

# Systematische Zusammenstellung maschinenakustischer Konstruktionsbeispiele

Von Stefan-Georg Backhaus

**M**aschinenakustische Produktanforderungen gewinnen seit geraumer Zeit aufgrund steigender Kundenwünsche und verschärfter gesetzlicher Bestimmungen für viele Industrieunternehmen immer mehr an Bedeutung. Wurde bei Konsumgütern bisher besonders bei Produkten der gehobenen Preisklasse auf das Geräuschniveau geachtet, entwickelt sich aufgrund des immer stärkeren Wettbewerbs und Abgrenzungsdrucks zur Konkurrenz zunehmend auch im mittleren und unteren Preissegment eine Sensibilität für die Akustik. Auch in der Investitionsgüterindustrie unterliegen die Hersteller immer höheren Anforderungen an die Lärmarmut ihrer Produktionsanlagen und -maschinen. Daraus ergeben sich direkt erhöhte Anforderungen an die Konstruktionsabteilungen; denn der Konstrukteur legt während der Konstruktion die Wirkprinzipien und damit die maschinenakustischen Eigenschaften eines Produktes fest. Bisher spielt die Maschinenakustik in der klassischen Ingenieurausbildung jedoch eine sehr untergeordnete Rolle (**Bild 1**).

Aufgrund der vorherrschenden Unkenntnis werden bei der Konstruktion häufig akustisch ungünstige Verfahren gewählt oder technisch günstige Verfahren akustisch ungünstig ausgelegt. Die Folge davon ist, daß eine mögliche Lärmproblematik meist erst in der Prototypenphase oder gar erst bei der Markteinführung erkannt wird. Daraus resultieren zeit- und kostenintensive Nachbesserungen.

Solche Kosten lassen sich vermeiden oder we-

nigstens vermindern, wenn schon bei der Entwicklung des Produktes auf gewisse maschinenakustische Grundregeln geachtet wird. Somit ist gerade für den maschinenakustisch unerfahrenen Ingenieur eine gezielte und einfache Bereitstellung von maschinenakustischem Grundwissen notwendig.

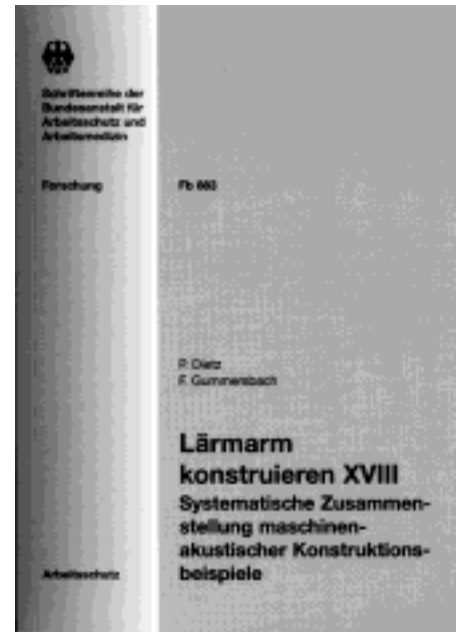
Aus diesem Anlaß hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin das Institut für Maschinenwesen beauftragt, sich eingehend mit diesem Thema zu befassen. Ergebnis dieser Arbeit ist ein Forschungsbericht in Form eines Buches (**Bild 2**) inklusive einer CD-ROM.

