

**Motivation:** Antriebsstränge, bei denen eine Schwingungsvermeidung durch geschickte Konstruktion oder geeignete Auswahl von Materialien nicht möglich ist, können beim Auftreten von unerwünschten Schwingungen durch zusätzliche Maßnahmen bedämpft werden. Neben passiven Dämpfern können aktive Stellglieder, wie zum Beispiel bereits vorhandene, regelbare elektrische Maschinen verwendet werden. Lässt die Struktur eines Antriebsstrangs eine aktive Schwingungsdämpfung mittels einer bereits vorhandenen Maschine nicht zu, muss mindestens ein zusätzlicher Aktor im System installiert werden. Das kann zum Beispiel dann notwendig werden, wenn der Antriebsstrang Verzweigungspunkte enthält, die dazu führen können, dass dieser regelungstechnisch weder beobacht- noch steuerbar ist. Beispielhaft können hier Stahlwalzwerke genannt werden, bei denen zwei Walzen über ein Verteilgetriebe mit einer einzigen Antriebsmaschine verbunden sind. Zwischen diesen Walzen können während des Walzvorgangs selbsterregte, multifrequente Torsionsschwingungen auftreten, die vom vorhandenen Antrieb nicht aktiv bedämpft werden können, so dass eine aktive Schwingungsdämpfung nur mit zusätzlicher Aktorik bewerkstelligt werden kann (vergleiche Abbildung 1).

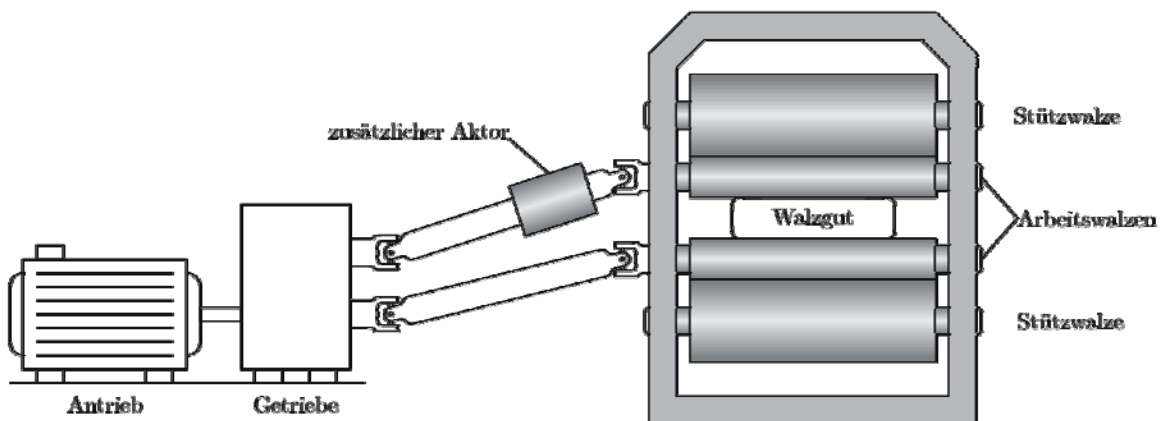


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Walzgerüsts mit zusätzlichem Aktor zur aktiven Schwingungsdämpfung

**Forschungsarbeiten:** Die Montage einer zusätzlichen Maschine in bestehende Walzanlagen ist nur schwer realisierbar. Probleme bereitet unter anderem die Drehmomentabstützung des Stators der Maschine im Fundament oder an benachbarten Maschinen. Zur aktiven Schwingungsdämpfung sind nur Wechseldrehmomente notwendig; im Rahmen des Projektes wird daher der Einsatz einer elektrischen Maschine ohne Drehmomentabstützung untersucht (vergleiche Abbildung 2). Sie wird als permanent erregte Außenläufermaschine ausgeführt und mit dem Stator auf der Antriebswelle fixiert - der Rotor der Maschine dreht sich dabei im zeitlichen Mittel synchron zum Stator. Die Energieübertragung erfolgt über Schleifringe. Eine neuartige,

unsymmetrische Stromsollwertvorgabe für den Aktor bewirkt die Synchronisation und erlaubt eine sensorlose Regelung ohne Lagegeber. In Verbindung mit einem optimalen Stromregler wird eine hochdynamische Einprägung des drehmomentbildenden Stroms auch bei hohen Frequenzen realisiert. Dem Maschinenregler überlagert wird ein Dämpfungsregler, der in der Lage ist selbst bei frequenzabhängigen Verzögerungen in Signal- und Leistungspfaden simultan mehrere Schwingungsfrequenzen aktiv zu bedämpfen. Durch eine dynamische Nachführung der Reglerverstärkung wird einerseits der stabile Betrieb des Dämpferantriebs sichergestellt und andererseits stets mit dem maximal verfügbaren Drehmoment aktiv gedämpft. So können Schwingungen zügig aus dem System entfernt werden.

