



Forschungsgemeinschaft
Werkzeuge und Werkstoffe e.V.

Veröffentlichung zum Projekt
IGF 16205 N

Das IGF-Vorhaben (IGF 16205 N) der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



(Die Langfassungen der Arbeiten bzw. Abschlussberichte können bei der FGW gegen Erstattung der Kopierkosten angefordert werden)

Ansprechpartner zum Vorhaben in der FGW : H. Brand

Wissenschaftliche Problemstellung

Die mittelständisch geprägten Unternehmen der Massivumformung bzw. des Gesenkschmiedens haben eine lange Tradition und nehmen in der deutschen Wirtschaft einen vorderen Platz ein. Die gesenkgeschmiedeten Bauteile reichen von wenigen hundert Gramm (z.B. Maulschlüssel) bis hin zu über 100kg schweren Schiffspfeuern. Das umformtechnische Fertigungsverfahren Schmieden erzeugt Bauteileigenschaften, die in dieser Kombination von anderen Fertigungsverfahren wie der Zerspanung aus Vollmaterial oder der Bearbeitung über Stangenmaterial nicht erreicht werden können. Hier ist z.B. der Schmiedefaserverlauf für höhere Festigkeitswerte bei gleichem Werkstoff entscheidend. Heute unterliegt der Wirtschaftszweig der Massivumformung immer mehr dem Kostendruck der konkurrierenden Niedriglohnländer sowie den erhöhten Anforderungen der Kunden an Lieferzeiten und Termintreue.

Die hohen Belastungen an den Schmiedewerkzeugen aufgrund immer schwerer umformbarer Werkstückwerkstoffe führen zu schwankenden Durchlaufzeiten und stehen der Forderung einer gewünschten Termintreue gegenüber. Ausgehend von den Kundenwünschen nach immer komplexer werdenden Konturen für die Schmiedeteile hat der Verschleißschutz der notwendigen Gesenke bzw. die Standmengenerhöhung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Häufig liegen die Standmengen der Gesenke bei wenigen tausend Teilen. Verschleißschutzschichten werden in der Warmmassivumformung bisher nur vereinzelt eingesetzt. Ein wesentlicher Grund dafür ist ihre fehlende Anpassung an die andersartigen tribologischen Belastungen. Durch die Bereitstellung optimal angepasster Verschleißschutzschichten sollen die Gesenkschmieden mit einer hohen Technologiekompetenz für eine wirtschaftlichere Fertigung aufgestellt werden.

Nach Angaben des Industrieverbandes für Massivumformung e.V. sind in Deutschland 250 Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten im Bereich Massivumformung tätig. Fünf von sechs

Betrieben zählen zu den klein- und mittelständischen Unternehmen, Auch im weltweiten Vergleich sind die deutschen Massivumformer auf Platz 2 nach China sehr gut aufgestellt. Die innovative Weiterentwicklung der Massivumformprozesse ist daher ein Anliegen mit höchster Priorität, um auch zukünftig in Deutschland wettbewerbsfähig zu bleiben.

Das Ziel des Forschungsvorhabens lag in der Entwicklung und Erprobung eines wirtschaftlichen und effektiven Verschleißschutzes für Werkzeuge im Bereich der Warmmassivumformung, welche den hohen thermischen und tribologischen Belastungen standhalten. Hierzu werden neuartige Mehrlagen-Verbundschichten als Oberflächenschutz entwickelt und an verschiedenen Gesenkbauteilen validiert.

