

Herstellung von Panzerschichten mit Hartstoffpartikeln auf MSG-Basis

von S. Barwart, M. Leitner, C. Oberwinkler*)

Eingereicht: 12. 1. 2012

Nach Begutachtung angenommen: 15. 2. 2012

Kurzfassung

Schneidezähne in Zerkleinerungseinheiten für die Wiederverwertung anfallender Rohstoffe müssen enorm hohe mechanische und abrasive Belastungen ertragen. Um möglichst lange Standzeiten bei geringem Verschleiß zu gewährleisten, werden solche Werkzeuge an der Eingriffsfläche mittels einer Verschleißschutzschicht mit Hartstoffpartikeln auf Basis des Metallschutzgasschweißverfahrens (MSG) gepanzert. Durch umfangreiche Parameterstudien sind prozesssichere Schweißparameter für multiple Kombinationen von Zusatzwerkstoff und Hartstoff zur Herstellung dieser Schichten ausgearbeitet worden. Begleitende Gefügeanalysen und Härtemessungen bilden die Grundlage für eine Charakterisierung der lokalen Eigenschaften in der Schweißnaht. Eine nachfolgende methodische Auswertung liefert einen tendenziellen Zusammenhang zwischen den verwendeten Schweißparametern und dem daraus resultierenden Schweißergebnis. Ergänzende experimentelle Untersuchungen des Verschleiß- und Schwingfestigkeitsverhaltens der aufgepanzerten Schneidezähne, zeigen das Potential bei der Anwendung solcher Hartstoffschichten auf.

Schlüsselwörter: Panzerschicht, Hartauftrag, Drop-In-Verfahren, Einstreuverfahren, Wolframkarbid, Metallschutzgasschweißen

1 Einleitung

Die Aufarbeitung anfallender recycelbarer Stoffe nimmt zukünftig einen enormen Stellenwert in der Ressourcenbereitstellung ein. Der Wandel von fossilen Energiequellen zu nachwachsenden Rohstoffen für die thermische Energiegewinnung umfasst auch die Verwertung von Bioabfällen, Grünschnitt und Abfällen aus der Forstwirtschaft. Durch die hohen Ansprüche an die Biomasse für die Energiegewinnung und Kompostierung sind Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich. Durch die inhomogene Zusammensetzung der Abfallstoffe, die teilweise Fremdkörper beinhalten, ist der Einsatz von Sondermaschinen hoher Leistung zur mechanischen Zerkleinerung der Biomasse erforderlich. Ein Beispiel hierfür ist ein Zweiwellenzerkleinerer

der Firma Komptech Umwelttechnik GmbH in Frohnleiten, Österreich (Bild 1), mit sich gegenläufig drehenden und mit Schneide- bzw. Sichelzähnen (Bild 2) bestückten Walzen. Infolge des unterbrochenen Schnitts und den vorkommenden Fremdkörpern im Hackgut sind diese Werkzeuge schlagartigen dynamischen Belastungen und starken abrasiven Verschleiß ausgesetzt. Durch den Einsatz von speziellen Hartauftragschichten am Sichelzahn können diese hohen Beanspruchung bewältigt werden.

2 Schweißprozess und Probenherstellung

Unter Auftragschweißen versteht man das Beschichten eines Werkstücks durch Schweißen. Erfolgt die Auftragschweißung mit gegenüber dem Grundwerkstoff vorzugsweise verschleißbeständigerem Auftragwerkstoff, so spricht man von Panzerungen bzw. vom Schweißpanzer. Das zu wählende Schweißverfahren richtet sich nach wirtschaftlichen, wie auch technischen Gesichtspunkten. Zum Auftragschweißen von Hartschichten eignen sich im Allgemeinen alle Schmelzschweiß- und Metallspritzverfahren. Um mit einer oder wenigen Lagen einen ausreichenden Schutz gegen Verschleiß zu erreichen, ist die Vermischung von Auftrags- und Grundwerkstoff, der sogenannte Aufschmelzgrad, gering zu halten. In Bild 3 sind Werte für den Aufschmelzgrad verschiedener Schweißverfahren gegenübergestellt [2].

Abstract

Shredding-tools of crushing-units are mainly used for the recycling of solid waste. They are exposed to enormous local mechanic and abrasive loads. One method to improve the durability is to apply hard facing to the teeth cutting surfaces. Hard faced layers consist of an iron based welding combined with tungsten carbides. These carbide particles should be spread homogenously into the molten ductile iron matrix leading to a ductile and most abrasive resistant filler metal. Hard faced shredding-tools, which are highly resistant to abrasion and impact loads, can be easily manufactured with this particle-based dispersive method. This work focuses on the examination of extensive studies to determine the influence of the filler-material and the hard-tungsten particles to achieve an optimized homogenous welding-process. To investigate weld matrix characteristics, extensive metallographic analysis, macro-hardness measurements and topographical assessments were done. Finally, the optimized weld process was transferred from test plates to industrial chopping teeth with complex geometry.



