

Modellbildung und Analyse eingebetteter Systeme für mechatronische Anwendungen mit höheren Petri-Netze unter Verwendung verschiedener Erweiterungen

Wolfgang Fengler

Vesselka Duridanova

Technische Universität Ilmenau

Institut für Theoretische und Technische Informatik

Fachgebiet Rechnerarchitekturen

e-mail: wfengler,vesselka@theoinf.tu-ilmenau.de



Gliederung

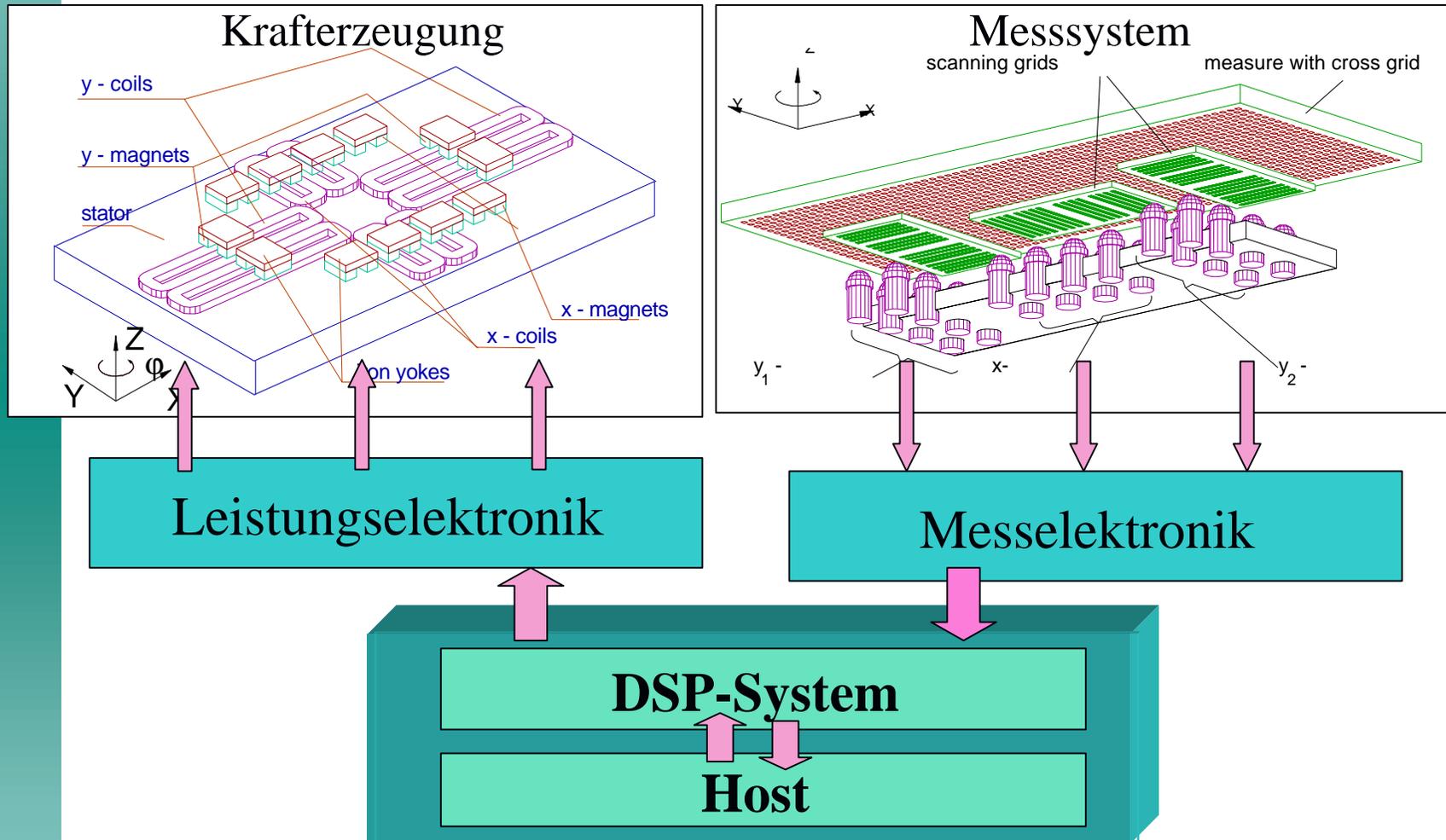
1. Stand des Projektes

1.1. Formale Spezifikation - MSC

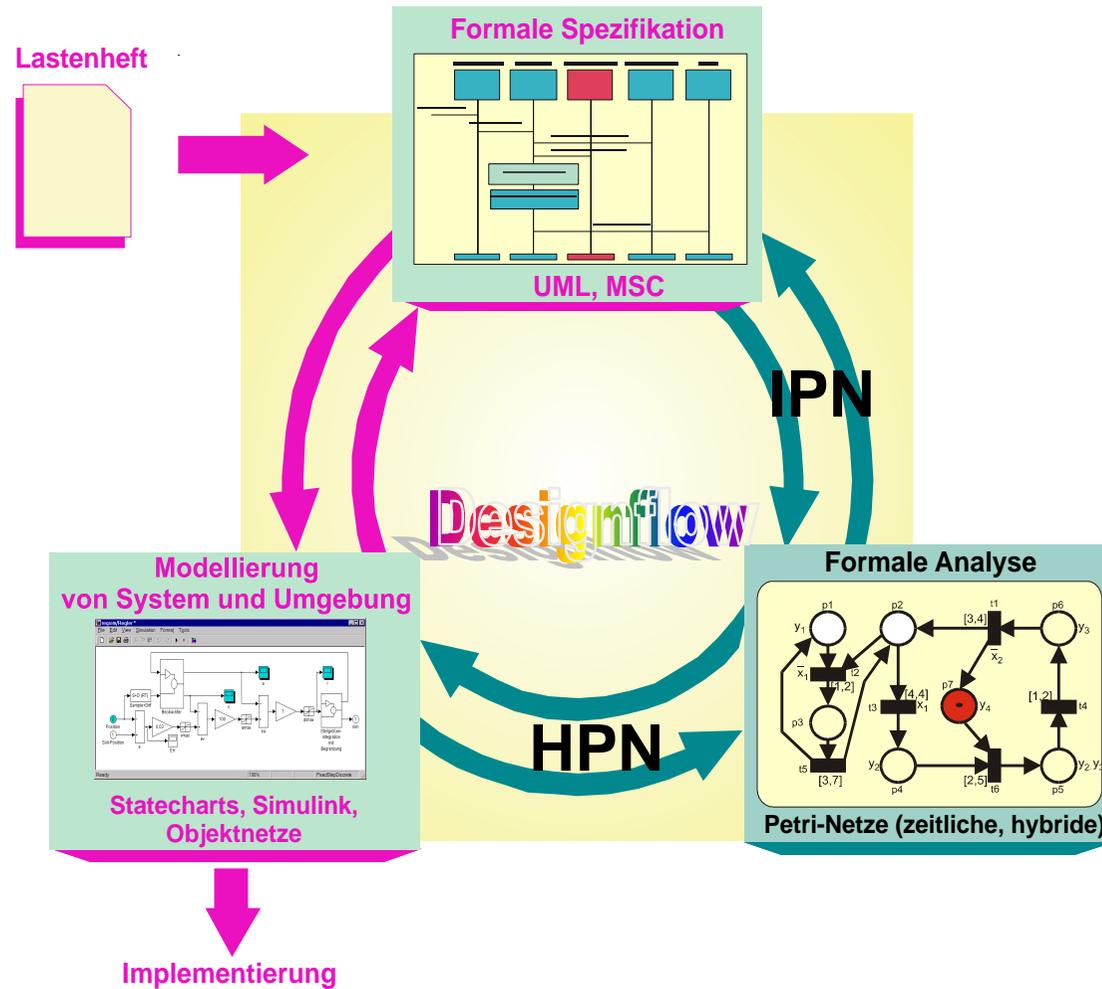
1.2. Formale Analyse - IPN

