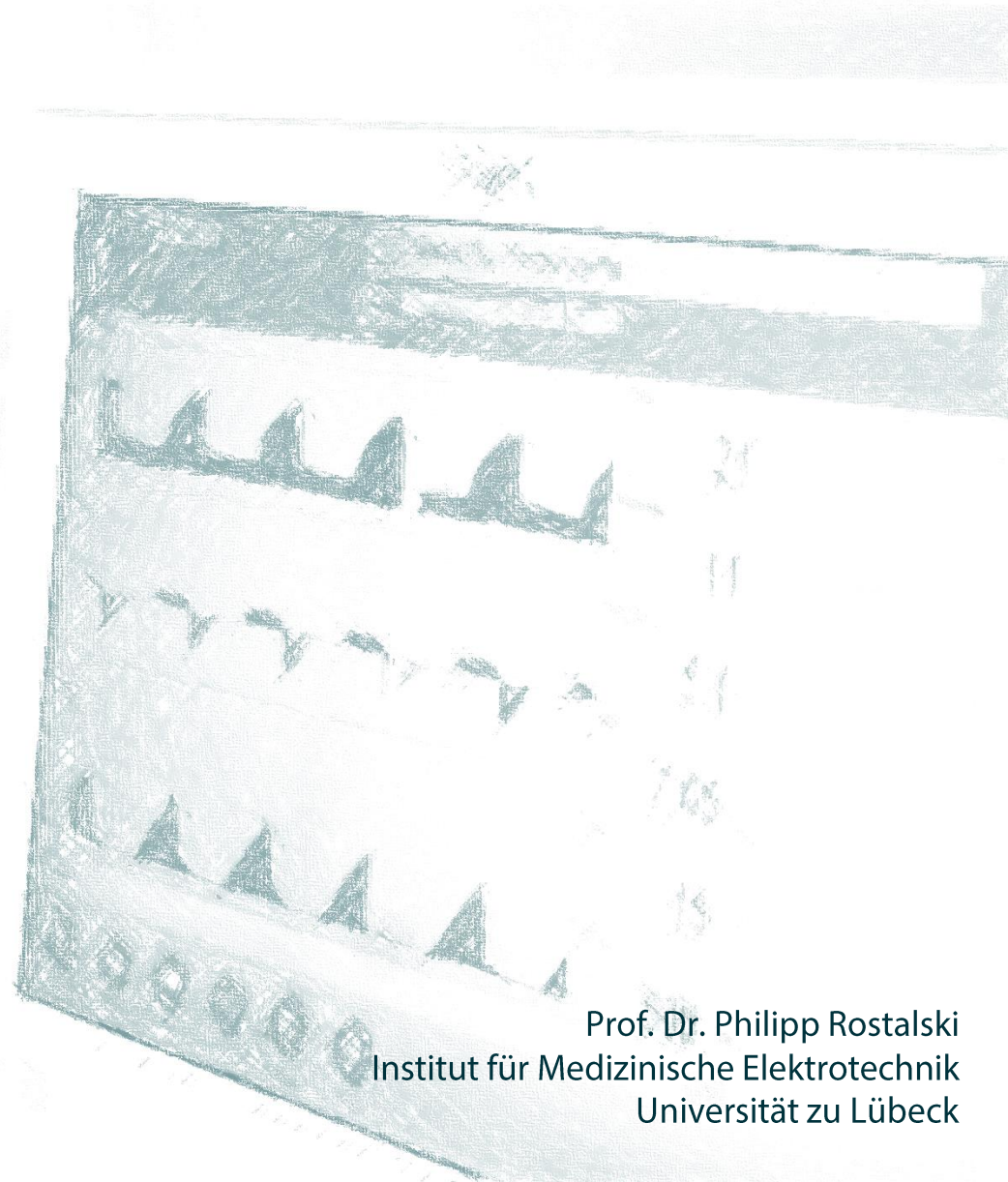




UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulare Assistenzsysteme

Chancen und
Herausforderungen



Prof. Dr. Philipp Rostalski
Institut für Medizinische Elektrotechnik
Universität zu Lübeck

