

Wissensbasiertes System zur Konstruktion lärmarmen Produkte

Arbeitsfortschritte im Projekt "EQUIP"

Haje, D.; Gummersbach, F.

Bei der Konstruktion neuer Produkte bestehen viele Anforderungen, deren Einhaltung der Konstrukteur sicherzustellen hat. Wesentlich sind dabei neben der Erfüllung der Gesamtfunktion auch die Kostendeckung und die Zuverlässigkeit des Systems. Maschinenakustische Anforderungen gewinnen durch verschärfte gesetzliche Bestimmungen und durch steigenden Wettbewerbsdruck mehr und mehr an Bedeutung.

Im Rahmen des auf europäischer Ebene durchgeführten Projektes "EQUIP" wird zur Zeit ein computergestütztes Beratungssystem für den Konstrukteur entwickelt /1/, dessen Aufgabe es ist, bereits in frühen Phasen der Konstruktion maschinenakustisches Wissen bereitzustellen. Damit soll der Konstrukteur in die Lage versetzt werden, bei allen Konstruktionsentscheidungen auch akustische Belange zu berücksichtigen, so daß aufwendige und zeitraubende Nachbesserungen an der fertigen Maschine vermieden werden können.

Das Projekt "EQUIP" (Work Methodology for Development of Quiet Products) wird im Rahmen des BRITE-EURAM II-Programmes durchgeführt. Die Projektpartner sind TPD TNO (NL), BeSB GmbH (D), CETIM (F), IMW (D), Caterpillar Belgium S. A. (B), FAUN Umwelttechnik GmbH (D) und CIAT (F).

1. Einführung

Im ersten Projektjahr wurden die Grundlagen für das System und die Anforderungen an seine Funktionalität erarbeitet. Darüber hinaus wurden maschinenakustische Produkthanforderungen zur Eingabe in das System aufbereitet und ein Überblick über verschiedene anwendbare Meßmethoden erarbeitet. Zur Erarbeitung der Grundlagen wurden bestehende Ansätze des methodischen Konstruierens untersucht und verschiedene Vorgehensweisen zur Konstruktionsunterstützung und zur Wissensstrukturierung analysiert.

Die Anforderungen an das Beratungssystem wurden sowohl aus der Konstruktionssystematik als auch aus der Praxis gewonnen. Die durchgeführte Auswertung der in der Literatur vorhandenen Kon-

struktionsmethoden stellt sicher, daß das System den Konstrukteur in allen Phasen der Konstruktion sinnvoll unterstützen kann. Die Anforderungen aus der Praxis wurden mit Hilfe einer Umfrage unter mehr als 20 europäischen Firmen und durch Untersuchung des Konstruktionsprozesses der am Projekt beteiligten Industriepartner ermittelt. Diese Vorgehensweise soll sicherstellen, daß das entwickelte Beratungssystem genau auf die Belange der potentiellen Benutzer abgestimmt wird.

2. Anforderungen aus der Konstruktionssystematik

Das wissensbasierte System soll in weiten Bereichen anwendbar sein und dem Konstrukteur kontextorientierte Informationen liefern. Hierfür ist es erforderlich, daß es der Arbeitsweise des Konstrukteurs angepaßt ist und flexibel in seiner Anwendung ist. Weiterhin muß die Information, die bereitgestellt wird, in Beziehung zu der gerade durchlaufenen Konstruktionsphase stehen. In der Konzeptphase müssen also erst allgemeine, tendenzielle Hinweise gegeben werden, die mit Fortschreiten des Konstruktionsprozesses immer detaillierter und immer exakter werden. Die sich ergebenden unterschiedlichen Systemanforderungen in den einzelnen Konstruktionsphasen sind im folgenden kurz zusammengefaßt.

Während der Aufgabenklärung sind Angaben zu produktrelevanten maschinenakustischen Anforderungen und Quellenangaben zu möglichen weiteren Anforderungen erforderlich.

In der Konzeptphase sind generell gehaltene maschinenakustische Informationen für Konstrukteure ohne fundiertes akustisches Wissen ebenso wichtig wie eine Grobbewertung des akustischen Verhaltens von verschiedenen Konzeptvarianten. Exakte Aussagen zu unterschiedlichen Produktvarianten sind in dieser Phase noch sehr schwierig, da keine ausreichend detaillierten Angaben über das Produkt vorliegen.

In der Ausarbeitungs- und Detaillierungsphase kommt die maschinenakustische Optimierung von

wesentlichen Schallquellen, Übertragungs- und Abstrahlgliedern zum Tragen. Weiterhin ist die Angabe von akustisch relevanten Gestaltungs- und Detaillierungsregeln wesentlich. Hier ist bereits umfangreiches Wissen über das Produkt vorhanden, so daß exaktere Aussagen möglich werden.

