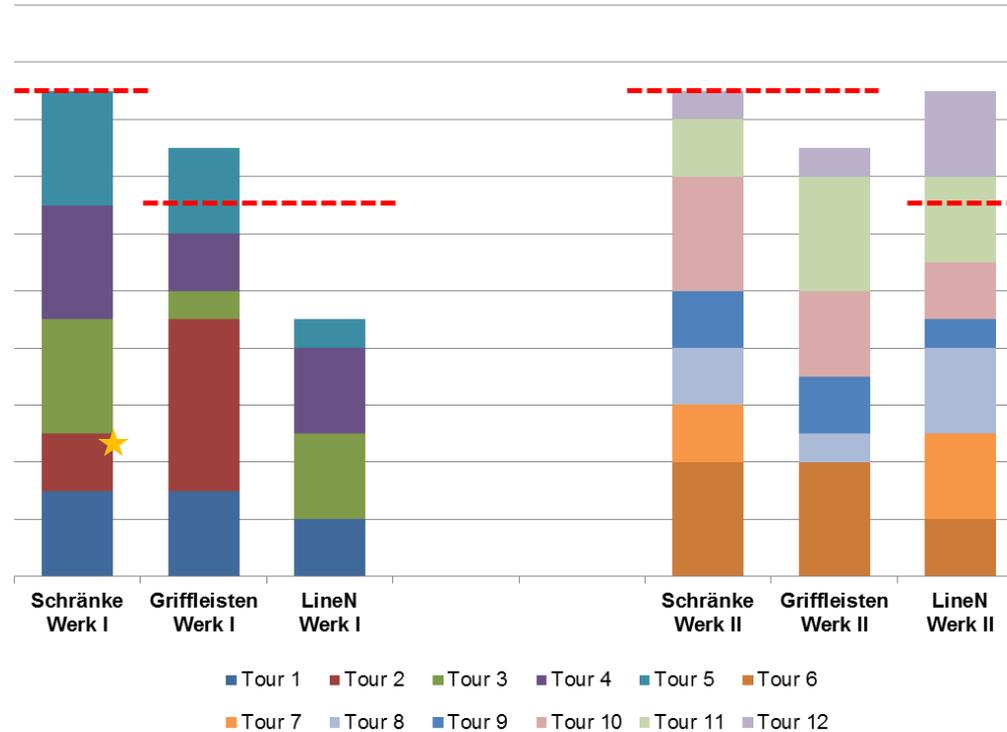
Planungsstufe 4: Werksplanung



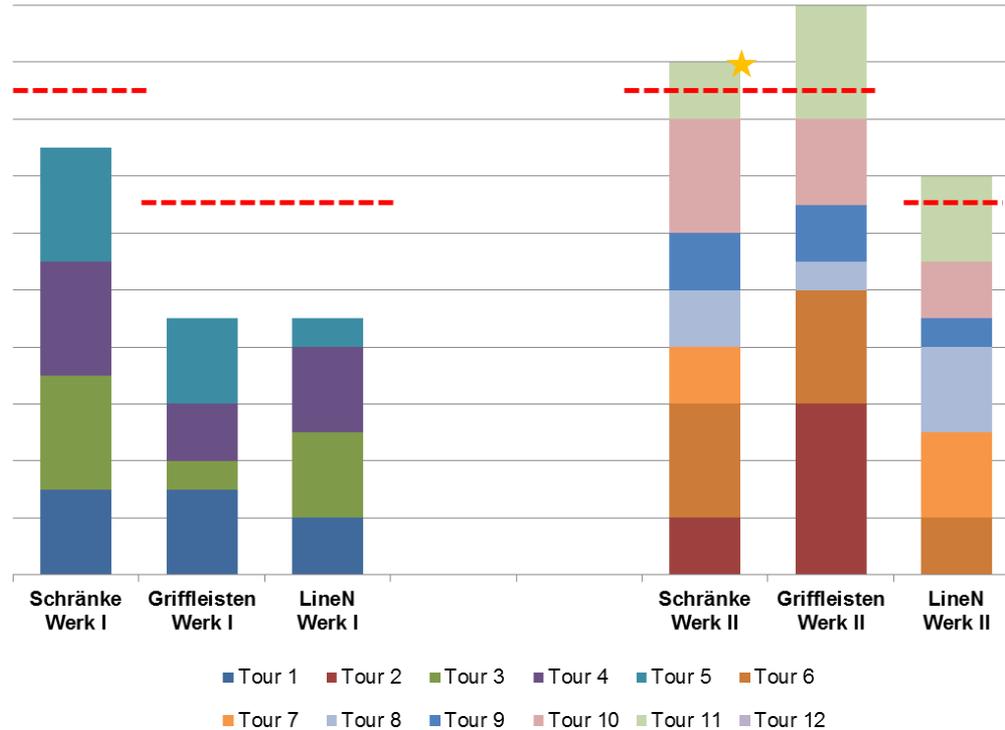
Planungsstufe 4: Werksplanung



