

SBOP – Eine Plattform zur simulationsbasierten Optimierung

Daniel Bohn

Evangelos Angelidis

Prof. Dr. Oliver Rose

Universität der Bundeswehr München

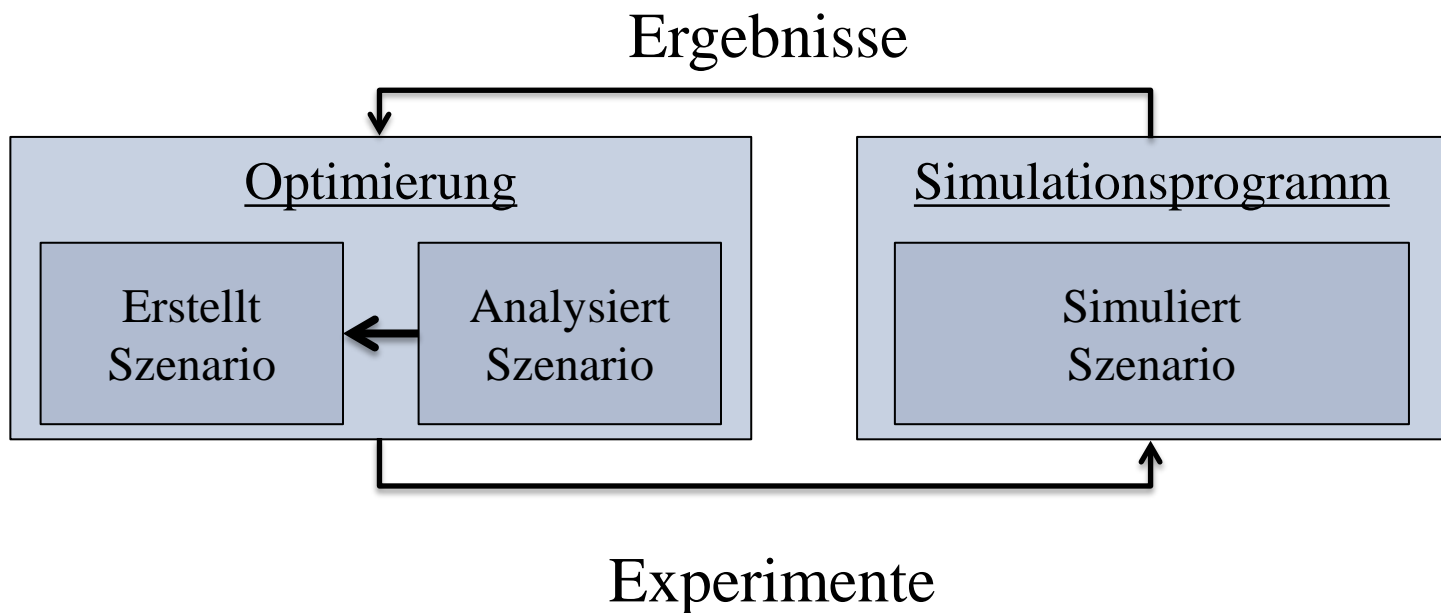
Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- Ausblick

Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- Ausblick

Simulationsbasierte Optimierung



Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- Ausblick

Anwendungsdomänen

- Gesundheitswesen
- Komplexe Montagesysteme
- Risikomanagement
- Militärischer Bereich
- Homeland Security
- Katastropheneinsatz

Komplexe Montagesysteme

Domäne: Komplexe Montageprozesse kundenspezifischer, variantenreiche Maschinen, Anlagen und Fahrzeuge in Einzel-/Kleinserie

- **Fokus:** Montageplanung und -steuerung (mittel-, kurzfristig und operativ)
- **Kriterien/Parameter:** Termine, Bauplatzressourcen, komplexe variantenreiche Arbeitspläne, Personal und Materialbereitstellung (Logistik)
- **Ziel:** Bedarfs- und termingerechte Optimierung der Montageplanung und -steuerung

