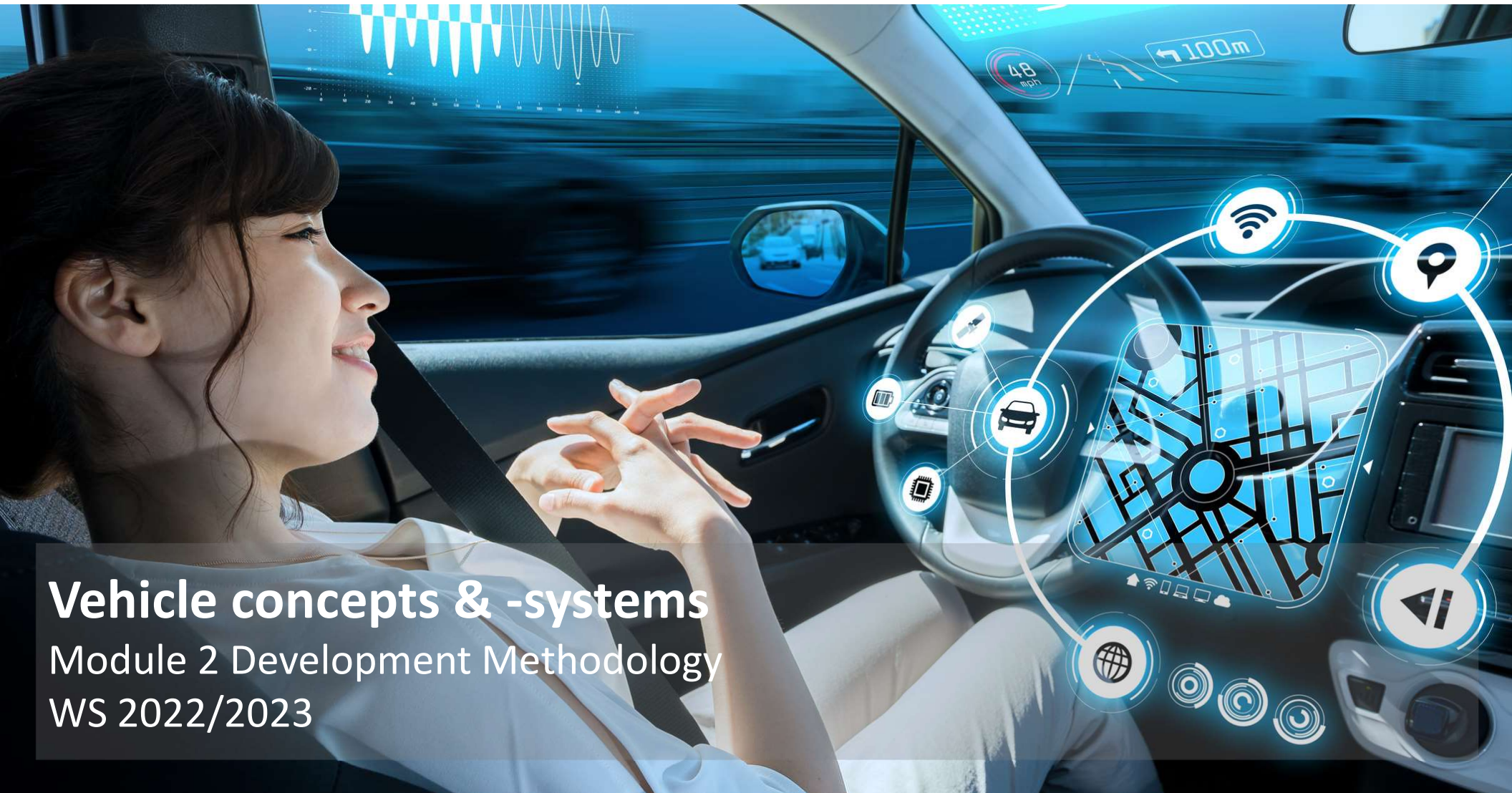




Vehicle concepts & -systems

Module 2 Development Methodology

WS 2022/2023

Schedule

- Presentation & Feedback Teamwork Module 1 08:00 – 09:30
- Discussion on Variety & Development methodology 09:30 – 14:00

Standardization vs. Differentiation

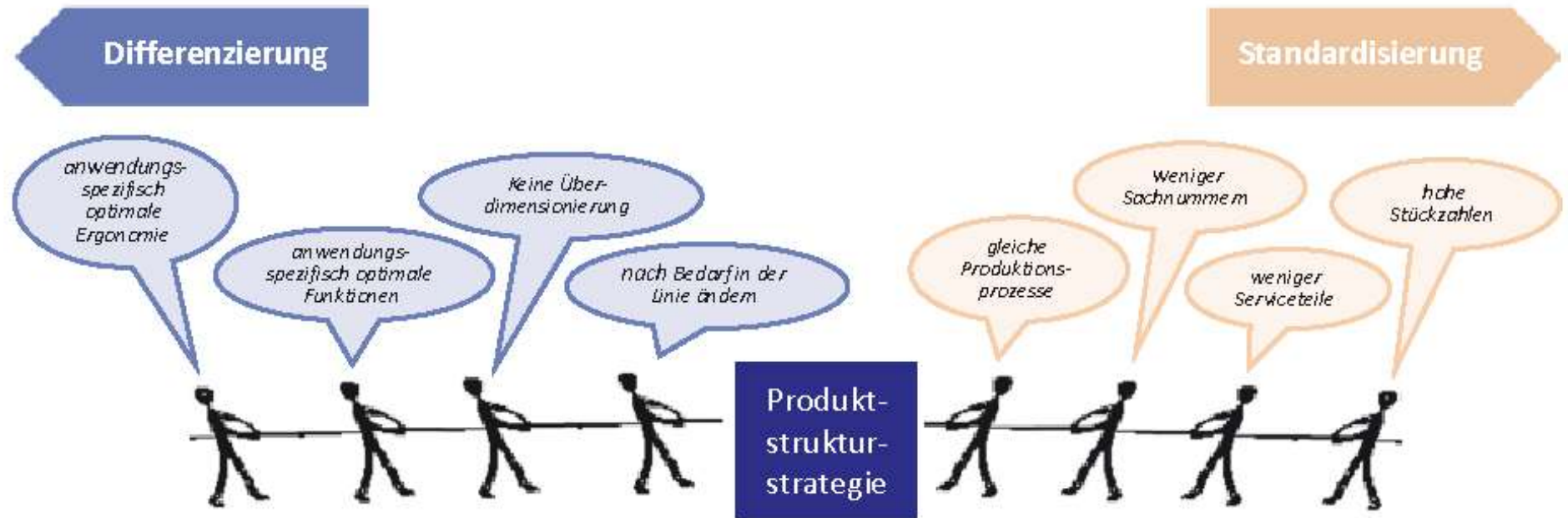


Abb. 4.18 Zielkonflikt zwischen Standardisierung und Differenzierung (Eilmus 2016)

[KB18]

Platforms & modules

Example: Volkswagen

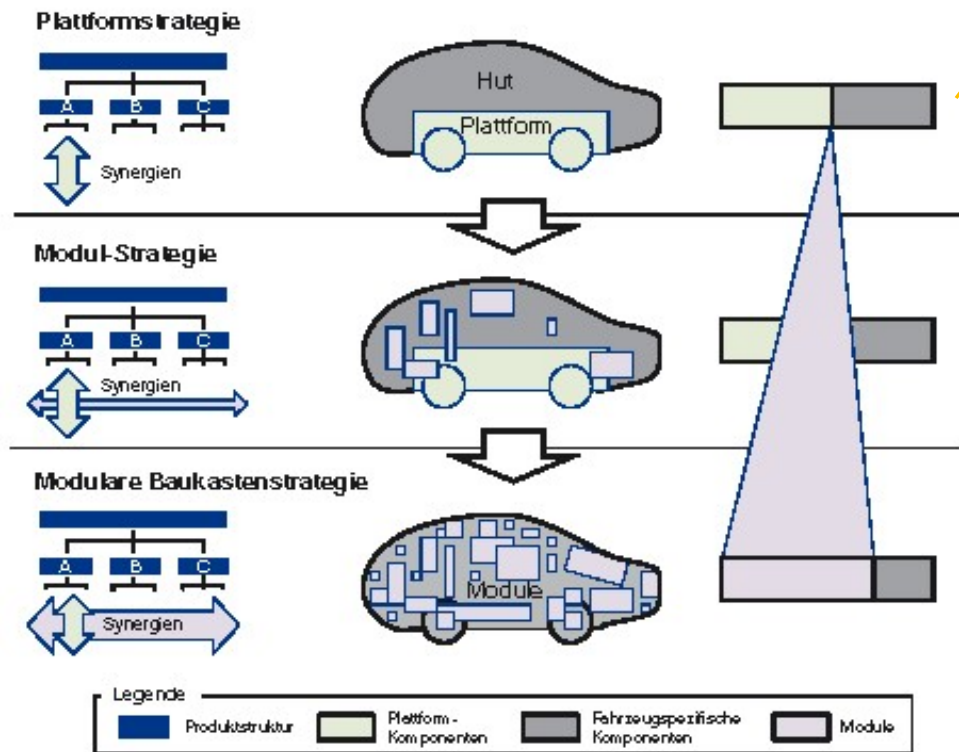
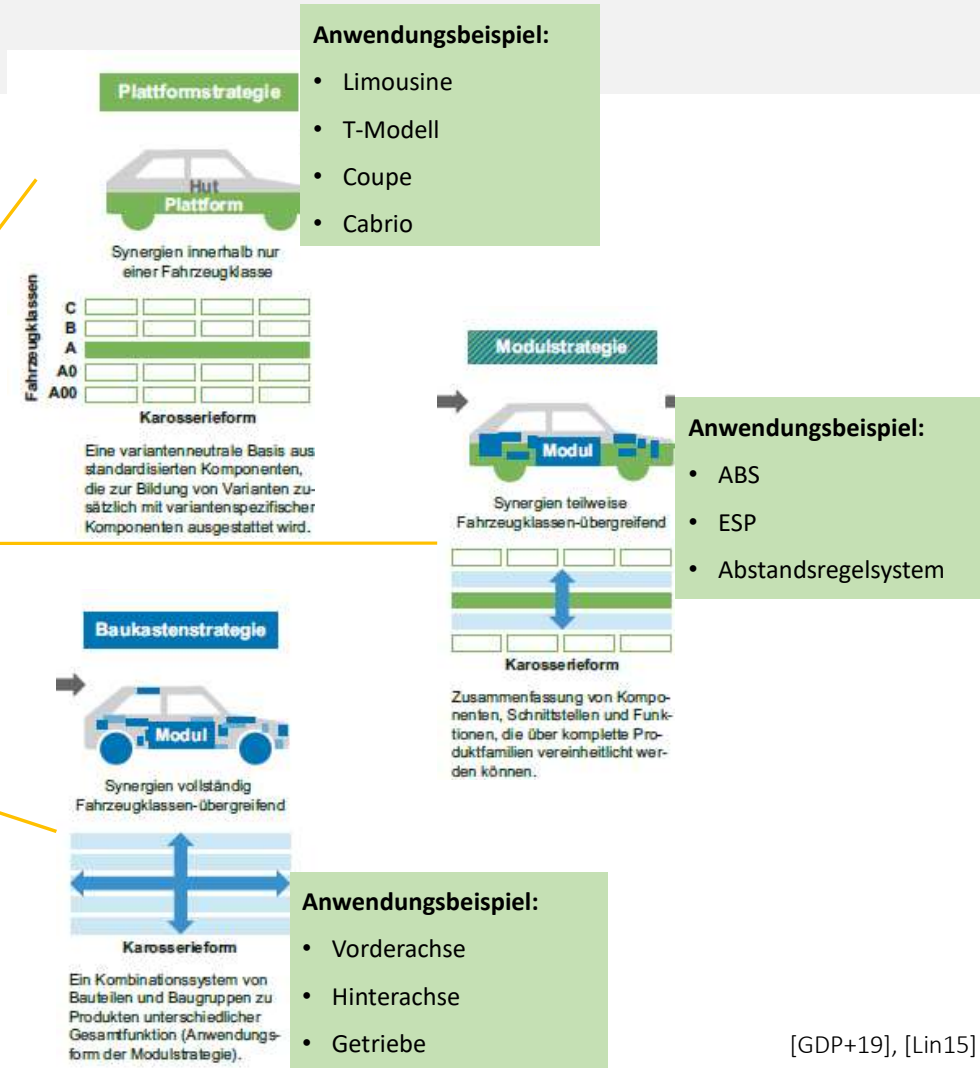
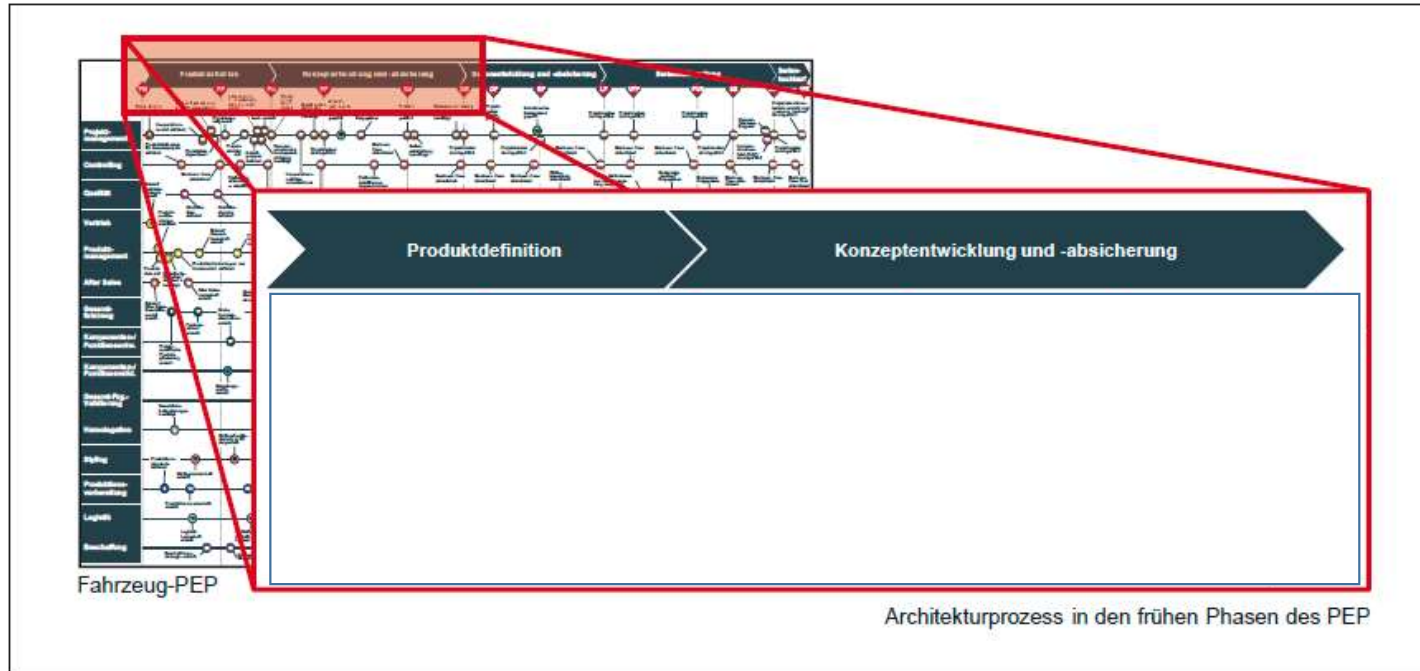


