



## Lärmreduktion an Kreissägeblättern mit vibroakustischen Metamaterialien

—  
Sebastian Rieß, Fraunhofer LBF

# Motivation

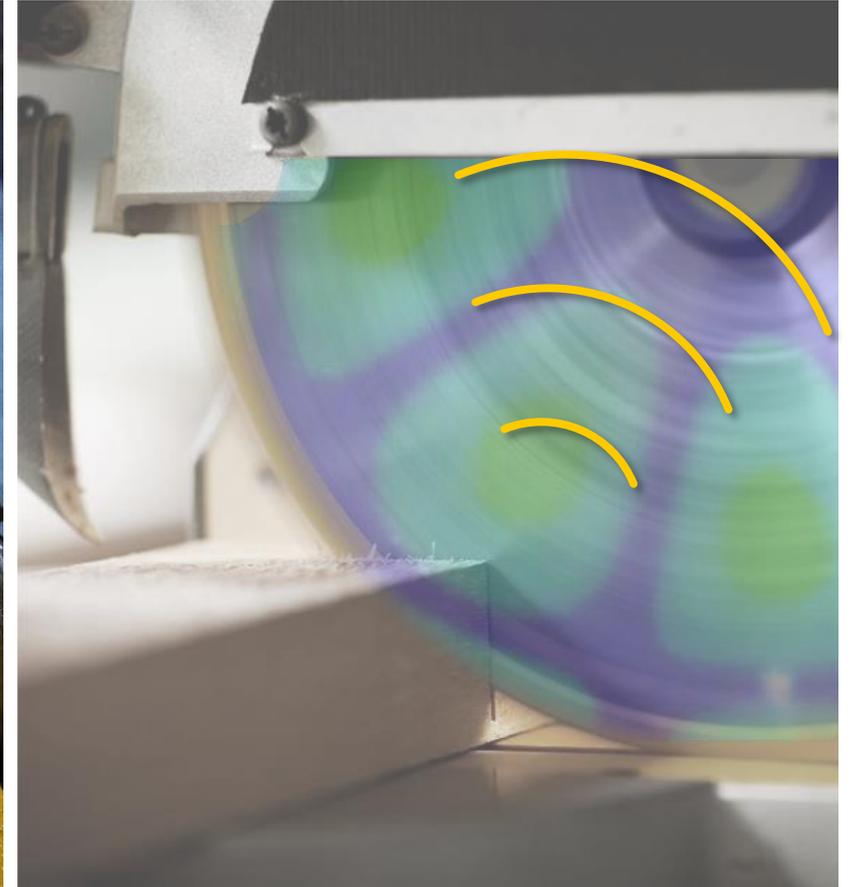
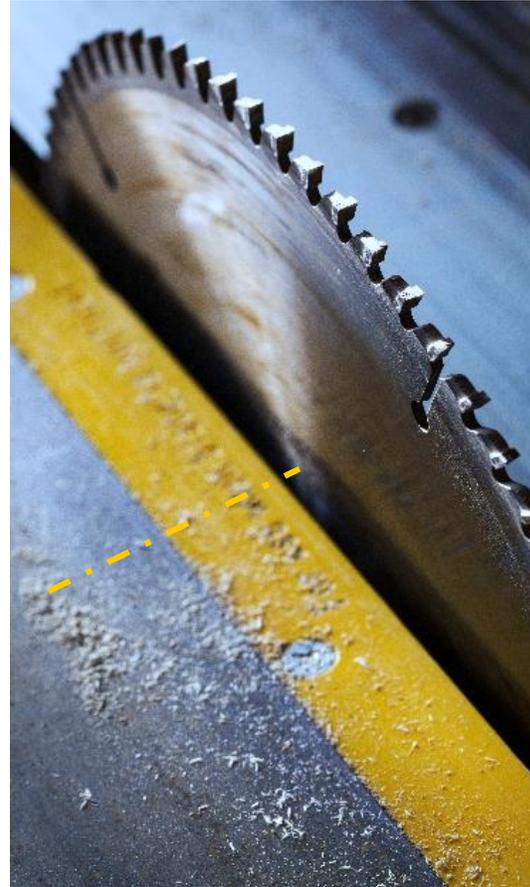
---

## Ausgangspunkt

- Kreissägeblätter sind in Industrie und Handwerk weit verbreitet.
- Die Gründe sind:
  - hohe Schnittleistung
  - einfache Handhabbarkeit und Mobilität

