

## **MÖGLICHKEITEN DER USABILITY-GERECHTEN DARSTELLUNG VON KONSTRUKTIONSMETHODIKEN**

*Michael Schmidt-Kretschmer, Karolina Budych*

### **Zusammenfassung**

Seit Jahrzehnten werden präskriptive Konstruktionsmethodologien (KM) gelehrt, umfassende Literatur zu KM ist problemlos verfügbar (z.B. [1]). Trotzdem entscheiden sich nur wenige Konstrukteure für die Anwendung der KM [2]. Mögliche Ursachen für die mangelnde Akzeptanz, wie z.B. Implementierungsaufwand [3], werden stetig und intensiv in der Konstruktionsforschung diskutiert (z.B. [4] - [7]).

Sieht man eine Methode oder eine Methodik als Produkt im Sinne des Modells von Frese Brodbeck [8], dann wird die Bedeutung der Benutzerfreundlichkeit (usability) deutlich. Viele Aspekte der Usability wurden nicht zuletzt aufgrund der intensiven Forschung zu User-Interfaces in der Softwareentwicklung bereits umfangreich standardisiert [9, 10].

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, die Möglichkeiten der Anwendung von vorhandenen Standards zur Usability auf die Darstellung der Konstruktionsmethodik zu diskutieren. Dabei werden die in der User-Interface-Entwicklung bereits etablierten Grundsätze adaptiert, hinsichtlich der KM interpretiert und als Empfehlungen für die Verbesserung der Darstellungsformen vorgeschlagen, die die Usability von KM direkt verbessern können. Darüber hinaus werden bestehende Darstellungen hinsichtlich Schwachstellen vergleichend anhand ausgewählter Beispielen analysiert.

### **1 Einleitung und Problemstellung**

Der Konstruktionsprozess nimmt in der Produktentwicklung eine zentrale Stellung ein und bildet die Grundlage für die weiteren Prozesse der Produktentstehung. Als hilfreich ist dabei konstruktionsmethodisches Vorgehen anzusehen, welches die Leistungs- und Erfindungsfähigkeit steigern soll [1]. Konstruktionsmethodiken (KM) sind mit dem Grundgedanken entwickelt worden, dem Konstrukteur systematische Vorgehensweisen zu ermöglichen, um ihn beim komplexen Lösungsfindungsprozess zu unterstützen und auch auf empfundene Missstände in der Ingenieursausbildung [11] zu reagieren. Obwohl die KM an deutschen Hochschulen fester Bestandteil der Ingenieursausbildung sind und viele KM-ausgebildete Ingenieure bereits in der Berufspraxis stehen, findet die KM eher wenig Anwendung [2].

Es zeichnen sich Mängel in der Akzeptanz und in einer effizienten Umsetzung der Methodik in der Anwendung ab, deren Gründe in der Konstruktionsforschung unterschiedlich dargestellt werden. Neben individuellen Denkbarrieren [12] spielen besonders zeitliche Probleme [3, 11, 13] bei der Anwendung von KM eine entscheidende Rolle. Als Eintrittsbarriere wird auch ein unterstellter hoher Lernaufwand angesehen, was den routinierten bzw. unbewussten / intuitiven Einsatz von KM behindert. Auch können mangelnde Praxisorientiertheit bzw. zu hohes Abstraktionsniveau, fehlende Berücksichtigung des Nutzungskontexts und unverstandene flexible Anwendung der KM die Akzeptanz senken [5, 7]. Eine Steigerung des Verständnisses zu Wirkungsweisen und zum Nutzen der KM beeinflussen ebenfalls die Akzeptanz [14, 15]. Ein quantitativer Nachweis des Nutzens der KM ist aber aufgrund der zahlreichen und komplexen Einflussfaktoren bisher nicht realisiert worden, wird angezweifelt [13],

aber auch mit Hilfe von Qualitätsstandards vorgeschlagen [16]. Seitens der Industrie wird oft kritisiert, dass die KM im Unternehmen zu wenig bekannt, zu starr, praxisfremd und unhandlich sei [1, 14]. Verschiedene deskriptive Studien in Deutschland (z.B. [2, 4]) verdeutlichen den Mangel an Akzeptanz von Seiten der Industrie und der Universitäten: Der Nutzen der KM wird oft nicht erkannt. Der aus einer methodischen Vorgehensweise resultierende Nutzen sollte sich auch in der Darstellung von KM widerspiegeln. Folglich kommt der Art der Darstellung und Vermittlung eine bedeutende Aufgabe zu. Die Darstellung der Inhalte beeinflusst die Aneignung von Wissen [17] und auch die Lernsituation, die sich in drei Dimensionen gliedern lässt: Der Nutzer, die KM sowie die (Re-)Präsentation der Konstruktionsmethoden (nach [18]). Der Aspekt der „promotion of methods“ verweist auf die Notwendigkeit, die Anwender von KM zu überzeugen [7]. Der geringe Grad der Annahme bzw. Akzeptanz des konstruktionsmethodischen Vorgehens lässt darauf schließen, dass die Fachliteratur nicht optimal dazu beiträgt, den Leser von deren Nutzen zu überzeugen.

Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die Art und Weise der Beschreibung bzw. Darstellung von KM, Einfluss auf die Akzeptanz der vermittelten Inhalte haben.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, die Möglichkeiten der Anwendung von vorhandenen Standards zur Usability auf die Darstellung der KM zu diskutieren. Dabei werden die in der User-Interface-Entwicklung bereits etablierten Grundsätze adaptiert, hinsichtlich der KM interpretiert und als Empfehlungen für die Verbesserung der Darstellungsformen vorgeschlagen, die die Usability von KM direkt verbessern können. Darüber hinaus werden bestehende Darstellungen hinsichtlich Schwachstellen vergleichend anhand ausgewählter Beispiele analysiert. Insbesondere werden folgende Forschungsfragen beantwortet:

- Wie können die Grundsätze der ISO 9241 in Bezug auf die Darstellung von KM eingesetzt werden?
- Welche Schwachstellen weisen bestehende Darstellungen von KM auf?

Es wird also die Usability der Darstellung von KM untersucht.

## Usability

Es existieren bereits unterschiedliche internationale Richtlinien, die ergonomische Anforderungen an Software und Hardware sowie an die Arbeitsumgebung definieren. Wird nun die KM als ein Produkt betrachtet [6], das es im Hinblick auf seine Gebrauchstauglichkeit zu verbessern gilt, so stellt sich die Frage, inwieweit die Standards auf dieses Produkt angewendet werden können. Die deutsche Fassung der Norm ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-Maschine-Interaktion“ [9] übersetzt den Begriff der Usability mit „Gebrauchstauglichkeit“ und definiert diese als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“ In der (Software-) Ergonomie gilt es, den Benutzer, die Aufgabe und das (interaktive) System und deren Beziehungen untereinander zu berücksichtigen, indem die Selbstbeschreibungsfähigkeit, die interne Konsistenz sowie die Transparenz sichergestellt und die sog. Passung optimiert werden [8], Bild 1.

Die Beziehung zwischen Aufgabe und System definiert die Funktionalität des Systems, inwieweit dieses also aufgabenrelevant und –angemessen ist und ob es die Arbeitsaufgaben angemessen wiedergibt. Das Maß, in dem der Benutzer fähig ist, die gestellten Aufgaben zu erfüllen, wird durch sein Verhältnis zur Aufgabe, d.h. durch die Aufgabenbewältigung bestimmt. Die Usability hingegen spiegelt die Beziehung zwischen dem (interaktiven) System und dem Nutzer wieder und meint vor allem die Benutzbarkeit / Gebrauchstauglichkeit, z.B. den Aufwand für die Bedienung des Systems. Die Bedienung und damit Nutzung des Systems KM werden u.a. durch die Darstellung beeinflusst, so dass zu untersuchen ist, inwie-

weit eine Standardisierung der Darstellung der KM in Lehr- und Handbüchern mittels prozess-ergonomischer Kriterien möglich ist und ob die derzeit übliche Darstellung diesen Kriterien und damit einer guten Benutzbarkeit entspricht. Aufbauend auf zusätzlichen Erkenntnissen aus der Lernpsychologie und Pädagogik werden Grundsätze für die Darstellung von KM erarbeitet.

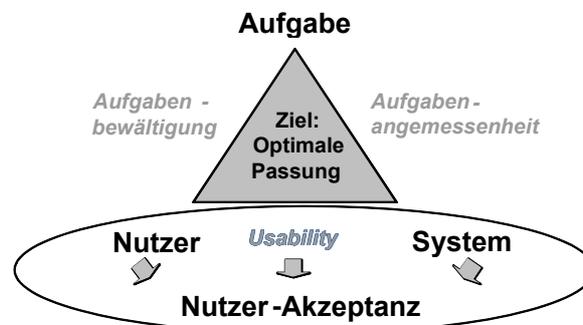


Bild 1: Rahmenbedingungen aus Benutzersicht (nach [8])

Eine gebrauchstaugliche Gestaltung steigert die Akzeptanz des Produktes ebenso wie die Zufriedenheit und Motivation der Nutzer; auch die Produktivität und die Effizienz nehmen zu. Eine Darstellung von KM, die den Kriterien der Usability entspricht, ist somit Voraussetzung für eine höhere Akzeptanz der KM.

