

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

Lothar Schmidt, md-pro GmbH Karlsruhe, Rolf Steinbuch, Hochschule Reutlingen

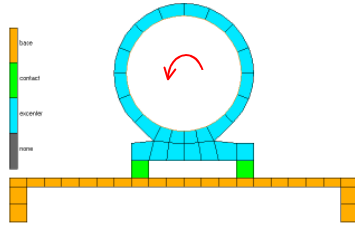
Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

Lothar Schmidt, mdpro, KA
Rolf Steinbuch HS RT

Gliederung

1. Aufgabenstellung
2. Der Übertragungsweg
3. Robustes Design
4. Anwendungen
5. Zusammenfassung

www.reutlingen-university.de



Reutlingen University Faculty of Eng. Steinbuch CAE/FEM	Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens Titel	DGAQS 2008 11. 12. 2008 Fig. 1
---------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	--------------------------------------

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

1. Aufgabenstellung

Teile akustisch prüfen,
Ergebnismatrix:

<i>Teil io,</i>	<i>Zusbau io</i>
<i>Teil nio,</i>	<i>Zusbau nio</i>
<i>Teil io,</i>	<i>Zusbau nio</i>
<i>Teil nio,</i>	<i>Zusbau io</i>

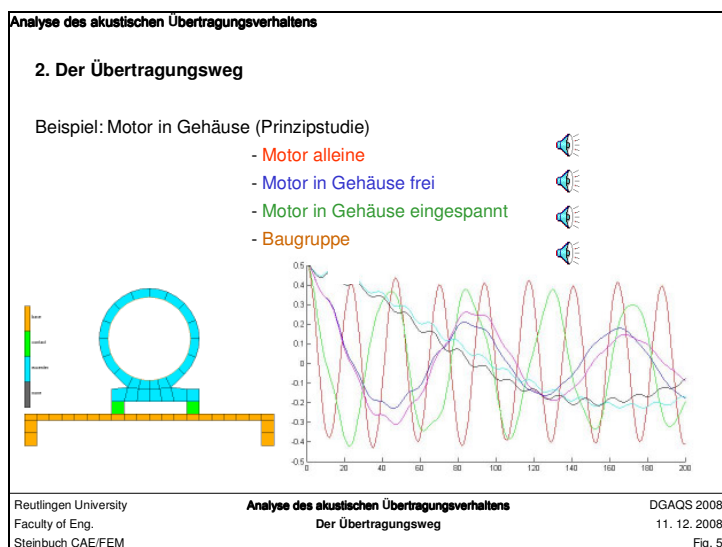
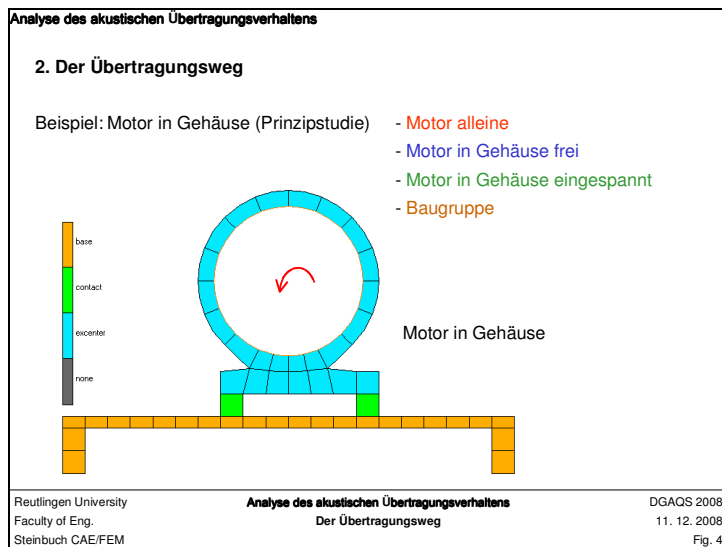
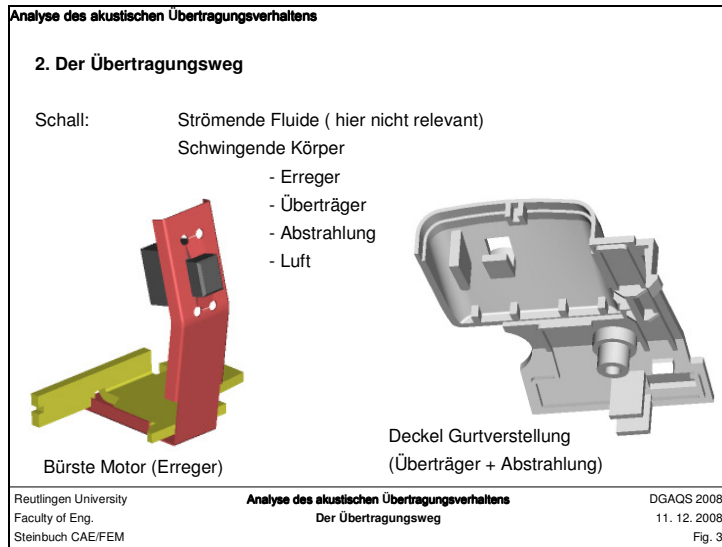
Kriterien für Teil nicht relevant für Zus-bau

