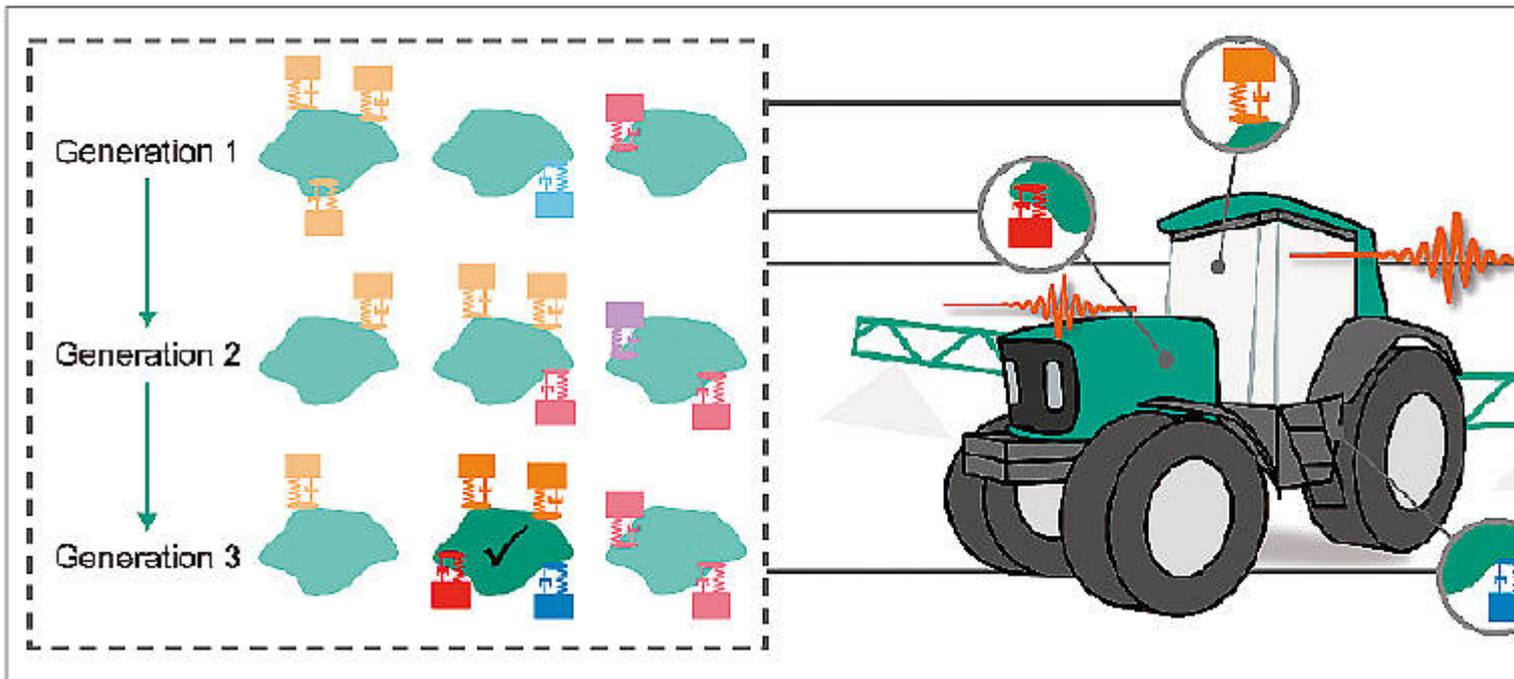


Macht Schluss mit Brummen und Dröhnen

Forscher des Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF nutzen künstliche Intelligenz, um Schwingungen an Landmaschinen zu minimieren.



