

Info-Reihe Massivumformung, Ausgabe 40

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke
und Dr.-Ing. Klaus Gerschwiler

Trockenzerspannung von Schmiedeteilen

Info

Chemie und Umweltschutz

Trockenzerspanung von Schmiedeteilen

Technische Fertigungstechnik - Produktivität und Nachhaltigkeit sind die Hauptanforderungen an die Produktion. Ein Beitrag zur Verbesserung des Arbeitsschutzes und zur Schonung der Umwelt bei der hohen Automatisierung auf diesem Thema bietet einen Zeit- und Kostenvorteil. Ziel einer kürzlich abgeschlossenen AIF-Forschungsarbeiten war es, die Technologie der Trockenbearbeitung für Schmiedeteile zu entwickeln.

Fritz Klocke und
Klaus Gerschwiler, Aachen

Trockenzerspanung von Schmiedeteilen

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke
Dr.-Ing. Klaus Gerschwiler

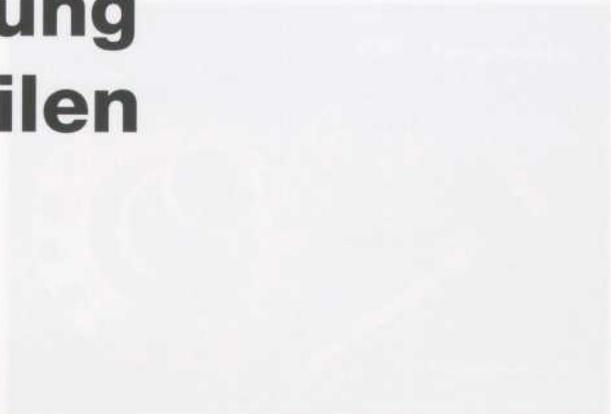
Die Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen ist eine wichtige Aufgabe der Fertigungstechnik. Sie ermöglicht die Herstellung von hochfesten Bauteilen mit hoher Genauigkeit und guter Oberflächenqualität. Die Technologie der Trockenbearbeitung ist in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Dies ist vor allem auf die Entwicklung von Hochleistungsschmierstoffen und auf die Optimierung der Bearbeitungsparameter zurückzuführen. In diesem Artikel werden die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.

Die Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen ist eine wichtige Aufgabe der Fertigungstechnik. Sie ermöglicht die Herstellung von hochfesten Bauteilen mit hoher Genauigkeit und guter Oberflächenqualität. Die Technologie der Trockenbearbeitung ist in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Dies ist vor allem auf die Entwicklung von Hochleistungsschmierstoffen und auf die Optimierung der Bearbeitungsparameter zurückzuführen. In diesem Artikel werden die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.

Wozu Trockenbearbeitung?

In der letzten Zeit hat die Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen eine hohe Bedeutung erlangt. Dies ist vor allem auf die steigenden Anforderungen an die Fertigungstechnik zurückzuführen. Die Trockenbearbeitung ermöglicht die Herstellung von hochfesten Bauteilen mit hoher Genauigkeit und guter Oberflächenqualität. Dies ist vor allem auf die Entwicklung von Hochleistungsschmierstoffen und auf die Optimierung der Bearbeitungsparameter zurückzuführen. In diesem Artikel werden die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.

In der letzten Zeit hat die Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen eine hohe Bedeutung erlangt. Dies ist vor allem auf die steigenden Anforderungen an die Fertigungstechnik zurückzuführen. Die Trockenbearbeitung ermöglicht die Herstellung von hochfesten Bauteilen mit hoher Genauigkeit und guter Oberflächenqualität. Dies ist vor allem auf die Entwicklung von Hochleistungsschmierstoffen und auf die Optimierung der Bearbeitungsparameter zurückzuführen. In diesem Artikel werden die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.



Die Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen ist eine wichtige Aufgabe der Fertigungstechnik. Sie ermöglicht die Herstellung von hochfesten Bauteilen mit hoher Genauigkeit und guter Oberflächenqualität. Die Technologie der Trockenbearbeitung ist in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Dies ist vor allem auf die Entwicklung von Hochleistungsschmierstoffen und auf die Optimierung der Bearbeitungsparameter zurückzuführen. In diesem Artikel werden die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke, Leiter des Instituts für Fertigungstechnik an der RWTH Aachen, und Dr.-Ing. Klaus Gerschwiler, Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen an der RWTH Aachen, sind die Autoren dieses Artikels. Sie haben die Grundlagen der Trockenbearbeitung von Schmiedeteilen dargestellt und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich diskutiert.