Bild 6.26 Plattform- und Modulstrategie bei Volkswagen, in Anlehnung an (Volkswagen AG 2011)



[GDP+19], [Lin15]

The concept phase is crucial for the resulting product variety



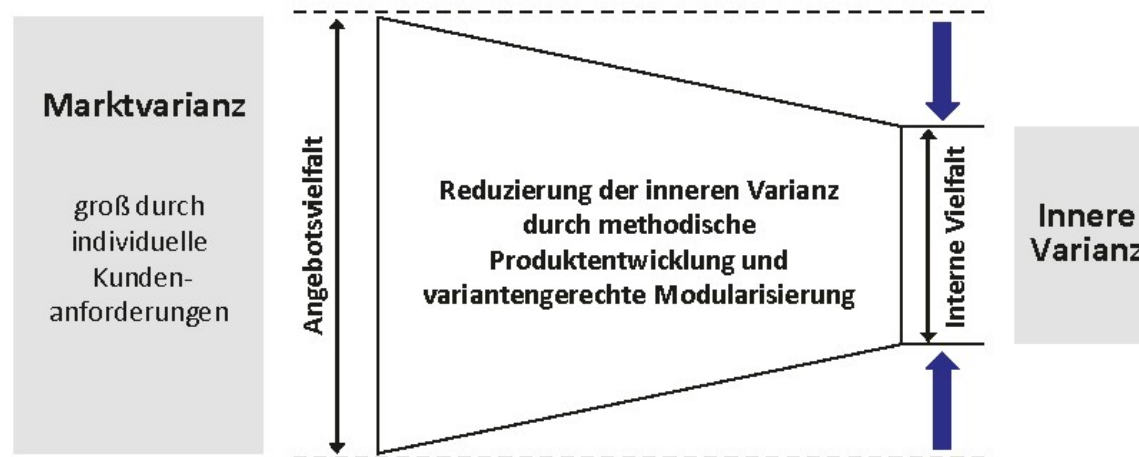
[Lin15]

Complexity means cost.



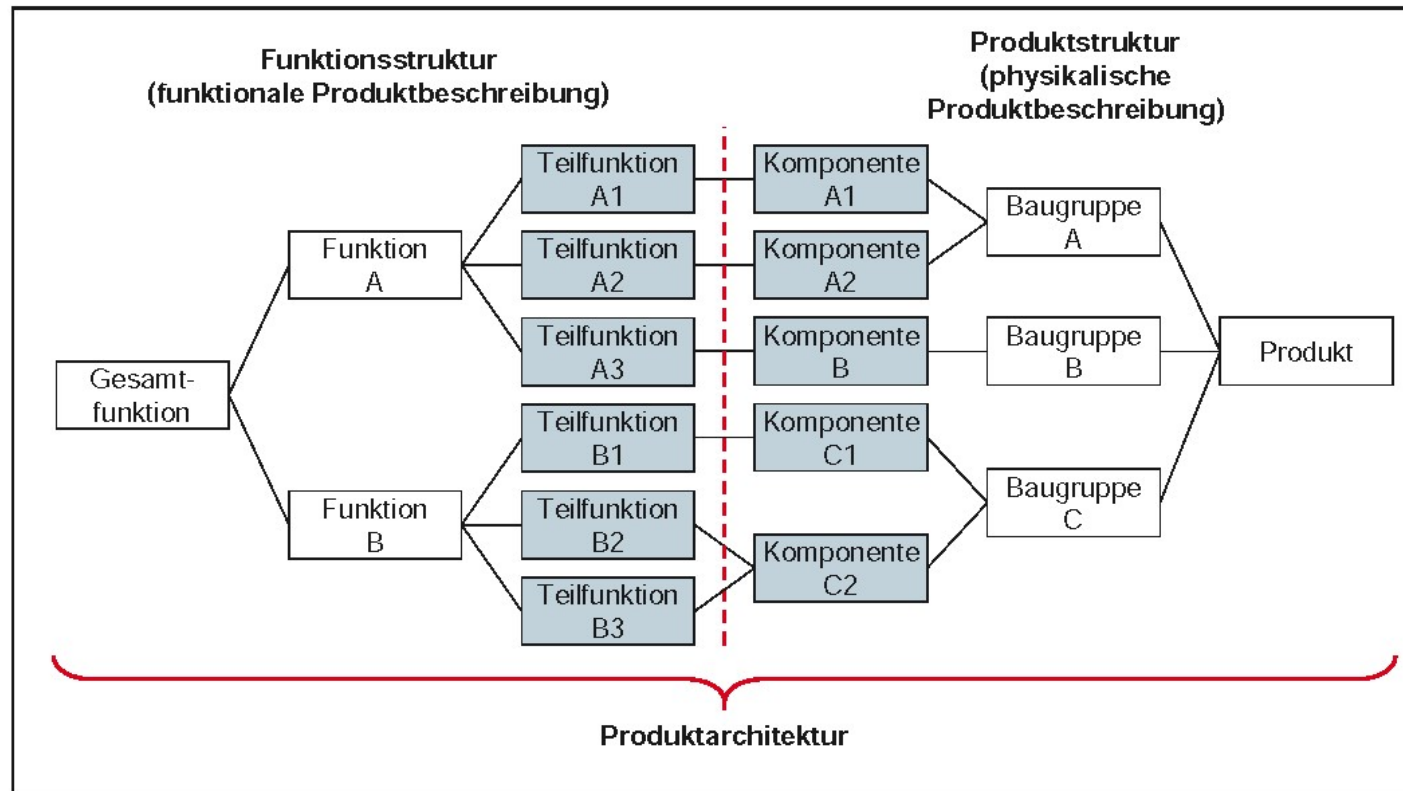
[Lin15], [KB18]

Why building modules?



[KB18]

Structuring products



=> But: the modules themselves won't work without connection

[Kir20], [Lin15]

Platform strategy

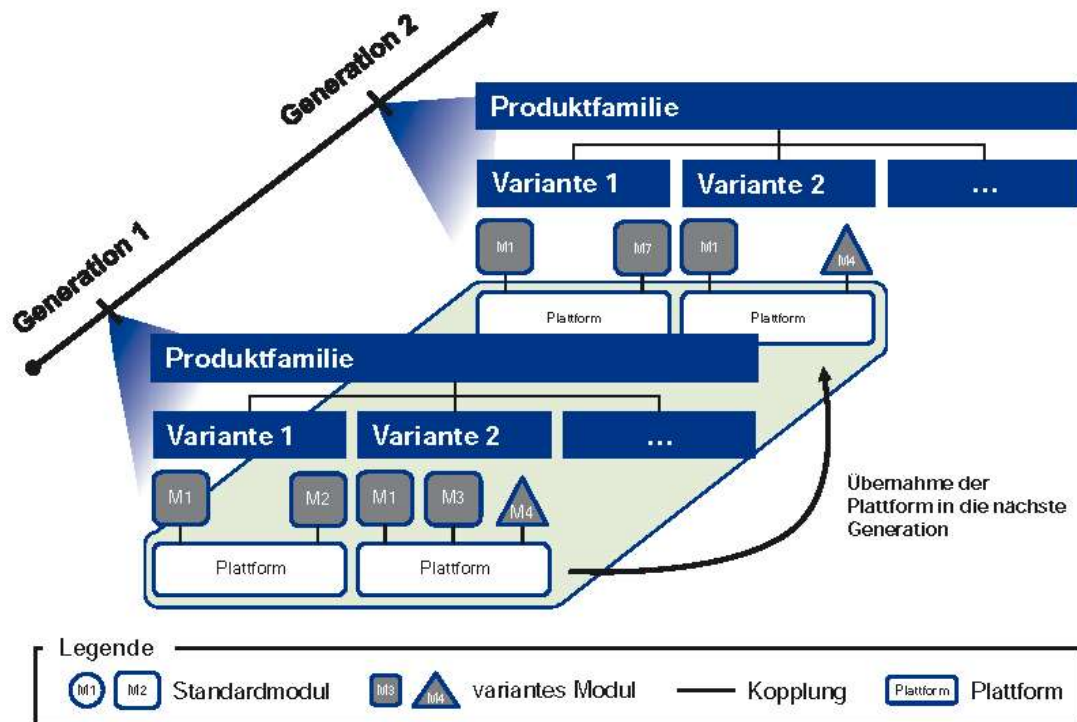
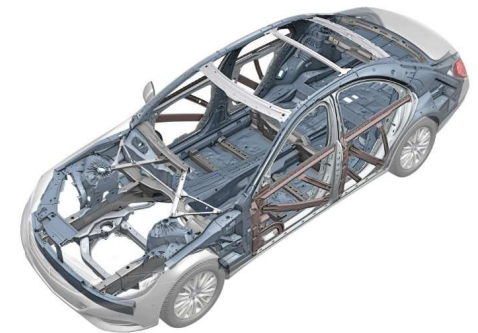