## Problem

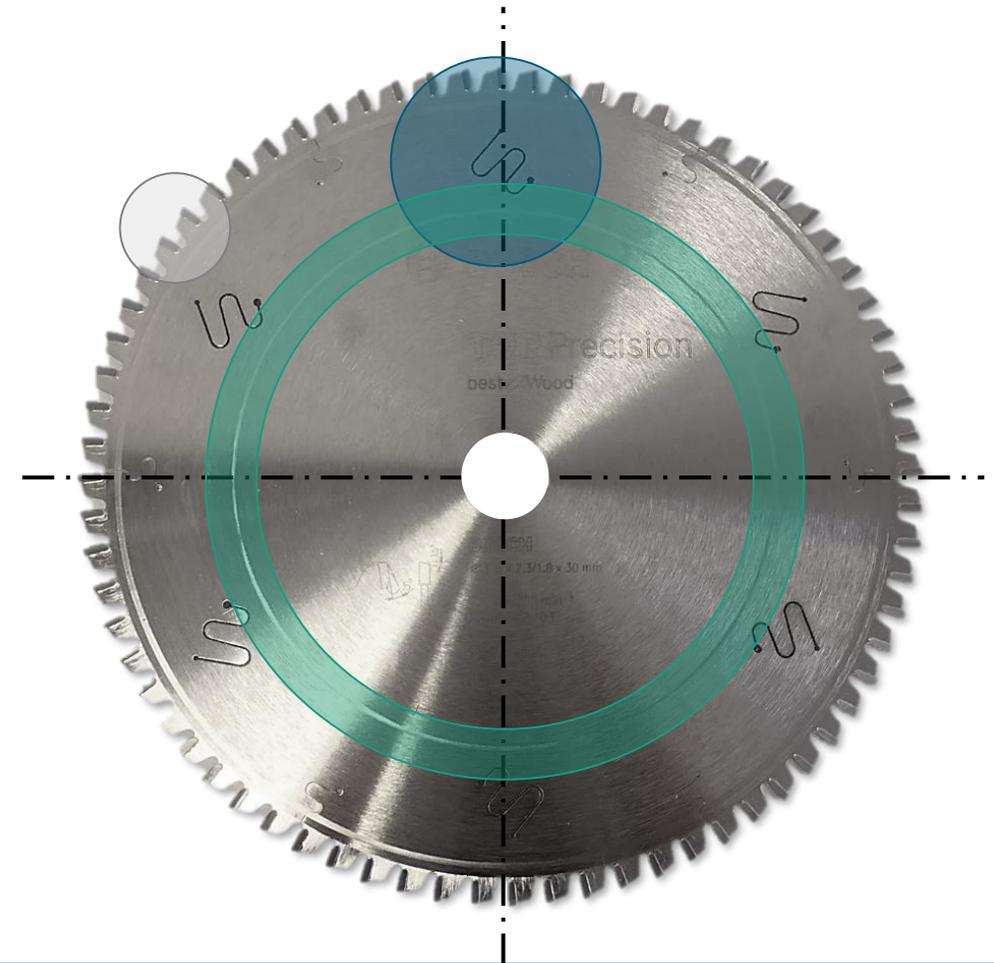
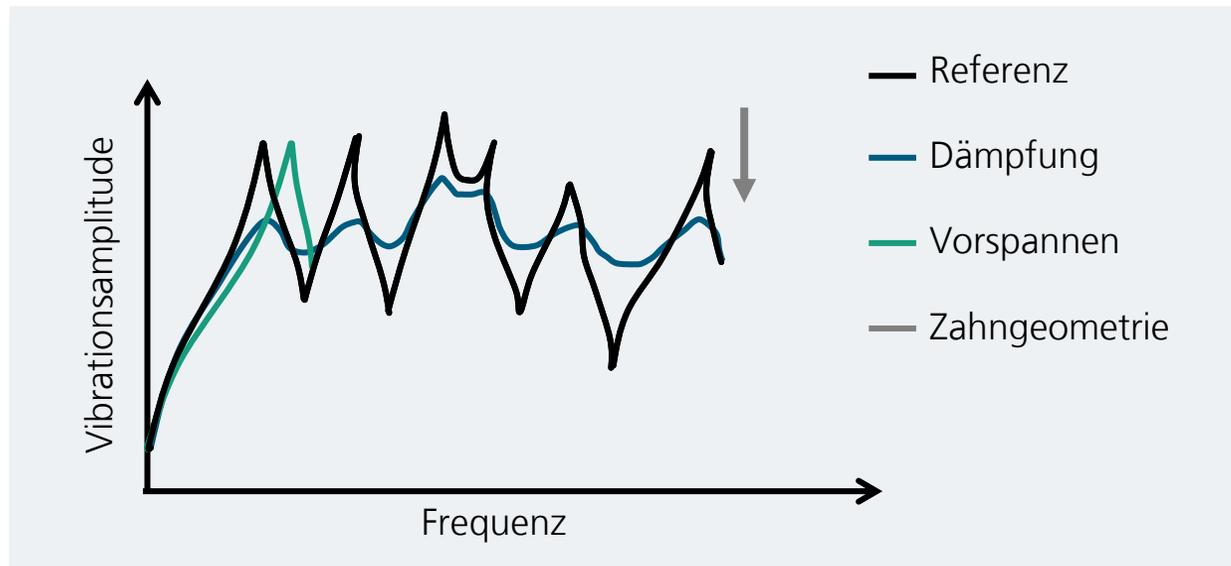
- Sägeblätter sind dünnwandige, schwach gedämpfte Strukturen, die anfällig für Schwingungen sind.
- Lärmschwerhörigkeit verursacht Kosten i.H.v. 100 Mio.€ jährlich für die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung [1].
- Die WHO stuft Lärm als zweitgrößtes Gesundheitsrisiko für Menschen ein [2].



# Lärmreduktion am Kreissägeblatt nach dem Stand der Technik

## Maßnahmen nach dem Stand der Technik:

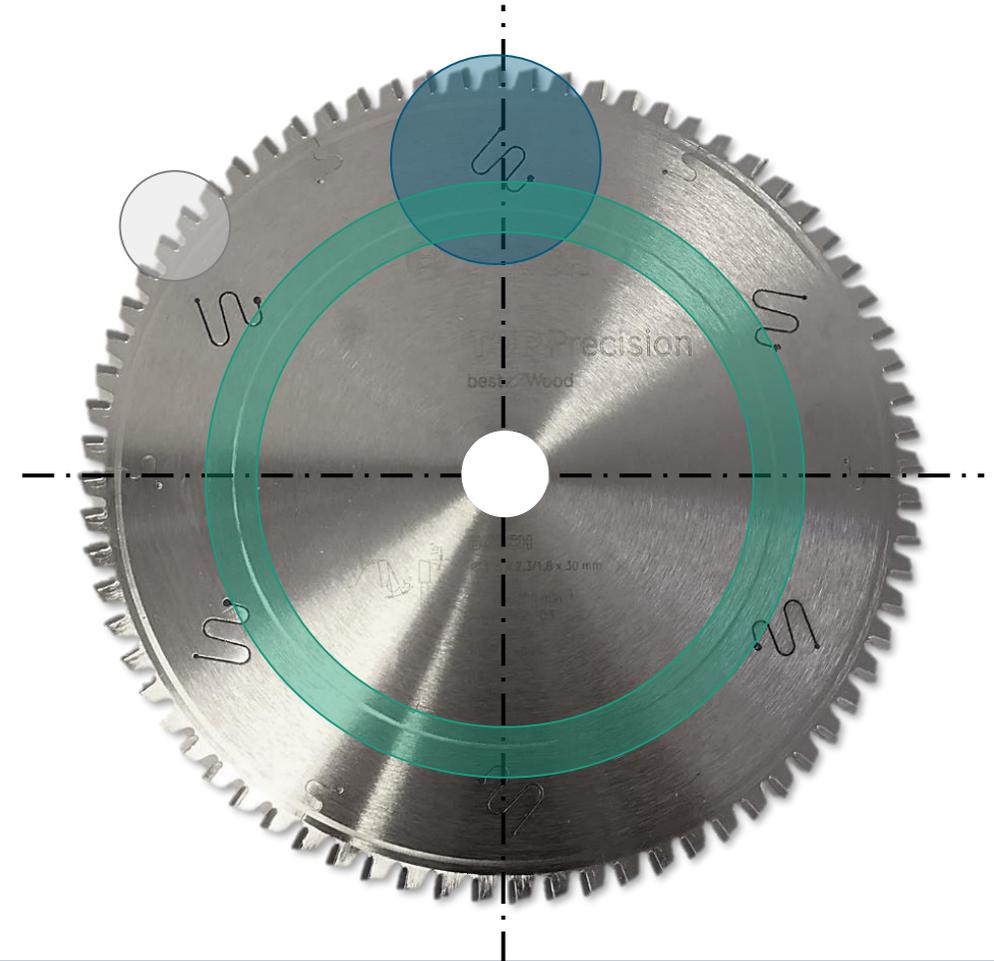
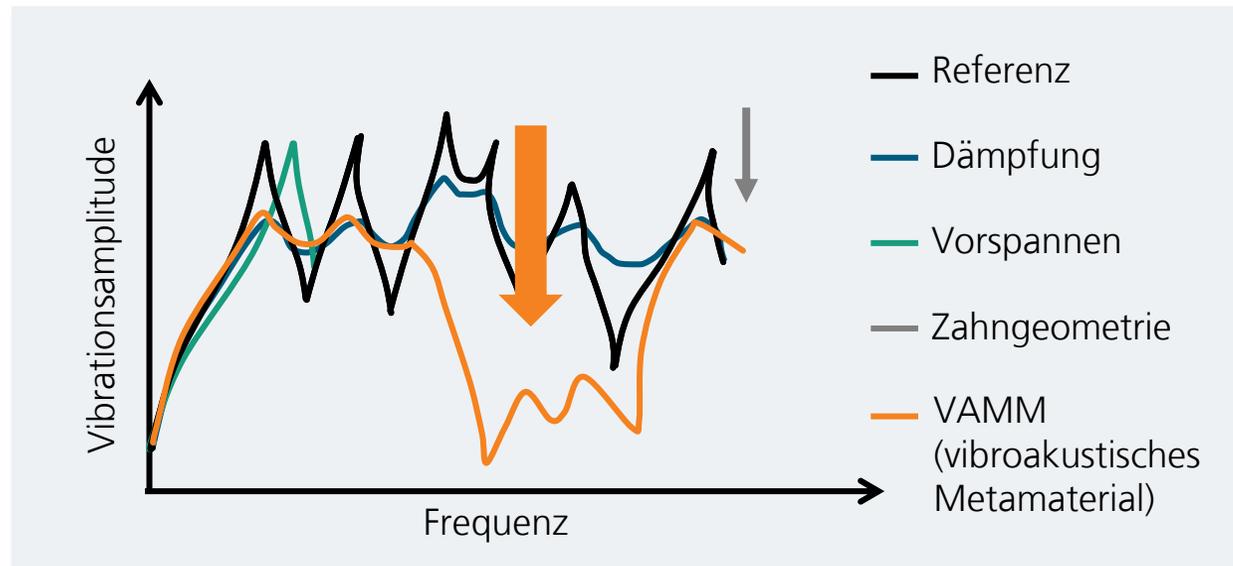
- **Dämpfung:**
  - Schlitze, die mit viskoelastischem Material gefüllt sind
  - Sandwich-Sägeblätter
- **Vorspannen:** Einprägen von Walzringen um Schwingungsmoden zu verschieben
- **Zahngeometrie:** Reduktion der Anregung durch Veränderung der Zahngeometrie



