

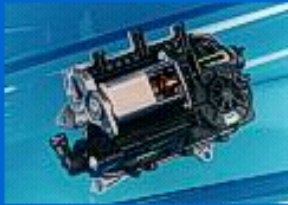
WILLKOMMEN BEI LuK

JULI 2001



AKTUELLES  
SERVICES

KONTAKT



LuK ASG:  
Marktstart im  
neuen Opel Corsa  
easytronic



# Ereignisgesteuerte Simulation bei LuK

UNTER  
NEHMEN

SERVICE

PRODUKTE & INNOVATIONEN

**ARENA User Meeting 2001, Freiburg, Germany**

**SAT Simulations- und Automations-Technologie GmbH**



**SAT**

Simulations- und Automations-Technologie GmbH  
Gesellschaft für IT-Consulting und System-Integration

*Arena*<sup>®</sup>

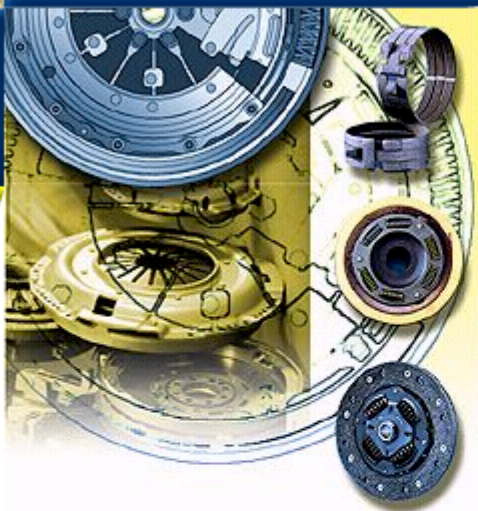
## PRODUKTE & INNOVATIONEN

### PRODUKTE & INNOVATIONEN

**LUK**

AKTUELLES  
SERVICES

KONTAKT



- TELLERFEDER-KUPPLUNGEN
- KUPPLUNGSSCHEIBEN
- ZMS - ZWEIMASSEN-SCHWUNGRAD
- SAC - SELF ADJUSTING CLUTCH
- EKM - ELEKTRONISCHES KUPPLUNGSMANAGEMENT
- ASG - AUTOMATISIERTES SCHALTGETRIEBE
- USG - UNTERBRECHUNGSFREIES SCHALTGETRIEBE
- PSG - PARALLELSCHALTGETRIEBE
- ESG - ELEKTRISCHES SCHALTGETRIEBE
- CVT-KOMPONENTEN
- TorCon - WANDLER-ÜBERBRÜCKUNGSKUPPLUNGEN
- LENKHELFPUMPEN
- AUTOMOTIVE AFTERMARKET SERVICE

LuK liefert Systeme und Komponenten an Kunden in aller Welt, mit den gleichen erstklassigen Technologie-, Qualitäts- und Lieferstandards, abgestimmt auf die speziellen Anforderungen unserer Kunden.

UNTERNEHMEN

PRODUKTE & INNOVATIONEN

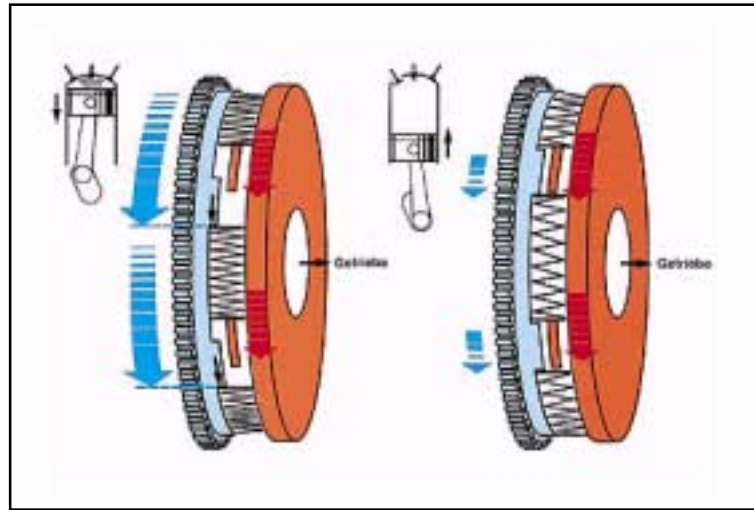
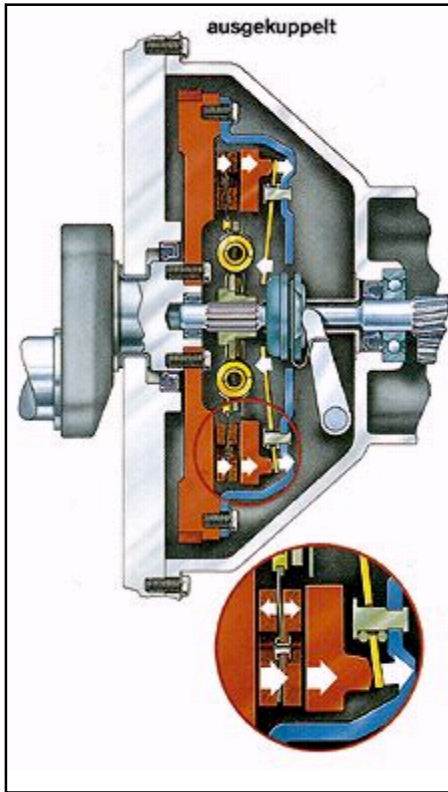
JOB SERVICE