Bild 6.24 Prinzip der Plattformstrategie



Anwendungsbeispiel:

Weiterverwendung des Rohbaus
in nächster Produktgeneration (BR221 => BR222)
BR223 mit neuem Rohbau

[Lin15], [www.mercedes-benz.com]

Platform strategy

Example: Volkswagen

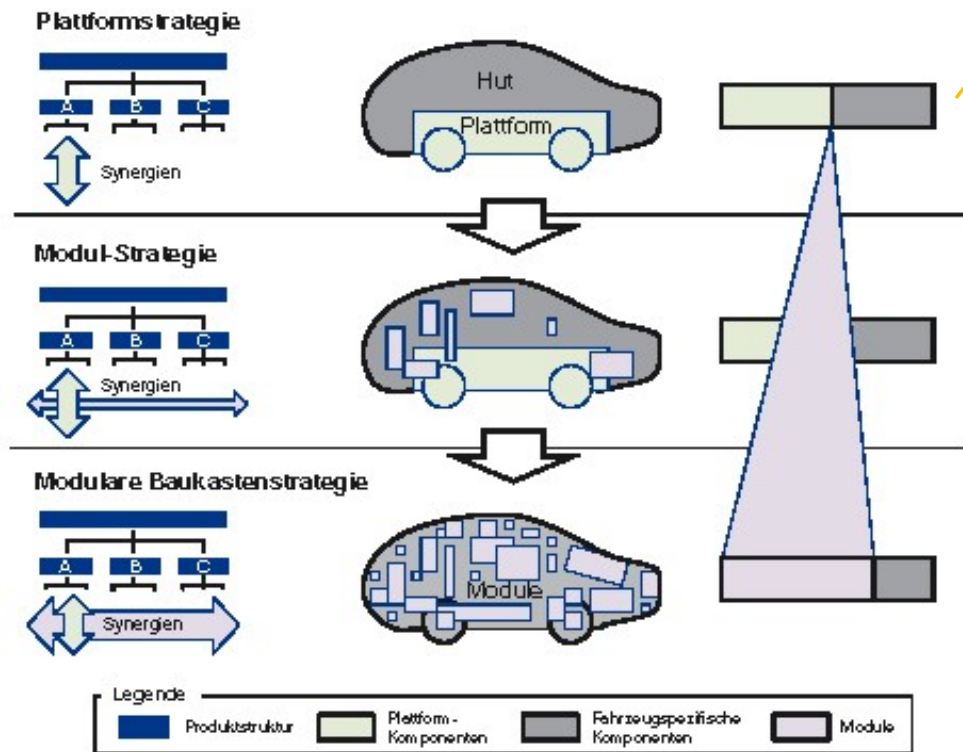
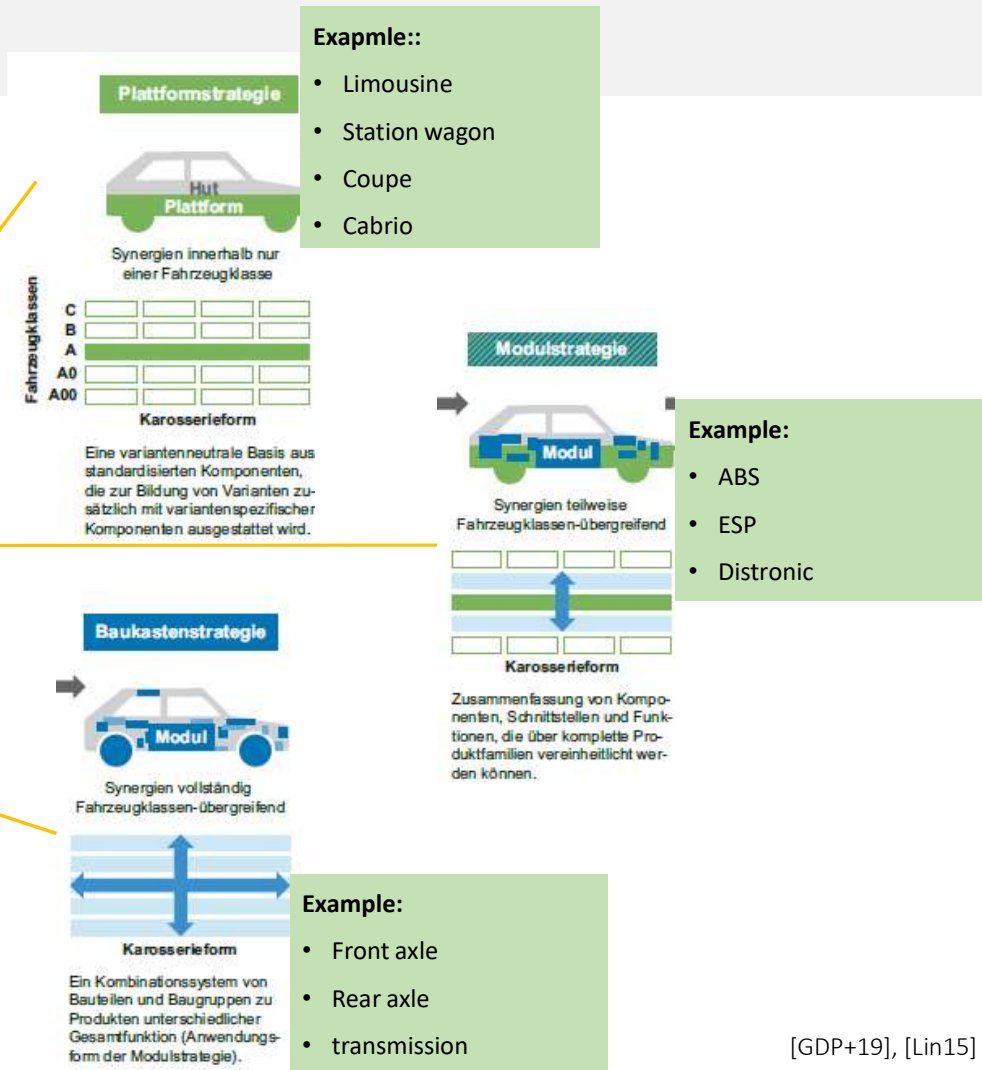


Bild 6.26 Plattform- und Modulstrategie bei Volkswagen, in Anlehnung an (Volkswagen AG 2011)



[GDP+19], [Lin15]

Platform strategy

Example: MQB platform in Volkswagen

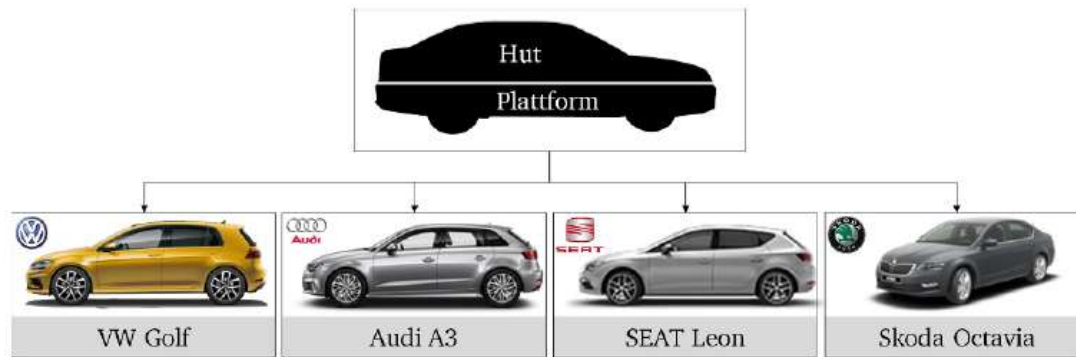


Abb. 9.17 Auszug von Modellen der A-Plattform des VW-Konzerns



Abb. 9.18 MQB-Plattform von VW als Basis für die verschiedenen Fahrzeuge in Abbildung 9.17

[Kir20]

Platform strategy: Vertical / horizontal

Example: Drilling machine

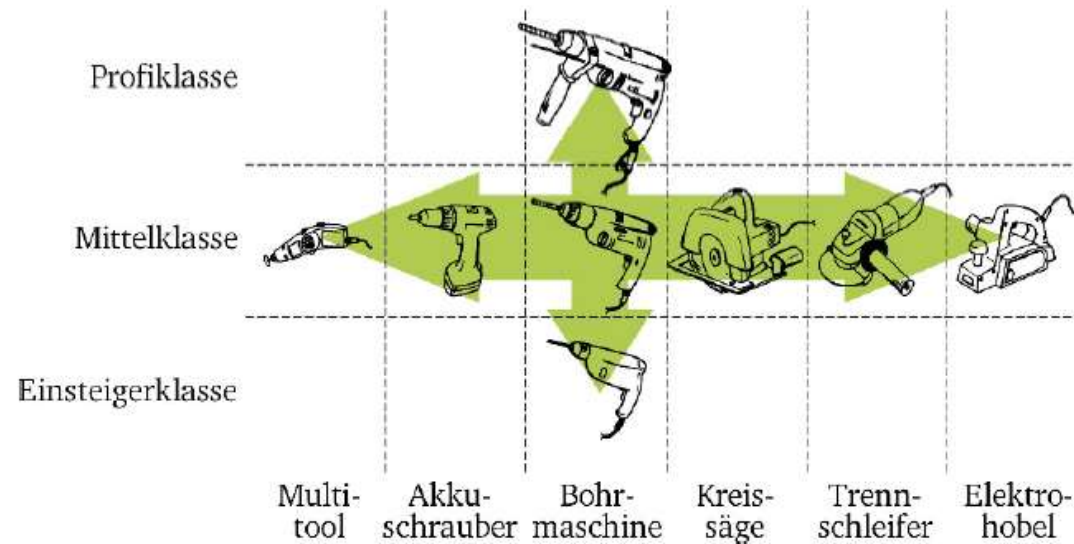


Abb. 9.19 Gegenüberstellung von horizontaler und vertikaler Plattformstrategie am Beispiel einer Bohrmaschine (Aus [32])

