

EIN WEBBASIERTES PROJEKTIERUNGSWERKZEUG FÜR DIE HYDROSTATIK

Dipl.-Ing. Jens Schmidt, Prof. Dr.-Ing. D. G. Feldmann

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird das Konzept eines auf Produktmodellen basierenden Projektierungswerkzeugs für hydrostatische Systeme vorgestellt. Das Werkzeug ermöglicht dem Projektteur ein methodisches Vorgehen und ist insbesondere für den Einsatz in den frühen Phasen der Produktentwicklung konzipiert. Durch das Werkzeug wird die Aufgabenerfassung, die Lösungsfindung durch Bereitstellung von Projektierungserfahrung und die Schaltplanerstellung sowie die Geräteauswahl, Simulation und Fehleranalyse unterstützt.

1 Ausgangssituation

Angesichts des verschärften globalen Wettbewerbs stehen Industrieunternehmen zunehmend unter erhöhtem Zeit-, Kosten- und Innovationsdruck. Mangelhafte Projektorganisation, unklar definierte Prozessabläufe und eine fehlende Unterstützung der interdisziplinären Zusammenarbeit der an der Entwicklung des Produkts beteiligten Personen führen, wie auch die unzureichende Anwendung von Produktentwicklungsmethoden, zu einer Verlängerung der Entwicklungszeiten und hemmen die Entwicklung neuartiger, qualitativ hochwertiger Produkte. Eine erfolgreiche Produktentwicklung erfordert eine ganzheitliche Betrachtung des Entwicklungsprozesses und eine durchgängige und methodische Unterstützung aller Produktentwicklungsphasen [1], [2], [3], angefangen von der Aufgabenerfassung und -klärung, über die Lösungssuche, bis hin zum Entwurf und der Ausarbeitung der besten Lösungsvariante.

Die heutige Situation der nicht durchgängig unterstützten Produktentwicklung findet sich neben anderen auch in der Hydraulikbranche wieder. Kennzeichnend für diese Wachstumsbranche ist das große Einsatzspektrum der hydrostatischen Anlagen, die nahezu in jeder modernen Arbeitsmaschine Verwendung finden, sei es im mobilen oder stationären Einsatz. Die Bandbreite der Anwendungen reicht von der Realisierung extrem hoher Kräfte und Drehmomente, etwa in der stahl- und kunststoffverarbeitenden Industrie, bis hin zu hochdynamischen und kompakten Stellsystemen in der Luft- und Raumfahrt oder der Automobilindustrie. Je nach Anwendung besteht eine solche hydrostatische Anlage aus Komponenten wie hydrostatischen Pumpen und Motoren, Steuer- und Regelungselementen, Rohrleitungen, Druckspeichern und Komponenten zur Konditionierung der für die Energieübertragung eingesetzten Druckflüssigkeiten.

Diese Anlagen werden in Abhängigkeit der Anzahl der zu erfüllenden Produktfunktionen zunehmend komplex und dadurch für den einzelnen Produktentwickler und für das Entwicklungsteam schnell unübersichtlich. Die fehlende Transparenz im Produktentwicklungsprozess und eine oftmals unvollständige Aufgabenstellung führen häufig zu Verzögerungen in der Markteinführung und zu Qualitätseinbußen. Obwohl bei derart komplexen Produkten eine systematische Herangehensweise an das Entwicklungsproblem sinnvoll wäre, kommt die Konstruktionsmethodik bisher kaum zum Einsatz. Die Ursache hierfür ist zum einen in der historisch gewachsenen Arbeitsweise der Konstrukteure zu suchen, bei der eine abstrakte Aufgabenstellung möglichst schnell in "fassbare" Komponenten und Baugruppen umgesetzt wird, um vertraute Arbeitsweisen und Werkzeuge anwenden zu können. So wird beispielsweise bereits in der frühen Entwicklungsphase mit der CAD-Modellierung und der Auswahl von Komponenten und Baugruppen begonnen, anstatt lösungsneutrale Überlegun-

gen zu den funktionalen Zusammenhängen anzustellen, was ein breiteres Lösungsspektrum eröffnen würde. Zum anderen sind die Konstrukteure oftmals durch Termindruck des Kunden zu schneller Ausarbeitung gezwungen, was wiederum dazu führt, dass auf eine systematische Klärung der Aufgabenstellung und auf eine funktionale Betrachtung der Anforderungen verzichtet wird. Diese vermeintliche Beschleunigung des Entwicklungsprozesses ist ein Trugschluss, da Beispiele aus der Praxis belegen, dass durch einen zeitlichen Mehraufwand in den frühen Entwicklungsphasen, Iterationszyklen in den späten Phasen vermieden werden können, was schließlich die Gesamtentwicklungszeit verkürzt [1], [4].

2 Anforderungen an das Projektierungswerkzeug

Die Anforderungen an das zu entwickelnde Projektierungswerkzeug wurden unter den Gesichtspunkten abgeleitet, dass einerseits die bewährten Arbeitsinhalte und -abläufe des herkömmlichen Projektierung erhalten bleiben und andererseits neue Methoden und Werkzeuge zur Schließung der Lücken im rechnerunterstützten Vorgehen entwickelt werden sollten. Es wurden die folgenden vordringlichen Anforderungspunkte aufgestellt:

- Definition eines Projektierungsprozesses für hydrostatische Anlagen unter Beibehaltung der bewährten Arbeitsinhalte aus den verschiedenen Projektierungsphasen.
- Durchgängiger Einsatz der Konstruktionsmethodik und Bereitstellung von Projektierungserfahrung aus Vorgängerprojekten zur systematischen Erzeugung mehrerer Lösungskonzepte.
- Steuerung des Projektierungsprozesses mittels durchgängiger Rechnerunterstützung; die Vorgabe der Projektierungsschritte soll nicht „starr“ sein, sondern muss auf Basis der Produkthanforderungen und des erreichten Entwicklungsstands erfolgen.
- Phasenübergreifende und konsistente Archivierung aller Informationen und Entscheidungsgrundlagen zu einem Produkt und damit kontinuierliche Erweiterung der Wissensbasis des Unternehmens; die Wissensakquisition und -bereitstellung muss dabei in der „Sprache“ der Mitarbeiter erfolgen.
- Verstärkung der Rechnerunterstützung in den frühen Phasen, insbesondere der Aufgabenerfassung und -klärung und bei der Bewertung der im Rahmen der Lösungsfindung erzeugten Anlagenkonzepte.
- Schaffung einer webbasierten Projektierungsplattform zum verteilten Arbeiten am Produkt durch Integration aller Einzelwerkzeuge; z.B. Integration eines markterprobten Werkzeugs zur Schaltplanerstellung und Systemsimulation.
- Schaffung einer über die Projektierungsphasen hinweg einheitlichen und auf die notwendigsten Funktionen beschränkte Benutzeroberfläche

3 Konzept

Mit dem im Folgenden beschriebenen Konzept eines webbasierten Projektierungswerkzeugs für die Hydrostatik wird eine durchgängige Rechnerunterstützung aller Projektierungsphasen möglich. Das in **Bild 1** dargestellte Konzept der „durchgängigen Rechnerunterstützung“ ist der Grundgedanke, auf dem das Projektierungswerkzeug beruht. Im Gegensatz zur herkömmlichen Projektierung haben Projektteams die Möglichkeit über eine Plattform via