Trockenzerspanung von Schmiedeteilen

Trockenbearbeitung senkt bei gleicher Produktivität und Bauteilqualität die Fertigungskosten, leistet einen Beitrag zur Verbesserung des Arbeitsumfelds und trägt zur Schonung der Umwelt bei. Die frühe Auseinandersetzung mit diesem Thema sichert einen Zeit- und Kompetenzvorsprung. Ziel eines kürzlich abgeschlossenen AiF-Forschungsvorhabens war es, die Technologie der Trockenbearbeitung für Schmiedeteile zu entwickeln.

Fritz Klocke und
Klaus Gerschwiler, Aachen

Viele Schmiedeteile bieten sowohl stofflich als auch vonseiten der Bauteilgeometrie hervorragende Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Trockenbearbeitung. Dies zeigen die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, das von der AiF über den Industrieverband Deutscher Schmieden e. V., Hagen, gefördert und am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen durchgeführt worden ist.

Trotz des hohen Potenzials der Trockenbearbeitung zur Reduzierung von Bearbeitungszeiten und Fertigungskosten nutzen bislang nur sehr wenige Schmiedeunternehmen diese moderne Hochleistungstechnologie. Die Arbeiter von Schmiedeteilen sind daher aufgefordert, die Möglichkeiten und Chancen, die eine Trockenbearbeitung für ihr Unternehmen bietet, auszuloten und konsequent zur Kostensenkung zu nutzen. Bei Fragen nach der wirtschaftlichen Machbarkeit einer Trockenbearbeitung und bei deren Einführung in die Fertigung unterstützt das WZL die Unternehmen.

Warum Trockenbearbeitung?

In der Praxis werden Schmiedeteile heute noch durchweg im Nassschnitt spanend bearbeitet. Die hierbei eingesetzten Kühlschmierstoffe verursachen bei Beschaffung, Einsatz, Pflege und Entsorgung hohe Kosten, belasten den Arbeitsplatz und die Umwelt. Wie zahlreiche Anwendungsfälle aus der Praxis zeigen, kann bei vielen Zerspanprozessen auf den Einsatz von Kühlschmierstoffen ganz oder teilweise verzichtet werden – ohne hierbei Abstriche bei der Bauteilqualität und Produktivität hinnehmen zu müssen. Die Trockenbearbeitung bie-

tet damit die Chance, Kosten zu senken und das Arbeitsumfeld zu verbessern. Dies lässt sich in Wettbewerbsvorteile umsetzen und als Marketinginstrument nutzen.

Voraussetzungen

Trockenbearbeitung ist nicht „zum Nulltarif“ zu haben oder einfach durch das Abschalten des Kühlschmierstoffs zu realisieren. Eine wirtschaftliche Trockenbearbeitung erfordert das Verständnis für das Zusammenwirken und die gegenseitige Beeinflussung aller am Zerspanprozess beteiligten Komponenten und die sorgfältige Abstimmung von Werkzeug und Schnittparameter auf den Werkstoff und die Zerspannungsaufgabe. Dieser Sachverhalt war Anlass für die Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV), ein AiF-Forschungsvorhaben zu unterstützen, das es sich zum Ziel gesetzt hatte, die Technologie der Trockenbearbeitung für Schmiedeteile zu entwickeln.

Vorgabe hierbei war es, ausgewählte Schmiedeteile in derselben Zeit und mit derselben Standmenge je Werkzeugschneide wie bislang im Nassschnitt herzustellen. Hierzu wurden – gemeinsam mit der das Vorhaben begleitenden „Patengruppe“ – mehrere sich in Werkstoff und Geometrie unterscheidende Schmiedeteile ausgewählt, **Bild 1**. In der Produktion der Endbearbeiter wurden die Werkzeuge und Schnittbedingungen



Bild 1

Im Trockenschnitt komplett durch Drehen, Bohren und Gewindebohren (mit MMS) bearbeitete Schmiedeteile aus den Werkstoffen 16MnCr55BY (Radnabe), C45BY (Flanschswellen A und B), 38MnVS6BY (Radnabe, Flanschswelle A) und 42CrMo54V (Flanschswelle A).