© Fraunhofer LBF

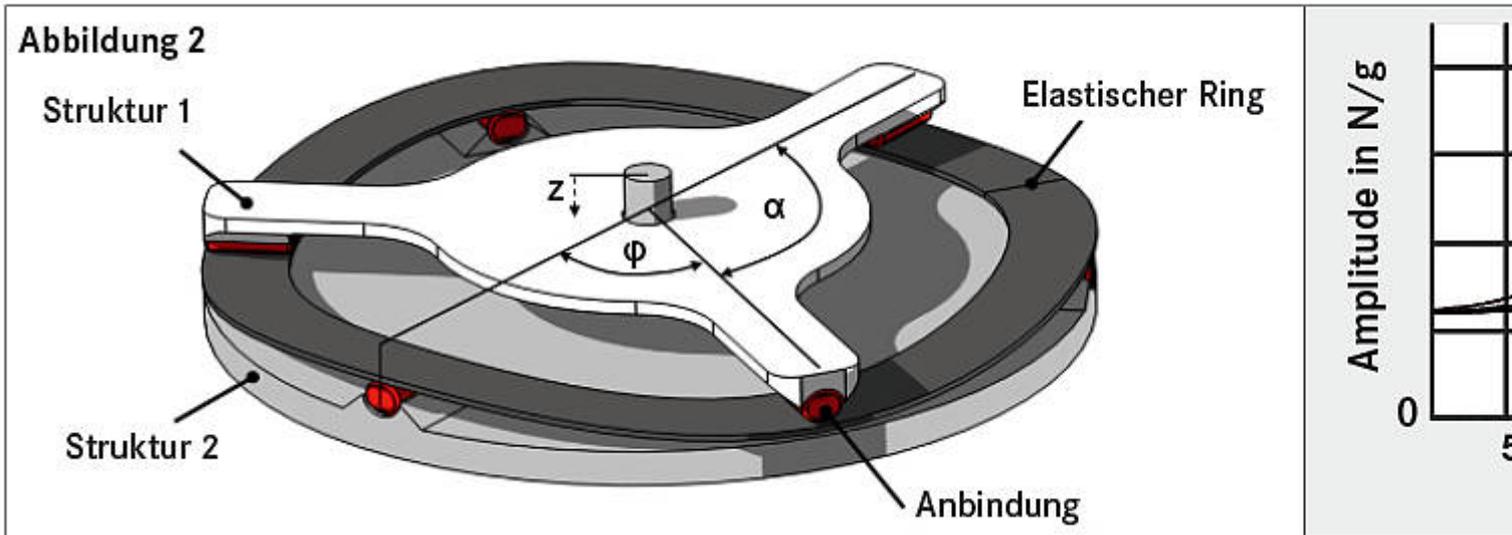
Lösungs-Generationen verschiedener schwingungstechnischer Maßnahmen am Beispiel verteilter Schwingungstilger und gefundeter Lager an der Kombination eines Traktors mit einem Anbaugerät (rechts).

Technische Systeme werden zunehmend komplexer und sollen gleichzeitig immer leichter werden. Durch die Einsparung von Gewicht können die Leistung gesteigert, Ressourcen geschont und gleichzeitig gesetzliche Vorschriften eingehalten werden. Aber leichtere Strukturen führen zu mehr Schwingungen, deren Reduktion für langlebige Produkte und den Arbeitsschutz unabdingbar ist. Angesichts dieses Zielkonflikts kann die schwingungstechnische Optimierung von Leichtbaustrukturen schnell derart komplex werden, dass sie mit konventionellen Methoden nicht mehr beherrschbar ist. Insbesondere in der Landtechnik ergeben sich zusätzliche Herausforderungen vor dem Hintergrund sich ändernder Fahrzeugkonfigurationen durch wechselnde Anbaugeräte wie beispielsweise Feldspritzen, Mähwerken oder Mulcher. Alle diese Geräte ändern das schwingungstechnische Verhalten. Dies führt entweder zu Kompromissen bei der Auslegung oder erfordert schwingungstechnische Maßnahmen, die sich aufgrund der Variabilität von Landmaschinen adaptiv an wechselnde Anforderungen anpassen müssen. Hierdurch wird der Lösungsraum möglicher Maßnahmen jedoch sehr groß und diese können miteinander interagieren, was zu unerwarteten Schwingungseffekten führen kann. Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF forscht zum einen an adaptiven schwingungstechnischen Maßnahmen sowie an neuen Methoden zur optimalen Auslegung verteilter Maßnahmen an komplexen Strukturen mit Methoden der künstlichen Intelligenz.