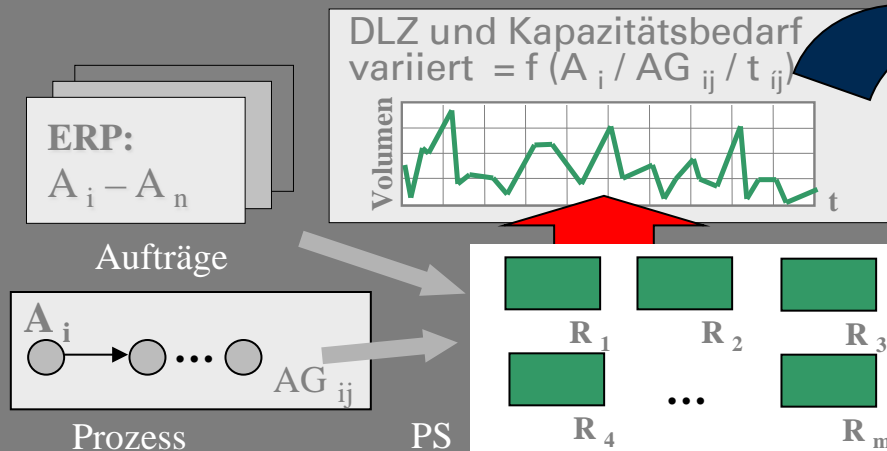
Komplexe Montagesysteme

Haupteffekte:

- Generierung einer optimalen Montageplanvariante
- Senkung des Montageaufwandes [h / Produkt]
- DLZ-Reduzierung und verbesserte Liefertermintreue
- Optimierung der Logistikprozesse (JIT, Verringerung Materialüberbestände, Senkung Kommissionierungsaufwand)
- neue, verkürzte Regelkreisabläufe
- Kostensenkung

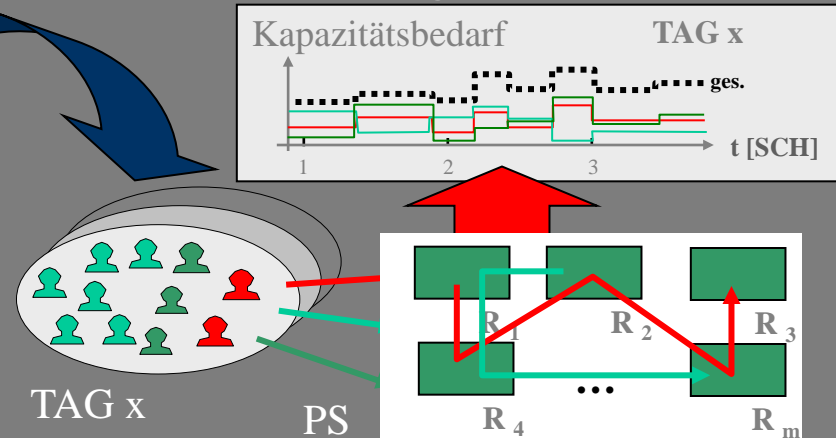
Komplexe Montagesysteme

Ressourcenbelegungsplanung:



ZF 1: „Ausbringung“ + „Termintreue“ \rightarrow Max.

Ressourcenzuteilungsproblem:



ZF 2: $\sum + \Delta$ „Ressourcenbedarf - MA“ \rightarrow Min.