Bild 1: Blick in den Zerkleinerungsraum eines Zweiwellenzerkleinerers [1]



Bild 2: Sichelzahn eines Zweiwellenzerkleinerers

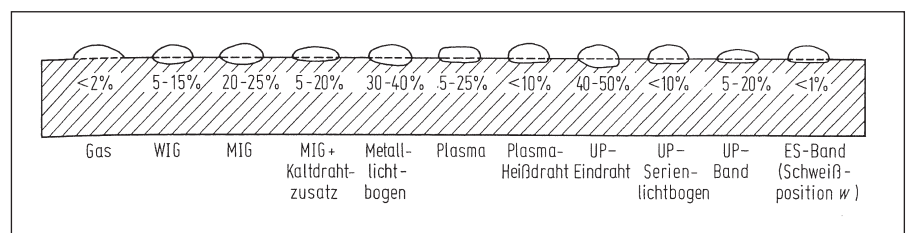


Bild 3: Aufschmelzgrade verschiedener Schweißverfahren [2]

*) Dipl.-Ing. Stefan Barwart
 Dipl.-Ing. Martin Leitner
 Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau,
 Montanuniversität Leoben, 8700 Leoben
 Dipl.-Ing. Dr. mont. Christian Oberwinkler
 Komptech Umwelttechnik GmbH
 8130 Frohnleiten

Für die Herstellung der Verschleißschutzschicht auf den Sichelzähnen wurde das Metallschutzgasschweißen (MSG) als Schweißverfahren angewendet. Es zeichnet sich durch ein breites Anwendungsgebiet und geringe Investitionskosten aus.

2.1 Schweißverfahren auf MSG-Basis

Beim sogenannten „Einstreuverfahren“ auch „Drop-In Verfahren“ genannt (**Bild 4**), werden zusätzlich Hartstoffe dem Metallschutzgasschweißprozess zugeführt. Um dieses Verfahren prozesssicher anwenden zu können, wird sowohl eine sichere und zielgenaue Zuführung der Karbide in das Schmelzbad, als auch eine genaue Dosierung der Hartstoffkörner benötigt.

2.2 Verwendete Materialien und Schweißzusatzstoffe

Die aufzupanzernenden Grundwerkstoffe reichen von allgemeinen Baustählen bis hin zu verschleißbeständigen Vergütungsstählen.

In den durchgeführten Untersuchungen wurden als Schweißzusatzwerkstoff Massivdraht mit $\varnothing 1,2 \text{ mm}$ und ein äquivalenter Fülldraht mit $\varnothing 1,6 \text{ mm}$ verwendet. Diese Schweißzusätze sind C, Cr, Mn, Mo, W legiert und zeichnen sich durch gute Schweißbarkeit, hohe Härte und Zähigkeit aus.

Als Hartstoff wird gebrochenes Wolfram-Sinterkarbid in der Körnung $0,7 \text{ mm}$ bis $1,2 \text{ mm}$ verwendet. Diese Körnung stellt ein Optimum an Furchwiderstand, Zähigkeit und Härte der Panzerschicht dar. Das verwendete Wolfram-Sinterkarbid ist in einer Kobaltmatrix eingebettet (**Tabelle 1**).

C	Co	Ta	Ti	W
5,3-5,8	6,0-10,0	<0,5	<0,5	Rest

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung des verwendeten Hartstoffes (in Gew.-%) [3]

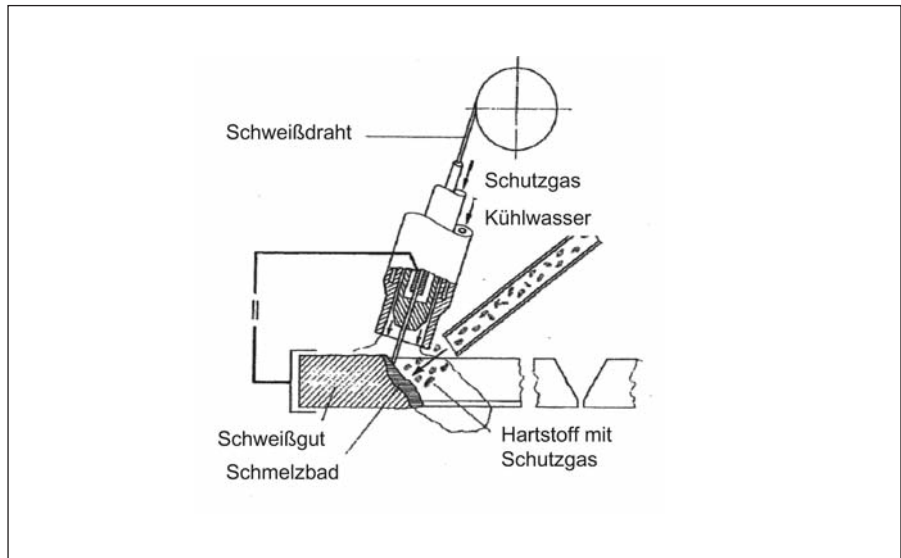


Bild 4: Schematische Darstellung des Schweißprozesses mit Karbideinstreuung auf Basis des MSG-Schweißens [2]

2.3 Durchgeführte Versuchsschweißungen

Der Einfluss ausgewählter Prozessparameter auf die Schweißung der Sichelzähne ist durch 80 Schweißmuster auf Probeplatten vorab durchgeführt worden. Eine Auflistung der signifikanten Einflussgrößen ist in **Tabelle 2** ersichtlich.

Für eine Beurteilung und einen Vergleich der Schweißparameter werden der Aufmischungsgrad und die geometrischen Abmessungen der Schweißnähte herangezogen. Der Aufmischungsgrad ist größtenteils verfahrensabhängig und kann durch eine Variation der Schweißparameter beeinflusst werden. Für eine Gegenüberstellung der verwendeten Parameter wird für jeden Versuch

Schweißgeschwindigkeit v	m/min	Lichtbogenkorrektur	%
Schweißstrom I	A	Schweißprogramm	-
Schweißspannung U	V	Pulsprogramm	-
Drahtvorschub	m/min	Karbid-Einstreuung	g/s
Pulskorrektur	-		

Tabelle 2: Signifikante Parameter der Auftragschweißung

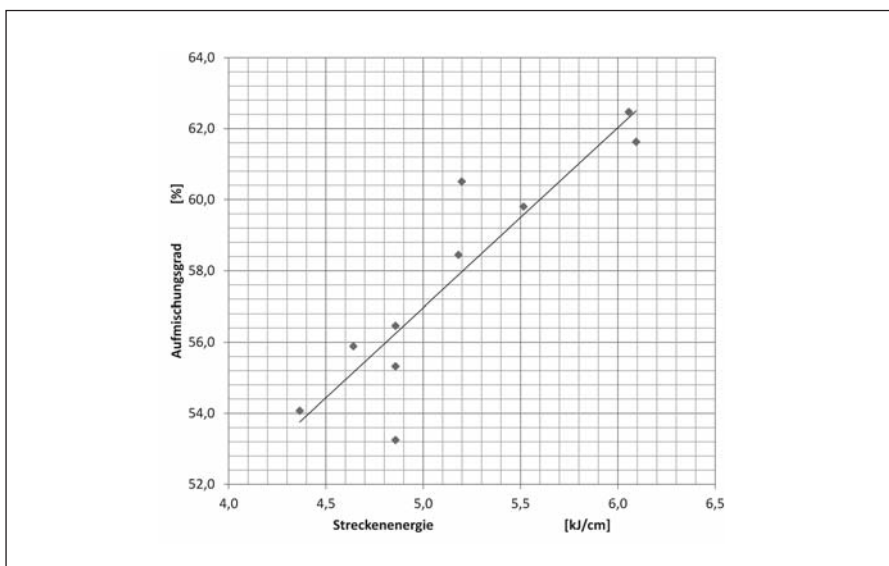


Bild 5: Einfluss der Streckenenergie auf den Aufmischungsgrad

die eingebrachte Streckenenergie (Energie welche der Schweißraupe je Längeneinheit zugeführt wird) berechnet. Im Allgemeinen ist feststellbar, dass sich mit steigender Streckenenergie der Aufmischungsgrad erhöht (**Bild 5**).

Durch das Einbringen von Wolfram-Sinterkarbid in den MSG-Schweißprozess sinkt die effektive Aufschmelzleistung im Vergleich mit einer Schweißung ohne Hartstoffeinbringung. Diese Reduktion ist mit einer lokalen Aufschmelzung der Hartstoffpartikel im Lichtbogen zu begründen und kann durch einen veränderten Aufschmelzgrad beschrieben werden. Eine Gegenüberstellung der Querschliffe zeigt, dass ohne Karbideinstreuung (**Bild 6a**), verglichen mit Einstreuung (**Bild 6b**), ein vergrößerter Einbrand trotz einer geringeren Streckenenergie auftritt. Grund dafür ist die Aufschmelzung der eingestreuten Karbide, für die eine höhere Streckenenergie benötigt wird. Die Verbrei-

