



Dario Quadroni

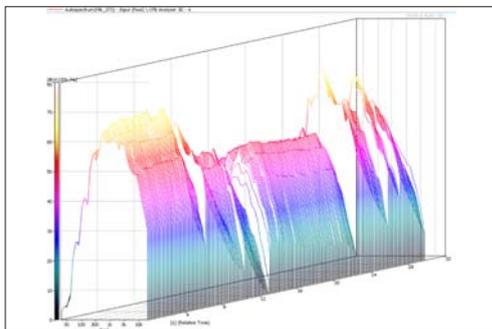
Diplomand	Dario Quadroni
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Turbomaschinen AG, Zürich
Themengebiet	Konstruktion und Systemtechnik
Projektpartner	Schulthess AG, Wolfhausen ZH, Eugster/Frismag AG, Neuhaus SG

## Analyse von störenden Geräuschen an Konsumgütermaschinen

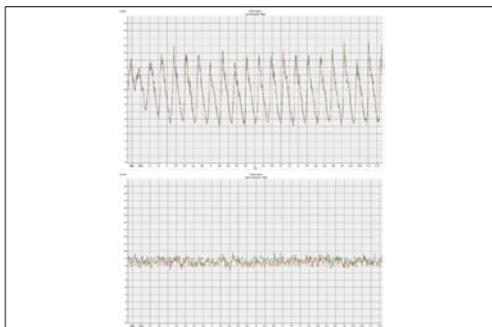
### 47 Teil 1: Geräusche an Waschmaschinen; Teil 2: Sound-Design an Kaffeemaschinen



Untersuchungsobjekte: Waschmaschine (links) und Kaffeemaschine (rechts)



Wasserfalldiagramm: Verlauf des dB(A)-Niveaus vs. Frequenz und Zeit --> erlaubt die Identifikation der kritischen Phasen im Prozessablauf



Verlauf der Lautheit in [sone] über die Zeit für das störende Geräusch der Maschine. Ausgangslage (oben); nach der Verbesserungsmaßnahme (unten)

**Ausgangslage:** Diese Bachelorarbeit behandelt das Thema «Akustische Verbesserungen von Haushaltgeräten». Zwei Industriepartner haben je ein Gerät ihrer Produktion für diese Analyse zur Verfügung gestellt. Die Eugster/Frismag AG, Entwickler und Hersteller von Haushaltgeräten und Kaffeemaschinen, stellte eine Kaffeemaschine zur Verfügung. Das Gerät soll akustisch analysiert werden mit dem Ziel, allfällig unangenehme Geräusche zu identifizieren. Danach sollen dessen Quellen und Übertragungswege untersucht und geeignete Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Schulthess Maschinen AG stellte eine Haushaltswaschmaschine zur Verfügung. Hier wird ein bestimmtes Geräusch in einer Phase des Waschprogrammes von einigen Kunden als störend bezeichnet. Dieses Geräusch soll im Labor analysiert und darauf aufbauend sollen Abhilfemaßnahmen formuliert werden.

**Vorgehen/Technologien:** Zur Untersuchung der Wahrnehmung der Geräusche wurde eine nicht allgemein bekannte Methodik eingesetzt, die Psychoakustik. In der Psychoakustik werden die akustischen Merkmale von unangenehmen Geräuschen analysiert. Diese Analyse und insbesondere die psychoakustischen Metriken geben wichtige Hinweise für den Entwurf und die Bewertung der Korrekturmaßnahmen. Die Ausgangslage bei beiden Geräten und die Verbesserungsmaßnahmen wurden immer mithilfe von umfangreichen akustischen Messungen erfasst. Zusätzliche Vibrationsmessungen am Gerät dienten der Untersuchung der Übertragungswege der Geräusche nach dem Source-Path-Receiver-Modell.

**Ergebnis:** Bei der Waschmaschine wurde das störende Merkmal des Geräusches in seinem zeitlichen schlagartigen Verlauf identifiziert. Die psychoakustischen Größen haben es deutlich gezeigt. Die Quelle dieses Geräusches wurde im Verhalten des Wassers im Gerät gefunden. Das Problem wurde durch eine konstruktive Änderung eines Bauteils gelöst. Der Schalldruckpegel wird mit dieser Lösung leicht höher sein, das Geräusch weist aber kein störendes Merkmal mehr auf. Bei der Kaffeemaschine wurden verschiedene störende Geräusche im Prozessablauf identifiziert sowie deren Quellen und Übertragungswege im Detail betrachtet. Die Metriken und die Tools, um Geräuschaufnahmen zu modifizieren, sind ausgezeichnete Mittel für die Analyse von störenden Geräuschen. Sie erlauben es zum Beispiel, Geräuschquellen zu identifizieren oder Maskierungseffekte (wie in der Phase Mahlen) zu erkennen. Aufgrund solcher Messungen wurden zum Design der Geräusche in der Kaffeemaschine verschiedene Maßnahmen formuliert und getestet.