

2 Grundlagen und Definitionen im Kontext der Arbeit

Nach der Beschreibung der Motivation, der Zielsetzung sowie des forschungsmethodischen Ansatzes der Arbeit werden im Kapitel 2 die Grundlagen der produktbaukastengerechten Organisationsstrukturen erläutert und die für diese Arbeit relevanten Begrifflichkeiten definiert. Abschnitt 2.1 befasst sich mit den Grundlagen von Produktarchitekturen und der Modularisierung. In Abschnitt 2.2 wird anschließend eine Einführung in die wesentlichen Begrifflichkeiten zu Baukastensystemen und deren Entwicklung gegeben. Abschnitt 2.3 stellt die benötigten Grundlagen der Organisationslehre vor. Daneben werden verschiedene Arten der Ablauf- und Aufbauorganisation sowie typische Elemente der Organisationsstrukturen beschrieben. In Abschnitt 2.4 werden die Grundlagen zu Freiheitsgraden dargestellt. Abschließend wird in Abschnitt 2.5 die Relevanz von produktbaukastengerechten Organisationsstrukturen erörtert.

2.1 Produktarchitekturen

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen zu Produktarchitekturen und zur Produktstrukturierung erarbeitet. Dazu werden die in der Literatur gängigen Definitionen zu den Begrifflichkeiten Funktionsstruktur, Produktstruktur und Produktarchitektur in Abschnitt 2.1.1 dargestellt. Anschließend werden in Abschnitt 2.1.2 die verschiedenen Arten von Produktarchitekturen beschrieben und voneinander abgegrenzt. Im Abschnitt 2.1.3 werden die Grundlagen zur Modularisierung von Produkten erläutert.

2.1.1 Definition relevanter Begrifflichkeiten zu Produktarchitekturen

Eine der verbreitetsten Definitionen des Begriffes Produktarchitektur stammt von ULRICH. Nach ULRICH beschreibt die Produktarchitektur ein Regelsystem, durch das die

Funktionen eines Produktes den physischen Komponenten zugewiesen werden.²⁶ Die Produktarchitektur zeichnet sich demnach durch die drei folgenden Charakteristika aus:²⁷

- Anordnung der funktionalen Elemente
- Zuordnung der funktionalen Elemente zu den physischen Komponenten
- Spezifikation von Schnittstellen zwischen den interagierenden physischen Komponenten

GÖPFERT baut auf dieser Beschreibung der Produktarchitektur auf und benennt die zentralen Elemente der Produktarchitektur. Eine Produktarchitektur besteht demnach aus der Funktionsstruktur, der Produktstruktur und der Transformation zwischen Funktions- und Produktstruktur.²⁸ In der Funktionsstruktur werden die geforderten Funktionen des Produktes in Teilfunktionen untergliedert und deren Beziehungen beschrieben.²⁹ Die Produktstruktur beschreibt die physische Zusammensetzung der Komponenten sowie deren Beziehungen.³⁰ Die Transformation zwischen Funktions- und Produktstruktur stellt den Zusammenhang zwischen funktionaler und physischer Beschreibung des Produktes her.³¹ Abbildung 2-1 beschreibt diesen Zusammenhang der Elemente einer Produktarchitektur bildlich.

Das Ziel der Funktionsstruktur ist, das Verständnis für die Aufgabe zu fördern sowie erste Lösungsaspekte aufzuzeigen.³² Gleichzeitig hilft die Funktionsstruktur bei der frühzeitigen und systematischen Analyse von Kommunalitätspotenzialen.³³ Dazu wird die Gesamtfunktion, die sich aus Kundenanforderungen an ein Produkt ableiten lässt, in Funktionen und Teilfunktionen untergliedert. Neben dieser hierarchischen Unterteilung lassen sich Funktionen auch hinsichtlich ihres Beitrags zur Aufgabenerfüllung unterscheiden. Dazu werden Funktionen als Haupt- bzw. Nebenfunktionen charakterisiert. Hauptfunktionen tragen unmittelbar zur Gesamtfunktion bei. Nebenfunktionen hingegen dienen nur mittelbar der Gesamtfunktion.³⁴ Nach GÖPFERT enthält die

²⁶ Vgl. Ulrich (1995), *The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm*, S. 420; Ulrich; Eppinger (2012), *Product Design and Development*, S. 184.