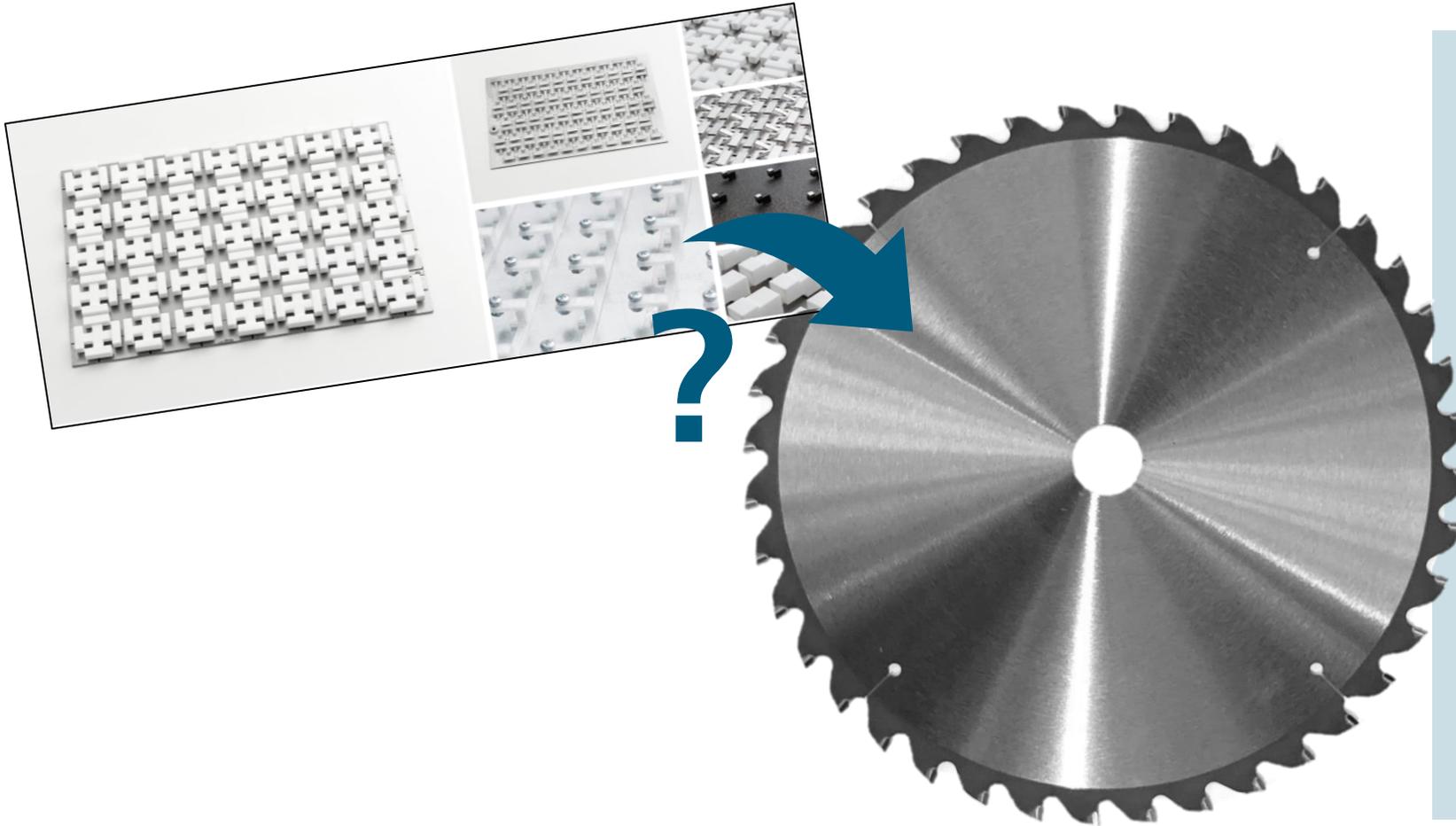
# Lärmreduktion am Kreissägeblatt nach dem Stand der Technik

## Maßnahmen nach dem Stand der Technik:

- **Dämpfung:**
  - Schlitze, die mit viskoelastischem Material gefüllt sind
  - Sandwich-Sägeblätter
- **Vorspannen:** Einprägen von Walzringen um Schwingungsmoden zu verschieben
- **Zahngeometrie:** Reduktion der Anregung durch Veränderung der Zahngeometrie



