

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Prüfstand MPS 630 charakterisiert und eine experimentelle Spannungsanalyse des Werkzeugwechslers durchgeführt. Es wurden alle für die experimentelle Spannungsanalyse relevanten Komponenten kalibriert und auf Messunsicherheiten geprüft. Darüber hinaus wurde eine automatische Steuerungs- und Auslesesoftware für den gesamten Prüfstand entwickelt. Mit dieser wurden der Prüfstand gesteuert und ausgelesen, die Reaktionen der Dehnungsmessstreifen auf den Federkörpern ausgelesen und die Daten in einer ASCII-Datei gespeichert, die dann mit Excel und Matlab ausgewertet wurde.

Die Kalibrierung der Federkörper ergab, dass durch Verschraubung und Verriegelung des Werkzeugwechslers erhebliche Nullpunktabweichungen entstehen. Aus diesem Grund darf das Messsystem erst nach der Verriegelung genullt werden. Temperaturen spielen, wie sich aus der Kalibrierung ergab, unter Laborbedingungen keine Rolle. Auch das Rauschen, das dem Nutzsignal überlagert ist, ist im Labor in einem akzeptablen Bereich, sodass auf Filterung der Signale verzichtet werden konnte.

Die Experimente ergaben, dass nicht alle Versionen von Federkörper zur In-situ-Diagnose des Werkzeugwechslers geeignet sind. Die einzelnen Versionen unterscheiden sich stark in Qualität und Höhe der Signale. Version 4 liefert insgesamt zu schwache Signale, mit zu geringem Signal-zu-Rausch-Abstand, sowohl bei Torsion als auch bei Biegung. Version 1 und 2 liefern bei Biegemoment die größten Werte. Allerdings zeigt Version 2 eine deutlichere Reaktion auf Torsion, wohingegen Version 1 nur schwach auf Torsion reagiert. Version 3 reagiert auf Biegemomente um den Faktor 3 schwächer, wie Version 1 und 2, aber immer noch deutlich messbar. Bezüglich Torsion reagiert Version 3 ähnlich gut wie Version 2. Im Zuge der Experimente mit den verschiedenen Federkörperversionen wurden bei allen 4 Versionen Hysterese-Effekte festgestellt. Diese sind bei Version 3 am geringsten, weshalb sie als Favorit unter den Versionen hervorgeht. Die Federkörper konnten als Ursachen ausgeschlossen werden, sodass nur das System Werkzeugwechsler mit Prüfjoch selbst in Frage kommt. Diese Erkenntnis ist wichtig für das weitere Vorgehen. Denn durch die Hysterese ist es nicht möglich gewesen, stabile und genaue Kennlinien der Federkörper zu ermitteln. Selbst bei Version 3, die von den vier Versionen am wenigsten mit Hysterese behaftet ist, treten Abweichungen aufgrund der Hysterese von 50% auf. Somit ist eine Bestimmung des Betrages und der Richtung des Biegemomentes durch einen Kennlinienabgleich nicht möglich. Was in den Ergebnissen der Experimente allerdings festgestellt werden konnte, ist, dass bei Belastungen von Torsion und Biegung aus einer bestimmten Richtung, die Versionen 1, 2 und 3 immer mit den gleichen Tendenzen reagiert.

Aus den Reaktionen der Dehnungsmessstreifen ist also ein Muster zu erkennen, mit dem Betrag und Richtung des Biegemomentes bestimmt werden können. Ein herkömmlicher Tabellenabgleich mit dem Mikrokontroller ist aber nicht möglich, sodass hier Systeme mit intelligenten Algorithmen nötig sind, um diese Muster auszuwerten. Die Reaktionsmuster müssen aber in Langzeittests noch genauer bestimmt werden. Auch müssen die weiteren Versuche unter dem Aspekt des optimalen Zeitpunktes für die Nullpunktabgleich des Systems betrachtet werden. Für Langzeittest ist es sinnvoll, die Verriegelung auch vor der Verriegelung durchzuführen, da dann die Verspannungen mit gemessen werden können. Das hat jedoch den zeitlichen Rahmen dieser Arbeit überschritten. Die Grundlage für diese erweiterten Tests liefert diese Arbeit: Das System Werkzeugwechsler und Prüfstand ist charakterisiert, eine Version favorisiert, die nötigen Belastungsszenarien erarbeitet und die Steuersoftware weitgehend entwickelt.