## 2 Vorgehensweise

Ausgehend von den Grundsätzen der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241 [9, 10] wurden Gestaltungsempfehlungen abgeleitet, indem die softwarebezogenen Grundsätze mit Hilfe konstruktionsmethodischer Ansprüche modifiziert wurden. Dabei wurde als zusätzliche Interpretationshilfe für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit parallel das so genannte Hamburger Verständlichkeitskonzept aus der Psychologie herangezogen, welches in empirischen Untersuchungen entwickelt worden ist und in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Textmaterial Anwendung findet [19]. Die Anwendung der modifizierten Gestaltungsgrundsätze erfolgte dann im Sinne einer beispielhaften Betrachtung des Ist-Standes der Darstellung von KM in ausgewählter KM-Literatur [1, 13, 20, 21, 32]. Dabei wurde die Anwendbarkeit der modifizierten Grundsätze untersucht, inwieweit diese bereits erfüllt werden und wo noch Schwachstellen zusätzlichen Handlungsbedarf erzeugen. Die Analyse erfolgte teilweise iterativ, da der derzeit vorhandene Ist-Stand fortwährend mit dem gewünschten, durch die Gestaltungsempfehlungen definierten Soll-Stand verglichen wurde. Dabei sind zuerst die Einbindung der KM in den Produktentwicklungsprozess und die Schnittstellen zwischen den Konstruktionsmethoden analysiert worden. Im Fokus der Untersuchungen zu der Anwendung stand die Frage nach der Gebrauchstauglichkeit der KM. Ausgehend von einer Analyse der jeweiligen Struktur wurde die Einbettung des konstruktionsmethodischen Inhalts in den Produktentwicklungsprozess betrachtet.

## 3 Analyse vorhandener Gestaltungsstandards

Der vorliegende Beitrag befasst sich nicht mit den Inhalten oder der Sinnhaftigkeit von KM, sondern mit deren Darstellung und Beschreibung in ausgewählten wissenschaftlichen Ansätzen. Dabei erscheint eine Anwendung von Usability-Standards insofern vorteilhaft, als auf diesem Weg der Benutzer geschützt wird „vor solchen Produkten (...), die erfahrungsgemäß mit Nutzungsproblemen (...) verbunden sind“ [10]. Zudem wird durch die Konformität des Prozesses mit den ISO-Normen eine Grundlage gelegt, um die Ziele, also die Aneignung konstruktionsmethodischen Wissens, „effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“

[9]. Nach der DIN EN ISO 13407 [22] unterstützen benutzerorientierte Systeme den Benutzer und „motivieren zum Lernen“. Dabei werden als mögliche Vorteile „erhöhte Produktivität, gesteigerte Arbeitsqualität, (...) sowie verbesserte Zufriedenstellung der Benutzer“ genannt, was einer erhöhten Akzeptanz der KM gleich käme.

Problematische Aspekte beim Anwenden von Usability-Standards auf die Darstellung der KM sind jedoch auch zu berücksichtigen: Die ISO- Richtlinien 9241 sowie 13407 sind eigens für die Entwicklung und Evaluierung gebrauchstauglicher Softwareprodukte erarbeitet worden, was eine Überprüfung von Relevanz, Terminologie und Vollständigkeit erforderte. Darüber hinaus ist bei Printmedien im Gegensatz zur Software eine eindeutige Vorgabe zur Gestaltung der Inhalte nicht ohne Weiteres möglich, denn jeder potentielle Nutzer von z.B. Medien zu KM hat eine andere Herangehensweise an die Thematik und unterschiedliche Lesegewohnheiten.

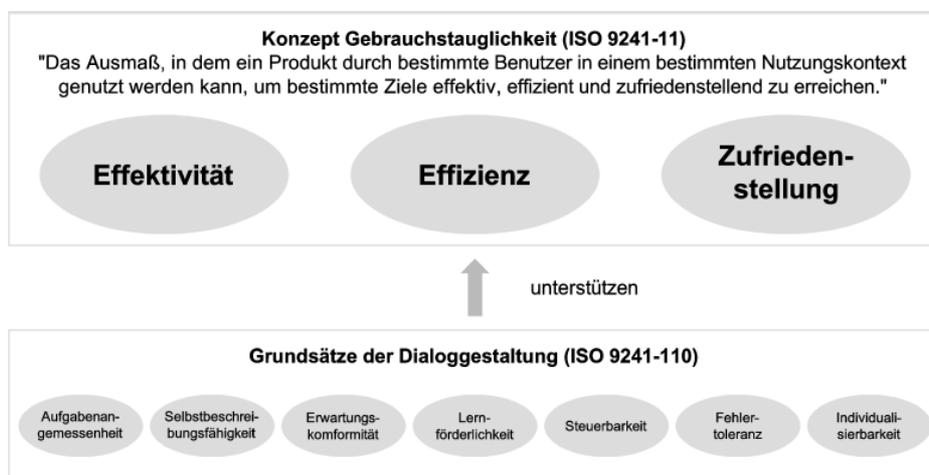


Bild 2: Beziehung zwischen ISO 9241-11 und ISO 9241-110 [10]

Die Grundsätze der Dialoggestaltung, Bild 2, wurden mit Hilfe des Hamburger Verständlichkeitskonzepts interpretiert [19]. Im Mittelpunkt dieses empirisch-induktiven Ansatzes stehen vier Verständlichkeitsdimensionen: *Einfachheit*, *Gliederung - Ordnung*, *Kürze - Prägnanz* sowie *zusätzliche Stimulanz*. Jeder dieser vier *Verständlichmacher* lässt sich an Hand von mehreren Unteraspekten näher definieren, die Beurteilung erfolgt auf einer fünfstufigen Skala. Eine Darstellung von Texten unter Berücksichtigung dieser Kriterien kann die Lehrinhalte dem Leser näher bringen und das Verständnis bei ihm fördern. Auf eine detaillierte Darstellung hierzu wird aber aus Platzgründen in diesem Text verzichtet, lediglich ein Beispiel (s. Bild 3) für die Vorgehensweise wird dargestellt.