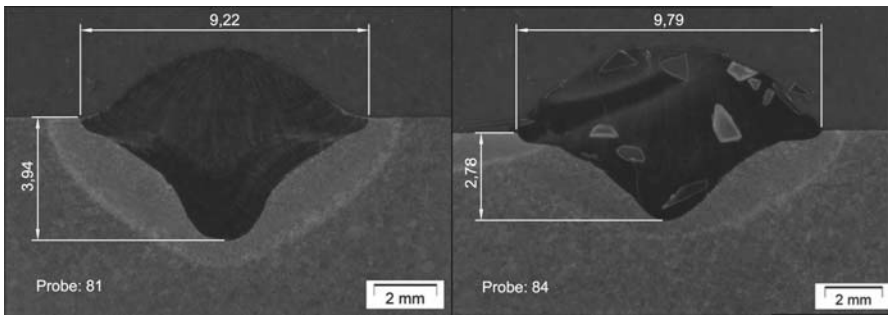


Bild 6: Vergleich der geometrischen Abmessungen mit (a) und ohne (b) Karbideinstreuung im Querschliff einer aufgepanzerten Probe, Streckenenergien: a) $E = 5,5 \text{ kJ/cm}$ und b) $E = 5,8 \text{ kJ/cm}$

terung der Schweißnaht bei Karbideinstreuung lässt sich durch den höheren Drahtvorschub und durch das zusätzlich eingebrachte Volumen der Wolframkarbide erklären. Der Aufmischungsgrad in **Bild 6b** weist einen Wert von 39,2 %, der in **Bild 6a** von 59,8 % auf. Dieser Unterschied ist durch das Aufschmelzen der Wolframkarbide im Lichtbogen zu erklären.

3 Charakterisierung der Verschleißschichten

Um Verschleißschichten zu charakterisieren, sind umfassende metallographische Analysen, sowie Härtemessungen und makroskopische Untersuchungen der Querschliffe unumgänglich. Zusätzlich werden bei diesen Untersuchungen auch die chemische Zusammensetzung

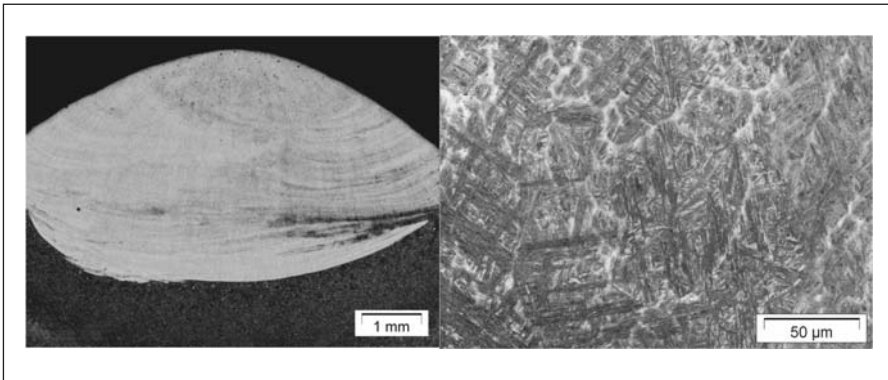


Bild 7: Schweißnahtgefüge des verwendeten Massivdrahtes

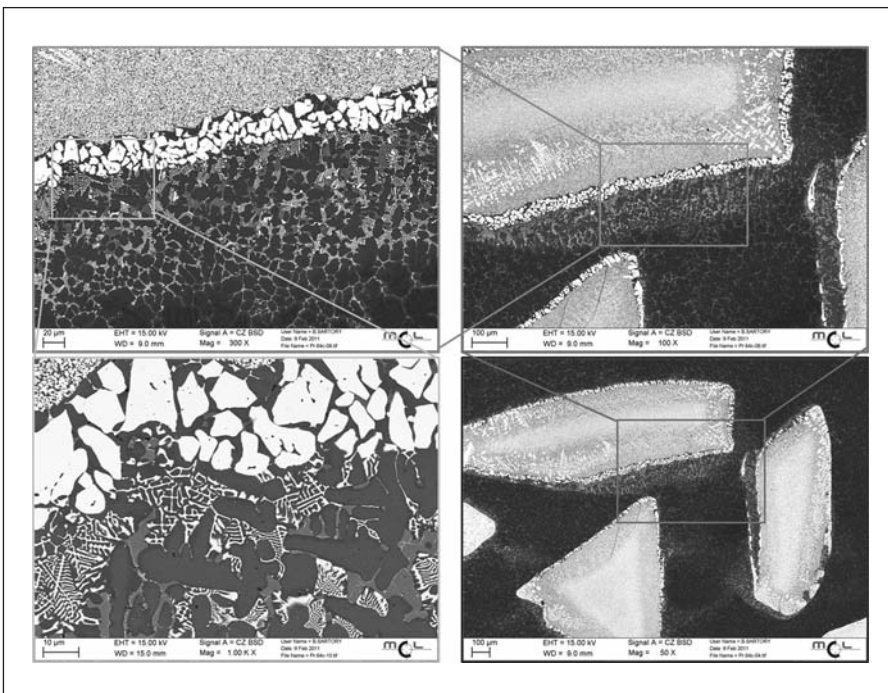


Bild 8: REM-EDS-Aufnahme im Bereich der Anbindung von Matrix mit Karbidkorn [5]