OR: Klassisches
„Reihenfolge-Problem“

Lösen des
Zielkonfliktes
 10^{8000}

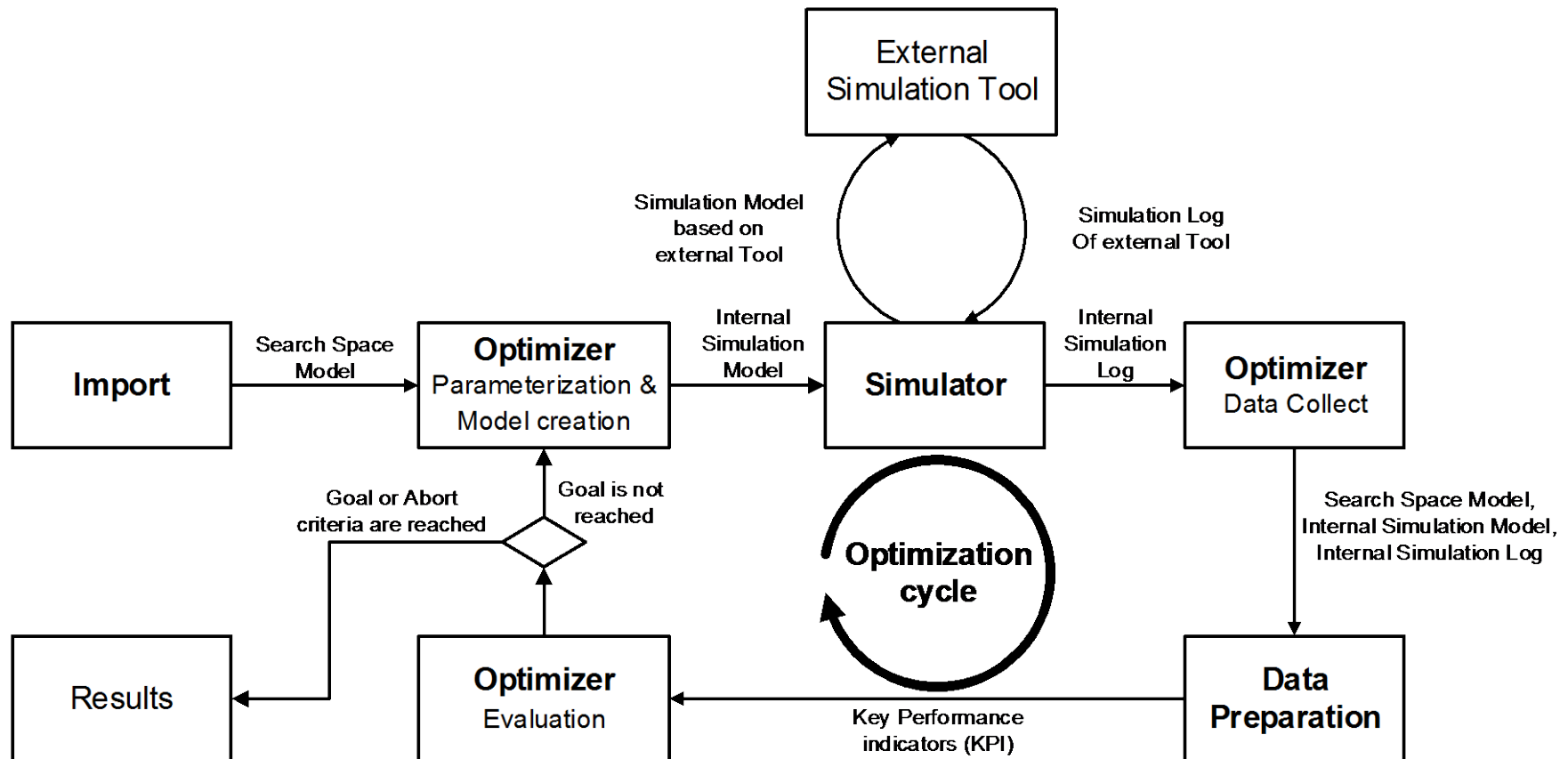
OR: Klassisches
„Knapsack-Problem“

[Majohr, Rose, Völker]

Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- Ausblick

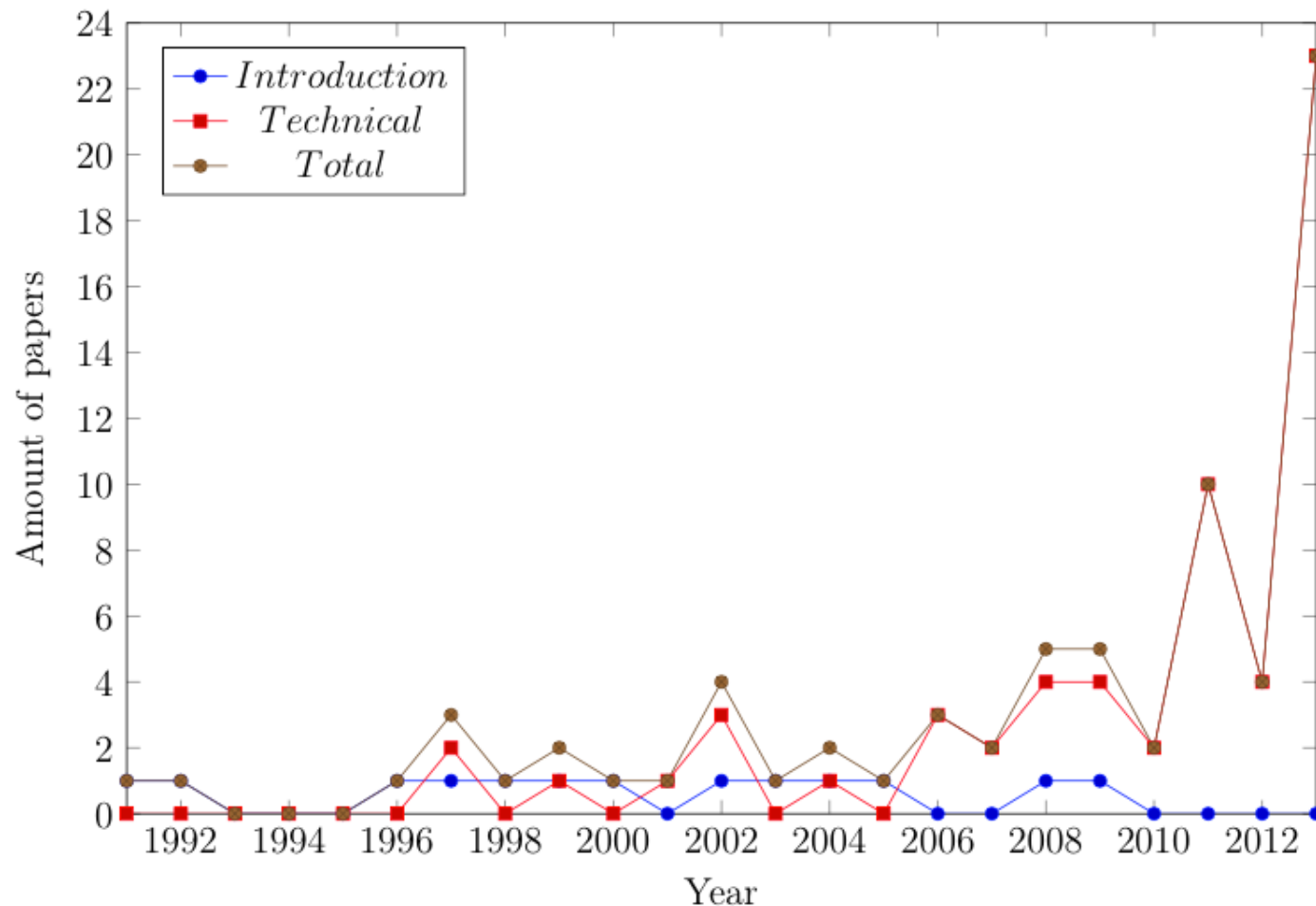
Simulationsbasierte Optimierung



Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- Ausblick

Winter Simulation Conference



SBO Tools

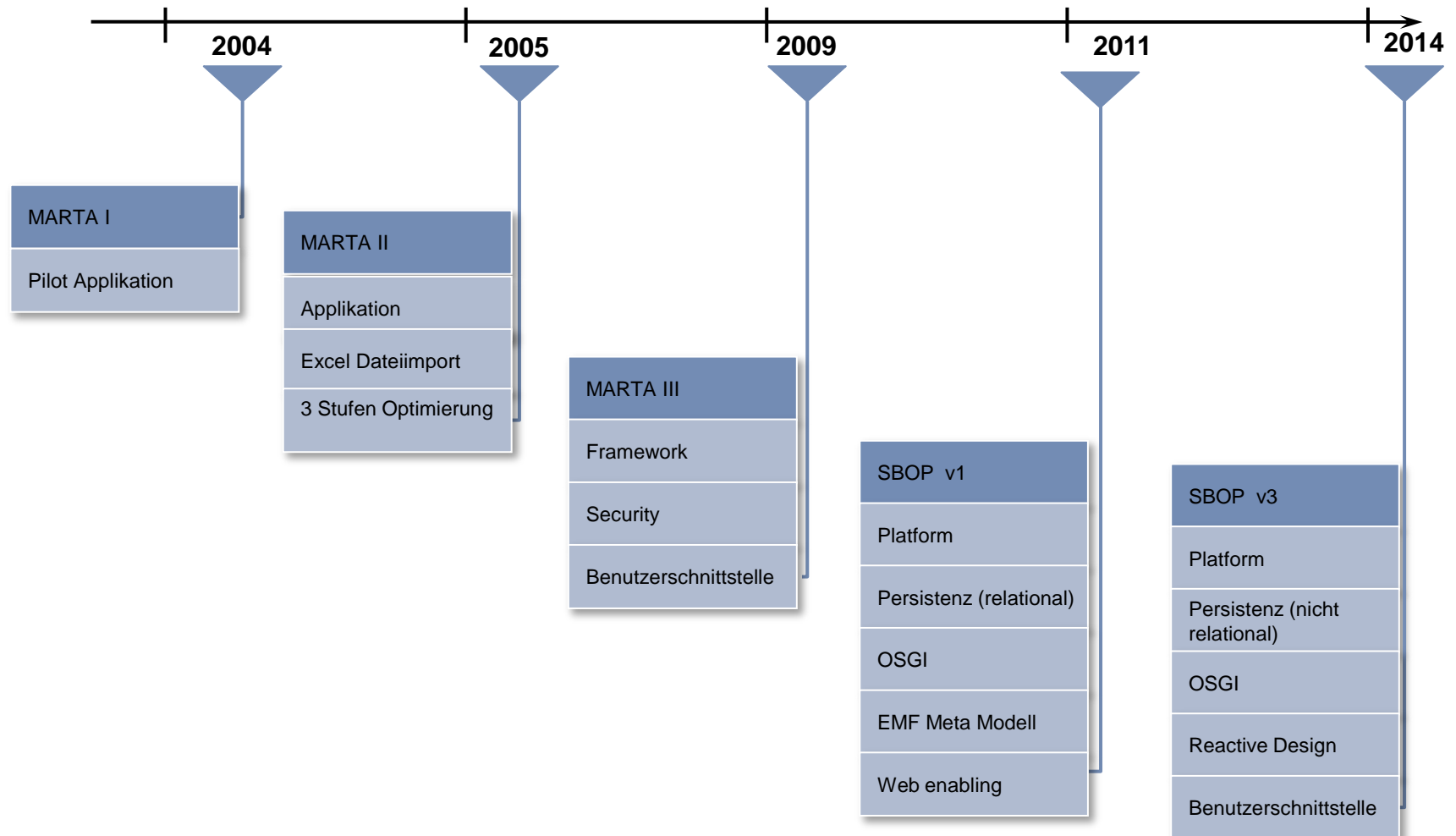
OptaPlanner 



SBO Tools Nachteile

- Monolithische Architektur
