

2.2 Vorgehensweise der Produktentwicklung entsprechend der VDI-Richtlinie 2222 und zugeordnete Buchinhalte

In dem nachfolgenden Originalbild aus der Richtlinie (Abb. 1) sind den vier Phasen die Arbeitsinhalte zugeordnet.

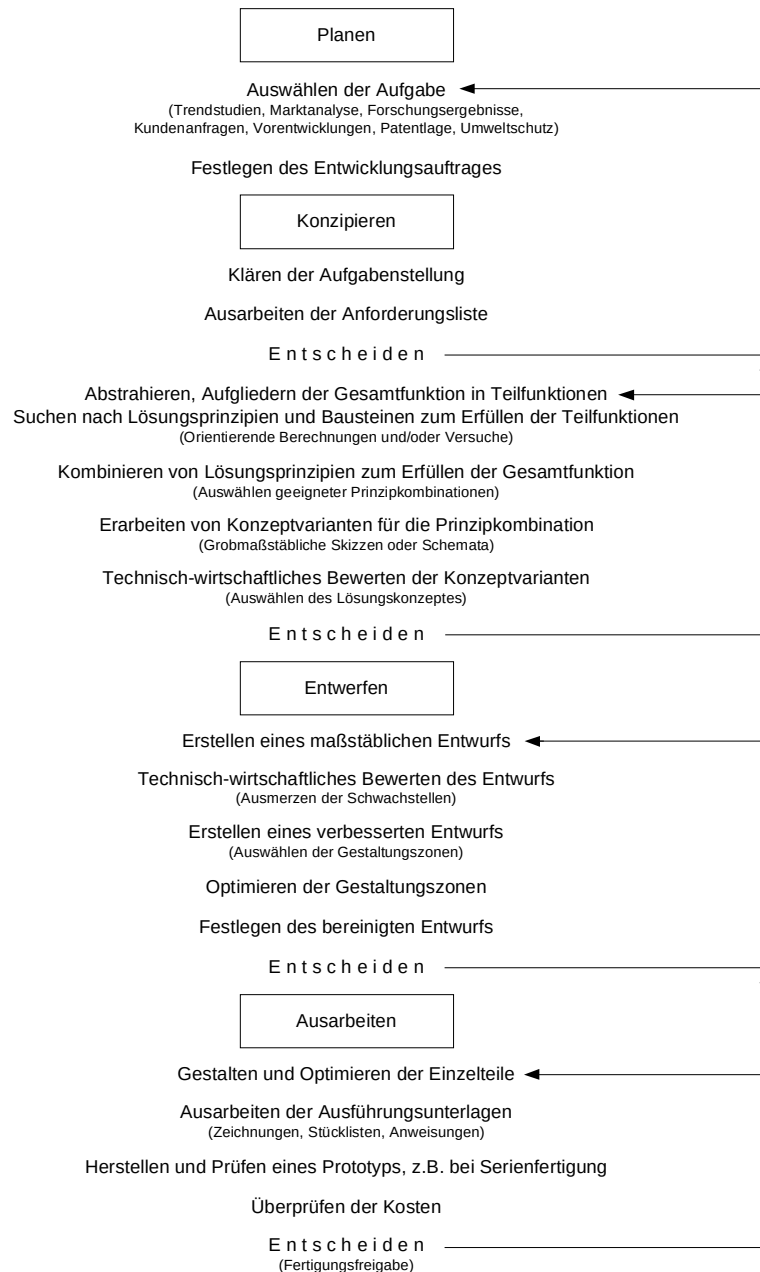


Abb. 1: Vorgehensweise der Produktentwicklung nach VDI 2222 [vdi2222-2]

Wie zuvor beschrieben orientiert sich der Aufbau des Buches an der VDI-Richtlinie 2222. Abb. 2 ordnet die Kapitel des Buches den Phasen der VDI-Richtlinie zu.