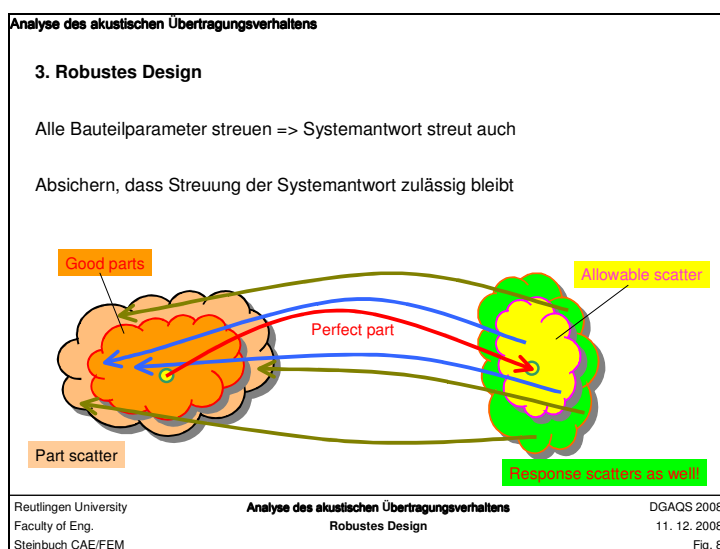
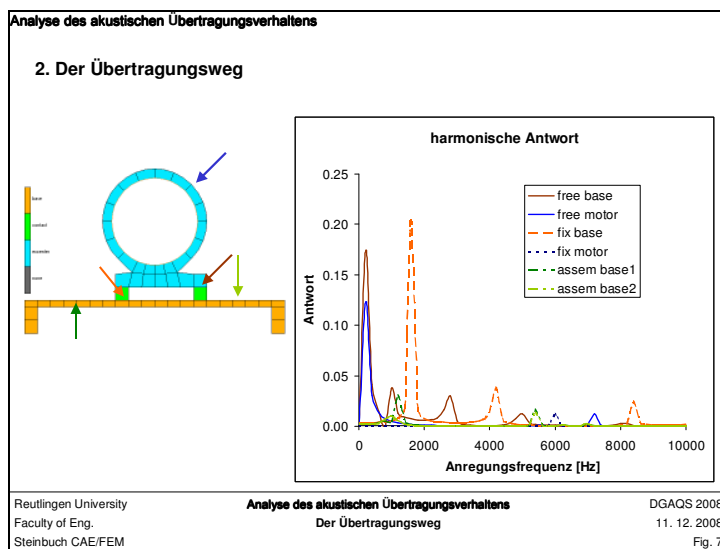
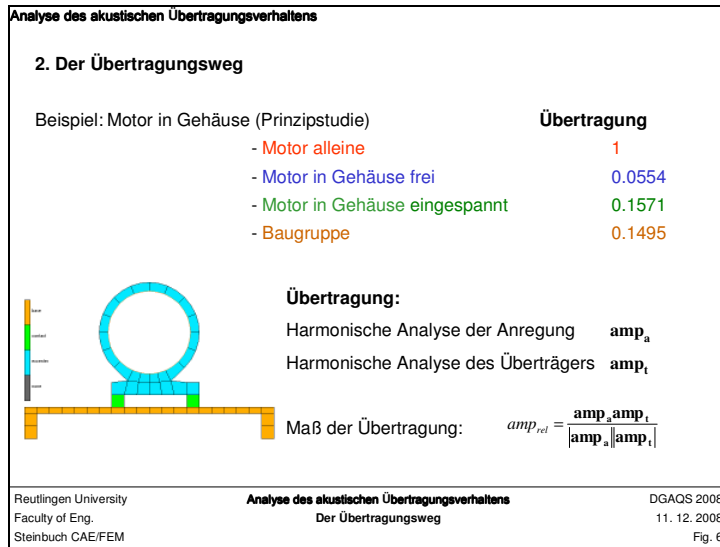
- Warum?
- Wie prüfen?
- Wie bewerten?