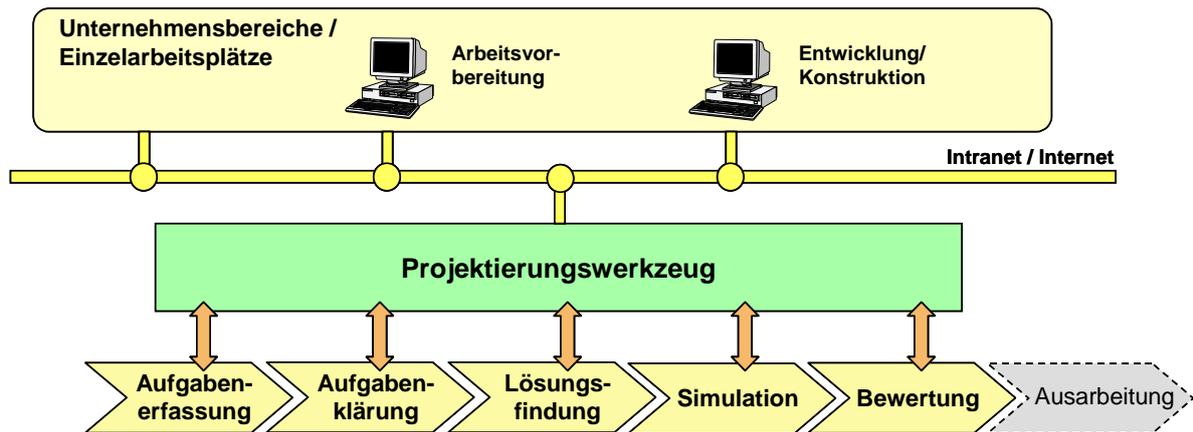


Bild 1: Durchgängige Rechnerunterstützung des Projektierungsprozesses

Intranet gemeinsam an der Entwicklung eines neuen Produkts zu arbeiten. Die bewährten Projektierungsphasen wurden in einem Projektierungsprozess abgebildet, der den Projektteams vom System situationsspezifisch vorgegeben wird; der Ablauf des Projektierungsprozesses ist dynamisch, d.h., die ausführbaren Aktionen werden durch die vorangegangenen Arbeitsinhalte und deren Ergebnisse bestimmt. Durch das durchgehend methodische Abarbeiten von Einzelschritten wird die Transparenz des Projektierungsprozesses gesteigert.

In **Bild 2** ist der prinzipielle Aufbau des Projektierungswerkzeugs dargestellt. Unter Berücksichtigung der heterogenen Information in den in Bild 1 beschriebenen Projektierungsphasen wurden aufgabenspezifische Werkzeuge entwickelt, die die Informationsverarbeitung und -speicherung in der jeweiligen Projektierungsphase unterstützen. Das für jedes Produkt spezifische Produktmodell, welches im Folgenden noch beschrieben wird, ermöglicht die Strukturierung der Informationen, die mit Hilfe der Einzelwerkzeuge durch den Projektteur generiert werden. In der objektrelationalen Datenbank werden alle Informationen gespeichert, die im Rahmen des Projektierungsprozesses erzeugt bzw. akquiriert werden. Das sind einerseits produktspezifische Erfahrungsdaten, also die Produktmodelle aus Vorgängerprojekten, andererseits werden alle produktunabhängigen Informationen, wie Bauteilbibliotheken, „Online Hilfen“, Berechnungsvorschriften und Regeln in der Datenbank abgelegt.

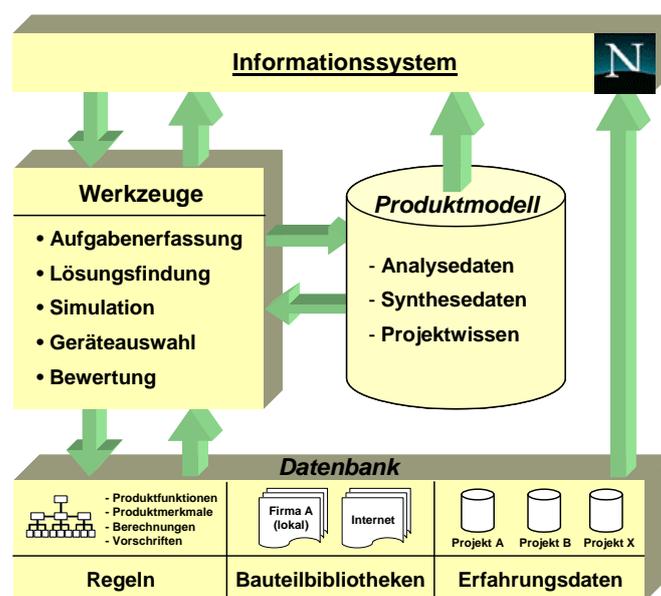


Bild 2: Struktur des Projektierungswerkzeugs

Die Akzeptanz des Projektierungswerkzeugs beim Anwender wird neben der einwandfreien Funktion wesentlich durch dessen Benutzerfreundlichkeit bestimmt. Es wurde daher eine nahezu für den gesamten Projektierungsprozess einheitliche und übersichtliche Benutzeroberfläche konzipiert und größtenteils realisiert. Als Schnittstellen zwischen Projekteur und Projektierungswerkzeug werden Web-Browser eingesetzt, die ein verteiltes und paralleles Arbeiten im Intranet des Unternehmens ermöglichen. Durch die entwickelte Datenstruktur und die zentrale Datenverwaltung werden Inkonsistenzen und Redundanzen im Datenbestand vermieden.