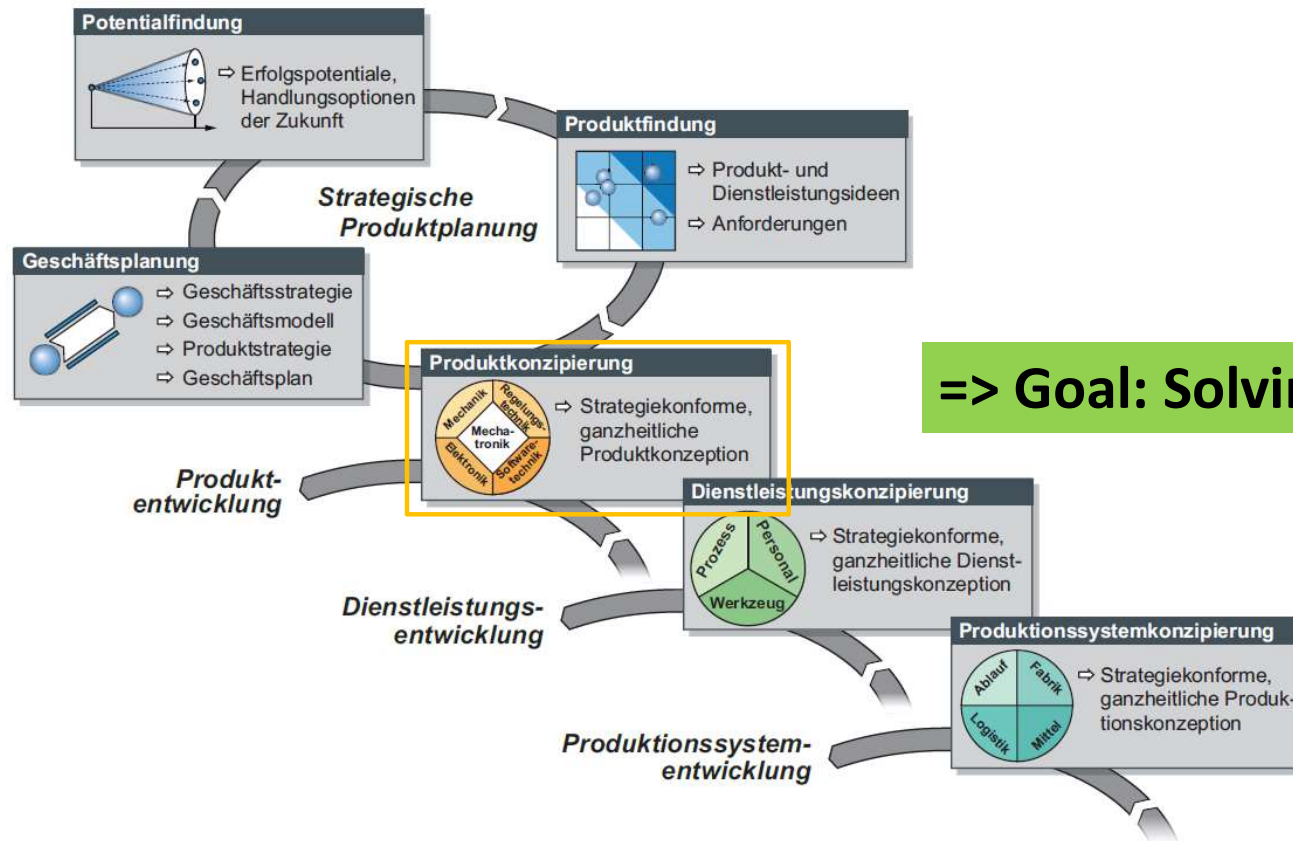
[Kir20]

Development methodology for mechatronic products

- Basics of development methodology
- Kinds of product development
- Attributes of mechatronic products
- Basics of hardware engineering
- Basics of software engineering

The conception phase in the GAUSEMEIER reference model

Module 2a/b



[GDP+19]

Basics of development methodology

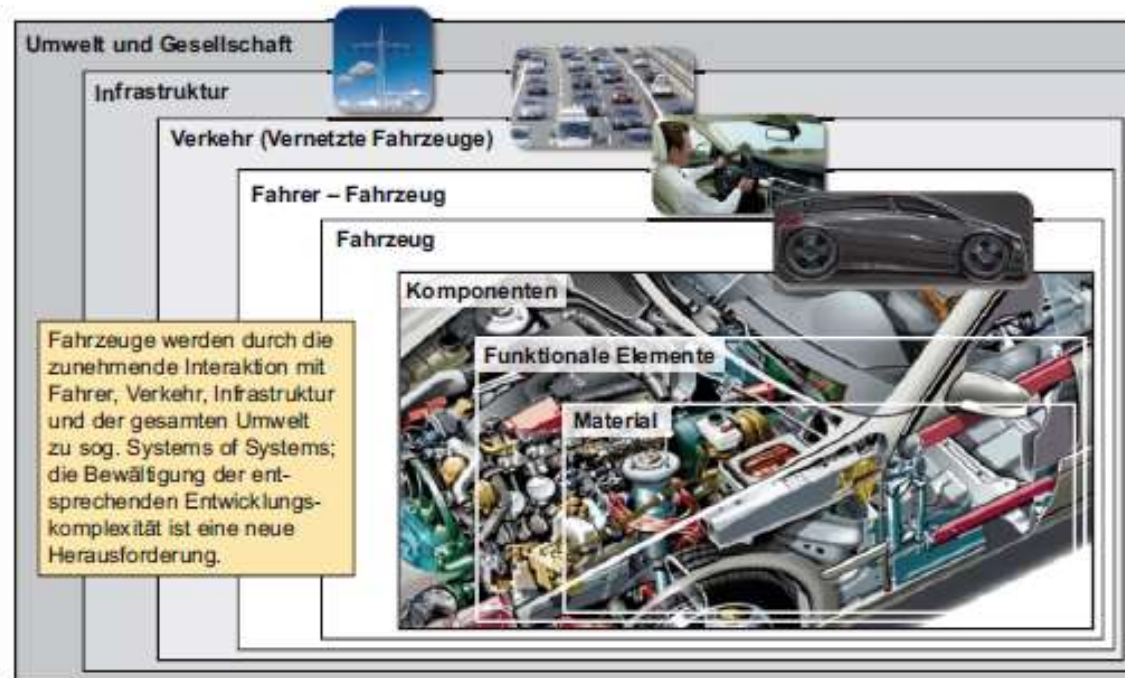
Complexity of systems drives engineering methodology



BILD 5.1 Die zunehmende Digitalisierung vergrößert die Diskrepanz zwischen erforderlicher und verfügbarer Entwicklungsmethodik

[GDP+19]

Example: System boundaries of automotive companies



[GDP+19]

Basics of Systems Engineering

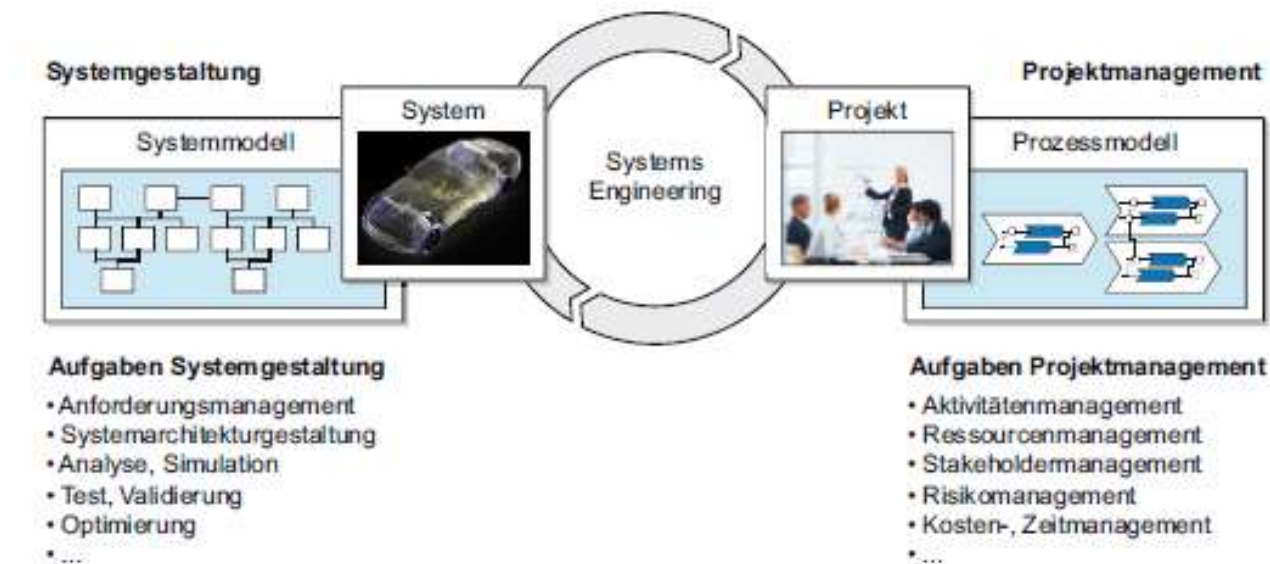
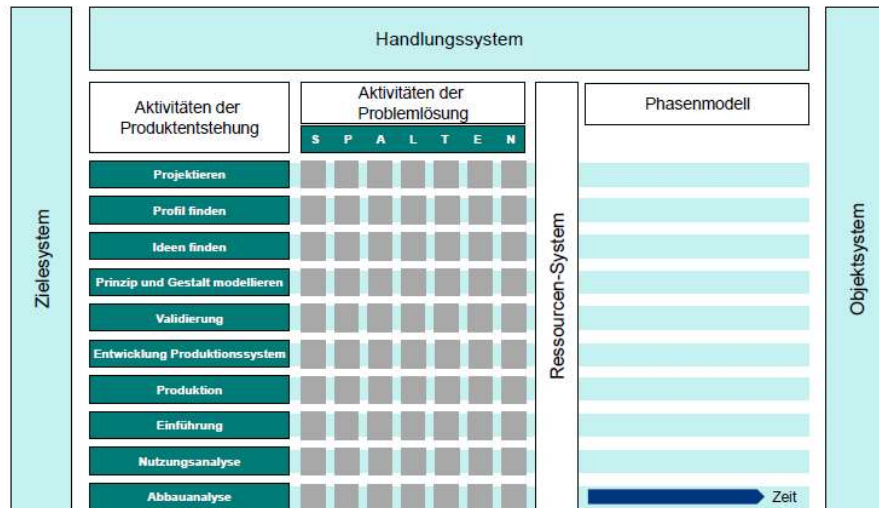


BILD 5.3 Systems Engineering integriert Systemgestaltung und Projektmanagement

[GDP+19]

Further Reference Models of Product development: SPALTEN und MVM

SPALTEN

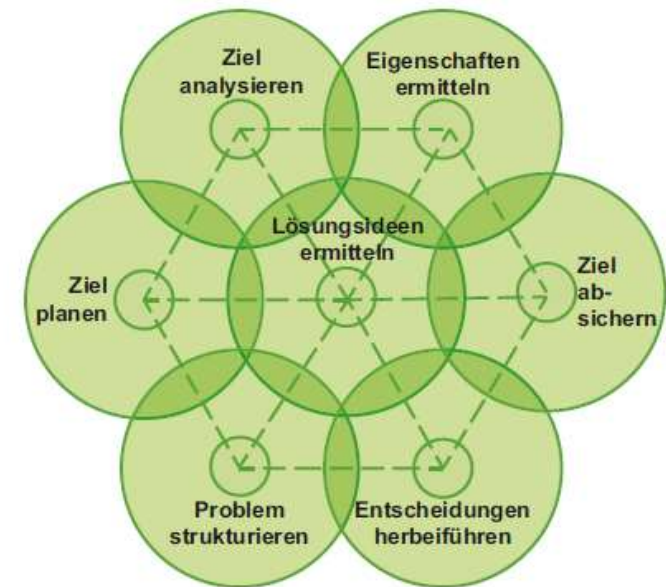


SPALTEN:

- Situationsanalyse
- Problemeingrenzung,
- Alternative Lösungssuche
- Tragweitenanalyse
- Entscheiden
- Nacharbeiten

MVM

(Münchner Vorgehensmodell)



[Alb10], [Soel16], [Lin09]

