

## 1.2 Zusammenfassung

Die Arbeit „Magnet-Spanntechnik, Grundlagen – Modellbildung - Anwendung in der zerspanenden Fertigung“ beschäftigt sich mit deren Anwendung als einem Spezialgebiet des Betriebsmittelbaus.

Nach einem kurzen historischen Abriss folgt die Zusammenstellung der relevanten grundlegenden Gleichungen und Zusammenhängen.

Im Anschluss ist die für das Verständnis des Ingenieurs interessante physikalische Grundlage zusammengestellt. Beinhaltend den Magnetismus in Materie, die thermodynamischen sowie die mikromagnetischen Grundlagen. Dies vor dem Hintergrund der darauf aufbauenden Modellbildungen.

Die Grundlagen der praktischen Anwendung der Magnet-Spanntechnik folgen mit der Darstellung aller Einflüsse auf die magnetische Haftkraft. Dies im Bezug auf die maximalen Möglichkeiten, Ausführung der unterschiedlichen Spanngeräte und -prinzipien, der Werkstoffe und der Einsatzbedingungen. Gefolgt von einem kurzen Abriss zur Entmagnetisierung sowie dem Unfall und Gesundheitsschutz.

Die Eigenschaften der SAV-Magnet-Systeme sind für alle Standardbauarten und einige Sonderanwendungen hinsichtlich des Einsatzes, Aufbau und technischer Daten ermittelt und zusammengestellt. Die Daten der zum Teil vom Autor entwickelten Spannsysteme basieren fast vollständig auf Messungen. Wo diese nicht durchgeführt werden konnten, liegen Rechenwerte zu Grunde, welche im Rahmen der vorliegenden Arbeit ermittelt wurden. Im Abschluss des Kapitels wird eine Kategorisierung der Spannsysteme vorgenommen und deren maximales Potential abgeschätzt.

Die Quellen des Magnetfeldes, d.h. die Neu- und Entmagnetisierungskurven der Magnetmaterialien und Stahlwerkstoffe werden im Anschluss auf Basis von durchgeführten Messungen modelliert. Diese Daten sind die Grundlage für die folgende Modellierung der kompletten Magnet-Spannsysteme. Dies gilt ebenfalls für die unterschiedlichen Spulenformen als Quelle der Elektro- und Elektro-Permanent-Magnetspannplatten. Hier wird besonderer Wert auf die Feldstärkeverteilung innerhalb der lichten Spulenweite gelegt.

Zur Berechnung kompletter Magnetsysteme sind im Folgenden die magnetischen Leitwerte der Abschnittsbereiche eines Magnetspannsystems berechnet. Dies auf Basis von durchgeführten Messungen. Die abgeleiteten Zusammenhänge erlauben die Abschätzung von Feldhöhen und Grenzluftspalten.

Damit sind die Vorarbeiten für die Modellierung der unterschiedlichen Magnetsysteme nach der Lumped-Element-Methode bzw. im magnetic equivalent circuit (MEC) geleistet. Diese erfolgt für Permanent-, Elektro- und Elektro-Permanent-Magnete mit anschließender Variantenbetrachtung.

Die Auslegung von Magnet-Spannplatten hinsichtlich Spulen, Erwärmung, und Geometrie ist im darauffolgenden Kapitel ausgeführt.

Die bis hier ermittelten Zusammenhänge werden im Auslegungsprogramm MagSim zur Berechnung der mit den unterschiedlichen SAV-Magnetspannsystemen bei unterschiedlichen Werkstücken erreichbaren Haftkräfte zusammengeführt. Dem gegenüber werden die Beanspruchungen durch Plan- und Umfangsfräsen, Planschleifen, Plan- und Runddrehen, Rundschleifen und Bohren gestellt. Zusätzlich sind Gewichts- und Fliehkräfte berücksichtigt. Damit ist eine optimale Auswahl der Magnetsysteme, ein Vergleich der Bearbeitungstechnologien möglich. Werkstückabriss und Werkstückverformung werden berücksichtigt. Ein Ergebnis ist der Sicherheitsfaktor der Anwendung.

Den Abschluss der Arbeit bildet das gemeinsam mit dem HZDR Zentrum Dresden Rossendorf Projekt zur Anwendung der smart field sensoren (FlexiSens). Hier werden die Flussdichten in und auf den Magnetsystemen bei Luftspalt nahezu 0 gemessen. Ein Rückschluss auf die erzielten Haftkräfte und Remanenzen wird erarbeitet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen in den Ausblick zur Inprozess-Messtechnik und -Optimierung ein. Dies ist die Grundlage für Industrie 4.0 – Anwendungen in der Magnetspanntechnik gelegt.