## Aufbau und Gliederung

Der Ausgangspunkt für den Aufbau und die Gliederung des Projektes war die ISO/TR 11688-1 „Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte; Teil 1: Planung“ (DIN 45685-1), [3]. Sie „stellt eine Verknüpfung des Sachsystems „Maschinenakustik“ mit dem Handlungssystem „Konstruktionsmethodik“ her und orientiert sich an der üblichen Vorgehensweise der Konstrukteure“ [4]. Die ISO/TR 11688-1 umfaßt jeden für die Maschinenakustik wichtigen Bereich und gibt für die aufgezählten maschinenakustischen Problemstellungen Handlungsanweisungen in Form von Konstruktionsregeln. **Bild 3** zeigt die Gliederung der Konstruktionsregeln nach der ISO/TR 11688 [1]. Wichtig hierbei ist, daß jeder Abschnitt der Schallentstehungskette (Quelle, Übertragung und Abstrahlung) jeweils für alle Medien (Festkörper, Flüssigkeit und Luft) berücksichtigt wird.

Nach einer Einleitung wird zunächst auf die prinzipielle Vorgehensweise bei der Konstruktion lärmarmen Maschinen eingegangen. Die weiteren Kapitel des Buches orientieren sich an der in **Bild 3** dargestellten Gliederung. Jeder Abschnitt beginnt mit einer grundlegenden Einführung in die Problematik. Die zugehörigen Konstruktionsregeln werden anhand von ausführlichen Beispielen erläutert. Dabei wird detailliert auf die akustische Problematik im jeweiligen Anwendungsfall eingegangen und mit Hilfe von Schaubildern die Anwendung der Konstruktionsregel beschrieben und deren Erfolg abgebildet.

**Bild 4** und **Bild 5** zeigen ein typisches Beispiel („Beeinflussung von Luftschallquellen“ → „Turbulenzen“). An einer Papierförderanlage wird mittels pneumatisch betriebenen Saugnapfen Papier angesaugt, festgehalten, transportiert und anschließend wieder losgelassen. Beim Loslassen



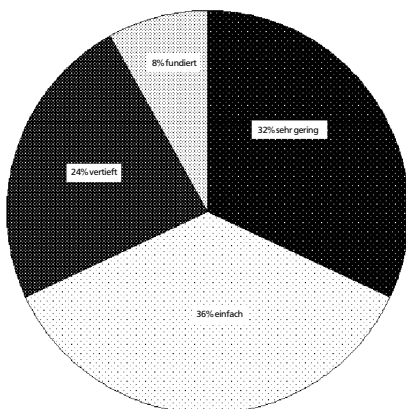
**Bild 2: Lärmarm konstruieren XVIII [1]**

entsteht ein Druckabfall, der zu einem starken Strömungsgeräusch führt. Im genannten Beispiel wurde durch die Verdoppelung der Anzahl der Saugnapfe eine Vergrößerung der ansaugenden Fläche erreicht, die es ermöglichte, den Druck im pneumatischen System zu verringern. Dies führt zu einem verringerten Ausströmgeräusch.