### Aufgabenangemessenheit

Als aufgabenangemessen wird ein System definiert, welches „den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen“. Der Benutzer soll direkt und einfach zum Ziel der Aufgabe geführt werden, unnötige Arbeitsschritte sind zu vermeiden, denn sie können „zu verminderter Arbeitsleistung und unnötiger mentaler Belastung führen“ [9].

Die Anpassung des methodischen Vorgehens durch flexible Gestaltung des Methodeneinsatzes an die Konstruktionsart stellt eine wichtige Voraussetzung für eine aufgabenangemessene Darstellung dar. Ehrlenspiel kritisiert, dass in der VDI 2221 nicht deutlich wird, dass der dargestellte Ablauf „nicht generell gilt, sondern nur für Konstruktionsart Neukonstruktion, bei der eine neue prinzipielle Lösung gesucht wird“. Wird die Methodik unabhängig von den Rahmenbedingungen und der definierten Aufgabe vorgegeben, so kann sie „als unflexibel

und 'Zwangsjacke' empfunden werden und wird abgelehnt" [13]. Weitere, allgemeinere Empfehlungen sind in der *Dimension der Einfachheit*, aus dem Hamburger Verständlichkeitsmodell wieder zu finden, welches ausschlaggebend für die Verständlichkeit eines Textes ist. Die negative Ausprägung dieser Dimension stellt die Kompliziertheit dar, Bild 3.

Unabhängig davon, ob der dargestellte Sachverhalt schwierig ist, lässt sich mit einem einfachen Satzbau sowie eindeutiger Wortwahl (d.h. abstraktes, gelehrt wirkendes Sprach-niveau vermeiden, Terminologie definieren) die Verständlichkeit fördern. Auch zu berücksichtigen sind Kürze und Prägnanz; diese Dimension der Verständlichkeit stellt den Sprachaufwand ins Verhältnis zum Informationsziel. Das Erlernen der konstruktions-methodischen Arbeitsweise soll nicht unnötig viel Zeit kosten, dabei ist eine weitschweifige Ausdrucksweise ebenso zu vermeiden, wie zu kurze oder fehlende Erläuterungen.

Einfachheit	+2 +1 0 -1 -2	Kompliziertheit
einfache Darstellung		komplizierte Darstellung
einfache, kurze Sätze		lange, verschachtelte Sätze
geläufige Wörter		ungeläufige Wörter
Fachwörter erklärt		Fachwörter nicht erklärt
konkret		abstrakt
anschaulich		unanschaulich

Bild 3: Beispiel für die Bewertung der *Dimension der Einfachheit* (nach [19])

### Selbstbeschreibungsfähigkeit

Der Benutzer soll zu jeder Zeit durch handlungsbegleitende Anleitungen und Rückmeldungen wissen, wie er weiter vorzugehen hat. Des Weiteren sollte „die Notwendigkeit, Benutzer-Handbücher und andere externe Informationen heranzuziehen, minimiert sein“ [9]. Als eine Möglichkeit zur Erfüllung der Forderung nach Selbstbeschreibungsfähigkeit ist ein guter Überblick über die gesamten Arbeitsschritte, deren Schnittstellen und die Vernetzung der Schritte im Produktentwicklungsprozess mit den dazugehörigen Methoden zu nennen, so dass der Bezug zum Kontext gewährleistet wird.

Auch kann eine prozessorientierte Darstellung des methodischen Vorgehens und der logischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Methoden hilfreich sein. Hier bestehen bereits unterschiedliche Ansätze in der Konstruktionswissenschaft, z.B. Darstellung mittels eines SADT-Modells [23] oder mit Hilfe von Methodenbaukästen (z.B. in Literatur [1, 13] oder in Online-Portalen [24, 25, 26]).

### Erwartungskonformität

Das Produkt ist erwartungskonform, wenn es „den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht“ [9]. Auf Grund der sehr unterschiedlichen Voraussetzungen bei Nutzern von KM ist es schwierig, deren Erwartungen eindeutig zu definieren. Voraussetzung ist eine eindeutige Identifizierung bzw. Konkretisierung des Nutzungskontexts. Allgemein gilt aber, dass ein Vokabular eingesetzt werden sollte, welches dem Benutzer vertraut ist und seinem Wissensstand entspricht. Es sollten daher neben der Berücksichtigung des Fachwissens und der Erfahrungen des Nutzers besonders auch unternehmensspezifische Anforderungen und Voraussetzungen berücksichtigt werden [4] und dabei eine Anpassung an das (Vor-)Wissen des Nutzers [27] erfolgen.

Das Anknüpfen an vorhandenes Wissen ist ein wesentliches Gestaltungsmerkmal, welches das Aneignen des Lernstoffs fördert [26], und kann durch vier Möglichkeiten erfolgen [28]:

*Analogien und Vergleiche* greifen auf eine bekannte Struktur zurück und übertragen diese auf das neue Wissensgebiet. Auch der *Exkurs*, eine in sich abgeschlossene Abschweifung, knüpft an vorhandenes Wissen an. *Beispiele* können abstrakte Inhalte konkretisieren und veranschaulichen, wenn sie sich auf alltägliche oder berufliche Erfahrungen der Nutzer beziehen. *Kognitive Vorstrukturierungen* (Advance Organizer) fassen den folgenden Text zusammen, dienen dem Nutzer dabei als Orientierung und schaffen Verbindungen zwischen neuem und bereits vorhandenem Wissen.

### **Lernförderlichkeit**

Der Benutzer soll „beim Erlernen der Nutzung (...) unterstützt und an(ge)leitet“ werden. Dabei ist das Produkt so zu gestalten, dass es „sowohl für Anfänger als auch für erfahrene Nutzer geeignet ist“ [9]. Beim schnellen Einarbeiten in die Struktur und die abstrakten Inhalte von KM können Metaphern und Analogien die Anschaulichkeit erhöhen. Als prozedurales Wissen bedingt die KM ein besonderes didaktisches Konzept, das zuerst die Fachbegriffe und deren Zusammenhänge klärt, um dann das Wissen durch Beispiele und Transferaufgaben zu festigen [18]. Auch zusätzliche Stimulanz [28] kann wie auch semantische Redundanz (sinngemäße Wiederholungen) hilfreich sein. Besonders die Kombination von Text und Bild unterstützt den Lernprozess [18], d.h. die Aufnahme und Verarbeitung neuen Wissens, und stellt einen Erinnerungsvorteil gegenüber den rein verbalen Bezeichnungen eines Objektes dar [29].

### **Steuerbarkeit**

„Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist“ [9]. Während die bereits erwähnten Richtlinien sich in nahezu jedem beliebigen Nutzungskontext anwenden lassen, werden nun Grenzen des Transfers sichtbar, da im Fall der KM kein Dialog („Interaktion zwischen einem Benutzer und einem interaktiven System“ [9]) bzw. keine Mensch-System-Interaktion vorhanden ist. Bei Interpretation von *Steuerbarkeit* ist ein Zusammenhang zur Darstellung in Büchern insofern feststellbar, als auch hier eine „Bedienung“ benutzerfreundlich gestaltet werden kann, z.B. durch Marginalien wie Querverweise, Fußnoten, ein Glossar, aber auch durch eine Strukturierung der Inhalte, die es dem Nutzer ermöglicht, sich problemlos im Buch zurechtzufinden.

Die *Dimension der Gliederung und Ordnung* umfasst sowohl die äußere Gliederung eines Textes als auch seine innere Ordnung. Bei KM-Texten wird dies oft durch eine einführende sinnfällige Strukturierung als Überblick und Hinweis auf die Inhalte und zur Unterscheidung von Wesentlichem und Unwesentlichem realisiert. Vier verschiedene Arten von Zusammenfassungen sind für die Motivation des Nutzers und bei der Aneignung des Lernstoffs relevant [28]: (1) der vorangestellte Überblick, (2) der Rückblick, (3) das Epitom und (4) die räumliche Anordnung der Inhalte in Form von Charts. Diese wichtigen, die Steuerbarkeit konkretisierenden Gestaltungsmöglichkeiten gelten uneingeschränkt für alle Lehrbücher. Bei der Konstruktionswissenschaft sind allerdings weitere spezifische Anforderungen zu berücksichtigen: Die Steuerbarkeit wird hier in ganz besonderem Maße von der Anordnung der Konstruktionsmethoden untereinander und von deren logischer Verknüpfung zu einer methodischen Vorgehensweise, zu einer Methodik, bestimmt.

### **Fehlertoleranz**

„Das beabsichtigte Arbeitsergebnis soll trotz erkennbarer fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden“ [9]. Nicht immer führt eine systematische Arbeitsweise zum gewünschten Erfolg; aufgrund des heuristischen Charakters der KM kann das Erreichen des angestrebten Ziels nicht sicher gewährleistet werden, verläuft aber „zielstrebig, sicherer bzw. effektiver“ [12]. Methodi-

ches Vorgehen stellt somit bereits in sich einen Vorteil gegenüber einer unstrukturierten Vorgehensweise dar. Andreasen [5] spricht in diesem Zusammenhang von „softness of methods, which shows its consequences when methods are used wrongly, but apparently can lead to meaningful results“. Die Fehlertoleranz liegt somit in dem Wesen der KM begründet. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Methoden „adäquat angewendet“ werden [12]. Auch Cross [20] weist darauf hin, dass bei einem allzu nachlässigen Einsatz von Konstruktionsmethoden kein besonderer Vorteil zu erwarten ist. Der Grundsatz der Fehlertoleranz kann auch durch Aufgaben zur Vertiefung des Erlernten relativiert werden. Hier entspricht zum einen die Bereitstellung von Hilfestellungen, die die Lösung erleichtern, zum anderen die Angabe der richtigen Antwort dem Prinzip der Fehlertoleranz.