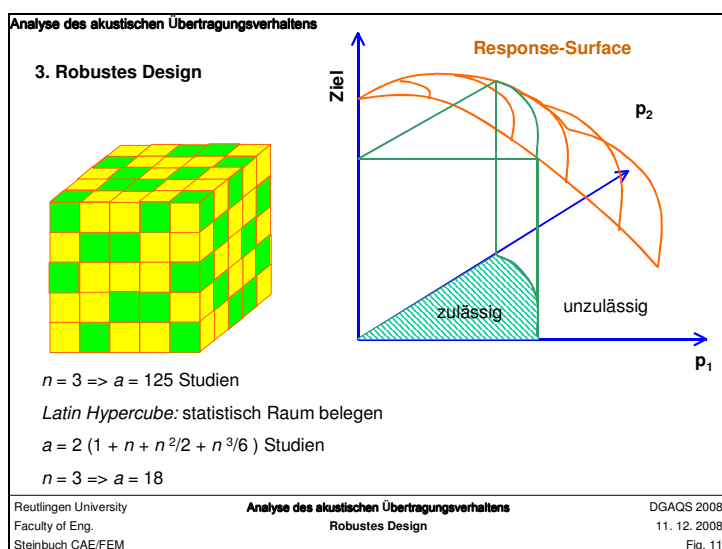
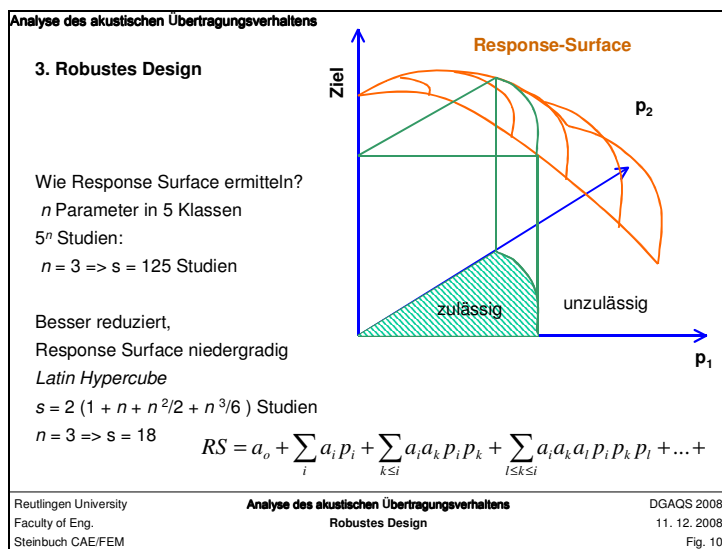
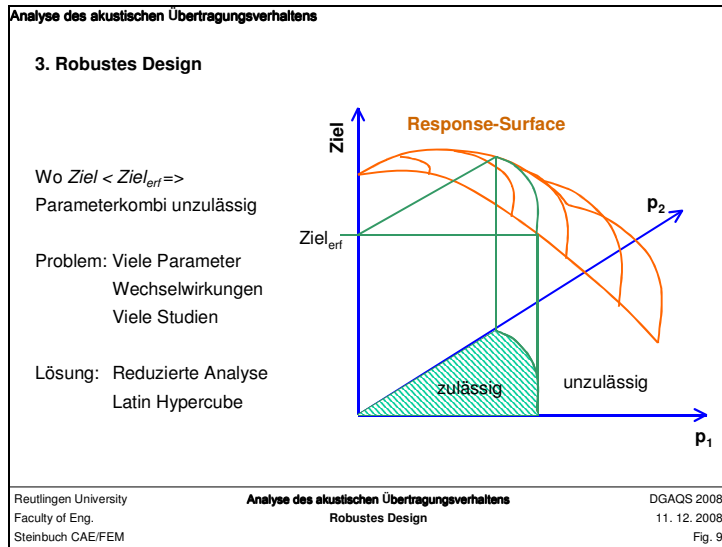
Beispiele:

- Sitzverstellung
- Gurtverstellung

Reutlingen University Faculty of Eng. Steinbuch CAE/FEM	Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens Aufgabenstellung	DGAQS 2008 11. 12. 2008 Fig. 2
---------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	--------------------------------------







Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

3. Robustes Design
Def Robustheit $\Delta \text{input} > \Delta \text{output}$

Beispiel rechteckiger Biegebalken

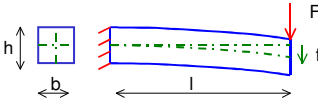
Durchbiegung

$$f = \frac{Fl^3}{3EI_y} = \frac{Fl^3}{3Ebh^3/12}$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12}$$

$$\Rightarrow \Delta f = 3\Delta h$$

nicht robust bei Δh



Reutlingen University
 Faculty of Eng.
 Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
 Robustes Design

DGAQS 2008
 11. 12. 2008
 Fig. 12

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

3. Robustes Design
Def Robustheit $\Delta \text{input} > \Delta \text{output}$

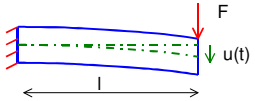
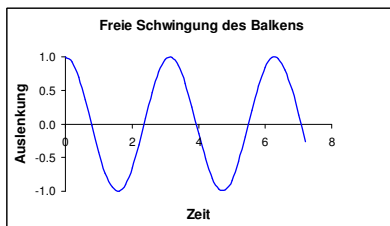
Beispiel Biegebalken

Eigenfrequenz

$$\omega \approx \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{bh^3/12}{bh}} \approx \sqrt{\frac{h^2}{12}} \approx h$$

$$\Rightarrow \Delta \omega = \Delta h$$

an Grenze robust bei Δh

Reutlingen University
 Faculty of Eng.
 Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
 Robustes Design

DGAQS 2008
 11. 12. 2008
 Fig. 13

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

3. Robustes Design
Def Robustheit $\Delta \text{input} > \Delta \text{output}$

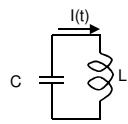
Beispiel Eigenfrequenz Schwingkreis,

Spule variiert Windungszahl n

$$\omega \approx \sqrt{\frac{1}{LC}} \approx \sqrt{\frac{1}{nC}} \approx \sqrt{\frac{1}{n}} \approx n^{1/2}$$

$$\Rightarrow \Delta \omega = \frac{1}{2} \Delta n$$

robust bei Δn



Reutlingen University
 Faculty of Eng.
 Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
 Robustes Design

DGAQS 2008
 11. 12. 2008
 Fig. 14

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

4. Anwendungen

- Akustisches Prüfen von Teilen fragwürdig
- Zusbautest aufwändig
- Test: Parameterkombi unklar
- Robustheitsanalyse möglich?

Teste (Rechne)

- Ausbau mit bekannten Störungen
- Ermittle Sensitivität
- Korreliere Zielfunktion und Parameter (Response-Surface)
- Finde Feld zulässiger Parameterkombinationen
- Entwickle Prüfkriterien für Serie

Reutlingen University
Faculty of Eng.
Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
Anwendungen

DGAQS 2008
11. 12. 2008
Fig. 15

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

4. Anwendungen

Robustheitsanalyse

Varianten des Motors in Gehäuse

- Ist: Ausgangsgeometrie
- Elastomerlager
- Boden 50% dünner
- 20% Elastomerlager
- Elastomer + dünner
- 20% dünner

Reutlingen University
Faculty of Eng.
Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
Anwendungen

DGAQS 2008
11. 12. 2008
Fig. 16

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens

4. Anwendungen

Vorgehen in Praxis

- Erstellen akustiktauglicher CAD-Modelle
- Absichern Modellfeinheit
- Bestimme
 - modale,
 - harmonische,
 - transiente Antwort
- Definiere Freiheitsgrade ($dof_i, i = 1 \dots n_{dof}$)
- Bestimme Sensitivität = $f(\Delta dof)$
- Entwickle robusten Vorschlag = $f(\Delta dof_i, i = 1 \dots n_{dof})$
- Prüfe an Bauteil
- Feinabstimmung am Bauteil

Reutlingen University
Faculty of Eng.
Steinbuch CAE/FEM

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens
Anwendungen

DGAQS 2008
11. 12. 2008
Fig. 17

Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens		
5. Zusammenfassung		
<ul style="list-style-type: none">- Schall entsteht durch Erreger, Übertragungsweg und Abstrahler- Übertragungsweg entscheidend für gehörtes Geräusch- Schallbeeinflussung:<ul style="list-style-type: none">- Quelle,- Weg- Oberfläche- Interaktion erfassen- Streuungen erfassen- Robustheit prüfen- Messung qualifiziert vorbereiten		
Reutlingen University Faculty of Eng. Steinbuch CAE/FEM	Analyse des akustischen Übertragungsverhaltens Zusammenfassung	DGAQS 2008 11. 12. 2008 Fig. 18

1