3.1 Produktmodell

Das für die Hydrostatik definierte Produktmodell dient als Speicher aller produktspezifischen Informationen. Der Begriff Produktmodell beinhaltet nach der umfangreichsten Definition alle Informationen, die über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts anfallen. Unter Lebenszyklus werden dabei alle Phasen der Produktlebenszeit über die Entwicklung (mit Konzept, und Entwurf), die Konstruktion und Fertigung und den Betrieb bis hin zur Entsorgung bzw. dem Recycling verstanden. Bei der Projektierung hydrostatischer Anlagen handelt es sich um einen abgegrenzten Teilbereich des o.g. Lebenszyklus, weshalb hier ein Partialmodell entwickelt wird, das überwiegend die für die Projektierung relevanten Informationen enthält. Folgende Liste gibt einen Überblick zu den wichtigsten Informationsklassen innerhalb des Partialmodells, was im Folgenden weiterhin als Produktmodell bezeichnet wird:

- Kundenanforderungen (alle vom Auftraggeber erhaltenen Informationen zu dem zu projektierenden Produkt)
- Funktionale Produktstruktur (FPS) (lösungsneutrale Abbildung der „technischen“ Kundenanforderungen mit zusätzlichen unternehmensinternen Anforderungen)
- Produktkonzepte (produktspezifische Funktionen-/Funktionsträgermatrix und die im Rahmen der Konzeptentwicklung getroffenen Entscheidungen)
- Simulationsmodelle (Schaltpläne mit parametrisierten Komponenten)
- Berechnungsergebnisse (Simulationsergebnisse und Ergebnisse aus Berechnungen außerhalb von ITI-Sim)
- Geometrie (3D-CAD-Daten der Komponenten und Anlagen)
- Allgemeine Projektdaten (Kundeninformationen, Kosten- und Zeitplan, Nutzerprofile der beteiligten Arbeitsgruppe, Bemerkungen zum Projektverlauf etc.)
- Rücklauf (Informationen aus späteren Entwicklungsphasen: Verweis auf Konstruktionsdaten, Erfahrungen, die während des Einsatzes des Produkts gesammelt wurden etc.)

Nach der Beschreibung des prinzipiellen Aufbaus des Projektierungswerkzeugs werden im Folgenden die Einzelwerkzeuge Aufgabenerfassung- und klärung und Lösungsfindung beschrieben; in diesem Zusammenhang erfolgt eine Klärung der Begriffe *Funktionale Produktstruktur*, *Funktionen-/Funktionsträgermatrix* und *Funktionsträger*.

3.2 Aufgabenerfassung

Am Anfang des Projektierungsprozesses steht bei einer Neukonstruktion zunächst die Produktidee, die entweder von einem Kunden oder von einer Abteilung des Unternehmens formuliert wird. Aus dieser Produktidee erwachsen Anforderungen an das neue Produkt. Diese sind zunächst noch unvollständig und unstrukturiert und werden in Form von Gesprächsprotokollen, einfachen CAD-Dokumenten oder auch handschriftlichen Tabellen, Skizzen und Diagrammen dokumentiert. Zum Teil gilt das auch für Variantenkonstruktionen, wobei hier idealerweise die Entwicklungserfahrung und die Konstruktionsdaten aus dem Vorgängerprojekt genutzt werden; das setzt allerdings eine systematische und vollständige Dokumentation der Produkt- und Prozessdaten voraus, was derzeit typischerweise nicht geschieht.