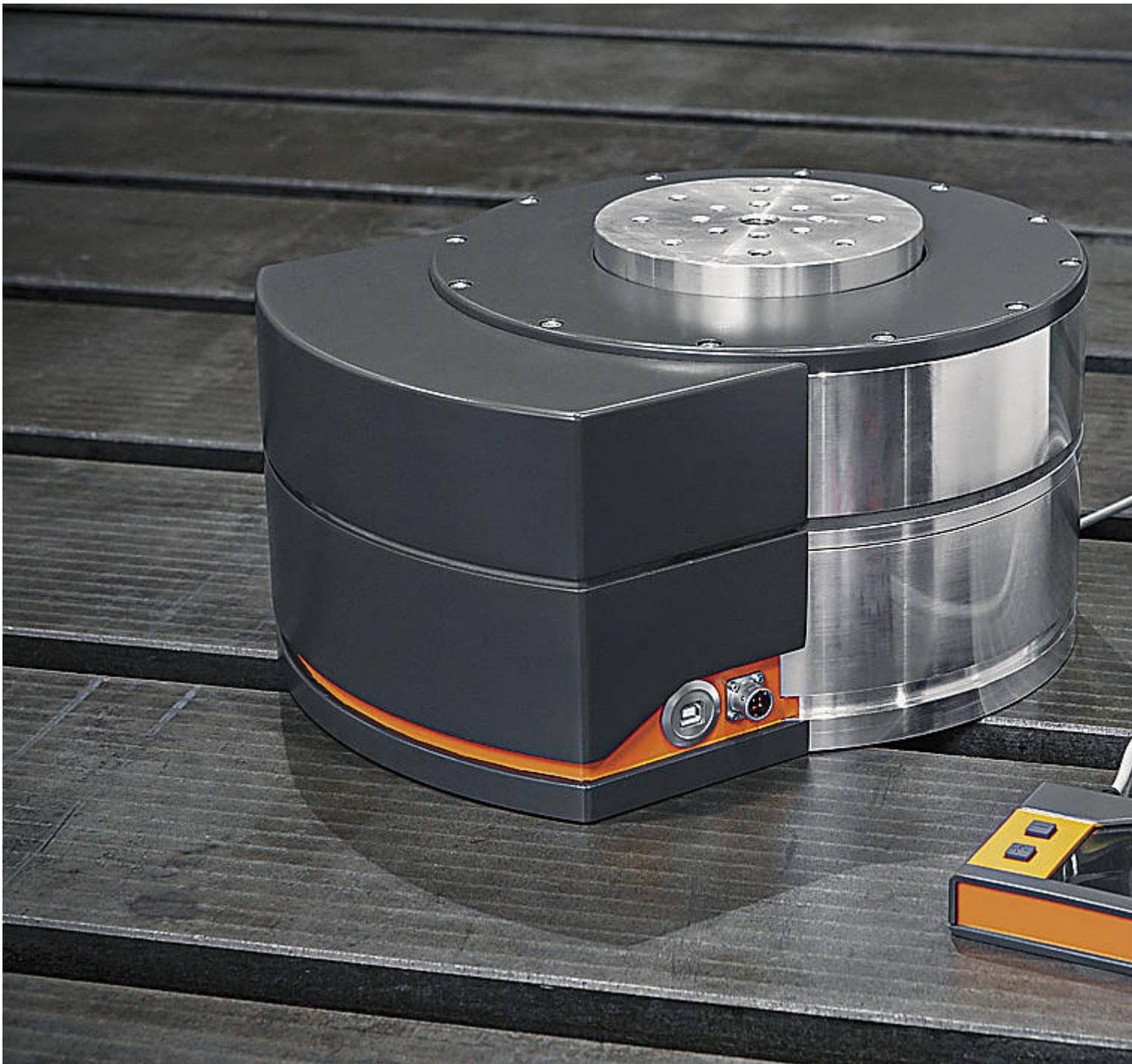
Adaptive schwingungstechnische Maßnahmen