 - Integration von Optimierer und Simulator meist unmöglich
 - Bei großen Modellen meist unbenutzbar und langsam
- Integration in bestehende Systemlandschaft sehr komplex
- Geringer Automatisierungsgrad

SBOP



SBOP

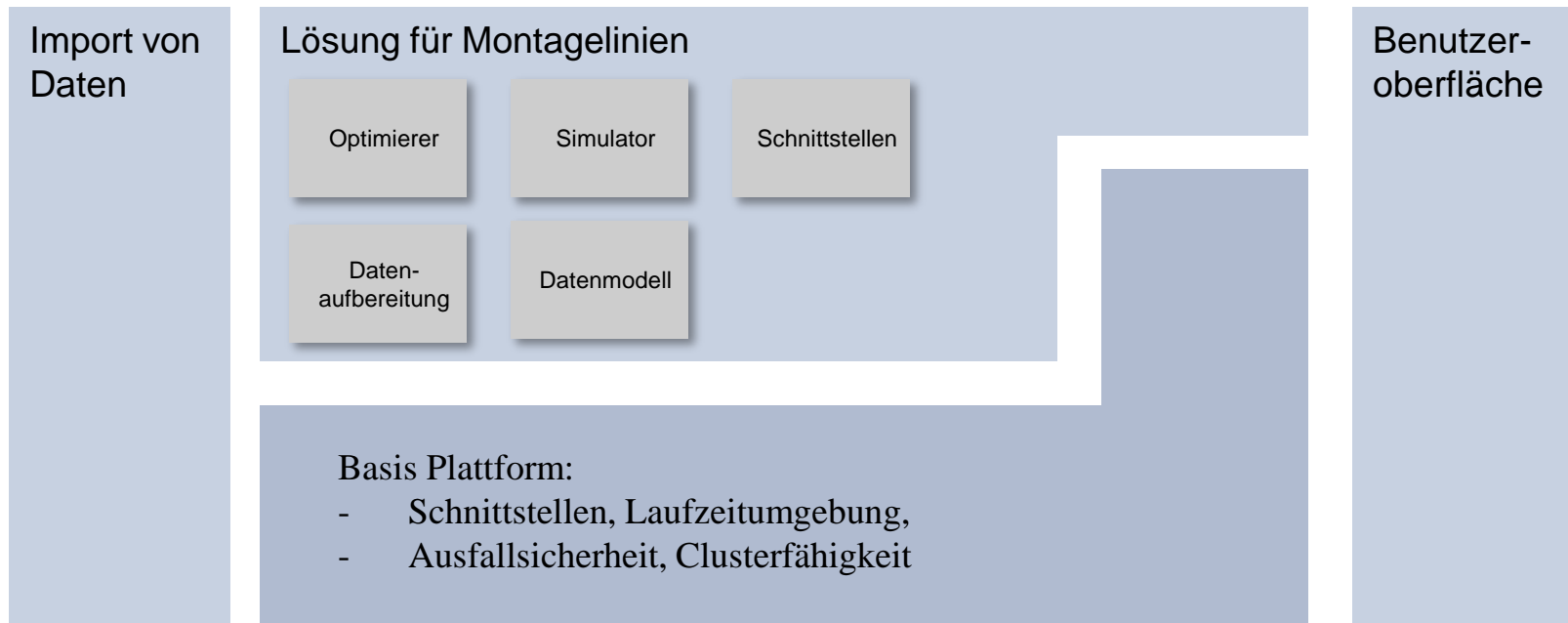
Basisplattform

- Komplett skalierbare, ausfallsichere, clusterfähige Plattform für simulationsbasierte Optimierung