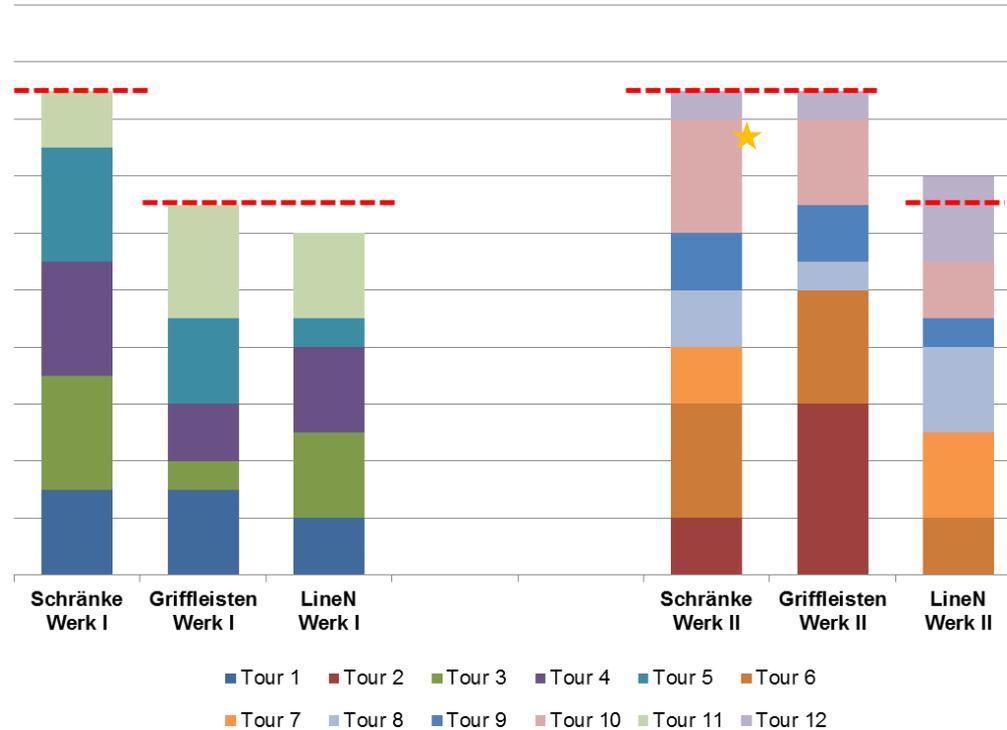
Planungsstufe 4: Werksplanung



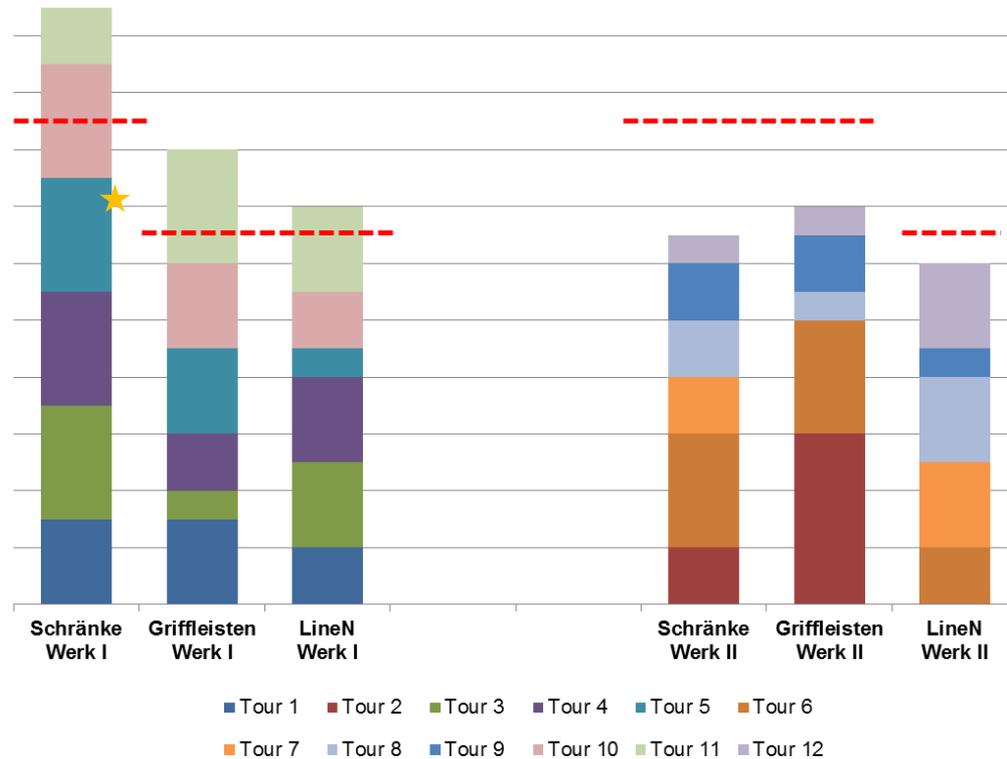
Planungsstufe 4: Werksplanung



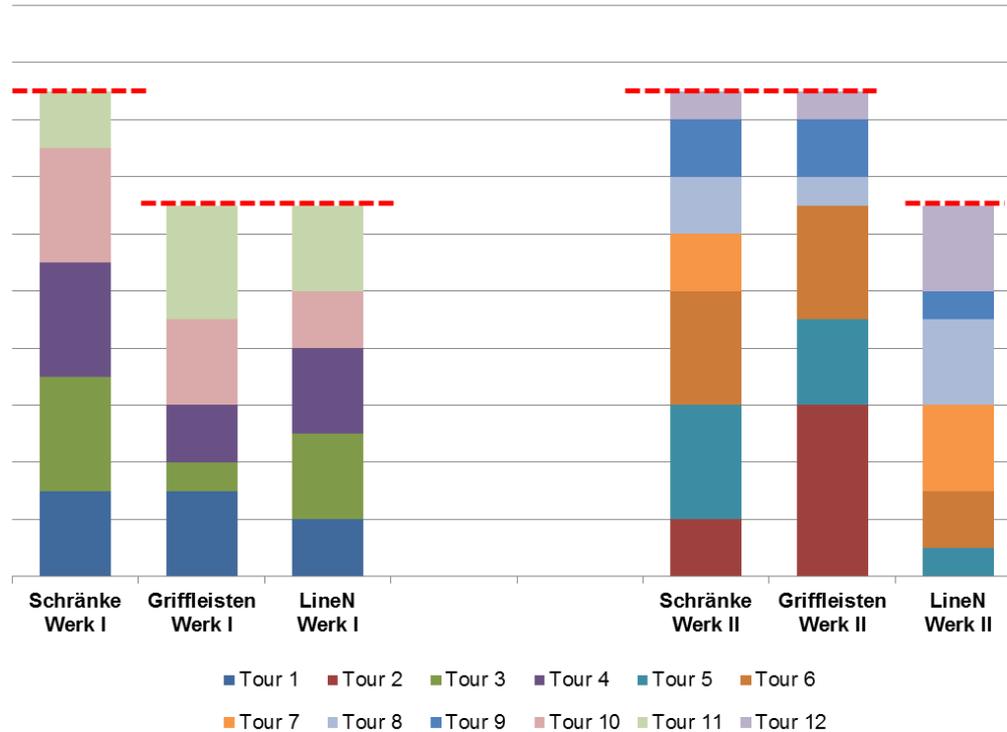