Bereits in dieser frühen Phase setzt die Rechnerunterstützung des Projektierungswerkzeugs ein, indem alle Dokumente der Aufgabenstellung durch Digitalisierung im Rechner gespeichert werden; zuvor wurde durch den Projektleiter ein neues Projekt angelegt und dadurch auch automatisch ein „leeres“ Produktmodell erzeugt. Vor der Digitalisierung wird die gesammelte Information zur ersten Strukturierung in Anforderungsklassen eingeteilt. Standardmäßig sind die Klassen *Technische Anforderungen*, *Wirtschaftliche Anforderungen* und *Organisatorische Anforderungen* im Projektierungswerkzeug vordefiniert. Die Klasse der *Technischen Anforderungen* beinhaltet alle Anforderungsdokumente zur Beschreibung der Produktfunktionen, wie z.B. die Kinematik (Drehmoment- und Kraftverläufe sowie Weg-Zeit-Diagramme) der zu realisierenden Abtriebsstellen. Vorgaben hinsichtlich einzuhaltender Bauräume oder auch der zu realisierenden Wartungsfreundlichkeit der Anlage werden ebenfalls dieser Klasse zugeordnet. Die Klasse der *Wirtschaftlichen Anforderungen* beinhaltet unter anderem einen vereinfachten Finanzierungsplan und beispielsweise eine Aufschlüsselung der geplanten Grenzerstellkosten des neuen Produkts. Das Projektierungswerkzeug soll hier nicht die derzeit in vielen Unternehmen eingesetzten Programme zur betriebswirtschaftlichen Projektkalkulation ersetzen, sondern es soll den Mitarbeitern eines Projektteams einen Überblick zu den wichtigsten Rahmendaten der geplanten Finanzierung ermöglichen; die so frühzeitig erreichte Transparenz der zur Verfügung stehenden Projektmittel fördert die kostenorientierte Produktentwicklung. Die *Organisatorischen Anforderungen* an das neue Produkt sind in der dritten Klasse zusammengefasst, die Angaben zum Zeitplan und zu den geplanten Projektzielen enthält. Auch die Zusammensetzung der Projektteams und die Zuständigkeiten bzw. Rechte werden hier archiviert. Im Gegensatz zur herkömmlichen Projektierung werden mit dem Projektierungswerkzeug alle Dokumente zur Aufgabendefinition zentral verwaltet und können von jedem befugten Mitarbeiter des Unternehmens über das Intranet direkt von dessen Arbeitsplatz aus eingesehen und kommentiert werden. Die Mitarbeiter einer zuvor durch den Projektleiter definierten Arbeitsgruppe werden automatisch per e-mail auf Änderungen der Anforderungen hingewiesen und sind verpflichtet, die Kenntnisnahme der Änderung im System zu bestätigen; hierdurch werden alle Teammitglieder auf dem gleichen Wissensstand gehalten. Kommunikationsprobleme durch Inkonsistenzen in der Aufgabenstellung werden so vermieden.

3.3 Klärung der Aufgabenstellung

Die Aufgabenerfassung und die Aufgabenklärung sind miteinander gekoppelt. Beide Phasen werden in einem iterativen Prozess so lange durchlaufen, bis eine für eine Lösungssuche hinreichend strukturierte und vollständige Aufgabenstellung formuliert ist; die Freigabe der Aufgabenstellung erfolgt durch den Projektleiter. Das Konzept der Aufgabenklärung basiert auf der funktionalen Beschreibung der Kundenanforderungen durch Produktfunktionen, die in einer Funktionalen Produktstruktur gespeichert sind (siehe **Bild 3**). Zur Strukturierung sind die Produktfunktionen in die Klassen Abtrieb, Steuerung, Antrieb, Flüssigkeitskonditionierung und Wartung eingeteilt; diese Klassen sind vordefiniert und können unternehmensspezifisch erweitert werden.

Eine Produktfunktion setzt sich aus den vier Teilen Funktionsname, Merkmale, Ausprägungen und einer eventuell angehängten Berechnungsvorschrift zusammen.

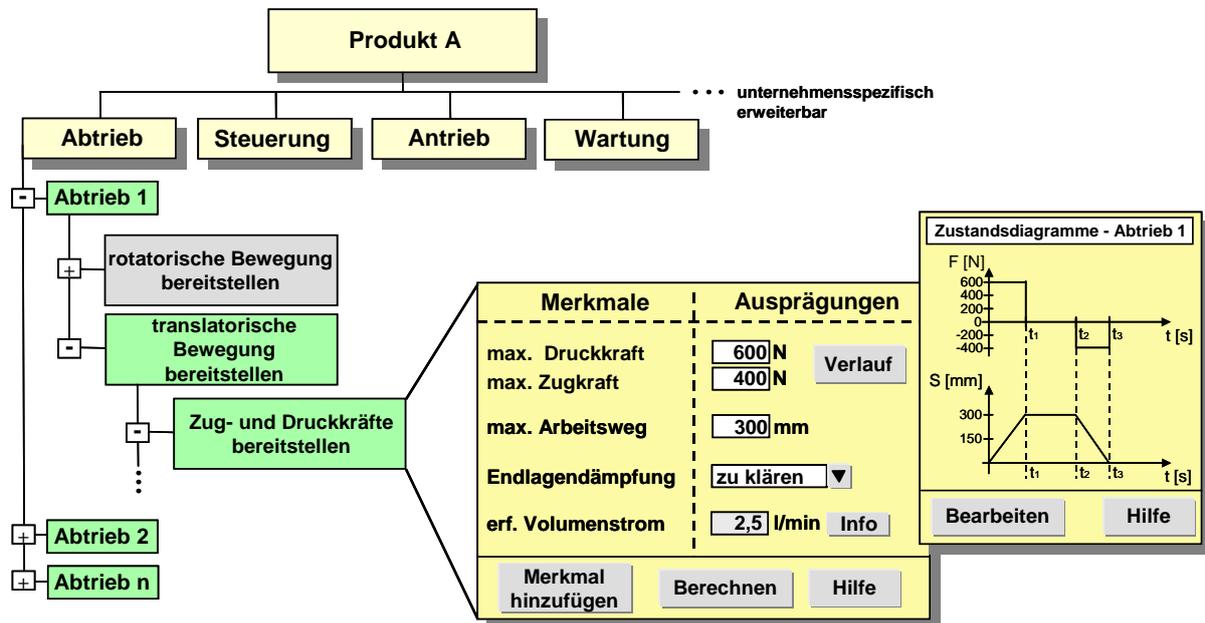


Bild 3: Funktionale Produktstruktur (FPS)

Der Funktionsname ist eine dem Sprachgebrauch des Unternehmens angepasste Beschreibung eines funktionalen Zusammenhangs, der zur lösungsneutralen Beschreibung einer Kundenanforderung geeignet ist. Eine Produktfunktion hat in der Regel mehrere Merkmale, mit denen die Eigenschaften der Funktion charakterisiert werden. Jedes Merkmal hat wiederum eine Ausprägung, die zur Abbildung von Zahlenwerten, textuellen Aussagen oder Zustandsdiagrammen dient. Sich gegenseitig beeinflussende Produktfunktionen sind über Regeln miteinander verknüpft. Regeln sind sprachliche Hinweise, die auf die Beeinflussung hinweisen und Alternativen anbieten. Einigen Regeln sind auch Berechnungsvorschriften hinterlegt, deren Ergebnisse weitere Regeln auslösen können. Der Projektteur muss auf die Hinweise einer ausgelösten Regel reagieren, in dem er beispielsweise die Ausprägungen einer der betroffenen Produktfunktion anpasst. Diese Anpassungen werden zur späteren Nachvollziehbarkeit und für eine eventuelle Diskussion mit dem Kunden oder einer anderen Abteilung in einem Protokoll dokumentiert.

Die Gesamtheit aller Produktfunktionen mit der verknüpften Regelbasis wird hier als Funktionale Produktstruktur (FPS) bezeichnet und ist zunächst produktunabhängig, da die Anforderungen an ein bestimmtes Produkt erst durch die Kombination ausgewählter Produktfunktionen mit deren spezifischen Ausprägungen definiert wird. Diese Art der Anforderungsbeschreibung hat den Vorteil, daß sie lösungsneutral ist und somit die Anzahl möglicher Produktkonzepte nicht von vornherein durch die Festlegung von konkreten Bauteilen einschränkt wird. Zur Klärung der Aufgabenstellung werden also diejenigen Kundenanforderungen, die der Klasse der *Technischen Anforderungen* zugeordnet sind, über die Zuordnung von Produktfunktionen im Projektierungswerkzeug abgebildet. Zur Kennzeichnung der bereits zugeordneten Anforderungen wird das digitalisierte Anforderungsdokument des Kunden an der entsprechenden Stelle markiert. Ein Indiz für eine unvollständige Aufgabenformulierung seitens des Kunden ist es, wenn die Informationen der Anforderungsdokumente nicht ausreichen, um für alle vom System angebotenen Merkmale die zugehörigen Ausprägungen angeben zu können. Die entsprechende Produktfunktion wird vom Projektierungswerkzeug mit dem Vermerk des Klärungsbedarfs gekennzeichnet. Alle unvollständig geklärten Produktfunktionen werden automatisch in einem Bericht zusammengefasst und können so