2 . Projektfortsetzung

Anwendungsfeld [®] Mehrkoordinatenantriebe



Durchgängigkeit des Entwurfsprozesses



Formale Spezifikation = Anforderungsanalyse und Prüfung

Analyse

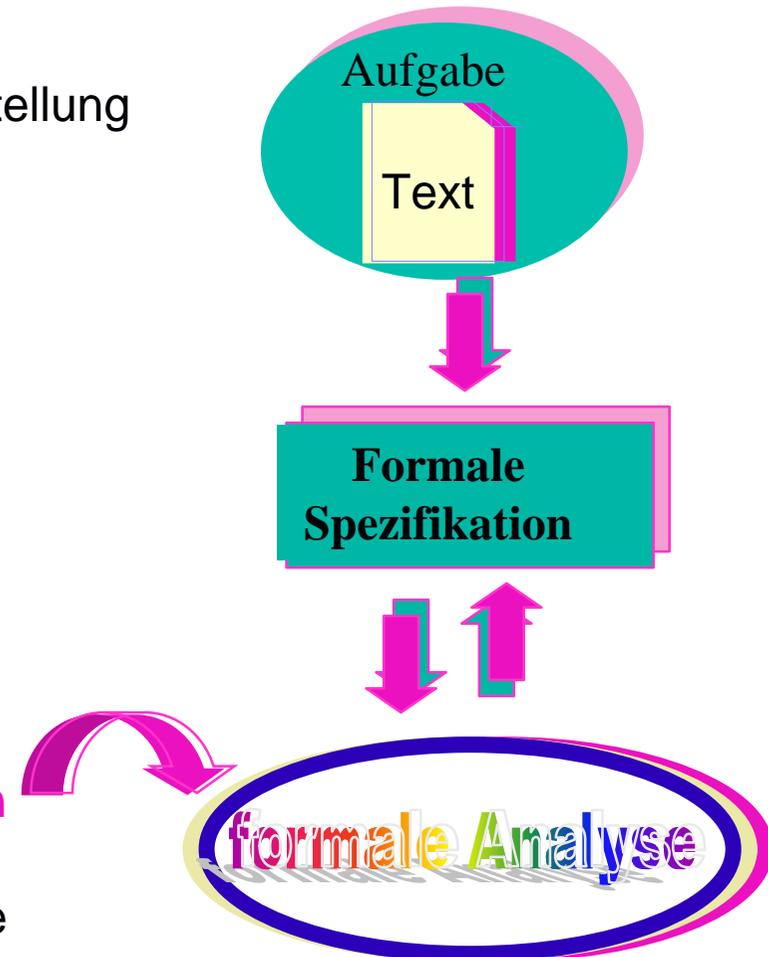
- Formalisierung der Aufgabenstellung
- Systemkomponentenstruktur

Spezifikations Sprachen

- UML
 - ▶ Use-Case-Diagramme
 - ▶ Klassendiagramme
 - ▶ Sequenz-Diagramme
- **MSC (HMSC)**

Ziel

- Aufgabe vollständig und widerspruchsfrei formulieren
- Sicherheitsanalyse
 - ▶ **Echtzeitanforderungen**
 - ▶ **Worst-Case Analyse**