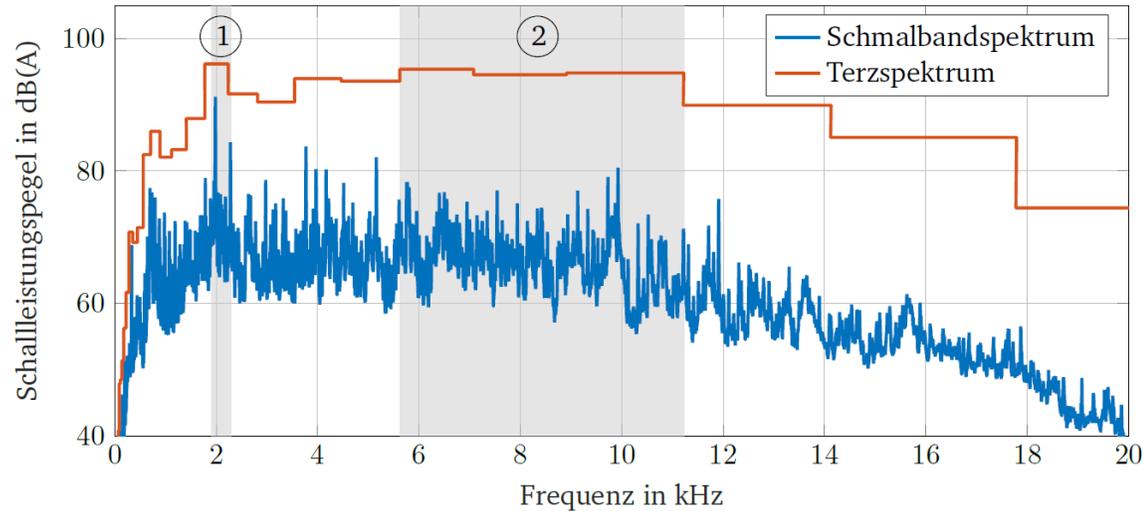
# Wie können VAMM auf Sägeblätter übertragen werden, um den Lärm beim Sägen zu reduzieren?



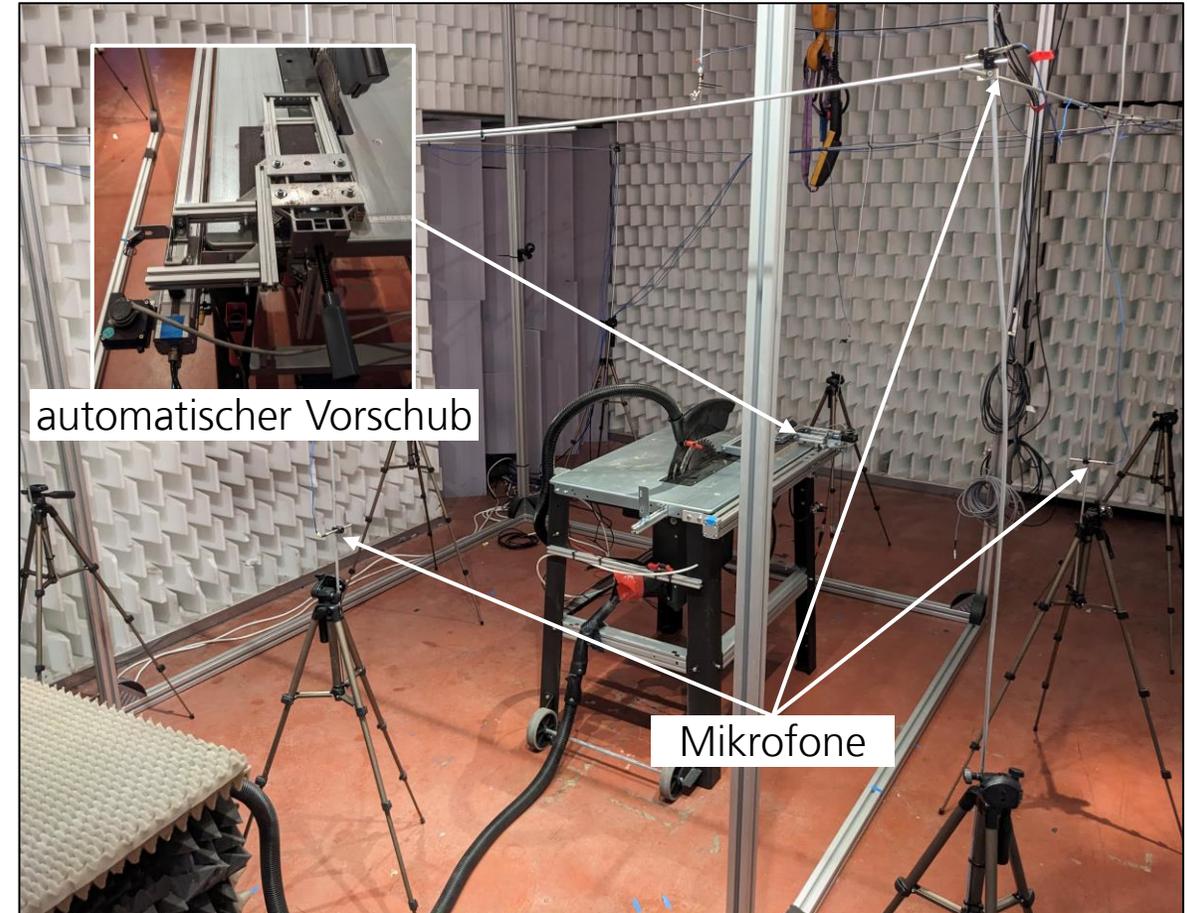
## Fragestellungen:

- Wie kann die Integration von VAMM in ein Sägeblatt erfolgen? Wie müssen geeignete Resonatoren gestaltet sein?
- Wie verhält sich ein VAMM unter Rotation (Gyroskopie, Fliehkraft, etc.)?
- Lässt sich der Lärm beim Sägen mit VAMM reduzieren?
- Wie verhält sich ein VAMM-Sägeblatt im Vergleich zu einem lärmgeminderten Sägeblatt?

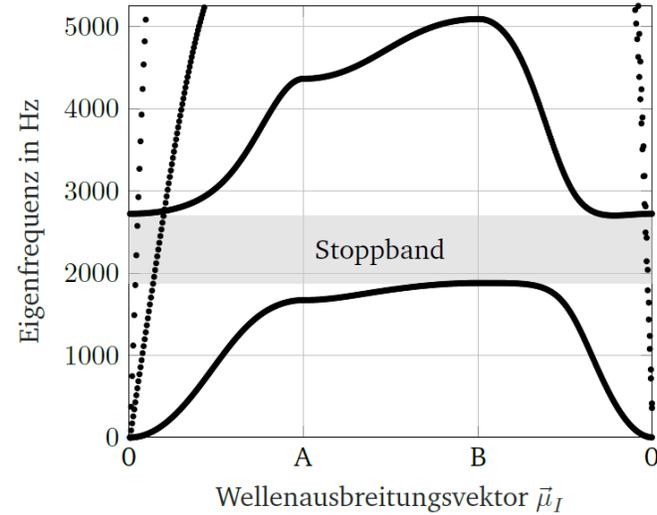
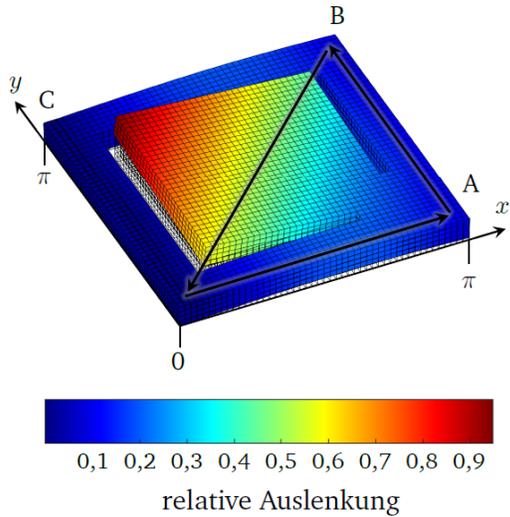
# Identifikation störender Frequenzbereiche



