



Vorwort

Taschenbuch der Konstruktionstechnik

Herausgegeben von Klaus-Jörg Conrad

ISBN: 978-3-446-41510-2

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41510-2>

sowie im Buchhandel.

Vorwort

Das *Taschenbuch der Konstruktionstechnik* ist mit großem Interesse aufgenommen worden, sodass die vorliegende zweite Auflage erforderlich wurde. Die umfangreich eingegangenen Beurteilungen von Fachleuten und Studierenden enthielten sehr viele gute Anregungen und Verbesserungsvorschläge. Die Autoren und der Herausgeber bedanken sich dafür besonders. Bei der Aktualisierung dieser Auflage wurden schon viele Vorschläge umgesetzt.

Die *Konstruktionstechnik* ist ein Bereich der Technikwissenschaften, der den Konstruktionsprozess und die Strukturgesetze technischer Systeme untersucht, um erfolgreich Produkte zu entwickeln. Das wesentliche Ziel des Herausgebers und aller Autoren ist eine knappe Darstellung der Themen mit vielen Hinweisen auf Anwendungen, einfachen Beispielen und Angaben der aktuellen Literatur.

Die Anordnung der Kapitel erfolgte so, dass das zentrale Thema Konstruktionstechnik in der Mitte des Buches ab dem 12. Kapitel erklärt wird. Davor werden die aus den Grundlagen bekannten Fachgebiete der Konstruktion dargestellt, und das letzte Drittel enthält wichtige Fachgebiete für Konstruktion und Entwicklung in der Praxis. Damit sind alle wesentliche Bereiche der Prozesskette in übersichtlicher und strukturierter Form vorhanden. Das Abwägen des Umfangs der Kapitel erfolgte so, dass möglichst alle Themen der Konstruktionstechnik behandelt werden. Einige Fachgebiete wie z. B. Maschinenelemente oder Fertigungstechnik für die Gestaltung sind deshalb nicht so umfangreich enthalten wie in einem Lehrbuch. Vorausgesetzt wird Grundlagenwissen, vertieft wird Fachwissen in der weiterführenden Literatur.

Mit diesem Buch sollen Konstrukteure und Ingenieure angesprochen werden, die in den Bereichen Konstruktion, Entwicklung und CAD/CAM-Systeme tätig sind. Insbesondere ist dieses Taschenbuch für Studierende an Technikerschulen, Fachhochschulen und Technischen Universitäten geeignet, um den aktuellen Stand der Technik in der Konstruktion kurz und einprägsam zur Verfügung zu haben.

Obwohl nicht alle Fachgebiete und Besonderheiten behandelt werden konnten, enthält das Taschenbuch einen fundierten Überblick über Einsatz, Methoden, Vorgehensweisen und Hilfsmittel der Konstruktionstechnik. Grundlage dafür kann ein einfaches Schalenmodell der Konstruktionstechnik sein, das ausgehend von der Idee für alle Varianten typischer Konstruktionsprozesse anwendbar ist.

Die Konstruktionstechnik, die Produktionstechnik und der Technische Vertrieb sind in besonderer Weise gefordert, im gesamten Bereich der

Technik eine herausragende Rolle zu übernehmen. Die Entwicklung der Wirtschaft ist ohne marktgerechte Produkte durch Innovationen in den Unternehmen nicht denkbar. Neue Produkte erfordern oft neue Ideen, um die Erkenntnisse neuer Technologien in marktfähige Produkte umzusetzen. Die Entwicklung neuer Produkte mit leistungsfähigen Komponenten der Mechanik, Elektrotechnik, Elektronik und Informatik, die heute durch den Begriff Mechatronik erfasst werden, setzen die Beherrschung der Konstruktionstechnik und entsprechender Arbeitsmethoden, wie z.B. Teamarbeit, Projektarbeit und den Einsatz von Rechnerprogrammen, voraus.

Qualitätsgerechte Produkte werden heute von Ingenieuren konstruiert, die im Unternehmen prozessorientiert denken und handeln. Prozessmanagement und prozessorientierte Qualitätsmanagementsysteme werden deshalb ebenfalls behandelt.