 - ▶ Risiko, Gefahrenanalyse



Message Sequence Charts (MSC)

Formale Spezifikationsprache

- ▣ grafische Repräsentation
- ▣ textuelle Notation
- ▣ algebraische Deskription

Anwendungsfelder

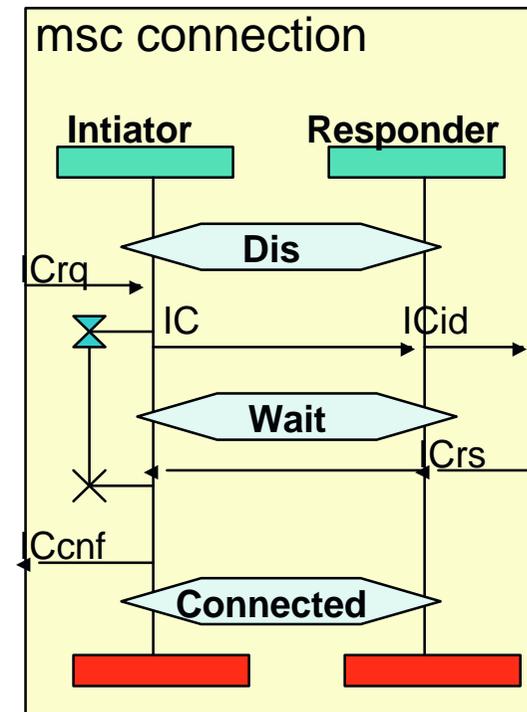
- ▣ Spezifikation von Kommunikationssystemen und -protokollen
- ▣ Simulation von Echtzeitanwendungen

Spezifikationsmuster

- ▣ Verwendung von Kommunikationsszenarien
- ▣ Darstellung von komplexen Systemen (HMSC/BMSC)



Auswahl der geeigneten formalen Analysemethoden



Intervall-Petri-Netze (IPN)