zung der Hartschicht und die Verteilung der Hartstoffe bestimmt. Durch einen Vergleich des Schweißnahtgefüges können Rückschlüsse auf den Schweißprozess und die Schweißparameter gezogen werden. Im Rahmen der metallographischen Untersuchungen wurden zusätzlich Härteprüfungen an ausgewählten Schweißproben durchgeführt. Da die Härte eines Werkstoffes im engen Zusammenhang mit dem Verschleißwiderstand steht, stellt die Härtemessung ein wichtiges Instrument zur Charakterisierung von Verschleißschutzschichten dar.

3.1 Metallographische Analysen

Der verwendete Zusatzwerkstoff aus Massivdraht wird für Anwendungen mit hohen Schlag- und Abrasionsbeanspruchungen empfohlen [3]. Diese kombinierte Belastung stellt hohe Ansprüche an den Schweißzusatzwerkstoff und im Speziellen an das Gefüge der Schweißnaht. Die in **Bild 7** dargestellte Gefügaufnahme zeigt eine bainitisch-martensitische Struktur mit Restaustenit. Diese Gefügeeinstellung ist für den Einsatzbereich in Zerkleinerungsanlagen geeignet und wird in die Gruppe der niedriglegierten Vergütungsstähle bis 1 % Kohlenstoff mit angelassenem Martensit oder feinem Perlit abrasionsbeständiger Eisenwerkstoffe eingeteilt [4]. Die auftretende bainitisch-martensitische Phase dieses Werkstoffes ist maßgeblich für die Härte der Schweißnaht verantwortlich, welche den Verschleißwiderstand bestimmt. Der Fülldraht weist ein, hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung, ähnliches Gefüge mit Restaustenit auf, wie der zuvor beschriebene Massivdraht.

Für die mechanischen Eigenschaften der Panzerung spielt die Anbindung der Hartstoffe in der Matrix eine wichtige Rolle. Um ein Herausbrechen der Hartstoffkörner aus der Matrix zu verhindern, muss eine starke Bindung vorhanden sein. Durch das gleichzeitige Aufschmelzen von Wolframkarbid und Schweißzusatzwerkstoff im Lichtbogen, kommt es zu hochlegierten Phasen am Übergang von Matrix zu WC-Korn in der Schweißnaht. In **Bild 8** ist der Übergangsbereich vom Matrixwerkstoff auf das Karbidkorn mit Hilfe einer Massenkontrastaufnahme zu erkennen. Die dunklen Bereiche stellen bainitisch-martensitische Phasen geringerer Masse dar (Fe-basierend) und die hellen Bereiche Phasen mit hoher Masse (hoher Anteil an W). Diese Phasen können sich in der Zusammensetzung in Form von M_3C , M_6C , M_7C_3 oder $M_{23}C_6$ ausbilden und sind hochwolframhaltige Eisenlegierungen, die eine Ähnlichkeit mit dem Gefüge eines Schnellarbeitsstahls aufweisen.

3.2 Härtemessungen

Für das reine Schweißgut des Massivdraht-Zusatzwerkstoffes wird eine Härte von 610 bis 710 HV_1 vom Hersteller angegeben. Durch die einlagigen Probeschweißungen auf den Probestplatten und aufgrund des Aufmischungsgrads wird ein geringerer Wert von ca. 510 HV_1 erreicht. Mit der Zugabe von

Hartstoffpartikeln in den Schweißprozess kann ein Härteanstieg der Matrix durch das teilweise Aufschmelzen der Wolfram-Sinterkarbide und durch die veränderten thermischen Bedingungen beobachtet werden. Im Härteverlauf wurde dadurch eine Steigerung der Matrixhärte auf ca. 650 bis 680 HV₁ festgestellt, siehe **Bild 9**. Die Härtesprünge von 1200 HV₁ und 1500 HV₁ sind den Hartstoffen zuzuordnen, welche in der Matrix eingelagert sind. Da das in Verwendung befindliche Wolframkarbid eine Kobaltmatrix aufweist, sind Härtewerte des reinen Wolframkarbides von ca. 2080 HV_{0,05} nicht erreicht worden.

3.3 Makroskopische Untersuchung

Zur Charakterisierung und Beurteilung der Hartschichten hinsichtlich des Verschleißverhaltens, ist eine Erfassung der Karbidverteilung und Karbidmenge in der Schweißnaht notwendig. Eine homogene Verteilung der Hartstoffe ist Voraussetzung für einen hohen Widerstand gegen abrasiven Verschleiß. Durch Inhomogenitäten kann der Matrixwerkstoff „ausgewaschen“ werden, was zum frühzeitigen Ausfall der Hartschicht führt. Durch die Einstreumenge können die Eigenschaften gezielt beeinflusst werden. Ein hoher Anteil an Hartstoffen in der Panzerschicht steigert den Verschleißwiderstand, senkt aber die Schlagbeständigkeit der Panzerung. Einfluss auf die Verteilung der Hartstoffe kann über die Einstreumenge, die Art und Position der Einstreuung und über den verwendeten Zusatzwerkstoff bzw. dessen Ausführung erfolgen.

Durch die Wahl des Zusatzwerkstoffes kann die Karbidverteilung signifikant beeinflusst werden. Die in **Bild 10** dargestellten Schlitze weisen die gleiche Streckenenergie und Einstreumenge von Karbiden auf. Durch die unterschiedlichen Schweißcharakteristiken der Zusatzwerkstoffe kann ein wesentlicher Unterschied im Aufmischungsgrad, im Verlauf der Schmelzlinie und in der Karbidverteilung festgestellt werden. Der Aufmischungsgrad der Panzerung mit Fülldraht, **Bild 10 a**, erzielt einen Wert von 19,4 %, dagegen wurde mit der Massivdrahttechnologie nur einen Aufmischungsgrad von 36,1 % erreicht.

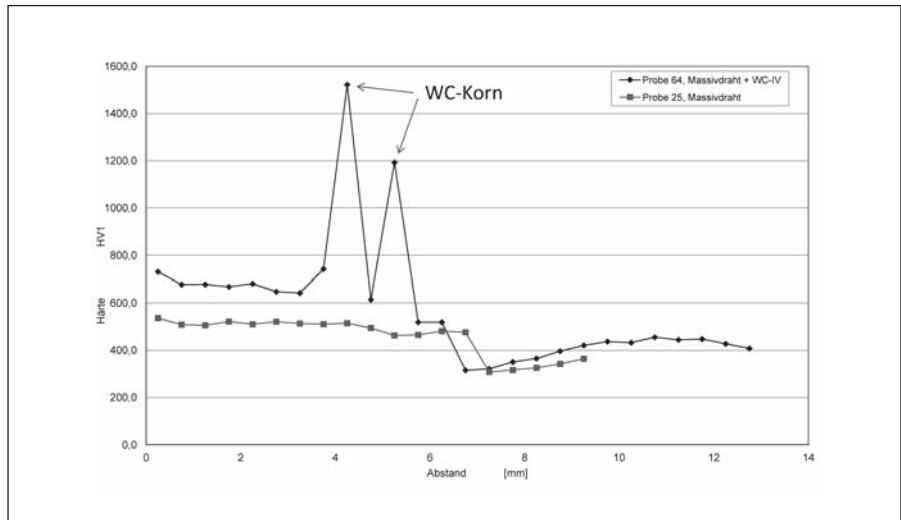


Bild 9: Vergleich der Härteverläufe mit und ohne Karbideinstreuung, Zusatzwerkstoff: Massivdraht

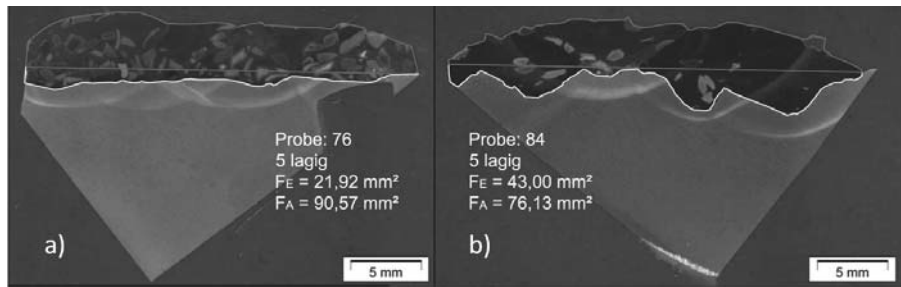


Bild 10: Gegenüberstellung von Längsschliffen karbidgepanzelter Sichelzähne a) mit Fülldrahttechnologie und b) mit Massivdrahttechnologie des Zusatzwerkstoffes (Zahnspitzen zueinander positioniert)

4 Experimentelle Verschleißuntersuchungen

4.1 Aufbau des Verschleißprüfstandes

Beim Zerkleinern von holzartigen Altstoffen können Fremdstoffe, wie z. B. Gestein oder metallische Verunreinigungen, in Kontakt mit den Sichelzähnen treten. Um die Werkzeugstandzeit zu erhöhen, sind die Schneidwerkzeuge auf solche Störstoffe auszulegen. Daher wurde als Verschleißmaterial Quarzit mit einer