Der Herausgeber dankt allen Autoren für ihren Einsatz und die Bereitstellung ihres Wissens. Allen Unternehmen, die Bildmaterial und Unterlagen zur Verfügung gestellt haben, danke ich ebenfalls. Bedanken möchte ich mich auch bei den Verfassern der Fachliteratur der behandelten Fachgebiete, von denen viele bewährte Darstellungen als Anregungen dienten. Für die vielen guten Hinweise bei der EDV-technischen Aufbereitung der Bilder und für die fachlichen Diskussionen danke ich meinen Mitarbeitern an der Fachhochschule Hannover. Besonderer Dank gilt Herrn *Jochen Horn* vom Carl Hanser Verlag, der sich sehr engagiert für das Gelingen dieses Taschenbuches eingesetzt hat.

In diesem Taschenbuch ist häufig von Konstrukteuren und Ingenieuren die Rede, gemeint sind natürlich *alle*: Frauen und Männer.

Anregungen, Hinweise und Stellungnahmen zur Verbesserung des Taschenbuches nehmen alle Autoren gern entgegen und werden diese für weitere Auflagen berücksichtigen.

Burgdorf, im August 2008

Klaus-Jörg Conrad



Leseprobe

Taschenbuch der Konstruktionstechnik

Herausgegeben von Klaus-Jörg Conrad

ISBN: 978-3-446-41510-2

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41510-2>

sowie im Buchhandel.

12 Konstruktionstechnik

Prof. Dipl.-Ing. Klaus-Jörg Conrad

Konstruktionstechnik ist ein häufig verwendeter, aber selten eindeutig definierter Begriff für einen der drei Kernbereiche produzierender Unternehmen. Diese drei Kernbereiche sind

- Konstruktionstechnik: Konstruieren und Entwickeln
- Produktionstechnik: Fertigen und Montieren
- Vertriebstechnik: Anbieten und Verkaufen

Wie bereits im Kapitel Einführung und Übersicht erläutert und im gesamten Buch dargestellt, gehören zur Konstruktionstechnik viele Fachgebiete, Methoden, Hilfsmittel und Vorgehensweisen um die immer komplexeren Aufgaben erfolgreich zu lösen.

Konstruktionstechnik wird hier in Anlehnung an *Müller* [4] definiert:

Konstruktionstechnik, als Bereich der Technikwissenschaften, untersucht den Prozess des Konstruierens technischer Gebilde sowie allgemeine Strukturgesetze technischer Systeme mit den Zielen:

- Gesetzmäßigkeiten konstruktiver Prozesse zu erkennen
- Verfahren, Technologien bzw. Methoden des Konstruierens zu entwerfen
- Überführung dieser Erkenntnisse in die praktische Tätigkeit bzw. in die Ausbildung der Konstrukteure
- Verbesserung der Effektivität der Prozesse und der Qualität der Ergebnisse im Konstruktionsbereich

Die folgenden Abschnitte enthalten einige Erläuterungen der Definition.

12.1 Konstruktionsprozess

Als **Konstruktionsprozess** bezeichnet man den Ablauf aller Tätigkeiten unter Beachtung von Regeln, die zur Konstruktion technischer Produkte geeignet sind. Der Konstruktionsprozess ist produktneutral oder allgemein, wenn er für alle Arten von technischen Produkten gilt, sonst ist es ein produktspezifischer Konstruktionsprozess, der nach Regeln für bestimmte Produktarten abläuft. [1]

Die ständige Weiterentwicklung der Technik hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass die klassische **Funktionsorientierung** mit sehr starker Arbeitsteilung immer mehr durch eine **Prozessorientierung** abgelöst wird. Heute sind die Aufgaben und Abläufe in den Unternehmen durch Denken und Arbeiten in Prozessen zu lösen.

Entsprechend ist der Konstruktionsprozess zu sehen: Konstrukteure müssen ihre Tätigkeiten als Teil des gesamten Produktentstehungsprozesses verstehen und in Prozessen denken. Deshalb werden auch die wesentlichen Tätigkeiten als Abläufe dargestellt, wobei die Lösung von Teilaufgaben durch Systembetrachtungen, Methoden und Informationsumsetzung unterstützt werden.

