

Henning J. Meyer, Braunschweig

Landmaschinen als umweltfreundliche Produkte

Bei der komplexen Produktentwicklung von Landmaschinen müssen stärker als bisher ökologische Aspekte berücksichtigt werden. Hieraus resultiert die Forderung nach speziellen Produktentwicklungsmethoden. Im vorliegenden Beitrag wird hierzu eine Methodik zur ökologieorientierten Produktentwicklung von Landmaschinen vorgestellt.

Das von den Konstruierenden in der Landmaschinenindustrie zu berücksichtigende Anforderungsprofil bei der Entwicklung von Landmaschinen hat sich in den letzten Jahren erheblich erweitert. Die Ursachen für diese Erweiterung verteilen sich auf vier Bereiche (*Bild 1*):

- Ökonomie
- Technik
- Gesellschaft
- Natur

Eine stärkere Berücksichtigung dieser bisher zum Teil nur sekundär betrachteten Bereiche ist Ziel der ökologieorientierten Produktentwicklung, um die negativen Umweltauswirkungen bei der Landmaschinenproduktion, -nutzung und -entsorgung zu minimieren. Der Hintergrund für die erweiterten Betrachtungen ist in dem gewandelten Umweltbewußtsein, der besseren Kenntnis über Umweltbelastungen und ihre Folgen sowie in der wirtschaftlichen Situation der Produktbeteiligten zu sehen. Innerhalb der ökologieorientierten Produktentwicklung sind drei Schwerpunkte auszumachen, die den Aufbau und die Eigenschaften der zu entwickelnden Landmaschinen beeinflussen (*Bild 1*):

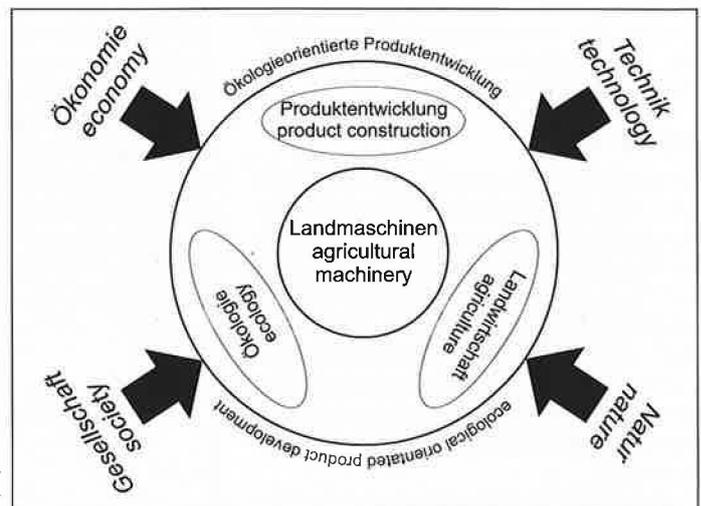
- Die Produktherstellung umfaßt den gesamten Prozeß der Erzeugung des Produktes von der ersten Idee bis zur Auslieferung an die Anwender [1]. Für eine erfolgreiche Produktentwicklung ist es daher wichtig, die einzelnen Prozesse zu kennen und bei der Entwicklung beispielsweise in montage- und kostengerechte Konstruktionslösungen umzusetzen.

- Durch den Einsatz der Maschinen in der Landwirtschaft werden besondere Anforderungen an die zu entwickelnden Produkte gestellt. Hier gilt es, die Anforderungen der Zielgruppe genau zu ermitteln und entsprechende Lösungen zu entwickeln.
- Durch die Berücksichtigung ökologischer Aspekte sollen die direkt oder indirekt vom Produkt verursachten Umweltbelastungen minimiert werden. Der Einsatz umweltfreundlicher Herstellungsverfahren, die Schaffung von Materialkreisläufen und die Entwicklung umweltfreundlicher landwirtschaftlicher Verfahren sind Ansätze, die die ökologischen Eigenschaften der Maschinen verbessern.

Eine isolierte Betrachtung der einzelnen Schwerpunkte, wie es bisher häufig der Fall war, wird der starken Vernetzung der Schwerpunkte untereinander nicht gerecht und führt meist zu suboptimalen Lösungen, die nur durch ganzheitliche Betrachtungen vermieden werden können.

Bild 1: Betrachtungsraum bei der Produktentwicklung von Landmaschinen

Fig. 1: Factors to be considered for agricultural machinery development



Methodik

In *Bild 2* ist der Aufbau einer Methodik zur ökologieorientierten Produktentwicklung von Landmaschinen dargestellt. Dieser Ansatz besteht aus drei Blöcken:

- Vorgehensweise
Dieser Block repräsentiert den „Roten Faden“ des Produktherstellungsprozesses mit den einzelnen Schritten wie Problemanalyse, Aufstellung einer Anforderungsliste und so weiter.
- Methoden, Instrumente, Techniken
In diesem Block werden unterschiedliche Methoden und Instrumente zusammengefaßt, die für die Bearbeitung der einzelnen Produktherstellungsprozesse eingesetzt werden können.