Medizintechnik 4.0

- Steigender Anteil an Elektronik und Software
 - Zunehmender Grad der Vernetzung
 - Stete Verfügbarkeit neuerer/besserer(?)
Aktuatorik und Sensorik
 - Kundenwunsch nach individuellen Produkten
- ⇒ System- und Entwicklungskomplexität steigt
- ⇒ Aber: Elektronik/Software ermöglicht
Kapselung von Funktionen



Vorteile eines modularen Systems

- Hohe Flexibilität durch schnellere Reaktion auf:
 - Neue Trends und Technologien
 - Gesetzliche Anforderungen
 - „Individuelle“ Kundenwünsche
 - Neue Konkurrenzsituationen
- Niedrigere Kosten durch Wiederverwendung (ansonsten *Risiko!*)
- Verbesserte Marktchancen durch Diversifikation
- Aktives Produkt Life Cycle Management (insb. Umgang mit „End-of-Life“-Komponenten)
- Reduzierte Projektkomplexität
- Nutzung von Zuliefern und OEM (dort, wo *sinnvoll!*)

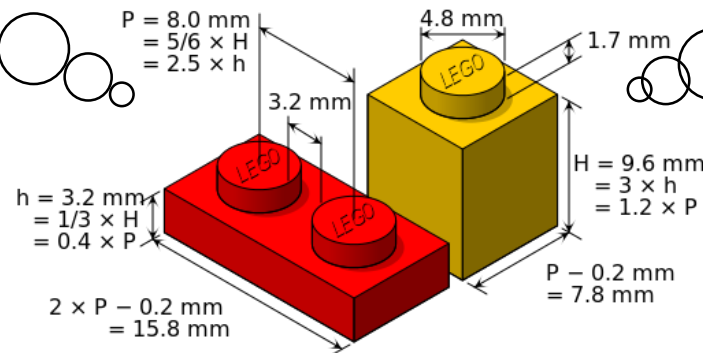
Gliederung

Welche Perspektiven der Modularisierung sind dabei zu berücksichtigen?

Wie und warum modularisiert man ein Assistenzsystem?

Wie kann ein medizintechnisches System sinnvoll modularisiert werden?

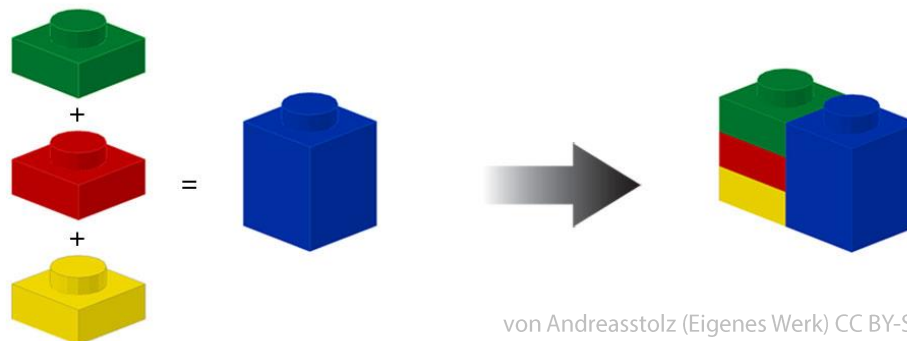
Welche regelungstechnischen Entwurfsmethoden sind geeignet?



