

Workshop-Reihe

„Perspektiven der Modellbildung und Simulation“

Simulationsbasiertes integriertes Kapazitäts- und Systeme-Management

Thomas.Mayer@unibw.de

1. Projektbeschreibung/Team
2. Einordnung – Simulation
3. Anforderungen – Simulationsmodell
 - Struktur/Zustand/Verhalten
4. Eingabe- Ausgabedaten der Implementierung
5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie
6. Fazit/Forschung

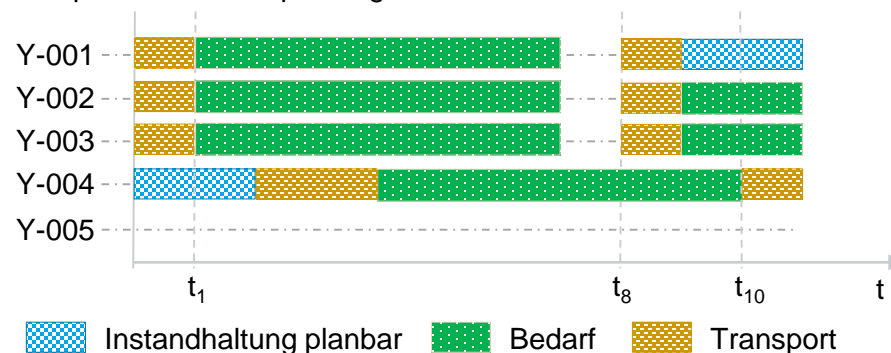
1. Projektbeschreibung/Team

- ▶ Aufgabe: Im Rahmen einer Studie sollten die **Verfügbarkeiten von militärischem Gerät** bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsarten untersucht werden.
- ▶ Schwerpunkt: Verfügbarkeit von Gerät im Übungsbetrieb unter Berücksichtigung von planbarer und nicht planbarer Instandsetzung
- ▶ Fragestellung:
 - **Dezentrales oder Zentrales Systeme/Geräte-Management?**
- ▶ Auftraggeber: Bundeswehr
- ▶ Auftragnehmer: **ESG** mit Unterauftragnehmer **Universität der Bundeswehr (ITIS)**
 - Prof. Eßig, Materialwirtschaft und Distribution
 - Prof. Karcher, Softwarewerkzeuge und Methoden für integrierte Anwendungen
 - Prof. Rose, Modellbildung und Simulation

2. Einordnung Simulation

- ▶ Ausgangslage: Konkrete Übungsbedarfe mit definiertem Gerät, zu definierter Zeit an definiertem Ort. Diese Bedarfe werden auf vorhandenes Gerät geplant.
- 1. Erstellung einer **Jahresplanung**: Zuordnung von konkretem Gerät (Mobilitätsträger mit zugeordneter Fähigkeit) auf den Übungsbedarf unter Berücksichtigung von Transport, Übergabe und **planbarer Instandhaltung** (Rüstvorgänge werden nicht betrachtet).