Alle wesentlichen Zusammenhänge für die Methodik beim Konstruieren sind branchen- und produktunabhängig mit den **VDI-Richtlinien** 2221 und 2222 bekannt. Neue Erkenntnisse werden entsprechend dem Stand der Technik laufend erarbeitet und als neue Richtlinien herausgegeben, wie z. B. VDI 2206 – Entwicklungsmethodik für mechatronische Produkte oder VDI 2223 – Methodisches Entwerfen technischer Produkte.

Das Anwenden dieser Methoden und Erkenntnisse in der Konstruktionslehre und in der Konstruktionspraxis erfolgt und schafft damit die Voraussetzungen für effektive Konstruktionsprozesse mit Konstruktionsergebnissen, die die Anforderungen der Kunden erfüllen.

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass die Kenntnis der Abläufe zwar sehr hilfreich, aber allein oft nicht ausreichend ist, um sehr gute Lösungen für konstruktive Aufgaben zu finden. Neben den vielen Anregungen in der Konstruktionslehre-Literatur gibt es natürlich die Ergebnisse guter Konstrukteure, deren Ideen als marktgerechte Produkte vorhanden sind.

Erfahrungen japanischer Unternehmen bei der **Produktinnovation** belegen die Bedeutung und den Aufwand, um von Ideen zu marktgerechten Produkten zu kommen.

Für eine gute Innovation braucht man die Idee von nur einer Person, aber zehn Personen sind schon nötig, um nach der Idee einen Prototyp zu bauen. Einhundert Personen sind erforderlich, um dieses Produkt für den Markt zu entwickeln und einzuführen.

Von der Idee zum Produkt:

1 Person – 1 Idee

10 Personen – 1 Prototyp

100 Personen – 1 marktgerechtes Produkt

Viele Ideen sind sehr interessant, für den Geschäftserfolg eines Unternehmens sind jedoch marktgerechte Produkte entscheidend.

12.2 Schalenmodell der Konstruktionstechnik

Das im Bild 12.1 gezeigte **Schalenmodell der Konstruktionstechnik** enthält ausgehend von der Idee als Kern in den Schalen die Aktivitäten, Einflussgrößen und Ergebnisse des Konstruktionsprozesses sowie die Produkte. Die erste Schale enthält wichtige Tätigkeiten, um eine Idee weiterzuentwickeln. In der zweiten Schale sind die bekannten Einflussfaktoren zur Erarbeitung konstruktiver Lösungen angegeben. Die Ergebnisse der Konstruktionstechnik stehen in der dritten Schale. Der Konstruktionsprozess ist mit den realen Produkten in der vierten Schale abgeschlossen. Das Produkt gehört zur Konstruktionstechnik, da der Produktlebenszyklus auch die Gebrauchsphase sowie Recycling und Entsorgung umfasst, wie im Kapitel Gestaltungsrichtlinien erläutert.

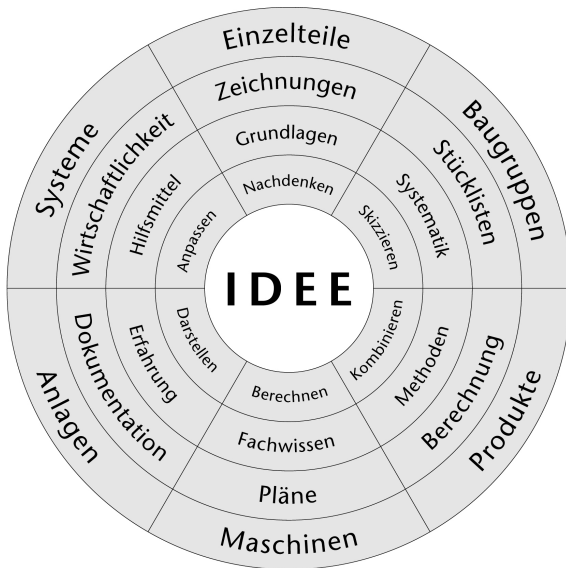


Bild 12.1: Schalenmodell der Konstruktionstechnik

Die Schalen können je nach Anforderungen, Aufgaben und für unterschiedliche Branchen erweitert, verfeinert oder reduziert werden. Sie sind auch in unterschiedlicher Reihenfolge und mehrfach zu durchlaufen. Die Inhalte der einzelnen Segmente können von innen nach außen oder innerhalb der Schalen zum Bearbeiten konstruktiver Aufgaben eingesetzt werden.