BIBLIOTHEK



**LuK - Produkte**

*Arena*<sup>®</sup>



Resonanz  
unterhalb  
Leerlauf-  
drehzahl

- Trennen und Übertragen
- Torsions-Schwingungsdämpfung

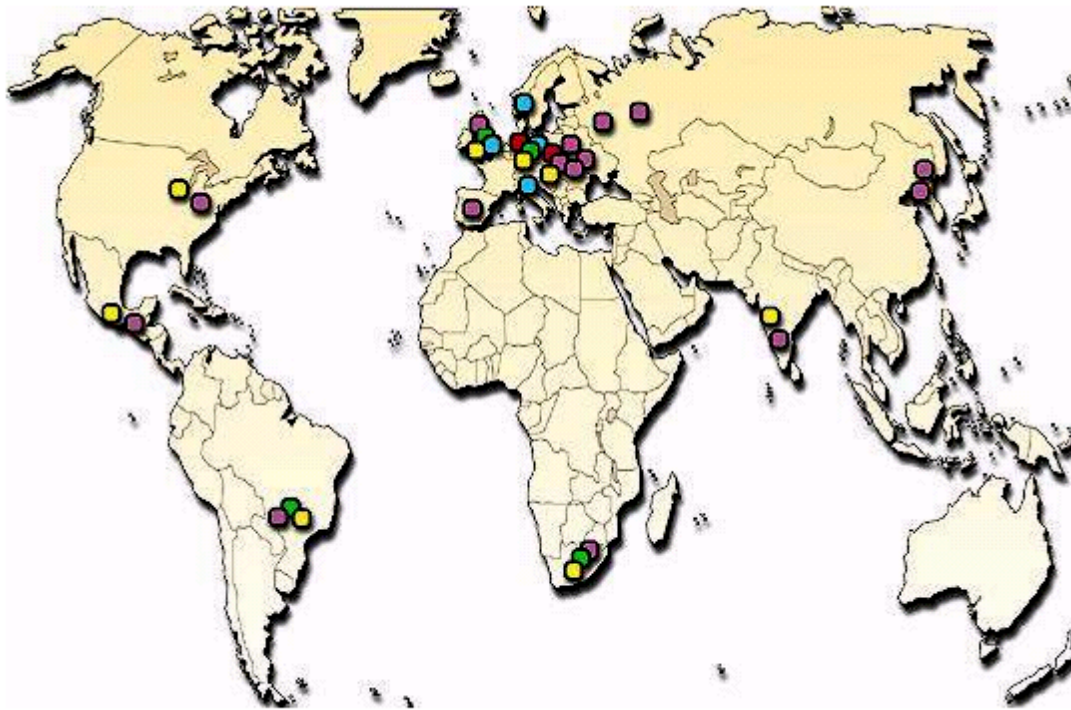


Stufenlose Verstellung der Übersetzung



LuK-Produkte

*Arena*<sup>®</sup>



**Antriebsstrang**

- [Fundação LuK](#)
- [LuK Truckparts](#)
- [LuK Brasilien](#)
- [LuK Bühl](#)
- [LuK Indien](#)
- [LuK Mexico](#)
- [LuK Südafrika](#)
- [LuK UK](#)
- [LuK Ungarn](#)
- [LuK USA](#)

**Entwicklungs-  
gesellschaften**

- [AFT Atlas](#)
  - [Fahrzeugtechnik](#)
  - [LuK Norge](#)
  - [LuK Leamington Ltd.](#)
- Hydraulik + Pumpen**
- [LuK Automobiltechnik](#)
  - [LuK Fahrzeug-Hydraulik](#)

**Aftermarket Service**

- AS Brasilien
- AS China
- AS
- Hongkong
- AS Indien
- AS Langen
- AS Mexico
- AS Polen
- AS Rußland
- AS Spanien
- AS Südafrika
- AS Tschechien
- AS UK
- AS Ungarn
- AS USA
- KWK
- Automeister

**Recycling**

- [LuK Brasilien](#)
- [LuK Südafrika](#)
- [LuK Unna](#)
- [LuK UK](#)
- [\(Hereford\)](#)