- Daten

Dieser Block enthält die für die Produktentwicklung nötigen Daten über die Herstellungsverfahren, die Produktnutzung und -entsorgung sowie die Produktdaten.

Die drei Blöcke bilden ein dynamisches System, für dessen Einsatz es von Bedeutung ist, daß das Vorgehen, die Methoden und Daten der Situation und dem Problem angepaßt werden, das bedeutet zum Beispiel Anpassung von Methoden an unternehmens- und produktspezifische Besonderheiten. Hieran wird deutlich, daß die ökologieorientierte Produktentwicklung nicht zwangsweise eine komplette Umstellung des Unternehmens erfordert, sondern daß es gilt, geeignete Systeme und Verfahren innerhalb eines erweiterten Problembereiches einzusetzen. Neben der Bereitstellung von Konstruktionsmethoden müssen von der

Methodik auch organisatorische Maßnahmen bereitgestellt werden. Spezielle Arbeitsformen (etwa Simultaneous Engineering) sowie die Integration und Motivation der Produktbeteiligten ermöglichen einen effizienten Produktherstellungsprozeß und gewährleisten, daß der Interdisziplinarität Rechnung getragen wird.

Besondere Aspekte bei der Produktentwicklung von Landmaschinen

Innerhalb des Projektes „Gestaltung eines umweltgerechten Mähdeschers“ [2] wurden der Produktherstellungsprozeß analysiert und Maßnahmen zur Optimierung der Umweltverträglichkeit von Landmaschinen katalogisiert. Hierbei wurden

Dipl.-Ing. Henning Jürgen Meyer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der Technischen Universität Braunschweig (Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. H.-H. Harms), Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig

für die Produktentwicklung von Landmaschinen drei Problem-bereiche ermittelt:

- Ziel- und Anforderungsdefinition
- Analyse und Produktmodellierung
- Entscheidungsfindung und Bewertung von Varianten

Ziel- und Anforderungsdefinition

Bei der Ziel- und Anforderungsdefinition müssen neben den „klassischen“ Anforderungen auch ökologische berücksichtigt werden. Hierfür ist es nötig, durch entsprechende Betrachtungen die zunächst nur grob zu formulierenden Ziele, wie Minimierung des Energieverbrauchs in allen Produktphasen, zu konkretisieren.

Analyse und Produktmodellierung

In allen Phasen des Produktherstellungsprozesses werden Analysen eingesetzt, um Ziele und Anforderungen zu formulieren oder um Ergebnisse zu kontrollieren. Ein wesentliches Element der Analysen ist die Reduzierung und Strukturierung der Problemkomplexität mit Hilfe eines Produktmodells (Bild 2). Durch die Erweiterung des Betrachtungsraumes müssen wesentlich mehr verschiedene Attribute berücksichtigt werden, so daß das Produktmodell in Partialmodelle gegliedert wird, etwa Herstellung, Kosten, Funktion. Innerhalb dieser Partialmodelle werden neben den reinen Daten auch Berechnungsinformationen oder andere verhaltensbeschreibende Informationen gespeichert.

Für die Berücksichtigung der ökologischen Aspekte ist ein Partialmodell „Ökologie“ sinnvoll, in dem die vom Produkt ausgehenden Ökologieauswirkungen dargestellt werden. Das Modell weist eine Zweiteilung in Module und Darstellungselemente auf. Module sind thematische Einheiten, in denen die zugehörigen Daten bereitgehalten werden, etwa zu Umweltauswirkungen, Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch oder Lebenszykluskosten. Für die übersichtliche Darstellung und Visualisierung der Daten werden verschiedene Darstellungselemente verwendet wie Energiefluß-, Funktions- und Materialverwendungsdiagramme. Mit Hilfe dieser Diagramme können Schwachstellen erkannt, lokalisiert und im Gesamtkontext während des gesamten Entwicklungsprozesses dargestellt werden.