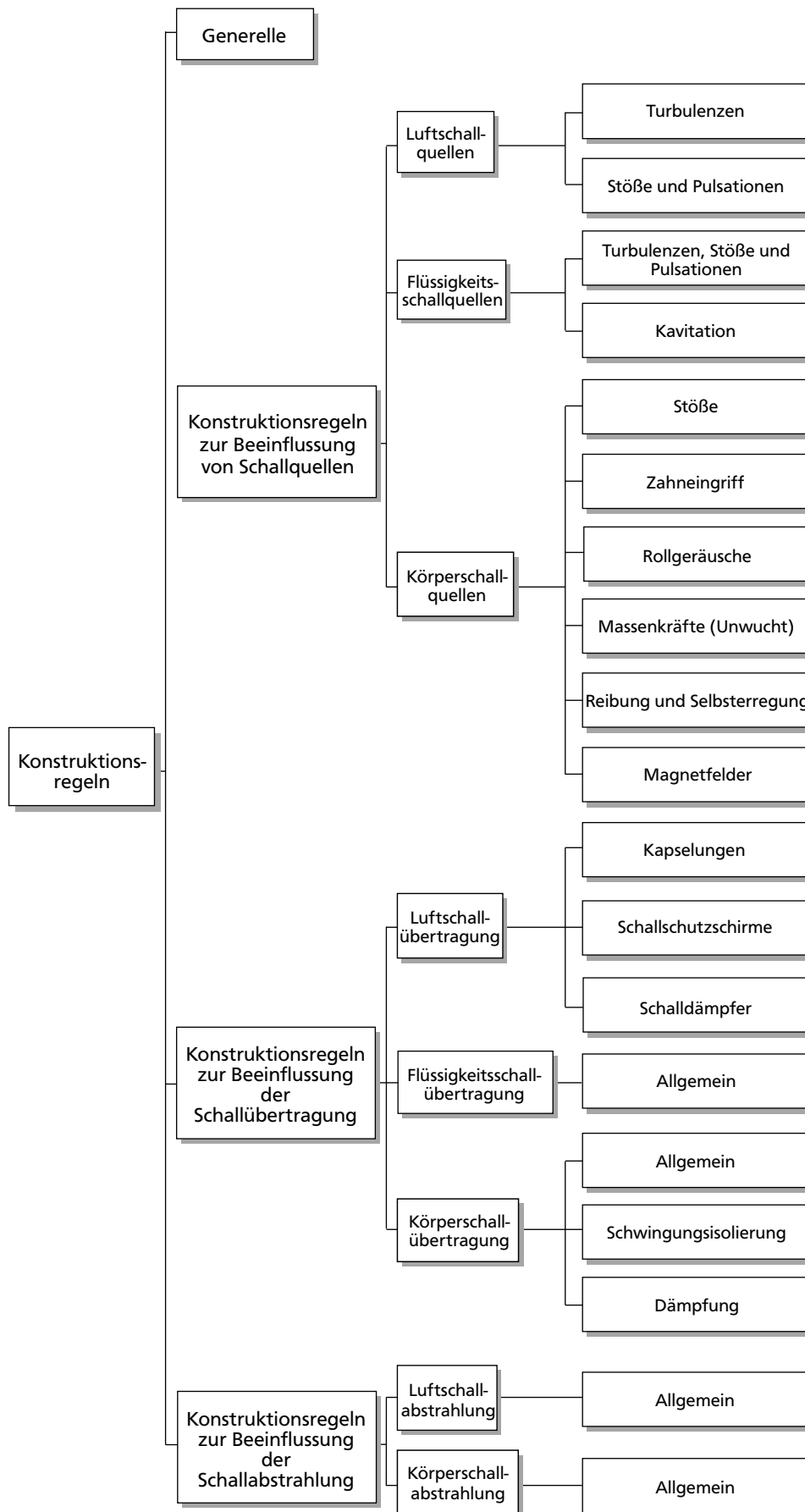
Die im Buch gezeigten Praxisbeispiele stammen aus der aktuellen Forschung oder sind Ergebnisse von Weiterentwicklungen aus der Industrie. Die angegebenen Lärminderungen sind jedoch als Tendenzen zu verstehen, da sie nur für genau die aufgezeigten Beispiele gelten. Dennoch läßt sich daraus das realisierbare Potential erkennen, um die Maßnahmen nach ihrer Wirksamkeit zu beurteilen.

## Die CD-ROM zum Buch

Um die Möglichkeiten, die das Projekt bietet, voll ausschöpfen zu können, wurde dem Buch eine CD-ROM beigelegt. Sie enthält das Buch in elektronischer Form, zum einen im Portable Document Format (PDF) der Firma Adobe®, zum anderen eine Version in Hypertext Markup Language (HTML). Im Vergleich zur Druckausgabe wurden hier allerdings ein paar kleine, aber wesentliche Ergänzungen vorgenommen. ▶



**Bild 1: Umfrage zum maschinenakustischen Wissensstand von Konstrukteuren [2]**



Während das Inhaltsverzeichnis des Buches aus der rein maschinenakustischen Sicht gegliedert ist, wurden die Online-Fassungen jeweils um eine branchenorientierte und eine komponentenorientierte Sichtweise ergänzt. Die Begriffe der einzelnen Branchen und der verschiedenen Komponenten sind das tägliche Brot jedes Konstrukteurs. Damit wird dem Ingenieur die anfängliche Suche nach der Lösung zu seinem maschinenakustischen Problem so einfach wie möglich gemacht.

