



**Die Brücke  
zur Realität**

A photograph of a modern, white, curved bridge structure against a blue sky with scattered white clouds. The bridge has several thin, dark cables supporting its underside.

# **Datenqualität bei Simulationsstudien in Produktion und Logistik**

**Anforderungen und Erfahrungen**

**Dr. Sven Spieckermann**

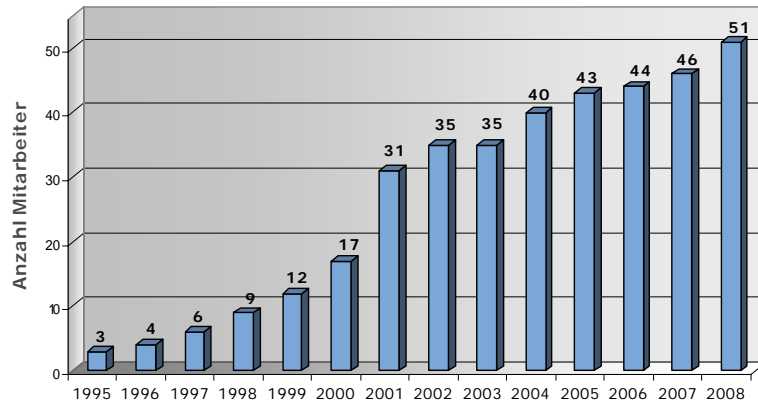
## Inhalt

1. Kurzinformationen über SimPlan
2. Einordnung und Abgrenzung
  - Daten für welche Art der Simulation?
  - Einordnung in Forschung und Lehre
  - Simulationsvorgehensmodell und Daten
3. Datenqualität
  - Welche Daten sind gemeint?
  - Datenquellen und Datenhaltung
  - Ansätze für Prüfungen und Validierungen
  - Daten-V&V im „Dreiecksbild“
4. Zusammenfassung

# 1. Kurzinformation über SimPlan

---

Mitarbeiterentwicklung



2009: 50 Mitarbeiter  
9 Standorte  
6 Mio. EUR Umsatz

- 1992 Gründung
- 2000 Umwandlung in eine AG
- 2001 SimPlan Integrations GmbH
- 2002 Niederlassungen:  
Braunschweig, Regensburg
- 2004 induSim GmbH, Langenau
- 2006 SimPlan AG, NL München
- 2007 SimPlan Optimizations (SK);  
Niederlassung Holzgerlingen
- 2009 SimPlan Österreich  
Geschäftsfelderweiterung:  
Planung & Beratung



- Simulationsgestützter Leitstand
- Produktionsfeinplanung
- Emulationsumgebungen

- Studien
- Modellerstellung/  
„Verlängerte  
Werkbank“
- Bausteine /  
Bibliotheken
- Schnittstellen
- Beratung  
Software
- Gutachten



- Schulungen
- Hotline
- Wartungsverträge

- Plant Simulation
- Automod
- Enterprise  
Dynamics
- Demo3D

- Enge Vernetzung mit Gremien: VDI, ASIM, GOR
- Lehraufträge „Simulation“ an der TU Braunschweig und der TU Darmstadt für WI-Studiengänge
- Aktuell Beteiligung an drei Forschungsprojekten
  - ➔ Mefisto (BMBF) – Simulation im Bauwesen
  - ➔ Laseko (BLE) – Steuerung von Erntemaschinen
  - ➔ AssistSim (Hessen Agentur) – Assistenzwerkzeug für Simulation

## 2. Einordnung und Abgrenzung

---

### 2.1 Daten für welche Art der Simulation

*„Simulation ist die Nachbildung eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierfähigen Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind.“*

VDI 3633, Blatt 1, 1993



- Statisch / **dynamisch**  
wird die Zeit berücksichtigt (dynamisch) oder nicht (statisch)?
- Deterministisch / **stochastisch**  
werden Zufallseinflüsse berücksichtigt (stochastisch) oder nicht (deterministisch)?
- **Diskret** / kontinuierlich  
definiert sich der Zustand über Objekte über klar abgegrenzte Zustände (diskret) oder über den Zustand beschreibende Gleichungen (kontinuierlich)?

- Monte Carlo Simulation  
Auswertung einer großen Anzahl von stochastischen Experimenten (zeitliche Aspekte werden häufig nicht betrachtet)
- System Dynamics  
Simulation auf Basis einer Wirkungsstruktur (häufig mit Rückkopplungen)
- Discrete Event Systems  
Simulationsfortschritt erfolgt durch Ereignisse (z.B. durch Beendigung eines Prozesses)

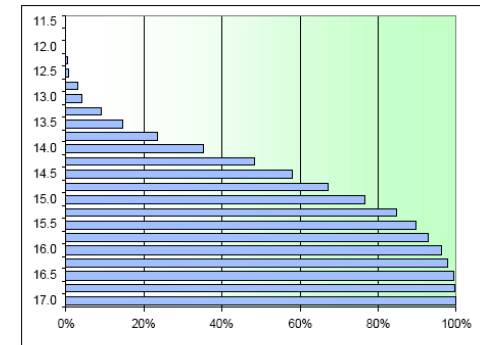
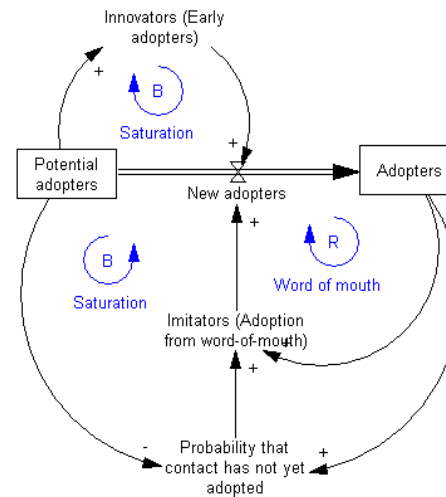
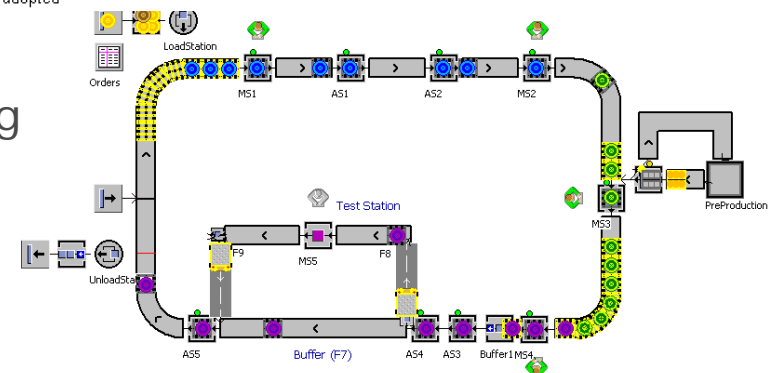


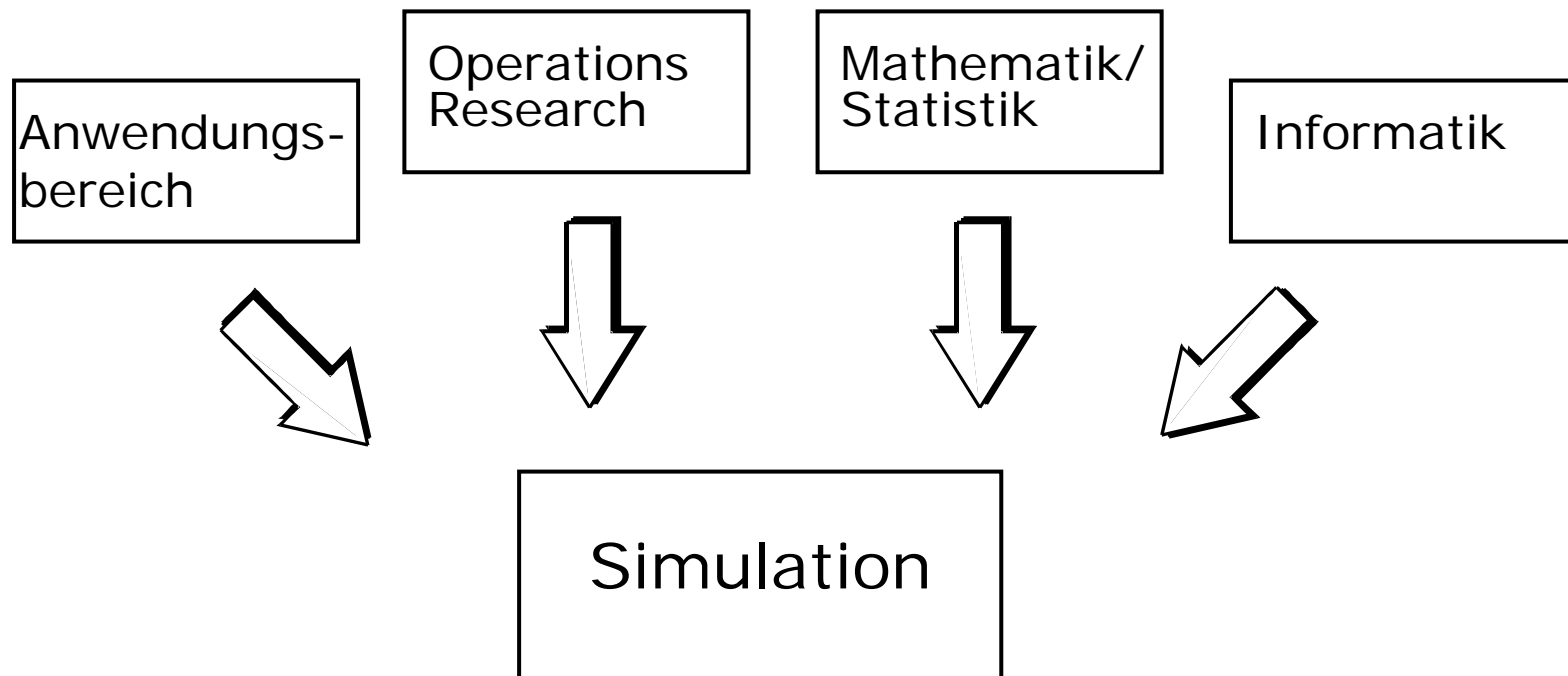
Figure 1: Probability of Completion Within Specified Time (Months)



## 2. Einordnung und Abgrenzung

---

### 2.2 Einordnung in Forschung und Lehre



## Marketing Vertrieb



- Konzepte visualisieren
- Prozesse animieren
- Komplexität veranschaulichen

## Planung



- Konzepte überprüfen
- Alternativen bewerten
- Engpässe identifizieren
- Lösungen optimieren

## Realisierung Anlauf

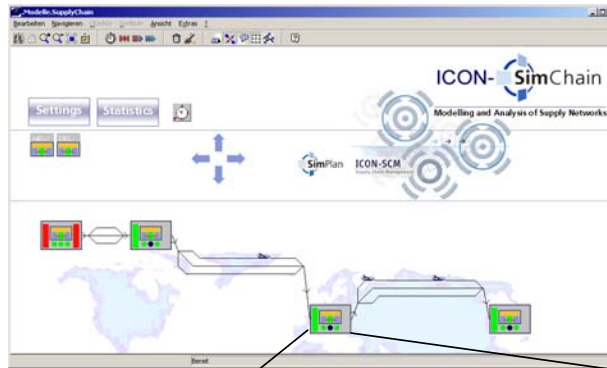


- Bestandteil der Ausschreibung
- Softwaretest/Emulation (MFR/LVR)
- Begleitung des Anlaufs

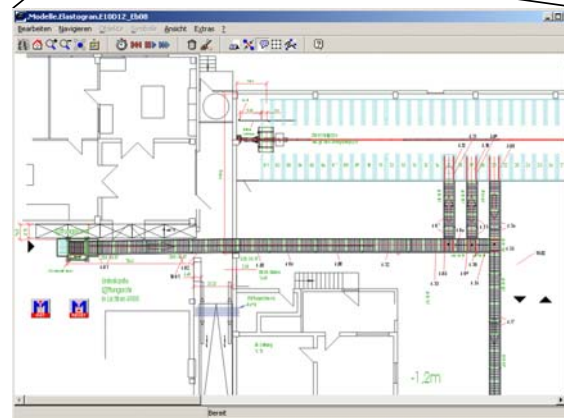
## Betrieb



- Simulationsgestützte Personaldisposition/Arbeitszeitmodelle abstimmen
- Reihenfolge/Losgrößen optimieren



**Simulation Lieferketten und  
Distributionsnetzwerken**



**„klassische“  
Materialfluss- und  
Logistiksimulation**

**Planung**

**Inbetrieb-  
nahme**

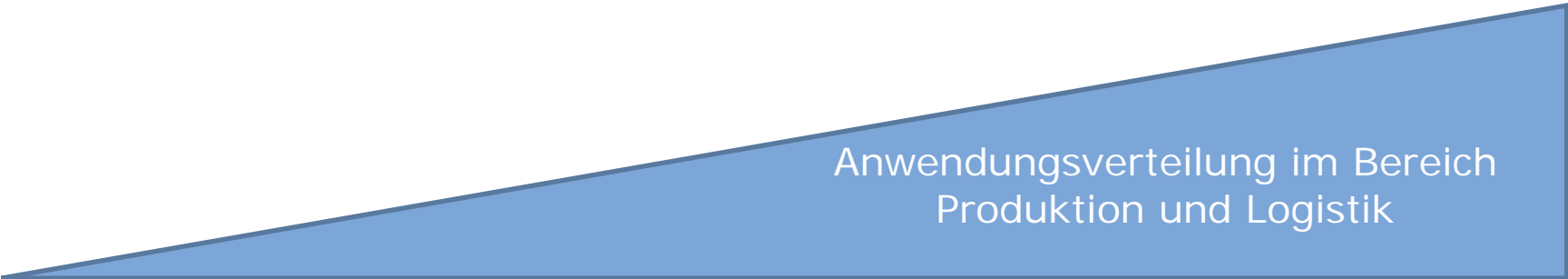
**operativer  
Betrieb**



Anwendungsverteilung im mil. Bereich

Schulung / Training

Planung



Anwendungsverteilung im Bereich  
Produktion und Logistik

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Henne



## 2. Einordnung und Abgrenzung

---

### 2.3 Simulationsvorgehensmodell und Daten

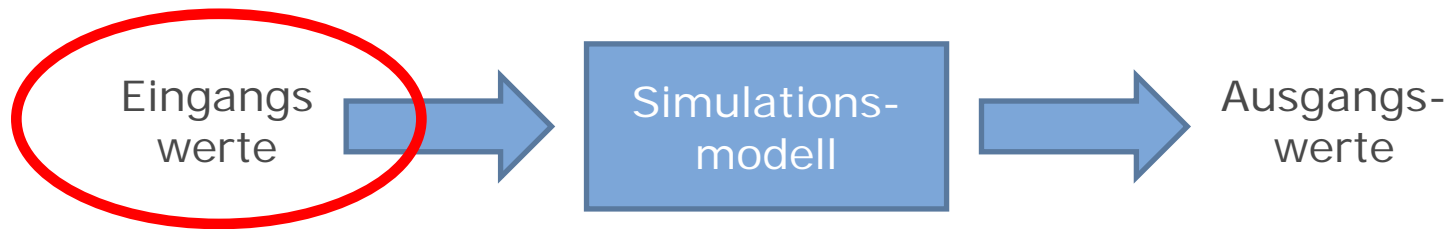




# 3. Datenqualität

---

## 3.1 Welche Daten sind gemeint?

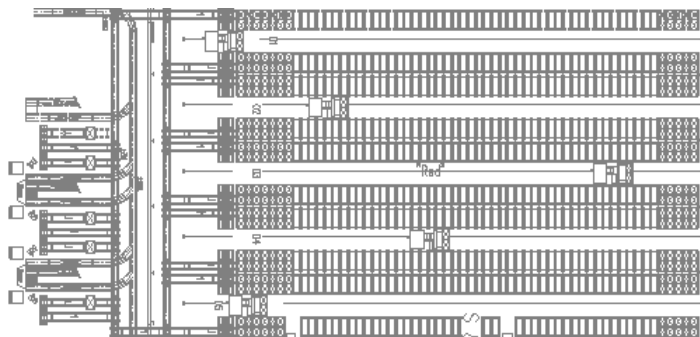
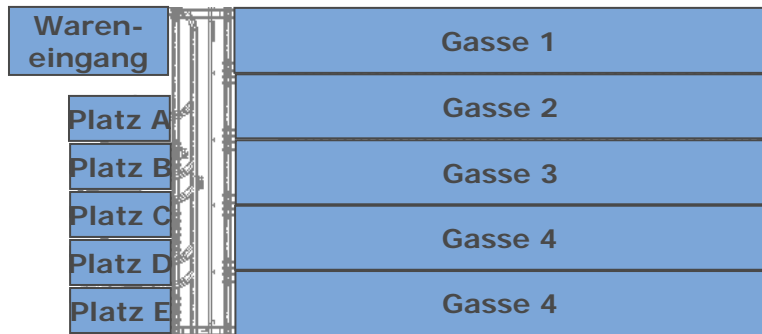
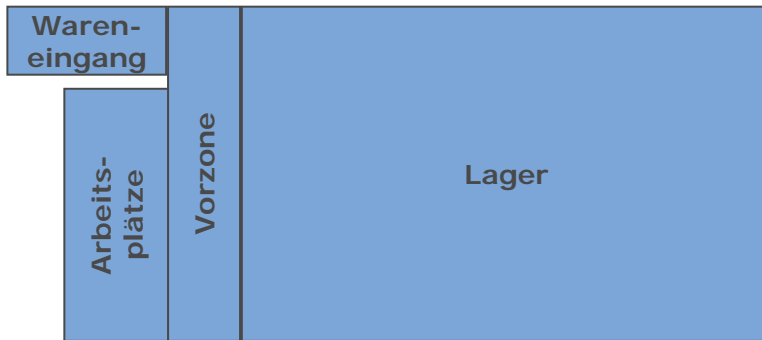


**Welche Eingangsdaten werden von einem  
typischen Simulationsmodell  
in Produktion und Logistik benötigt?**

**ES KOMMT DARAUF AN!**

- Datenbedarf eines konkreten Simulationsmodell hängt ab von
  - Zielen der Simulationsstudie
  - Anwendungsfall des Simulationsmodells
  - Detaillierungsgrad des Modells  
(und damit vom Konzeptmodell!)
  - Von den Möglichkeiten und Grenzen der Datenbeschaffung  
im Einzelfall (Daten- und Projektstand beim Kunden)
  - ...

## Detaillierungsgrad



### **Grobkonzept:**

- Mengengerüste
- Leistungsdaten

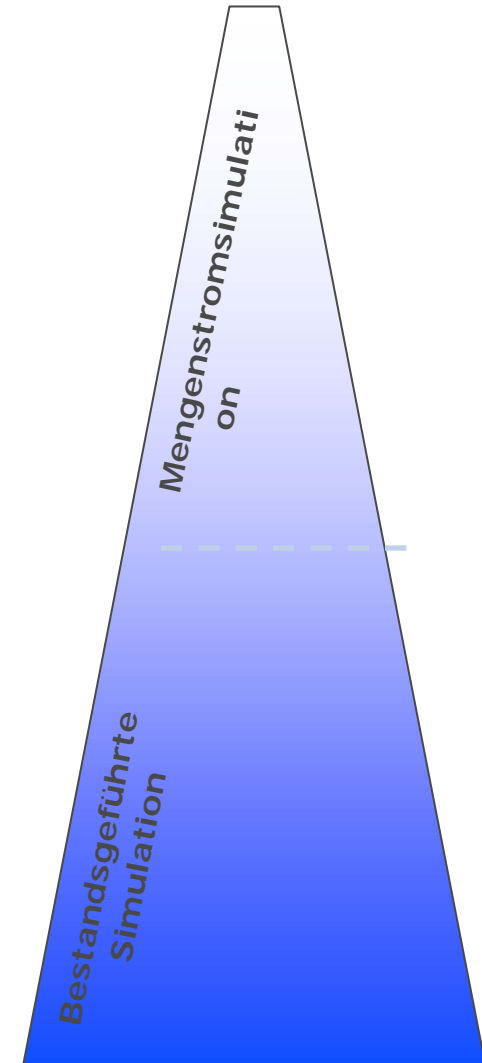
### **Grobplanung:**

- Mengenströme
- Bewegungsdaten (Aufträge mit Strukturen)
- technische Rahmendaten

### **Feinplanung:**

- Mengenströme
- Bewegungsdaten
- Stammdaten
- Bestandsdaten
- technische Daten
- Layout

## Datenmenge



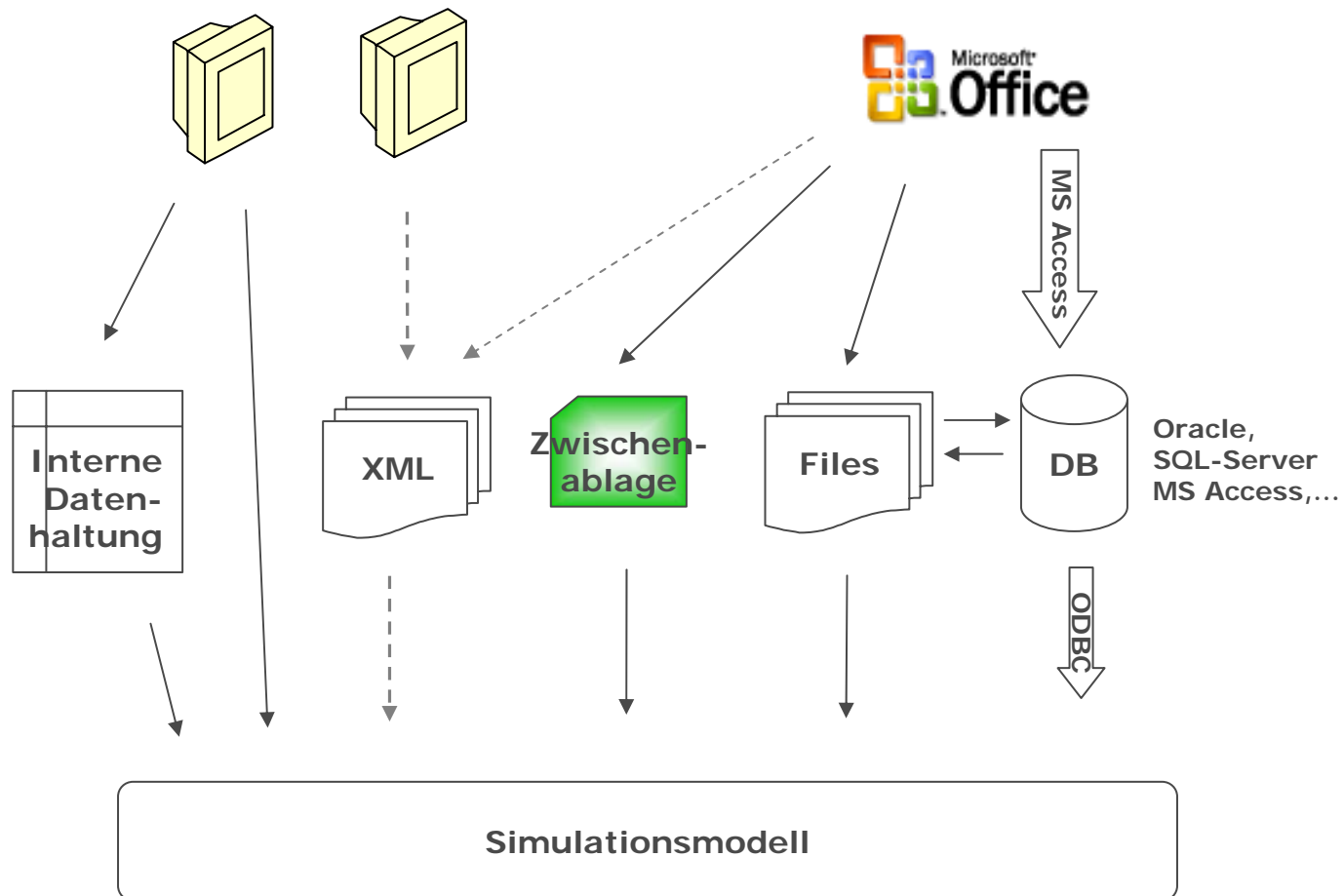
- Beispiel Lagerfach. Die Fachbelegung kann abhängen von
  - Keinem speziellen Kriterium (alle Fächer werden gleich belegt)
  - Gewicht der Palette / des Behälters
  - Höhe der Palette (Fächer alle gleich hoch?)
  - Gefahrguteigenschaften
  - ABC-Verteilung (Häufige Ware vorne im Regal)
  - Clusterbildung (bestimmte Teilmengen von Artikeln „eng“ zusammen)
  - Einem beliebigen anderen kundenspezifischen Merkmal ...

# 3. Datenqualität

---

## 3.2 Datenquellen und Datenhaltung





Lösung	Vorteile	Nachteile
Simulations- software	<ul style="list-style-type: none"><li>• „kleine“ Lösung</li><li>• Kein weiteres Werkzeug erforderlich</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• keine Datensicherung</li><li>• dezentrale Datenhaltung</li><li>• kein Mehrbenutzerzugriff</li><li>• Redundanz nicht kontrollierbar</li></ul>
Excel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einfacher Datenweitergabe und -veränderung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einfache Datenweitergabe und -veränderung</li><li>• keine Datensicherung</li><li>• dezentrale Datenhaltung</li><li>• kein Mehrbenutzerzugriff</li><li>• Redundanz nicht kontrollierbar</li></ul>
Datenbank	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zentrale Datenhaltung</li><li>• Mehrbenutzerfähig</li><li>• Skalierbar</li><li>• Zentrale Datensicherung</li><li>• Keine Datenredundanz</li><li>• Erweiterbarkeit und Updates einfacher</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Datenexport + Reporting muss implementiert werden</li><li>• Lokale Datenhaltung nur eingeschränkt möglich</li></ul>

- Notwendige Daten sind nicht in einem System und nicht in standardisierter Form vorhanden
- Schnittstellen sind nicht in standardisierter Form und zum Teil überhaupt nicht vorhanden

## Konsequenzen für Eingangsdaten

- Redundanzen
- Inkonsistenzen
- Lücken

## Konsequenzen für Simulationsprojekte in Produktion und Logistik

- Erheblicher Zeitaufwand für Datenbeschaffung und Datenprüfung (30% - 80% des Gesamtprojekts)

# 3. Datenqualität

---

## 3.3 Ansätze für Prüfungen und Validierungen

1. Für wiederholte „immer gleiche“ Anwendungen ein wiederholt anwendbares Datenmodell aufbauen (Nur in Ausnahmefällen möglich)
2. Strukturierte Dokumentation der zu beschaffenden Daten
3. Prüfungen möglichst früh ansetzen (frühe Phasen der Datenbeschaffung)
4. Konsistenzprüfungen vom Attribut bis zu entitätstypenübergreifenden Tests
5. Visualisierung von Datenstrukturen in Diagrammen („Anomalien anschaulich machen“)

## Dokumentstruktur Rohdaten

### 1. Einordnung

Übernahme der Informationen aus der "Aufgabenspezifikation" (Kapitel 3)
Ergänzende organisatorische Angaben

→ siehe nächste Folie

### 2. Datenentitätstyp <name>

Benennung des Entitätstyps
Verwendung der Daten
Beschreibung der Datenstruktur
Vorgehen bei der Datenbeschaffung
Konsistenz und Fehlerfreiheit
Replizierbarkeit der Datenbeschaffung
Daten- und Systemverfügbarkeiten
Verantwortlichkeiten
Standards auf Entitätsebene

### 3. Entitätstypenübergreifende Plausibilitätsprüfungen

### Dokumentstruktur Aufgabenspezifikation (Auszug)

#### 1. Zielbeschreibung und Aufgabenstellung

Vervollständigung und Aktualisierung der Inhalte aus der "Zielbeschreibung"
Vorgaben zu Dokumentation und V&V

#### 2. Beschreibung des zu untersuchenden Systems

Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes
Beschreibung sonstiger relevanter Systemeigenschaften
Anforderungen an den Detaillierungsgrad des Simulationsmodells
Variierbarkeit von Parametern und Strukturen
Beschreibung von zu untersuchenden Systemvarianten

#### 3. Notwendige Informationen und Daten

Benennung der notwendigen Informationen und Daten und ihrer Verwendung
Informations- und Datenquellen sowie Verantwortlichkeiten für die Informations- und Datenbeschaffung
Anforderungen an Datenqualität und Granularität
Umfang, Aktualität und ggf. notwendige Aktualisierungszyklen der Daten
Benennung fehlender Informationen und Hinweis auf Datenapproximation oder -generierung
Berücksichtigung von Schnittstellenstandards

### Dokumentstruktur Aufbereitete Daten

#### 1. Einordnung

Verwendungszweck der aufbereiteten Daten im Modell
Bezug zu den Rohdaten
Organisatorischer Rahmen

#### 2. Aufbereitung der Datenentitäten des Typs <name>

Benennung des Entitätstyps
Beschreibung der Datenstruktur
Vorgehen bei der Datenaufbereitung
Plausibilitätsprüfungen und qualitätssichernde Maßnahmen

#### 3. Entitätstypenübergreifende Plausibilitätsprüfungen



***„Die Datenvalidierung dient zur Vermeidung von aufwendiger Fehlersuche im Simulationsmodell“***

<b>Allgemeine Prüfungen</b>	<b>z.B.: Artikelstamm</b>	<b>z.B.: Aufträge</b>
Liegen alle Werte im zulässigen Wertebereich?	Gewicht > 0, Volumen > 0	Auftragsmenge > 0
Sind alle Felder richtig initialisiert?	Mandant, Zustände (gesperrt, QK,...)	Versandadresse, Auftragsart
Gibt es Duplikate?	Artikelnummer doppelt vergeben	Auftragsnummer doppelt vergeben Auftragsposition doppelt vergeben
...	...	...

### ***Konsistenzprüfungen (tabellenübergreifend):***

Sind alle Artikel in den Kundenaufträgen bekannt?

Hat jeder Auftragskopf auch Auftragspositionen?

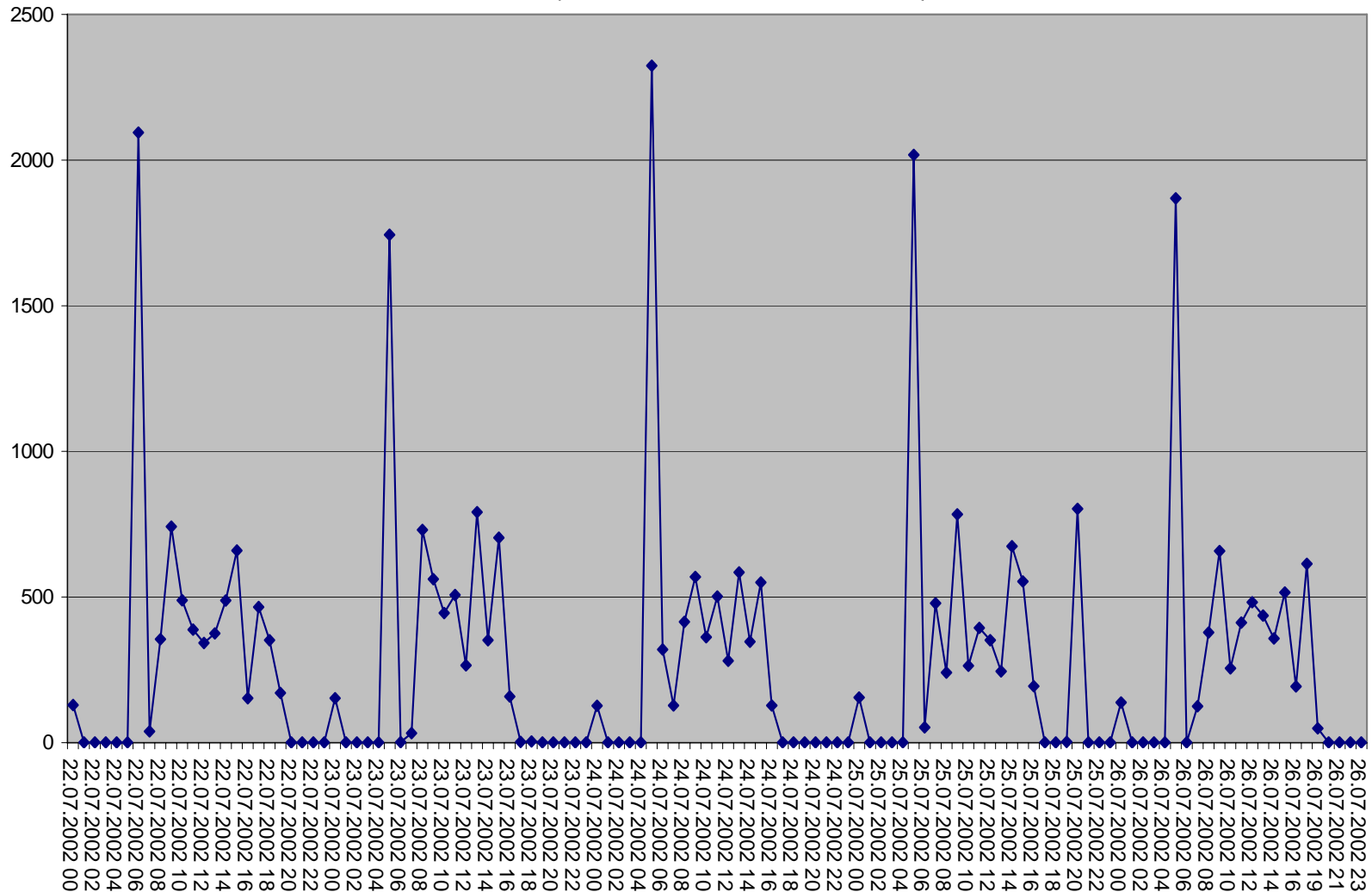
Hat jede Auftragsposition auch einen Bezug zu einem Auftragskopf?

Sind die Auftragsmengen der Kundenaufträge realistisch?

Stimmen Sequenznummern mit den Zeitstempeln überein?

Ist genügend Bestand im Lager?

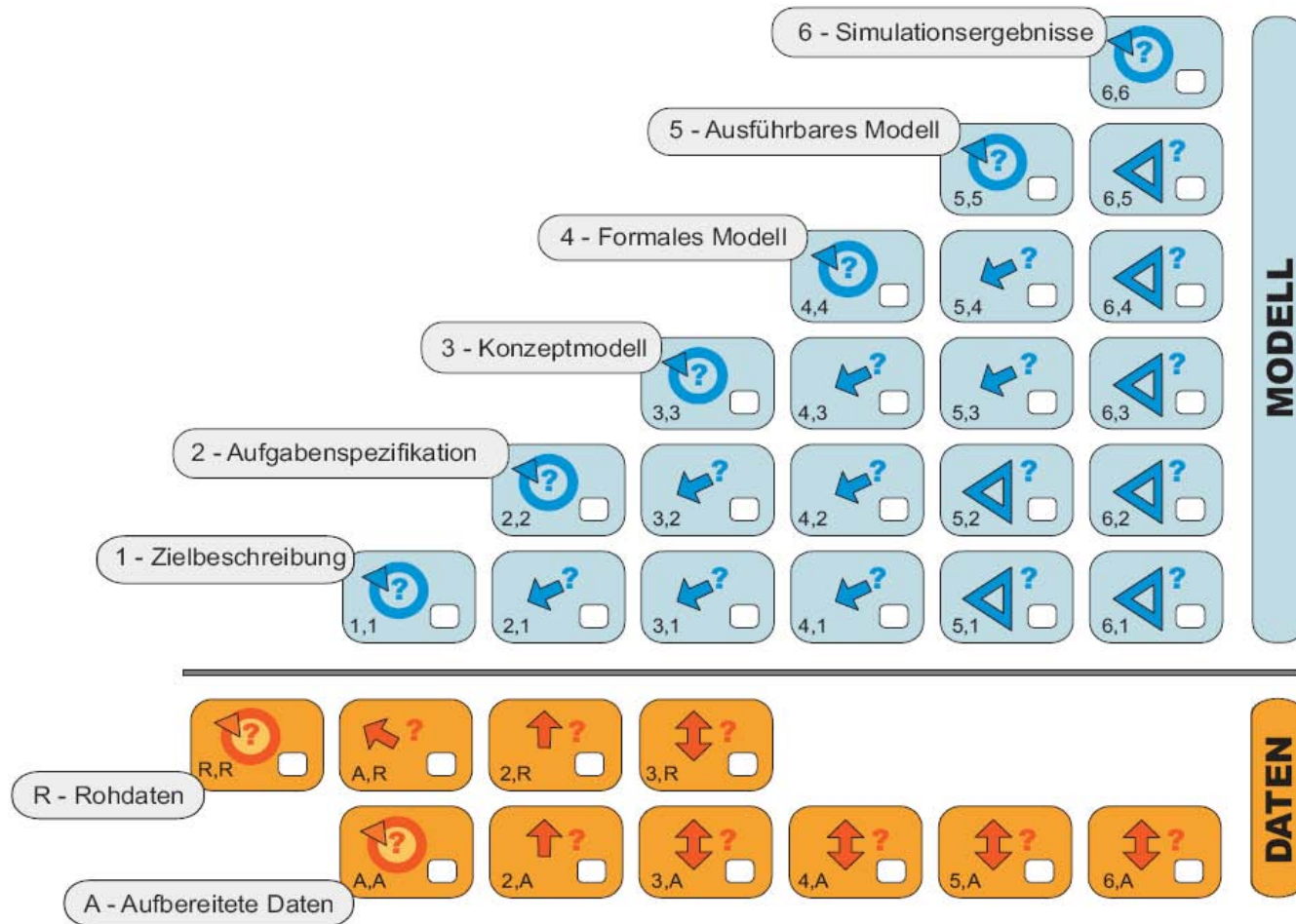
**Beispiel:** Eingangsdaten für stündliche Auftragseinlastung  
(Zeitraum: 1 Woche)



# 3. Datenqualität

---

## 3.4 Daten-V&V im „Dreiecksbild“



## #R,R

Aufgabe / Frage	
10	Ist die Dokumentbeschreibung vollständig?
20	Stehen alle Daten, die gemäß Rohdatendokument vorliegen sollen, auch zur Verfügung?
30	Ist ein Prozess installiert, der die regelmäßige Wiederholbarkeit der Datenbeschaffung sicherstellt?
40	Sind Standards und Vorgaben der IT-Abteilung (z. B. Schnittstellenspezifikationen) berücksichtigt?
50	Ist die Datenbeschaffung vollständig und fehlerfrei entsprechend der vorgegebenen Spezifikation erfolgt?
60	Sind die beschafften Daten auf mögliche Messfehler überprüft worden?
70	Sind die spezifizierten Konsistenzanforderungen auf Entitätstypen- und Entitätsebene erfüllt?
80	Werden vorgegebene Wertebereiche von Attributen eingehalten?

#A,R

Aufgabe / Frage	
10	Sind alle Verarbeitungsschritte (z. B. Filter, Aggregationen, Hochrechnungen) nachvollziehbar motiviert und begründet?
20	Falls eine Auswahl aus den Rohdaten getroffen wird: ist diese Auswahl angemessen begründet? Bleiben dabei gewünschte Eigenschaften der Daten erhalten?
30	Ergeben sich aus einem Vergleich der Rohdaten und der aufbereiteten Daten Hinweise auf Fehler in den Aufbereitungsschritten?

## #3,A

Aufgabe / Frage	
10	Stimmen Struktur und Attribute der Daten in den aufbereiteten Daten und im Konzeptmodell überein?
20	Sind die Daten vorhanden, die zur Parametrisierung der Modellelemente erforderlich sind?
30	Ist die Granularität im Hinblick auf die Detaillierung des Konzeptmodells hinreichend?
40	Wenn die Aufbereitung von Daten, die nicht im Konzeptmodell benötigt werden, vorgesehen ist: wie ist ihre Aufbereitung begründet?
50	Liegen die an den Systemgrenzen benötigten Daten in einer dem Konzeptmodell entsprechenden Form (Umfang, Detaillierung) vor?
60	Wenn das Konzeptmodell Datenaufbereitungen zur Laufzeit vorsieht, warum können diese Schritte nicht vorab (unabhängig vom Modell) erfolgen?
70	Lässt die Detaillierung des Konzeptmodells zusammen mit dem Mengengerüst der aufbereiteten Daten eine hinreichende Rechengeschwindigkeit des Modells erwarten?

# 4. Zusammenfassung

---



- Datenprüfung (Datenvalidierung) muss integraler Bestandteil der Projekte sein, aber
- fehlende Standards auf der Datenseite sorgen dafür, dass nur relativ generische Vorgaben für Prüfungen möglich sind
- Prüfungen müssen umfassen
  - Datenbeschaffung (was kann der Kunde bereitstellen)?
  - Konzeptmodell vs. Datenmodell (Abgleich des Datenmodells mit den Anforderungen des Simulationsmodells)
  - Daten intrinsisch (Konsistenz, Lückenlosigkeit etc.)

**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**



**Dr. Sven Spieckermann**

Vorstand

**SimPlan AG**

Maintal, Braunschweig, Holzgerlingen,  
München, Regensburg

Edmund-Seng-Str. 3-5  
63477 Maintal

Telefon +49 6181 40296-14

Fax +49 6181 40296-19

E-Mail [Sven.Spieckermann@SimPlan.de](mailto:Sven.Spieckermann@SimPlan.de)

Web [www.SimPlan.de](http://www.SimPlan.de)