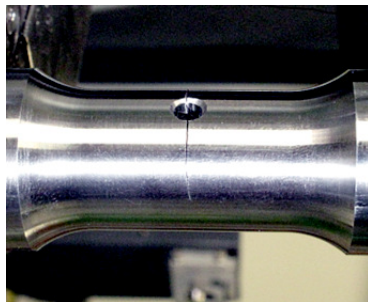
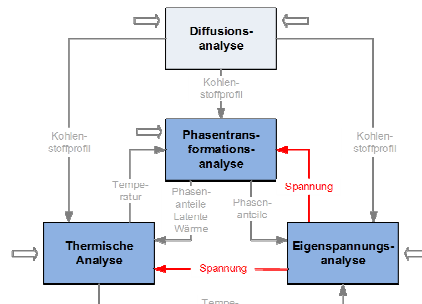


Bauteile haben verschiedene funktionsbedingte Konstruktionsdetails. Typische Beispiele sind Querbohrungen oder Wellenabsätze. Während der Bauteilbeanspruchung führen diese zu lokalen Extremwerten der Spannung (Kerbwirkung). Spannungsextremwerte fördern die Anrissbildung als Ausgangspunkt des Risswachstums bei zyklischer Beanspruchung. Das Bauteil ermüdet und versagt. Dadurch entstehen der Wirtschaft erhebliche Wartungs- oder Reparaturkosten. Die grundsätzliche Zielstellung besteht deshalb darin, die Festigkeit des Bauteiles zu erhöhen. Zur Herstellung zyklisch beanspruchter Bauteile, wie beispielsweise Getriebeteile, Konstruktions- oder Maschinenelemente, werden Einsatzstähle bevorzugt. Deren Festigkeit kann durch die Anwendung mechanischer, thermischer oder thermochemischer Verfahren gesteigert werden. Ein thermochemisches Wärmebehandlungsverfahren ist das Einsatzhärten. Die Anwendung dieses Verfahrens auf Bauteile aus Einsatzstählen führt im oberflächennahen Bereich zu höherfesten Gefügestrukturen und Druckeigenstressungen. Die sogenannte Einsatzschicht trägt zur Verringerung der Kerbempfindlichkeit des Werkstoffes bei. Die Schwingfestigkeit des Bauteiles wird verbessert. Funktionsbedingte Konstruktionsdetails weisen jedoch wärmebehandlungsrelevante Besonderheiten auf. Dies betrifft die lokale Kohlenstoffaufnahme und -diffusion oder den lokalen Wärmeübergang und die Wärmeleitung. Stand der Technik ist, dass derartige Besonderheiten bei der Festlegung technologischer Parameter des Einsatzhärtens keine Berücksichtigung finden. In der Folge entstehen beispielsweise Über- oder Unterkohlungen, welche zu ungünstigen lokalen Eigenschaftsgradienten führen.

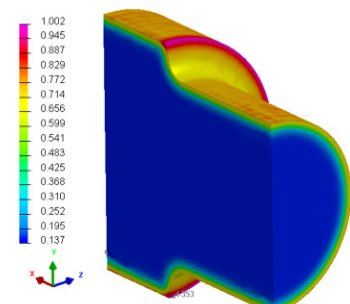
Gefördert durch die AiF wird im Bereich der Juniorprofessur Simulation und Experiment der BAUHAUS-UNIVERSITÄT Weimar in Zusammenarbeit mit der Materialforschungs- und -prüfanstalt an der BAUHAUS-UNIVERSITÄT Weimar untersucht, wie mittels einer Kombination aus numerischer Simulation auf Basis der Finite Elemente Methode (FEM) und experimenteller Verifizierung die wärmebehandlungsrelevanten Besonderheiten funktionsbedingter Konstruktionsdetails mit Kerbwirkung durch optimierte technologische Parameter der Einsatzhärtung berücksichtigt werden können. Das Ziel besteht darin den Einsatzhärtungsprozess so zu modifizieren, dass kerbgeometrie- und bauteilspezifisch höherfeste Gefügestrukturen und maximale Druckeigenstressungen sicher erreicht werden. Exemplarisch werden unterschiedlich einsatzgehärtete Modellbauteile mit funktionsbedingten Konstruktionsdetails mit Kerbwirkung (Querbohrungen, Absätze) untersucht. Schwerpunkte der analytischen Arbeiten sind elastizitätstheoretische Berechnungen, die Entwicklung eines Mehrfeld-Solvers zur Berücksichtigung von Spannungszuständen auf die Phasentransformationen innerhalb Werkstoffgefüges sowie die Simulation des Einsatzhärtungsprozesses mit Gas- oder Niederdruckaufkohlung. Die experimentellen Arbeiten dienen der Verifikation der Simulationsergebnisse. Zum quantitativen Nachweis der Wirksamkeit einer Optimierung des Einsatzhärtens wird die Dauerfestigkeit der Modellbauteile herangezogen. Zusätzlich werden experimentelle Datensätze zur Weiterentwicklung von Konzepten zur Dauerfestigkeitsabschätzung einsatzgehärteter Bauteile generiert. Mit den Ergebnissen des Vorhabens wird der Kenntnisstand bezüglich der Technologie des Einsatzhärtens wesentlich erweitert. Wärmebehandlungs- und fertigungstechnische Potentiale können besser genutzt werden. Dies führt zu kürzeren Entwicklungszeiten, einem effizienteren Einsatz des Werkstoffes Stahl, einer Verringerung der Kosten und damit zu nachhaltigen Effektivitätssteigerung im Rahmen der Bauteilfertigung. Die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie kann somit entscheidend verbessert werden.



Bauteilversagen an funktionsbedingtem  
Konstruktionsdetail



Teilanalysen Simulation des Einsatz-  
härtungsprozesses



Simulierte Kohlenstoffverteilung  
Konstruktionsdetail Wellenabsatz

Das IGF-Vorhaben 17779 BR – P993 der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA), Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.  
im Stahl-Zentrum



## KONTAKT – INFORMATIONEN

BAUHAUS-UNIVERSITÄT Weimar  
Juniorprofessur Simulation und Experiment  
Marienstraße 7A, 99423 Weimar  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Hildebrand  
T: +49(0)3643-58-4442 | F: +49(0)3643-58-4441  
E: [joerg.hildebrand@uni-weimar.de](mailto:joerg.hildebrand@uni-weimar.de)

Dr.-Ing. Andreas Diemar  
T: +49(0)3643-58-4447 | F: +49(0)3643-58-4441  
E: [andreas.diemar@uni-weimar.de](mailto:andreas.diemar@uni-weimar.de)

Materialforschungs- und -prüfanstalt  
an der BAUHAUS-UNIVERSITÄT Weimar  
Coudraystraße 9, 99423 Weimar  
Prof. Dr.-Ing. habil. Carsten Koenke  
T: +49(0)3643-56-4301 | F: +49(0)3643-564-201  
E: [carsten.koenke@mfp.de](mailto:carsten.koenke@mfp.de)

Dr.-Ing. Uwe Gerth  
T: +49(0)3643-564-401 | F: +49(0)3643-564-201  
E: [uwe.gerth@mfp.de](mailto:uwe.gerth@mfp.de)