Folgendes Beispiel soll verdeutlichen, wie sich die Neugliederung der Konstruktionsbeispiele aus branchen- und komponentenorientierter Sicht auswirkt.

Die in Bild 4 dargestellte Papierförderanlage findet sich in der maschinenakustischen Gliederung (Bild 3) unter „Beeinflussung der Schallentstehung“ → „Luftschallquellen“ → „Turbulenzen in Gasen“ → „Papierförderanlage“, aus branchenorientierter Sicht unter „Druck- und Papiertechnik“ → „Papierförderanlage“ und aus komponentenorientierter Sicht unter „Elemente der Fluidtechnik“ → „Düsen“ → „Papierförderanlage“. Diese Einteilungen machen es möglich, zu jedem Problem ein passendes Beispiel zu finden. Sollte dies dennoch nicht ausreichen, kann das PDF-Dokument im Volltext, die HTML-Version abschnittsweise nach einzelnen Wörtern durchsucht werden.

Die Programmierung im HTML- und PDF-Format ermöglicht es, die Online-Ausgaben auf jeder gebräuchlichen Rechnerplattform (Windows®-PC, Unix-Workstation und Apple Macintosh) darzustellen. Eignet sich die PDF-Ausgabe vor allem zur direkten Installation auf der Festplatte eines Rechners, kann die HTML-Version über das firmeninterne Intranet jedem Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden.

Zur Darstellung kann bei der HTML-Version jeder handelsübliche Internetbrowser verwendet werden. Für die PDF-Datei wird der frei erhältliche Adobe® Acrobat® Reader® benötigt.

### Zusammenfassung

Aufgrund der sich immer weiter verschärfenden maschinenakustischen Anforderungen an die Produkte von heute ist es notwendig, dem maschinenakustisch unerfahrenen Konstrukteur ein Werkzeug an die Hand zu geben, das ihm die maschinenakustischen Konstruktionsregeln anschaulich anhand von praxisnahen Konstruktionsbeispielen erläutert. Das vorgestellte Buch bietet hier mit verschiedensten Darstellungs- und Suchfunktionen eine wesentliche Hilfestellung. ▶

Bild 3: Gliederung der maschinenakustischen Konstruktionsregeln nach ISO/TR 11688 [1]

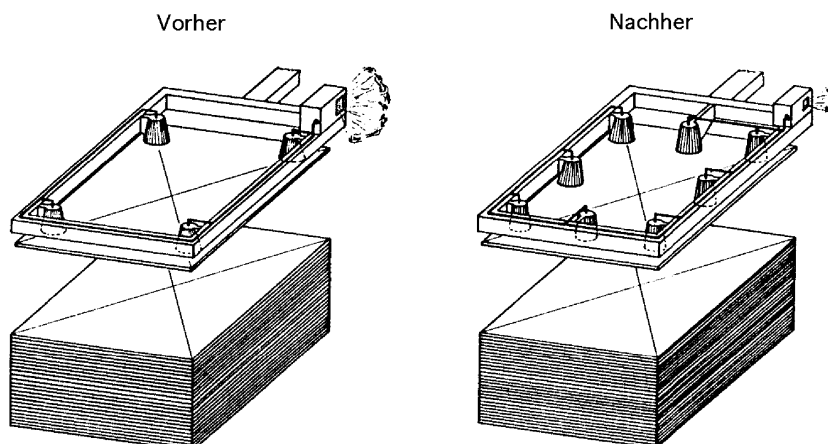


Bild 4: Papierförderanlage vor und nach der Lärminderungsmaßnahme [1]