²⁷ Vgl. Ulrich (1995), *The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm*, S. 420.

²⁸ Vgl. Göpfert (1998), *Modulare Produktentwicklung*, S. 91.

²⁹ Vgl. Göpfert (1998), *Modulare Produktentwicklung*, S. 92.

³⁰ Vgl. Göpfert (1998), *Modulare Produktentwicklung*, S. 96.

³¹ Vgl. Göpfert (1998), *Modulare Produktentwicklung*, S. 100.

³² Vgl. Feldhusen; Grote (2013), *Funktionszusammenhang*, S. 242.

³³ Vgl. Schuh et al. (2012), *Produktarchitekturgestaltung*, S. 127.

³⁴ Vgl. Feldhusen; Grote (2013), *Funktionszusammenhang*, S. 244.

Funktionsstruktur neben der Gliederung der Funktionen auch die funktionalen Beziehungen zwischen den Teilfunktionen des Produktes. Die funktionalen Beziehungen lassen sich durch ihre Art, Intensität und Richtung beschreiben.³⁵

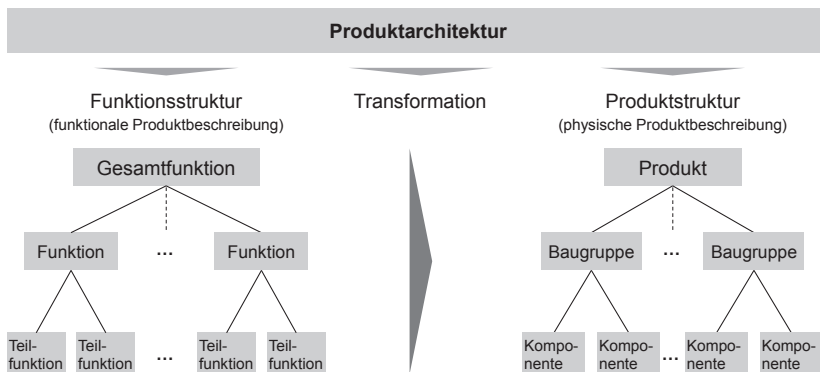


Abbildung 2-1: Bestandteile der Produktarchitektur nach GÖPFERT³⁶

In der Produktstruktur wird der Aufbau des Produktes modelliert. Sie stellt somit die strukturelle Gliederung der Komponenten eines Produktes sowie deren Beziehungen untereinander dar.³⁷ Daneben wird mit der Produktstrukturierung u. a. das Ziel verfolgt, einheitliche Zeichnungs- und Stücklisten aufzubauen, Mehrfachverwendung von Baugruppen und Einzelteilen zu fördern und Informationsflüsse zu unterstützen.³⁸ Analog zu der Funktionsstruktur werden bei der Produktstruktur die hierarchische Gliederung des Produktes sowie der Beziehungsaspekt unterschieden. Die Dekomposition des Gesamtproduktes erfolgt auf unterschiedlichen Gliederungsebenen. Hierzu wird das physische Gesamtprodukt in Erzeugnis, Baugruppe und Einzelteil untergliedert.³⁹ Bei mechatronischen Produkten lassen sich ebenfalls die Elektronik- und Softwarekomponenten in der Produktstruktur erfassen.⁴⁰ Der Beziehungsaspekt beschreibt die physischen Beziehungen zwischen Komponenten des Produktes in Form von Schnittstellen oder Verbindungen. Der Fokus liegt hierbei auf der physischen Schnittstelle, die die Übertragung von Energie, Information oder Materie ermöglicht.⁴¹

³⁵ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 93.

³⁶ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 75.

³⁷ Vgl. Schuh et al. (2012), Produktarchitekturgestaltung, S. 129.

³⁸ Vgl. Schuh (2005), Produktkomplexität managen, S. 120.

³⁹ Vgl. Schuh et al. (2012), Produktarchitekturgestaltung, S. 129.

⁴⁰ Vgl. Göpfert; Tretow (2013), Produktarchitektur, S. 265.

