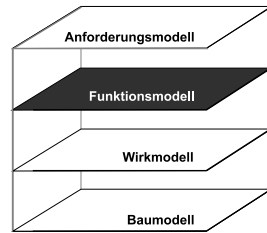


3 Funktionsmodelle



Bei der Funktionsmodellierung werden die Funktionen eines Produkts oder Systems in einem oder mehreren Modellen dargestellt. Dabei stehen die Analyse des Systems sowie die lösungsneutrale Erfassung und Beschreibung des Systemzwecks im Vordergrund – konkrete Realisierungs- und Umsetzungsmöglichkeiten werden nicht betrachtet. Ergebnis der Funktionsmodellierung ist das funktionale Konzept des Produkts in Form eines oder mehrerer Funktionsmodelle. Dieses Funktionskonzept definiert das Produkt in seinen wesentlichen funktionalen Eigenschaften und bildet die Grundlage für die weiteren Entwicklungsschritte auf Wirk- und Baumodellebene.

Um ein Funktionsmodell zu erstellen, wird zuerst die Gesamt- oder Hauptfunktion des Systems in abstrakter Form beschrieben und anschließend die zugehörigen Teilfunktionen ermittelt. In Funktionsmodellen werden die Haupt- und Teilfunktionen abgebildet und so der Funktionsumfang und die Funktionsweise eines Systems dokumentiert. Abhängig von der Sicht auf das System können unterschiedliche Arten und Darstellungsformen der Funktionsmodellierung zielführend sein. Zwei im Maschinenbau häufig eingesetzte Modellierungsarten sind das Umsatzorientierte und das Relationsorientierte Funktionsmodell. Das Umsatzorientierte Funktionsmodell fokussiert die Analyse der Stoff-, Energie- und Signalumsätze im System, das Relationsorientierte Funktionsmodell dient der Identifikation von Schwachstellen und Zielkonflikten und der Unterstützung der Lösungssuche.

Die Betrachtung eines Systems auf funktionaler Ebene ist essenziell für die weiteren Schritte der Produktkonkretisierung. So wird durch den hohen Abstraktionsgrad ein weites Lösungsfeld für technische Aufgabenstellungen eröffnet, da eine zu frühe Festlegung von Lösungen und Lösungsprinzipien (Vorfixierung) vermieden wird. Die systematische Lösungssuche durch die Variation eines Funktionsmodells ermöglicht weiterhin strukturell unterschiedliche Produktalternativen und bietet damit ebenfalls die Ausgangsbasis für innovative Lösungen. Bei der Suche nach Lösungsalternativen für Teilfunktionen können Lösungssammlungen in Form von Konstruktionskatalogen genutzt werden, die bewährte Lösungskonzepte für einzelne Teilfunktionen enthalten. Ferner werden Funktionsmodelle dazu eingesetzt, die grundlegende Systemarchitektur festzulegen. Dies geschieht über die Zusammenstellung der Teilfunktionen zu Funktionseinheiten sowie durch die Zuordnung von Teilfunktionen zu Funktionsträgern und Systemelementen.

3.1 Funktionale Betrachtung der Energie- und Informationsflüsse im Kraftfahrzeug

Der weltweit beobachtete Klimawandel führt zu vielfältigen Herausforderungen und Fragestellungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Bei der Gestaltung technischer Systeme steht dabei der Energie- und Ressourcenverbrauch im Mittelpunkt. Für moderne Kraftfahrzeuge bedeutet dies, dass eine weitere Reduktion des Kraftstoffverbrauchs sowie der CO₂-Emissionen erreicht werden muss. Da bei Kraftfahrzeugen hohe Kraftstoffanteile neben der reinen Bewegung auch für Nebenverbraucher verwendet werden, reicht eine Optimierung des Verbrennungsmotors oder des Antriebsstrangs alleine nicht aus.

Im einem Forschungs- und Entwicklungsprojekt sollten Potenziale der Verbrauchsoptimierung von Pkws unter besonderer Berücksichtigung der Nebenverbraucher identifiziert und bewertet werden [Lindemann et al. 2007]. Um die energetischen Zusammenhänge im gesamten Fahrzeug und den tatsächlichen Energieverbrauch zu ermitteln, mussten zuerst alle relevanten Verbraucher und ihre Zusammenhänge identifiziert werden. Dazu wurde die funktionale Betrachtung des Systems in Form eines **Funktionsmodells** genutzt. Dazu mussten die verschiedenen Energie- und Informationsflüsse im Kraftfahrzeug (elektrisch, mechanisch, thermisch, chemisch, informationstechnisch) unterschieden werden.

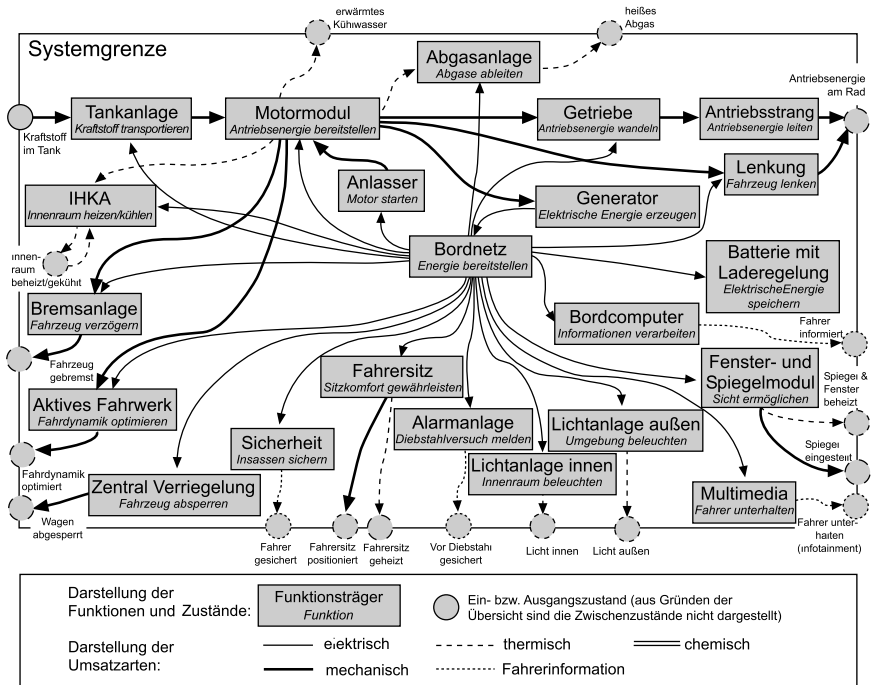


Abb. 3-1. Funktionale Betrachtung der Energieflüsse im Kraftfahrzeug; aus Gründen der Übersichtlichkeit sind Zwischenzustände nicht dargestellt [nach Lindemann et al. 2007]

Die Funktionen selbst wurden mit einer Kombination aus Substantiv und Verb sowie mit dem entsprechenden Verbraucher – entsprechend dem **Funktionsträger** im Kraftfahrzeug – beschrieben. Die unterschiedlichen Stoff- und Energieflüsse im System wurden in Anklang an die **Umsatzorientierte Funktionsmodellierung** dargestellt. In Ergänzung zur Nomenklatur Umsatzorientierter Funktionsmodelle war zusätzlich die Modellierung weiterer Umsatzarten sinnvoll, um eine möglichst differenzierte Betrachtung des Systems zu gewährleisten. So ermöglichte die Einführung der Umsatzarten Fahrerinformation und chemischer Umsatz eine ausgeweitete Analyse. Auf eine Betrachtung der Zwischenzustände zwischen den einzelnen Funktionen im System wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, es wurden ausschließlich die Ein- und Ausgangszustände an der **Systemgrenze** modelliert.

Auf Grundlage der Funktionsmodellierung konnten die im Unternehmen vorhandenen Verbrauchskennwerte gesammelt und erforderliche Versuchsfahrten gezielt geplant, durchgeführt und ausgewertet werden. Die detaillierte Analyse der funktionalen Zusammenhänge sowie die Unterscheidung der unterschiedlichen Energieformen ermöglichte eine Aufteilung der Verbrauchsanteile für die mechanische, elektrische und thermische Energiebereitstellung im Kraftfahrzeug und die Zuordnung der Verbrauchsanteile zu einzelnen Funktionen im PKW.