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke, Jahrgang 1950, ist seit 1995 Inhaber des Lehrstuhls für Technologie der Fertigungsverfahren und Mitglied des Direktoriums am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen sowie Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie in Aachen.

Dr.-Ing. Klaus Gerschwiler, Jahrgang 1950, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am WZL.

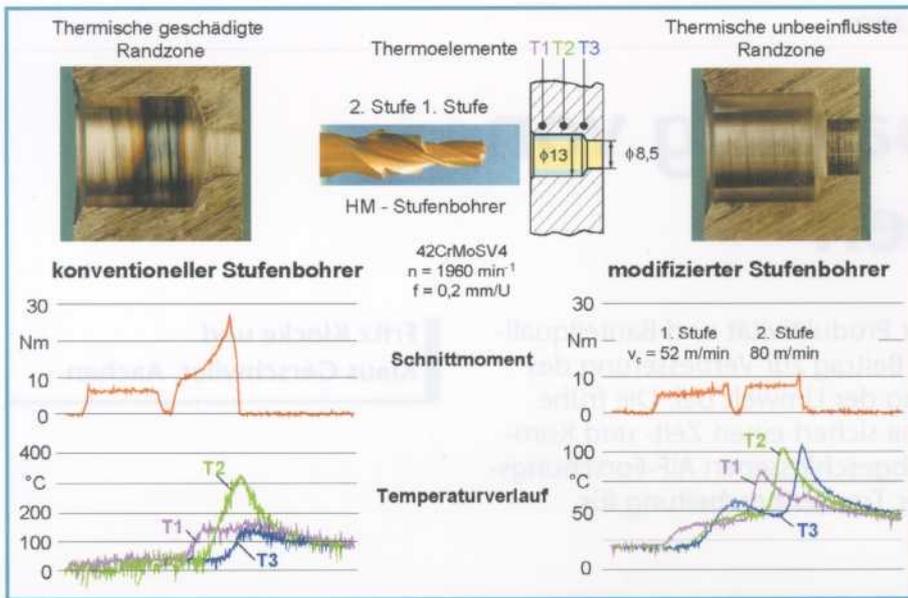


Bild 2

Versuchsparameter und Bearbeitungsergebnisse mit einem nicht geeigneten konventionellen Nassbohrer (links) und einem optimierten trockenbearbeitungstauglichen Bohrwerkzeug (rechts).

erfasst, mit denen diese Teile in der Fertigung nass bearbeitet wurden. Die ermittelten Daten waren Grundlage für die Planung und Durchführung der Trockenbearbeitung und Maßstab für den Leistungsvergleich Nass/Trocken.

Bohren und Gewindebohren ohne Kühlschmierstoffe

Die Verfahren Bohren und Gewindebohren zählen im Hinblick auf die Realisierung einer Trockenbearbeitung zu den kritischen Bearbeitungsprozessen. Ursache sind ihre verfahrensspezifischen Besonderheiten. So entsteht beim Bohren nicht nur Wärme an den Hauptschneiden, sondern auch durch Reibung der Führungsfasen an der Bohrungswand. Zusätzlich wird Wärme über die Späne in Werkzeug und Werkstück eingebracht. Die im Trockenschnitt auftretenden hohen Schnitttemperaturen können zum Verschweißen der Späne in den Spannuten und zum Bruch der Werkzeuge oder zu einer unzulässig hohen thermischen Beeinflussung der Bohrungsrandzone führen.

Optimiertes Stufenbohrwerkzeug entwickelt

Wie die Erfahrungen zeigen, ist es beim Bohren und Gewindebohren meist nicht möglich, mit konventionellen Werkzeugen im Trockenschnitt die gleichen Werkzeugleistungen wie im Nass-

schnitt zu erzielen. Dies bestätigten Bohrversuche mit einem konventionellen Stufenbohrer, der in der Serienfertigung im Nassschnitt zum Bohren von Radnaben eingesetzt wird. Starke Reib- und Adhäsionsvorgänge zwischen Werkzeug, Span und Bohrungswand führten zu einer mit Bohrungstiefe und Bohrungsanzahl deutlich ansteigenden thermischen und mechanischen Belastung des Werkzeugs, zu extremem Werkzeugverschleiß, schlechter Oberflächenqualität und zur thermischen Schädigung der Bohrungswand, Bild 2.