Vorgehen bei der Modularisierung eines Systems

Integrierte Analyse zur Produktmodularisierung*

1. Zerlegung des Systems in Basiselemente
2. Dokumentation aller Verbindungen zwischen den Elementen
3. Clusterung der Elemente zu funktionalen Einheiten



von Andreasstolz (Eigenes Werk) CC BY-SA 3.0

*[Pimpler, T.U., Eppinger, S.D., Integration Analysis of Product Decompositions, Proceedings of the 6th Design Theory and Methodology Conference, New York 1994]

Vorgehen bei der Modularisierung eines Systems

Designstrukturmatrix (DSM)

		PROVIDE								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Element	A	A								
Element	B		B							
Element	C			C						
Element	D				D					
Element	E					E				
Element	F						F			
Element	G							G		
Element	H								H	
Element	I									I

DEMAND

Ähnliche Ansätze zur Berücksichtigung von dynamischen Interaktionen:

- Relative Gain Array
- Multivariable Strukturfunktion
- Dynamische DSM

[T.R. Browning, Applying the Design Structure Matrix to System Decomposition and Integration Problems: A Review and New Directions, IEEE Trans. Eng. Manag., 48(3), pp.292-306, 2001]

Modularisierung aus Unternehmenssicht

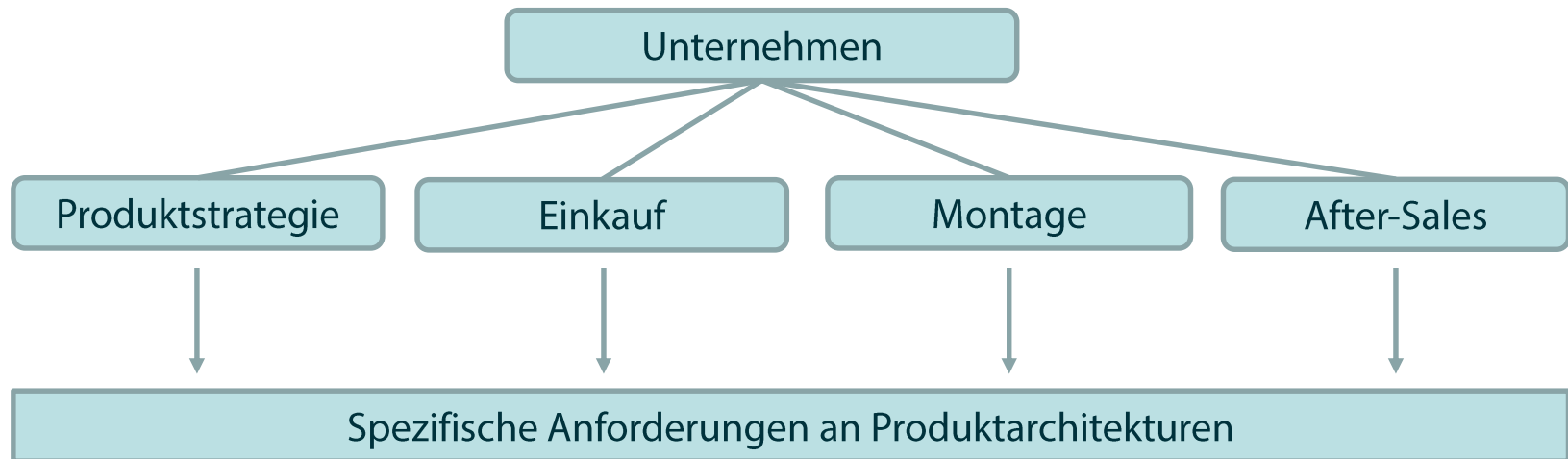


Abb.: Differenzierte Betrachtung der vier Unternehmenssichten nach Blees et al.