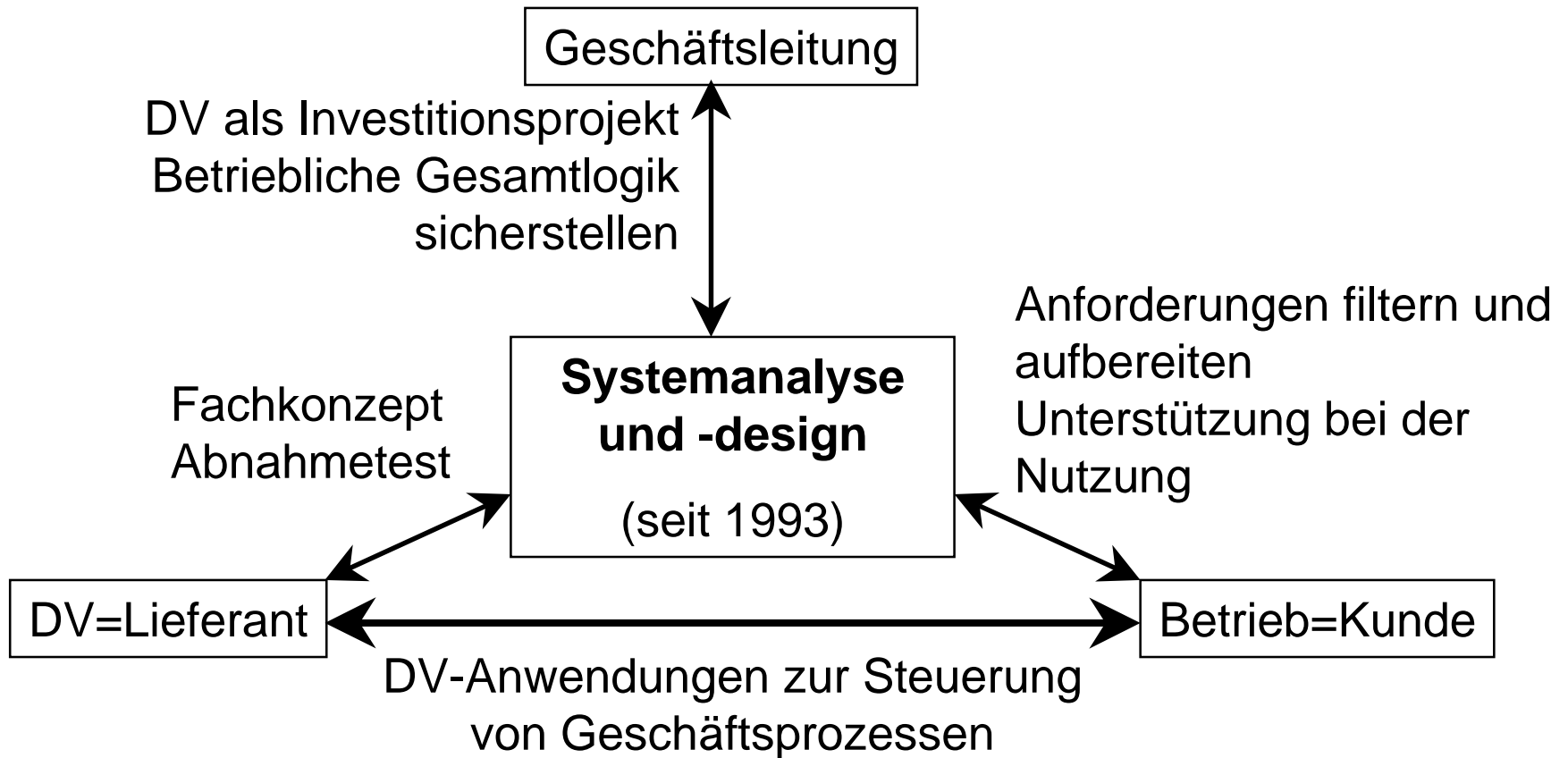


**Luk-Standorte**

*Arena*<sup>®</sup>

Seit 1971 unterstützt LuK Geschäftsprozesse mittels DV

Die großen Anwendungen PPS (seit 1978) und PV (seit 1987) sind eigenentwickelt.



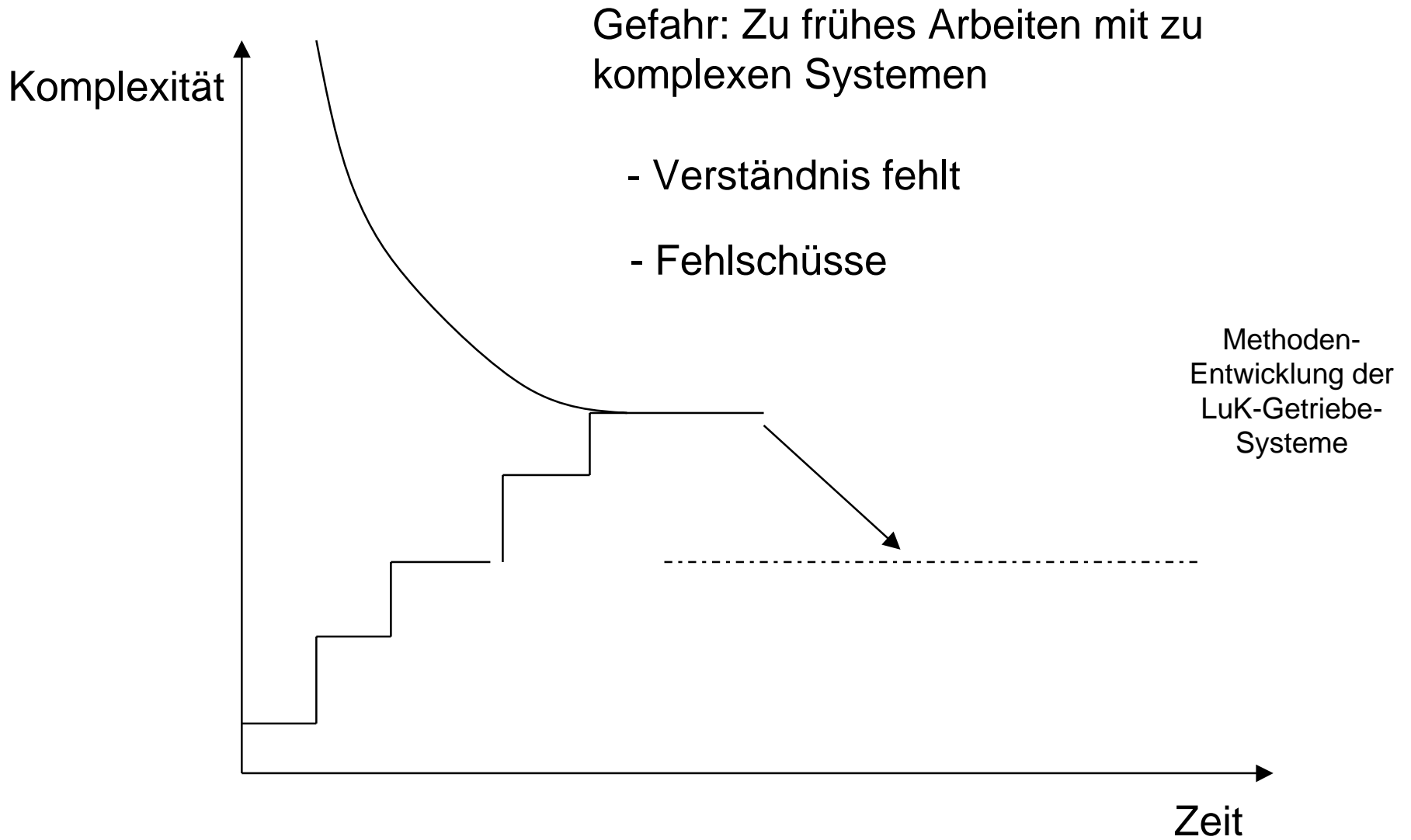
## Simulation kontinuierlicher Systeme (Schwingungssysteme)

- Geschäftsfeld der LuK Entwicklung
- Etablierte Vorgehens-Methodik
- Etablierte Werkzeuge

## Simulation ereignisgesteuerter Systeme (Steuerungen , Logistik)

- Vorgehensmethodik übertragbar
- Neue Werkzeuge notwendig, Kalkulation -->
- Anwendungsgebiete abstecken -->





Fahrzeugdynamik:

Kolben, Pleuel, Kurbelwelle, Schwungrad, Kupplung,  
Kupplungsscheibe, Getriebewellen, Zahnräder, Kardanwelle,  
Differential, Räder, Fahrzeug