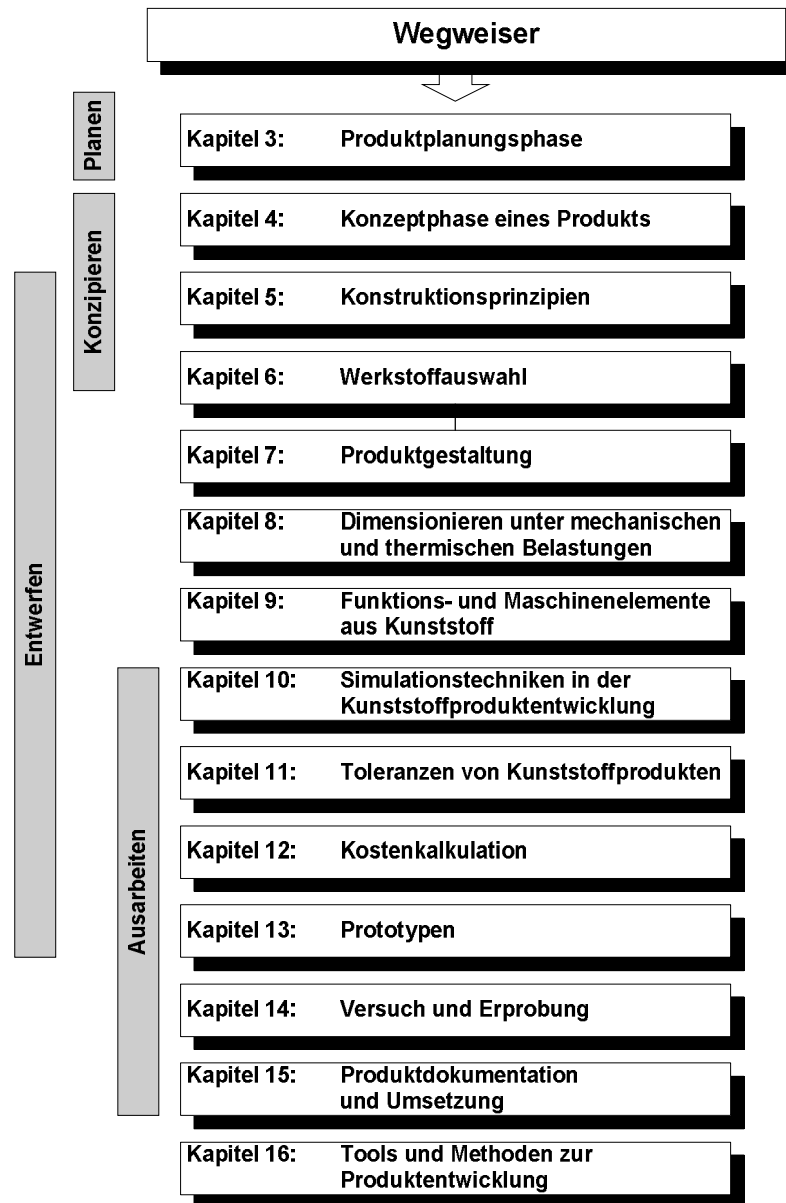


Abb. 2: Aufbau des Buches

Planungsphase

Die Planungsphase eines Produkts umfasst alle Tätigkeiten zum Identifizieren neuer Produktideen im Rahmen der Ausrichtung entsprechender neuer oder bestehender Produktfelder. Die typischen Methoden bzw. Werkzeuge der Produktplanung sind Markt- bzw. Kundenanalysen, Trendstudien, Forschungsergebnisse u.a. **Kapitel 3** enthält eine kurze Zusammenfassung zur **Produktplanung**. Die Planungen werden i.d.R. nicht von technischen Produktentwicklern, sondern von Marktspezialisten aus den Vertriebs- bzw. Marketingabteilungen in Abstimmung mit der Unternehmens-

leitung erarbeitet. In der Planungsphase werden die grundlegenden Vorgaben für die Realisierung des Produkts zusammengestellt, die in der nachfolgenden Konzeptphase startet. Dazu gehören z.B. Designvorgaben, die Definition der Benutzerfunktionen oder zu erwartende Stückzahlen. Ohne diese grundlegenden Vorgaben kann keine technische Umsetzung erfolgen.

Die technische Umsetzung von Produktideen beginnt mit der Konzeptphase und wird maßgeblich von technisch ausgebildeten Produktentwicklern durchgeführt. Diese müssen zunächst die grundlegenden Vorgaben in eine konkrete Anforderungsliste überführen. Anschließend besteht die Aufgabe darin, die ideale technische Lösung zur Erfüllung der Anforderungen herauszuarbeiten. Die Konzepterarbeitung erfolgt zur Aufwandsminimierung i.d.R. auf Basis von Prinziplösungen in Form von Skizzen. Bewertungen werden erfahrungsbedingt oder aus Annahmen basierend vorgenommen.

Konzeptphase

Kapitel 4 beschreibt ausführlich die einzelnen Schritte einer **Konzeptphase** und erläutert verfügbare Tools. Mögliche **Konstruktionsprinzipien** erläutert **Kapitel 5**. Die Entscheidung, welche Konstruktionsprinzipien gewählt werden, fällt entweder in der Konzeptphase oder, falls detailliertere Daten vorliegen müssen, in der Entwurfsphase.