Modularisierung aus Unternehmenssicht

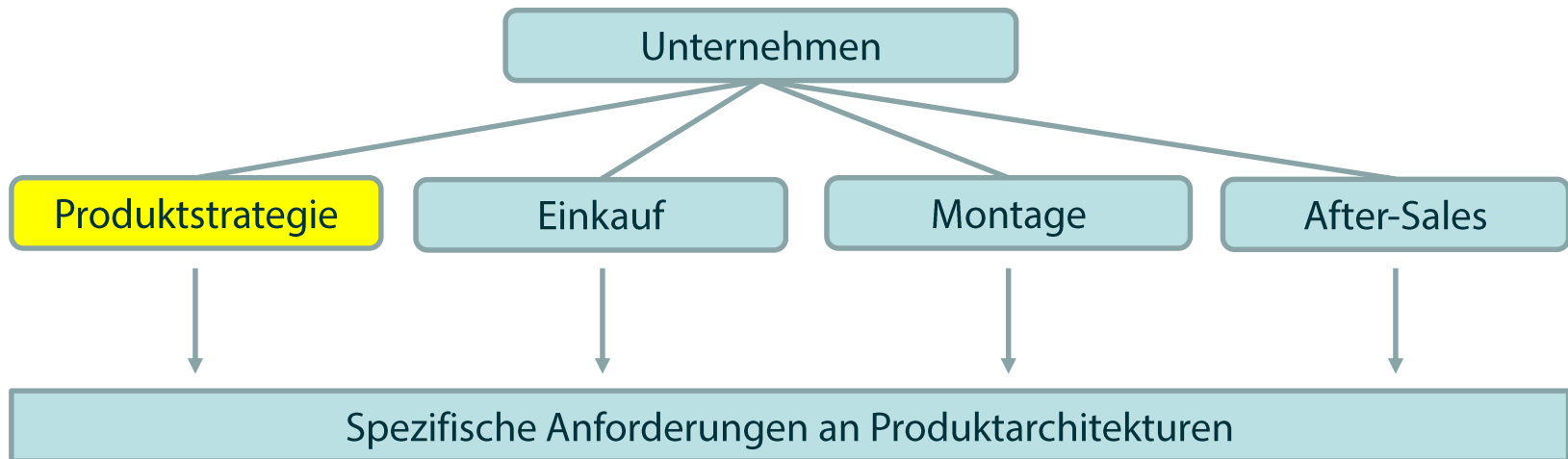
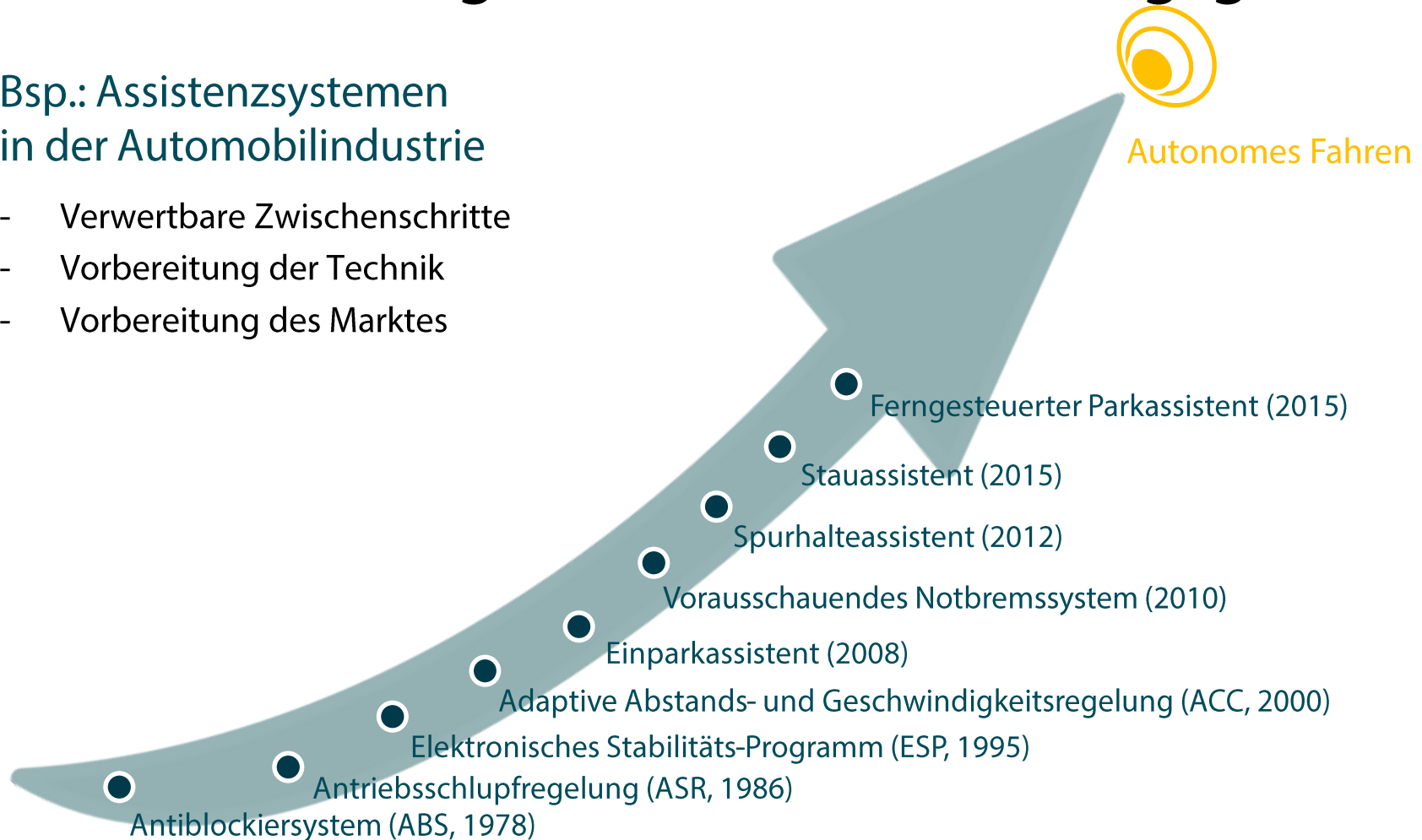