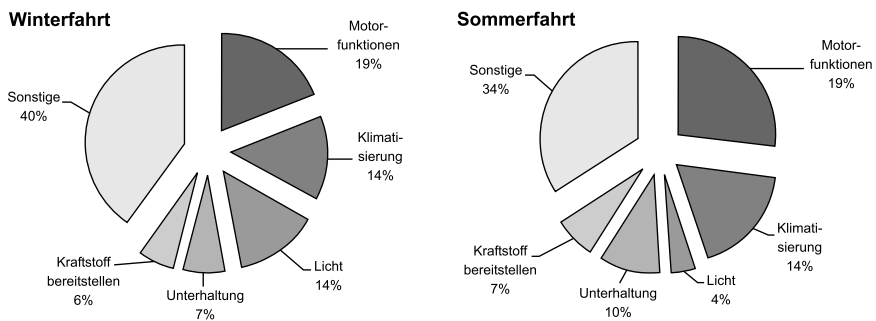


Abb. 3-2. Funktionsorientierte Verbrauchsauswertung der elektrischen Verbraucher in Kraftfahrzeugen für Winter- und Sommerfahrten im Stadtverkehr [Lindemann et al. 2007]

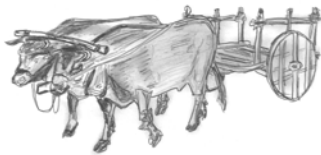
Der Einsatz des Funktionsmodells diente neben der technischen Analyse auch der Projektorganisation, da das System in handhabbare Module zergliedert wurde, die von Mitarbeitern verschiedener Fachdisziplinen (Konstruktion, Entwicklung, Simulation, Berechnung) und Domänen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Softwaretechnik) bearbeitet werden konnten. Ferner konnte der gesamte Entwicklungsprozess, unabhängig von speziellen Lösungsansätzen und Realisierungen (lösungsneutrale Darstellung), gesteuert werden. Insgesamt stellte das Funktionsmodell während des gesamten Projekts – von der Analyse des Systems bis hin zur Planung der Messfahrten – das zentrale Modell dar, an Hand dessen sowohl technische Fragestellungen besprochen als auch das Projekt in seinem Ablauf organisiert und gesteuert werden konnte.

3.2 Methoden zur Funktionsmodellierung

Die **Funktionsmodellierung** stellt die erste Konkretisierungsstufe eines Produkts oder Systems nach Festlegung der Anforderungen dar. Grundlage und Ausgangspunkt für verschiedene Methoden zur Funktionsmodellierung ist die Definition einer technischen **Funktion** [Ehrlenspiel 2007, Pahl et al. 2005].

Eine **Funktion** ist eine am **Zweck** orientierte, lösungsneutrale, als Operation beschriebene Beziehung zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen eines **Systems**. Funktionen werden durch Kombination eines Substantivs mit einem Verb beschrieben.

Eine Funktion kann dabei über unterschiedliche **Wirkprinzipien** und technische Konzepte realisiert werden und stellt eine lösungsneutrale Beschreibung eines **technischen Systems** dar. Möchte man beispielsweise den Zweck eines Luftschiffs beschreiben, kann dies über die abstrakte Funktion Güter transportieren geschehen. Die Festlegung und Bezeichnung der Funktion Güter transportieren sagt dabei nicht aus, auf welchem Weg und nach welchem technischen Prinzip der Transport durchgeführt werden soll. So könnte die Funktion – neben der Realisierung über ein Luftschiff – auch über einen Ochsenwagen oder einen Lastkraftwagen umgesetzt werden.



Funktion: Güter transportieren

Abb. 3-3. Verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung der Funktion „Güter transportieren“

Die Beschreibung und Abbildung der Funktionen eines Systems in einem Modell wird **Funktionsmodell** genannt. Funktionsmodelle werden häufig dazu eingesetzt, bestehende technische Systeme zu analysieren und in ihrer Funktionsweise zu durchdringen. Dabei kommt neben der Beschreibung und Ermittlung der einzelnen Funktionen der Vernetzung der Funktionen eine hohe Bedeutung zu. Vor allem bei komplexen Systemen stellt die Funktionsmodellierung ein geeignetes Werkzeug dar, um schrittweise das System in seine **Teilfunktionen** zu zergliedern und diese in ihrem Zusammenhang zu erfassen und abzubilden. Dadurch kann eine technische Aufgabenstellung frühzeitig analysiert und Arbeitsschwerpunkte können identifiziert und geklärt werden. Aber auch bei der Analyse von Systemen hinsichtlich **Zielkonflikten** und Verbesserungspotenzialen sowie **technischer Widersprüche** kann die Funktionsmodellierung unterstützend wirken.

Vor der Erstellung eines Funktionsmodells ist es entscheidend, bestehende funktionale **Anforderungen** an das Produkt zu sammeln und bei der Funktionsmodellierung einzubeziehen. Die funktionalen Anforderungen können sich beispielsweise aus einem Lastenheft, aus einem Pflichtenheft oder aus einer allgemeinen **Anforderungsliste** ergeben. In einem oder mehreren Funktionsmodellen wird anschließend der funktionale Aufbau des Systems analysiert und das **Funktionskonzept** dokumentiert. Aufbauend auf den Funktionsmodellen werden Wirkprinzipien zur Realisierung der Teilfunktionen gesucht und ausgewählt. Diese Wirkprinzipien bilden zusammen mit der Wirkgeometrie das Wirkmodell, das die entsprechende Funktion realisiert.

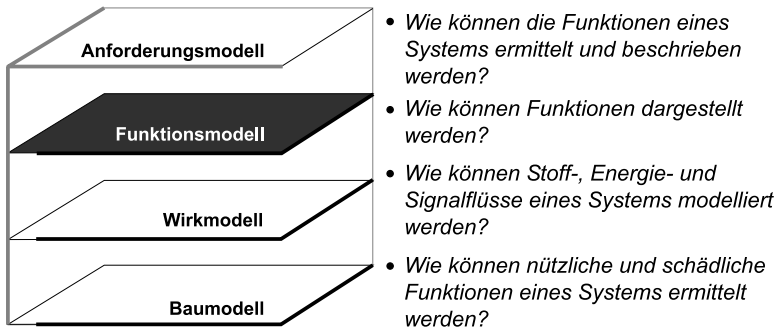


Abb. 3-4. Einordnung der Funktionsmodellierung in die Produktkonkretisierung und Übersicht über die Fragestellungen im Zusammenhang mit der Funktionsmodellierung

Die Funktionsmodellierung sollte besonders sorgfältig durchgeführt werden, da Defizite bei der Funktionsmodellierung durch Maßnahmen in nachfolgenden Entwicklungsschritten (Wirk- und Baulösungen) kaum oder nur mit sehr hohem Aufwand ausgeglichen werden können. Dies gilt umso mehr bei Entwicklungen mit hohem Innovationsanspruch, da die Festlegungen im Funktionsmodell entscheidenden Einfluss auf die **Systemarchitektur** und auf die Auswahl und Gestaltung des Wirk- und Baumodells haben. Da Funktionsmodelle oftmals den Ausgangspunkt für die Entwicklung von umfassenden Produkt- und Lösungsfamilien darstellen, ist ihr Einfluss nicht nur auf ein einzelnes Produkt oder System begrenzt.

Die Funktionsmodellierung dient neben der Systemanalyse auch der Lösungssuche. Die abstrakte Darstellung eines Systems auf Funktionsebene hat besondere Bedeutung bei der Suche nach Produktinnovationen, da eingefahrene Denkmuster durch den hohen Abstraktionsgrad aufgebrochen werden. Die Entwicklung von innovativen Lösungen kann zusätzlich durch die interdisziplinäre Lösungssuche gefördert werden. Hierfür stellen Funktionsmodelle als abstrakte Systembeschreibungen eine geeignete Ausgangsbasis dar, um ähnliche Funktionen in Systemen anderer Wissensgebiete wie beispielsweise der Biologie zu suchen und zu finden (**Bionik**). Weiterhin fördert die Erstellung eines Funktionsmodells im Team das gemeinsame Verständnis des Systems. Besonders bei Entwicklungen in interdisziplinären Teams stellt die abstrakte Beschreibung eine Arbeitsgrundlage bereit, die die Kommunikation und Abstimmung erleichtert.

3.2.1 Wie können die *Funktionen eines Systems ermittelt und beschrieben werden?*

Als ersten Schritt bei der Funktionsmodellierung sind die Funktionen eines Systems zu ermitteln und zu beschreiben. Ausgangspunkt dafür sind das **Anforderungsmodell** und die darin enthaltenen funktionalen Anforderungen an das technische System.

Zur Ermittlung der Funktionen eines technischen Systems sind folgende **Grundprinzipien** des Denkens und Handelns [Lindemann 2007] von besonderer Bedeutung:

Abstraktion:

Denken in Funktionen heißt Abstrahieren und Arbeiten auf abstraktem Niveau. Hierbei werden nur die wesentlichen Aspekte eines Systems betrachtet (**Black Box Betrachtung**). Das für die jeweilige Zielsetzung Unwesentliche wird weggelassen. Eine Abstraktion muss immer zielgerichtet erfolgen. Im Beispiel eines Luftschiffes zum Transport von schweren Gütern bedeutet die abstrakte Betrachtung, dass das Luftschiff die Funktion Güter transportieren oder – auf einem noch höheren Abstraktionsgrad – die Funktion Stoffe bewegen/leiten realisiert.

