

7 Möglichkeiten und Grenzen der Simulation

Vorteile der Simulation

- Viele reale Systeme können nicht akkurat in einem analytischen Modell beschrieben werden
- Simulation kann Systeme unter unterschiedlichen (realen oder irrationalen) Bedingungen analysieren
- Modifikationen am System sind einfach durchführbar
- Experimente können in der Simulation einfach gesteuert und ausgeführt werden
- Simulation erlaubt es, Systeme in sehr kurzen oder sehr langen Zeitintervallen zu analysieren, die in der Realität nicht beobachtbar sind
- Durch heutige Rechnerkapazität lassen sich ohne großen Aufwand viele Experimente parallel durchführen

Nachteile der Simulation

- Stochastische Simulation produziert stochastische Ausgaben
 - damit können Größen nur geschätzt werden
 - Genauigkeit der Schätzung basiert auf kaum beweisbaren Annahmen
- Simulationsmodelle haben einen hohen Datenbedarf
- Simulationsmodelle sind aufwändig und teuer in der Entwicklung
 - neben den üblichen Problemen bei der Realisierung komplexer Programme
 - existieren simulationsspezifische Probleme, die vom dynamischen Verhalten abhängen
- Simulationsmodelle liefern extreme Datenmengen, so dass die Genauigkeit und Gültigkeit der Resultate oft nicht überprüft oder überbewertet wird

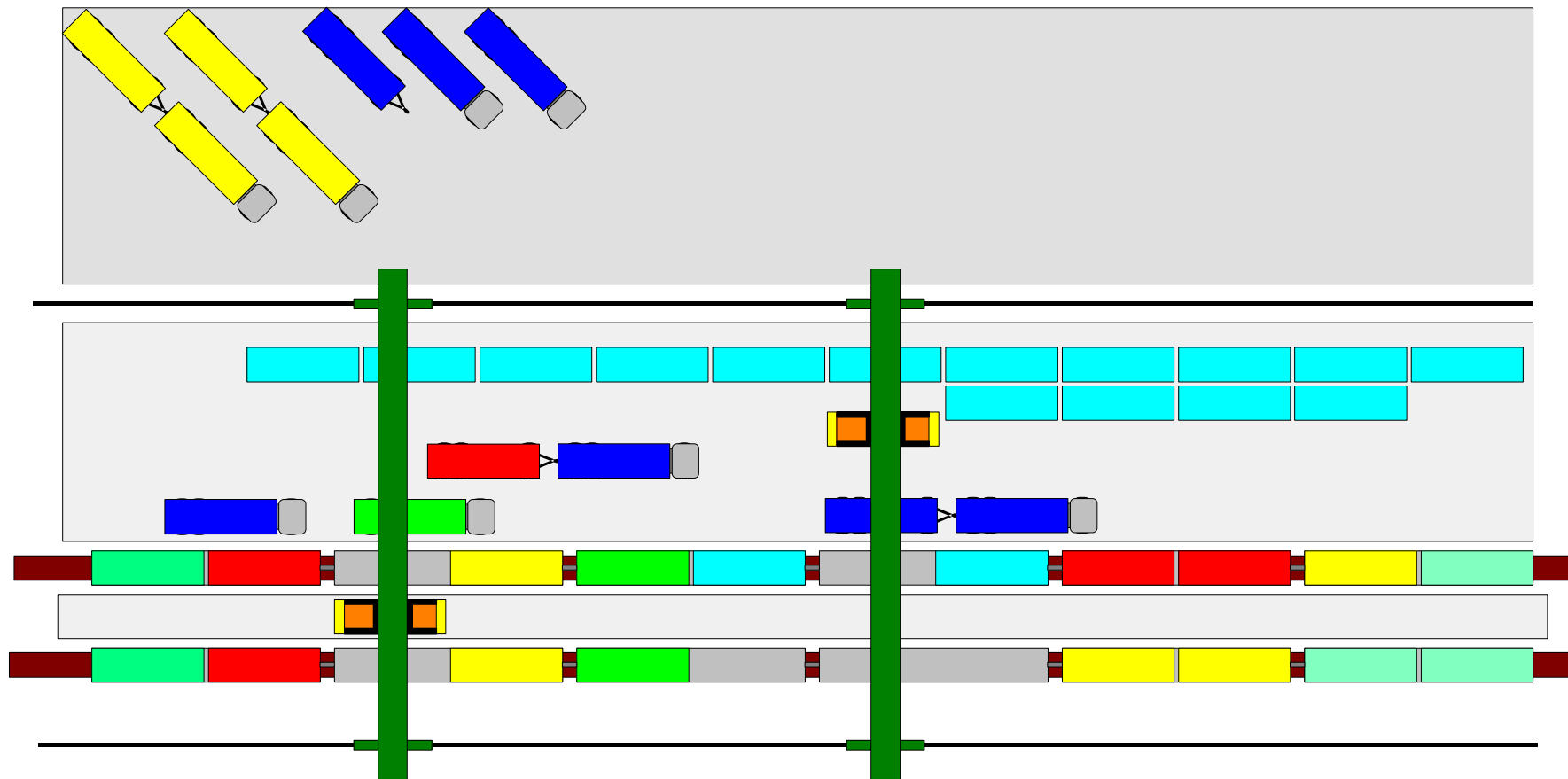
Fehler bei der Anwendung der Simulation

- Modellerstellung ohne konkrete Zielsetzung
- Falscher Detaillierungsgrad des Modells
 - oft Abbildung unnötiger Details
- Aufwand für Datenerhebung und Validierung wird unterschätzt
 - Einsatz von Mittelwerten statt Verteilungen
 - keine Validierung (oft nicht einmal Plausibilitätsprüfung) der Resultate
- Überbewertung von Animation
- Kein oder zu geringer Einsatz statistischer Methoden
 - falsche Modellierung der Eingabedaten
 - keine Auswertung der Resultate (nur Mittelwertbildung)
- Unabhängigkeitsannahme bei Ein- und Ausgabe
- Keine Sensitivitätsanalyse
- Keine Abschätzung des Gültigkeitsbereichs

Beispiel für Grenzen der Simulation

aus dem Sonderforschungsbereich 559 - Modellierung großer Netze in der Logistik
(SFB 559)

Terminal-Bereich eines Güterverkehrszentrums



Terminalbereich eines GVZ

Planungsphase:

Schätzungen über geplantes Verkehrsaufkommen, z.B. mittlere Anzahl an Zügen und LKW.

Untersuchungsziel:

Dimensionierung der Ressourcen

Züge:

bestimme Entlademenge EL (uniform [50,150])

bestimme Belademenge BL (uniform [50,150])

warte solange bis $((EL + \text{Lagerbestand}) \leq 10000)$

entlade

warte solange bis $((\text{Lagerbestand} - BL) \geq 0)$

belade

verlasse GVZ

Vereinfachtes Modell („Top-Level-Sicht“)

Züge

1 pro h

Wartebereich

Hilfsmittel

Lager

Kap. = 10000

LKWs

10 pro h

Wartebereich

Hilfsmittel

LKWs:

... EL (uniform [5,15])

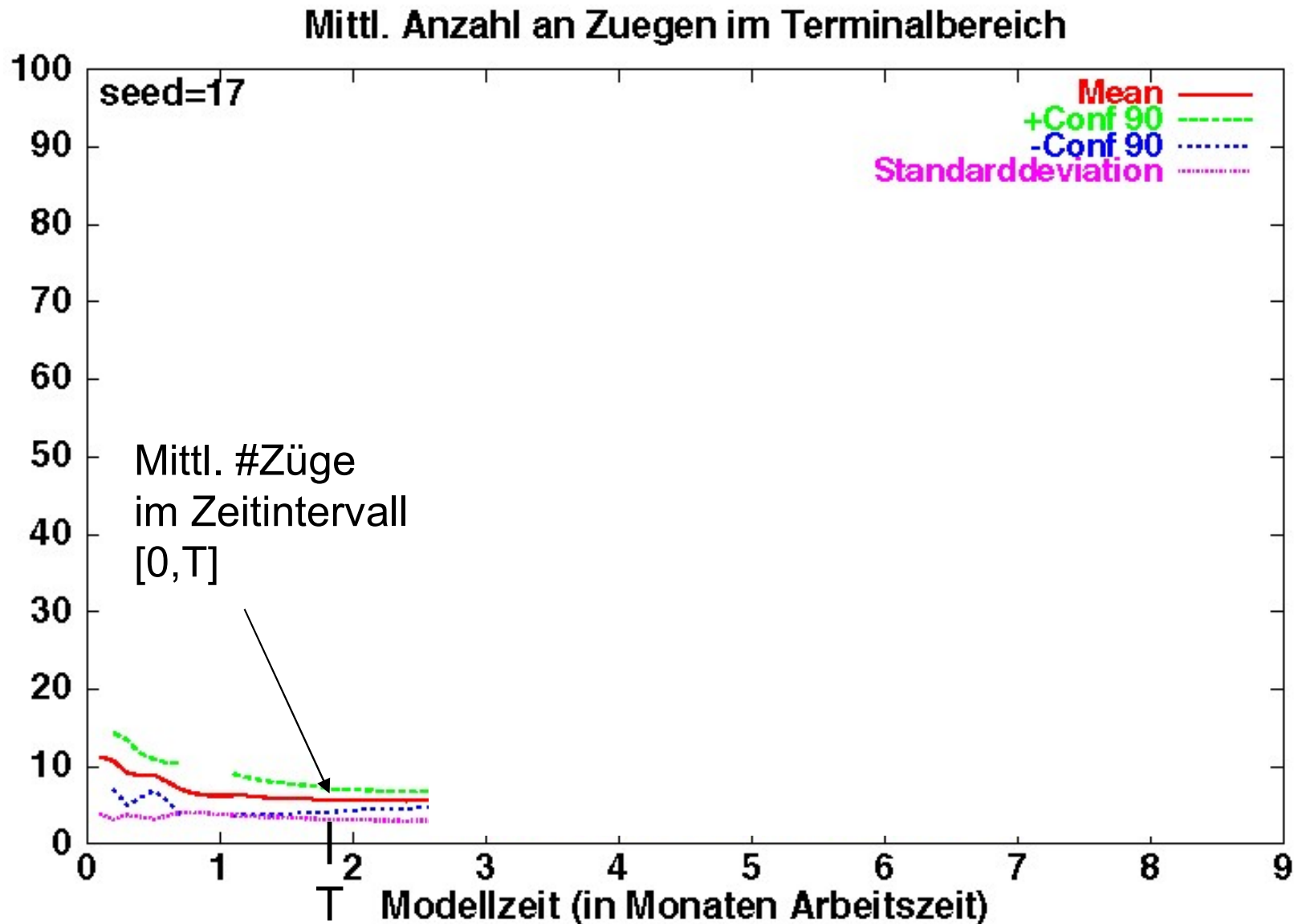
... BL (uniform [5,15])

...

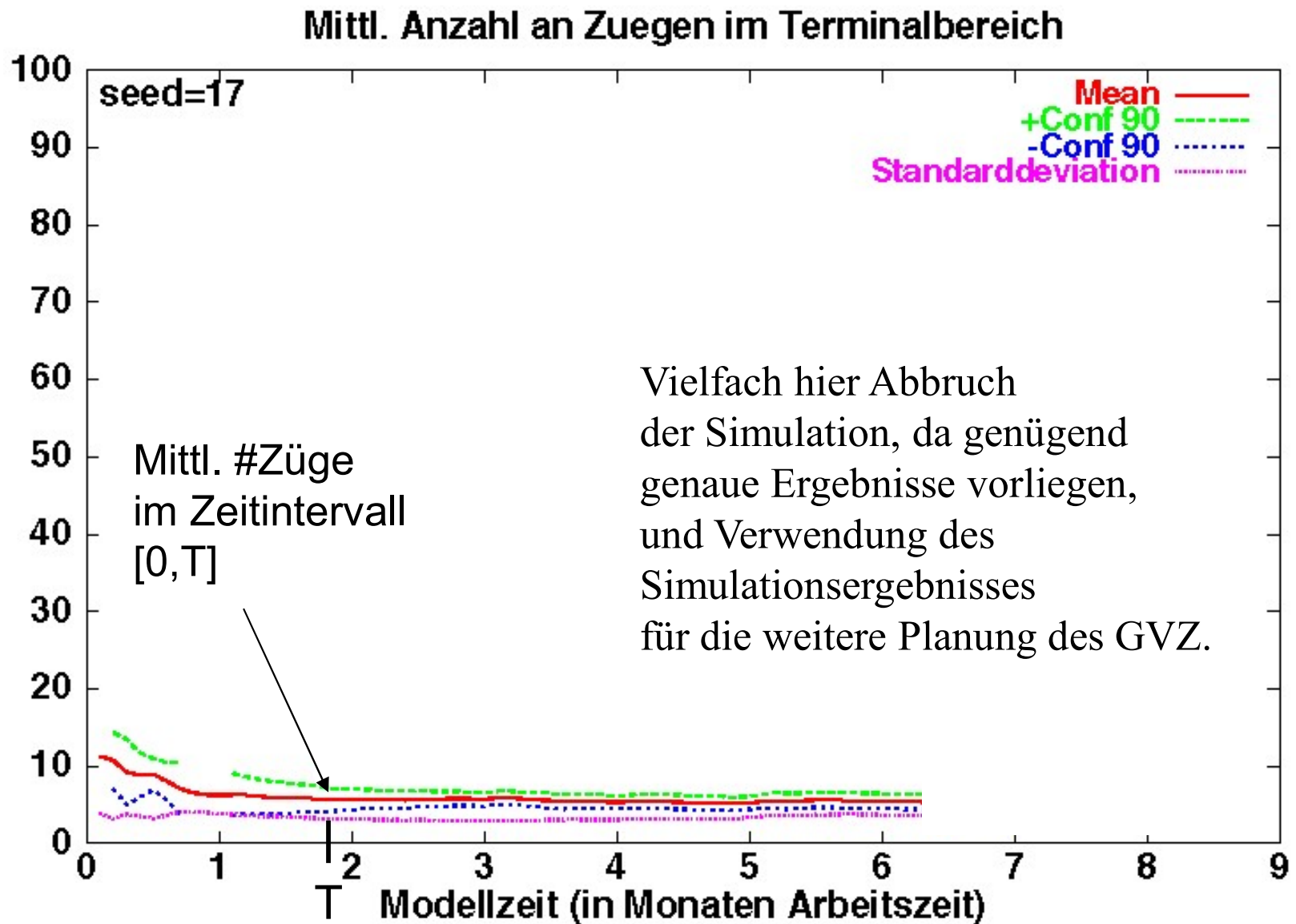
Untersuchungsziel (hier):

