

Das Übertragungsverhalten von Pressverbänden und die daraus abgeleitete Optimierung einer formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindung

Form- und reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen bieten prinzipbedingte Vor- und Nachteile in Bezug auf Herstellung und Übertragungsverhalten. Reibschlüssige Verbindungen weisen kein Drehspiel auf und sind daher gut für den Einsatz bei dynamischer Wechselbelastung geeignet, jedoch beeinflussen Istmaß und Kontur der Kontaktflächen stark das Übertragungsverhalten der Verbindung. In der gültigen Norm zur Auslegung von Pressverbänden finden einige wichtige Einflussgrößen keine Berücksichtigung.

Berechnungen, die diese in der Norm nicht berücksichtigten Einflussgrößen beinhalten, wurden durchgeführt und mit den Ergebnissen von Mikroschlupfmessungen an Pressverbänden, die in Prüfständen dynamisch belastet wurden, verglichen. Mikroschlupf - die Relativbewegung zwischen Welle und Nabe an der Fugenkante - ist dabei eine wichtige Größe, die Aufschluss über die Betriebsfestigkeit und Ausfallsursache geben kann. Durch den messtechnisch nachgewiesenen Zusammenhang von Fugendruck und Systemeigenfrequenz wird ein interessanter Ansatz zur indirekten Bestimmung von Mikroschlupf und Fugendruck aufgezeigt.

Formschlüssige Verbindungen gewährleisten durch ihre Formgebung ein sicheres Übertragen. Bei einer geringen Anzahl von Übertragungselementen ist jedoch eine sehr ungleichmäßige Bauteilbelastung gegeben. Bei mehr als einem Verbindungselement ist prinzipbedingt entweder ein Drehspiel oder eine Verspannung gegeben.

Eine Welle-Nabe-Verbindung, die viele Vorteile von form- und reibschlüssigen Verbindungen wie einfache Herstellbarkeit, geringe Anforderungen an die Maßtoleranzen und Spielfreiheit verbinden kann, ist die selbstschneidende Rändelverbindung. Dies ist eine zwar wenig bekannte Welle-Nabe-Verbindung, entspricht aber seit mehreren Jahrzehnten dem Stand der Technik.

Bisher sind jedoch keine Auslegungsvorschriften oder Richtlinien zur konstruktiven Gestaltung von Rändelverbindungen bekannt.

Vorteile dieser Welle-Nabe-Verbindung ergeben sich aus der Tatsache, dass ein Element der Verbindung durch Dreh- und Rändeloperationen hergestellt wird und mit diesem das zweite Element der Verbindung spanend hergestellt wird. Dadurch ergeben sich relativ geringe Anforderungen an die Herstellungsgenauigkeit.

Die Belastungsübertragung erfolgt vergleichsweise homogen über den gesamten Umfang. Dies ist in Bezug auf die Materialausnutzung äußerst günstig. Daher kann die Verbindung im Vergleich zu anderen Welle-Nabe-Verbindungen sehr kompakt ausgeführt werden.

Das theoretisch vorhandene Potential dieser Welle-Nabe-Verbindung wurde durch ausgedehnte analytische und empirische Untersuchungen mit Torsionsbelastung bestätigt. Der Nachweis der Einsetzbarkeit für statische und dynamische Anwendungen wurde erbracht, sowie Richtlinien zur Gestaltung und Festigkeitsberechnung erarbeitet. Dabei wurden sowohl unterschiedliche Werkstoffkombinationen, als auch die Variation von konstruktiven Parametern berücksichtigt.

Der Vergleich des Übertragungsverhaltens mit anderen Welle-Nabe-Verbindungen zeigt bereits bei statischer Belastung die Vorteile der Rändelverbindung. Bei dynamischer Belastung kommen diese noch stärker zum Tragen.

Die Vorteile wie geringer Bauraumbedarf, einfache Herstellung mittels Drehoperationen, Robustheit gegenüber Herstellungungenauigkeiten, sowie die ausgezeichnete Eignung für dynamische Belastungen sprechen für diese Verbindung. Eine Ausführung ohne zusätzliche axiale Sicherung ist mit Einschränkungen ebenfalls möglich.

Es scheint somit, dass die Rändelverbindung sowohl in der Einzelfertigung, als auch bei Großserien eine interessante Alternative zu den bekannten Welle-Nabe-Verbindungen darstellt. Die sehr überzeugenden Ergebnisse lassen die Weiterentwicklung der Rändelverbindung als äußerst sinnvoll erscheinen.