Zergliederung:

Gesamtfunktionen lassen sich in **Teilfunktionen** gliedern, die durch ihr Zusammenwirken zur Erfüllung der Gesamtfunktion beitragen. Die Betrachtung einzelner Teilfunktionen bietet die Möglichkeit, nur Teilausschnitte des Systems zu analysieren und dadurch die Komplexität der Bearbeitung zu reduzieren.

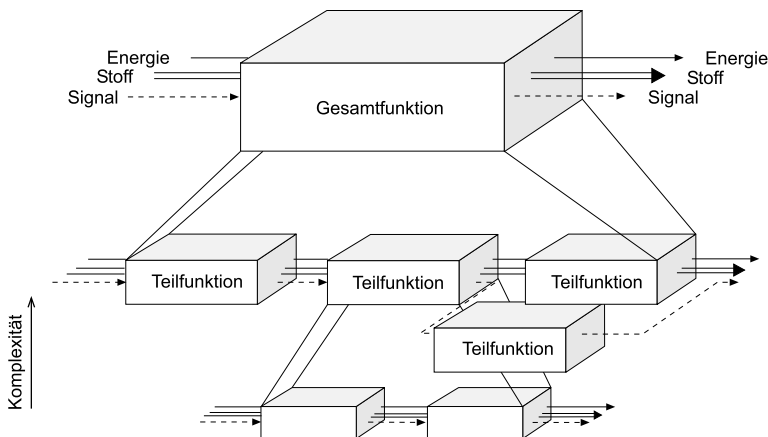





Abb. 3-5. Zergliederung von Funktionen [nach Pahl et al. 2005]

Projektion (Sicht auf das System):

Je nach Anwendungsfall und Entwicklungssituation können unterschiedliche Sichten auf das System im Fokus einer Funktionsmodellierung stehen. Folglich können für ein und dasselbe Produkt ganz unterschiedliche Funktionen und Funktionsmodelle ermittelt werden. Zu den bedeutendsten Sichten bei der Entwicklung technischer Produkte zählen:

- **Betonung des Umsatzproduktes:** Hier steht die Betrachtung von Umsatzprodukten im Vordergrund, wie es beispielsweise beim **Umsatzorientierten Funktionsmodell**  der Fall ist. Dabei werden folgende Umsatzarten unterschieden:
 - Energieumsatz: mechanische, thermische, elektrische, chemische Energie
 - Stoffumsatz (auch Materialumsatz): Gas, Flüssigkeit, feste Körper
 - Signalumsatz: Messgröße, Steuerimpuls, Daten, Information
- **Betonung der Relationen:** Stehen die Beziehungen und Relationen von Funktionen untereinander im Mittelpunkt, so bietet sich die **Relationsorientierte Funktionsmodellierung**  als Modellierungsmethode an. Hier werden Funktionen danach unterschieden, ob sie den **Systemzweck** oder eine andere Funktion im System positiv oder negativ beeinflussen, und werden dementsprechend als nützliche und schädliche Funktionen abgebildet.
- **Betonung des Nutzers:** Die Interaktionen des Nutzers mit dem System haben hier die höchste Bedeutung. So lassen sich Funktionen beispielsweise in Gebrauchsfunktionen oder Geltungsfunktionen einteilen. Die Zusammenstellung und Modellierung der Funktionen eines Systems aus Nutzersicht kann in einem **Nutzerorientierten Funktionsmodell**  erfolgen [Lindemann 2007]. Bei dieser Modellierungsmethode werden ein oder mehrere Nutzer und deren Anwendungsfälle in Interaktion mit dem System skizziert. Alternativ zur Nutzerorientierten Funktionsmodellierung eignet sich die Abbildung der Funktionen aus Anwendersicht anhand von **Use-Case-Modellen** oder -Diagrammen. Use-Case-Diagramme werden häufig in der Softwaretechnik eingesetzt und sind eine Modellierungsart der **UML** (Unified Modeling Language) [Rumbaugh et al. 1993, Bruegge et al. 2000].

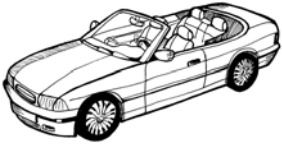
Sicht auf das System		Technische Funktion	Beispielsystem PKW
Umsatzart	Stoff	Fahrzeug bewegen	 Hauptfunktion: Mobilität ermöglichen
	Energie	Energie wandeln	
Relation zur Hauptfunktion	Nützlich	Selbst zur Arbeit fahren	
	Schädlich	Menschen gefährden	
Nutzer	Gebrauchsfunktion	Einkaufstasche transportieren	
	Geltungsfunktion	Fahrgefühl genießen	

Abb. 3-6. Unterschiedliche Sichtweisen auf die Funktionen eines Systems

Konzentration:

Da das System oder Produkt nicht in seiner Gesamtheit erfasst und modelliert werden kann, sind nur die wichtigen Teilaspekte zu betrachten. Dies führt zu einer Konzentration auf die wichtigsten Problemstellungen. **Hauptfunktionen** tragen dabei unmittelbar zur Gesamtfunktion des Systems bei, **Nebenfunktionen** tragen nicht zur Hauptfunktion bei, erfüllen aber weitere Funktionen im System. Eine konzentrierte Betrachtung der Hauptfunktionen ist zunächst sinnvoll, die weitere Vervollständigung und Detaillierung erfolgt dann schrittweise.

Auswahl einer geeigneten Beschreibungsform:

Ein weiterer Aspekt, der aber nicht unter die Grundprinzipien des Denkens und Handelns fällt, ist die Auswahl einer geeigneten Beschreibungsform für Funktionen. Die Beschreibung von Funktionen kann entweder verbal, grafisch oder aus einer Kombination aus verbaler und grafischer Beschreibung erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass sich in verschiedenen Disziplinen, Branchen und Unternehmen unterschiedliche Symbole für die Beschreibung der Funktionen etabliert haben. So sind zur Beschreibung der Funktion eines Wasserhahns mehrere unterschiedliche Formen möglich.

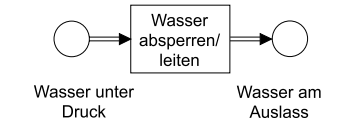
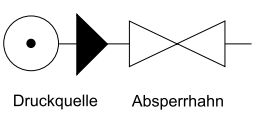
Verbale Beschreibung	Verbale und grafische Beschreibung (entsprechend der Umsatzorientierten Funktionsmodellierung)	Grafische Beschreibung [nach DIN ISO 1219-1]
Das unter Druck stehende Fluid (Wasser) über eine technische Vorrichtung absperren oder leiten.	 <p>Wasser unter Druck Wasser am Auslass</p>	 <p>Druckquelle Absperrhahn</p>

Abb. 3-7. Unterschiedliche Beschreibungsformen für eine Funktion am Beispiel eines Wasserhahns

3.2.2 Wie können Funktionen dargestellt werden?

Nach Ermittlung und Beschreibung der Funktionen können diese in verschiedener Form dargestellt und als **Funktionsmodell** dokumentiert werden. Die einfachste Form eines Funktionsmodells ist die Aufzählung der Funktionen in einer einfachen Liste (Funktionsliste). Ebenso ist aber auch die Erfassung der Funktionen in einem hierarchischen Funktionsbaum oder in einem Funktionsnetz möglich. Betrachtet man beispielsweise ein System aus Sicht der bearbeiteten Umsatzprodukte, können die Funktionen zuerst in einer Liste aufgezählt und anschließend in einem **Umsatzorientierten Funktionsmodell** in einer netzartigen Struktur abgebildet werden. Die Auswahl einer geeigneten Darstellungsform hängt stark vom

Anwendungsfall und der Entwicklungsaufgabe ab. Meist ist ein einzelnes Modell oder eine einzelne Darstellungsform nicht ausreichend. Durch die Erarbeitung unterschiedlicher Funktionsmodelle können mehrere Aspekte des Systems – auch aus unterschiedlichen Blickrichtungen – betrachtet werden.

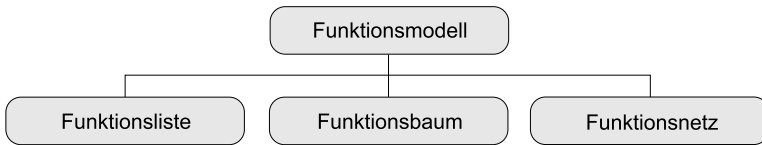


Abb. 3-8. Darstellungsformen von Funktionsmodellen

Für verschiedene Sichten und Projektionen auf ein System eignen sich die verschiedenen Darstellungsformen unterschiedlich gut. Stehen die Relationen der Funktionen untereinander im Vordergrund, ist eine Funktionsliste wenig geeignet, da die Darstellung der Verknüpfungen der Relationen nur in einem Netz entsprechend dokumentierbar ist. Ebenso ist die Abbildung bei der **Nutzerorientierten Funktionsmodellierung** vorrangig auf eine Vernetzung der Funktionen ausgelegt. Zur Dokumentation eines Umsatzorientierten Funktionsmodells eignen sich sowohl Listen zur Erfassung der Funktionen als auch eine hierarchische Ordnung der Funktionen oder die Abbildung der gesamten Umsatzflüsse des Systems in einem Funktionsnetz.