### Individualisierbarkeit

Die Benutzer sollen „die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen“ [9], d.h., das Niveau der Lehrinhalte ist entsprechend dem Wissensstand der Nutzer zu gestalten, z.B. ein „gestuftes Hilfe-System für den Anfänger, den Gelegenheitsnutzer und Dauernutzer“ [11] oder die Verwendung von modularen, szenariospezifischen Lehrmitteln, die individuelles Wissen des Nutzers und des Kontexts [27] und damit auch anwenderspezifische Kriterien (z.B. für Methodenanfänger, -erfahrene und -experten [30]) berücksichtigen.

## 4 Gestaltungsempfehlungen

Aus der Analyse von ISO-Normen für Usability sind Gestaltungsempfehlungen für eine verbesserte, benutzerfreundlichere Darstellung der Konstruktionsmethoden abgeleitet worden, Bild 4. Die Usability der Darstellung lässt sich demnach durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Gestaltungsmerkmalen erhöhen; im Vordergrund stehen dabei stets Verständlichkeit, Übersichtlichkeit sowie die Motivation des Lesers.

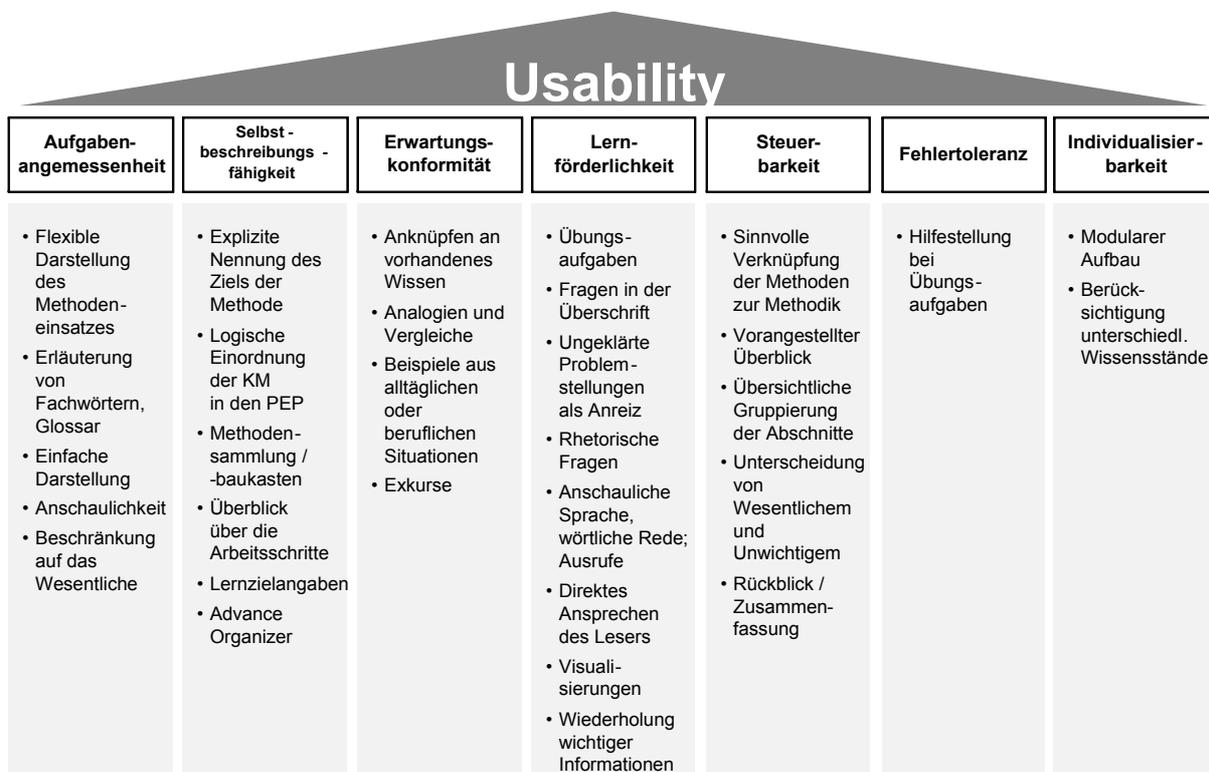


Bild 4: Empfehlungen für die Verbesserung der Usability der Darstellung von KM

Neben einer logischen und nachvollziehbaren Strukturierung der Inhalte, die dem Nutzer Orientierung verschafft und sich durch Einleitungen, Überblicke, Lernzielangaben und Zusammenfassungen auszeichnet, ist gleichzeitig ein modularer, individualisierbarer Aufbau von Bedeutung, welcher die nutzerspezifischen Voraussetzungen berücksichtigt. Auch Übungsaufgaben sowie die Erläuterung von Fachvokabular und eine Methodensammlung tragen zu einem höheren Verständnis der Inhalte bei. Zusätzlich steigern Visualisierungen, anschauliche Beispiele aus dem Alltag oder der Berufswelt des Nutzers sowie interessante Problemstellungen aus der industriellen Praxis die Motivation und damit die Lernförderlichkeit.