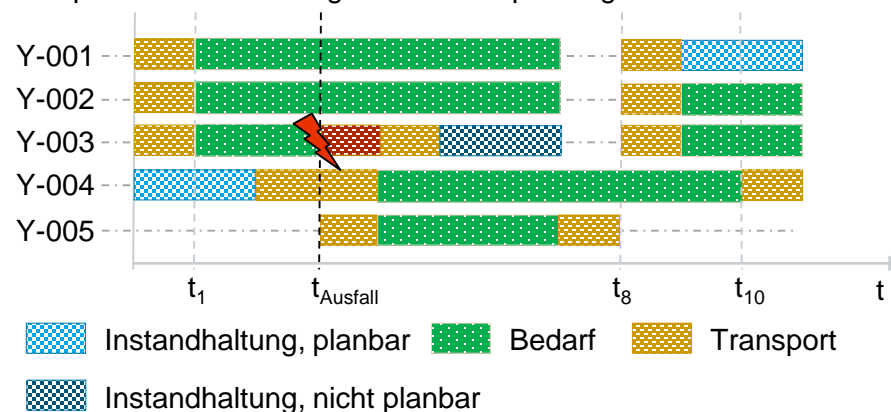
Beispielhafte Jahresplanung



2. Einordnung Simulation

- ▶ Ausgangslage: Konkrete Übungsbedarfe mit definiertem Gerät, zu definierter Zeit an definiertem Ort. Diese Bedarfe werden auf vorhandenes Gerät geplant.
- 1. Erstellung einer **Jahresplanung**: Zuordnung von konkretem Gerät (Mobilitätsträger mit zugeordneter Fähigkeit) auf den Übungsbedarf unter Berücksichtigung von Transport, Übergabe und **planbarer Instandhaltung** (Rüstvorgänge werden nicht betrachtet).
- 2. Durchführung von **Simulationen**: Ausrollen einer konkreten **Jahresplanung**, unter zusätzlicher Berücksichtigung von Systemausfällen und der somit entstehenden **nicht planbaren Instandhaltung** und resultierender **Bedarfsbefriedigung**

Beispielhafte Ausführung einer Jahresplanung

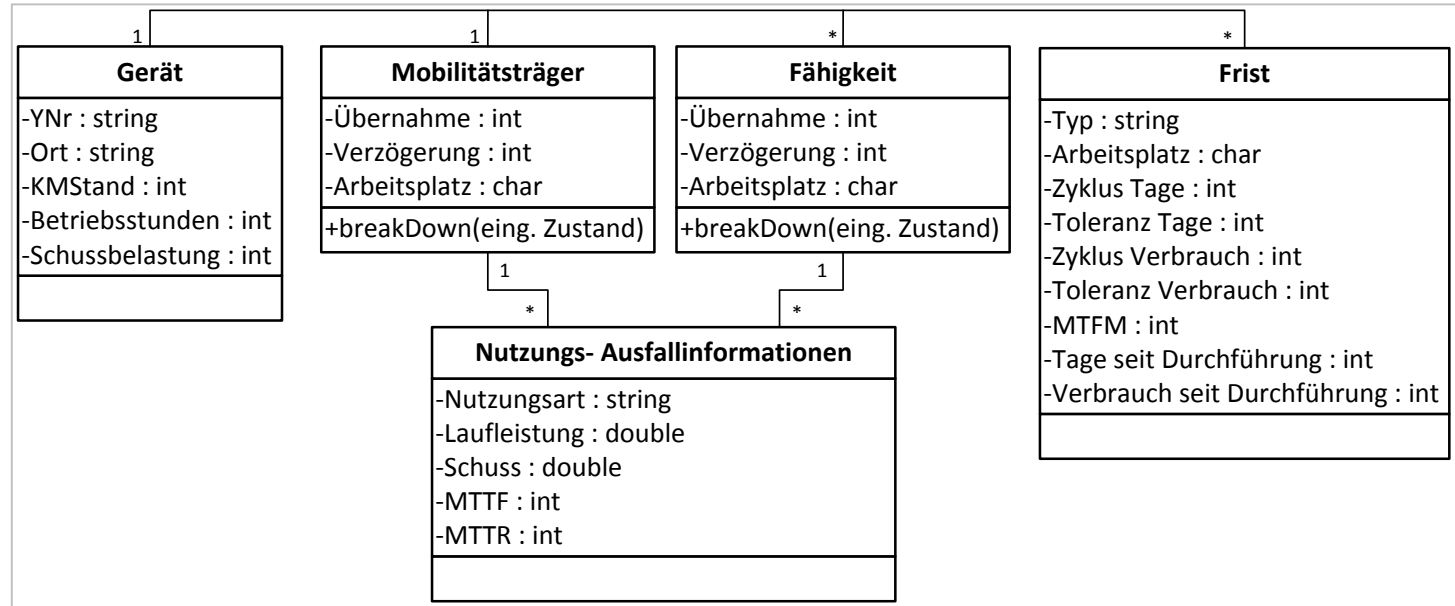


3. Anforderungen – Simulationsmodell

- ▶ In enger Abstimmung mit Auftraggeber erarbeitet: **Strukturelemente** und deren mögliche **Zustände** sowie **Prozesse/Verhalten** welche Zustandsänderungen bewirken