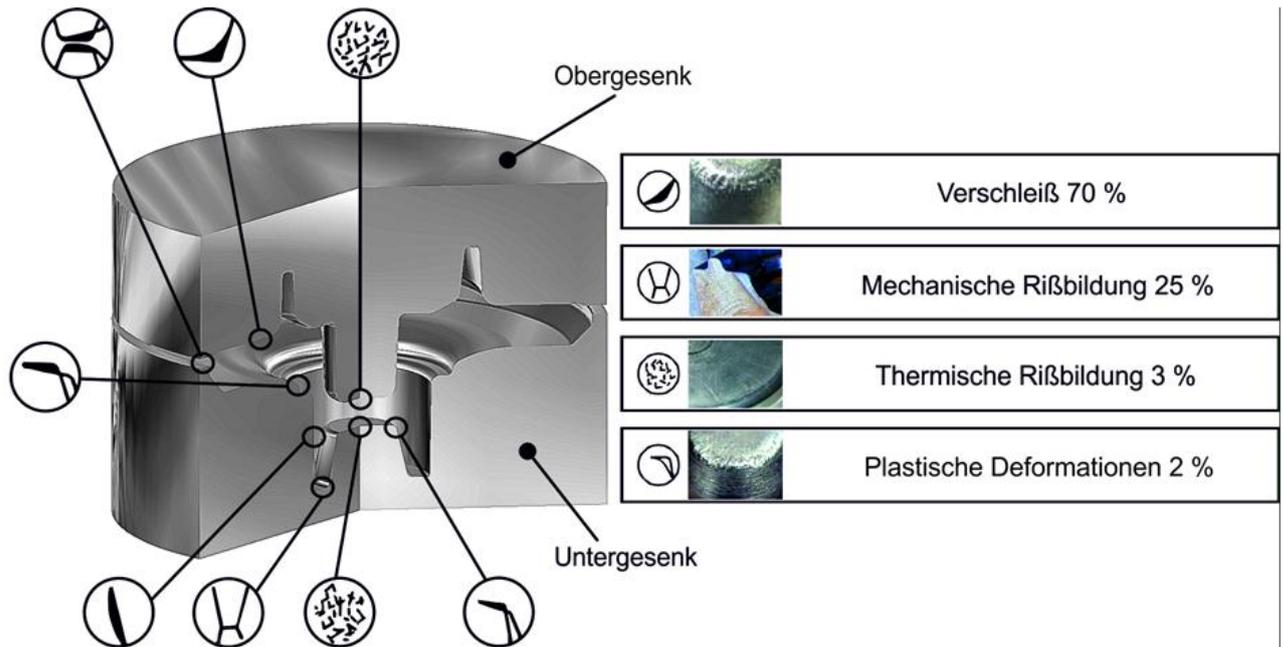


Bild 1: Verschleißarten an Werkzeugen der Warmmassivumformung

Forschungsziel

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, eine Kostenreduzierung durch Optimierung des Verschleißschutzes für Werkzeuge im Bereich der Warmmassivumformung zu erzielen. Diese sollten hinsichtlich der zu erwartenden hohen thermischen und tribologischen Belastungen, neu entwickelt und erprobt werden. Unter Mitwirkung des Projektbegleitenden Ausschuss wurde ein praxisnaher Gesenkwerkstoff ausgewählt. Es einigten sich die teilnehmenden Firmen und die drei Forschungsstellen auf den Werkstoff X37CrMoV5-1 (1.2343).

Richtanalyse % 1.2343

C	Si	Cr	Mo	V
<0,38	<1,00	<5,30	<1,30	<0,40

Stahltyp:

Warmarbeitsstahl mit hoher Warmfestigkeit bei sehr guter Zähigkeit, hohe Temperaturwechselbeständigkeit und Verschleißfestigkeit.

Die Vorgehensweise zum Erreichen des Forschungsziels, wurde in sieben Teilschritte aufgeteilt. Die zusammen mit dem projektbegleitenden Ausschuss ausgewählten Beschichtungen (AP1), wurden auf die fertig bearbeiteten Versuchsgesenke aufgebracht (AP2). Die Einsatztauglichkeit wurde durch die Reibwertbestimmung (AP3), die Schmiedeversuche am IFUM im Labormaßstab (AP4) und die anschließende Verschleißbestimmung (AP5) untersucht und ausgewertet. Die geeignetsten Beschichtungssysteme wurden anschließend an den Gesenken des Industriepartners (Leitritz Turbinenbau) evaluiert (AP6). Die Ergebnisse sowie aufbauende Hinweise wurden zusammengefasst und dem Projektbegleitenden Ausschuss im Rahmen der Abschlussveranstaltung zur Verfügung gestellt (AP7).

Die Arbeitspakete bauten aufeinander auf, wobei die Arbeitspakete AP2 bis AP5 von einer iterativen Vorgehensweise geprägt waren. Ob eine ausgesuchte Beschichtung den Anforderungen des Prozesses genügte, zeigten die Reibwertbestimmung, Schmiedeversuche und die Verschleißmessung. Ein Änderungs- oder Verbesserungsbedarf im Schichtaufbau floss in die Vorgaben zur Herstellung neuer Versuchsgesenke ein. Durch diese iterative Vorgehensweise wurde eine schrittweise Optimierung in der ersten Projekthälfte sichergestellt, so dass nur die wirklich geeigneten Beschichtungssysteme weiterverfolgt wurden.