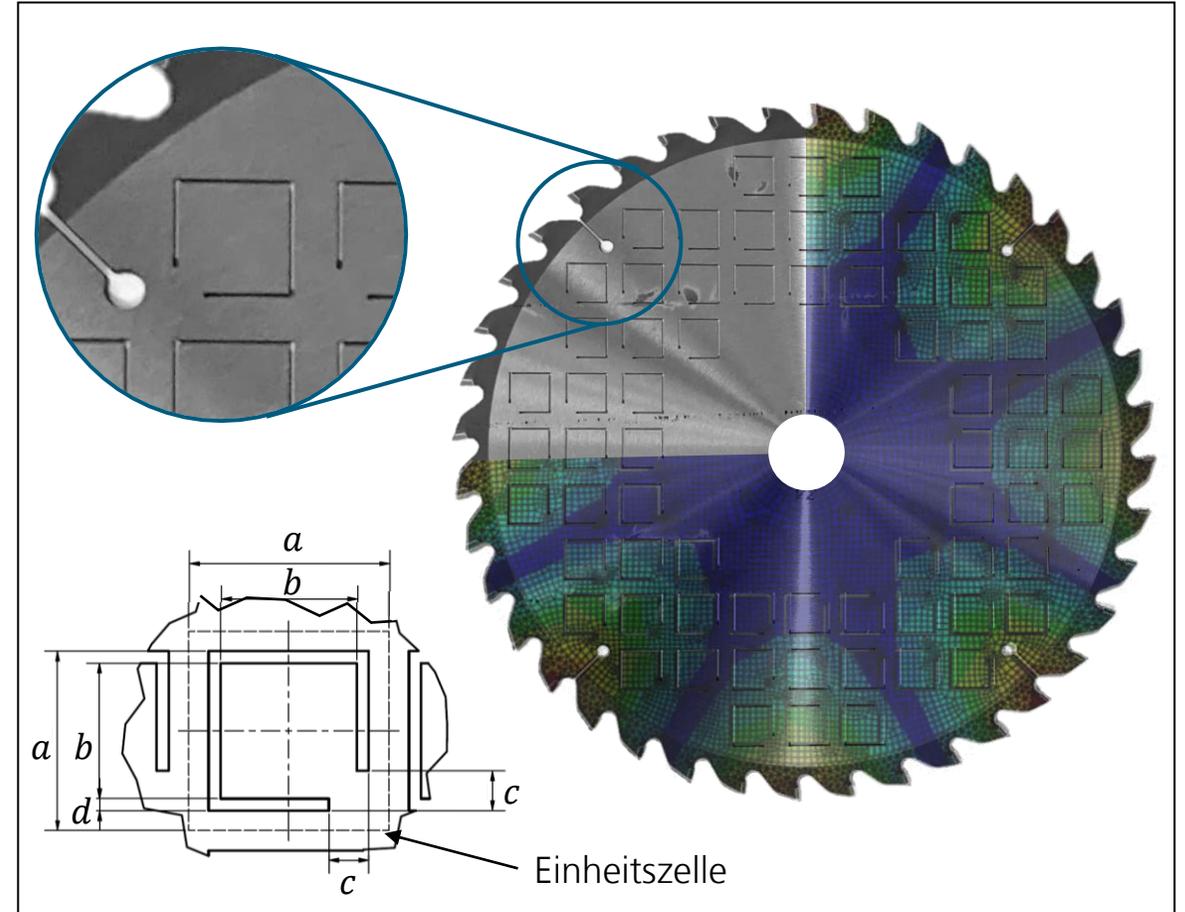
- Schalleistungsmessung beim Sägen zur Identifikation eines Frequenzbereichs zur Auslegung des VAMM
- Kubische Hüllfläche mit 9 Mikrofonen
- Ausgewählter Frequenzbereich: **1900 – 2300 Hz (Bereich 1)**
- Bereich 2 wird durch zusätzliche Dämpfung des VAMM reduziert