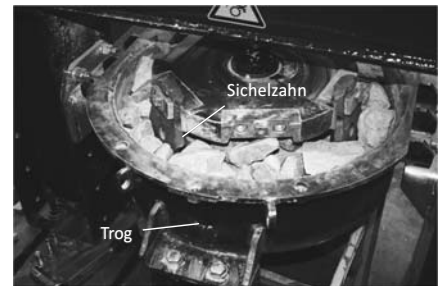


Bild 11: Blick in den Trog des Prüfstandes, gefüllt mit Quarzitgestein und eingesetztem Sichelzahn

Korngröße von 20 bis 60 mm in den Untersuchungen verwendet. Das Verschleißmaterial wird nach achtstündiger Prüfdauer gewechselt. Der Prüfstand ist als Rührwerk ausgeführt, bei dem die Sichelzähne auf einer Kreisbahn im Verschleißmaterial rotieren (**Bild 11**). Die Probenstücke werden auf einer Aufspannscheibe angeschraubt, die eine Drehzahl von 44 U/min (entspricht der Tangentengeschwindigkeit der realen Anlage) bei einem Drehmoment von bis zu 1560 Nm aufweist.

4.2 Ergebnis der vergleichenden Verschleißuntersuchung

In **Bild 12** ist der Massenverschleiß Δm von zwei Versuchsserien über die Anzahl der

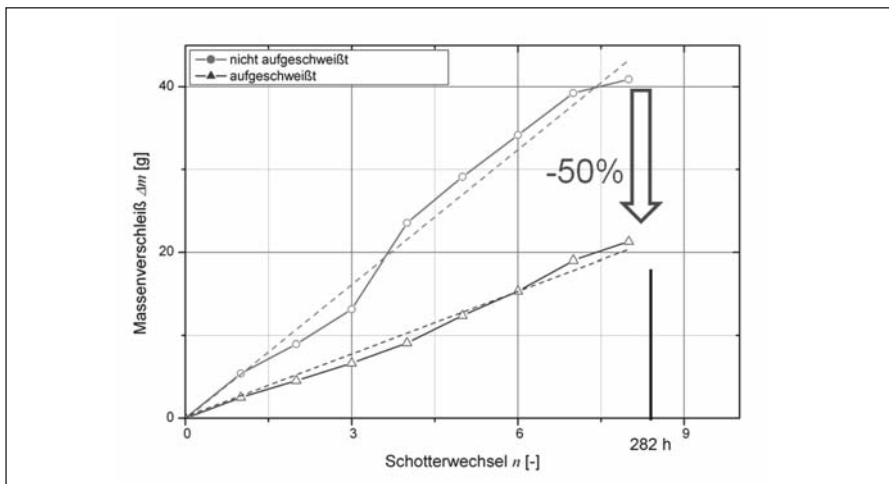


Bild 12: Ergebnisse der Verschleißuntersuchungen

Schotterwechsel aufgetragen. Der durchschnittliche Verschleiß eines nicht aufgeschweißten Zahns mit Quarzit als Verschleißmittel beläuft sich auf 4 g pro Schotterwechsel. Bei den aufgeschweißten Zähnen ist im Schnitt ein Verschleiß von 2 g pro Schotterwechsel gemessen worden. Dies entspricht einer Reduktion des Massenverschleißes um etwa 50 %.

5 Zusammenfassung

Durch die Anwendung des „Einstreuverfahrens“ lassen sich wirtschaftlich schlag- und

hochabrasionsbeständige Hartschichten realisieren, welche an Werkzeugen in Aufbereitungsanlagen Anwendung finden. In diesem Beitrag werden Auftragsschweißungen auf MSG-Basis mit Karbideinstreuung untersucht. Es ist feststellbar, dass durch eine bainitisch-martensitische Panzerung mit eingelagerten Hartstoffpartikeln eine deutliche Reduzierung des abrasiven Verschleißes gegenüber ungepanzerten Zähnen erzielt werden kann. Weiteres Entwicklungspotential liegt in der Auswahl alternativer Grund- und Schweißzusatzwerkstoffe, wobei auch wärmebehandelte Gusswerkstoffe zur Anwendung kommen können.

6 Literatur

- [1] Komptech: Crambo Universalzerkleinerer für Grünschnitt und Holz, Komptech GmbH A-8130 Frohnleiten, www.komptech.com, 2011.
- [2] J. Ruge: Handbuch der Schweißtechnik, Band II: Verfahren und Fertigung, Dritte, neubearbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1993.
- [3] DURUM: Auftragschweißwerkstoffe, Durmat Werkstoffe für den Verschleißschutz, DURUM Verschleiß-Schutz GmbH, D-47877 Willich-Schiefbahn, www.durmat.com, 2011.
- [4] H. Uetz: Abrasion und Erosion, 1. Auflage, Carl Hanser Verlag, München Wien, 1983.
- [5] Chladil K.: MCL Forschung GmbH, Roseggerstraße 12, A-8700 Leoben, 2011.