Simultaneous Engineering & digital phase

Digitale Phase

Hardware Phase

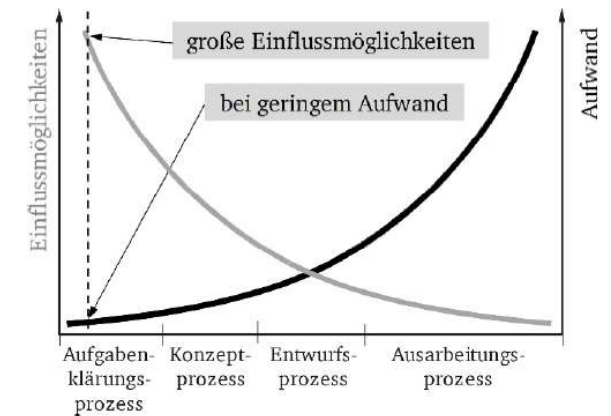
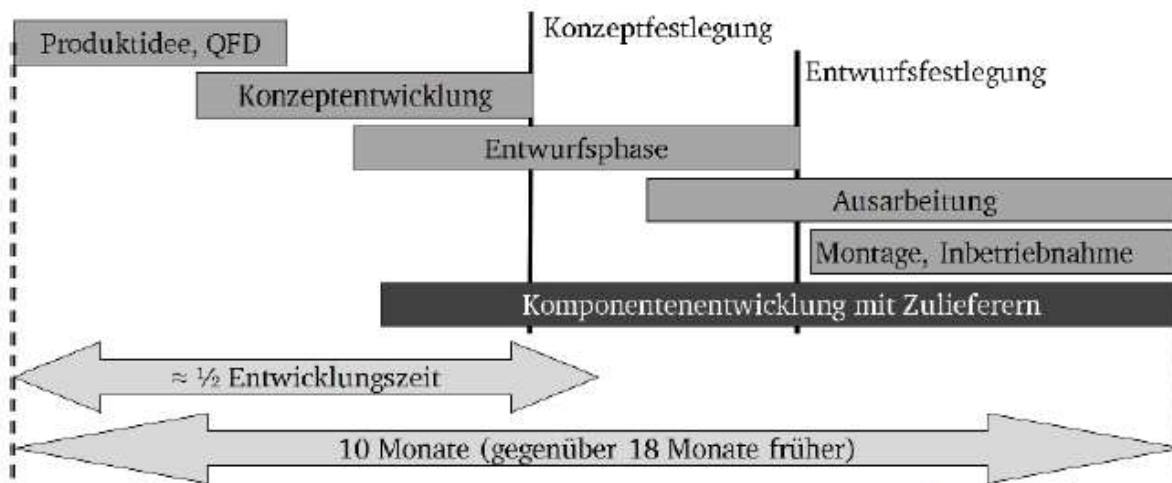
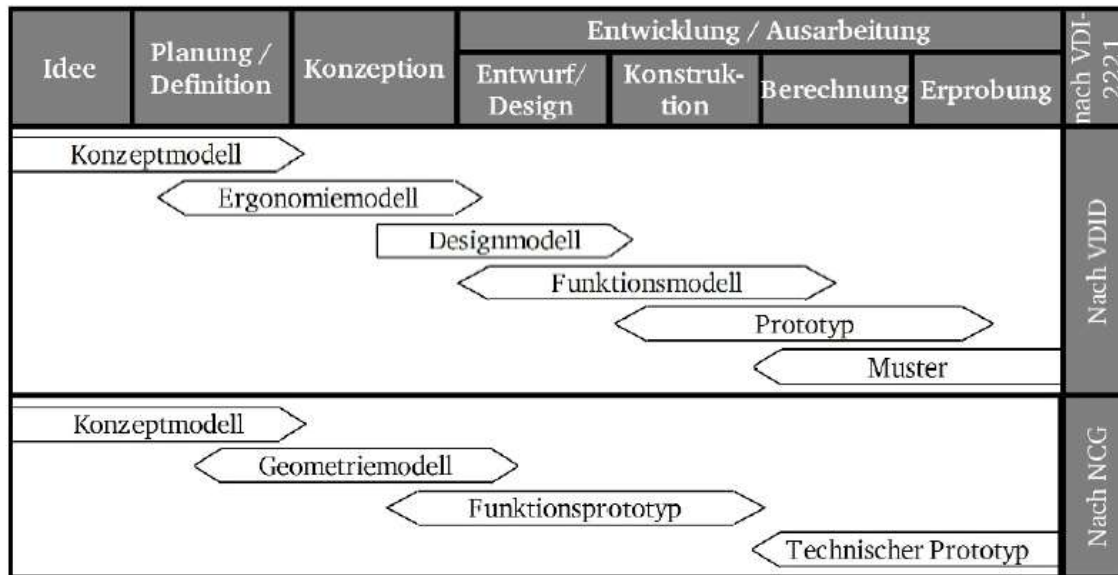


Abb. 4.3 Die Bedeutung der frühen Phasen der Produktentwicklung

[Kir20]

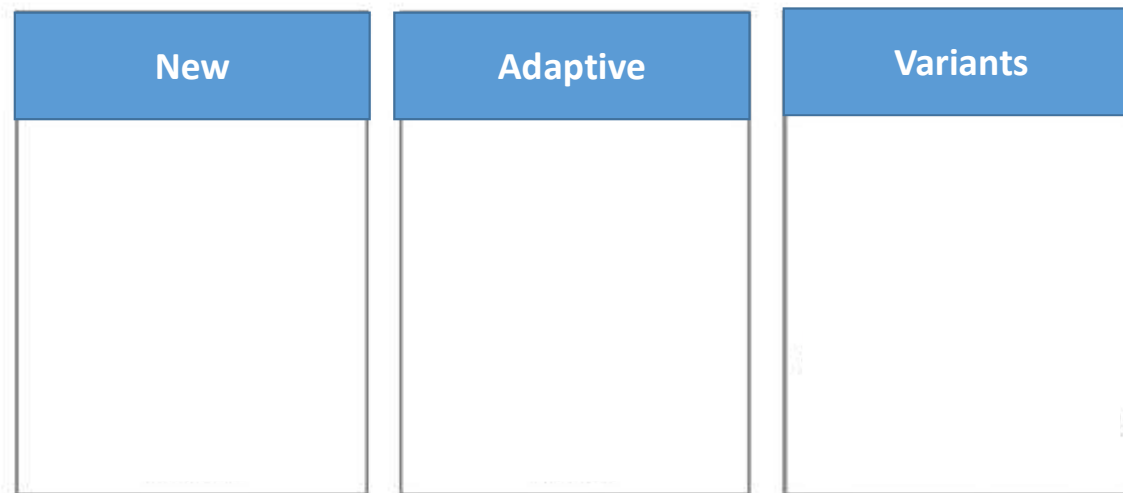
Prototyping within the engineering process



[Kir20]

Kinds of product development

Engineering: New, adaptive, variants



[Kir20]

Engineering: New, adaptive, variants



[Kir20]

Kinds of product development

Degree of abstraction & engineering expense

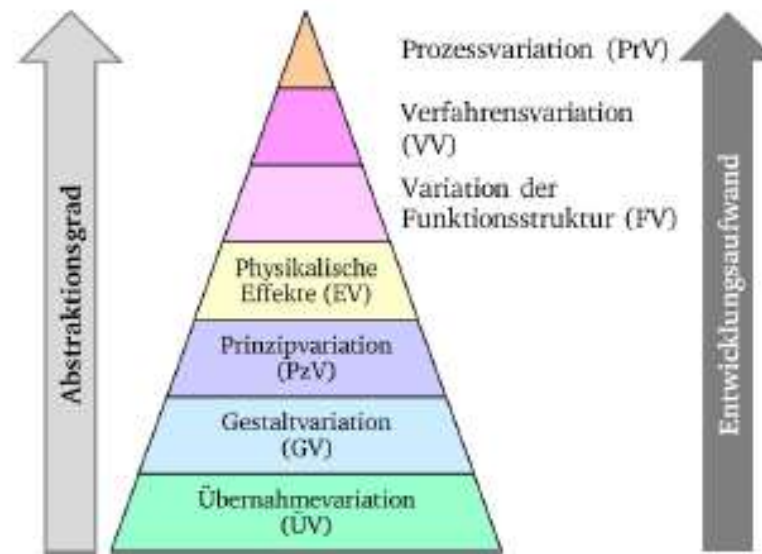


Abb. 5.13 Produktmodell-Pyramide

[Kir20]

Process variation

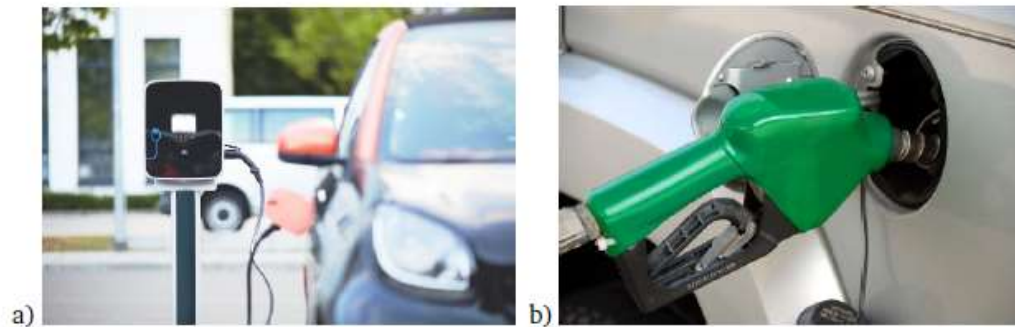


Abb. 5.14 Folgen der Prozessvariation: Laden eines Elektrofahrzeugs an einer Ladestation und konventionelles Tanken von flüssigem Kraftstoff

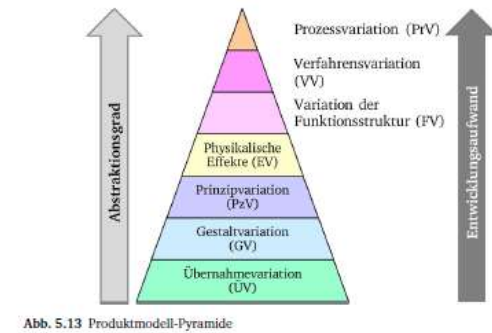


Abb. 5.13 Produktmodell-Pyramide

[Kir20]

Proceedings variation

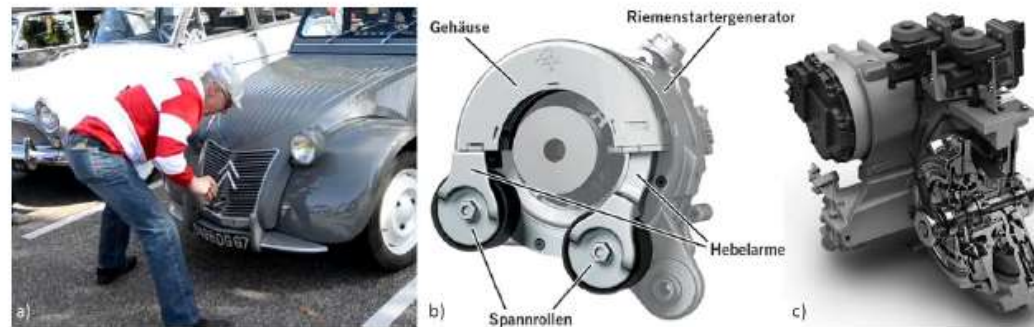


Abb. 5.16 Verfahrensvariationen zum Start von Verbrennungsmotoren: a) Kurbelstart am Beispiel des Citroen 2CV, b) Konzept für einen lastumkehrfähigen Riementrieb zur Nutzung eines Startergenerators im 12V-Bordnetz, c) Motorstart mit einem achsparallel zur Kurbelwelle angeordneten 48V-Motor mit Trennkupplung

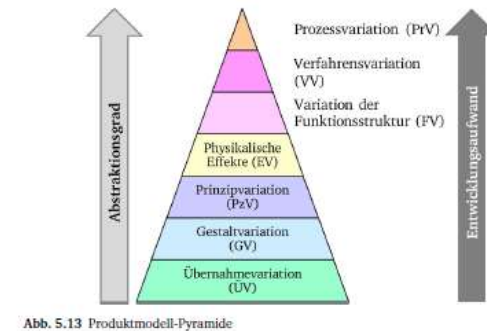


Abb. 5.13 Produktmodell-Pyramide

[Kir20]

