

Schwingungsanalyse an Werkzeugmaschine

Fachgebiet: Mechatronik

Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler

Experte: Benno Bitterli

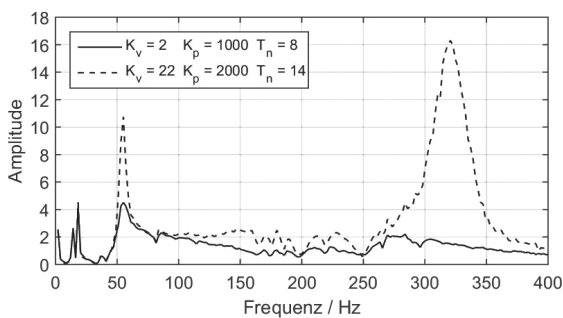
Antriebsregler beeinflussen das Schwingungsverhalten von Werkzeugmaschinen. Hohe Verstärkungsfaktoren (aggressive Einstellung) bewirken einen geringen Schleppfehler, regen jedoch die Maschinenstruktur zu Schwingungen an. Tiefe Verstärkungsfaktoren (weiche Einstellung) regen die Maschinenstruktur weniger stark an, der Schleppfehler nimmt jedoch zu.

Ausgangslage

An der Berner Fachhochschule in Burgdorf wurde eine 3-Achs Fräsmaschine zur Demonstration von Schwingungen aufgebaut. An dieser Maschine lässt sich das dynamische Verhalten der Maschinenstruktur sowie der Antriebsregler untersuchen. Dies beinhaltet die messtechnische Bestimmung der Eigenfrequenzen. Um die Messungen zu verifizieren, ist eine Modalanalyse mit der Finite-Elemente-Software ANSYS durchzuführen.

Des Weiteren sollen die Antriebsregler optimiert werden. Schlussendlich geht es darum, die Auswirkungen der Reglereinstellungen auf die Strukturschwingungen und der Schwingungen auf das Regelverhalten zu untersuchen. Dabei muss folgender Zusammenhang beachtet werden:

Um ein hohes dynamisches Verhalten der Achsen zu erreichen, sollten die Reglerverstärkungen möglichst hoch sein. Jedoch werden dabei gewisse Frequenzen angeregt, was zusätzliche Schwingungen des Systems zur Folge hat. Niedrigere Einstellungen haben demnach ein besseres Schwingungsverhalten zur Folge, jedoch wird das Reglerverhalten träger.



Übertragungsfrequenzgang für unterschiedliche Reglereinstellungen

Ergebnisse

Um ein besseres Verständnis für die Messdatenaufbereitung und -auswertung zu erhalten, wurde ein eigenes Mess- und Analyseprogramm entwickelt. Damit steht ein Tool zur effizienten Erfassung und Analyse von Schwingungsmessungen zur Verfügung. Zur Bestimmung der Eigenfrequenzen wird aus den verarbeiteten Messungen der Übertragungsfrequenzgang zwischen Ausgangs- (Beschleunigungssensor) und Eingangssignal (Impulshammer) berechnet. Anhand dessen können Erkenntnisse zu den Eigenfrequenzen gewonnen werden.

Mit einer Modalanalyse in ANSYS wurden die Eigenformen und -frequenzen der Maschine bestimmt. Die simulierten und die gemessenen Resultate wurden verglichen. Es besteht eine hohe Übereinstimmung der Eigenfrequenzen.

Durch Versuche wurden optimierte Reglereinstellungen gefunden. Dabei wurde der Einfluss der Reglerparameter auf die Maschinenschwingungen untersucht.

In der Abbildung ist je ein gemessener Übertragungsfrequenzgang für weiche und aggressive Reglereinstellungen dargestellt. Es ist ersichtlich, dass bei aggressiven Einstellungen bestimmte Frequenzen (55 Hz und 320 Hz) stärker angeregt werden. Bei weichen Einstellungen hingegen fallen diese Peaks deutlich weniger ausgeprägt aus.



Stefan Röthlisberger
st.roethlisberger@gmx.ch