Planungsstufe 4: Werksplanung



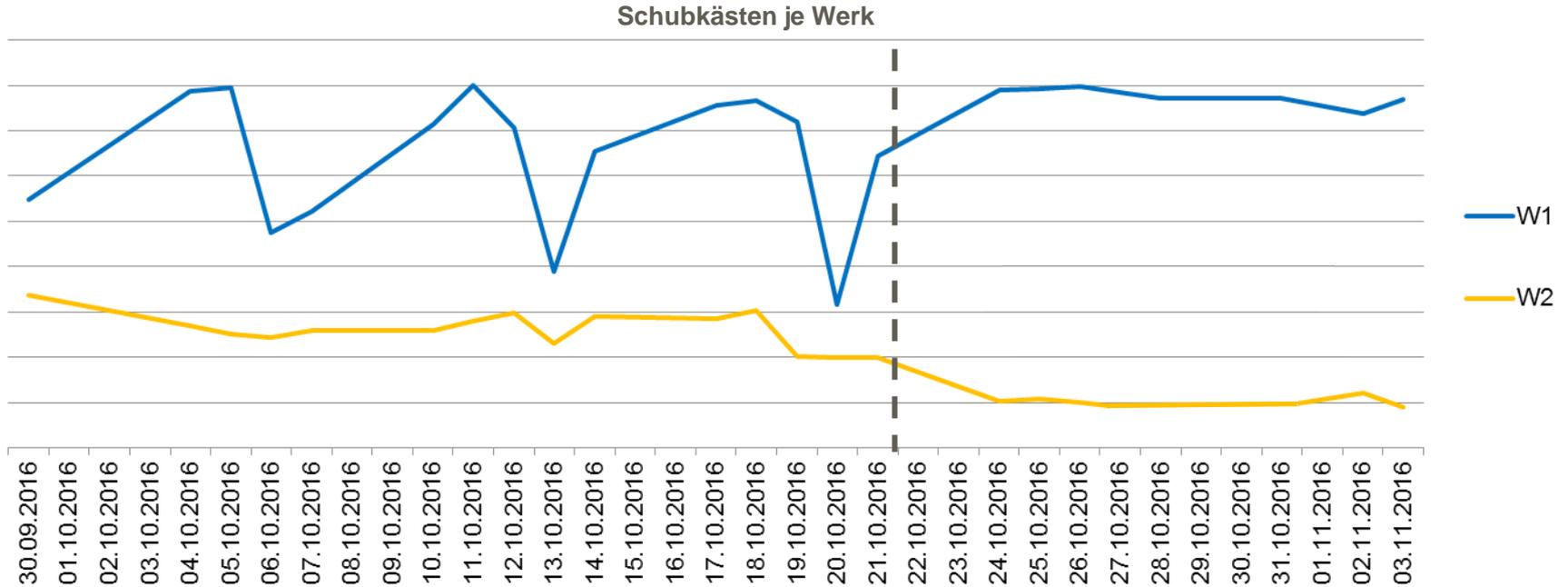
Planungsstufe 4: Werksplanung



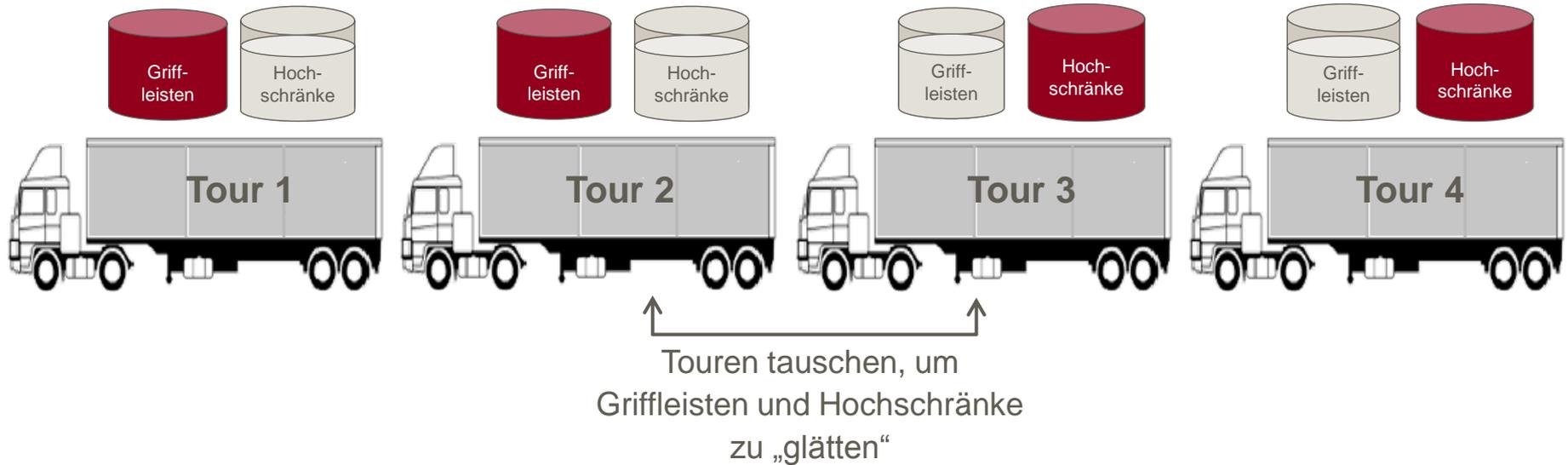