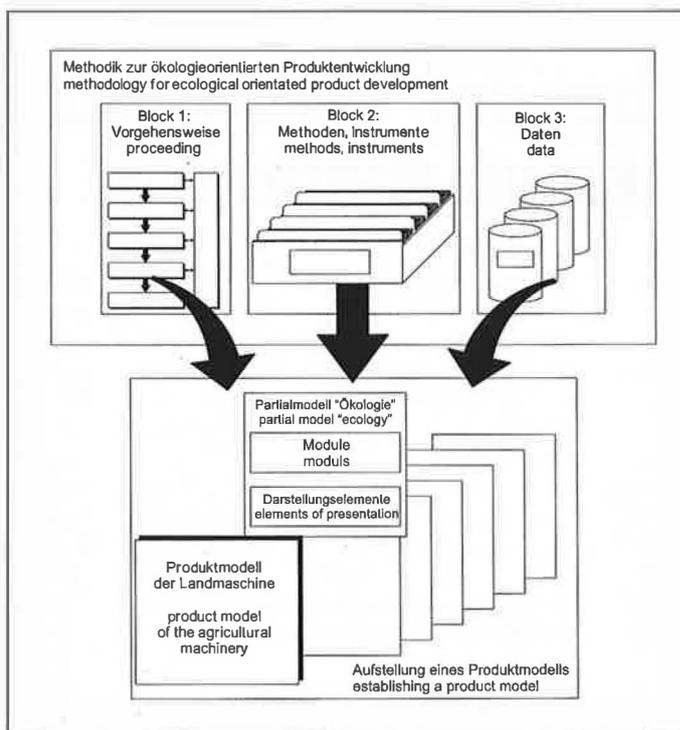


Bild 2: Aufbau der Methodik

Fig. 2: Structure of methodology

Entscheidungsfindung und Bewertung von Varianten

Eines der zentralen Probleme innerhalb des Entwicklungsprozesses ist die Entwicklung von Lösungen und deren Bewertung. Bei der ökologieorientierten Produktentwicklung kommt erschwerend hinzu, daß viele Einflußfaktoren nur unscharf zu beschreiben sind oder daß zukünftige Entwicklungen prognostiziert

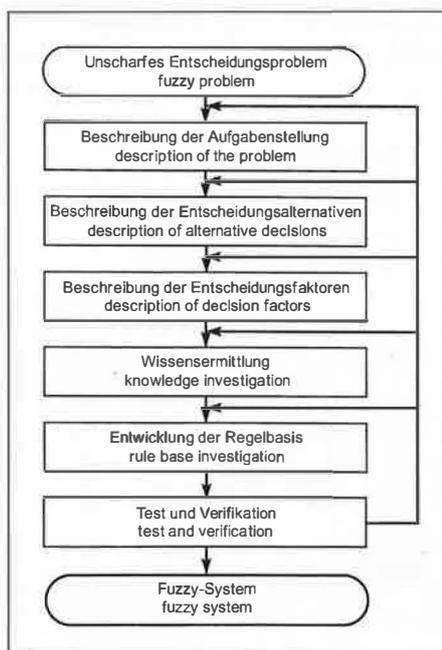


Bild 3: Vorgehensweise bei der Entscheidungsfindung

Fig. 3: Proceedings for decision-making

werden müssen. Diese Problematik wird am Beispiel der Auswahl einer Recyclingstrategie für Maschinenkomponenten deutlich. Die für die Entscheidung wichtigen Faktoren wie die zu erwartenden Innovationen, die Komponentenlebensdauer und die Aufarbeitungskosten können nur grob abgeschätzt und in umgangssprachlicher Form dargestellt werden. Mit Hilfe der Fuzzy-Logik ist es möglich, die umgangssprachlich beschriebenen Entscheidungsfaktoren in Verbindung mit vorhandenem Expertenwissen zur Entscheidungsfindung zu verwenden. Die Vorgehensweise bei der Entscheidungsfindung mit Hilfe der Fuzzy-Logik ist in Bild 3 dargestellt [3]. Ausgangspunkt ist die Beschreibung der Aufgabenstellung.

Im folgenden werden dann die Entscheidungsfaktoren, deren Abhängigkeiten untereinander sowie die Entscheidungsalternativen bestimmt. Danach erfolgt die Beschreibung des Entscheidungsverhaltens, wozu Wissen gesammelt und strukturiert werden muß. Im weiteren Verlauf werden die entscheidungsrelevanten Größen in linguistische Variablen umgesetzt und die Regeln in Form von Wenn-Dann-Regeln oder Entscheidungstabellen zusammengetragen. Der letzte Schritt ist die Überprüfung des Systems auf Fehler und Plausibilität. Vorteilhaft an Fuzzy Systemen ist, daß sie in allen Produktentwicklungsphasen eingesetzt werden können, erweiterbar sowie modular sind und die Transparenz der Entscheidungsfindung gewährleisten.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] • *Ehrlenspiel, K.*: Integrierte Produktentwicklung: Methoden für die Prozeßorganisation, Produkterstellung und Konstruktion. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1995
 - [2] *Meyer, H. J. und L. Voß*: Entwicklung eines umweltgerechten Mähdeschers. Vortrag anlässlich des VDI-MEG-Kolloquiums Mähdescher, 17./18. März 1997, Hohenheim
 - [3] • *Mayer, A., B. Mechler, A. Schlindwein und R. Wolke*: Fuzzy Logic. Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung; Mit Fuzzy-Shell in C++. Addison-Wesley Publishing Company, Bonn, 1993

Schlüsselwörter

Ökologieorientierte Produktentwicklung, Methodik, Fuzzy-Logik

Keywords

Ecological product development, methodology, fuzzy logic