12.3 Traditionelles Denken und Systemdenken

Aus einer Idee ein Produkt zu entwickeln, ist auf verschiedenen Wegen möglich. Das Denken in Systemen zeigt Ansatzpunkte, die für Aufgaben aus dem täglichen Leben ebenso gelten wie für Konstruktionsprobleme.

Ein **System** kann als die Beschreibung einer funktionierenden Lösung einer gegebenen Problemstellung formuliert werden. [3] Die Lösung der Problemstellung kann aus mehreren Komponenten bestehen, deren Zusammenwirken ein funktionierendes Produkt ergibt. Die einzelnen Einflussfaktoren der Problemlösung haben viele Beziehungen untereinander, die zu erfassen sind. Das System hat Grenzen, die sich aus dem Sachzusammenhang ergeben, wenn die Beziehungen der Einflussfaktoren dort nicht mehr so bedeutsam sind.

Die Problemlösung ergibt sich nicht durch eine Addition der einzelnen Wirkungen, sondern durch die Folge des funktionierenden Zusammenspiels wichtiger Einflussfaktoren. Das Denken in Systemen ist eigentlich ein Nachdenken über die wirksamen Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren. Die Einflussgrößen sind deshalb in ihrem Zusammenwirken zu erfassen. [3]

Beim Nachdenken über Systeme sind grafische Darstellungen der Beziehungen als Skizzen sehr hilfreich zum Erläutern, zum Dokumentieren und zum Erkennen der Grenzen zu anderen Systemen.

Das **traditionelle Denken** in Ursache-Wirkung-Beziehungen bzw. in Wenn-dann-Denkweisen zeigt sich dann als wenig realistisch. Es ist viel wahrscheinlicher, dass eine bestimmte Lösung durch mehrere, ineinander wirkende Ursachen entsteht. Dieses **Systemdenken** ist ein Zusammenspiel der wirksamen Beziehungen, wie im Bild 12.2 rechts gezeigt.

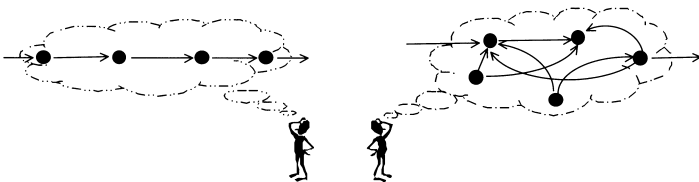


Bild 12.2: Traditionelles Denken und Systemdenken [3]

12.4 Konstrukteur als Problemlöser

Die Anforderungen der Märkte und Kunden an moderne Produkte bedeuten für Konstrukteure, immer komplexere Aufgaben zu lösen. Schon allein die heute übliche Nutzung von Komponenten aus Maschinenbau,

Elektrotechnik, Elektronik und Informatik für neue Produkte und die Beachtung des gesamten Produktlebenszyklus erfordert ein Umdenken.

Die bekannten Methoden und Hilfsmittel im normalen Ablauf anzuwenden, ist nicht mehr ausreichend, um die Probleme zu lösen. Die komplexen und unbestimmten Größen sind erst nach mehreren Arbeits- und Entscheidungsschritten so weit geklärt, dass ein Konzept vorliegt. Viele Planungsarbeiten und ständige Verbesserungen des eigenen Vorgehens sind erforderlich, um eine neue Lösung zu finden. Lösungen ergeben sich nicht mehr durch einfaches Abarbeiten bewährter Regeln, sondern erst durch intensives Auseinandersetzen mit den Problemen, die sich aus der Konstruktionsaufgabe ergeben.

Probleme liegen dann vor, wenn der Konstrukteur einen unerwünschten Anfangszustand in einen erwünschten Endzustand überführen soll, aber nicht weiß, mit welchen Mitteln dies erfolgen könnte oder wie der Endzustand eigentlich aussehen soll. Konstrukteure benötigen als erfolgreiche **Problemlöser** folgende Voraussetzungen: Gutes Faktenwissen, gute Grundlagenkenntnisse, Erfahrungen, Kenntnisse über Suchmethoden und Berechnungsmethoden.