Planungsstufe 4: Werksplanung



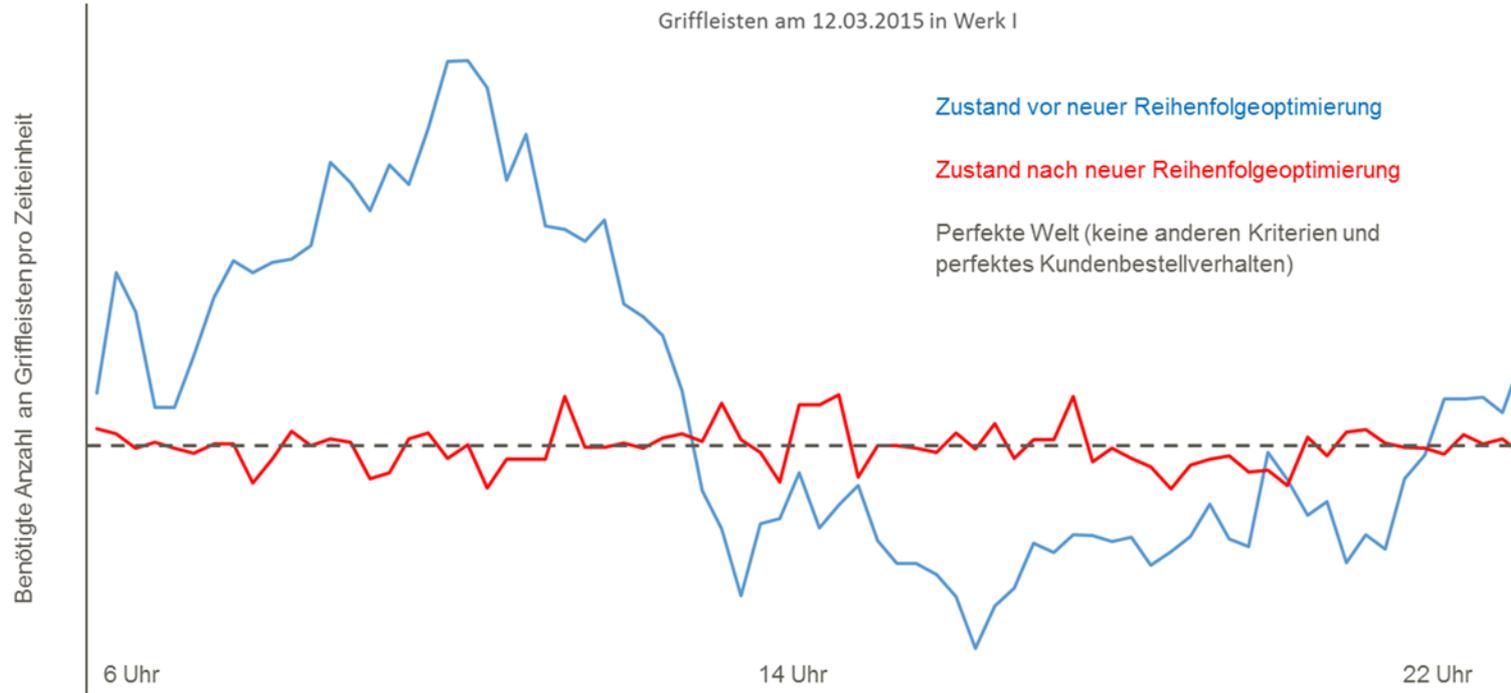
Planungsstufe 4: Werksplanung



Planungsstufe 5: Reihenfolgeplanung



Planungsstufe 5: Reihenfolgeplanung



nobilia Planungshierarchie

6 Planungsstufen



INHALT



Wer bin ich?

Wer sind wir?

Wie planen wir?

Wie beherrschen wir die Komplexität?