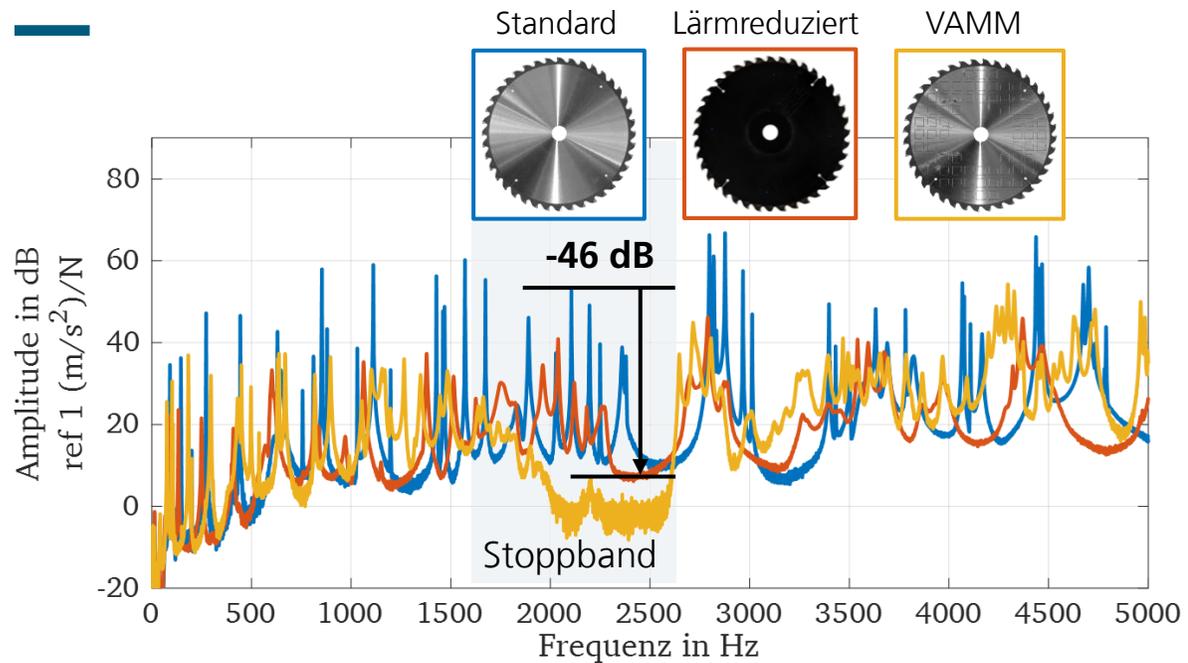
# Auslegung des VAMM-Sägeblatts



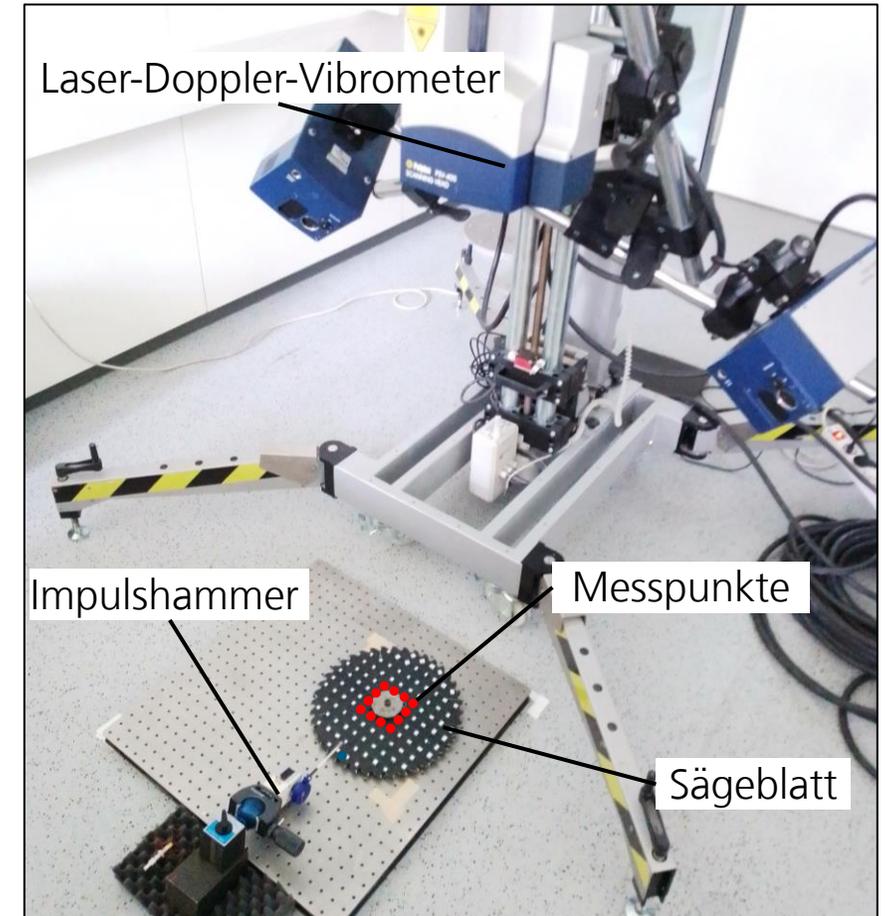
- Auslegung auf Einheitszellenebene:
  - Stopband: 1900 - 2700 Hz
- Integration von Resonatoren in das Stammblatt durch Wasserstrahl-Schneiden



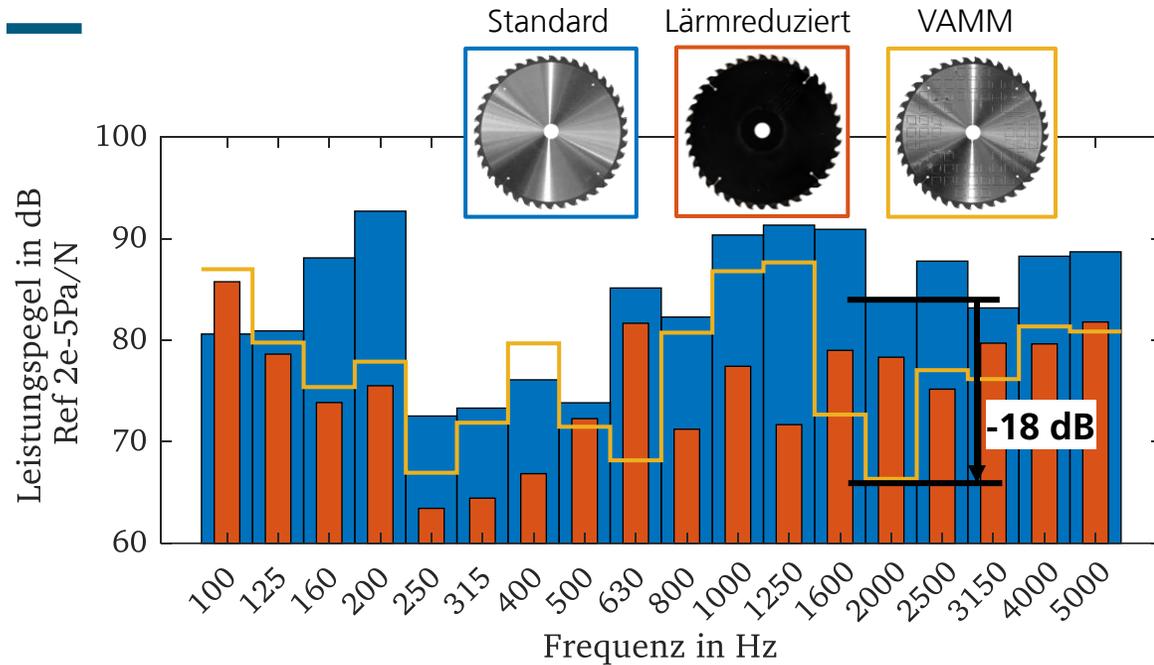
# Untersuchung der Strukturdynamik im nicht rotierenden Zustand



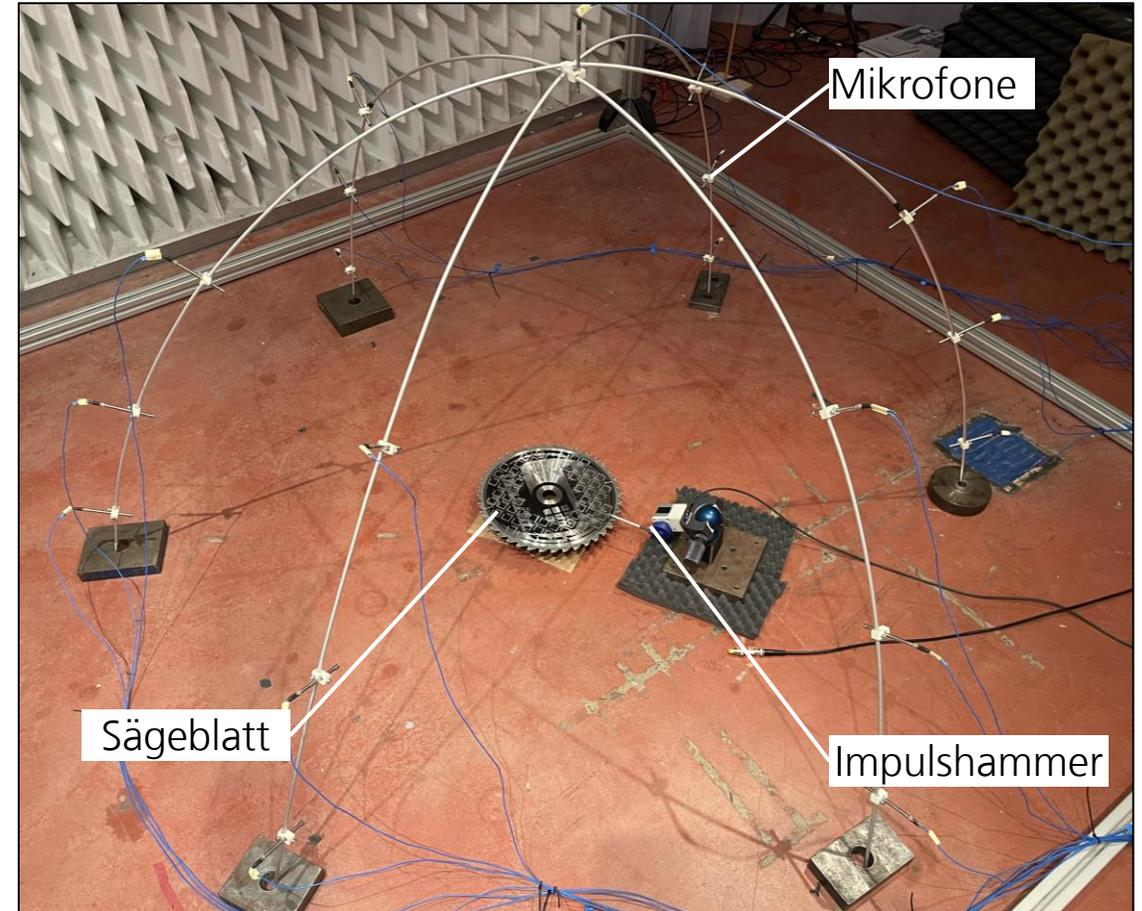
- Messung des strukturdynamischen Verhaltens mit einem Laser-Doppler-Vibrometer, Anregung mit automatischem Impulshammer
- Im Stoppbandfrequenzbereich **46 dB** Reduktion gegenüber dem Standard-Sägeblatt und **34 dB** gegenüber einem lärmreduzierten Sägeblatt



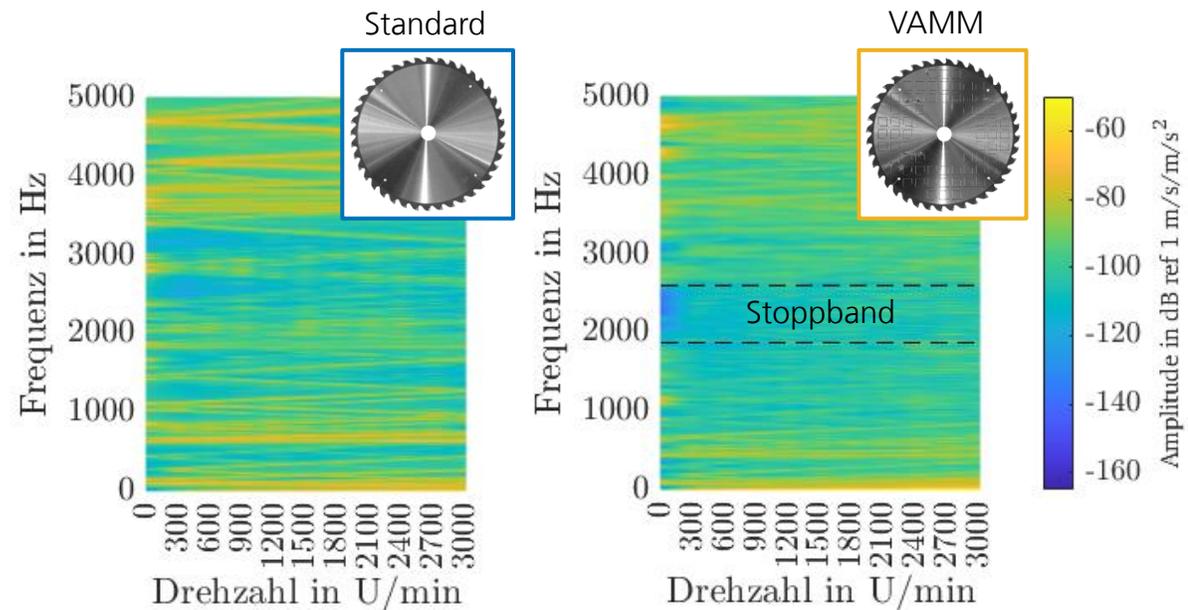
# Untersuchung der akustischen Abstrahlung im nicht rotierenden Zustand



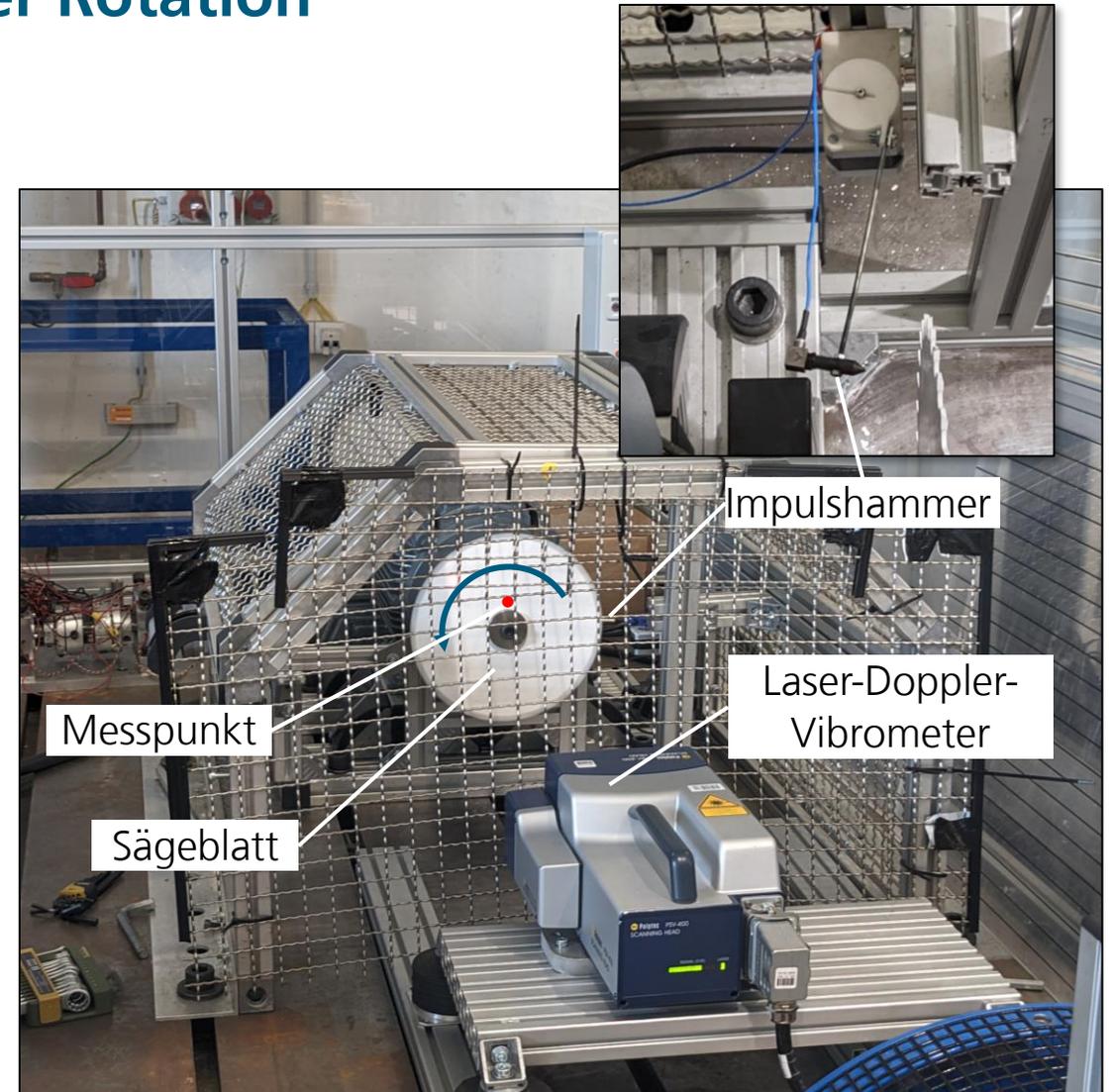
- Messung der abgestrahlten Schallleistung der Sägeblätter unter Anregung mit einem automatischen Impulshammer
- Im Stoppbandbereich **18 dB** Reduktion gegenüber dem Standard-Sägeblatt und **12 dB** gegenüber dem lärmreduzierten Sägeblatt