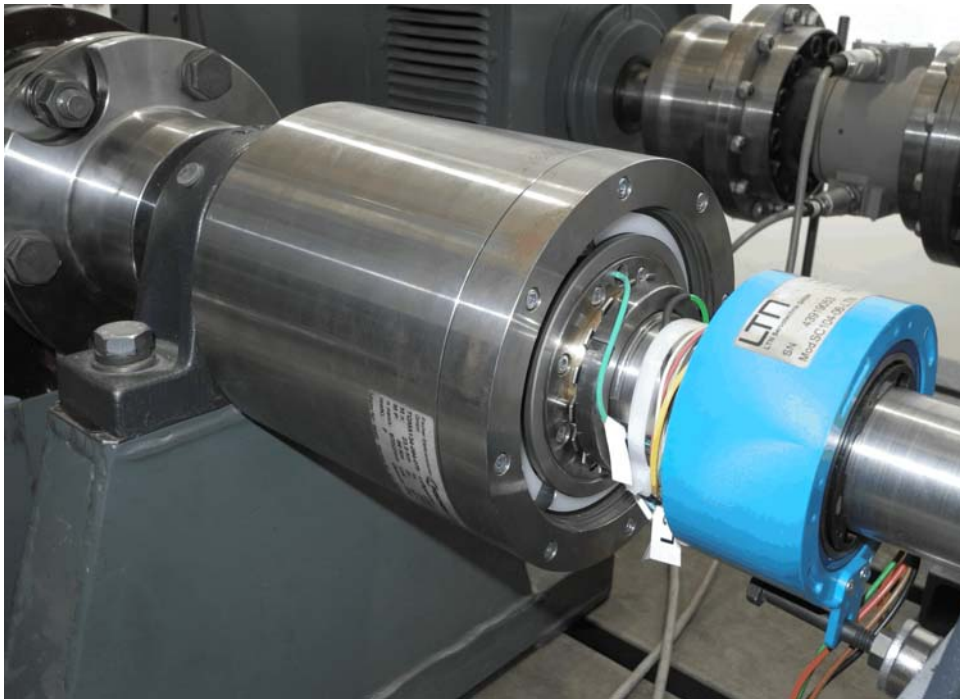


Abbildung 2: Aktor zur aktiven Schwingungsdämpfung. Die Maschine rotiert vollständig mit der Antriebswelle und benötigt keine Drehmomentabstützung

**Ergebnisse:** An einem Versuchsstand wurde das Dämpferkonzept prototypisch umgesetzt und getestet. Selbst erregte Schwingungen konnten im Experiment vollständig getilgt werden, Schwingungen mit fortwährender Anregung konnten signifikant reduziert werden. Zur Untersuchung werden neben den Zeitverläufen auch die Spektren analysiert. Abbildung 3 zeigt exemplarisch einen Dämpfungsvorgang. In allen Versuchen konnten sowohl Anregungsfrequenzen

**Projekt:** Aktive Schwingungsdämpfung in verzweigten Antriebssystemen

als auch Harmonische sowie Intermodulationsprodukte in ihren Amplituden deutlich verringert werden. Die Wirksamkeit des Dämpfungreglers zur aktiven Dämpfung mehrerer Schwingungsfrequenzen wurde im Versuch erfolgreich demonstriert.

Im Projekt wurde dem Anwender alles an die Hand gegeben, was er zur Auslegung eines Dämpfersystems benötigt. Neben Auslegungsvorschriften für die mechanischen Eigenschaften werden Reglerparameter allgemein berechnet und daraus einfach anwendbare Rechenvorschriften formuliert. Das Projekt ist abgeschlossen.

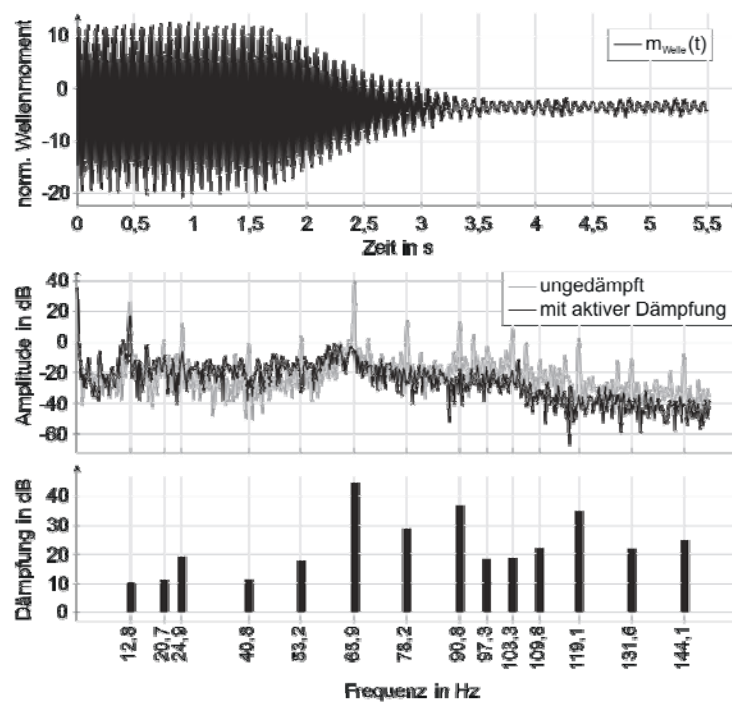


Abbildung 3: Aktiver Dämpfungsvorgang bei multifrequenter Schwingungsanregung.  
 Oben: Zeitbereich.  
 Mitte: Spektren mit und ohne Dämpfung.  
 Unten: Dämpfungswerte der Frequenzanteile

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Markus Stubbe

**Projektleiter:** Dr.-Ing. D. Turschner (Tel: 72-2592)  
 turschner@iee.tu-clausthal.de