Tribologie und Schmierungstechnik

Organ der Gesellschaft für Tribologie
Organ der Österreichischen
Tribologischen Gesellschaft
Organ der Swiss Tribology

4 59. Jahrgang
Juli/August 2012

Impressum

Herausgeber und Schriftleiter:
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Wilfried J. Bartz
Mühlhaldenstr. 91, 73770 Denkendorf
Tel./Fax (07 11) 3 46 48 35
E-Mail: wilfried.bartz@tribo-lubri.de
www.tribo-lubri.de

Redaktion:
Dr. rer. nat. Erich Santner, Bonn
Tel. (02 28) 9 61 61 36
E-Mail: esantner@arcor.de

Redaktionssekretariat:
expert verlag
Tel. (0 71 59) 92 65-0, Fax (0 71 59) 92 65-20
E-Mail: expert@expertverlag.de
Beiträge, die mit vollem Namen oder auch mit Kurzzeichen des Autors gezeichnet sind, stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt auch die der Redaktion dar. Unverlangte Zusendungen redaktioneller Beiträge auf eigene Gefahr und ohne Gewähr für die Rücksendung. Die Einholung des Abdruckrechtes für dem Verlag ein-

gesandte Fotos obliegt dem Einsender. Die Rechte an Abbildungen ohne Quellenhinweis liegen beim Autor oder der Redaktion. Ansprüche Dritter gegenüber dem Verlag sind, wenn keine besonderen Vereinbarungen getroffen sind, ausgeschlossen. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen der Redaktion. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen und Handelsnamen in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um geschützte, eingetragene Warenzeichen. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

expert verlag GmbH:
Wankelstr. 13, 71272 Renningen
Postfach 2020, 71268 Renningen
Tel. (0 71 59) 92 65-0
Fax (0 71 59) 92 65-20
E-Mail: expert@expertverlag.de
Landesbank Baden-Württemberg
Kto.-Nr. 8 953 692, BLZ 600 501 01
Postbank Stuttgart
Kto.-Nr. 22 546 707, BLZ 600 100 70
USt.-IdNr.: DE 145162062

Beirat:
Prof. Dr. F. Franek, Wien; Dipl. Ing. W. Westerbecke, Moers; Dr. Ing. E. Kleinlein, Gochsheim; Dr. Horst Kröner, Dortmund; Dr. U. J. Möller, Hamburg; Prof. Dr. Ing. H. Peeken, Aachen.

Anzeigen:

Ute Klaus, expert verlag
Tel. (0 71 59) 92 65-13, Fax (0 71 59) 92 65-20
E-Mail: u.klaus@expertverlag.de
Informationen auf Anfrage.

Vertrieb:

Rainer Paulsen, expert verlag
Tel. (0 71 59) 92 65-16, Fax (0 71 59) 92 65-20
E-Mail: paulsen@expertverlag.de

Die zweimonatlich erscheinende Zeitschrift kostet bei Vorauszahlung im Jahresvorzugspreis für **Inland 179,- €**, für **Ausland 189,- €**, **Einzelheft 39,- €**; Studenten und persönliche Mitglieder der GfT erhalten gegen Vorlage eines entsprechenden Nachweises einen Nachlass von 20 % auf das Abo-Netto. Für Mitglieder der ÖTG ist der Abonnementspreis im Mitgliedschaftsbeitrag enthalten. Die Abonnementsgebühren sind jährlich im Voraus bei Rechnungsstellung durch den Verlag ohne Abzug zahlbar; kürzere Rechnungszeiträume bedingen einen Bearbeitungszuschlag von 3,- € pro Rechnungslegung. Abbestellungen müssen spätestens sechs Wochen vor Ende des Bezugsjahres schriftlich vorliegen. Der Bezug der Zeitschriften zum Jahresvorzugspreis verpflichtet den Besteller zur Abnahme eines vollen Jahrgangs. Bei vorzeitiger Beendigung eines Abonnementsauftrages wird der Einzelpreis nachbelastet. Bei höherer Gewalt keine Lieferpflicht. Erfüllungsort und Gerichtsstand: Leonberg

expert verlag, 71272 Renningen

ISSN 0724-3472

4/12

Umzug oder Adressenänderung? Bitte T+S nicht vergessen!

Wenn Sie umziehen oder Ihre Adresse sich aus sonstigen Gründen ändert,
benachrichtigen Sie bitte auch den

expert verlag.

T+S erreicht Sie dann ohne Verzögerung und ohne unnötigen Aufwand.

Danke, dass Sie daran denken.