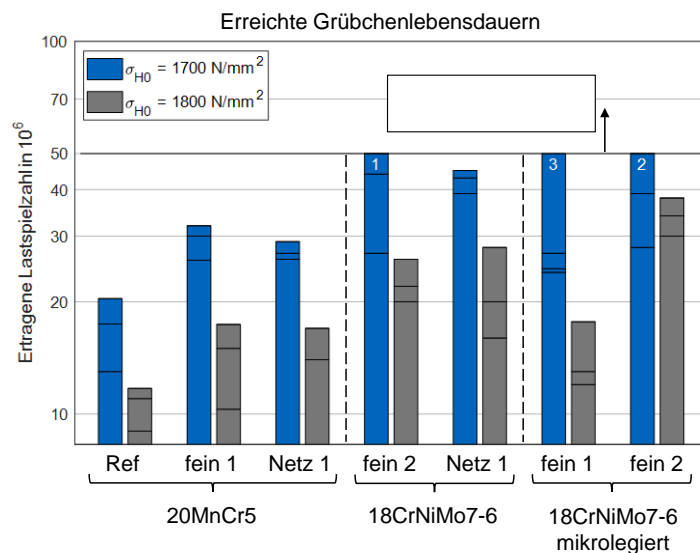
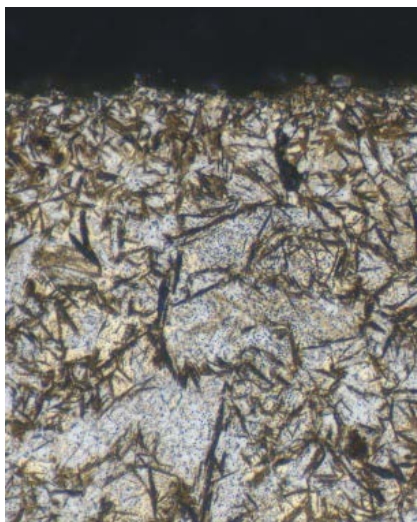


CarbidRAnd

Einfluss von nanoskaligen Ausscheidungszuständen in der Randschicht durch thermochemische Wärmebehandlungen auf die Zahnradtragfähigkeit

In diesem Forschungsvorhaben wurden Randschichtzustände mit variierenden Restaustenitgehalten und unterschiedlich stark ausgeprägten Ausscheidungszuständen auf ihre reproduzierbare Einstellbarkeit sowie die sich aus dem mehrphasigen Gefüge ergebenden Festigkeitseigenschaften untersucht. Die Einstellung der Varianten erfolgte über verschiedene Parameter aus dem Bereich der Wärmebehandlung. Zusätzlich wurde eine Stahlgüte mit modifizierten Legierungssystem betrachtet.



Basierend auf dem bisherigen Wissen zur Prozessauslegung dieser Randschichtzustände wurden mehrere Varianten durch einen Einsatzhärteprozess mittels Carbonitrieren eingestellt. Zusätzlich wurde das Niederdruckaufkohlen eingesetzt. Da die in diesem Vorhaben untersuchten Wärmebehandlungsvarianten weit außerhalb der üblichen Prozessfenster liegen, werden Rahmenbedingungen für eine reproduzierbare Herstellung dieser Randschichtzustände aufgeführt.

Die quantitative Charakterisierung dieser Zustände bleibt im Hinblick auf die Korrelation mit den Festigkeitseigenschaften ein zentraler Baustein. Durch den Einsatz der Synchrotronstrahlung ist eine direkte Korrelation der Phasenanteile mit den Elementgehalten über den gesamten Randschichtbereich möglich, womit neue Erkenntnisse in diesem Vorhaben gewonnen werden konnten. Der Zugang zu dieser Messung ist aber stark eingeschränkt und kann daher zumindest aktuell nur im wissenschaftlichen Bereich zur Anwendung kommen.

In der Prüfung der Wärmebehandlungszustände mittels Umlaufbiegeprüfung sowie Torsion konnte das Potenzial der Randschichtzustände im Hinblick auf eine Festigkeitssteigerung

aufgezeigt werden. Die weiterführenden Analysen der Vorgänge während der Prüfung offenbarten neben der Änderung der Restaustenitgehalte auch entsprechende Änderungen der Eigenspannungen und der Halbwertsbreiten in den vorliegenden Phasen.

In den experimentellen Untersuchungen zur Zahnradtragfähigkeit wurde umfangreich der Einfluss von verschiedenen ausgeprägten Carbide- bzw. Carbonitridausscheidungen (vgl. Abbildung links) auf die resultierende Bauteillebensdauer ermittelt.

Hinsichtlich der Zahnfußtragfähigkeit konnte keine signifikante negative Beeinflussung durch die mit Ausscheidungen angereicherten Bauteilrandschichten beobachtet werden. Dies war lediglich der Fall für Varianten mit Knochencarbiden auf den ehemaligen Austenitkorngrenzen, die nach der Wärmebehandlung keiner Strahlbehandlung unterzogen wurden. Für alle anderen untersuchten Varianten wurden, bezogen auf eine konventionell gasaufgekohlte und einsatzgehärtete Referenzvariante aus dem Einsatzstahl 20MnCr5, ähnliche oder sogar gesteigerte Zahnfußtragfähigkeiten ermittelt. Für Varianten mit fein verteilten Ausscheidungen und vergleichsweise höheren Restaustenitgehalten in der Randschicht wurden deutliche Tragfähigkeitspotentiale identifiziert.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen zur Grübchentragfähigkeit (s. Abbildung rechts) lassen, verglichen mit der konventionell gasaufgekohlten Referenz (W1-GAK/Ref), einen positiven Einfluss von ausscheidungshaltigen Randschichtgefügen (weitere sechs Varianten im Diagramm) erkennen. Entscheidender als der Einfluss der Ausprägung der Carbide bzw. Carbonitride scheint nach aktuellem Forschungsstand der Restaustenitgehalt in der Randschicht zu sein, wobei auch dessen lokale Verteilung und insbesondere dessen Stabilität in der Bewertung berücksichtigt werden müssen.

In den Stichversuchen zur Grauflecken-, Verschleiß- und Fresstragfähigkeit konnten Ergebnisse früherer Forschungsvorhaben bestätigt werden. Ein negativer Einfluss von Ausscheidungen in der Randschicht auf die Graufleckentragfähigkeit kann aus den Ergebnissen nicht abgeleitet werden. Hier spielen primär tribologische Eigenschaften eine dominante Rolle gegenüber den aus der Wärme- und Strahlbehandlung resultierenden Bauteileigenschaften. Bezüglich der Verschleißtragfähigkeit wies ein Großteil der untersuchten Varianten ein ähnliches Verhalten auf, wie es für eine gasaufgekohlte, einsatzgehärtete Referenz ermittelt wurde. Die Untersuchungen zur Fresstragfähigkeit lieferten für die vier Prüfvarianten jeweils unterschiedliche Resultate; eine eindeutige Tendenz bzgl. des Einflusses von Ausscheidungen in der Randschicht der Prüfzahnäder konnte nicht festgestellt werden.

Autoren: Dr.-Ing. Holger Surm

IWT – Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien, Bremen

M.Sc. Niklas Blech

Technische Universität München (TUM)

FZG – Forschungsstelle für Zahnäder und Getriebesysteme

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

Stefan Gross

T 069- 66 03- 18 88

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20054 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

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.