	Umsatzorientierte Funktionsmodellierung	Relationsorientierte Funktionsmodellierung	Nutzerorientierte Funktionsmodellierung
Liste	x	○	○
hierarchische Struktur	x	○	○
netzwerkartige Struktur	x	x	x

x gut geeignet
○ bedingt geeignet
— nicht geeignet

Abb. 3-9. Auswahl möglicher Darstellungsformen von Funktionsmodellen

Funktionsliste:

Wenn die Teilfunktionen relativ unabhängig voneinander zu betrachten sind, bietet sich die Darstellung in Form einer Funktionsliste an. Eingesetzt werden Funktionslisten oftmals, um die zu betrachtenden Funktionen komplexer Systeme (beispielsweise die Funktionen eines Pkws) zu sammeln, bevor sie anschließend in einer vernetzten Darstellung abgebildet werden können.

Funktionsbaum:

Funktionsmodelle können hierarchisch als Funktionsbaum (auch Baumdiagramm genannt) aufgebaut werden. Den Ausgangspunkt bildet die **Gesamtfunktion** des Systems. Dieser Hauptfunktion sind die **Teilfunktionen**, welche zum Generieren der Hauptfunktion erforderlich sind, untergeordnet. Den Teilfunktionen sind weitere Teilfunktionen untergeordnet. Funktionsbäume bieten einen schnellen Überblick über zusammengehörige Funktionen, die auch Funktionseinheiten oder Funktionsmodule genannt werden. Darüber hinaus wird die hierarchische Abhängigkeit der Funktionen deutlich.

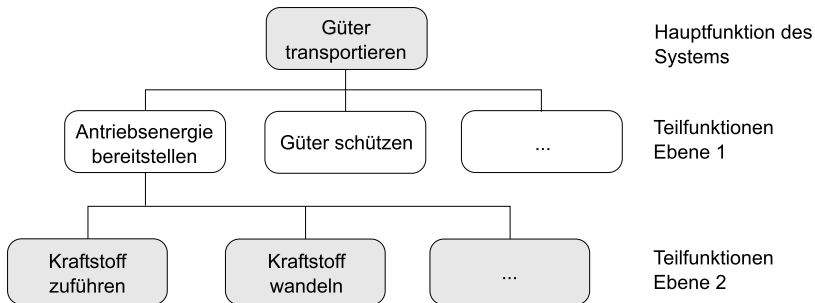


Abb. 3-10. Funktionsbaum am Beispiel der allgemeinen Funktion „Güter transportieren“

Funktionsnetz:

Funktionen treten häufig in netzwerkartigen Beziehungen zueinander auf. Deshalb ist die Darstellung der Funktionen in Form eines Funktionsnetzes oftmals sehr hilfreich. Je nach Domäne und Anwendungsfall können dabei unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten genutzt werden. So werden in der Pneumatik und Hydraulik die Funktionsweise und der flussorientierte Zusammenhang zwischen den Funktionen und Zuständen im sogenannten Funktionsschaltplan abgebildet. Aussagen zur genauen Umsetzung und Realisierung der **Funktionsträger** auf Wirk- und Baumodellebene werden noch nicht getroffen. Zur Beschreibung der Funktionsweise eines Elektronischen Stabilitätsprogramms (kurz: ESP) ist die Darstellung der mechanisch-hydraulischen Funktionalität notwendig. Ebenso ist aus regelungstechnischer Sicht die Abbildung der logischen Sequenzen der Steuerung entscheidend. Für den Funktionsschaltplan ist eine Modellierung nach DIN ISO 1219-1 [DIN ISO 1219-1] geeignet. Die Abbildung der Regelungs- und Steuerungstechnik kann beispielsweise nach der Modellierungssprache der ereignisgesteuerten Prozesskette (kurz: EPK) erfolgen [Scheer 2001].

Als allgemeine Beschreibungsformen für komplexe Systeme unterschiedlicher Domänen und Anwendungsgebiete in Form von vernetzten Funktionsmodellen eignen sich das **Umsatzorientierte** und das **Relationsorientierte Funktionsmodell**. Während bei der Umsatzorientierten Funktionsmodellierung der Fokus auf

einer Betrachtung des Umsatzproduktes liegt, werden bei der Relationsorientierten Funktionsmodellierung die Beziehungen der Funktionen untereinander betont. Eine Auswahl bezüglich dieser beiden Modellierungsmethoden kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Für das Umsatzorientierte Funktionsmodell gilt als oberste Prämisse immer die lösungsneutrale Modellierung eines Systems, der Hauptfokus liegt auf der Analyse von Systemen. Das Relationsorientierte Funktionsmodell basiert hingegen auf der Analyse einer bereits existierenden Lösung hinsichtlich existierender **Zielkonflikte** und **technischer Widersprüche** und dient den späteren Handlungsschritten bei der Lösungssuche (Handlungsorientierung). In beiden Modellierungsarten sind die Abbildung von zeitlichen Abläufen sowie die Abbildung von logischen Abhängigkeiten nur bedingt möglich. Eine flussorientierte Sichtweise ermöglicht vor allem die Umsatzorientierte Funktionsmodellierung durch die Betrachtung der verschiedenen Umsatzprodukte. Zur Betrachtung von Gebrauchs- und Geltungsfunktionen eignet sich die Relationsorientierten Funktionsmodellierung durch die Unterscheidung nach nützlichen und schädlichen Funktionen.

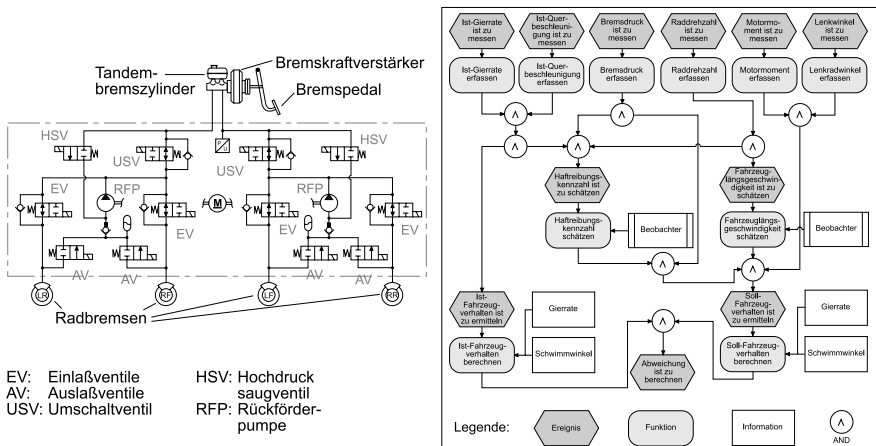


Abb. 3-11. Unterschiedliche Darstellungsformen von Funktionsnetzen am Beispiel eines elektronischen Stabilitätsprogramms (ESP) bei Kraftfahrzeugen.

3.2.3 Wie können Stoff-, Energie- und Signalflüsse eines Systems modelliert werden?

Die **Umsatzorientierte Funktionsmodellierung** [nach Ehrlenspiel 2007] dient der Beschreibung der Eigenschaftsänderungen von Umsatzprodukten. Sie ist gut geeignet, Systeme mit Stoff-, Energie- und Signalfüssen darzustellen. Diese Modellierungsmethode unterstützt schwerpunktmäßig die Analyse von Systemen bei komplexen Zusammenhängen. Grenzen der Eignung Umsatzorientierter Funktionsmodelle liegen in der Abbildung dynamischer Vorgänge, wie dies beispiels-

weise bei über der Zeit veränderlichen Systemen nötig ist. Ferner stellt die Umsatzorientierte Funktionsmodellierung nur begrenzte Verknüpfungsmöglichkeiten bereit, um logische Zusammenhänge (beispielsweise Entscheidungsabfragen in der Regelungstechnik) abbilden zu können. Die Erstellung eines Umsatzorientierten Funktionsmodells gliedert sich in folgende Schritte:

1. Ziel der Funktionsmodellierung formulieren: Zu welchem Zweck soll das System modelliert werden?
2. Geeigneten Abstraktionsgrad festlegen, abhängig vom Zweck der Abstraktion: Konzentration auf die wesentlichen Aspekte.
3. **Systemgrenze** festlegen, die das System vom Umfeld trennt.
4. Hauptsatz modellieren (Beschreiben der Zustände und Operationen im Hauptsatz).
5. Nebensätze modellieren (Beschreiben der Zustände und Operationen in den Nebensätzen).
6. Verknüpfen der Nebensätze mit dem Hauptsatz mittels Ergänzungs-, Bedingungs- und Prozesszuständen.

