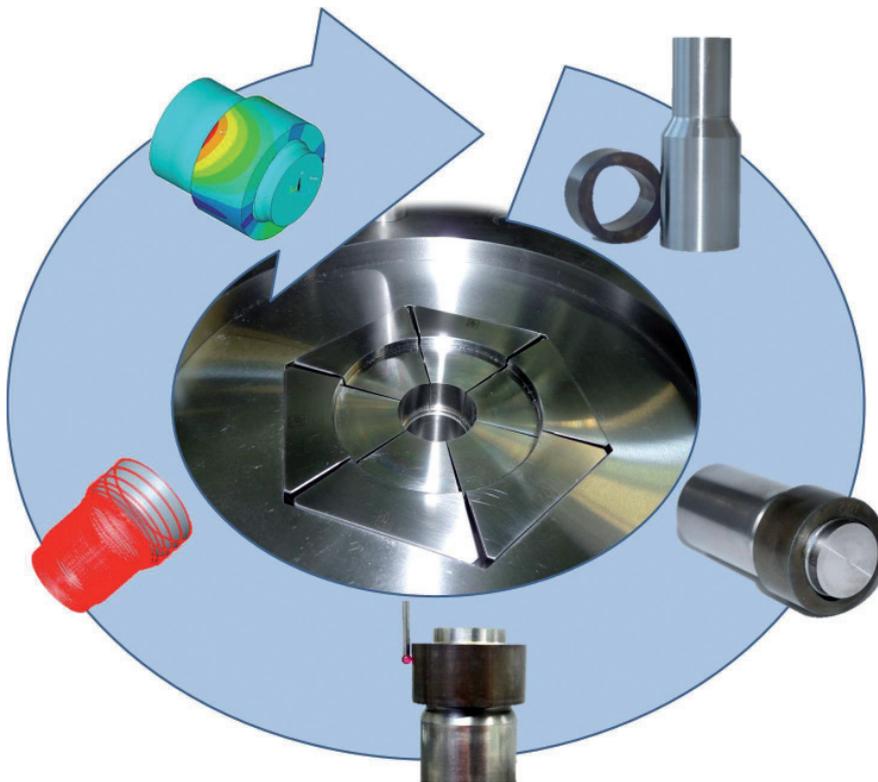


# Verformungen und Spannungen in Naben mit polygonaler Innengeometrie



*M. Funk, F. Dörr, H. Binz, M. Liewald*  
 Das neuartige Herstellverfahren von Welle-Nabe-Verbindungen mittels Quer-Fließpressen erlaubt das Erzeugen von kraft- und formschlüssigen Verbindungen mit einem einstellbarem Fugendruck. In diesem Artikel liegt der Fokus auf den tatsächlich auftretenden Verformungen und den Spannungen in den gefügten Naben, welche mittels einer Kombination aus Bauteilvermessung und Finite-Elemente-Analyse bestimmt werden.

Klassische reib- oder formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (WNV) werden üblicherweise durch die getrennte Fertigung von Welle und Nabe und dem anschließenden Fügen hergestellt. Hierfür ist bei kaltgefügten, formschlüssigen Verbindungen ein Fügenspiel notwendig, was bei dem Einsatz der Komponente zu Betriebsspiel führt und im Wesentlichen von den erreichbaren Fertigungsgenauigkeiten der beiden Fügepartner Welle und Nabe abhängt. Gebräuchliche Welle-Nabe-Verbindungen ohne Betriebsspiel sind vor allem thermisch gefügte Verbindungen wie z. B. der Querpressverband. Ein wesentlicher Nachteil des thermischen Fügens ist häufig, dass die für das Fügen erforderliche Erwärmung der Nabe - gerade bei gehärteten Bauteilen - zu einem Wiederanlassen führt.

Fügeverfahren, die das Fügen formschlüssiger Verbindungen ohne Betriebsspiel und ohne Erwärmen der Nabe ermöglichen, sind umformtechnische Verfahren. Aus dieser Gruppe der Ver-

fahren ist vor allem das Innenhochdruckfügen als ein in der industriellen Praxis eingeführtes und bekanntes Verfahren zu nennen. Üblicherweise beschränkt sich allerdings das Innenhochdruckfügen auf dünnwandige, nicht gestufte Hohlwellen.

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) und des Instituts für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart wird ein neuartiges Herstellverfahren von Welle-Nabe-Verbindungen mittels Quer-Fließpressen entwickelt. Bei diesem Verfahren wird ein zylindrischer Wellenrohling durch die Einwirkung einer axialen Stempelkraft in der bereits fertigbearbeiteten, unrunder Nabengeometrie umgeformt. Durch die Erzeugung der Wellengeometrie in der fertigbearbeiteten Nabe können auch komplexe Fügegeometrien wie beispielsweise Polygonprofilverbindungen oder Konturen auf Basis komplexer Zykloide mit geringen Anforderungen an die Fertigungstoleranzen im Fugebereich von Welle und Nabe und mit einstellbarem Fugendruck hergestellt werden. Da es sich bei dem Herstellverfahren um Kaltquer-Fließpressen ohne eine externe Wärmequelle handelt, muss auch von keinem Wiederanlassen gehärteter Naben ausgegangen werden. Des Weiteren gibt es in weiten Bereichen keine Einschränkungen bezüglich gestufter Wellen oder maximaler Wanddicke der umzuformenden Welle.

Im Umkehrschluss besteht die Möglichkeit, mit diesem Verfahren harte, endkonturnahe Naben zu Fügen, was ein Schwer-

**Dipl.-Ing. Michael Funk**, Akademischer Mitarbeiter, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Universität Stuttgart  
**Dipl.-Ing. Florian Dörr**, Akademischer Mitarbeiter, Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart  
**Prof. Dr.-Ing. Hansgeorg Binz**, Institutsleiter, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Universität Stuttgart  
**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Mathias Liewald MBA**, Institutsleiter, Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart