

MERKMALLEXIKON: ERSTELLUNG UND ANWENDUNG EINER FORMALEN UND FIRMENÜBERGREIFENDEN BEGRIFFSWELT

Rolf-Dirk Kasan

Die Frage, ob das rechnerunterstützte Konstruieren in die Unternehmen Einzug erhalten hat, kann mit einem klaren „Ja“ beantwortet werden. Die Frage, in welchem Umfang der Rechner beim Konstruieren eingesetzt wird, ist ungleich schwerer zu beantworten. Es beschränkt sich i. A. auf das rechnerunterstützte Dokumentieren bzw. das Ausarbeiten einer Konstruktion, die Übergabe von Konstruktionsergebnissen an die Fertigung und die Dimensionierung von Einzelteilen. Dies ermöglichen Werkzeuge (Software-Produkte) wie FEM, CAD-, PPS- oder EDM-Systeme. Diese speichern ein Konstruktionsergebnis in der Sprache des Rechners. Bis heute gibt es in der Praxis allerdings keinen firmenübergreifenden Konsens darüber (bzw. keine allgemeingültige Lösung dafür), wie Konstruktionswissen auf dem Rechner in der Praxis abzubilden ist, damit es während des Konstruierens (im Alltag) rechnerunterstützt eingesetzt werden kann.

Die Situation in den Betrieben schildert sich daher wie folgt: Es liegen eine Vielzahl von Konstruktionen in den Datenbasen der Firmen vor, der gezielte Zugriff auf diese enormen Datenmengen ist für den Konstrukteur so gut wie unmöglich, da die Konstruktionen in der Sprache des Rechners und nicht in der Sprache des Konstrukteurs abgelegt sind. Das Suchen nach Wiederholteilen oder das Ordnen der vorhandenen Konstruktionen nach konstruktionsrelevanten Kriterien ist nicht vorgesehen bzw. mit einem nicht bezahlbaren Aufwand verbunden. Insbesondere für Firmen, die sich auf bestimmte Produkte bzw. Produktreihen spezialisiert haben, ist dieser Zustand unbefriedigend. Sie hätten gerne ein Konstruktionssystem, welches Konstrukteure unterstützt, bestehende Konstruktionsergebnisse bzw. vorhandenes Konstruktionswissen (das bei früheren Konstruktionen gesammelt wurde) wieder anzuwenden, um Produkte zu modifizieren, um Weiterentwicklungen zu betreiben oder um spezifische Kundenanforderungen zu erfüllen.

1 Das Problem

Durch die rechnerunterstützte Dokumentation von Konstruktionsergebnissen stehen Daten in nahezu unvorstellbarem Ausmaß zu Verfügung. Diese sind geeignet, die automatisierte Fertigung z. B. mit CNC-Daten zu unterstützen. Die während der Konstruktionsprozesse gewonnenen Erkenntnisse fließen allerdings nicht in die Dokumentation der Konstruktion ein, sie werden nicht auf dem Rechner abgebildet und stehen folglich auch nicht für spätere Konstruktionen zur Verfügung. Detailliertes Konstruktionswissen steht somit nur personenbezogen zur Verfügung. Der Rechner wird bei der Wissensakquisition bisher nur begrenzt eingesetzt.

Dieser Zustand ist für den Konstrukteur unbefriedigend, denn bereits bei den allgemeinen Arbeitsmethoden wurde festgestellt, daß eine Systematisierung und geordnete Darstellung von Informationen bzw. Daten in zweierlei Hinsicht sehr Hilfreich sind. Einerseits regt ein Ordnungsschema zum Suchen nach weiteren Lösungen in bestimmten Richtungen an, andererseits wird das Erkennen wesentlicher Lösungsmerkmale und entsprechender Verknüpfungsmöglichkeiten erleichtert /2/.

2 Ein Lösungsansatz

Eine Möglichkeit zur Lösung des Problems ist die Einführung eines Merkmal-Lexikons. Es soll abteilungsübergreifend definierte Merkmale zur Verfügung stellen, die geeignet sind, zur

Beschreibung der Charakteristika einer Konstruktion. Weiterhin sollen sie die Abbildung von Wissen in Form von Algorithmen, Programmen, Regeln, Tabellen usw. zu ermöglichen.