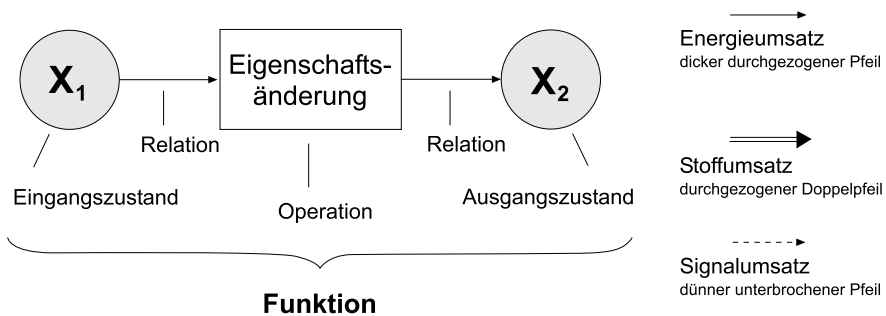


Abb. 3-12. Formaler Aufbau einer Funktion im Umsatzorientierten Funktionsmodell

Um ein Umsatzorientiertes Funktionsmodell zu erstellen, sind verschiedene Bausteine notwendig. Elementarer Baustein ist die Funktion, die über einen Eingangs- und einen Ausgangszustand und die zugehörige Operation (auch Eigenschaftsänderung genannt) beschrieben wird. Jede Funktion besitzt mindestens einen Eingangs- sowie einen Ausgangszustand und bewirkt eine Eigenschaftsänderung des Umsatzprodukts durch einen zugeordneten **Funktionsträger**. Dieser Funktionsträger wird in den späteren Konkretisierungsstufen durch ein Systemelement oder die Kombination aus mehreren Systemelementen realisiert. Relationen verknüpfen die Zustände mit den Operationen und können – je nach Umsatzprodukt – in die drei grundsätzlichen Umsatzarten Energieumsatz, Stoffumsatz und Signalumsatz eingeteilt werden. Im Funktionsmodell kommt dies durch eine entsprechende Kennzeichnung der Relationspfeile zum Ausdruck. Die Einzelfunktionen eines Systems werden bei einem Umsatzorientierten Funktionsmodell über Relationen zu einem Funktionsnetz (auch Funktionsstruktur genannt) verknüpft.

Um die Komplexität von Systemen zu beherrschen, werden bei der Umsatzorientierten Funktionsmodellierung die Umsätze in Haupt- und Nebenumsätze un-

terschieden. Dabei ist der Hauptsatz der direkt am Systemzweck beteiligte Umsatz. Als Nebensätze werden Umsätze abgebildet, die nur indirekt zum Systemzweck beitragen oder an Operationen des Hauptsatzes anknüpfen. Innerhalb eines Haupt- oder Nebensatzes herrscht nur eine Umsatzart vor; der Fluss des jeweiligen Umsatzprodukts darf nicht unterbrochen sein. Um unterschiedliche Nebensätze sinnvoll an den Hauptsatz anbinden zu können, sind mehrere Verknüpfungsmöglichkeiten definiert.

- **Ergänzungszustand:** Ein Hauptsatz führt zu einem Zustand in einem Nebensatz, der sich aufgrund von Gleichgewichtsbedingungen oder Erhaltungssätzen zwangsweise ergibt. Beispiel: Im Hauptsatz wird ein Drehmoment in einem Getriebe gewandelt, das entstehende Reaktionsmoment muss im Getriebegehäuse abgestützt werden (Nebensatz Reaktionsmoment abstützen).
- **Bedingungszustand:** Ein Zustand im Nebensatz ist notwendig für eine Operation im Hauptsatz. Liegt dieser Zustand nicht vor, kann die Operation im Hauptsatz nicht erfolgen. Beispiel: Der Anschluss zur Stromversorgung eines Elektromotors muss geschlossen sein, damit der Motor elektrische Energie in mechanische Energie wandeln kann.
- **Prozesszustand:** Ein Nebensatz knüpft an die Eigenschaftsänderung des Hauptsatzprodukts an. Beispiel: Im Hauptsatz wird ein Objekt transportiert, mittels eines Sensors wird die Position in einem Nebensatz ermittelt.

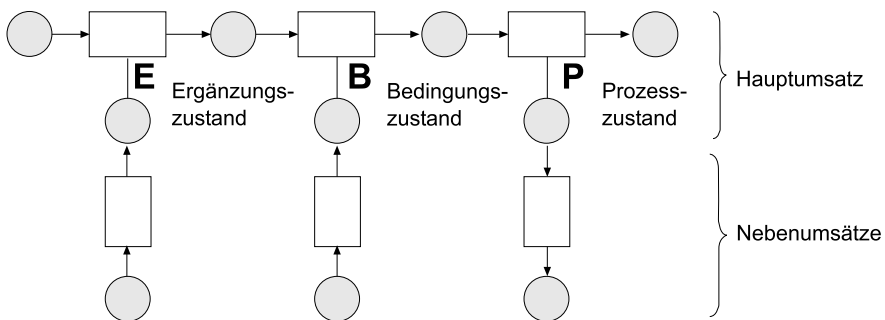


Abb. 3-13. Verknüpfung von Haupt- und Nebensätzen

Neben der Analyse von Systemen kann die Umsatzorientierte Funktionsmodellierung auch dazu verwendet werden, alternative Funktionsmodelle und Funktionskonzepte für ein Produkt oder System zu generieren. Dies kann systematisch an Hand der **Checkliste zur systematischen Variation des Funktionsmodells** durchgeföhrt werden. Auf diesem Weg kann ein weites Lösungsfeld erarbeitet werden. Die Systematische Variation des Funktionsmodells wird besonders in folgenden Fällen eingesetzt:

- wenn intuitiv geprägte Methoden zur Lösungssuche durch eine systematische Lösungssuche ergänzt werden sollen,
- wenn zur Absicherung der eigenen Lösungen gezielt ein Alternativenfeld erzeugt und untersucht werden soll,

- wenn auf andere Weise keine geeigneten Lösungen gefunden oder generiert werden können,
- wenn Entwicklungsaufgaben mit besonderem Innovationsanspruch vorliegen, (Basisinnovationen, Neu- und teilweise auch Anpassungskonstruktionen),
- und wenn bewusst neue Lösungen beispielsweise aus Wettbewerbs- oder Schutzrechtsgründen mit besonderer Innovationshöhe erarbeitet werden sollen.

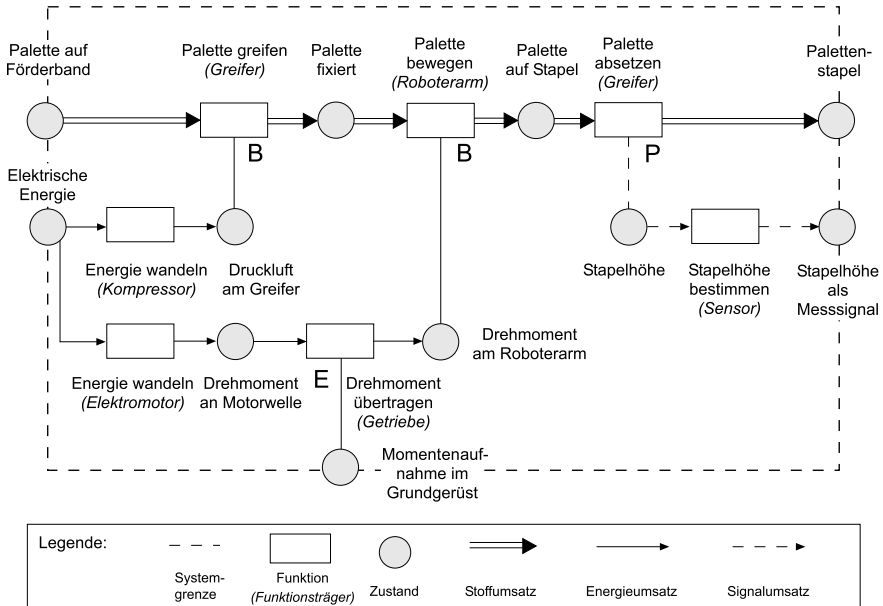



Abb. 3-14. Umsatzorientiertes Funktionsmodell am Beispiel eines Palettierroboters

Am Beispiel eines Montageroboters soll die grundsätzliche Struktur eines Umsatzorientierten Funktionsmodells erläutert werden. Dieser Roboter greift über einen pneumatisch betriebenen Greifer die Paletten, bewegt diese in Höhe und Lage zum Palettenstapel und setzt diese dort ab. Der Zustand „Drehmoment im Grundgerüst“ stellt einen Ergänzungszustand der Operation „Energie wandeln“ dar, da das Drehmoment der Bewegung des Roboterarmes im Gestell aufgenommen und abgestützt werden muss. Da die Operation „Palette greifen“ nur durchgeführt werden kann, wenn Druckluft am Greifer anliegt, stellt der Zustand „Druckluft am Greifer“ einen Bedingungszustand dar. Die Stapelhöhe der gestapelten Paletten wird direkt am Hauptumsatz als Prozessgröße abgegriffen und bestimmt. Diese Verknüpfung ist über einen Prozesszustand dargestellt.