Aufbauend auf den Erfahrungen aus früheren Forschungsprojekten wurde mit Unterstützung des Werkzeugherstellers ein neues Stufenbohrwerkzeug konzipiert und hergestellt. Gegenüber dem Nasswerkzeug ist dieses hinsichtlich Werkzeuggeometrie, Schneidstoffsubstrat und Beschichtung optimiert. Die wichtigsten geometrischen Merkmale sind breitere und sich zum Schaftende hin aufweitende Spannuten (Verbesserung der Spanabfuhr), eine größere Werkzeugkonizität und schmalere Führungsfasen zur Verringerung von Reibung und Adhäsion zwischen Werkzeug und Bohrungswand. Es gelang ohne Probleme, mit den Schnittwerten aus der Nasszerspanung im Trockenschnitt Stufenbohrungen in der geforderten Anzahl und Qualität ohne thermische Randzonenbeeinflussung in den Vergütungsstahl 42CrMoS4V einzubringen (Bild 2).

Gewindebohren

Beim Gewindebohren sind die Werkzeuge durch Quetsch-, Reib- und Adhäsionsvorgänge sehr hohen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Aufgrund der niedrigen anwendbaren Schnittgeschwindigkeiten und der hohen auf das Werkzeug wirkenden Drehmomente werden üblicherweise beschichtete HSS-Werkzeuge eingesetzt. Wegen der starken Reib- und Adhäsionsvorgänge zwischen Werkzeug und Werkstück erfordert das Gewindebohren bislang noch den Einsatz einer Minimalmengenschmierung (MMS). Hierunter versteht man die gezielte Zuführung geringster Mengen (20 bis 50 ml/Prozessstunde) eines hochwirksamen Schmierstoffs auf der Basis von pflanzlichen Rohstoffen.

Die Ergebnisse beim Gewindebohren in Radnaben aus den Stahlwerkstoffen 16MnCrS5BY und 38MnVS6BY belegen die hervorragende Eignung von Schmierwerkstoffen für eine Trockenbearbeitung und das hohe Leistungsniveau der heute für das Gewindebohren mit MMS zur Verfügung stehenden Werkzeuge. In beiden Werkstoffen wurden jeweils 1000 lehrerhaltige Bohrungen eingebracht, ohne damit die Leistungsgrenze der Werkzeuge auch nur annähernd zu erreichen, Bild 3.

Trockendrehen

Mit modernen beschichteten Hartmetallen stehen für das Drehen Hochleistungsschneidstoffe zur Verfügung, die auch für die Trockenbearbeitung höherfester Schmiedewerkstoffe sehr gut geeignet sind. Probleme sind daher in der Regel weniger hinsichtlich Werkzeugverschleiß und Standzeiten, als vielmehr bei der Spanbildung und eventuell auch bei der Gratbildung am Werkstück zu erwarten.

Spanbildung

Aufgrund der höheren Temperaturen im Trockenschnitt werden die Späne heißer und damit verformungsfähiger. Sie neigen daher vermehrt zur Band- und Wirrspanbildung. Dieses Problem tritt insbesondere beim Drehen mit kleinen Vorschüben und Schnitttiefen, im Übergangsbereich von Längs- zu Plandrehoperationen, bei der Innenbearbeitung und bei Stechdreheroperationen auf. Abhilfe bei ungünstigen Spanformen bieten (vor allem bei Längs- und Plandrehoperationen) der Einsatz von Schneidplatten mit einer für die Bear-

beitungsaufgabe günstigeren Spanformgeometrie und die Modifikation der Schnittparameter.

Die Schneidstoffhersteller bieten heute eine breite Palette von Wendeschneidplatten mit einer Vielzahl von Spanformgeometrien an, mit denen sich viele Spanbildungsprobleme lösen lassen. Eine bei der Trockenbearbeitung häufig genutzte Maßnahme zur positiven Beeinflussung der Spanbildung ist die Erhöhung von Vorschub und Schnitttiefe. Dies begünstigt nicht nur die Entstehung kurzer Späne, sondern führt gleichzeitig zu einer Verkürzung der Bearbeitungszeiten.