Voraussetzung für ein Merkmal-Lexikon ist eine eindeutige Definition des Begriffs „Merkmal“. Bis heute hat sich jedoch leider noch keine einheitliche Definition für diesen Begriff etabliert. So wird in VDI 2221 weder der Begriff „Merkmal“ noch der Begriff „Eigenschaft“ definiert, obwohl diese für die Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte eine wesentliche Bedeutung haben. Vielmehr herrscht heute eine Begriffsflut vor. Nachfolgende Begriffe werden häufig synonym zum Begriff „Merkmal“ verwendet oder aber es werden unterschiedliche Kriterien zur Klassifizierung von Merkmalen angewendet:

• Äußere Eigenschaften	• Parameter	• Eigentümlichkeit
• Innere Eigenschaften	• Funktions-Parameter	• Charakter
• Charakt. Eigenschaften	• Gestalt-Parameter	• <i>Properties</i>
• Merkmale	• Technologie-Parameter	• <i>Characteristics</i>
• Haupt-Merkmale	• Organisations-Parameter	• ...
• Sachmerkmale	• Attribute	•
• Relationsmerkmale	• Variablen	•
• Geometrie-Merkmale	• Argumente	•

All diese Begriffe sind vorzufinden, wenn wir Konstruktionswissen auf dem Rechner abbilden. So können Variablen von Programmen als Merkmale bezeichnet, die Parameter von konstruktiven Elementen als Merkmale abgebildet werden, die Argumente von Regeln (im Sinne der Prädikatenlogik) als Merkmale interpretiert und ein Tabellenkopf kann als eine Liste von Merkmalen aufgefaßt werden. /3/ Ein Algorithmus besteht in diesem Sinne aus Merkmalen, die durch mathematische Operatoren miteinander verknüpft sind. Eine Konstruktion (Technisches System) kann durch eine Menge von Merkmalen und den zugehörigen Werten vollständig beschrieben werden.

Die herausragende Bedeutung von Merkmalen und die nicht einheitliche Terminologie bzw. Klassifizierung kann durch Literaturstellen belegt werden:

Hubka und Eder schreiben in ihrem Buch „Einführung in die Konstruktionswissenschaft“: „Eigenschaften (Attribute) der technischen Systeme sind alle Merkmale, die dem Objekt wesentlich zugehören /1/. Das Objekt besitzt die Eigenschaften (sie sind dem Objekt eigen)“. Im Zusammenhang mit der Eigenschaftstheorie stellen Hubka und Eder fest, „daß jedes technische System alle Arten von Eigenschaften trägt. Man kann zwischen äußeren und inneren Eigenschaften unterscheiden. Das realisierte technische System besitzt also alle Eigenschaften/Merkmale, gleich ob sie geplant, überlegt worden sind oder nicht“. Hervorzuheben ist die Aussage, daß ein technisches System nur wegen bestimmter gewünschter Eigenschaften gebaut, benutzt und bewertet wird. Hubka und Eder verwenden die Begriffe „Eigenschaft“, „Attribut“ und „Merkmal“ synonym.

Pahl/Beitz schreiben in ihrem Buch über den Begriff „Eigenschaft“: „In der Konzeptphase lassen sich nicht alle Eigenschaften quantifizieren, die qualitativen Aussagen müssen dann wenigstens verbal ausgedrückt werden, um sie den Wertvorstellungen zuordnen zu können.“

Hervorzuheben ist, daß mit Eigenschaften die Anforderungen an ein zu konstruierendes technisches Gebilde dokumentiert werden und daß in der Konzeptphase weitere Eigenschaften einer Konstruktion festgelegt werden.

Eine Definition für den Begriff „Eigenschaft“ geben Pahl/Beitz in ihrem Buch nicht. Ausführlicher gehen sie auf den Begriff „Merkmal“ ein, sie unterscheiden zwischen geometrischen und stofflichen Merkmalen.