Grobes Simulationsmodell  
zur Problemerkennung und  
Strukturvariation



Sehr genaues  
Simulationsmodell  
zur Feinabstimmung  
und Test

Fahrzeug-Technik:  
Dreimassenschwinger

FEM-Simulationen

Logistik: Ein-Produkt-Firma  
3-Maschinen-Produktion

Flughafen-Simulationen  
Hallen-Layout  
Produktionsanlagen



Modellkomplexität

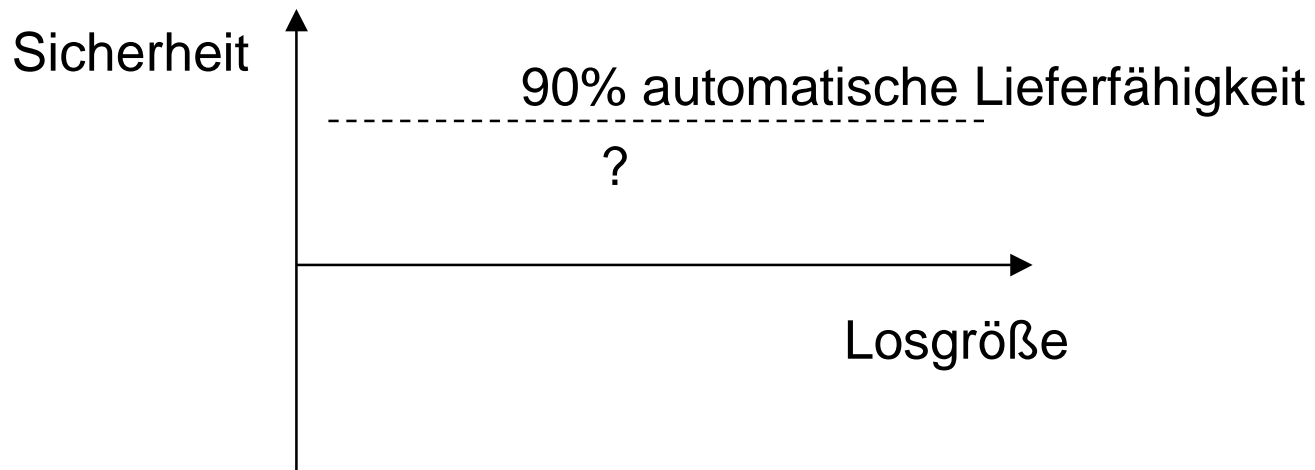
*Arena*<sup>®</sup>

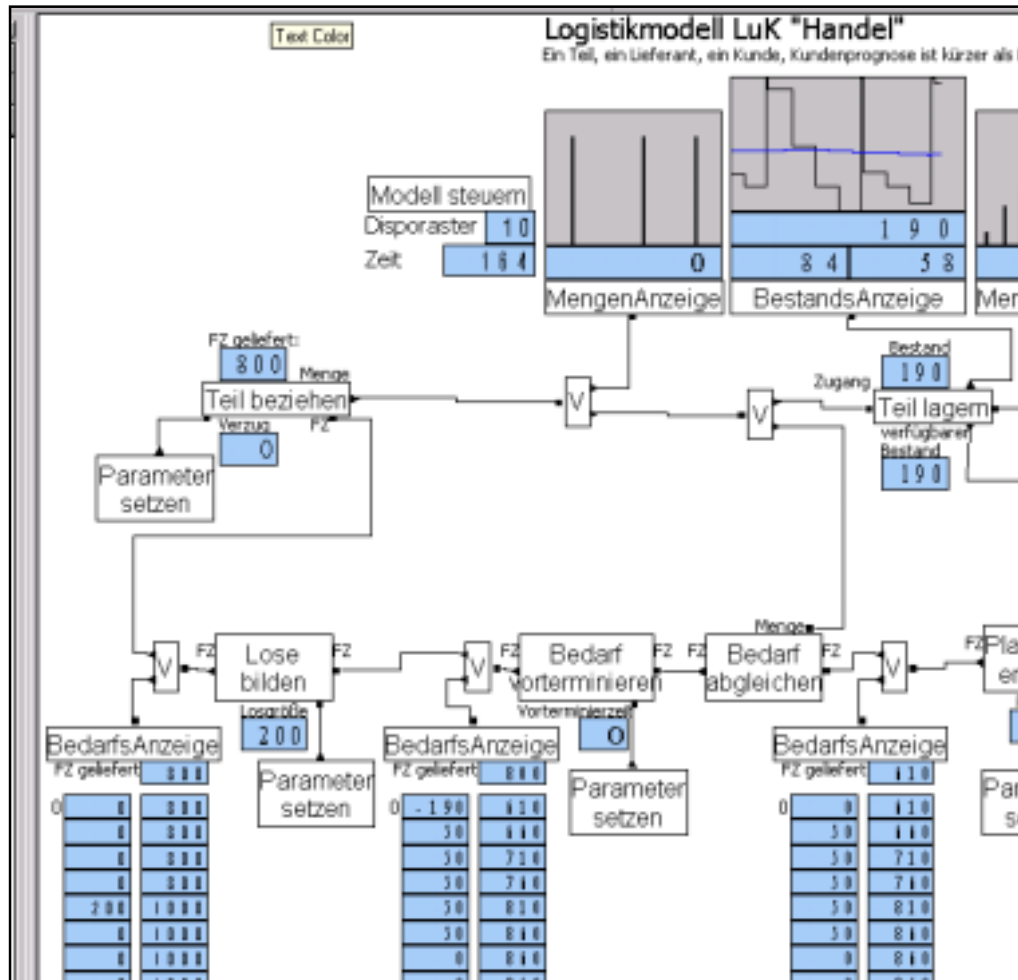
## Fragestellungen:

Wie groß muß die Materialsicherheit gewählt bei

- vorgegebener Lieferfähigkeit
- stochastisch schwankender Kundenbedarfe?

Ist die Sicherheit von der Losgröße abhängig?