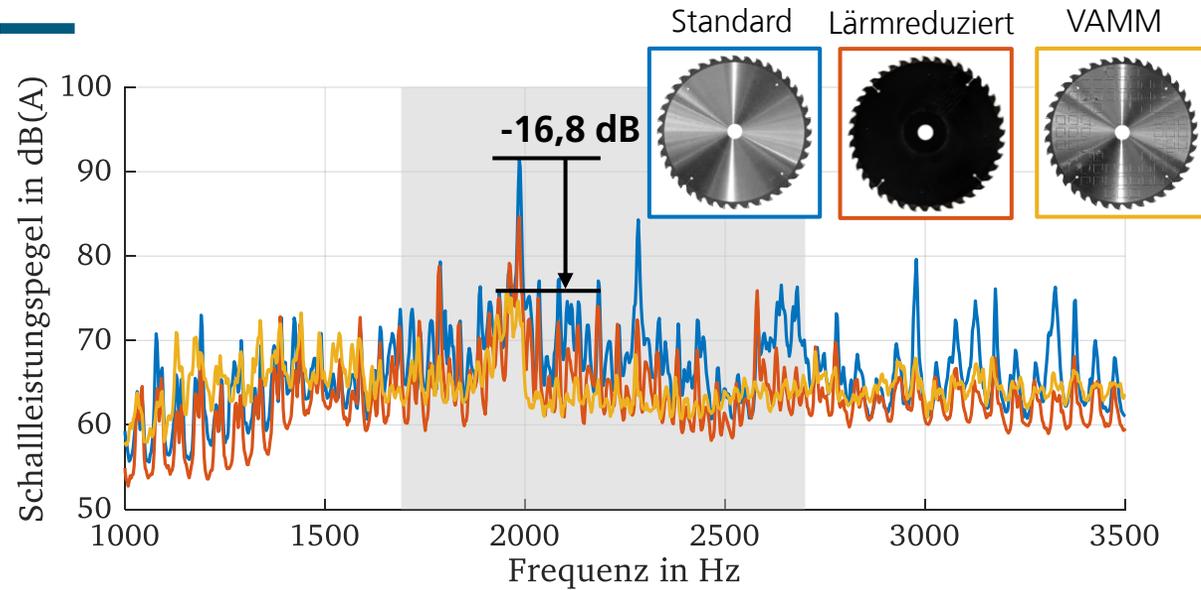
# Untersuchung der Strukturdynamik unter Rotation



- Messung des strukturdynamischen Verhaltens des rotierenden Sägeblatts mit einem Laser-Doppler-Vibrometer (ortsfester Beobachter), Anregung mit automatischem Impulshammer
- Aufspaltung der Resonanzen in Abhängigkeit der Drehzahl
- **Stopband ist auch unter Rotation vorhanden**



# Untersuchung der Schallabstrahlung beim Sägen



- Messung der Schalleistung beim Sägen in Anlehnung an DIN7690
- Bei **2000 Hz: 16,8 dB** Reduktion gegenüber dem Standard-Sägeblatt und **10 dB** Reduktion gegenüber dem lärmoptimierten Sägeblatt
- Reduktion des **Gesamtschalleistungspegel** gegenüber dem Standard-Sägeblatt: **7,1 dB**



# Mit einem VAMM lässt sich das Lärmreduktionspotenzial gegenüber einem Sägeblatt mit Dämpfungsschlitzten etwa verdoppeln

Sägeblatttyp	Standard Sägeblatt (Makita MAKBLADE)	Lärmreduziertes Sägeblatt (MAKBLADE Quiet Cutting)	VAMM-Sägeblatt (Makita MAKBLADE + VAMM)
			 Fraunhofer LBF
Gesamtschallleistungspegel	Referenz	-3,7 dB(A) ↓	-7,1 dB(A) ↓
Tonalität bei 2000 Hz	Referenz	-6,9 dB(A) ↓	-16,8 dB(A) ↓

# Zusammenfassung & Ausblick

## Zusammenfassung

- VAMM lassen sich durch eine Strukturintegration auf Sägeblätter anwenden
- Die Funktion des VAMM ist auch unter Rotation gegeben
- Beim Sägen werden Reduktion der abgestrahlten Schallleistung zwischen 7,1 und 16,8 dB(A) erreicht



## Ausblick

- Betriebsfeste Auslegung der Resonatoren
- Untersuchung der Schnittqualität
- Optimierung des Designs vor dem Hintergrund der Fertigung
- Überführung des Ansatzes in die Anwendung
- Übertragung auf andere rotierende Strukturen (Zahnräder, Bremsscheiben, etc.)



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

## Kontakt

---

Sebastian Rieß, M.Sc.  
Gruppe Schwingungstechnische Optimierung  
Abteilung Strukturdynamik und Schwingungstechnik  
Bereich Adaptronik  
Tel. +49 6151 705-378  
[sebastian.riess@fraunhofer.de](mailto:sebastian.riess@fraunhofer.de)



# Quellen

---

- [1] N. Heiser (2019). *Lärmschwerhörigkeit - "Wie bitte?"*. BG RCI.magazin (3/4):36.
- [2] O. Hänninen, A.B. Knol, M. Jantunen, T.-A. Lim, A. Conrad, M. Rappolder et al. (2014). *Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries*. Environmental health perspectives; 122(5):439–46.