Während der Prototypen- oder Testphase müssen Angaben über anwendbare Meßverfahren, relevante Normen und Vorgehensweisen zur Bestimmung des Istzustandes gemacht werden. Weiterhin sind auf der Basis der Messungen konkrete Vorschläge zur Problemlösung zu entwickeln.

Das System soll dem Konstrukteur einen Einstieg in allen oben genannten Phasen gestatten, um beispielsweise auch bei einer bereits bestehenden Maschine Unterstützung zu bieten, ohne daß alle einzelnen Konstruktionsphasen durchlaufen werden müssen. Es muß also auch möglich sein, das System nur während des Prototypings oder für die Optimierung von Einzelkomponenten zu nutzen. Nachteilig ist hierbei sicherlich, daß leistungsfähige und kostengünstige Maßnahmen unberücksichtigt bleiben müssen, die bei konsequenter Nutzung des Systems in allen Konstruktionsphasen realisierbar gewesen wären.

Bei allen Vorschlägen, die zur Lösung akustischer Probleme unterbreitet werden, sind Abschätzungen zu den Kosten der Maßnahme erforderlich, um dem Konstrukteur die Auswahl akustisch wirksamer und gleichzeitig kostengünstiger Maßnahmen zu erlauben.

3. Ergebnisse der Industrieumfrage

Zur Klärung der Anforderungen der Industrie an das Beratungssystem wurden einige Unternehmen in Frankreich, Belgien, den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland anhand eines Fragebogens eingehend befragt. Diese Befragung diente dazu, einen genauen Überblick über den derzeitigen Konstruktionsablauf und die Einbindung von akustischen Informationen in den Konstruktionsprozeß innerhalb verschiedener Unternehmen zu erhalten.

Um ein möglichst umfassendes Bild des Konstruktionsablaufes zu erhalten und um die Belange aller Branchen bei der Entwicklung berücksichtigen zu können, wurden Unternehmen aus dem gesamten

Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus befragt. Dabei wurde auf die Berücksichtigung von Firmen unterschiedlicher Größe Wert gelegt, um das Beratungssystem auf die Belange kleiner, mittlerer und großer Unternehmen abzustimmen. Weiterhin erschien die Befragung sowohl von Zulieferbetrieben als auch von Herstellern von Endprodukten wesentlich.

Anhand von einigen Ergebnissen wird im folgenden dargestellt, welche Prioritäten die Unternehmen setzen, wie der Konstruktionsbereich arbeitet und in welchem Umfeld das System einsetzbar sein muß.

3.1. Gewichtung unternehmerischer Aspekte

Zur Abschätzung, welchen Stellenwert die Akustik für das Unternehmen im Verhältnis zu anderen Bereichen einnimmt, wurden die Unternehmen gebeten, die Punkte Herstellkosten, Qualität, Design, Recyclingfähigkeit, Geräuschverhalten, Abgasemission, Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit für den Betreiber und Ergonomie zu gewichten.

Die wichtigsten Punkte für ein Unternehmen stellen nach dieser Umfrage die Herstellkosten, Zuverlässigkeit, Qualität und die Wirtschaftlichkeit für den Betreiber dar, siehe **Bild 1**.

Nach dieser Gruppe elementarer Produkthanforderungen folgt das Geräuschverhalten der Produkte, das bei den meisten befragten Unternehmen einen höheren Stellenwert einnimmt als Design, Abgasemission, Ergonomie und Recycling. Die Bewertung vorgenannter Punkte sollte hier sehr vorsichtig be-