Variation of functional structures

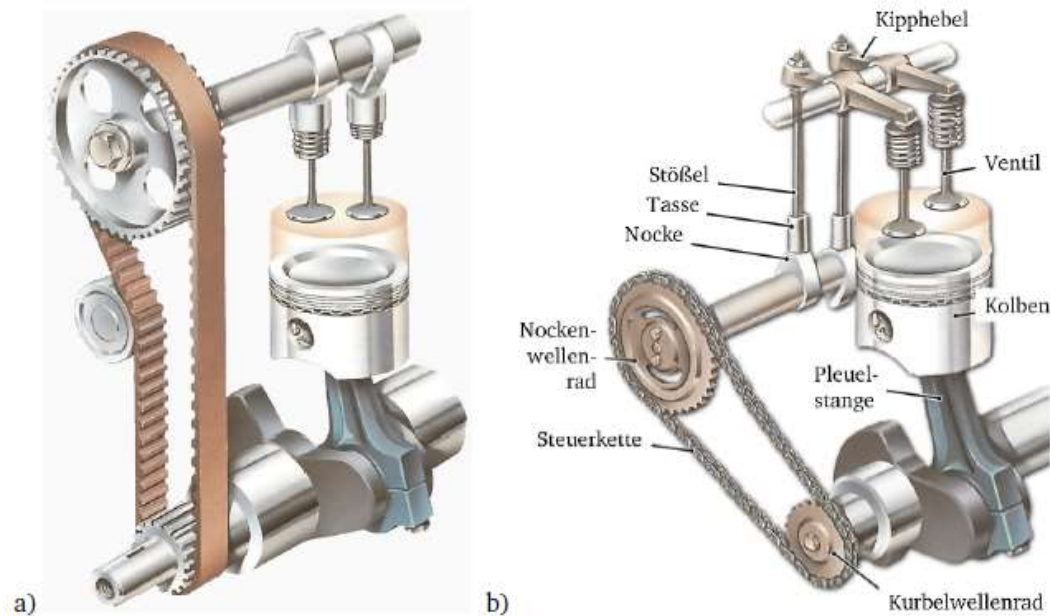


Abb. 5.17 Beispiel zur Variation der Funktionsstruktur: a) Obenliegende Nockenwelle mit Zahnriementrieb (Übersetzung $i = 2$) als Antriebselement, b) Untenliegende Nockenwelle mit Steuerkette ($i = 2$) und Stößelstangen

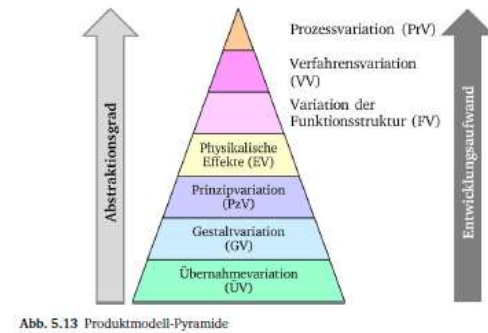
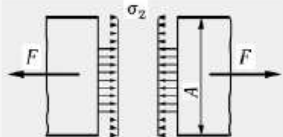
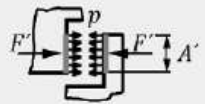
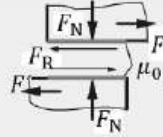
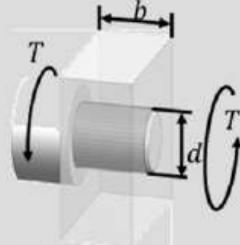
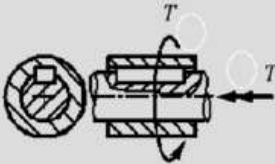
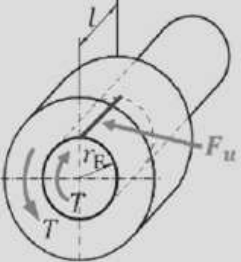


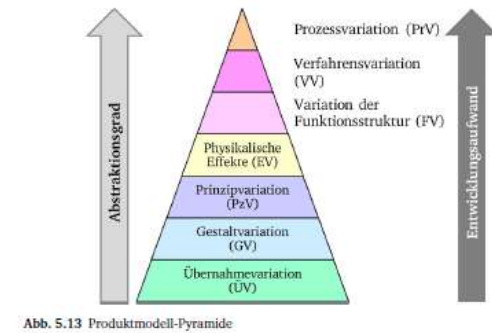
Abb. 5.13 Produktmodell-Pyramide

[Kir20]

Variation based on physics

Tabelle 5.3 Welle-Nabe-Verbindungen auf Basis unterschiedlicher physikalischer Effekte bzw. Schlussarten

Schlussart	Stoffschluss	Formschluss	Reibkraftschluss
Bauteilverbindung	Elementare stoffschlüssige Verbindung	Elementare formschlüssige Verbindung	Elementare reibkraftschlüssige Verbindung
Prinzipskizze			
Skizze Welle-Nabe-Verbindung			
Bezeichnung	Klebverbindung	Passfederverbindung	Pressverbindung



[Kir20]

Variation of principles

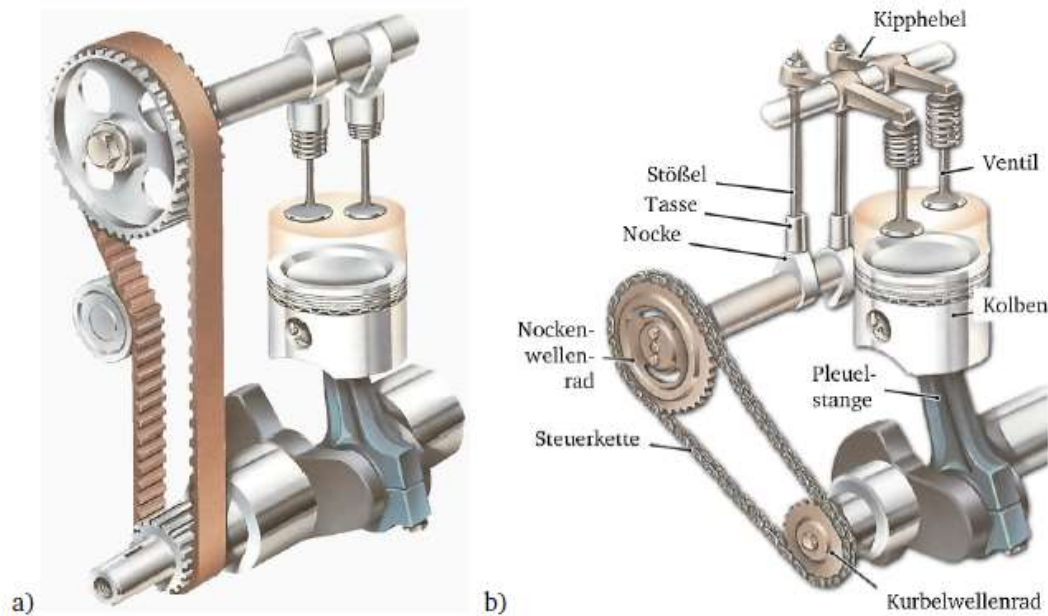
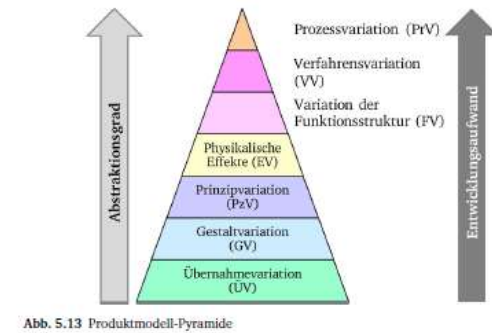


Abb. 5.17 Beispiel zur Variation der Funktionsstruktur: a) Obenliegende Nockenwelle mit Zahnriementrieb (Übersetzung $i = 2$) als Antriebselement, b) Untenliegende Nockenwelle mit Steuerkette ($i = 2$) und Stößelstangen



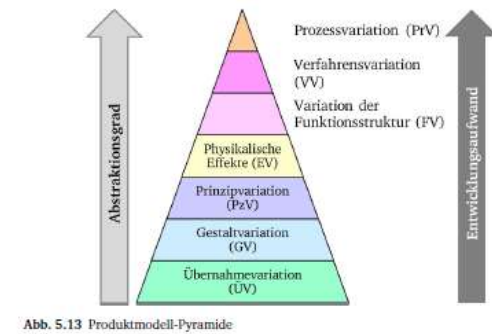
Beispiel:
Riemen / Steuerkette
=> Physikalisches Ergebnis bleibt gleich

[Kir20]

Variation of shape



Abb. 5.20 Gestaltvariation am Beispiel eines Kolbens: a) ebener Kolbenboden, b) Kolben mit Freiformfläche zur Unterstützung der Gemischbildung



[Kir20]

Carry over & development of product generations

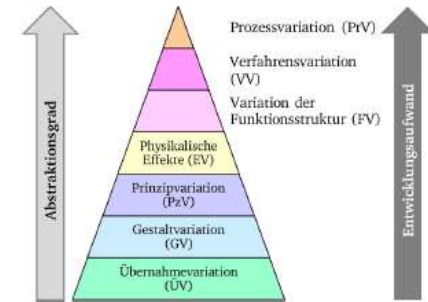


Abb. 5.13 Produktmodell-Pyramide

[Kir20]], [www.mercedes-amg.com]

Attributes of mechatronic products

Examples for mechatronic products



Der 35-PS Mercedes-Simplex-Rennwagen des Baron Henri de Rothschild (alias „Dr. Pascal“) in La Turbie nach dem Sieg beim Bergrennen Nizza-La Turbie am 29. März 1901.

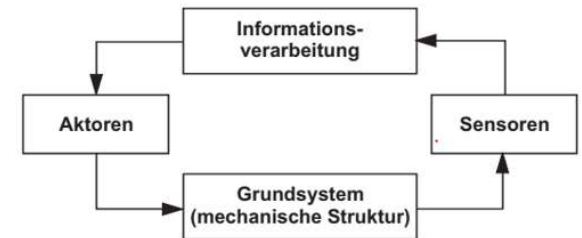
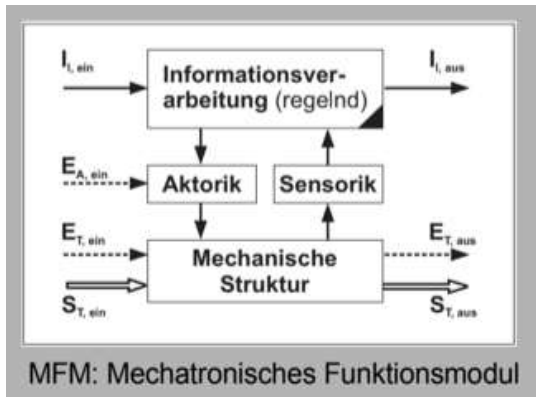


Bild 2-3: Grundsätzliche Struktur eines mechatronischen Systems

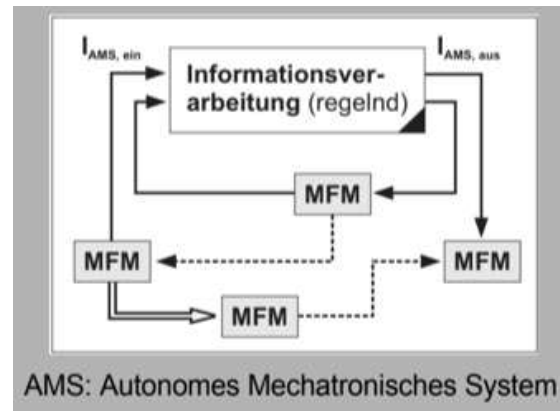


[GEK01], [www.daimler.com]

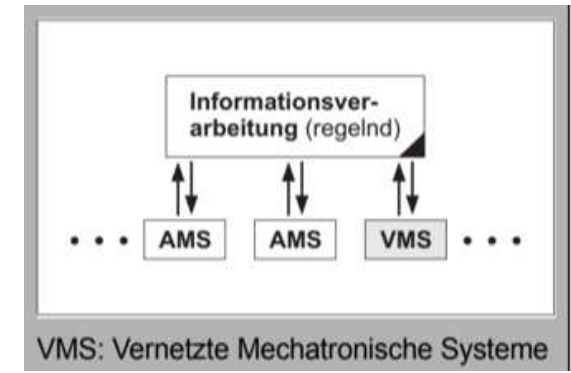
Stages of mechatronic products



Abstandsregelmodul



Autonomes Fahren



**Intelligente
Verkehrsführung
(LKW Konvois)**

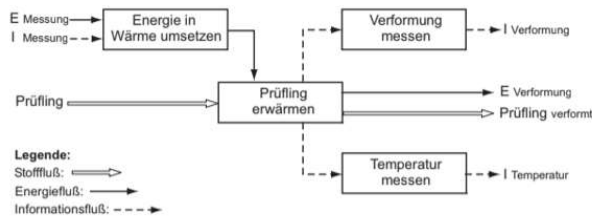
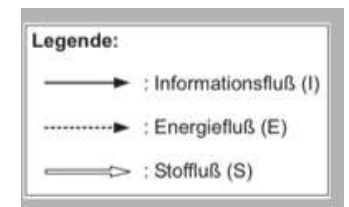