Nach Untersuchungen im Konstruktionsbereich hat sich gezeigt, dass gute Problemlöser folgende Merkmale haben [2], [5]:

Faktenwissen ist für die Fähigkeit, Probleme zu lösen, besonders wichtig und lässt sich nicht durch Methodenwissen kompensieren. Der Wissensvorsprung von Experten kann von Anfängern kurzfristig weder aufgeholt noch überbrückt werden. Leistungsüberlegenheit entsteht durch bereichsübergreifendes Faktenwissen und nicht durch allgemeine Fähigkeiten. [2]

Methodenwissen ist für das effektive Problemlösen wichtig, wenn nicht nur mit zweckmäßigen Methoden das rationale Wissen verarbeitet wird, sondern auch das viel häufigere unbewusste Methodenkönnen darunter eingeordnet wird. Gemeint sind die eigenen effektiven Methoden, die durch Anschauen, Erkennen und Übertragen als Erfahrungen aufgenommen und angewendet werden. [2]

Heuristische Kompetenz ist eine individuelle Eigenschaft menschlicher Fähigkeiten, Probleme zu lösen. Gemeint ist die zielgerichtete Kreativität, die Planungs- und Steuerungsfähigkeit des eigenen Vorgehens mit der inneren Flexibilität für neue Ansätze. Zur heuristischen Kompetenz gehört das Erkennen der Wichtigkeit und der zeitlichen Reihenfolge von Teilproblemen, Fakten und anzuwendenden Methoden. Der entscheidende Antrieb ist durch persönliche Motivation, Kreativität und den Anspruch der Konstrukteure an die eigene Leistungsfähigkeit gegeben. [2]

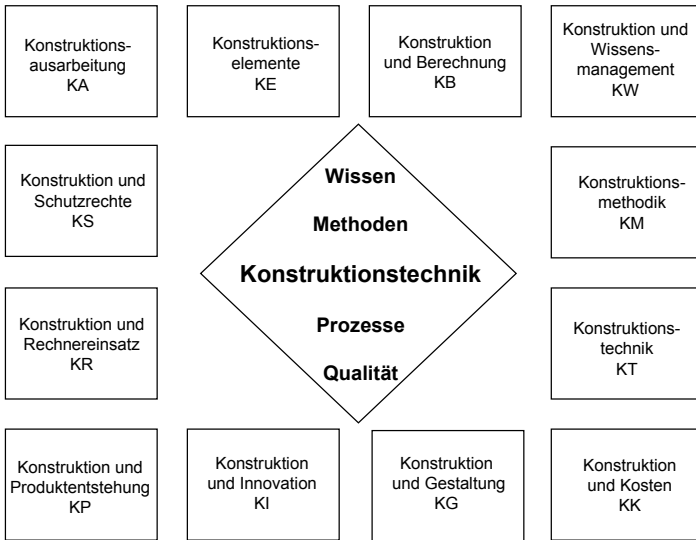


Bild 12.3: Wissensbasis der Konstruktionstechnik

KT

Konstrukteure sollten außer speziellem Fachwissen die notwendigen Kenntnisse der in der Wissensbasis angegebenen Fachgebiete haben. Eine Wissensbasis enthält das notwendige Wissen und die Fähigkeiten, um das im Kern angegebene Thema umfassend zu behandeln. [1]

Quellen und weiterführende Literatur

- [1] *Conrad, K.-J.*: Grundlagen der Konstruktionslehre. 4. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2008
- [2] *Ehrlenspiel, K.*: Integrierte Produktentwicklung. 3. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2007
- [3] *Lehner, M.; Wilms, F.*: Systemisch denken – klipp und klar. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 2002
- [4] *Müller, J.*: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften. Berlin: Springer Verlag, 1990
- [5] *Pahl, G.*: Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1994

Gausemeier, J.; Ebbesmeyer, P.; Kallmeyer, F.: Produktinnovation. München Wien: Carl Hanser Verlag, 2001

Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken. 3. Aufl., Deutscher Taschenbuch Verlag, 2003