3.2.4 Wie können nützliche und schädliche Funktionen eines Systems ermittelt werden?

Die **Relationsorientierte Funktionsmodellierung**  dient dazu, die betrachtete technische Problemstellung als Vorbereitung zur Lösungssuche zu analysieren. Ziel ist es, aus einem Funktionsmodell heraus technische Problemstellungen zu formulieren, die weiter bearbeitet werden können. Die Art der Problemformulierungen gibt dabei oft bereits einen Hinweis darauf, wie das jeweilige Problem gelöst werden kann. Im Fokus einer Relationsorientierten Funktionsmodellierung stehen nicht die vollständige Modellierung eines Systems, sondern die Identifikation der wesentlichen Systemzusammenhänge und die Konzentration auf die wichtigsten technische Problemstellungen.

Bei der Relationsorientierten Funktionsmodellierung werden zwei Arten von Funktionen nach Art ihrer Beziehung zu den weiteren Systemfunktionen unterschieden. Funktionen, die dem Systemzweck zuträglich sind, werden als nützliche Funktionen dargestellt, Funktionen, die den Systemzweck stören oder negativ beeinflussen, werden als schädliche Funktionen abgebildet. Das Funktionsmodell wird durch die sinnvolle Verknüpfung der technischen Funktionen gebildet. Zur Verknüpfung der Funktionen stehen drei Relationsarten zur Verfügung, die in insgesamt vier unterschiedlichen Relationsmustern verwendet werden [Herb 2000].

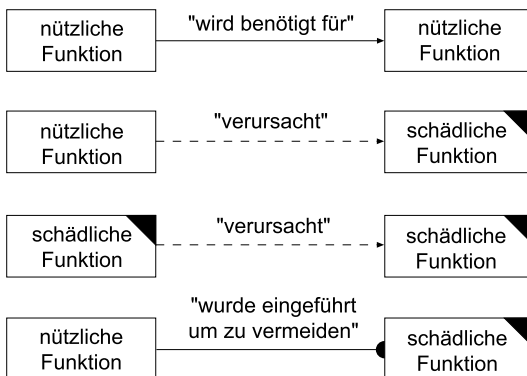


Abb. 3-15. Elemente und Symbole des Relationsorientierten Funktionsmodells

Der Aufbau des Funktionsmodells erfolgt durch systematisches Befragen des betrachteten technischen Systems [Terninko et al. 1997]. Die Fragestellungen bei Beginn der Modellierung sind:

1. Was ist die wesentliche nützliche Funktion des betrachteten Systems?
2. Was ist die wesentliche schädliche Funktion des betrachteten Systems?

Ausgehend von den beiden auf diesem Weg definierten Funktionen werden diese in einer zweiten Fragerunde wiederum systematisch befragt. Für jede Funktion wird geklärt, ob eine Relation zu einer weiteren Funktion besteht. Dazu wer-

den folgende vier Fragen an die nützliche Funktion gestellt und das Funktionsmodell um die neu hinzugekommenen Funktionen ergänzt.

1. Wird diese nützliche Funktion für die Erfüllung einer weiteren nützlichen Funktion benötigt?
2. Verursacht diese nützliche Funktion irgendwelche schädlichen Funktionen?
3. Wurde diese nützliche Funktion eingeführt, um schädliche Funktionen zu unterdrücken?
4. Setzt diese Funktion die Erfüllung weiterer nützlicher Funktionen voraus?

Im Anschluss werden die vier Fragen analog an die wesentliche schädliche Funktion gestellt und das Funktionsmodell wird so erweitert. Die nun neu hinzugekommenen Funktionen werden in anschließenden Fragerunden ebenso untersucht. Diese Fragerunden werden im Allgemeinen etwa dreimal durchgeführt. Auf diese Weise wird ein technisches System aus Sicht der Relationen der Funktionen zueinander analysiert und in einem Funktionsmodell dokumentiert.

Im Anschluss an die Modellierung des Funktionsmodells können **Problemformulierungen** abgeleitet werden, die die zentralen Problemstellungen des Funktionsmodells aufgreifen und für eine Lösungssuche anregen. Unter Problemformulierungen werden Sätze verstanden, die die Suche nach Lösungen für das betrachtete technische Problem initiieren. Dazu eignen sich die **Prinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche**, die **Lösungssuche mit physikalischen Effekten** oder allgemein Kreativitätstechniken [Lindemann 2007, Herb 2000].

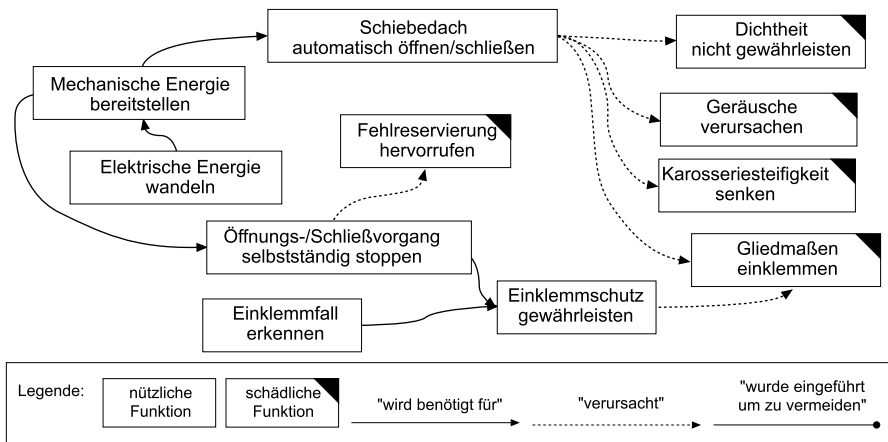


Abb. 3-16. Relationsorientiertes Funktionsmodell eines elektrischen Schiebedachs [nach Felgen 2007]

Am Beispiel eines Schiebedachs wird die Modellierung eines Systems aus Relationensicht verdeutlicht. Der Zweck und die wesentliche nützliche Funktion des Schiebedachs ist das automatische Öffnen und Schließen. Jedoch führt das Öffnen und Schließen des Schiebedachs zu weiteren schädlichen Funktionen. Dazu gehört

beispielsweise die Gliedmaßen einer Person einzuklemmen. Um dies zu vermeiden, können weitere nützliche Funktionen wie etwa ein Einklemmschutz eingeführt werden. Weitere nützliche und schädliche Funktionen können analog zur beschriebenen Vorgehensweise identifiziert und abgebildet werden, so dass sich ein Funktionsmodell ergibt, in dem die Funktionen in ihren Relationen zueinander dokumentiert sind.

3.3 Beispiele zur Funktionsmodellierung

An zwei Entwicklungsprojekten werden Vorgehen, Einsatz und Nutzen der Umsetzorientierten und der Relationsorientierten Funktionsmodellierung vertieft. Beiden Projekten gemeinsam waren technische Herausforderungen in Kombination mit dem Ziel, innovative kostengünstige Lösungen zu entwickeln.

3.3.1 Funktionsanalyse und Entwicklung eines kostengünstigen Reinigungskonzepts für einen Pflanzenölkocher

Die zunehmende Verknappung fossiler Brennstoffe macht die Entwicklung alternativer Konzepte zur Energiewandlung nicht nur für die hoch entwickelten Industrienationen, sondern auch für Schwellen- und Entwicklungsländer notwendig. Ein Beispiel eines Produkts, das auf den Einsatz nachwachsender Rohstoffe setzt, ist ein Pflanzenölkocher, der seit mehreren Jahren von einem der weltgrößten Hersteller für Hausgeräte speziell für Entwicklungsländer entwickelt wird [BSH 2006].



Abb. 3-17. Pflanzenölkocher für Entwicklungsländer mit Darstellung der Verdampferwendel (mit freundlicher Genehmigung der Bosch Siemens Hausgeräte GmbH)

Bei diesem Kocher wird flüssiges Pflanzenöl von einem Drucktank in den Verdampfer geleitet, wo es durch die Wärmezufuhr der Verdampferflamme in den gasförmigen Zustand übergeht. Dieser nun gasförmige Brennstoff vermischt sich mit Umgebungsluft, verbrennt und gibt so die benötigte Energie ab. Nachdem die prinzipielle Funktionsweise dieses Verfahrens in mehreren Forschungs- und Entwicklungsprojekten sichergestellt werden konnte, zeigten sich im praktischen Einsatz jedoch große Herausforderungen zur Reinigung der Verdampferwendel. Da bei der Umwandlung des Pflanzenöls in das Brenngas Nebenprodukte entstehen, die sich in der Wendel absetzen und diese zunehmend verengen, sollten in einem Entwicklungsprojekt Lösungen gefunden werden, die eine kostengünstige Reinigung der Wendel ermöglichen.

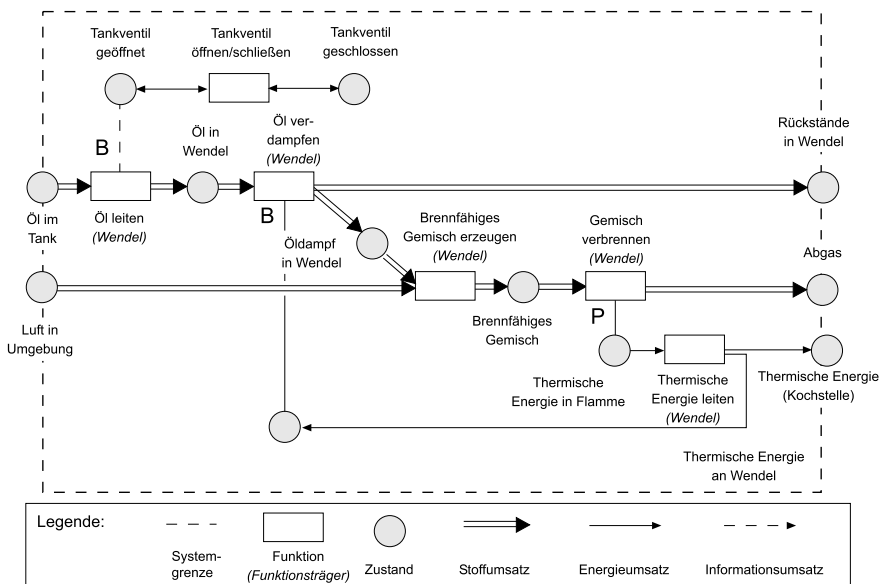


Abb. 3-18. Umsatzorientiertes Funktionsmodell eines Pflanzenölkochers

Die prinzipielle Funktionsweise des gesamten Kochers wurde in einem **Umsatzorientierten Funktionsmodell** abgebildet. Dieses **Funktionsmodell** stellte die Basis für die Lösungsfindung im weiteren Projekt dar. Da die Entwicklung eines Reinigungskonzeptes im Team stattfand, diente das Funktionsmodell dazu, ein gemeinsames Verständnis zur Funktionsweise des Kochers zu erlangen. Zur Suche von Lösungsalternativen wurde als erster Schritt in Erwägung gezogen, das Anlagern der Feststoffe im Rohr durch konstruktive Maßnahmen gänzlich zu vermeiden. Nach Rücksprache mit den Entwicklern des Funktionsprinzips des Kochers wurden hier jedoch die Freiheitsgrade eingeschränkt, da jegliche Änderung an Geometrie, Werkstoff oder Oberfläche des Wendelrohrs negative Einflüsse auf den eigentlichen Verbrennungsvorgang haben könnte. Aus diesem Grund entschied man sich, nach konstruktiven Lösungen zum Entfernen der Feststoffe zu suchen. In mehreren Kreativitätssitzungen konnten hier **Lösungsalternativen** ge-

neriert werden, von denen die Reinigung der Wendel über einen Schlauch mit aufgesetzten Schneidkörpern die Lösung war, die bezüglich der Kriterien Reinigungswirkung und Kosten als die günstige Lösung bewertet wurde.

Die Funktion Wendel reinigen wurde anschließend in einem Funktionsbaum in weitere Teilfunktionen untergliedert. Der Dreck wird durch die Bewegung von Schneidkörpern gelöst. Um die Wirkung der Schneidkörper zu erhöhen, werden diese mit einem Schlauch, der aufgeblasen wird, auf den Dreck gedrückt. Die Schneidkörper und der Schlauch sind so verbunden, dass eine Bewegung des Schlauchs zu einer Bewegung der Schneidkörper führt. Da die Lösungsalternative der Reinigung mit einer Wendel bereits Festlegungen auf Wirkmodellebene trifft, konnten den Teilfunktionen **Funktionsträger** zugeordnet und dadurch eine mögliche Baustruktur der Reinigungsvorrichtung definiert werden.

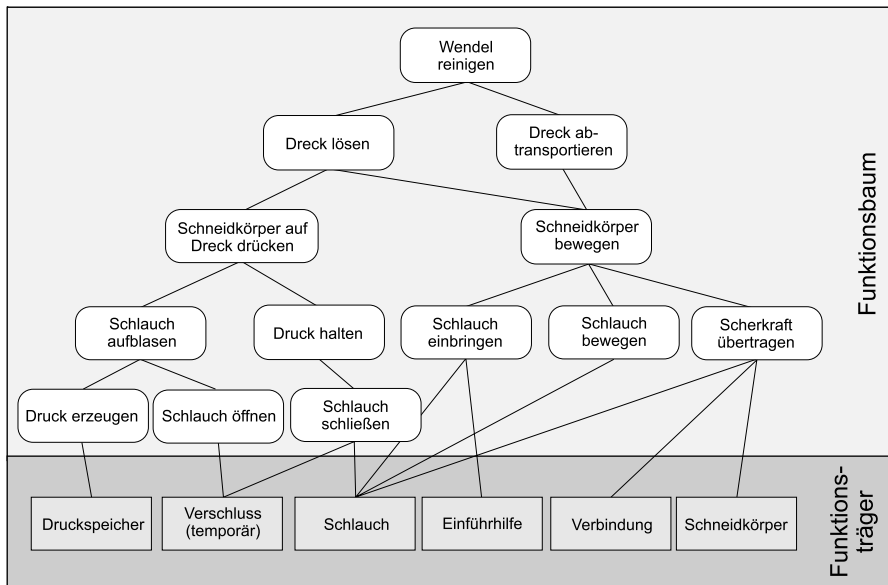


Abb. 3-19. Funktionsbaum der Reinigungsvorrichtung und Zuordnung der Funktionsträger

Insgesamt ermöglichte der Einsatz der **Funktionsmodellierung** die systematische Herausarbeitung der relevanten Funktionen des Pflanzenölkochers. Darauf aufbauend konnten innovative Lösungen mit besonders guter und regelmäßiger Reinigungswirkung innerhalb des definierten Kostenrahmens gefunden werden. Die Zuordnung der Teilfunktionen zu Funktionsträgern ermöglichte die Strukturierung einer ausgewählten Lösungsalternative und stellte die Basis für die weitere Produktkonkretisierung auf Wirk- und Baumodellebene dar.

3.3.2 Funktionsmodellierung und Generierung innovativer Lösungsideen für Bahnübergänge

Bahnübergänge stellen das Kreuzen zweier grundsätzlich unterschiedlicher Verkehrskonzepte sicher: dem schienengeführten Bahnverkehr und dem straßengeführten Fahrzeug- und Personenverkehr (Individualverkehr). Dabei werden vielfältige Anforderungen an Bahnübergänge gestellt. Diese reichen vom Aufnehmen der Längs- und Querkkräfte der darüber fahrenden Fahrzeuge bis hin zu einem Abführen des Oberflächenwassers. Die grundsätzlichen Konzeptunterschiede der sich kreuzenden Verkehrsarten führen jedoch auch zu **Zielkonflikten** bei der Gestaltung der Bahnübergänge. So wird beispielsweise für den Individualverkehr eine möglichst durchgängige Fahrbahn benötigt, für den Schienenverkehr sind hingegen Aussparungen für den Spurkranz der Züge notwendig. Weitere Anforderungen an die Gestaltung von Bahnübergängen ergeben sich aus dem Umfeld, in dem sich Bahnübergänge befinden. So ist bei Bahnübergängen in Wohngebieten die Lärmreduzierung eine Herausforderung, der über technische Konzepte begegnet werden muss. Bisherige Lösungen reichen von der Lagerung der Schienen in gummiartigen Materialien bis hin zur lärmoptimierten Gestaltung des gesamten Unterbaus der Schienenlagerung (beispielsweise als tiefabgestimmter Oberbau).