Pahl/Beitz definieren z. B. folgende Merkmaldefinitionen mit dazugehörigen Merkmalausprägungen (Wertebereichen):

- Für die Merkmaldefinition „Wirkgeometrie“ die Merkmalausprägungen „Punkt“, „Linie“, „Fläche“, „Körper“;
- Für die Merkmaldefinition „Form“ den Wertebereich „Rundung“, „Kreis“, „Ellipse“, „Hyperbel“ usw.;
- Für die Merkmaldefinition „Lage“ den Wertebereich „axial“, „radial“, „tangential“ usw.;
- Für die Merkmaldefinition „Wirkbewegungsart“ den Wertebereich „ruhen“, „translatorisch“ usw.;
- Für die Merkmaldefinition „Wirkbewegungsform“ den Wertebereich „gleichförmig“, „ungleichförmig“, „oszillierend“ usw.;
- Für die Merkmaldefinition „Wirkbewegungsrichtung“ den Wertebereich „in x-Richtung“, „um die x-Achse“ usw.;

Pahl/Beitz definieren weiterhin eine Leitlinie mit Hauptmerkmalen zum Bewerten in der Konzeptphase. Hauptmerkmale werden definiert für Funktion, Wirkprinzip, Gestalt, Sicherheit, Ergonomie, Fertigung, Kontrolle, Montage, Transport, Gebrauch, Instandhaltung, Recycling, Aufwand usw. Pahl/Beitz zeigen weiterhin, wie kennzeichnende Merkmale im Zusammenhang mit den wesentlichen Konstruktionsstufen technischer Gegenstände erkannt und zugeordnet werden.

Finkenwirth verwendet anstatt des Begriffs „Merkmal“ den Begriff „Parameter“. Diesen verwendet er, um Gestalt-, Technologie-, Funktions- und Organisationsmerkmale zu definieren, die als Basiselemente zur Dokumentation von Konstruktionsergebnissen aber auch zur Abbildung von Konstruktionswissen dienen /4/.

Die Ausführungen von Hubka, Pahl, Beitz und Finkenwirth zu dem Begriff „Merkmal“ zeigen, welche wesentliche Bedeutung der Begriff „Merkmal“ für den Konstruktionsprozeß besitzt - von den frühen bis zu späten Phasen.

Um so erstaunlicher ist es, daß bis heute keine eindeutigen Definitionen bzw. Abgrenzungen für die Begriffe „Merkmal“, „Attribut“, „Eigenschaft“, „Variable“ und „Parameter“ in der Konstruktionswissenschaft vorliegen.

Es stellt sich die Frage, ob es zulässig ist, die Begriffe synonym zu verwenden bzw. worin die Unterschiede bestehen.

Generell gilt, daß mit Hilfe dieser Begriffe umfangreiches Konstruktionswissen auf dem Rechner abbildbar ist. In den nachfolgenden Ausführungen wollen wir uns auf den Begriff „Merkmal“ beschränken.

Abbildung 1 zeigt in Anlehnung an ISO 13584, was unter einem Merkmal verstanden werden soll und wie ein Merkmal formal definiert werden kann /5/