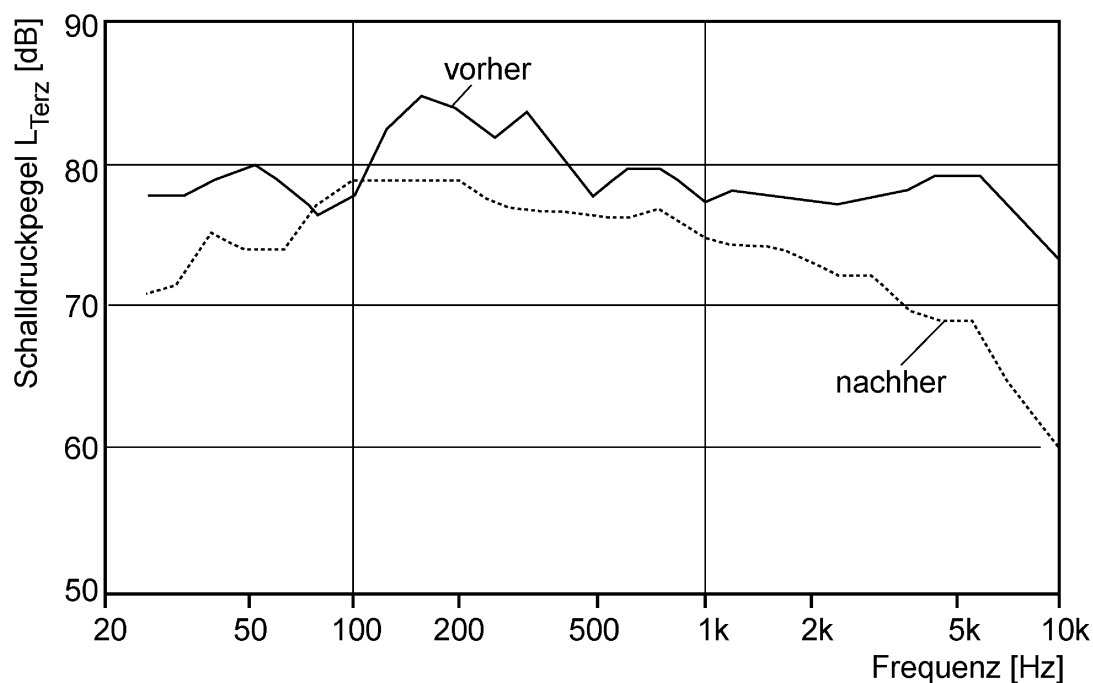


Bild 5: Spektrum des Schalldruckpegels vor und nach der Lärminderungsmaßnahme [1]

## LITERATUR

- [1] Dietz, P.; Gummersbach, F.: Lärmarm konstruieren XVIII - Systematische Zusammenstellung maschinenakustischer Konstruktionsbeispiele, Bremerhaven, Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, 2001
- [2] Haje, D.; Gummersbach, F.; Schmidt, A.: Inquiry Results about Low Noise Design; Clausthal; 1994; unveröffentlicht

- [3] DIN EN ISO 11688-1; Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer Maschinen und Geräte - Teil 1: Planung, 1998; (ISO/TR 11688-1; 1995); Deutsche Fassung EN ISO 11688-1:1998
- [4] Gummersbach, F.: Lärmarm konstruieren XIX - Schalltechnische Informationen unter konstruktiven Gesichtspunkten - ein Beitrag zum systematischen Zugriff auf konstruktive Lärminderungsmaßnahmen, Bremerhaven,

Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft, 2001; Dissertation, TU Clausthal

Dipl.-Ing. Stefan-Georg Backhaus  
Institut für Maschinenwesen  
Robert-Koch-Straße 32  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Tel.: 05323/72-2262  
FAX: 05323/72-3501  
E-Mail: Backhaus@imw.tu-clausthal.de