3. Anforderungen – Simulationsmodell

- ▶ In enger Abstimmung mit Auftraggeber erarbeitet: **Strukturelemente** und deren mögliche Zustände sowie Prozesse/Verhalten welche Zustandsänderungen bewirken

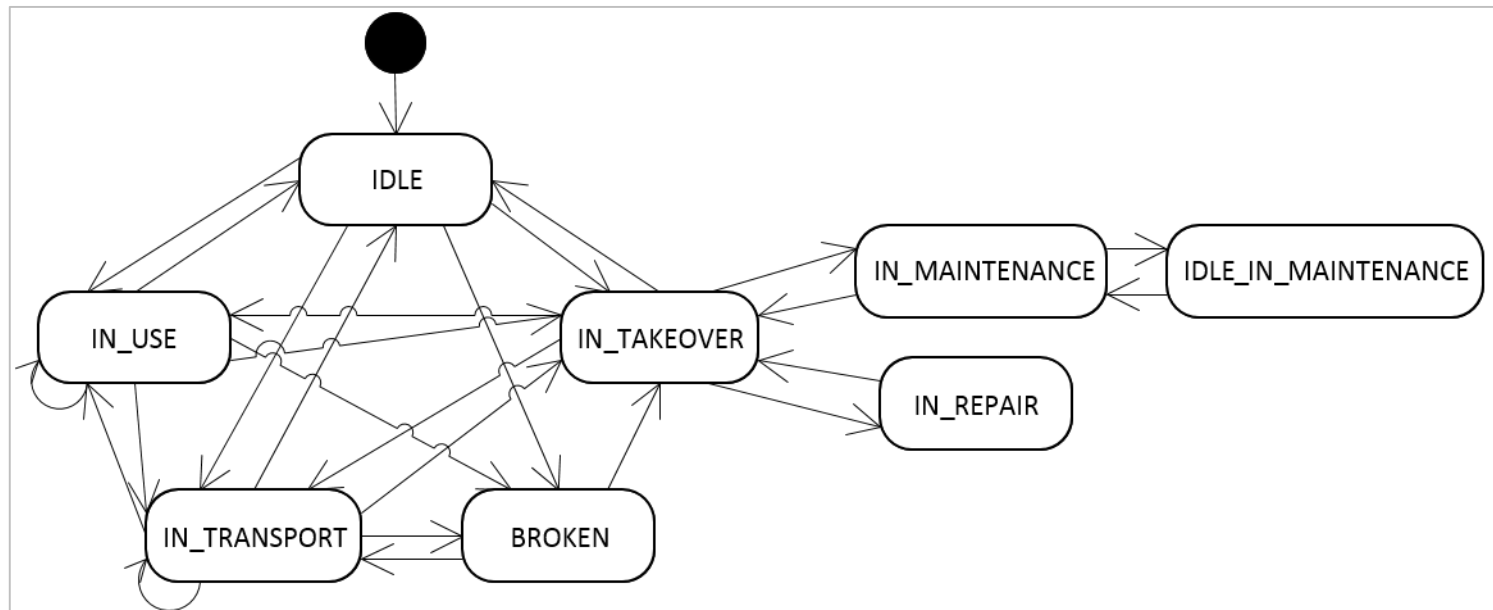


Beispiel: Strukturelement Gerät mit Unterelementen

- ▶ Fähigkeiten: Fahren, Patrouille, Führung, Wirkung, Führung + Wirkung
- ▶ Ausfall-, Reparatur- und Verschleißdaten sind in Abhängigkeit der Nutzungsart an Mobilitätsträger bzw. Fähigkeit modelliert.

3. Anforderungen – Simulationsmodell

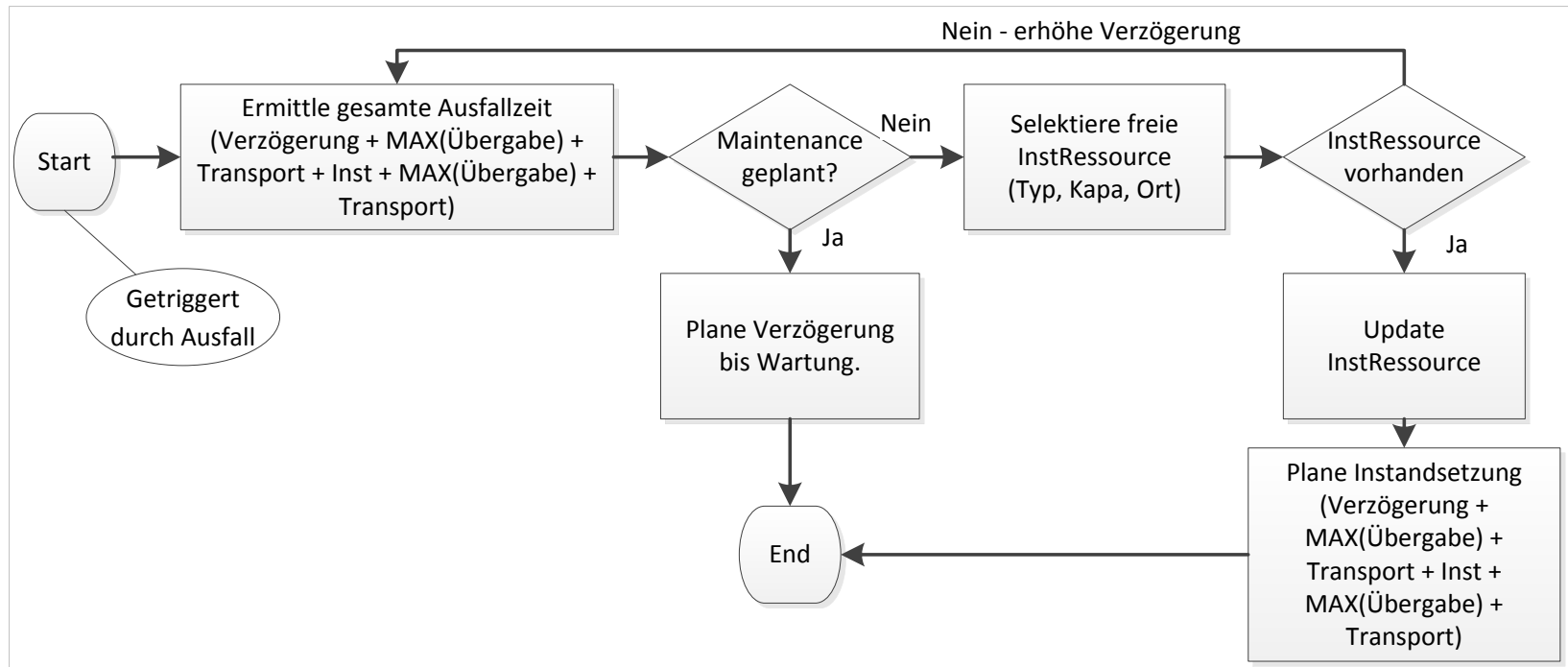
- ▶ In enger Abstimmung mit Auftraggeber erarbeitet: Strukturelemente und deren mögliche **Zustände** sowie Prozesse/Verhalten welche Zustandsänderungen bewirken



Beispiel: Zustände mit gültigen Zustandsübergängen für das Strukturelement Gerät

3. Anforderungen – Simulationsmodell

- ▶ In enger Abstimmung mit Auftraggeber erarbeitet: Strukturelemente und deren mögliche Zustände sowie **Prozesse/Verhalten** welche Zustandsänderungen bewirken



Beispiel: Instandsetzungsplanung bei Ausfall

- ▶ In enger Abstimmung mit Auftraggeber erarbeitet: **Strukturelemente** und deren mögliche **Zustände** sowie **Prozesse/Verhalten**, welche Zustandsänderungen bewirken
 - Strukturelemente: **Gerät, Instandhaltungsressourcen, Transportressourcen, Bedarf mit Anforderung,**
 - Prozesse: **Wartungsplanung, Bedarfsplanung, Instandsetzungsplanung bei Ausfall, Ersatzplanung bei Ausfall,**

▶ **Transportmatrix + Ressourcen**

- Generiert aus Orten von Bedarfen und Instandsetzungsressourcen (63)

▶ **Instandsetzungsressourcen**

- Aktuelle Platzierung und Kapazitäten
- Arbeitsplätze mit Ausstattung (Welche Fristenarbeiten können durchgeführt werden?)

▶ **Gerät**

- Gesamtanzahl: 188 KPz Leo 2 A6, mit aktueller Platzierung
- MTTR + MTTF nach Nutzungsart
- Wartungsplanung für alle 188 KPz Leo 2

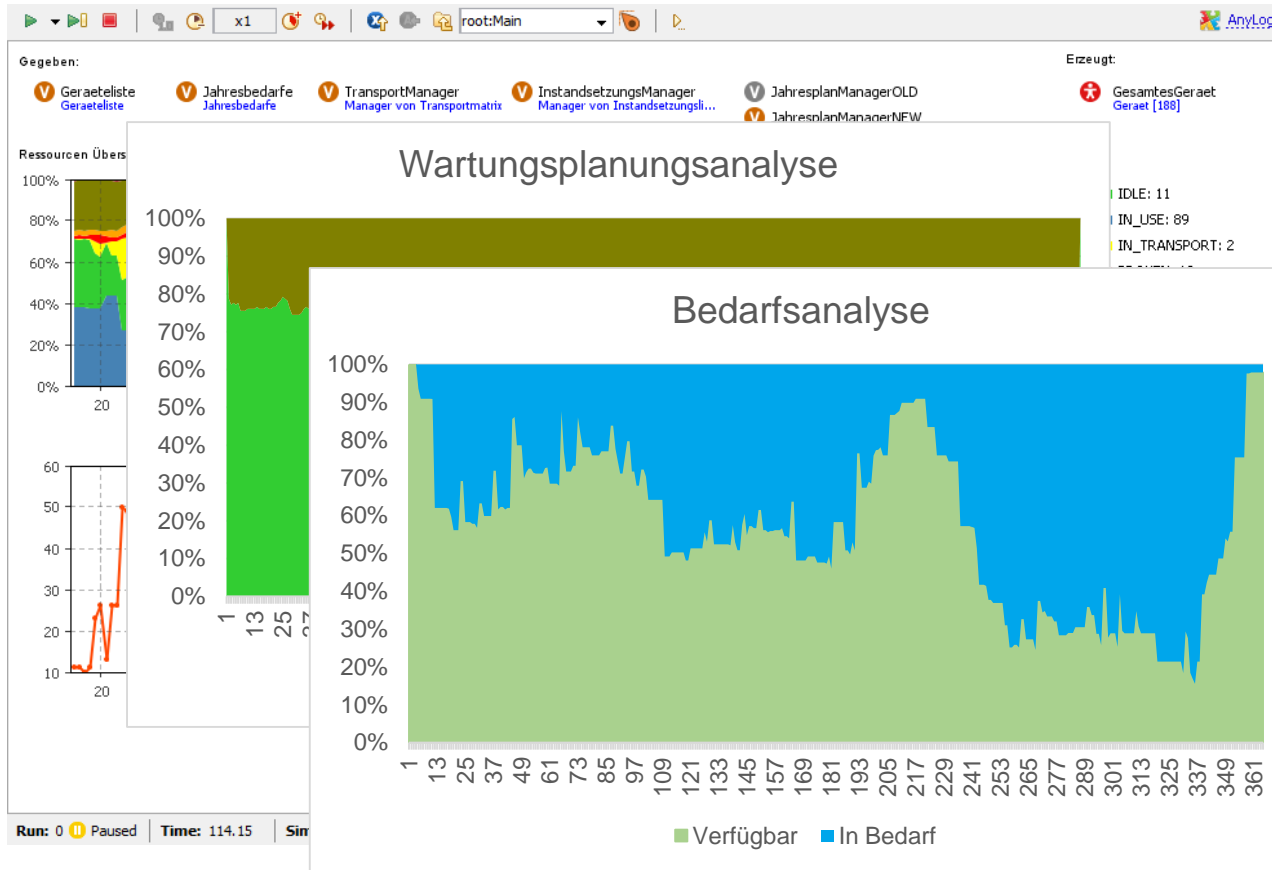
▶ **Bedarfe**

- 142 Bedarfe für 2015

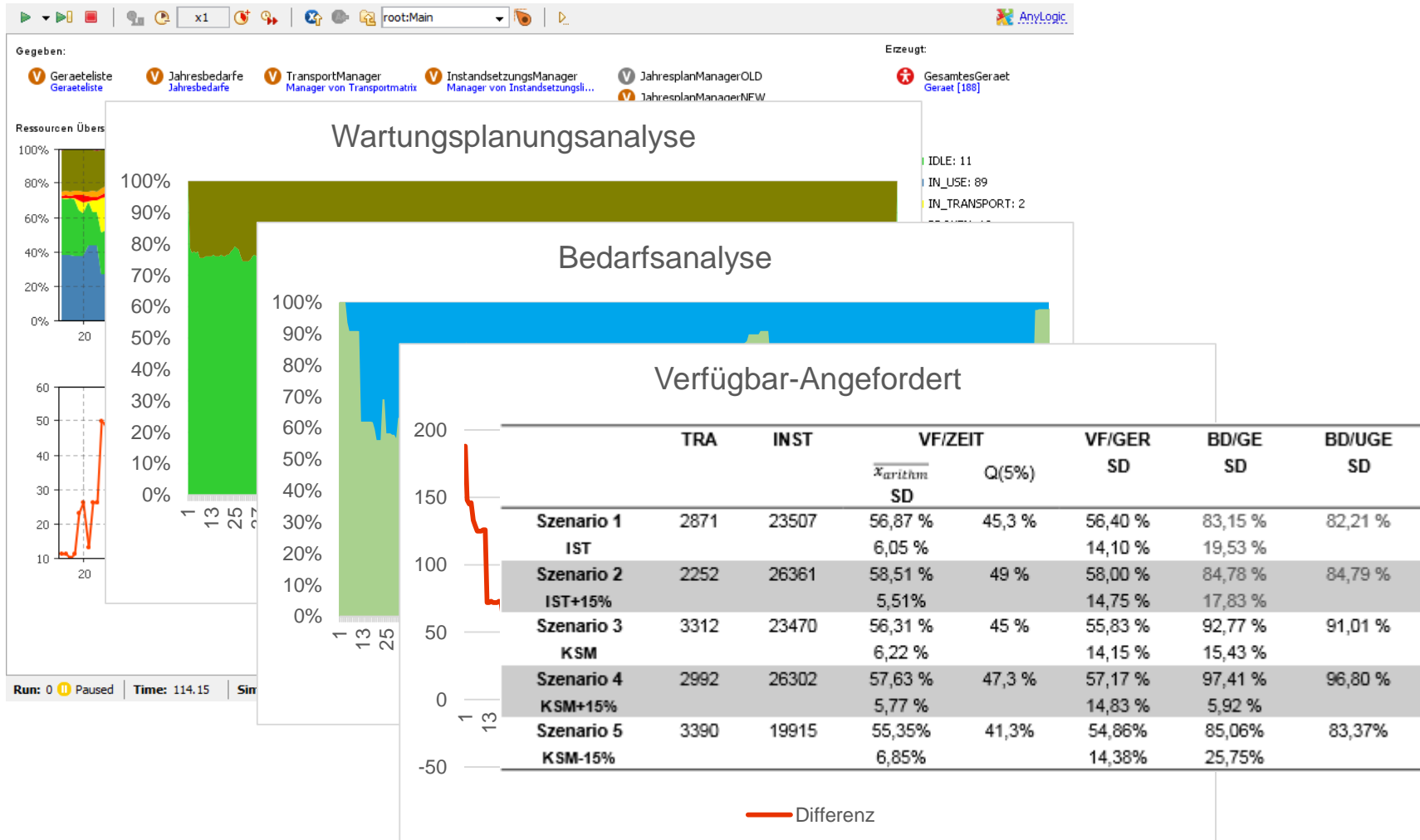
4. Implementierung/Ausgabedaten



4. Implementierung/Ausgabedaten



4. Implementierung/Ausgabedaten



Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie

5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie

► Vorstellung der simulierten Szenarien

	KSM	Gerät	Kommentar
Szenario 1 IST	Nein	188	Das Szenario 1 beschreibt den angenommenen IST-Zustand.
Szenario 2 IST+15%	Nein	216	Das Szenario 2 beschreibt den IST-Zustand mit zusätzlichen, verfügbaren Mobilitätsträgern vom Typ Leopard 2 A6.
Szenario 3 KSM	Ja	188	Das Szenario 3 verändert den IST-Zustand um die Implementierung eines Kapazitäts- und Systeme-Management. Durch eine zentrale Organisation kann Ersatz bei Ausfall gezielt zur Verfügung gestellt werden.
Szenario 4 KSM+15%	Ja	216	Das Szenario 4 beschreibt ein Kapazitäts- und Systeme-Management mit zusätzlichen, verfügbaren Mobilitätsträgern vom Typ Leopard 2A6.
Szenario 5 KSM-15%	Ja	160	Das Szenario 5 beschreibt ein Kapazitäts- und Systeme-Management mit einem Mangel an verfügbaren Mobilitätsträgern vom Typ Leopard 2A6.

- IST definiert durch dezentrale Bewirtschaftung der Systeme
- Ein Kapazitäts- und Systeme-Management definiert sich im Modell durch folgende Hauptmerkmale:
 - Echtzeit Monitoring mit globalem Wissen
 - Steuerung, Bsp.: Gezieltes Planen von Ersatz bei Ausfall

5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie

► Vorstellung der Simulationsergebnisse Leo 2A6

	TRA	INST	VF/ZEIT		VF/GER	BD/GE	BD/UGE
			$\overline{x_{arithm}}$ SD	Q(5%)	SD	SD	SD
Szenario 1	2871	23507	56,87 %	45,3 %	56,40 %	83,15 %	82,21 %
IST			6,05 %		14,10 %	19,53 %	
Szenario 2	2252	26361	58,51 %	49 %	58,00 %	84,78 %	84,79 %
IST+15%			5,51%		14,75 %	17,83 %	
Szenario 3	3312	23470	56,31 %	45 %	55,83 %	92,77 %	91,01 %
KSM			6,22 %		14,15 %	15,43 %	
Szenario 4	2992	26302	57,63 %	47,3 %	57,17 %	97,41 %	96,80 %
KSM+15%			5,77 %		14,83 %	5,92 %	
Szenario 5	3390	19915	55,35%	41,3%	54,86%	85,06%	83,37%
KSM-15%			6,85%		14,38%	25,75%	

- Einführung eines KSM (Monitoring, globales Wissen, zentrale Steuerung) verbessert signifikant die prozentuale Bedarfsdeckung bei Erhöhung von Transportaufwänden.

5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie

► Vorstellung der Simulationsergebnisse Leo 2A6

	TRA	INST	VF/ZEIT $\overline{x_{arithm}}$ SD	Q(5%)	VF/GER SD	BD/GE SD	BD/UGE SD
Szenario 1	2871	23507	56,87 %	45,3 %	56,40 %	83,15 %	82,21 %
IST			6,05 %		14,10 %	19,53 %	
Szenario 2	2252	26361	58,51 %	49 %	58,00 %	84,78 %	84,79 %
IST+15%			5,51%		14,75 %	17,83 %	
Szenario 3	3312	23470	56,31 %	45 %	55,83 %	92,77 %	91,01 %
KSM			6,22 %		14,15 %	15,43 %	
Szenario 4	2992	26302	57,63 %	47,3 %	57,17 %	97,41 %	96,80 %
KSM+15%			5,77 %		14,83 %	5,92 %	
Szenario 5	3390	19915	55,35%	41,3%	54,86%	85,06%	83,37%
KSM-15%			6,85%		14,38%	25,75%	

► Auf die mittlere Flottenverfügbarkeit hat die Anzahl der betrachteten Geräte oder die Implementierung eines Kapazitäts- und Systeme-Managements keinen signifikanten Einfluss.