⁴¹ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 97.

Als dritten Bestandteil der Produktarchitektur stellt GÖPFERT die Transformation von der funktionalen in die physische Beschreibung vor.⁴² Hierbei handelt es sich um einen iterativen Prozess, der durch einen schrittweisen Fortschritt gekennzeichnet ist. Die Entwicklung der Funktions- und Produktstruktur geschieht nicht sequenziell, sondern beeinflusst sich gegenseitig und erfolgt vielmehr parallel. Dazu wird zwischen der funktionalen und physischen Perspektive gewechselt, um zu einer akzeptablen Fassung der Produktarchitektur zu kommen.⁴³

In Anlehnung an die vorgestellten Definitionen wird im Kontext der vorliegenden Arbeit der Begriff Produktarchitektur wie folgt definiert:

Die **Produktarchitektur** umfasst die systematische Gliederung von Funktionen und physischen Komponenten sowie die Zuordnung und Transformation von Funktionen zu physischen Komponenten.

2.1.2 Arten von Produktarchitekturen

In der Literatur werden zwei grundlegende Arten von Produktarchitekturen, die modulare und integrale Produktarchitektur, unterschieden.⁴⁴ RAPP spricht in diesem Zusammenhang von Differenzialbauweise (für modulare Produktarchitekturen) und Integralbauweise (für integrale Produktarchitekturen).⁴⁵ GÖPFERT erweitert diese Klassifikation um den Grad der funktionalen und physischen Unabhängigkeit und beschreibt vier Arten von Produktarchitekturen.⁴⁶

Eine integrale Produktarchitektur ist dadurch definiert, dass Komponenten und Funktionen mehrdeutig, also in einer anderen Beziehung als Eins-zu-eins, zugeordnet sind und/oder gekoppelte Schnittstellen zwischen den Komponenten bestehen.⁴⁷ Darüber hinaus ist die integrale Produktarchitektur durch mehrdeutige Beziehungen zwischen Funktionen und Komponenten sowie schwer lösbaren, gekoppelten Schnittstellen zwischen den Komponenten gekennzeichnet.⁴⁸ GÖPFERT/TRETOW definieren eine integrale Produktarchitektur als eine Vereinigung mehrerer Komponenten, welche eine

⁴² Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 75.

⁴³ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 100.

⁴⁴ Vgl. Ulrich (1995), The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, S. 422.

⁴⁵ Vgl. Rapp (2010), Produktstrukturierung, S. 63.

⁴⁶ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 107.

⁴⁷ Vgl. Ulrich (1995), The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, S. 422.

⁴⁸ Vgl. Göpfert (1998), Modulare Produktentwicklung, S. 108; Schuh et al. (2012), Produktarchitektur-gestaltung, S. 151.

hohe funktionale und physische Abhängigkeit haben.⁴⁹ Die Vorteile dieser Produktarchitektur liegen in der geringeren Baugröße und dem geringeren Gewicht des Produktes sowie in der Einsparung von Fertigungsschritten, da einzelne Komponenten mehrere Funktionen übernehmen und produktspezifisch gestaltet werden. Nachteil hierbei ist, dass die Produkte nicht in einzelne, individuell kombinierbare Komponenten zerlegbar sind und eine Funktionsänderung somit Einfluss auf viele Komponenten hat.⁵⁰

Demgegenüber ist eine modulare Produktarchitektur dadurch gekennzeichnet, dass Komponenten und Funktionen in einer Eins-zu-eins-Beziehung zugeordnet sind und entkoppelte Schnittstellen zwischen den Komponenten bestehen.⁵¹ Diese Komponenten werden Module genannt und besitzen eine hohe funktionale und physische Unabhängigkeit.⁵² Abbildung 2-2 ordnet die beschriebenen Arten von Produktarchitekturen ihren charakteristischen Eigenschaften zu.

⁴⁹ Vgl. Göpfert; Tretow (2013), Produktarchitektur, S. 263.

⁵⁰ Vgl. Ulrich (1995), The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, S. 426.

⁵¹ Vgl. Ulrich (1995), The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, S. 422.

⁵² Vgl. Schuh et al. (2012), Produktarchitekturgestaltung, S. 150.