Komplexitätstheorie

- Komplexität für Menschen
- Komplexität für Computer



Rechenzeit für ein Benchmark-Produktionsplanungsproblem

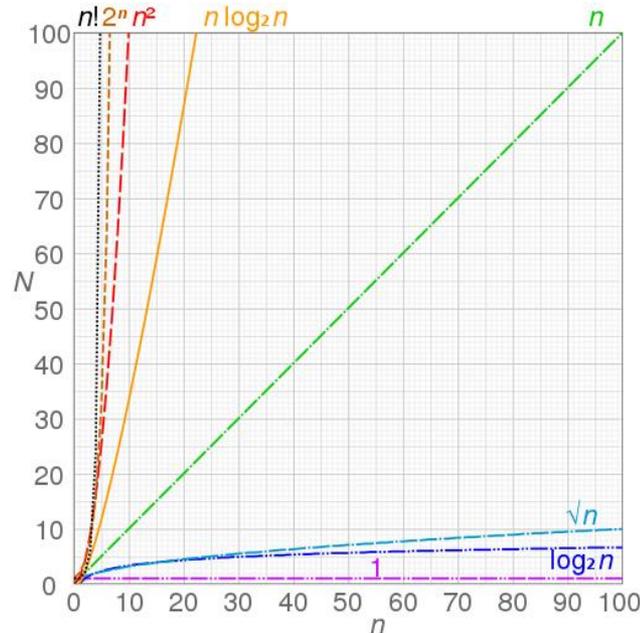
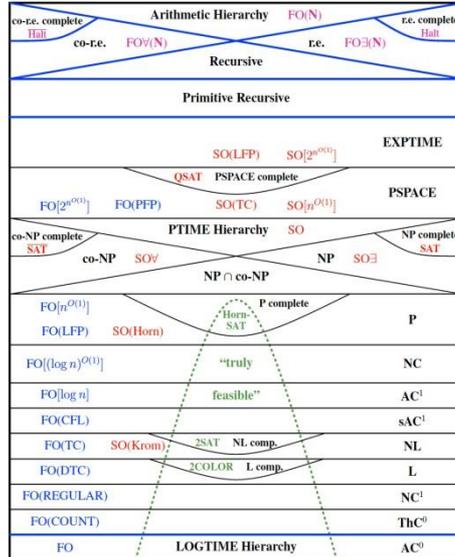
- 1988: 82 Jahre vs. 2003: 1 Minute
- 2,5% Moore's Law
- 97,5% Algorithmenverbesserung

„Milleniumproblem“ der Mathematik: P=NP?

- Clay Mathematics Institute \$ 1 Mio.
- Google Challenge \$ 1 Mio.

The World of
Computability and
Complexity

Neil Immerman
Stanford Encyclopedia of
Philosophy



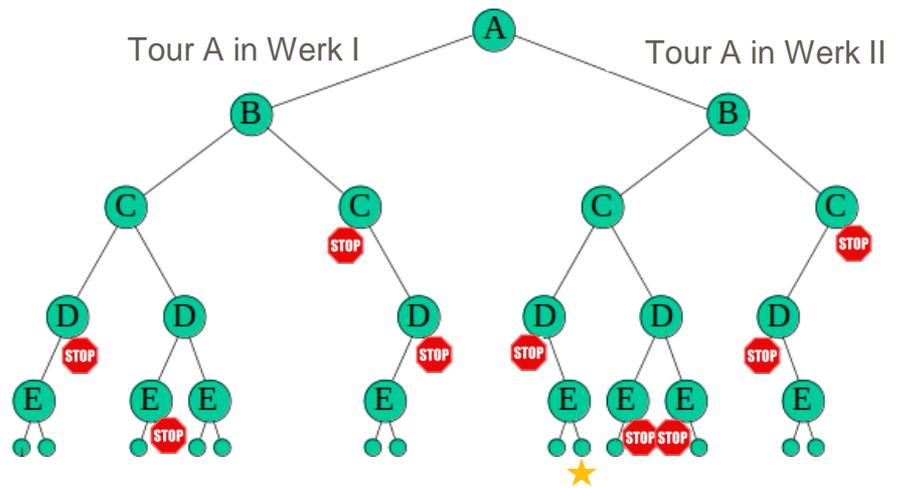
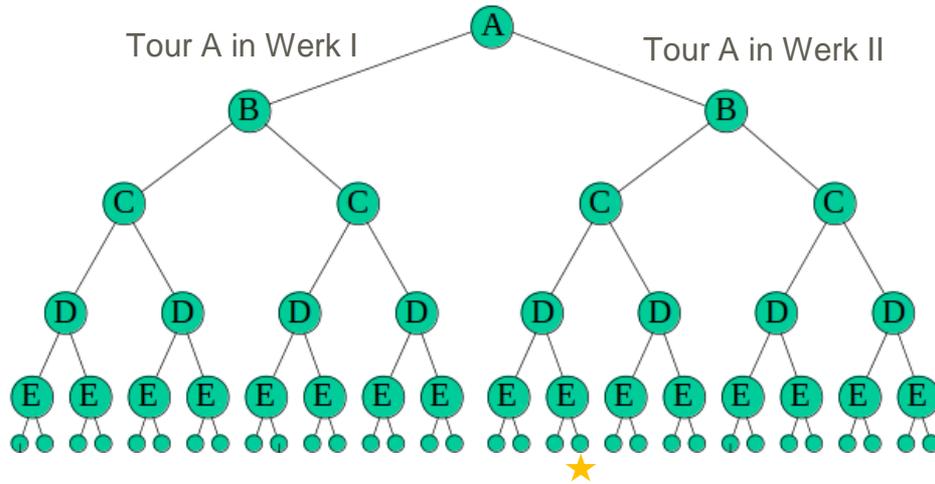
Time Complexity