mit dem Kunden oder der Abteilungen besprochen werden. Die Aufgabenstellung, also die produktspezifische FPS, wird vom Projektierungssystem erst freigegeben, wenn alle Produktfunktionen endgültig geklärt sind oder die noch nicht bekannten Ausprägungen mit dem vom Projektleiter zu genehmigendem Zusatz "wird später geklärt" versehen sind. Sollte keine der bereits in der FPS vorhandenen Produktfunktionen zur Beschreibung einer Anforderung geeignet sein, hat der Projekteur die Möglichkeit, eine neue Funktion mit Merkmalen und Ausprägungen zu definieren. Zur Freigabe neu definierter Funktionen müssen eine Reihe weiterer, hier nicht näher erläuterter Eingaben vorgenommen werden, um die Konsistenz der Funktionalen Produktstruktur zu gewährleisten. Durch die Erweiterung der FPS, die parallel zur Bearbeitung des aktuellen Projekts erfolgt, wird die Wissensbasis des Projektierungssystems erweitert; die Wissensakquisition erfolgt also durch den Projekteur und muss nicht von einem Systemadministrator vorgenommen werden; für die Freigabe einer neuen Produktfunktion bedarf es lediglich der Zustimmung des Projektleiters. Mit der Anzahl bearbeiteter Projekte wächst die Wissensbasis und damit der Katalog der für die Abbildung von neuen Aufgabenstellungen zur Verfügung stehenden Produktfunktionen. Das vom System neu „erlernte“ Projektierungswissen wird in der „Sprache“ der Mitarbeiter des Unternehmens in der Wissensbasis abgelegt. Das fördert die Akzeptanz des Systems und hilft Missverständnisse zu vermeiden.

3.4 Lösungsfindung

Um die in den Produktmodellen der Vorgängerprojekte gespeicherte Projektierungserfahrung extrahieren zu können, werden Suchprofile definiert, mit denen Übereinstimmungen und Ähnlichkeiten des neuen Produktmodells mit abgeschlossenen Produktmodellen aus Vorgängerprojekten identifiziert werden können. Als Ergebnis der Lösungssuche steht dem Projekteur ein Katalog von Vorgängerprojekten zur Verfügung. Durch unterschiedliche Gewichtung der Suchparameter wird das Suchergebnis hinsichtlich der Prioritäten der Anforderungen in der Aufgabenstellung optimiert. Der Grad der Eignung der Vorgängerprojekte für die aktuelle Projektierung kann anhand des automatisch berechneten Übereinstimmungsgrads abgelesen werden.

Grundlage für die Konzepterstellung im Rahmen der Lösungsfindung ist die *Funktionen-/Funktionsträgermatrix*. Die Matrix ist wie auch die FPS zunächst produktunabhängig und stellt die Zuordnung zwischen der FPS und den *Funktionsträgern* dar. Funktionsträger sind Modelle zur Beschreibung *realer* Komponenten der Hydrostatik und können sowohl einzelne Komponenten wie ein Hydrozylinder als auch komplexe Baugruppen wie eine Drehzahlregelung abbilden. Ihnen sind neben einer Funktionsbeschreibung und einer Beschreibung der bekannten Vor- und Nachteilen auch das Schaltplansymbol und die zur regelungstechnischen Optimierung erforderlichen Systemgrößen zugeordnet. Die Symbole und die für die Simulation erforderlichen Parameter entsprechen denen des an das Projektierungswerkzeug angebundenes Simulationsprogramms. Ein Funktionsträger kann typischerweise mehrere Funktionen der funktionalen Produktstruktur erfüllen, und umgekehrt kann ein und dieselbe Funktion durch verschiedene Funktionsträger realisiert werden. Zur Lösungsfindung stellt das Projektierungswerkzeug dem Projekteur eine anforderungsspezifische Funktionen-/Funktionsträgermatrix zur Verfügung, in der jeder geforderten Produktfunktion alle zu deren Erfüllung bekannten Funktionsträger zugeordnet sind. Durch Wahl und unterschiedliche Kombination von Funktionsträgern werden mehrere Lösungskonzepte generiert. Die Auswahl der Funktionsträger für ein Konzept erfolgt durch "Ankreuzen" eines zur Erfüllung der Produktfunktion sinnvoll erscheinenden Funktionsträgers. Als Entscheidungshilfen für die Wahl der Funktionsträger stehen zum einen die im Rahmen der Aufgabenerfassung definierten Bewertungskriterien zur Verfügung, zum anderen werden für jeden Funktionsträger umfangreiche Online-Hilfen angeboten, mit denen die Funktionalität, die typischen Einsatzgebiete sowie die Vor- und Nachteile der Funktionsträger erläutert werden. Da für die gleiche Produktfunktion verschiedene Funktionsträger sinnvoll sein können, muß der Projekteur die Auswahl eines bestimmten Funktionsträgers in Form eines Kommentars begründen.