Beim Entwerfen werden die ausgewählten Konzepte in konkrete Konstruktionen überführt. Dazu sind die drei Haupttätigkeiten Werkstoffauswahl, Gestaltung und Dimensionierung zu erledigen. Alle drei Tätigkeiten sind voneinander abhängig und werden deshalb iterativ durchgeführt. Wenn nicht vorgegeben, wählt man meistens als Startpunkt der Entwurfsphase einen vorläufigen Kunststoff aus. Die Vorgehensweise und Werkzeuge zur **Werkstoffauswahl** erläutert **Kapitel 6**. Auf Basis dieser Werkstoffauswahl werden dann CAD-basierend die Bauteilgeometrien erstellt. Neben den Werkstoffrestriktionen sind verfahrensbedingte Gestaltungsregeln einzuhalten. Diese **verfahrensbedingten Gestaltungsnotwendigkeiten** – speziell für Kunststoffe – sind in **Kapitel 7** zusammengefasst. Die von der Gestaltung und der Verfahrenstechnik abhängigen **Toleranzen** enthält **Kapitel 11**.

Entwurfsphase

Falls die Konstruktionen mechanisch oder thermisch belastet sind, werden die Geometrien auf Basis der ausgewählten Werkstoffe berechnet. Für Gesamtgeometrien ist der Einsatz von FEM-Programmen heute obligatorisch. Für Funktionselemente werden auch empirische Berechnungsansätze verwendet. **Kapitel 8** behandelt die **Dimensionierung unter mechanischen und thermischen Belastungen**. **Kapitel 9** erläutert die **Funktions- und Maschinenelemente aus Kunststoff**.

Da die drei Tätigkeiten Werkstoffauswahl, Gestaltung und Dimensionierung voneinander abhängig sind, müssen abhängig von Berechnungsergebnissen Iterationsschleifen eingeplant werden, um Über- oder Unterdimensionierungen zu vermeiden. Im Fall spritz-

gegossener Bauteile gehört es heute zum Stand der Technik, auch den Herstellprozess nach Fertigstellung der ersten Geometrie zu simulieren. So können prozessbedingte Schwachstellen schon während der Produktentwicklung erkannt und eventuell durch Geometrieänderungen beseitigt werden. Deshalb enthält das **Kapitel 10** auch die Grundlagen zur **Simulation des Spritzgießprozesses**.

Ausarbeitungsphase

Die Ausarbeitungsphase nach VDI 2222 (Blatt 2) umfasst als erste Tätigkeit die Optimierung der Einzelteile. Im Falle von Kunststoffprodukten ist diese Optimierung in der Regel schon in der Entwurfsphase durch den intensiven Einsatz der Simulationstechniken mit bearbeitet worden. Der zweite Schritt, die Erstellung von Ausführungsunterlagen, Zeichnungen, Stücklisten und Anweisungen, wird heute in Bezug auf die Zeichnungen nur noch eingeschränkt durchgeführt. Es werden zur Aufwandminimierung meistens keine komplett vermaßten Zeichnungen mehr angefertigt. Vielmehr beschränkt man sich auf Hauptmaße sowie die für die Qualitätssicherung notwendigen Prüfmaße.

Die Überprüfung der Kosten sollte möglichst nicht wie in der VDI 2222 (Blatt 2) vorgesehen am Ende der Entwicklung erfolgen. Günstiger ist es, wenn man die Kosten begleitend zur Entwicklung beobachtet, d.h. man erarbeitet bereits in der Konzeptphase Vorgaben bezüglich des Werkstoffverbrauchs, des -preises oder der Zykluszeit. Nach dem ersten Geometrieentwurf lässt sich das Erreichen des Kostenziels überprüfen. Am Beispiel eines wichtigen Herstellverfahrens, dem Spritzgießen, enthält das **Kapitel 12** die Grundlagen der **Kostenkalkulation** und beschreibt ein Tool, mit dem man entwicklungsbegleitend die Herstellkosten verfolgen kann.

Die Fertigung von Prototypen wird auch bei Kunststoffprodukten häufig angestrebt, da sich viele Funktionen am besten an Prototypen erproben lassen. Deshalb gibt **Kapitel 13** einen Überblick über die gängigen Verfahren zur Erzeugung von **Prototypen**.

Mit Hilfe der moderner Simulationstechniken können Schwachstellen eines Bauteils heute vielfach schon im Rahmen der Entwicklung erkannt und beseitigt werden, eine 100%ige Garantie für die Qualität des Endprodukts und das Verhalten unter realen Belastungen kann jedoch nicht gegeben werden. **Kapitel 14** beschäftigt sich deshalb mit möglichen **Bauteilprüfverfahren**.

Kapitel 15 erläutert als Hintergrundwissen für den Produktentwickler die **Umsetzung der Entwicklung** in ein serienreifes Produkt.

Methoden zur Risikoanalyse

Fehler, die in der Entwicklung eines Bauteils entstehen, und nicht behoben werden, können später zu hohen Folgekosten führen, insbesondere dann, wenn diese erst zu einem späten Entwicklungszeitpunkt entdeckt werden. Für eine systematische Analyse dieser Risiko-Faktoren existiert eine große Bandbreite an Verfahren. Eines der wichtigsten **Hilfsmittel für den Produktentwickler** zur Fehlervermeidung ist die FMEA, die **Kapitel 16** behandelt wird.