Bild 4-49: Flußverteilung; Beispiel für Energie-, Stoff- und Informationsflüsse zwischen Teilfunktionen



[GEK01]

Main areas of engineering expertise in mechatronic products

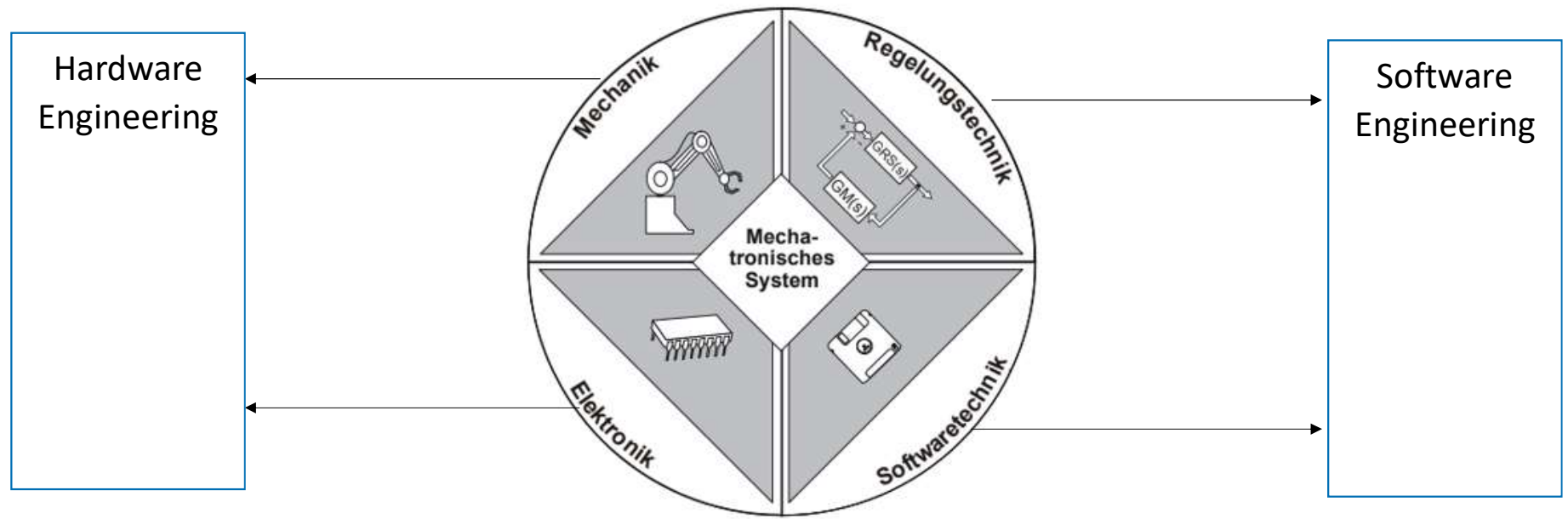
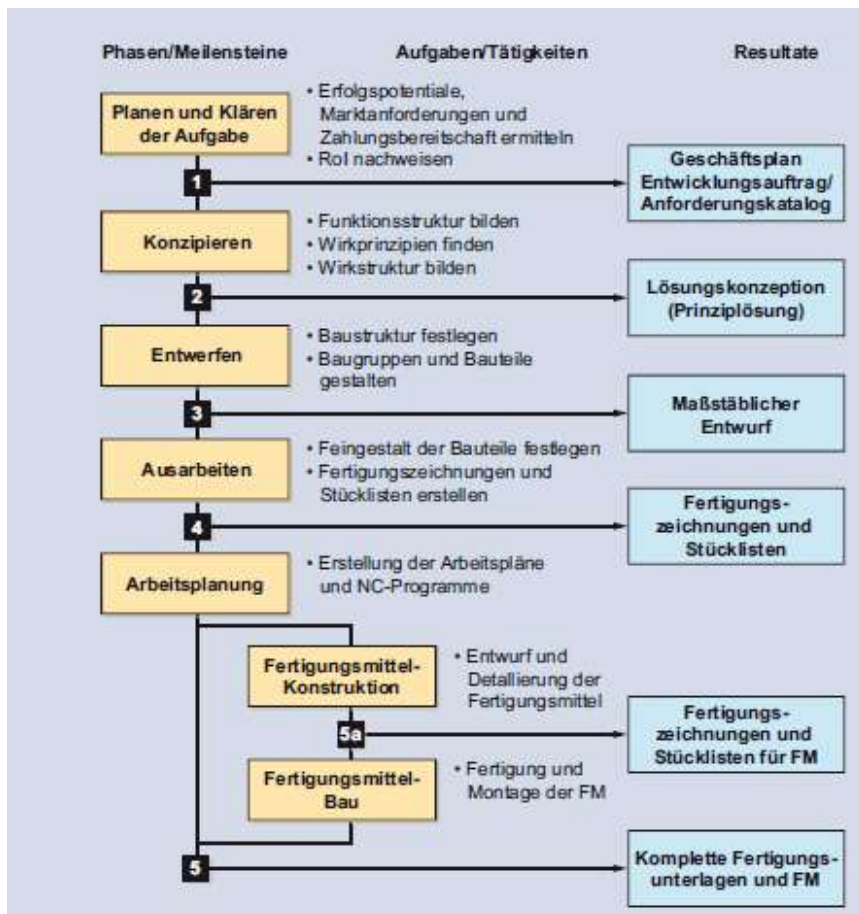


Bild 2-6: Hauptsächlich an der Entwicklung komplexer technischer Systeme beteiligte Fachdisziplinen

[GEK01]

Basics of Hardware Engineering

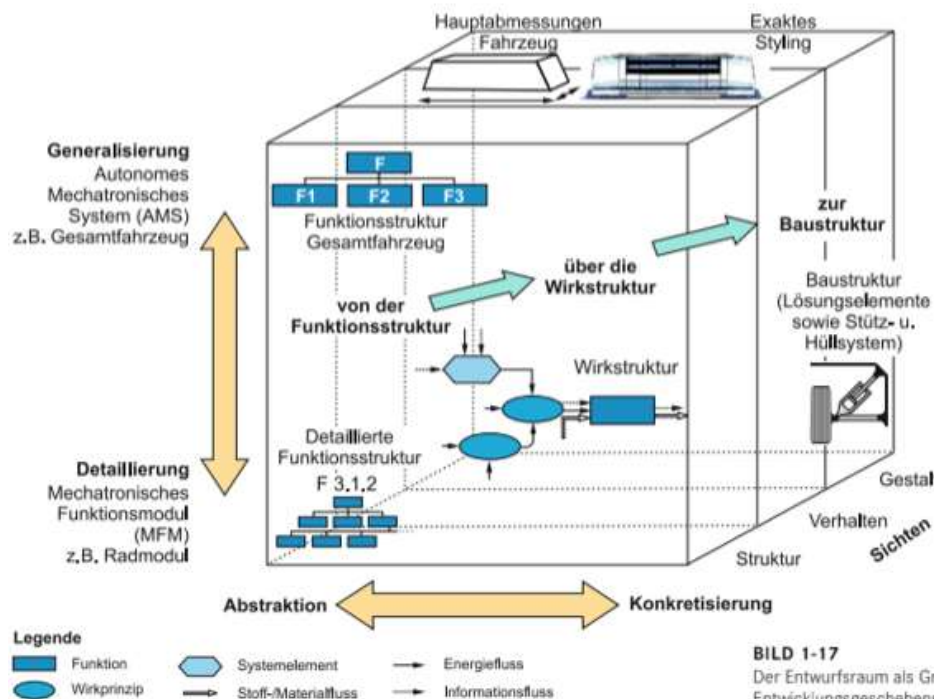
Phases of product development



Classic hardware engineering (Pahl / Beitz)

[GDP+19], [Kir20]

Space of design as basic structure



Funktionsstruktur: technische Realisierung der Gesamtfunktion ist nicht sofort ersichtlich und wird daher in Teilfunktionen gegliedert. Diese werden über Energie-, Stoff- und Informationsfluss zur Funktionsstruktur verknüpft. Aufgliederung bis Wirkprinzip gefunden wird.

Wirkstruktur: zeigt das Zusammenwirken der einzelnen Wirkprinzipien zur Erfüllung der Gesamtfunktion.

Baustruktur: repräsentiert die Beziehung der Bauteile und Baugruppen eines Erzeugnisses.

BILD 1-17
Der Entwurfsraum als Grundstruktur des Entwicklungsgeschehens

[GP14]

Hierarchy of functions & solution elements during phase „Conceptional design“

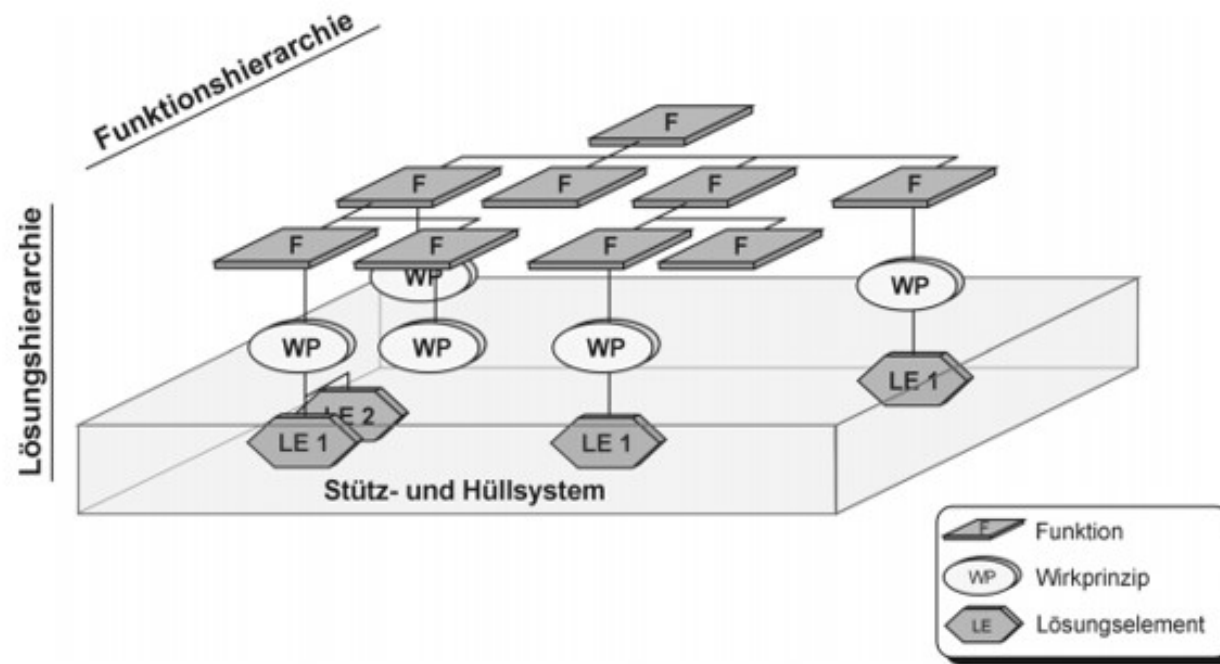
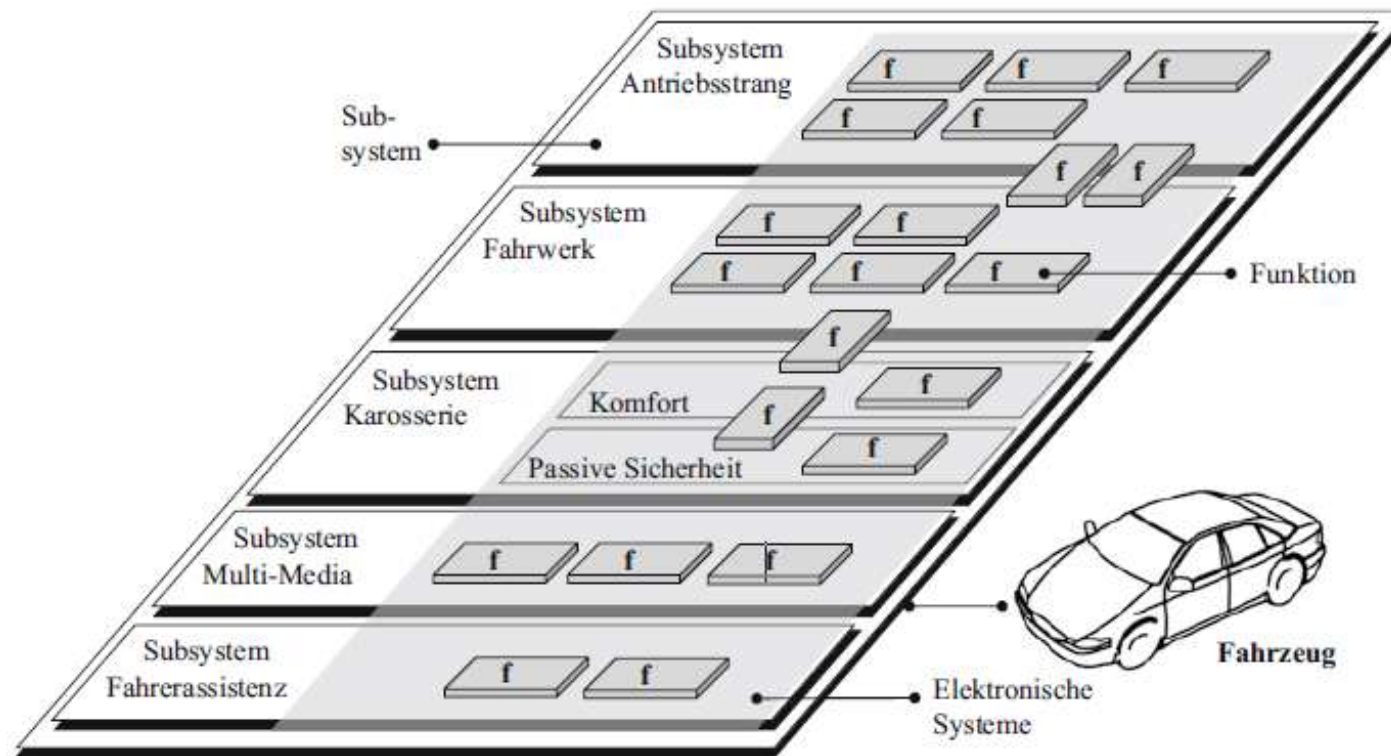