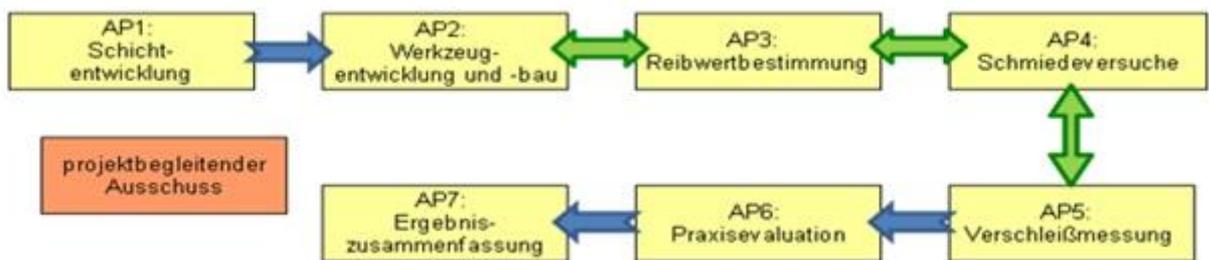


Bild2: Vorgehensweise im Forschungsvorhaben

Forschungsergebnisse

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, effektive und wirtschaftliche Verschleißschutzschichten für Werkzeuge der Warmmassivumformung zu entwickeln und zu erproben. Als aussichtsreiche Lösungsansätze wurden chrom- und borbasierter Verschleißschutzschichten, die mit PVD und PACVD-Verfahren hergestellt werden können, verwendet. Diese wurden mit einer Plasmanitrierbehandlung der Werkzeuge kombiniert. Da sich im Projektverlauf schnell herausstellte, dass der Art der Nitrierbehandlung eine entscheidende Rolle zukommt, wurde deren Einfluss auf die Verschleißbeständigkeit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

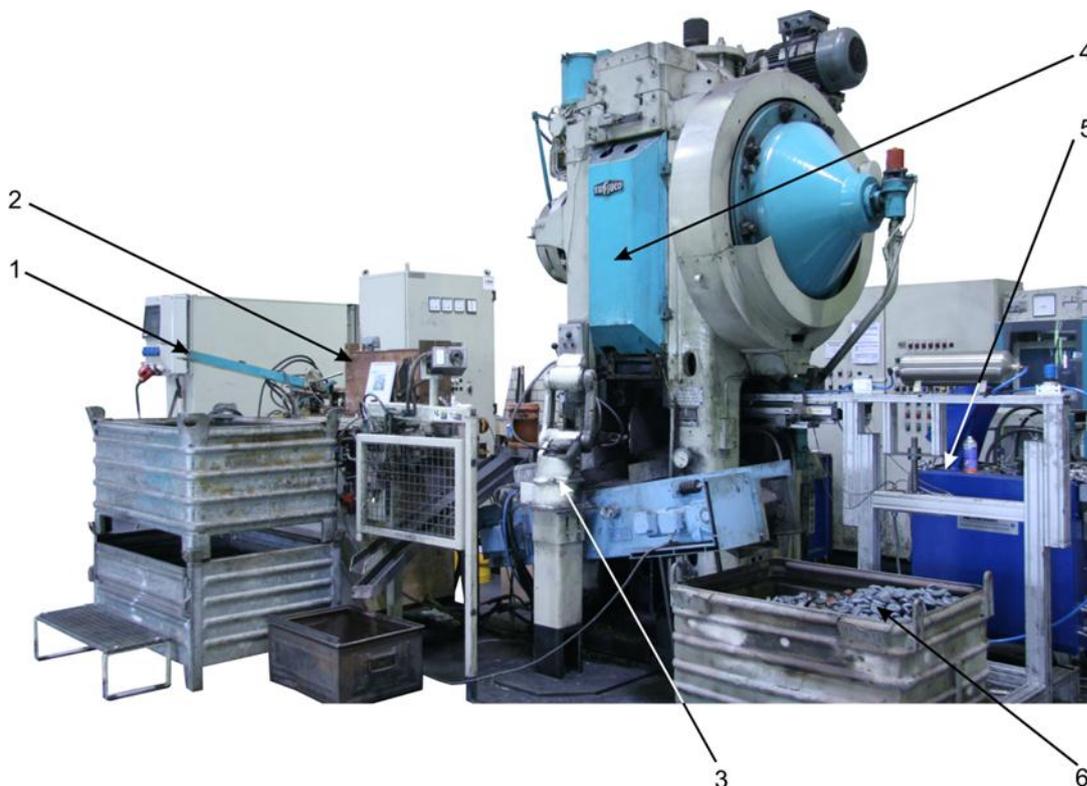
Die entwickelten Beschichtungen und Nitrierbehandlungen wurden in Ringstauch- und Schmiedeversuchen vergleichend getestet. Durch die Auslegung der Werkzeuggeometrie konnten verschiedene Belastungszustände in einem Gesenk realisiert werden. Eine Belastungssimulation erlaubte Aussagen zu den auftretenden Kontakttemperaturen und Gleitwegen.