## 5 Anwendung der Gestaltungsempfehlungen

Die Umsetzung der erarbeiteten Empfehlungen für eine verbesserte Usability ist beispielhaft an ausgewählter KM-Literatur [1, 13, 20, 21, 32] untersucht worden. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Analyse. Hierbei symbolisiert ein „+“ die Erfüllung der Empfehlung in allen untersuchten Büchern, es ist hier kein Handlungsbedarf notwendig. Eine Umsetzung der aufgestellten Kriterien in nur einigen wenigen Medien wird durch ein „+/-“ verdeutlicht, in diesen Fällen bestehen durchaus noch Optimierungsmöglichkeiten. Ist ein „-“ vergeben worden, so verweist dies auf ein Defizit, welches im gesamten Spektrum der untersuchten Fachliteratur festgestellt worden ist. Hier besteht das größte Verbesserungspotential.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Analyse bestehender KM

<b>Aufgabenangemessenheit</b>	Flexible Darstellung des Methodeneinsatzes	+/-
	Erläuterung von Fachwörtern, Glossar	+/-
<b>Selbstbeschreibungsfähigkeit</b>	Explizite Nennung des Ziels der Methode	+/-
	Logische Einordnung der KM in den PEP	+
	Methodensammlung / -baukasten	+/-
	Überblick über die Arbeitsschritte	+/-
	<b>Lernzielangaben</b>	-
	Advance Organizer	+/-
<b>Erwartungskonformität</b>	<b>Analogien und Vergleiche</b>	-
	Beispiele aus alltäglichen oder beruflichen Situationen	+/-
	<b>Exkurse</b>	-
<b>Lernförderlichkeit</b>	<b>Übungsaufgaben</b>	-
	<b>Ungeklärte Problemstellungen als Anreiz</b>	-
	<b>Bezüge, Berichte aus der Praxis</b>	-
	Direktes Ansprechen des Lesers	+/-
	<b>Anschauliche Sprache, wörtliche Rede, Ausrufe</b>	-
	Direktes Ansprechen des Lesers	+/-
<b>Steuerbarkeit</b>	Wiederholungen wichtiger Informationen	+/-
	Vorangestellter Überblick	+
	Übersichtliche Gruppierung der Abschnitte	+/-
<b>Fehlertoleranz</b>	Rückblick / Zusammenfassung	+/-
	<b>Hilfestellung bei Übungsaufgaben</b>	-
<b>Individualisierbarkeit</b>	Modularer Aufbau	+/-
	Berücksichtigung unterschiedlicher Wissensstände	+/-

Besonders auffällig sind in diesem Zusammenhang die Mängel in der Umsetzung von stimulierenden und motivierenden Gestaltungsmerkmalen, die der Lernförderlichkeit dienen sollen;

oftmals wird kein Bezug der Inhalte zur beruflichen und alltäglichen Praxis hergestellt. Nicht vorhanden in der gängigen Fachliteratur zu KM sind ebenfalls Übungsaufgaben, obwohl diese ein einfaches Mittel darstellen, um die Usability der Darstellung zu verbessern.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Hinsichtlich der ersten Forschungsfrage:

- Wie können die Grundsätze der ISO 9241 in Bezug auf die Darstellung von KM eingesetzt werden?

kann konstatiert werden, dass aus der Analyse der softwarebezogenen ISO-Norm für Usability von Mensch-Maschine-Interaktion Gestaltungsempfehlungen für eine verbesserte, benutzerfreundlichere Darstellung von KM abgeleitet werden konnten, die die Wichtigkeit eines logischen Aufbaus verdeutlichen, den Nutzern Orientierung schaffen, aber gleichzeitig flexiblen Spiel- und Handlungsraum bieten. Die Anwendung der Gestaltungsempfehlungen wurde anhand von ausgewählten KM-Lehrbüchern erprobt. Dabei konnte für die zweite Forschungsfrage:

- Welche Schwachstellen weisen bestehende Darstellungen von KM auf?

festgestellt werden, dass vielen Gestaltungsempfehlungen bereits entsprochen wird, aber auch diverse Defizite bei der bisherigen Darstellung detektiert werden konnten, wie z.B. unzureichende Lernzielangaben, Beispiele und Übungsaufgaben. Auch kann die Motivation der Nutzer durch größeren Praxisbezug, anschaulichere Sprachwahl und durch Exkurse und ungeklärte Problemstellungen als Anreiz erhöht werden.

In weiteren Untersuchungen werden die Gestaltungsempfehlungen auch zur Analyse von Methoden und deren Schnittstellen sowie auch bei verfügbaren Online-Portalen zur KM eingesetzt, sie können aber bereits derzeit in Form einer Checkliste bei der Erstellung von Lehrmaterial zur KM verwendet werden.