Abb.: Differenzierte Betrachtung der vier Unternehmenssichten nach Blees et al.

Modularisierung nach Automatisierungsgrad

Bsp.: Assistenzsystemen in der Automobilindustrie

- Verwertbare Zwischenschritte
- Vorbereitung der Technik
- Vorbereitung des Marktes

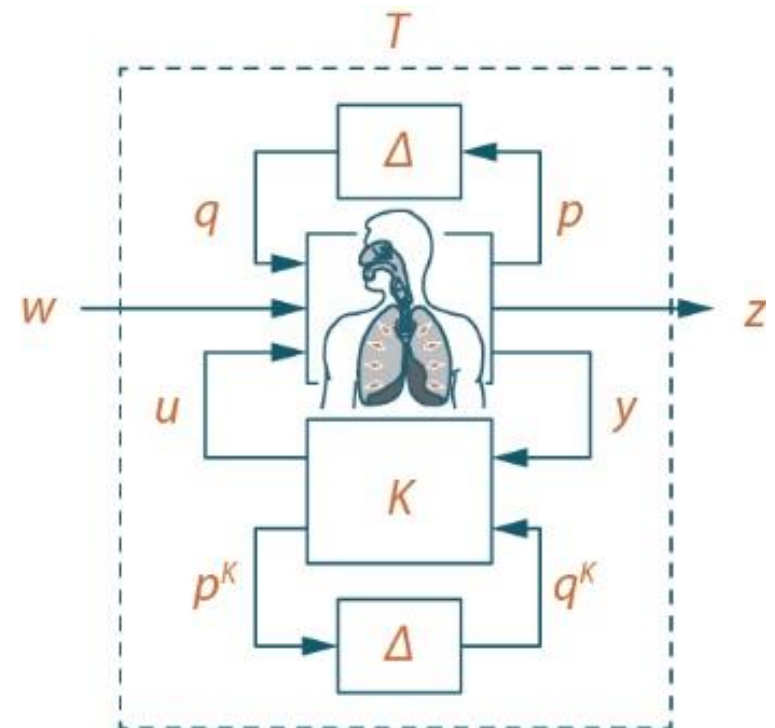


Modularisierung nach Automatisierungsgrad

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Holistische Entwicklung modularer Assistenzsysteme