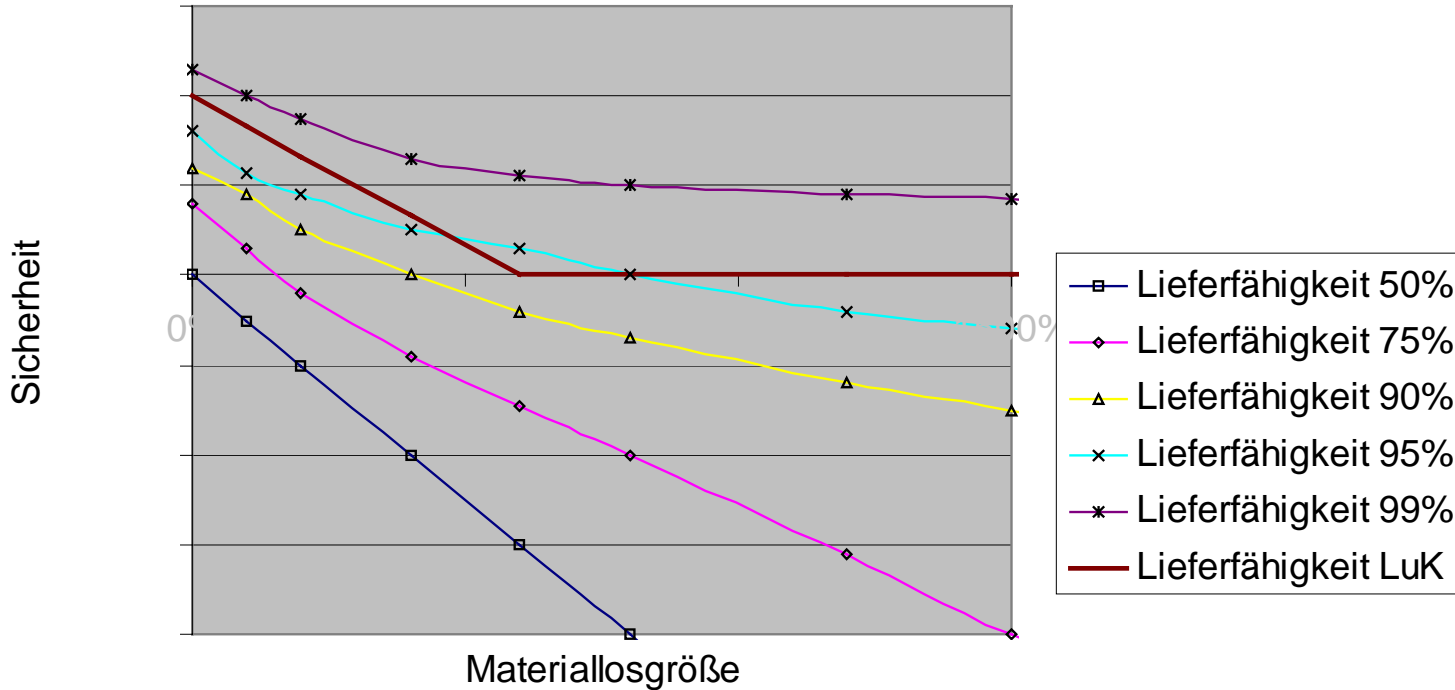
Kernaufgabe: Zerlegung des Dispositionsablaufes in Funktionsbausteine



Logistik: Modell „Handel“



# Losgrößensicherheit



Erkenntnisse: „Losgröße und Sicherheit“

Arena®

# Größe der Warteschlange in Abhängigkeit von Materialversorgung, Fertigungslosgrößen, Auslastung, Teileanzahl

Modell: eine Maschine mit fixer Kapazität,  
drei Teile mit fester und gleicher Rüstzeit bei Teilewechsel,  
schwankende Kundenbedarfe, Teile haben identische Verteilungen  
Zielvorgabe einer Lieferfähigkeit  
Wie muß Fertigungslosgröße und Materialsicherheit bei unterschiedlichen Auslastungen eingestellt werden,

Lieferfähigkeit bei Mehrfachverwendung

Lieferfähigkeit bei „Montage“ in Abhängigkeit von der Stücklistenkomplexität

Kapazitätsaustaktung in mehrstufiger Fertigung

Zweck: Ableitung generalisierbarer Regeln, die im PPS abgebildet werden



**Weitere Themen Materialwirtschaft**

*Arena*<sup>®</sup>

Bis November 2000 keine konkreten Ansätze

Gründe:

Komplexität der Anlagen in einem Bereich, den der „Fachmann“ „überblickt“

Konzept der Modularisierung: Steuerungstechnische Vernetzung der Stationen auf das notwendigste beschränkt.