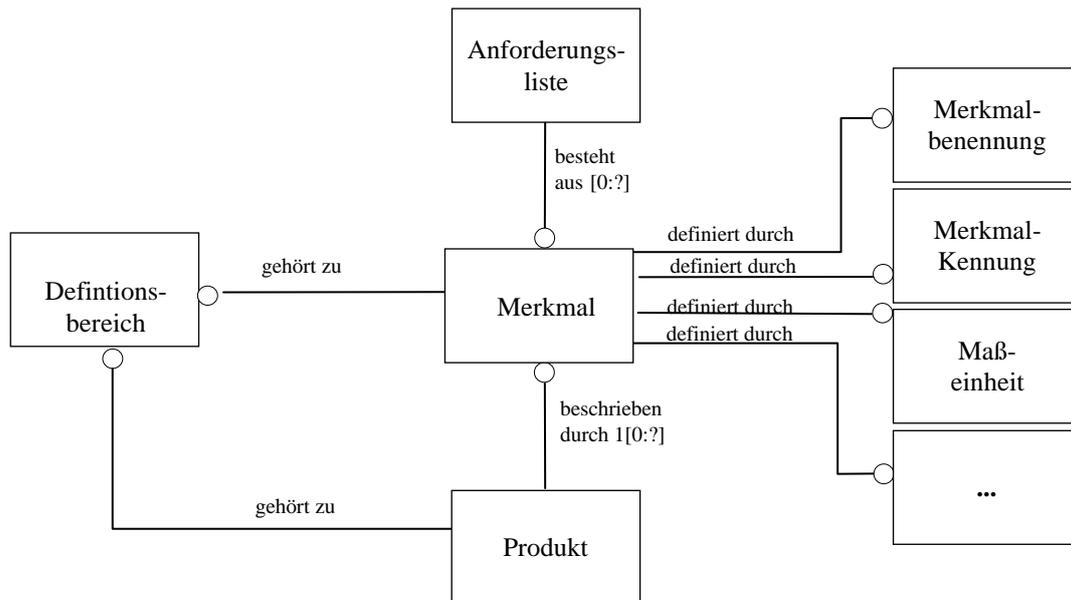


Abbildung 1: Formale Definition von Merkmalen

Jedes Merkmal hat einen Geltungsbereich/Definitions-bereich. Ein Definitions-bereich kann z. B. eine Produktkategorie sein. So gibt es für die Produktkategorie „Wälzlager“ die Merkmale „Tragzahl“, „Drehzahl“, „Hüllkreisdurchmesser“, „Lagerluft“ usw.

Um ein solches Merkmal zu definieren gibt es Attribute. Sie legen fest, welche Informationen erforderlich sind, wenn ein Merkmal definiert wird. So besitzt jedes Merkmal eine Benennung, eine Kennung, eine Maßeinheit, einen Wertebereich usw.

Nach dieser Definition sind also Attribute die Eigenschaften von Merkmalen, während Merkmale die Eigenschaften von Produkten beschreiben.

Merkmale, die nach ISO 13584 definiert werden, können dann von allen Firmen in allen Phasen sowohl zur Dokumentation von Konstruktionsergebnissen als auch zur Abbildung von Konstruktionswissen auf dem Rechner verwendet werden.

Konstruktionswissen wird in Form von Regeln, Algorithmen, Tabellen, Programmen, Methoden, konstruktiven Elementen usw. abgelegt.

Konstruktive Elemente werden insbesondere zur Dokumentation von Konstruktionsergebnissen (in Form von Funktionsstruktur, Bauteilen, technischen Systemen usw.) angewendet.

3 Resümee

Durch die Definition von Merkmalen nach den Vorgaben eines Standards (ISO 13584) können Merkmal-Definitionen zwischen Firmen ausgetauscht werden. Sie sind die Basiselemente zur Dokumentation von Konstruktionsergebnissen auf Sprachebene des Konstrukteurs. Sie sind weiterhin geeignet für die Abbildung von Konstruktionswissen auf dem Rechner.

Jedes Merkmal ist einem Definitions-bereich zugeordnet, welcher die Anwendungsmöglichkeiten eines Merkmals festlegt. Die Definition von Merkmalen mit Bezug zu einem Definitions-bereich hat grundlegende Auswirkungen beim Aufbau von Wissensbasen, deren Aufbau die Industrie (INA, Zeiss, Mercedes-Benz, WMF, Siemens, ...) in Form eines Merkmal-Lexikons dieser Tage beginnt.

Insbesondere die firmenübergreifende Zusammenarbeit beim Aufbau des Merkmal-Lexikons wirft eine Menge Fragen auf, die von der Konstruktionswissenschaft zu lösen sind.

4 Literatur

- /1/ Huka, V.; Eder W. E.: Einführung in die Konstruktionswissenschaft - Übersicht, Modell, Ableitungen. Springer-Verlag, 1992.
- /2/ Pahl, G., Beitz W.: Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung. 3. Auflage, Springer-Verlag, 1993.
- /3/ DIN 4000: Sachmerkmal-Leisten - Begriffe und Grundsätze. Beuth-Verlag, Berlin 1992.
- /4/ Finkenwirth, K.-W.: Fertigungsgerechtes Konstruieren mit CAD-Konzept eines Konstruktionssystems zur Informationsverarbeitung mit CAD-Systemen, Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 1990
- /5/ ISO 13584, Par10: Industrial automation systems and integration parts library – Conceptual Model of Parts Library, Beuth-Verlag, Berlin 1996

Rolf-Dirk Kasan
INA Werk Schaeffler KG
Industriestr-1-4
D-91074 Herzogenaurach
Phone: +Germany/9132/82-2951
E-Mail: kasadi@kat.ina.de