Bild 2-10: Funktions- und Lösungshierarchie in der Konstruktionsphase „Konzipieren“

[GEK01]

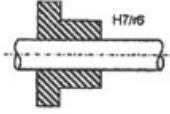
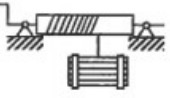
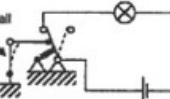
Das V-Modell – Anforderungen & Spezifikation der logischen Architektur



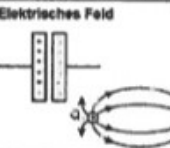
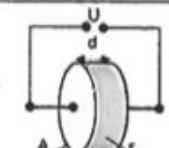
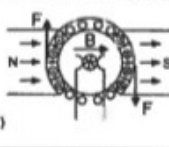
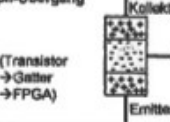
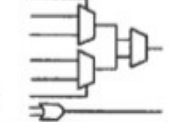
[SCH16]

Working principles in mechanical & electrical engineering

Wirkprinzipien der Mechanik

Teilfunktionen	Physikal. Effekte (lösungsneutral)	Wirkprinzipien für eine Teilfunktion (Phys. Effekte sowie geometrische und stoffliche Merkmale)	Lösungselemente (Basieren auf Wirkprinzipien, aber die Merkmale sind mit konkreten Werten belegt)
T_i Drehmoment übertragen T_i	Reibungseffekt $F_R = \mu \cdot F_N$		Werkstoff: St 37-2 
F_3 Handkraft vergrößern F_3	Hebeleffekt $F_2 \cdot a = F_3 \cdot b$		Seillänge: 10 m max. Zugbelastung: 360 kg kleinstes Hakenmaß: 50mm 
J Signal geben wenn $\vartheta \geq \vartheta_s$ J	Ausdehnungseffekt $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \vartheta$		Überstrom-bimetallrelais mit Nennstrom 300 A 

Wirkprinzipien der Elektrotechnik

Teilfunktionen	Physikal. Effekte (lösungsneutral)	Wirkprinzipien für eine Teilfunktion (Phys. Effekte sowie geometrische und stoffliche Merkmale)	Lösungselemente (Basieren auf Wirkprinzipien, aber die Merkmale sind mit konkreten Werten belegt)
W_e Energie speichern W_e	Elektrisches Feld 	$W_{\text{Kond}} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ $C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$ 	Eina-Kondensator ROA 851626 $C=100\mu F$ $U=25V$ 
W_e Energie wandeln W_e	Lorentzkraft 	$\vec{F} = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$ 	Elektromotor C40 7000U/min. 
S_1, S_2 Signal schalten S_{out}	pn-Übergang (Transistor → Gatter → FPGA) 	ACT Logikmodul 	XILINX XCS10XL (FPGA) 10K Gates PLCC Package 16S 

[GEK01]

Working principle - examples

- Channel and Support Structures (CSS), which denote permanently or occasionally interacting physical structures of solid bodies, liquids, gases or fields,
- Working Surface Pairs (WSP), which represent interfaces between these physical structures, and
- Connector (C)1 modelling elements, which represent the “Wirkung” and the state properties of the environment that is relevant for the function of a system.

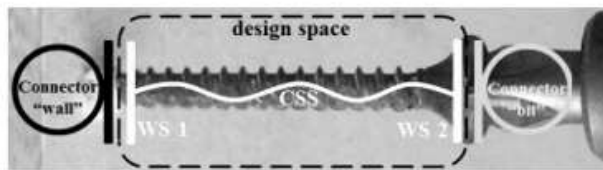


Figure 1: Contact and Channel Model, including the Wirk-Net and the corresponding detailed physical structure of a screw

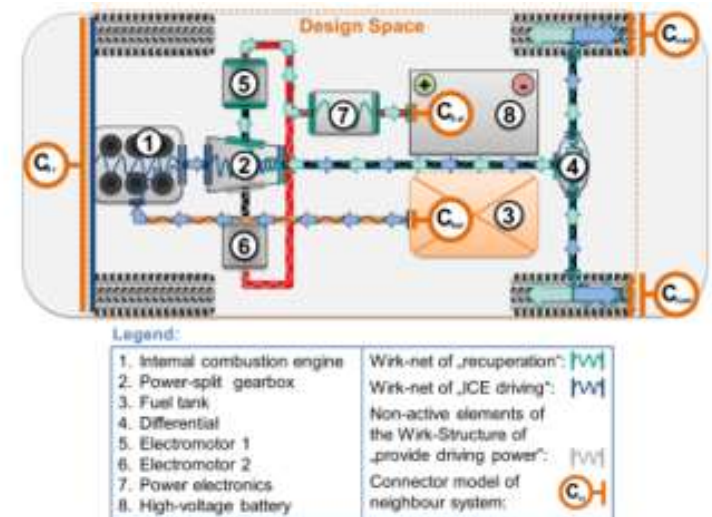
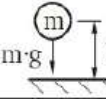
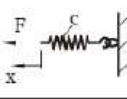
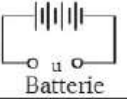
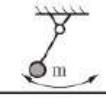
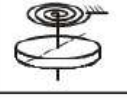
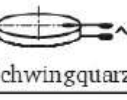
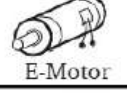
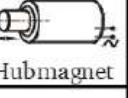


Figure 2: Wirk-Structure and corresponding conceptual physical structure of the function “drive vehicle” of a hybrid powertrain

[AS14]

Bringing it together: „Morphological Box“

Tabelle 5.11 Morphologischer Kasten für Wirkprinzipien von Uhren

		Teillösungen			
		1	2	3	4
Teilfunktionen	Energie bereitstellen	 $m \cdot g$		 Batterie	 Solarzellen
	Takt geben			 Schwingquarz	
	Signal wandeln umformen		 Zähler	 E-Motor	 Hubmagnet
	Zeit anzeigen				

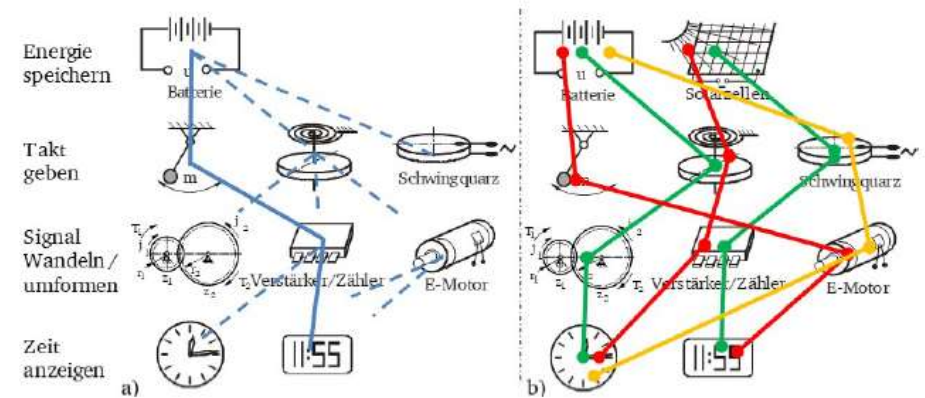
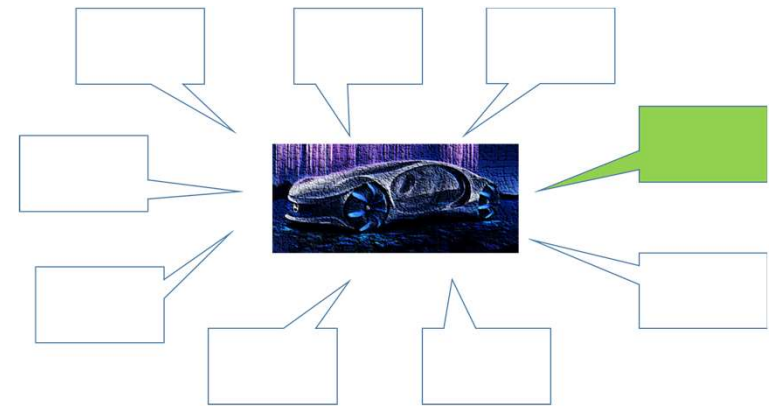


Abb. 5.48 Variantenbaum und Lösungsvarianten für das Beispiel aus Tabelle 5.11: a) Variantenbaum der Lösungen mit einer Batterie als Energiespeicher, b) ausgewählte mögliche (grün), unrealistische (rot) und kritische Kombinationen (orange)

[Kir20]

Teamwork

- Please review your draft of product concepts considering the feedback of the exemplary concept
- Which variants of your would be promising (considering markets / customers)?
- Regarding your concept, please outline one example for an module (e.g. powertrain, chassis, body) for:
 - Engineering from scratch (new)
 - Engineering adaptive (e.g. using componentes you can find already in competetive products)
 - Engineering variants (small change)
- Please draft the engineering process focusing hardware & software devleopment of the most critical modules (including where do you have high uncertainty needing support e.g. from suppliers)
- What timeline is realistic from your point of view until Start of Production (SOP)





www.hs-kempten.de/adrive