

# Prüfstand für Führungssysteme

## Dauerbelastungsprüfung durch mechanisch-dynamische Schwingprüfung

Diplomand



Florian Plüss

**Problemstellung:** Der Industriepartner Agathon AG arbeitet in Zusammenarbeit mit dem Institut für Laborautomation und Mechatronik an einer Weiterentwicklung ihrer bewährten Führungssysteme für Stanzwerkzeuge. Besonders geschätzt werden diese hochpräzise und langlebige Führungssysteme bei Hochleistungswerkzeugen. Diese werden auf entsprechenden Pressen mit bis zu 2300 Hüben pro Minute betrieben. Dadurch ist das Führungssystem hohen dynamischen Belastungen ausgesetzt. Verstärkend dazu wirken durch die Eigenheiten des Stanzprozesses auf das Führungssystem zudem folgende Belastungsfälle:

- Beschleunigung durch den Schnittschlag: Durch die schlagartige Entspannung der aufgebauten Druckspannung beim Rausbrechen des Stanzbutzen entstehen im Werkzeugoberteil starke, kurzzeitige Beschleunigungen.
- Verformung der Führungssäule: Eine aussermittigt wirkende resultierende Stanzkraft führt zu einer Neigung des Werkzeugoberteils. Durch diese Neigung werden die Führungssäulen dynamisch schwellend verformt.

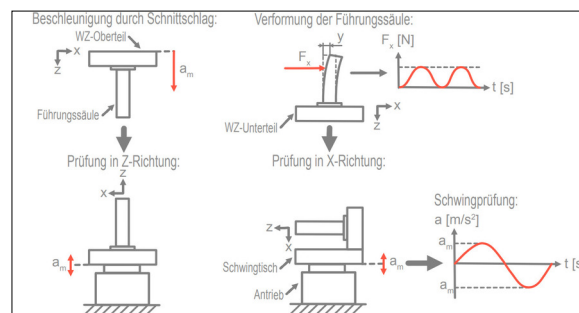
**Ziel der Arbeit:** Für die Weiterentwicklung der Führungssysteme ist es notwendig, eine möglichst realitätsgetreuen Belastungsprüfung durchzuführen. Als Versagenskriterium wurde dafür die maximale wirkende Beschleunigung an der Führungssäule gewählt, welche bis zu  $1000\text{m/s}^2$  beträgt. Dabei sollen beide oben beschriebenen Belastungsfälle berücksichtigt werden. Auch muss die Prüfung die gesamte Lebensdauer eines Stanzwerkzeuges von bis zu 200 Mio Hübe abdecken können. Als geeignetes Prüfverfahren wurde dafür eine mechanisch-dynamische Schwingprüfung eruiert. Um die Prüfdauer in einem vernünftigen Rahmen von vier Wochen zu halten, soll dabei die Prüffrequenz möglichst hoch sein.

**Ergebnis:** Die oben genannten Anforderungen können durch eine erzwungene Schwingung an einem Feder-Masse-System erfüllt werden. Das System wird dabei durch einen Druckluftkolbenvibrator über die Fliehkraft des Kolbens in Schwingung versetzt. Die maximal mögliche Prüffrequenz beträgt dabei 100Hz. Aufgrund der hohen Prüflingsmasse und Eigengewicht des schwingfähigen Systems, wird zum Erreichen der notwendigen Wegamplituden und somit der Beschleunigung die Resonanz des Systems ausgenutzt. Dafür wurde die Federkonstante des Systems so ausgelegt, dass bei der Nennbetriebsfrequenz die Resonanzfrequenz nur ca. 3Hz höher liegt. Somit kann mit einem schwachen aber dadurch auch leichten Schwingantrieb die geforderten Beschleunigungswerte erreicht werden. Diese hängen im Resonanzbereich stark von der

Dämpfung des Systems ab. Die Dämpfungskonstante ist bei der Auslegung unbekannt und muss durch Versuche ermittelt werden. Daher wurde ein Prototyp konstruiert und umgesetzt, welcher alle fundamentalen Funktionen für eine Schwingprüfung der Führungssysteme umfasst. Der Wert der realen Dämpfung und den daraus resultierenden Einfluss auf die Beschleunigungswerte wurde im in einem Proof of Concept untersucht und dokumentiert.

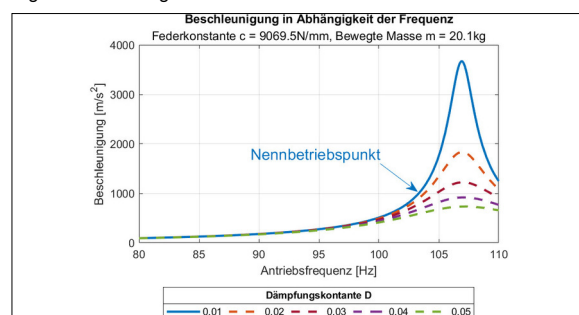
### Belastungsfälle und daraus abgeleitete Prüfungen

Eigene Darstellung



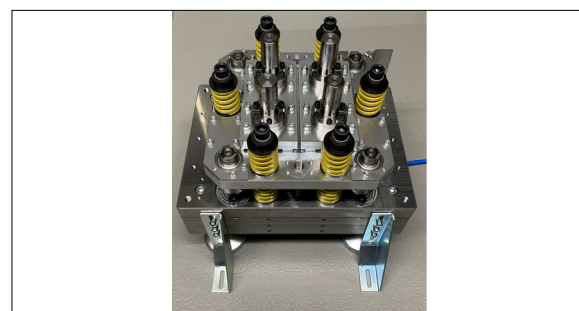
### Nennbetriebspunkt des Feder-Masse-Systems und Einfluss der Dämpfung

Eigene Darstellung



### Prototyp der Schwingprüfanlage

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Dejan Šeatović

Korreferent

Pavel Jelinek, Rieter Maschinenfabrik AG, Winterthur, ZH

Themengebiet

Mechatronik und Automatisierungstechnik, Konstruktion und Systemtechnik

Projektpartner

Agathon AG, Bellach, SO