Adaptive schwingungstechnische Maßnahmen passen sich an wechselnde Anforderungen an, die sich beispielsweise durch unterschiedliche Zuladungen oder sich verändernde Auskraglängen ergeben. Ermöglicht wird dies durch innovative Technologien zur Anpassung mechanischer Eigenschaften wie einstellbare Steifigkeiten und Dämpfungen. Diese Technologien können direkt in Fahrzeuge und Maschinen integriert werden, können aber auch zur Realisierung von Zusatzsystemen verwendet werden. Abbildung 2 zeigt exemplarisch das Funktionsprinzip einer einstellbaren Steifigkeit. Ein Metallring dient als Federelement, welches über Anbindungen mit den beiden elastisch zu lagernden Strukturen verbunden ist. Durch die Veränderung des Winkels α zwischen den beiden Strukturen ändern sich die freien Längen des Federelements und somit die Steifigkeit in Richtung der Hauptachse z des Rings.

Evolutionäre Algorithmen zur Schwingungsoptimierung



Prinzipschaubild einer einstellbaren Steifigkeit (links). Prototyp eines auf diesem Prinzip basierenden einstellbaren Schwingungs...



Der Schwingungs-tilger stellt eine einfache Möglichkeit zur Reduktion von Schwingungen und Vibrationen dar.

Zur Anwendung kommt ein solches einstellbares Federerelement beispielsweise in einem Schwingungstilger. Dieser stellt eine einfache Möglichkeit zur Reduktion von Schwingungen und Vibrationen dar. Eine Masse wird über ein Federerelement und ein Dämpfungselement an eine schwingungsanfällige Struktur, beispielsweise ein Anbaugerät für eine Landmaschine, gekoppelt.

Um störende und kritische Vibrationen zu vermeiden, werden häufig neben oben beschriebenen Schwingungstilgern weitere schwingungstechnische Zusatzmaßnahmen wie zum Beispiel Dämpfer, Isolationselemente oder aktive Schwingungskompensationssysteme eingesetzt. Gerade bei einer Vielzahl von verteilten Maßnahmen stoßen konventionelle Methoden zur Auslegung an Grenzen. Die Ursache dafür liegt in den Wechselwirkungen der verschiedenen Maßnahmen untereinander. Daher entwickelt das Fraunhofer-Institut LBF neue Methoden zur schwingungstechnischen Optimierung komplexer Systeme. Diese basieren auf evolutionären Algorithmen und erlauben eine schnelle und automatisierte Lösungsfindung schwingungstechnischer Probleme.

Zugrunde liegt eine erweiterbare Bibliothek mit verschiedenen passiven, adaptiven und aktiven Zusatzmaßnahmen, die auch in Kombination zum Einsatz kommen können. Hierbei wird es möglich, in frühen Phasen der Entwicklung besonders schwingungsanfällige Leichtbaustrukturen durch einen Verbund aus Zusatzmaßnahmen zu optimieren sowie diese bei sich verändernden Fahrzeugkonfigurationen durch vorgesehene Einstellmechanismen optimal zu adaptieren. Diese Vorgehensweise mit gefundener Optimal-Lösung ist schematisch in Abbildung 1 für eine Landmaschine dargestellt. Verschiedene Lösungs-Generationen werden miteinander nach biologischem Vorbild gekreuzt und können mutieren. Zum Schluss setzt sich eine Optimal-Lösung durch, die zur Realisierung der schwingungstechnischen Maßnahmen verwendet wird.

Autoren: M.Sc. Sebastian Rieß, Dipl.-Ing. (FH) Jan Hansmann, Dr.-Ing. William Kaal

*Kontakt: Jan Hansmann, eMail: [<link>jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de](mailto:jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de)
Telefon: (0 61 51) 7 05 83 67*

Stimmt man die Resonanz des Schwingungstilgers auf die der Struktur ab, führt die Masse eine Gegenschwingung gegenüber der Struktur aus und verringert deren Schwingungen. Lebensdauer und Komfort werden dadurch erhöht. Sieht man eine Einstellbarkeit der Federkonstante vor, erhält man einen adaptiven Schwingungstilger, dessen Resonanz an sich ändernde Anforderungen angepasst werden kann (Abbildung 2, rechts).