Das Projektierungssystem darf nicht kreativitätshemmend wirken, indem es nur bekannte Lösungen verarbeitet bzw. anbietet. Die Forderung nach hoher Produktqualität erfordert eine ständige Optimierung der Produkte, weshalb der Projektteur hier die Möglichkeit erhält, mehrere Konzepte zu entwickeln und diese im Vergleich zu bewerten. Wie bei der herkömmlichen Projektierung spielt daher auch hier die Kreativität des Projektteurs eine wichtige Rolle; jedoch wird durch das Projektierungswerkzeug die Kreativität gefördert, da dem Projektteur für jede geforderte Produktfunktion alle dem Unternehmen bekannten Funktionsträger und eine Erläuterung von deren Vor- und Nachteilen angeboten werden. Das durchgängig methodische Vorgehen und der themenbezogene Zugriff auf Entscheidungsgrundlagen früherer Produktentwicklungen tragen ebenfalls zu einer Optimierung des Entwicklungsprozesses bei.

Als Ergebnis der rechnergestützten Projektierung steht ein in Bezug auf die Bewertungskriterien optimaler Entwurf eines hydrostatischen Systems zur Verfügung. Dieser Entwurf umfaßt einen aus hydrostatischer und regelungstechnischer Sicht optimierten hydrostatischen Schaltplan, dessen Komponenten Kennwerte verfügbarer Geräte zugeordnet sind. Alle Informationen, die im Laufe der Projektierung verarbeitet bzw. neu erzeugt werden, sind für die Projektierung nachfolgender Produkte im Produktmodell der Anlage gespeichert. Neben der zugrunde gelegten ersten Aufgabenstellung des Auftraggebers und den eingeflossenen Änderungen sind die Funktionale Produktstruktur, die Lösungskonzepte, die Simulationsergebnisse, die Schaltpläne und Stücklisten sowie alle Entscheidungen und Anmerkungen der beteiligten Projektteure dokumentiert. Aufgrund des begrenzten Berichtumfangs kann auf die Simulation, die Konzeptbewertung und die Auswahl realer hydrostatischer Komponenten, sowie die Architektur des Projektierungswerkzeugs nicht eingegangen werden und es wird an dieser Stelle auf die Beiträge [5] und [6] verwiesen.

4 Literatur

- [1] Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre - Methoden und Anwendungen. 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1997.
- [2] Ehrlenspiel, K.: Industrieprobleme in Entwicklung und Konstruktion sowie Folgerungen gemäß einer Umfrage. In: Konstruktion, Band 45, S.389-396, 1993.
- [3] VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. VDI-Verlag Düsseldorf, 1993.
- [4] Grabowski, H. (Hrsg.); Geiger, K.: Neue Wege zur Produktentwicklung. RAABE-Fachverlag für Wissenschaftsinformation, Stuttgart, 1997.
- [5] Feldmann, D. G.; Schmidt, J.: A WEB based tool for the holistic projecting of hydrostatic systems. 3. Int. Fluidtechnisches Kolloquium, S.371-382, Aachen, 05.-06. März 2002.
- [6] Feldmann, D. G.; Schmidt, J.: Projektierungssystem für hydrostatische Systeme, das eine durchgängige DV-Unterstützung für Aufgabenerfassung, Lösungsfindung, Schaltplanerstellung und geometrische Gestaltung bietet. Abschlußbericht zum DFG-Forschungsvorhaben FE 271/9, Schwerpunktprogramm (SPP-732) "Innovative rechnergestützte Konstruktionsprozesse - Integration von Gestaltung und Berechnung", 2002.

Dipl.-Ing. Jens Schmidt,
Arbeitsbereich Konstruktionstechnik I
Technische Universität Hamburg-Harburg
Denickestraße 17 - D-21073 Hamburg
Tel: +49-42878-3131
Fax: +49-42878-2296
Email: jens.schmidt@tuhh.de
URL: <http://www.tu-harburg.de/kt1>