- Modellierung aller relevanter Systemkomponenten
- Spezifikation von:
 - Unsicherheiten
 - Nebenbedingungen
 - Performancekriterien
- Optimierungsbasierter Reglerentwurf



Big Picture: Systementwurf mittels Kontrakten

Kontrakte (=Vorbedingung + resultierende Garantien)

- Abstraktion von Modulen über Interfaces alleine nicht ausreichend.
- Verhalten der „Umgebung“ für Entwurf und Verifikation notwendig.

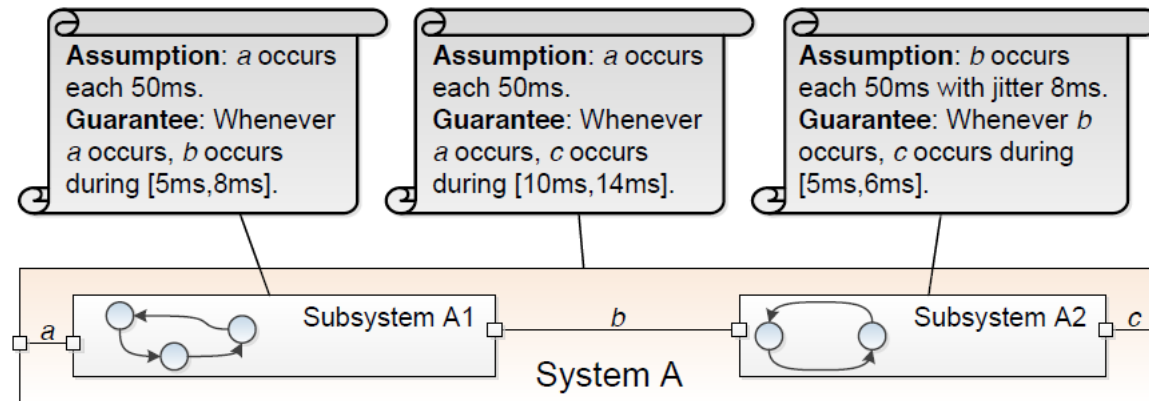
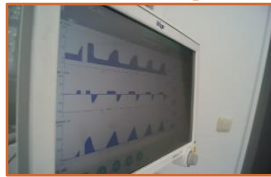
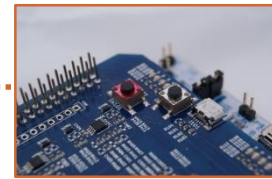
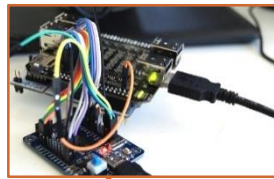


Abb.: Kontrakte als übergeordnetes Entwurfsprinzip

Zusammenfassung

- Designstrukturmatrix nützlich zur Bestimmung einer modularen Struktur
 - Berücksichtigung weitere Aspekte erforderlich,
(für Assistenzsysteme: insbesondere der Automatisierungsgrad!)
 - Modellbasierter, modularer Entwurf erlaubt Kapselung und Austauschbarkeit bei gleichzeitiger Einhaltung von Nebenbedingungen.
- ⇒ Moderne Regelung sichert die Erfüllung von Kontrakten, d.h. liefert Garantien basierend auf Annahmen an die Umgebung.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK
INSTITUT FÜR
MEDIZINISCHE ELEKTROTECHNIK

Prof. Dr. Philipp Rostalski



„Zahlreiche, vielversprechende Verfahren wurden in anderen sicherheitskritischen Bereichen bereits etabliert bzw. getestet (Luft- und Raumfahrt, Automotive, Prozessindustrie) und warten auf den Transfer in die Medizintechnik!“

philipp.rostalski@uni-luebeck.de