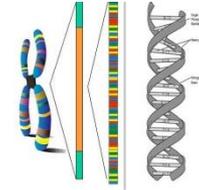
Wikipedia

Branch-and-Bound (optimales Verfahren)

Brute Force: Branching

Branch-and-Bound





Genetischer Algorithmus (Heuristik)

Chromosom (eine Lösung des Problems)

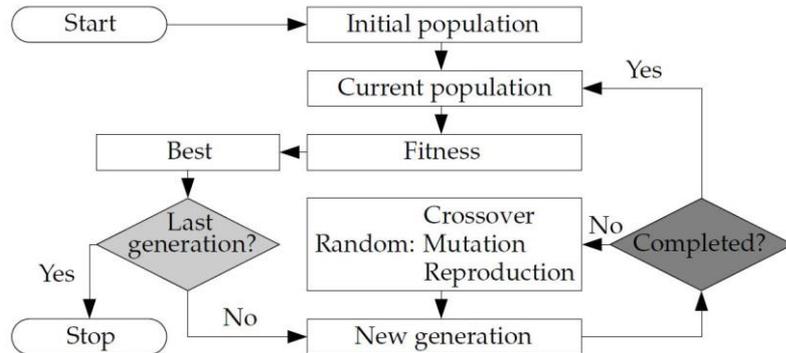
Tour: A B C D E F G H I J

0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tour A = 0 (Tour A ist Werk I zugeordnet)

Tour B = 1 (Tour B ist Werk II zugeordnet)

...



Crossover

Elternteil 1

0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Elternteil 2

1	1	0	1	0	1	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kind 1

0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kind 2

1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Mutation

Elternteil

0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kind

0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fazit

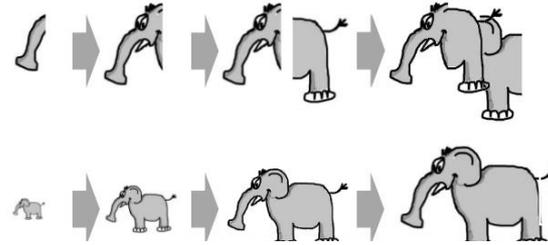
Was bringt das „beste“ Ergebnis?