Montagelinien-Lösung

- Komplett skalierbare, ausfallsichere Plattform
- Modell
- Simulator
- Verschiedene Optimierungsalgorithmen
- Datenaufbereitungsalgorithmen
- Benutzeroberfläche

SBOP Komponentendiagramm



Datenbanksysteme

Vorteile SBOP

- Plattformmodelle
- Baukasten-Prinzip
- Modernes Architekturdesign
- Offene Plattform
- Ausrichtung auf komplexe Modelle/Suchräume
- Elastisch und Dezentral
- Einfach ...
 - Erweiterbar, anpassbar
 - Baukastenkomponenten ersetzbar
 - automatisierbar

SBOP - Szenarien

- Sensibilitätsanalyse
- Szenariomanagement
- Vergleich von Optimierungsalgorithmen
- Verteilte SBOPs

SBOP- Modell Generator

- Datenqualität
- Unvollständige Daten
- Machbarkeitsnachweis
- Evaluierung von Optimierungsalgorithmen

SBOP – Simulator

Warum eigenes Simulationswerkzeug?

- Implementierung von Bibliotheken
- Modell Transformation
- Häufige Änderungen am Modell
- Modell Validierung
- Unerfüllbare Funktionen
- Unbenutzte Funktionen
- Steuerung der externen Tools

Effekt: langsame Laufzeit, hohe Entwicklungskosten

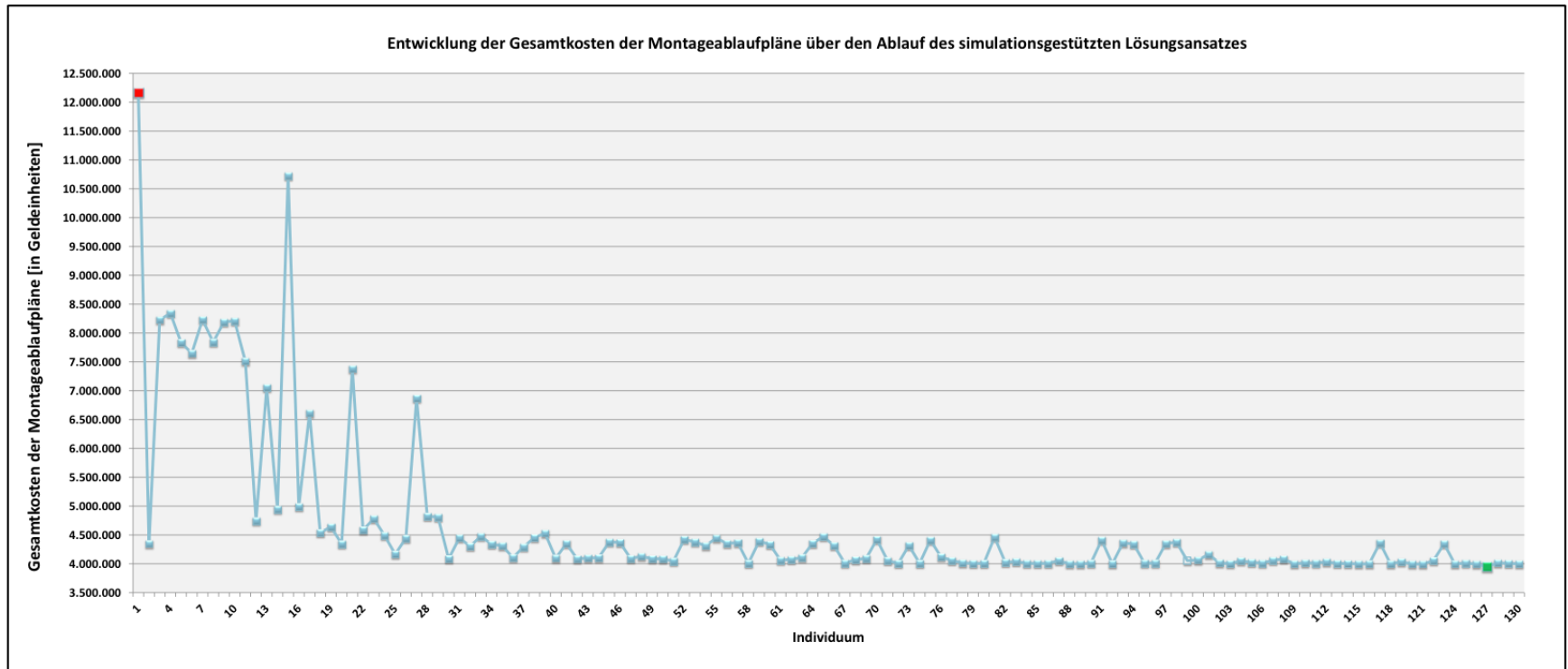
SBOP – Optimierung

- Random Walk Algorithms
- Genetic Algorithms
- Selforganisation Algorithms
- Nested Optimization Cycles Algorithms
- Configuration Optimization Algorithms

SBOP Experimente

Datenübersicht Basisszenario 2	
Planungszeitraum:	16 Wochen
Anzahl Planungsaufträge:	1
Anzahl zu montierender Produkte:	Gesamtprodukt unterteilt in 8 Produktionsbereiche mit 400 bis 420 Aktivitäten
Gesamtanzahl Aktivitäten:	2953
Anzahl Durchführungsmodi je Aktivität:	minimal 1 bis maximal 10 Modi je Aktivität; Zeitunterschied der Modi 0,5 Stunden; Im Durchschnitt 4 Modi je Aktivität
Komplexitätstreiber:	Qualifikationsgerechte Verteilung der eingeschränkt vorhandenen Mitarbeiter (Ressourcenzuordnung)
Schichtregime:	2-Schicht
Anzahl Mitarbeiterqualifikationen:	27
Verfügbares Ressourcenangebot:	27 Ressourcentypen mit Angebot von 1 bis 10 MA je Typ; In Summe: 86 Mitarbeiter pro Schicht
Anzahl Technische Ressourcen:	keine
Suchraum (Anzahl möglicher Montageablaufpläne):	$1.729796E+2018 = 1,73 * 10^{2018}$