- ❑ formale Methode mit Zeitbezug
- ❑ Korrespondenz in der semantischen Deskription
- ❑ Überprüfung von Zeitanforderungen
 - ▶ σ mit den angegebenen Zeiten ausführbar
 - ▶ σ erfüllt angegebene Zeiteinschränkungen (deadline-Bestimmung)
 - ▶ die kürzeste und längste Dauer (worst-case-Bestimmung)
 - ▶ Berechnung von Zeitintervallen für die Transitionen, so daß eine σ ausführbar ist
 - ▶ Berechnung von Zeitintervallen für die Transitionen, so daß ein bestimmter Zustand (deadlock) nicht erreicht werden kann

$\sigma \rightarrow$ Transitionssequenz

Intervall-Petri-Netze (IPN)

$N = (P, T, F, V, m_0, I) \in \mathbb{R} \text{ IPN}$

(1) $P, T, F \rightarrow$ endliche Mengen mit

$$P \cap T = \emptyset, P \cup T \neq \emptyset, F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$$

$$\text{dom}(F) \cup \text{cod}(F) = P \cup T \text{ (Netz)}$$

(2) $V : F \rightarrow \mathbb{N}^+$ (Kantengewicht)

(3) $m_0 : P \rightarrow \mathbb{N}$ (Anfangsmarkierung)

(4) $I : T \rightarrow \mathbb{Q}_0 \times (\mathbb{Q}_0 \cup \{\infty\})$ und $\forall t \in T \quad I_1(t) \leq I_2(t), I(t) = (I_1(t), I_2(t))$

$I \rightarrow$ Zeitfunktion von N

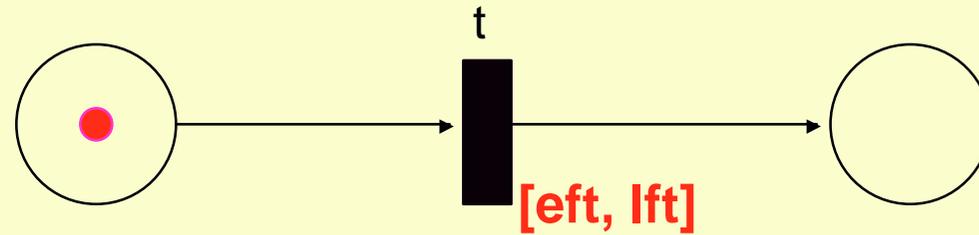
Zustand $z = (m, J)$ in N mit $J : T \rightarrow \mathbb{Q}_0 \cup \{\#\}$

(1) m erreichbare Markierung

(2) $\forall t (t \in T \wedge t \text{---} \leq m \rightarrow J(t) \leq I_2(t))$

(3) $\forall t (t \in T \wedge t \text{---} \not\leq m \rightarrow J(t) = \#)$

Intervall-Petri-Netze (IPN)



$t[a,b]$ $0 \leq \text{eft} \leq \text{lft}$

eft → earliest firing time

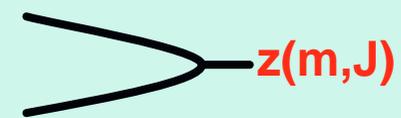
lft → latest firing time

Zustand in Erreichbarkeitsgraph

Platzdeskription → m (Markierung)

Transitionsdeskription → J (Zeitvektor)

$z = ((1,0,3), (2, \#, 0, \#))$



Automatische Überführung von MSC in IPN

MSC ® Prozess-Algebra

Intervall-Petri-Netze (IPN) ® Zeit-Petri-Netz-Kalkül (tPBC)

- Beschreibung des MSC(IPN) mit Mitteln der Algebra
 - ▶ Grundelemente
 - ▶ Äquivalenz-Relationen
 - ▶ Operationen

Toolunterstützung

- ▶ Unterstützung von modularer Strukturierung
- ▶ Vereinfachung von Hierarchiebildung
- ▶ Vereinfachung von Analysetechniken
- ▶ Verwendung von Designmustern

MSC ® tPBC ® IPN



Beschreibung von BMSC und HMSC durch tPBC

Projektplan

Formale Spezifikation und Analyse



Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme



Projektfortsetzung

Durchgängigkeit des Entwurfprozesses

- ▶ Verfeinerung des formalen (Spezifikations)modells
 - ▶ Modul- bzw. Schnittstellenverfeinerung
 - ▶ Eigenschaftsverfeinerung
- ▶ semantische Integration unterschiedlicher Beschreibungsmechanismen



Formale Analyse

- ▶ Abbildung von HPN in IPN
 - ▶ Zustandsraumreduktion
 - ▶ Äquivalenz bezüglich ausgewählter Systemeigenschaften
 - ▶ Zeit
 - ▶ (Datenraten)

