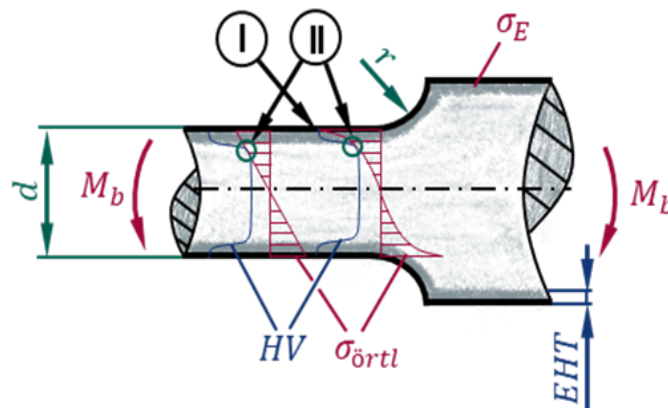


## Studie zur Ermüdungsfestigkeitsbewertung einsatzgehärteter wellenartiger Bauteile

Das Potential des Einsatzhärtens ist trotz jahrzehntelanger Anwendung noch immer nicht im Rahmen der Vorauslegung zuverlässig quantifizierbar. Aus diesem Grund sind zumeist ressourcenintensive Vorerprobungen notwendig, welche sich nur bei großen Stückzahlen ökonomisch rechtfertigen lassen. Die bisher existierenden Konzepte setzen primär auf die Verwendung eines Verfestigungs- oder Randschichtfaktors, welcher die vielseitigen Effekte des Einsatzhärtens auf die Bauteildauerfestigkeit pauschal berücksichtigen soll. Die Abschätzung dieses Faktors ist für kleine und mittelständische Unternehmen nur begrenzt möglich, weshalb sie das Potenzial des Einsatzhärtens bislang nicht vollständig ausschöpfen können.

In der Studie wurden vorhandene Konzepte geprüft, um etwaige Verbesserungspotenziale aufzudecken. Weiterhin wurden die festigkeitssteigernden Effekte des Einsatzhärtens differenziert betrachtet und Konzepte zur Abbildung ebendieser recherchiert.



Den Kern der Studie bildete eine breit angelegte Literaturrecherche zum Einsatzhärten mit Fokus auf die existierenden Simulationsmethoden, mögliche Schädigungsmechanismen und angewendete Festigkeitskonzepte. Es zeigte sich, dass Wärmebehandlungssimulationen mittels gängiger FEM-Software umsetzbar sind und die Berechnung der resultierenden Eigenspannungen nach dem Einsatzhärten ermöglichen.

Die recherchierten Konzepte der lokalen Dauerfestigkeit erlauben die differenzierte Betrachtung der Effekte des thermochemischen Verfahrens. Die maßgeblich durch das Einsatzhärten beeinflussten Komponenten eines Dauerfestigkeitsnachweises sind folgende:

- Härtetiefenverlauf (ggf. aus Zeichnungsangabe)
- Eigenspannungstiefenverlauf,
- Lokale Wechselfestigkeit der Randschicht,
- Mittelspannungsempfindlichkeit der Randschicht,
- Vergleichsspannungsamplitude,
- Stützwirkung und Oberflächeneinfluss.

Weiterhin wurde eine themenbezogene Umfrage unter den FVA-Mitgliedsfirmen durchgeführt, welche zeigte, dass für die Dimensionierung von einsatzgehärteten wellenartigen Bauteilen vorzugsweise die DIN 743 und weniger häufig die FKM-Richtlinie verwendet wird. Als Werkstoffe finden meist Stähle aus 16MnCr5 und 18CrNiMo7-6 Verwendung, während die am häufigsten einsatzgehärtete Geometrie die Welle mit Verzahnung darstellt.

Ein weiteres Ergebnis der Studie ist eine Versuchsdatenbank, welche experimentelle Dauerfestigkeiten von freien Oberflächen sowie Welle-Nabe-Verbindungen aus 15 Projekten zusammenträgt. Anhand dieser Datengrundlage erfolgte eine Rückrechnung der resultierenden Verfestigungsfaktoren mit den Nennspannungskonzepten nach DIN 743 und FKM-Richtlinie. Die Erkenntnisse der Studie zeigen die Notwendigkeit eines experimentell-simulativen Folgevorhabens auf.

**Autoren: Aviral Gupta, M. Sc.**

Institut für Konstruktions- und Antriebstechnik (IKAT)  
TU Chemnitz

**Dipl.-Ing. Jakob Pogert**

Institut Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion (IMM)  
TU Dresden

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

**Dirk Arnold**

T 069- 6603- 1632

**Das Projekt 926 I der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über Eigenmittel finanziert.**

### Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur\*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen.

**Weitere Informationen unter [www.fva-net.de](http://www.fva-net.de).**