Dimensionierung der Wartebereiche

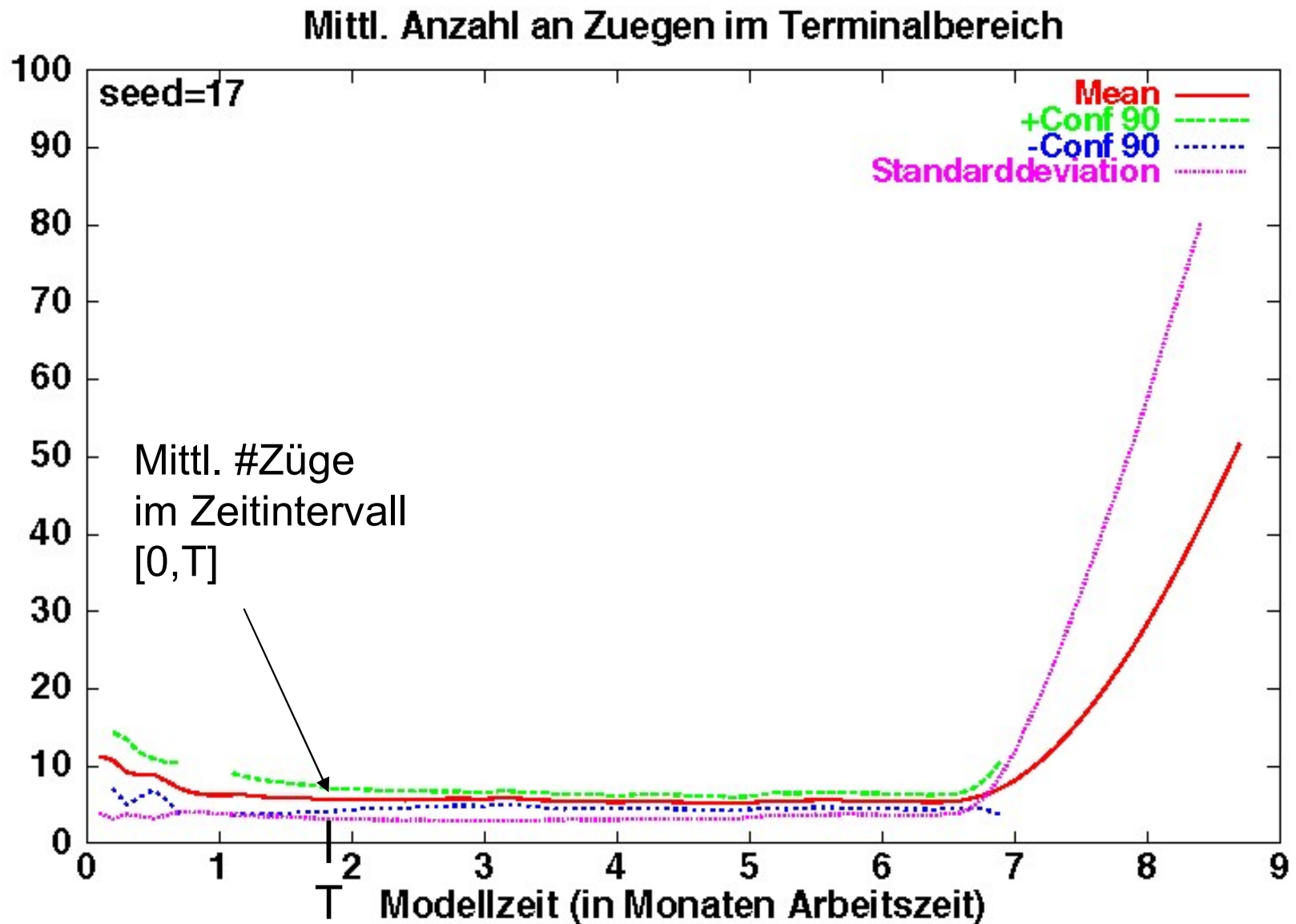
Experiment: unbeschränkte Wartebereiche



Experiment: unbeschränkte Wartebereiche



Experiment: unbeschränkte Wartebereiche



Was ist passiert?

- Synchronisation offener Ströme über einen (endlichen) Puffer führt zu Instabilität

Ähnliche Probleme bei

- überlastete Ressourcen
- Prozessen mit hoher Varianz (z.B. heavy tails) oder starken Korrelationen
- Verklemmungen (Deadlocks)
-

Verhindern von Problemen:

- Vermeiden komplexer Synchronisationsmechanismen und Zustandsabhängigkeiten
- Glätten von Lastspitzen (sofern möglich)

besonders
im realen
System!

Erkennen von Problemen:

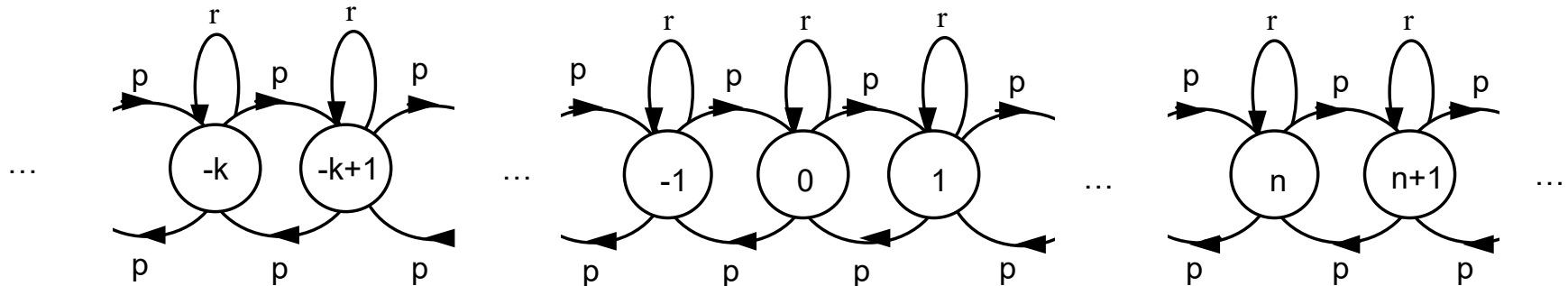
- (manuelle) Überprüfung der Modellparameter
z.B. Vergleich Ankunftsrate – Bedienkapazität (evtl. Ausfälle berücksichtigen)
- Erstellen einfacher abstrakter Modelle zur Voranalyse von Teilmodellen
- Einsatz statistischer Methoden
- Untersuchung von Simulationstraces

Analytische Untersuchung des Beispiels

Vereinfachungen:

- nur ein Typ von Verkehrsträgern, nur eine Ladungseinheit je Verkehrsträger
- $P[\text{Entladung}] = P[\text{Beladung}] := p$ („input = output“)
- $P[\text{Beladung und Entladung}] := r \implies 2p + r = 1$
- Die Vorgänge „Ankunft“ + „Parken“ + „Abladen“ + „Beladen“ + „GVZ verlassen“ werden zu einem elementaren Schritt zusammengefasst.

Zustände:



- $0, 1, \dots, n \implies 0, 1, \dots, n$ Lagerplätze sind belegt und kein Verkehrsträger wartet
- $n+1, n+2, \dots, \infty \implies n$ Lagerplätze belegt und $1, 2, \dots$ Verkehrsträger warten auf Entladung
- $-1, -2, \dots, -\infty \implies$ Lager leer und $1, 2, \dots$ Verkehrsträger warten auf Beladung

KEINE stationäre Verteilung für diese Markov-Kette!