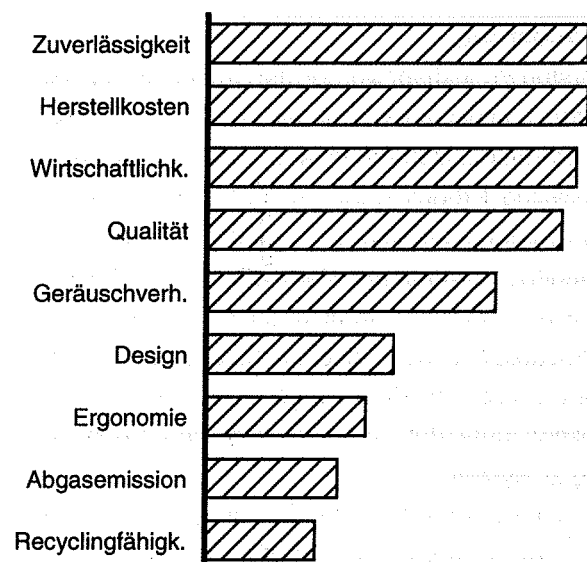


Bild 1 Gewichtung unterschiedlicher Aspekte durch die befragten Unternehmen

trachtet werden, da es sich hierbei um Belange handelt, die sehr produktspezifisch sind. Es zeigt sich jedoch, daß der Umweltgedanke, der fast immer mit Kosten verbunden ist, weitgehend unbeachtet bleibt, solange vorgeschriebene Grenzwerte oder Marktanforderungen eingehalten werden. Zu erwarten ist jedoch, daß der Umweltaspekt in Zukunft, unter anderem infolge verschärfter gesetzlicher Bestimmungen, einen wesentlich höheren Stellenwert einnehmen wird und daß in diesen Bereichen verstärkte Anstrengungen erforderlich werden.

3.2. Hilfsmittel der Konstrukteure

Zur effizienten Unterstützung des Konstrukteurs stellt sich auch die Frage, auf welche Hilfsmittel er während des Konstruktionsprozesses maßgebend zurückgreift. Zur Auswahl standen hierbei Bibliothek, Datenbanken, Zuliefererkataloge, CAD, Zeichenmaschine, allgemeine und spezifische Auslegungsprogramme. Grundsätzlich wird in der Konstruktion auf alle genannten Hilfsmittel zurückgegriffen, wobei jedoch die Zuliefererkataloge, CAD/Zeichenmaschine und spezifische Auslegungsprogramme am häufigsten verwendet werden. Ferner war der Trend zu verzeichnen, daß CAD-Arbeitsplätze die Zeichenmaschinen zum Großteil ersetzt haben.

3.3. Maschinenakustischer Wissenstand

Für einen wirkungsvollen Einsatz des Beratungssystems muß dieses so konzipiert werden, daß es das vorhandene maschinenakustische Wissen des

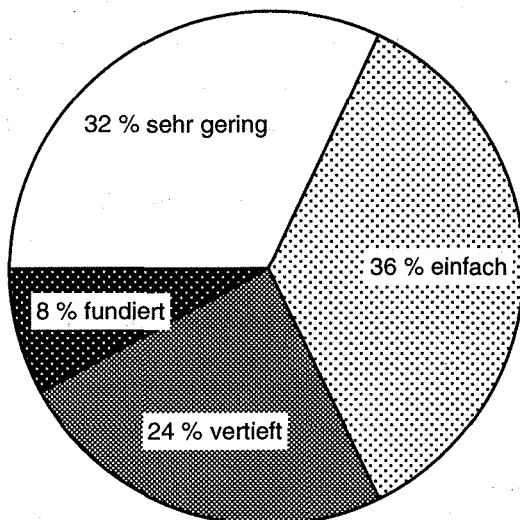


Bild 2 Maschinenakustische Kenntnisse von Konstrukteuren in den befragten Unternehmen

Konstrukteurs berücksichtigt. Es zeigte sich im Rahmen der Umfrage, daß ein Großteil der Konstrukteure sehr geringes bzw. nur einfaches akustisches Wissen besitzt und die diesbezügliche Problemlösung meist den Spezialisten überlassen bleibt, siehe **Bild 2**. Vertieftes Wissen trifft man meist bei großen Unternehmen an, bei denen oft akustische Abteilungen zu finden waren, welche in der Regel klein in Relation zur Unternehmensgröße sind. Bei kleinen Unternehmen waren eher Generalisten vertreten. Bei Produkten mit ausgeprägten akustischen Anforderungen besitzen die Konstrukteure ein fundierteres maschinenakustisches Wissen.

3.4. Gewünschte Hilfsmittel

Um auf die akustischen Belange der Unternehmen besser eingehen zu können, war ferner von Interesse, welche Unterstützung oder welche Hilfsmittel bei der Lösung akustischer Probleme besonders von Nutzen sein würden. Das Ergebnis läßt sich in drei Bereiche gliedern:

1. Meßtechnik und Auswertung
 - Meßraum
 - Meßgeräte
 - Auswerteprogramme
2. Spezifische Informationen
 - Informationen von Zulieferern
 - Datenblätter (FVA, DIN, VDMA)
 - Materialkennwerte
3. Aufgearbeitetes akustische Wissen
 - Kataloge über Lärminderungsmaßnahmen
 - Fachliteratur
 - Testberichte
 - Software für die Lösung akustischer Probleme

Es zeigte sich, daß mit steigenden akustischen Problemen die Nachfrage nach firmenspezifisch angepaßter Software zur maschinenakustischen Problemlösung immer stärker wurde. Dagegen reichte bei einfachen akustischen Problemen die meist vorhandene Meß- und Auswertetechnik aus.