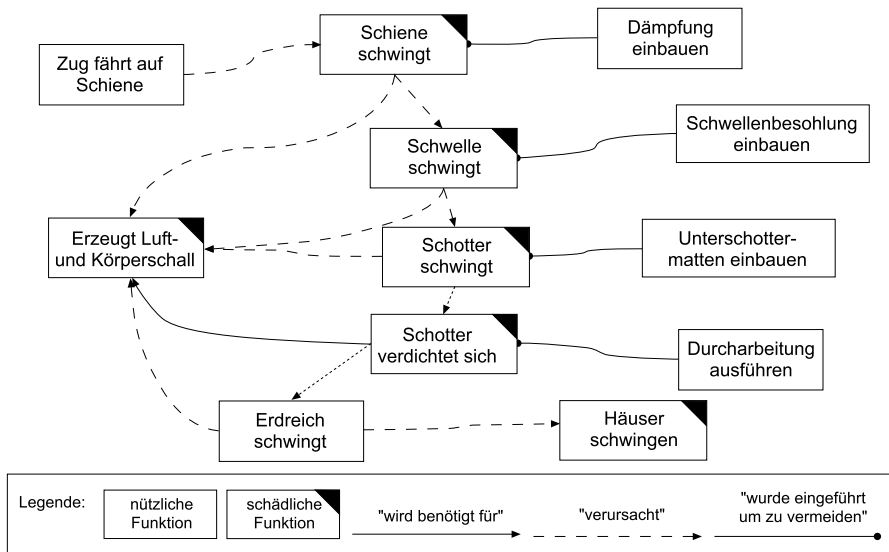


Abb. 3-20. Relationsorientiertes Funktionsmodell eines Bahnübergangs

In einem Entwicklungsprojekt sollten weitere innovative Konzepte erarbeitet werden, die unter anderem eine Lärmreduktion an Bahnübergängen sicherstellen. Randbedingung in dem Projekt war, als zentralen Werkstoff Gummi in das Lösungskonzept zu integrieren. In einem **Relationsorientierten Funktionsmodell** wurden dazu die grundsätzlichen Zusammenhänge zur Entstehung und Reduktion

von Körperschall analysiert. Der **Systemzweck** und damit die zentrale nützliche Funktion ist das Fahren des Zuges auf der Schiene. Dies führt zur hauptsächlich schädlichen Funktion des Schwingens der Schiene, was wiederum zu weiteren schädlichen Funktionen führt. Als Gegenmaßnahmen zu diesen schädlichen Funktionen wurden nützliche Funktionen wie der Einbau einer Dämpfung (Dämpfung der Schiene, spezielle Schwellenbesohlung oder Unterschottermatten) im Funktionsmodell abgebildet.

Im Anschluss an die Erstellung des Relationsorientierten Funktionsmodells wurden in einer Kreativitätssitzung zahlreiche **Lösungsideen** generiert. Um das Lösungsfeld noch zu erweitern, wurde das Relationsorientierte Funktionsmodell weiter genutzt, indem nach den Anweisungen zum Ableiten von **Problemformulierungen** diese Problemformulierungen aufgestellt wurden. Die Handlungsanweisungen, die sich aus der Funktionsmodellierung ergaben, waren folgender Natur: „Finde eine Möglichkeit, dass die Schiene schwingt, ohne dabei das Erdreich zu Schwingungen anzuregen.“ Diese Handlungsanweisungen konnten systematisch für die unterschiedlichen Funktionskonstellationen aufgestellt werden. Diese Funktionskonstellationen wurden anschließend mit den **Prinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche** bearbeitet, um Lösungsideen auf Wirkmodellebene zu erarbeiten. Auf diesem Weg konnte eine Vielzahl an Ideen generiert werden. Ein mögliches Lösungskonzept stellt die Ausführung einer Unterschottermatte aus Gummi mit integrierter Wabenstruktur dar. Hier wird die nützliche Funktion „Unterschottermatte einbauen“ genutzt, jedoch in einer konzeptionellen neuen Ausführung mit dem Werkstoff Gummi in verrippter Form.

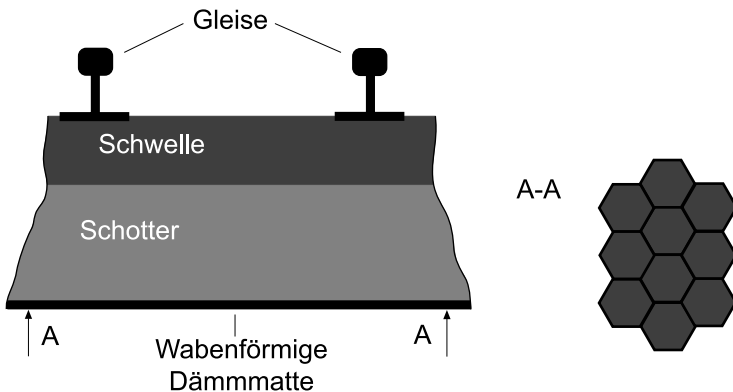


Abb. 3-21. Ausführung eines Bahnübergangs mit Gummimatten als Unterschottermatte in Wabenstruktur zur Lärmreduzierung (Schnittdarstellung durch das Gleisbett)

Beide Beispiele zeigen, dass die **Funktionsmodellierung** die Grundlage zur Analyse von Produkten und damit den Ausgangspunkt für innovative Lösungen darstellt. Durch die abstrakte Beschreibung auf Funktionsebene ist es gelungen, bisherige Lösungen nicht nur zu verbessern, sondern grundsätzliche neue Lösungsansätze zu finden. Die große Zahl an innovativen Lösungsideen rechtfertigte den Aufwand zur Entwicklung der Funktionsmodelle.

3.4 Zusammenfassung

Funktionsmodelle stellen eine wichtige Form von Produktmodellen dar. Im Fokus der Erstellung von Funktionsmodellen stehen die Analyse und das Systemverständnis des betrachteten Systems oder Produkts. Die Funktionsmodellierung basiert auf einem Denken in Funktionen, für das die Grundprinzipien Abstraktion, Zergliederung, Projektion und Konzentration zentral sind. Dadurch ist es möglich, im Rahmen der Problemlösung die wichtigen und entscheidenden Fragestellungen zu identifizieren und in einem Modell zu dokumentieren.

Funktionsmodelle können in unterschiedliche Darstellungsformen verschiedenen Zwecken dienen. Während bei einer einfachen Aufzählung der Funktionen in Form einer Liste der Überblick über den Funktionsumfang im Vordergrund steht, hat bei einer Darstellung der Zusammenhänge und Vernetzungen der Funktionen untereinander die Logik und das Systemverständnis hohe Bedeutung. Zur Darstellung von vernetzten Funktionsmodellen eignen sich für Produkte und Systeme aus dem Maschinen- und Anlagenbau die Umsatzorientierte und die Relationsorientierte Funktionsmodellierung. Bei der Anwendung der beiden Modellierungsarten sind verschiedene Regeln zur grafischen Darstellung und zum Vorgehen bei der Modellierung zu beachten. Die Relationsorientierte Funktionsmodellierung hat durch die Möglichkeit zur Aufstellung von Problemformulierungen sehr stark einen handlungsorientierten Charakter, außerdem steht das Finden von technischen Widersprüchen und Zielkonflikten im Vordergrund. Hauptziel des Umsatzorientierten Funktionsmodells ist es, das technische System zu analysieren, zu beschreiben und die Gesamtfunktion in Teilfunktionen zu gliedern. Für die einzelnen Teilfunktionen können über verschiedenen Methoden Realisierungsmöglichkeiten gesucht werden. Dazu zählt beispielsweise die Suche nach bereits bewährten Wirkprinzipien und Lösungen, wie sie in Konstruktionskataloge gesammelt sind.

Neben der Analyse von Systemen sowie der Vorbereitung der Lösungssuche können Funktionsmodelle zu weiteren Zwecken im Entwicklungsprozess genutzt und verwendet werden. So stellt die geordnete und strukturierte Zusammenstellung der Funktionen eines Produkts oder Systems die Basis einer Funktionskostenanalyse dar [Ehrlenspiel et al. 2005], die im Rahmen von Wertanalyseprojekten und zur Umsetzung des Target-Costing genutzt wird. Auch bei einem Einsatz von Methoden aus der Qualitätssicherung wie beispielsweise Quality Function Deployment (QFD) sind die Funktionen im Vorfeld zu erfassen und zu dokumentieren [Akao 1992, Danner 1996].

Damit kommt den Funktionsmodellen im Entwicklungsprozess eine hohe Bedeutung zu, da sie die Analyse und Beschreibung von Funktionsumfang und Funktionsweise eines Systems auf abstrakter Ebene ermöglichen. Im Funktionsmodell getroffene Festlegungen haben grundlegende Auswirkungen auf die gesamte Systemarchitektur (Module und Baugruppen des Systems) und auf die Realisierung der Teilfunktionen. Wird das Funktionsmodell nachträglich geändert, hat dies meist erheblichen Einfluss auf alle anderen Ebenen der Produktentwicklung.