Stechdrehen problematisch

Bei Bearbeitungsoperationen wie dem Stechdrehen sind einer Erhöhung des Vorschubs jedoch oft sehr enge Grenzen gesetzt. Stechdreheroperationen können extreme Anforderungen hinsichtlich Verschleiß und Spanbildung an das Werkzeug und die Prozessauslegung stellen. Diese Erfahrung bestätigte sich bei dem in die Flanschswelle A einzubringenden axialen Einstich. Bei der Trockenbearbeitung der aus den Werkstoffen 38MnVS6BY und 42CrMoS4V hergestellten Flanschswellen bereitete vor allem die hohe thermische und mechanische Belastung der Stechwerkzeuge im Bereich der Schneidenecke und die Spanbildung große Probleme, **Bild 4**. Gegenüber der Nassbearbeitung des entsprechenden (allerdings aus dem Vergütungsstahl C45BY hergestellten) Schmiedeteils mussten die Schnittparameter reduziert werden.

Eine Verbesserung der Spanbildung wurde durch das Einprogrammieren von kurzen Vorschubstopps erzielt. Mit diesem in der Praxis recht häufig genutztem Mittel gelang es, die Spanbildung beim Stechdrehen so zu verbessern, dass keine Band- und Wirrspäne und keine stark deformierten Spanrollen mehr entstanden.

Gratbildung

Ein weiteres bei der Trockenbearbeitung auftretendes Problem kann Gratbildung am Werkstück sein. Dieses Problem war besonders bei der Bearbeitung der aus dem Vergütungsstahl 42CrMoS4V hergestellten Flanschswelle A zu verzeichnen, **Bild 5**. An den zur Schruppbearbeitung der Flanschseite eingesetzten Schneidplatten



Bild 3

Gewindebohren mit MMS in Schmiedeteile. Nach 1000 gefertigten Gewinden war noch kein verschleißbedingter Anstieg des Drehmoments zu erkennen.

kam es zu einem sehr starken Verschleiß an der Nebenschneide. Da die Teile erst nach der Schlichtbearbeitung aus der Maschine entnommen wurden, war die Ursache hierfür nicht sofort ersichtlich. Erst bei der genauen Analyse der einzelnen Bearbeitungsschritte zeigte sich, dass sich bei der von außen nach innen erfolgenden Schruppbearbeitung

des Flansches am Rand der muldenförmigen Aussparungen ein Grat bildete.

Bei der von innen nach außen erfolgenden Schlichtbearbeitung wurde dieser wieder abgedreht. Der Grat war so gleichmäßig geformt, dass er erst bei genauem Hinsehen zu erkennen war. Zur Lösung des Problems wurde die Vorschubrichtung beim Schruppdrehen