1. Tourenplanung → Produktionsplanung
2. Produktionsplanung → Tourenplanung
3. Simultane Planung

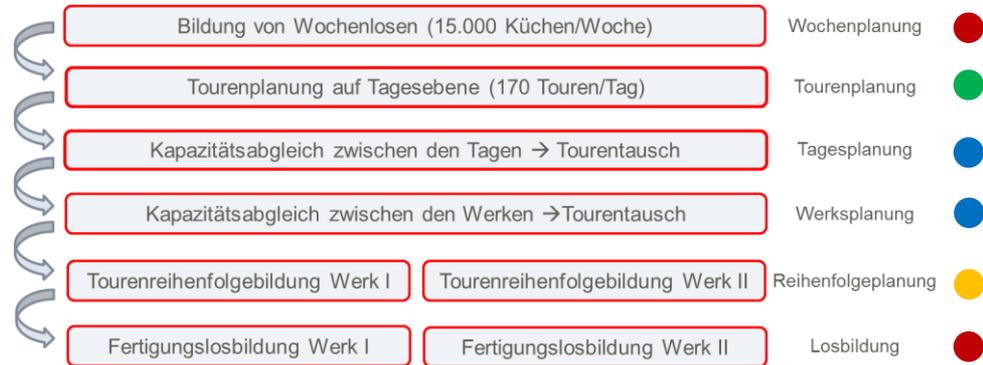
Antwort

Die simultane Planung

- Simultanplanung ist aus Komplexitätsgründen leider nicht durchführbar
- Notwendigkeit der Planungsdekomposition führt zur nobilia Planungshierarchie
- Einzelprobleme immer noch NP-schwer (Rechenzeiten zu lang): Problemspezifische Algorithmen (Heuristiken) notwendig
- **Durch sinnvolle Dekomposition und gute Heuristiken kann das Produktionsoptimum trotz vorangehender Tourenoptimierung (annähernd) erreicht werden**

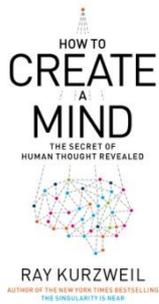
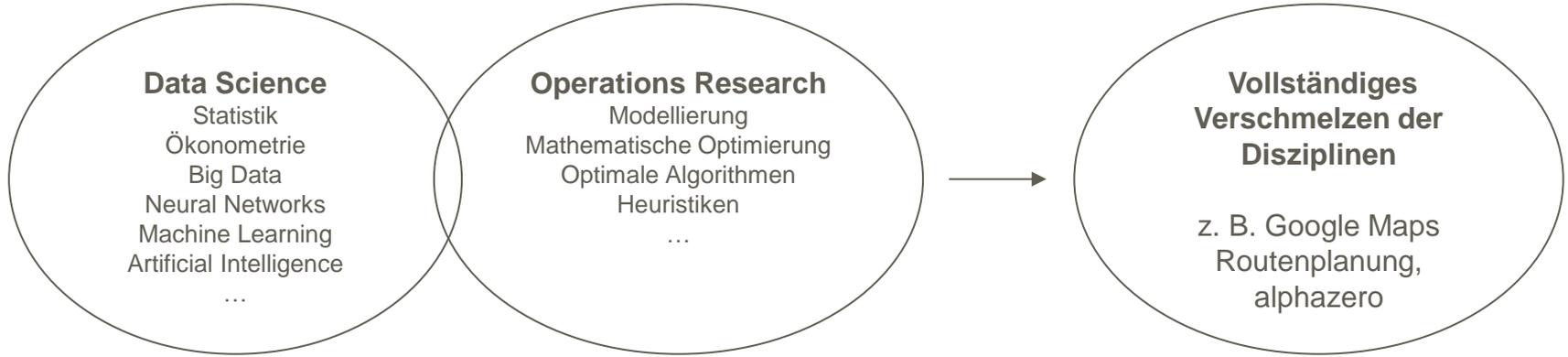


„Den Elefant in Scheiben schneiden“

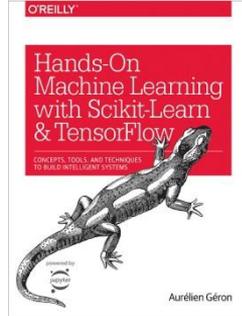


- NP - schwer (Lösung durch Disponenten und Standardsoftware)
- NP - schwer (Lösung durch Branch-and-Bound mit Beam Search)
- NP - schwer (Lösung durch genetischen Algorithmus)
- NP - schwer (Lösung durch Greedy Heuristik)

Zukunft



Ray Kurzweil
Director of
Engineering bei
Google



Aurélien Géron
Leiter des YouTube
Video Classification
Teams von 2013
bis 2016



Software

- Python & R (Allround Open Source)
- Scikit-Learn (Python, Ökonometrie)
- TensorFlow (Python, Machine Learning)
- AIMMS (C++, Modellierung, Optimierung)
- Excel Solver (Hands-On Optimierung, siehe Veröffentlichungen A und D)
- AlphaZero (Google Deepmind)

noobilid[®]

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit