



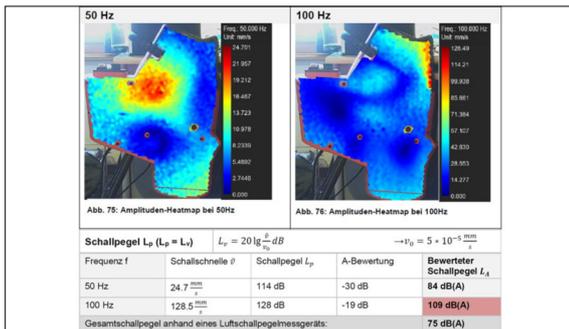
Stefan Haas

Diplomand	Stefan Haas
Examinator	Prof. Dr. Albert Loichinger
Experte	Dr. Elmar Nestle, Vat Vakuumventile AG, Haag (Rheintal), SG
Themengebiet	Produktentwicklung

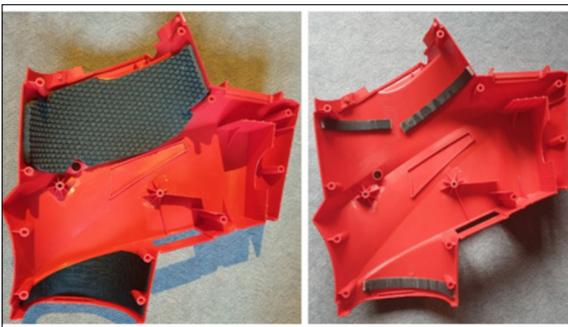
## Geräuschoptimierung mit einem Scanning Laser Vibrometer



Messen eines Wärmepumpenboilers über den eingezeichneten Messbereich  
Eigene Darstellung



Messauswertung des Gartenhäckslers bei der Anregungsfrequenz 50Hz und 100Hz mit anschliessender Schallpegelberechnung  
Eigene Darstellung



Dämpfungsoptimierung mit Schwerfolien (links) und Versteifungsoptimierung mit Verstrebungen (rechts)  
Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** Um frühzeitig sinnvolle Massnahmen gegen die Geräuschemission in Produkte einzubauen, muss ein Produkt bereits vor der Massenproduktion präzise auf den Lärmpegel analysiert werden. Momentan wird dies mit Hilfe von akustischen Messgeräten wie akustischen Kameras oder Geräuschpegelmessgeräten realisiert. Diese können jedoch nicht immer die nötige Messgenauigkeit und Störeinflussresistenz mit sich bringen. Deshalb wird nun ein Scanning Laser Vibrometer verwendet, das direkten Anschluss über die Betriebsvibrationen liefert.

**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist eine Verfahrensanweisung zur Entwicklung verschiedener Geräte und Produkte mit Hilfe eines Scanning Laser Vibrometers. Dabei werden verschiedene Messobjekte untersucht, um daraus die Grenzen und Möglichkeiten abzuleiten, die bei der Verwendung des Scanning Laser Vibrometers bestehen.

**Ergebnis:** Ein Gerät wird meist über den Antrieb in Schwingung versetzt. Dabei kann anhand des Antriebes bereits die Grunderregungsfrequenz bestimmt werden. Der Scanning Laser Vibrometer kann diese Schwingungen über die Messfläche messen und die kritischen Bereiche lokalisieren. Dabei übertragen diese Bauteilschwingungen direkt den im Gehäuse vorhandenen Körperschall in Luftschall, welcher über das menschliche Gehör aufgenommen wird. Der Mensch kann Frequenzen im Bereich von ca. 16Hz und 20'000Hz wahrnehmen. Hierbei muss aber die frequenzabhängige Lautstärkenempfindlichkeit des Gehörs beachtet werden. Somit muss der berechnete Schallpegel der verschiedenen Frequenzen anhand einer Frequenzbewertungskurve, welche die Lautstärkenempfindlichkeit des Menschen kompensiert, bewertet werden. Daraus lässt sich die kritische Schwingfrequenz festlegen, die für die Optimierung des Messobjektes von Bedeutung ist.

Zur Optimierung eignen sich Dämpfungen mit Schwerfolien, Versteifungen mit Verstrebungen und die Isolierungen der Schwingquelle. Die Dämpfung und die Versteifung setzen dabei der Schwingung einen zusätzlichen Widerstand entgegen, wobei die Isolierung die Übertragung des Körperschalls auf das Gehäuse verhindert. Auf diese Weise ist eine Kaffeemühle, eine Kaffeemaschine, ein Tiefkühler, ein Gartenhäcksler, eine Fensterscheibe und ein Wärmepumpenboiler analysiert. Daraus wurden die Grenzen des Scanning Laser Vibrometers vor allem in der langen Messdauer und in der mindestens benötigten Messdistanz festgestellt. Ein Messobjekt kann nur gemessen werden, wenn über eine genügend lange Zeit dieselbe Anregung auf das Objekt möglich ist. Möchte ein grösseres Objekt gemessen werden, wird eine ausreichende Entfernung verlangt, damit das ganze Messobjekt im Messbereich Platz hat. Innerhalb eines Raumes kann dies unter Umständen nicht eingehalten werden. Die verschiedenen Tests bestätigten zudem auch die Möglichkeiten des Scanning Laser Vibrometers, indem das Messgerät dank des Infrarotlasers beinahe uneingeschränkt verwendet werden kann. Es können verschiedene Bauteiloberflächen, unter anderem Glas, gemessen werden und auch die Messdistanz kann sich ohne Probleme variieren.