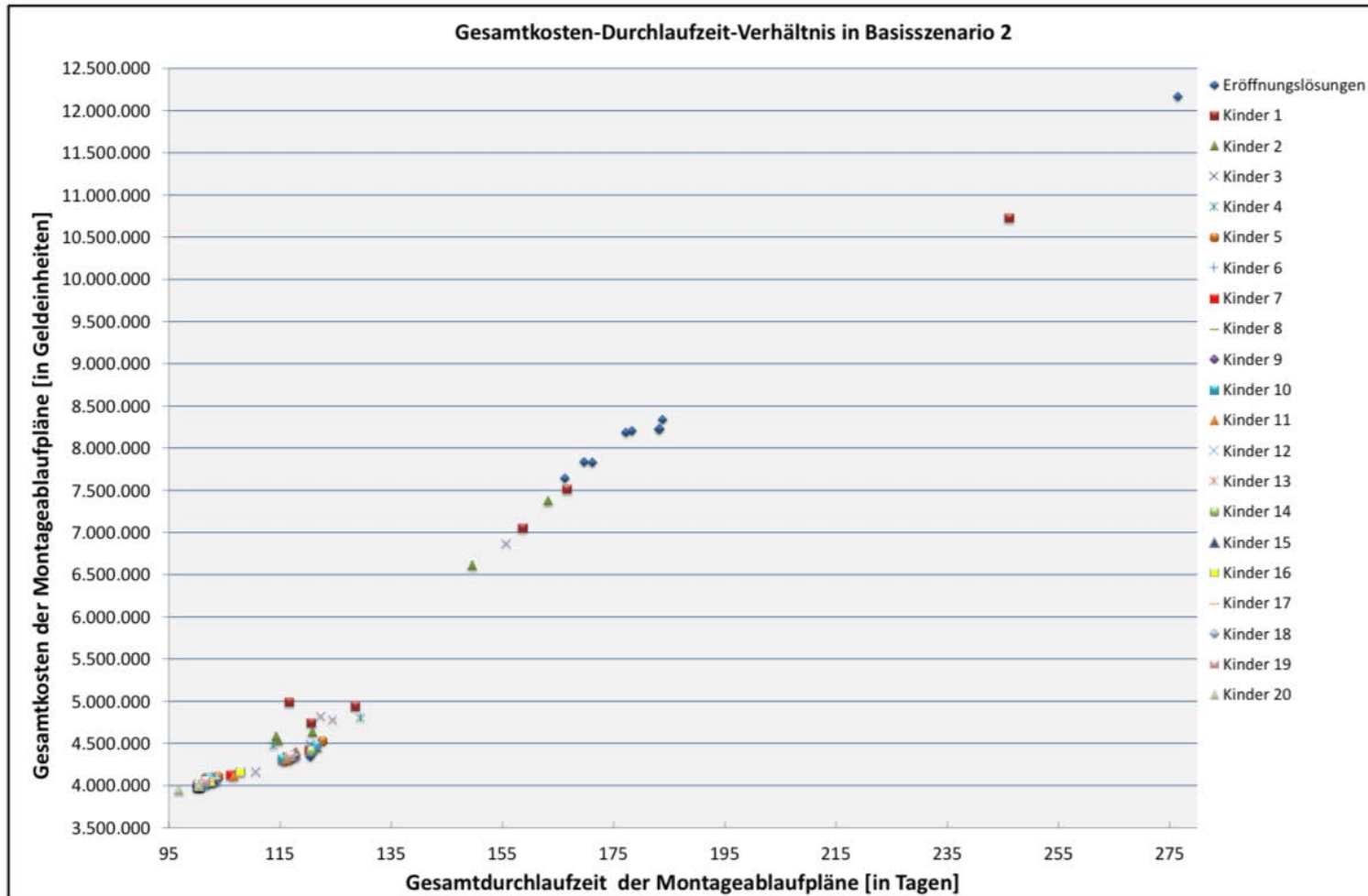
SBOP Experimente



[Carl]

Genetische Algorithmus mit Kostenminimierung als Fitnessfunktion

SBOP Experimente



SBOP Entwicklung

	#	MARTA II	SBOP 2	SBOP3
Simulieren	5000	15,12	3,3	0,22
Modelle lesen	5000	6,8	3,4	0,14
Modelle speichern	5000	-	5,4	0,21
Kompletter Optimierungs-Zyklus	5000	20,3	12,34	1,8

Messwerte in Sekunden

Agenda

- Einleitung
- Anwendungsdomänen
- Simulationsbasierte Optimierung
- Simulationsbasierte Optimierungsplattform
- **Ausblick**

Ausblick

- SBOP as a Service
- Benutzeroberfläche verbessern
- Verteilte, clusterfähige SBOP „verproben“
- Militärische Domäne
- Neue Optimierungsansätze
 - Mehrziel Optimierung
 - Interaktive Optimierung

Referenzen/Veröffentlichungen

- [1] März, L.; Krug, W.; Rose, O.; Weigert, G. (Hrsg.) Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 2010 (Kapitel 9)
- [2] E. Angelidis, F. M. Pappert, and O. Rose. A prototype simulation tool for a framework for simulation-based optimization of assembly lines. In S. Jain, R.R. Creasey, J. Himmelspace, K.P. White, and M. Fu, editors, Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, pages 2383–2394, Piscataway, New Jersey, 2011. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- [3] E. Angelidis, F. M. Pappert, and O. Rose. 2011. A Prototype Simulation Tool for a Framework For Simulation-based Optimization of Assembly Lines. In *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, edited by S. Jain, R. Creasey, J. Himmelspace, K. White, , and M. Fu, 2383–2394. Piscataway, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- [4] E. Angelidis, A. Naumann, and O. Rose. An extended critical path method for complex assembly lines. In G. Lim and J.W. Herrmann, editors, Proceedings of the 2012 Industrial Engineering Research Conference, 2012
- [5] E. Angelidis, D. Bohn, and O. Rose. A simulation-based optimization heuristic using self-organization for complex assembly lines. In C. Laroque, J. Himmelspace, R. Pasupathy, O. Rose, and A. M. Uhrmacher, editors, Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference, Piscataway, New Jersey, 2012. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Referenzen/Veröffentlichungen

- [6] E. Angelidis, S. Carl, D. Bohn, A. Naumann, and O. Rose. Simulation-based Optimization for Complex Assembly Lines with Multi-skilled Resources. In A. Krishnamurthy and W.K.V. Chan, editors, Proceedings of the 2013 Industrial and Systems Engineering Research Conference, 2013
- [7] E. Angelidis, D. Bohn, and O. Rose. A simulation tool for complex assembly lines with multi-skilled resources. In R. Pasupathy, S.-H. Kim, A. Tolk, R. Hill, and M. E. Kuhl, editors, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, Piscataway, New Jersey, 2013. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.