3.5. Akustische Produktanforderungen

Die akustischen Anforderungen an ein Produkt resultieren zum einen aus Vorschriften und zum anderen aus den Marktanforderungen, die sich wie folgt gliedern lassen:

1. Gesetzliche Vorschriften

- Arbeitsschutz
- Umweltschutz

2. Markt- oder Kundenanforderungen

- Stand der Technik
- Produktlabel.

3.6. Wesentliche Schallquellen

In der Umfrage kristallisierten sich einige Komponenten heraus, die besonders häufig als wesentliche Schallquellen genannt wurden und die zur Einhaltung der oben genannten Anforderungen maschinenakustisch optimiert werden mußten. Dies sind im einzelnen:

Hydraulikpumpen und -motoren, Ventilatoren und Gebläse, Getriebe, Verbrennungsmotoren, Prozeßgeräusche, Ventile, Bremsen und Lagerungen.

Die Gruppe der Ventilatoren und Gebläse sowie der Hydraulikpumpen und -motoren war besonders häufig als wesentliche Schallquelle genannt. Damit ist auf diese Komponenten bei der Entwicklung des Beratungssystems besonders einzugehen.

3.7. Vorhandene Rechnerumgebung

Die Kenntnis der vorhandenen Rechnerumgebung, also der Hardware- und Softwareausstattung der Unternehmen, ist für die Erstellung des Beratungssystems wesentlich. Diesbezüglich ergab die Umfrage, daß im Bereich der Konstruktion vorwiegend Personalcomputer und Workstations eingesetzt werden, wobei der Einsatz immer leistungsfähigerer Rechner zu beobachten ist. Wesentliche Trends sind dabei entweder die Aufrüstung der bestehenden Rechnerkapazität (beispielsweise von 80386- auf 80486-Prozessoren) oder der Wechsel vom Personalcomputer zur Workstation.

In Hinblick auf die verfügbare Software ist festzustellen, daß eine breite Palette von Anwendungsprogrammen benutzt wird. Dies gilt auch für den CAD-Bereich, wo unterschiedlichste Programme zur Anwendung kommen, die teilweise mit firmenspezifischen Ergänzungen versehen wurden. Der Zugriff des Beratungssystems auf Schnittstellen bestimmter Programme erscheint damit nicht ohne weiteres möglich. Weiterhin ist das System so zu realisieren, daß es auf unterschiedlichen Plattformen lauffähig ist, also beispielsweise sowohl unter DOS

als auch unter UNIX. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, ist eine systemunabhängige Programmierung erforderlich, lediglich die Kompilierung ist systemspezifisch vorzusehen.

4. Konstruktionsprozesse der Industriepartner

Zur Abstimmung des Beratungssystems auf die Belange der am Projekt beteiligten Industriepartner wurden die bei den einzelnen Partnern durchlaufenden Konstruktionsprozesse detailliert untersucht. Anhand der hier gewonnenen Ergebnisse soll die dem Beratungssystem zugrundeliegende Methodik zur Konstruktion lärmarmere Produkte entwickelt, optimiert und bewertet werden. Nach dem Abschluß der Arbeiten an der Methodik soll diese an einer spezifischen Aufgabenstellung der Partner getestet werden, um ihre Anwendbarkeit in der Industrie zu prüfen und zu optimieren.

Die wichtigsten Schallquellen, die hier bearbeitet wurden, decken sich weitgehend mit denen aus der Industrieumfrage. Auf diese wird bei der Erstellung des Beratungssystems besonderer Wert gelegt.

5. Zusammenfassung

Für das Projekt EQUIP wurden in 1993 neben der Erarbeitung von Grundlagen die Anforderungen an das zu entwickelnde Beratungssystem zur Konstruktion lärmarmere Produkte ermittelt. Hierzu wurden sowohl die vorhandenen Konstruktionssystematiken untersucht als auch Anforderungen aus der Praxis gewonnen. Einen tiefen Einblick in akustische Problemstellungen und verwendete Lösungsansätze ergaben dabei eine Umfrage unter über zwanzig europäischen Unternehmen und eine eingehende Untersuchung des Konstruktionsprozesses der am Projekt beteiligten Partner. Durch die starke Orientierung an der industriellen Praxis unter Einbeziehung der Konstruktionsmethodik soll sichergestellt werden, daß den zukünftigen Anwendern in der Industrie ein leistungsfähiges und flexibles Beratungssystem zur Verfügung gestellt wird, das genau auf die Belange der potentiellen Benutzer abgestimmt ist.

Literatur

- /1/ Dietz, P.; Engel, K.; Haje, D.: Institutsmitteilung Nr. 17, IMW Clausthal 1992