In Abhängigkeit von den auftretenden Belastungen können verschiedene Verschleißmechanismen dominierend sein. Identifiziert wurden Härteverlust durch Anlasseneffekte, Rissbildung durch Thermoschock und abrasiver Verschleiß. Die Verschleißerscheinungen und die Auswirkungen der

verschiedenen Randschichtbehandlungen wurden durch optische Verfahren, taktile Kontur- und Topografiemessungen, Gefügeuntersuchungen, die Aufnahme von Härtetiefenprofilen sowie REM- und EDX-Analysen dokumentiert.

Auf Basis dieser Ergebnisse konnten den lokal auftretenden Belastungen und den daraus resultierenden Verschleißerscheinungen geeignete Kombinationen aus Plasmanitrierung und Beschichtung zugeordnet werden. Dies wurde in Form eines Schaubildes zusammengefasst, welches für eine belastungsgerechte Auswahl der Verschleißschutzmaßnahmen angewendet werden kann.

Industrielle Praxistests mit unterschiedlich nitrierten und beschichteten Schmiedegesenken wurden produktionsbegleitend beim Gesenkschmieden von Turbinenschaufeln durchgeführt. Dabei zeigten sich ähnliche Verschleißerscheinungen und Belastungsprofile wie bei den Testgesenken. Die Eignung partieller Nitrierungen wurde erprobt und deren Einsatztauglichkeit bestätigt.



Automatisierte Versuchsanlage:

1 Rohteilzuführung

2 Induktionserwärmungsanlage

3 Handhabungseinrichtung

4 Presse

5 Schmierstoffsprühanlage

6 Schmiedeteile

Bild 3: Vollautomatisierte Schmiedelinie mit einer 3.150 kN Exzenterpresse beim IFUM in Hannover (Versuchsanlage)

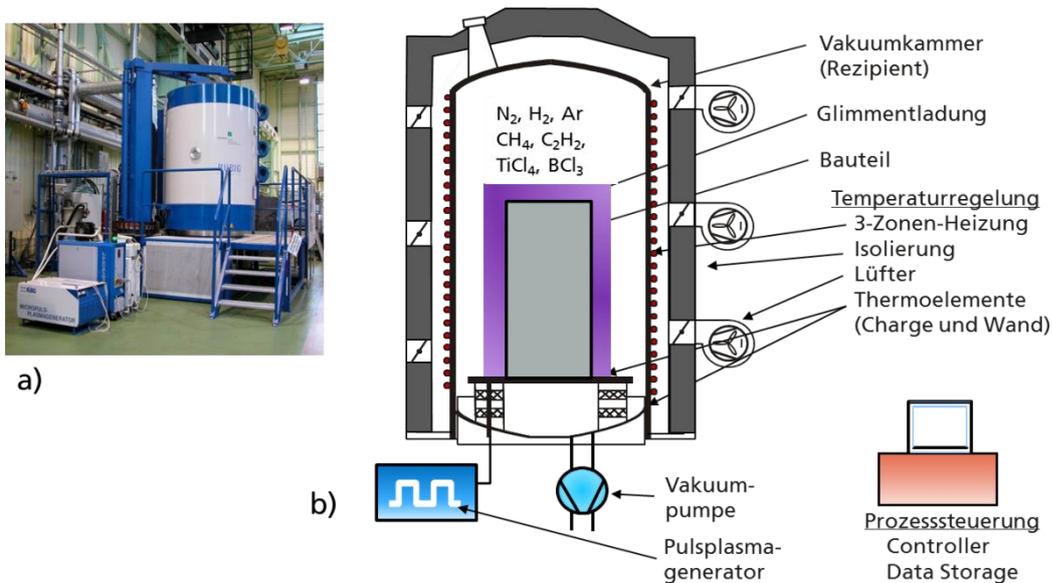


Bild 4: PACVD-Beschichtungsanlage zur Abscheidung von Ti-B-N-Mehrlagensystemen, installierte Anlagentechnik am Fraunhofer IST in Dortmund (a) und schematischer Aufbau (b)

Anmerkungen

Ein vollständiger Sachbericht zum Forschungsthema liegt bei der FGW vor.

Weitere Informationen erhalten Sie bei Herrn Brand +49(0)2191-59 21 119

Das IGF-Vorhaben (IGF 16205 N) der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Ein besonderer Dank gilt neben dem Fördermittelgeber allen Mitgliedern im projektbegleitenden Ausschuss für die gute Zusammenarbeit und für die Unterstützung bei der Durchführung der Forschungsarbeiten. .