## 7 Literatur

- [1] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Pahl / Beitz Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung - Methoden und Anwendung. Berlin, 7. Aufl. 2006.
- [2] Pannenbäcker, T.: Methodisches Erfinden in Unternehmen. Gabler Wiesbaden 2001.
- [3] Rutz, A.: Akzeptanz und Transferfragen beim methodischen Konstruieren in der Industrie. In: Pahl, G. (Hrsg.): Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren. Köln 1994.
- [4] Jänsch, J.: Akzeptanz und Anwendung von Konstruktionsmethoden im industriellen Einsatz - Analyse und Empfehlungen aus kognitionswissenschaftlicher Sicht. In: VDI-Reihe 1, Nr. 396. Bensheim 2007.
- [5] Andreasen, M.M., "Improving Design Methods' Usability by a Mindset Approach"- Human Behaviour in Design, Lindemann, U., Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 2003.
- [6] Schmidt-Kretschmer, M.; Blessing, L.: Strategic Aspects of Design Methodologies: Understood or Underrated. In: Marjanovic, Dorian (Hrsg.): DESIGN 2006, Dubrovnik, Croatia 2006, S. 125- 130.

- [7] Birkhofer, H.; Bierhals, R.; Badke-Schaub, P.; Geis, C.; Schuster, I.: Methods in practice - a study on requirements for development and transfer of design methods. In: Marjanovic, Dorian (Hrsg.): DESIGN 2008, Dubrovnik, Croatia 2008, S. 369- 376.
- [8] Frese, M.; Brodbeck, F.: Computer in Büro und Verwaltung. Psychologisches Wissen für die Praxis. Berlin: Springer Verlag 1989.
- [9] DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze; Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:1998. Berlin: Beuth 1998.
- [10] DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006. Berlin: Beuth 2006.
- [11] Pahl, G.: Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren. TÜV-Rheinland, Köln 1994.
- [12] Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften. Berlin: Springer-Verlag 1990.
- [13] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. München, 2. Aufl. 2003.
- [14] Reinicke, T.: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzerintegration in der Produktentwicklung: Eine Systematik zur Anpassung von Methoden zur Nutzerintegration. Berlin: Verlag Dr. Hut. 2004.
- [15] Weigt, M.: An information- centred approach to the development and implementation of design methods. In: Proceeding of the 15th International Conference on Engineering Design ICED'05, Melbourne 2005.
- [16] Lindemann, U.: Flexible adaptation of methods within the design process. In: Marjanovic, Dorian (Hrsg.): DESIGN 2002, Dubrovnik, Croatia 2002, S. 81- 86
- [17] Perleth, C.; Ziegler, A.: Pädagogische Psychologie. Grundlagen und Anwendungsfelder. Bern: Huber. 1999.
- [18] Jänsch, J.; Sauer, T.; Walter, S.; Birkhofer, H.: User-Suitable Transfer of Design Methods. In: Proceeding of the 14th International Conference on Engineering Design ICED'03, Stockholm, Sweden 2003.
- [19] Langer, Inghard, Friedemann Schulz von Thun und Reinhard Tausch (1993): Sich verständlich ausdrücken, 5., verbesserte Aufl., München: Ernst Reinhardt Verlag 1993.
- [20] Cross, N.: Engineering design methods: Strategies for Product Design. Chichester, UK: Wiley, 2000.
- [21] Otto, K.; Wood, K.: Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 2001.
- [22] DIN EN ISO 13407: Benutzer- orientierte Gestaltung interaktiver Systeme (ISO 13407: 1999); Deutsche Fassung EN ISO 13407:1999. Berlin: Beuth 1999.
- [23] Ross, D.T.: Structured Analysis (SA): A Language for Communicating Ideas; IEEE Transactions of Software Engineering, Vol. 3, No. 1, 1977.
- [24] <http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/map.html>
- [25] <http://gina.ikmfbs.ing.tu-bs.de/Main/>
- [26] <http://www.cidad.de/portal/>

- [27] Lenhart, M.; Weber, H.; Birkhofer, H.: Modularisation of product development content - providing user - suitable documents In: Marjanovic, Dorian (Hrsg.): DESIGN 2008, Dubrovnik, Croatia 2008, S. 825- 832
- [28] Ballstaedt, S.-P.: Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterial. Weinheim: Psychologie Verlags Union 1997.
- [29] Paivio, A.: Imagery and Verbal Processes. New York 1971.
- [30] Braun, Th. E.: Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld. Diss. TU München 2005.
- [31] Schneider, M.: Methodeneinsatz in der Produktentwicklungs-Praxis, Fortschrittsberichte VDI, Nr. 346, 2001.
- [32] Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte. Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2005.

Dr.-Ing. Michael Schmidt-Kretschmer  
Konstruktionstechnik und Entwicklungsmethodik  
TU Berlin, Str.d.17.Juni 135  
D-10623 Berlin  
Tel: +49-030-314-28434  
Fax: +49-030-314-26481  
Email: michael.schmidt-kretschmer@ktem.tu-berlin.de  
URL: <http://www.ktem.tu-berlin.de>