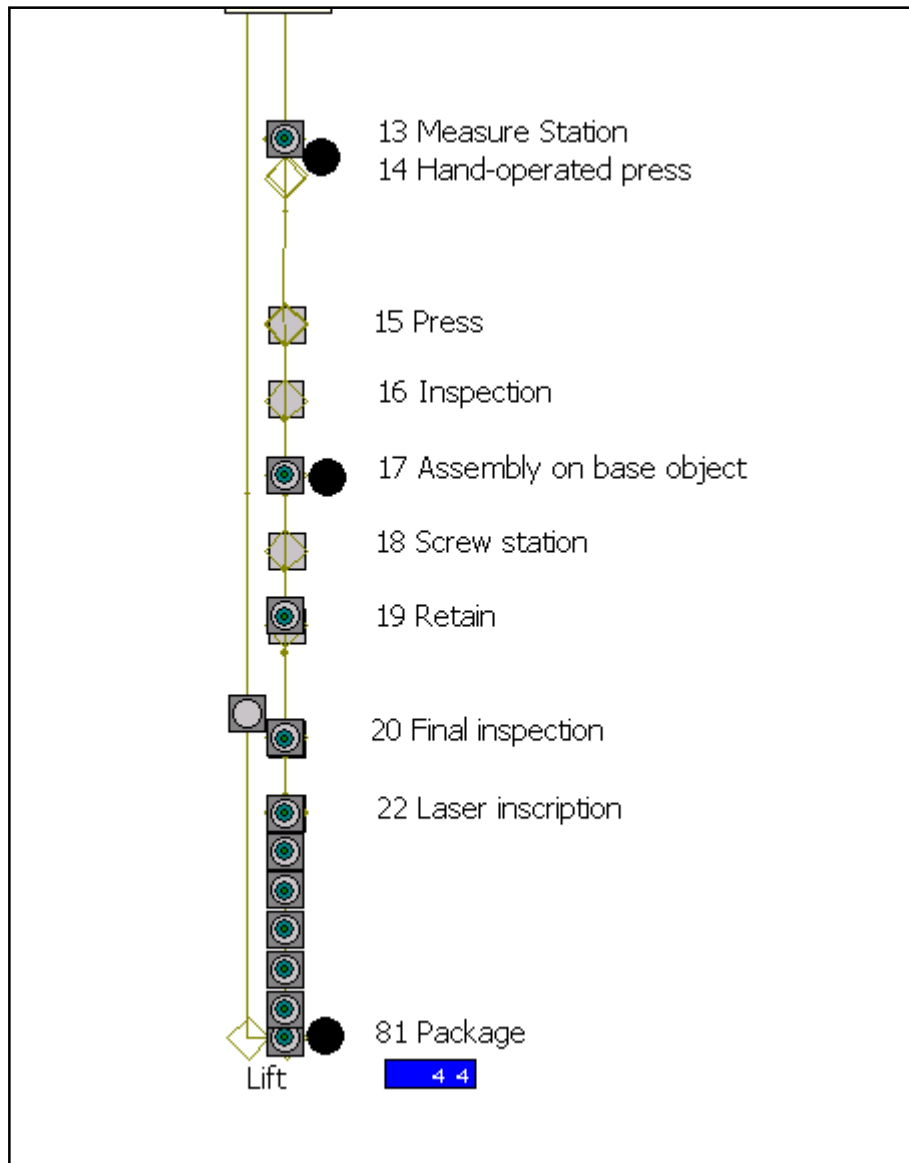
Hoher Automatisierungsgrad mit einzelnen Montageplätzen ->  
deterministischer Prozeß



**Simulation in der Produktion**

*Arena*<sup>®</sup>

# Untersuchung der Ablaufdynamik eines großen Montagebandes (Diplomarbeit- Unterstützung)



Januar 2001



Projekt „CVT-Scheibensatz-Montage“

*Arena*<sup>®</sup>

Anlagen-Modellierung mit *Arena* in 5 Tagen inklusive Einarbeitung  
durchführbar

(Basis-Modell als Vorlage war vorhanden, 2h unter Anleitung)

Visualisierung hilfreich, Engpässe sind gut erkennbar

Auftraggeber hat Ergebnisse akzeptiert

Verteilungs-Annahme für manuelle Arbeit fehlte

Dynamik-Modellierung braucht Spezialisten-Unterstützung  
(„eine Person bedient zwei Arbeitsplätze“)