- Der IST-Zustand hat neben der Instandsetzung und dem Transport, keinen Einflussfaktor, der durch die Anzahl der Geräte gesteuert werden kann.

5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie

► Vorstellung der Simulationsergebnisse Leo 2A6

	TRA	INST	VF/ZEIT $\overline{x_{arithm}}$ SD	Q(5%)	VF/GER SD	BD/GE SD	BD/UGE SD
Szenario 1 IST	2871	23507	56,87 % 6,05 %	45,3 %	56,40 % 14,10 %	83,15 % 19,53 %	82,21 %
Szenario 2 IST+15%	2252	26361	58,51 % 5,51%	49 %	58,00 % 14,75 %	84,78 % 17,83 %	84,79 %
Szenario 3 KSM	3312	23470	56,31 % 6,22 %	45 %	55,83 % 14,15 %	92,77 % 15,43 %	91,01 %
Szenario 4 KSM+15%	2992	26302	57,63 % 5,77 %	47,3 %	57,17 % 14,83 %	97,41 % 5,92 %	96,80 %
Szenario 5 KSM-15%	3390	19915	55,35% 6,85%	41,3%	54,86% 14,38%	85,06% 25,75%	83,37%

- Durch das gezielte Planen von Ersatz, werden mit 15 % weniger Geräten, ähnliche Bedarfsdeckungen erreicht wie in einem System ohne Kapazitäts- und Systeme-Management mit 100% Gerät bei Erhöhung von Transportaufwänden.

5. Überblick über Kernaussagen der Simulationsstudie - Zusammenfassung

Datenanalyse

- ▶ Selbst bei Vernachlässigung von nicht planbarer Instandsetzung, Transporten und Übergaben, wird aufgrund von Fristenarbeiten an rund 90 Tagen im Jahr, eine KPz Leo 2 A6 - Flottenverfügbarkeit von 70 % unterschritten.
- ▶ Die gegebenen Bedarfe können mit der gegebenen Menge an Geräten, aufgrund von Fristenarbeiten nicht ausreichend gedeckt werden.

Simulation

- ▶ **Die Implementierung eines Kapazitäts- und Systeme-Management (Monitoring, globales Wissen, zentrale Steuerung) verbessert signifikant die prozentuale Bedarfsdeckung bei Erhöhung von Transportaufwänden.**
- ▶ Auf die mittlere Flottenverfügbarkeit hat die Anzahl der betrachteten Geräte oder die Implementierung eines Kapazitäts- und Systeme-Management Tools keinen signifikanten Einfluss.
- ▶ Mehr Geräte im System erhöhen planbare Instandsetzungsaufwände und die Bedarfsdeckung. Mehr Geräte im System reduzieren Transportaufwände.

Fazit

- ▶ Erkenntnis im Team: Simulation eignet sich sehr gut als Werkzeug für die Analyse komplexer, logistischer Prozesse
- ▶ Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Inputdaten, qualitativ und quantitativ

Forschung/Weiterentwicklung

- ▶ Dynamische, stochastische Routingprobleme
 - Erweiterung des Simulationsmodells um Unsicherheiten während der Transporte
 - Betrachtung von Nebenbedingungen: Fahrzeitbegrenzungen, Verkehr, etc.
 - Optimierung der Transportplanung (Betrachtung von z.B.: auch ökonomischen und ökologischen Kosten)
 - Dimensionierung/Optimierung der Transportflotte (Unterhaltung/Größe eigener Flotte oder Transportauftrag)