Baukästen beschleunigen den Modellierungs- und Testprozeß  
wesentlich



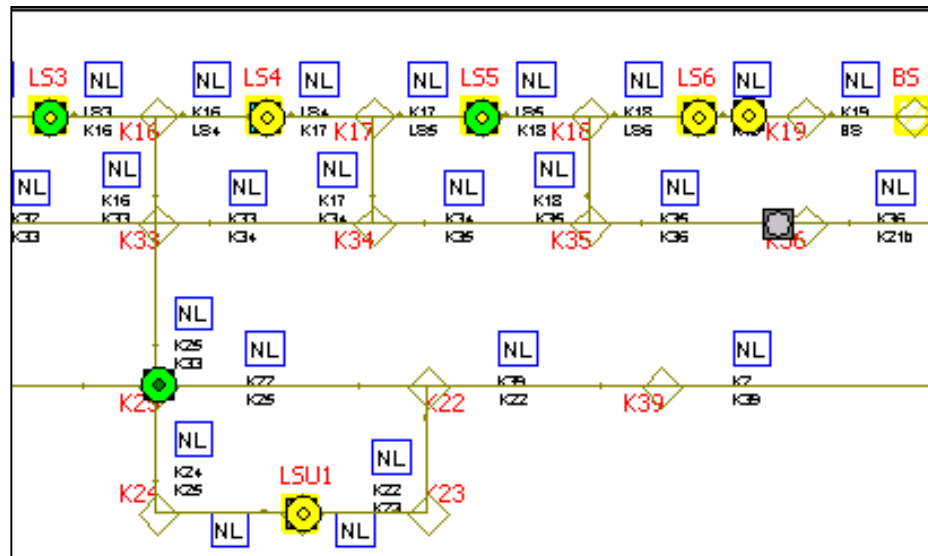
„CVT-Scheibensatz-Montage“ Erkenntnisse

*Arena*<sup>®</sup>

komplexer Ablauf wegen Produkteigenschaft

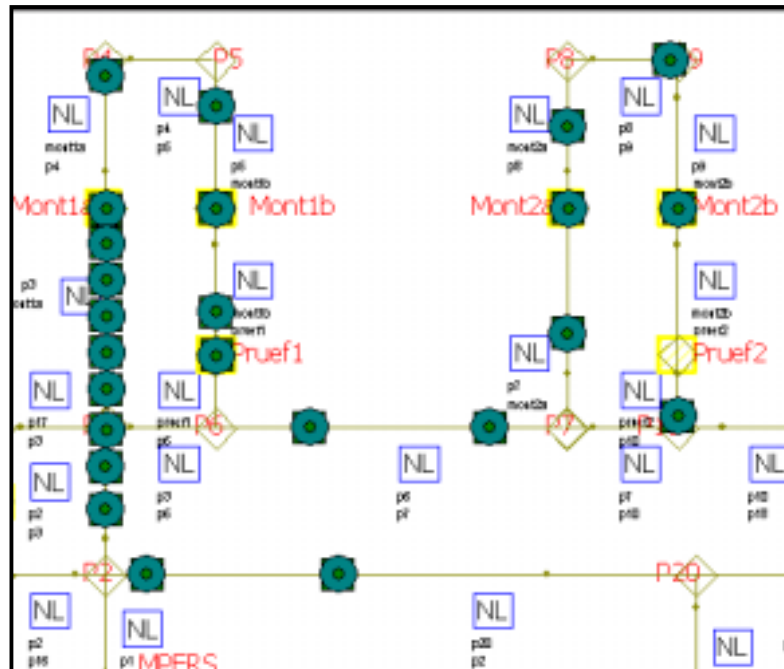
- drei Transporter-Typen auf zwei Quarrées
- Halbfertigteil darf nicht abgesetzt werden
- Strickmuster verlangt variable Umlaufwege

Ablauf enthält keine wesentlichen stochastische Prozesse



## Konzeption der CVT-Ketten-Montage 2

- Sehr viele Einzelvorgänge immer an den gleichen Anlagen
- viele Teile und Träger gleichzeitig im Umlauf



Aufwand ca. 50 Stunden zur Modellierung und Test

Durchgeführte Strukturmodifikationen gegenüber CAD-ersteltem Layout

Konzept „Montage 1“ nach Modifikation als „tauglich“ fixiert

Konzept Montage 2 zeigte sich als untauglich -> frühzeitiges Verwerfen/Modifizieren von Varianten durchgeführt

--> Durchlaufzeitverkürzung der Konzeptphase

Konzept-Sicherheit beim Projektteam (SK, FU, TP)

Methode zur strukturierten Engpaßanalyse muß bei LuK noch installiert werden



„CVT-Ketten-Montage“, Erkenntnisse

*Arena*<sup>®</sup>

Pufferplatz und Fahrbahnplatz sind bestimmende Elemente für Anlagengröße

bei LuK „geringe“ Teilegröße gegenüber Anlagengröße

Ablauf-Logik:

- Verzweigungen und Kreuzungen im Netz
- Wege-Entscheidungen: i.O./n.i.O., fertigungszustandsabhängig,...

Stochastische Prozesse, die sich gegenseitig beeinflussen

- temporäre Puffer wirken auf Vorstation zurück
  - Störungsempfindlichkeit
  - Leistungsgradschwankung, wenig Bedeutung

(bei LuK „geringe“ Teilegröße gegenüber Anlagengröße)



Voraussetzung für wirtschaftliche  
Simulation von Produktionsanlagen

*Arena*<sup>®</sup>

Dynamisches Verhalten verlangt ohne Visualisierung eine hohes Abstraktionsvermögen (...eine Dimension mehr als statische Körper)

- Erniedrigung der „Spezialisten-Hürde“ für Systemdesign
- Aktive Arbeit im Systemdesign von vielen Kenntnisträger
- Konzeptzyklus kürzer durch schnellen Test
- Erfolgreichere Schulungen
- „virtuelles Experiment“

Stochastische Prozesse in dynamischen Systemen sind analytisch schwer greifbar (mathematisch anspruchsvoll)

- Standardisierte Eingangssignale und -verteilungen
- Analytische Lösung läßt sich verifizieren (Probe)