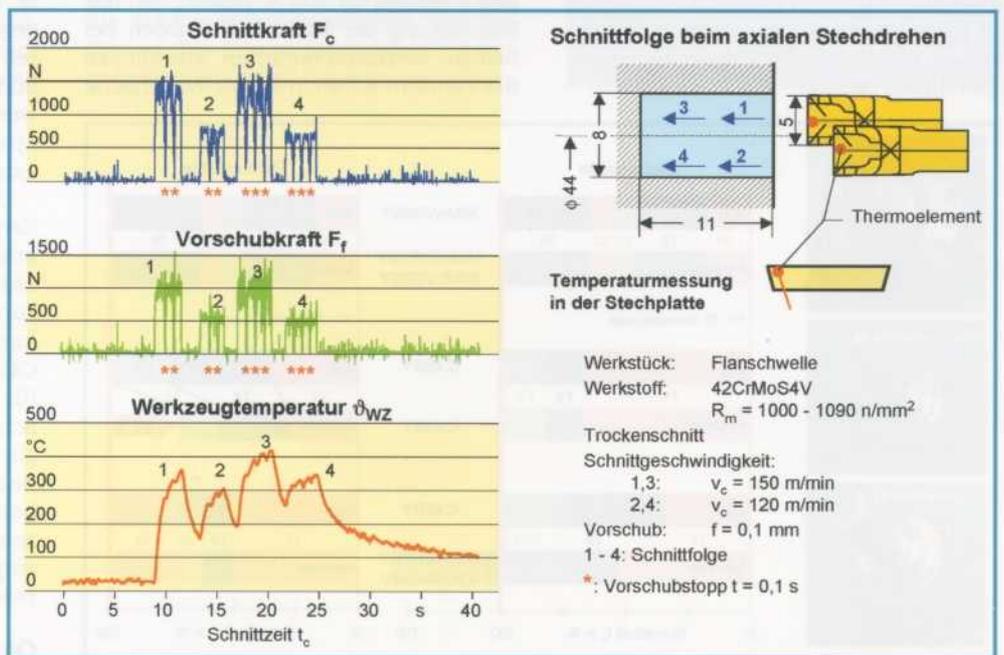


Bild 4

Stechdrehwerkzeuge unterliegen im Trockenschnitt einer hohen mechanischen und thermischen Belastung. Einprogrammierte Vorschubstopps verlängern die Bearbeitungszeit nur gering, verbessern aber entscheidend die Spanbildung.

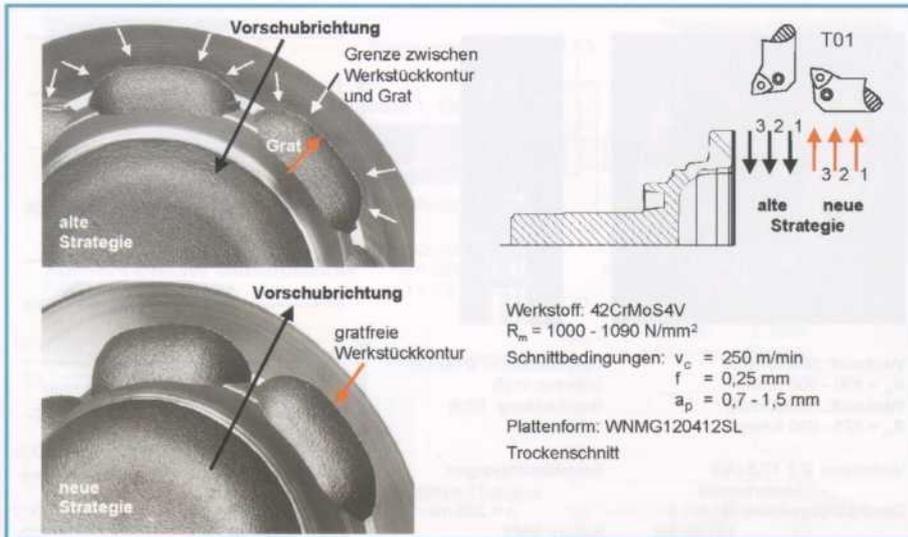


Bild 5

Durch eine Änderung der Bearbeitungsstrategie beim Schruppen (Umkehrung der Bearbeitungsrichtung) konnte die Gratbildung an der Flanschswelle A sicher vermieden und der Werkzeugverschleiß deutlich reduziert werden.

umgekehrt und die Planfläche wie beim Schlichten von innen nach außen überdreht. Bei dieser Vorgehensweise trat an der Nebenschneide kein nennenswerter Verschleiß mehr auf, und die Flanschswellen konnten ohne weitere Probleme trocken bearbeitet werden. Dieses Beispiel zeigt, dass bei der Einführung der Trockenbearbeitung oft unerwartete Probleme auftreten und die Machbarkeit in Frage stellen – dass sich aber fast genauso oft erstaunlich einfache Lösungen finden lassen..

Leistungsvergleich nass – trocken

Die Forderung, dieselben Schnittzeiten und Werkzeugstandzeiten im Trocken- wie im Nassschnitt zu erzielen, konnte bei allen bearbeiteten Bauteilen erfüllt werden. Die in der Produktion bei den Endbearbeitern für die Nassbearbeitung erfassten Schnittzeiten sind in Bild 6 jeweils zu 100 % gesetzt. Bei der Bearbeitung der Radnaben wurden bei beiden Werkstoffvarianten sowohl an der Flansch- als auch an der Wellenseite

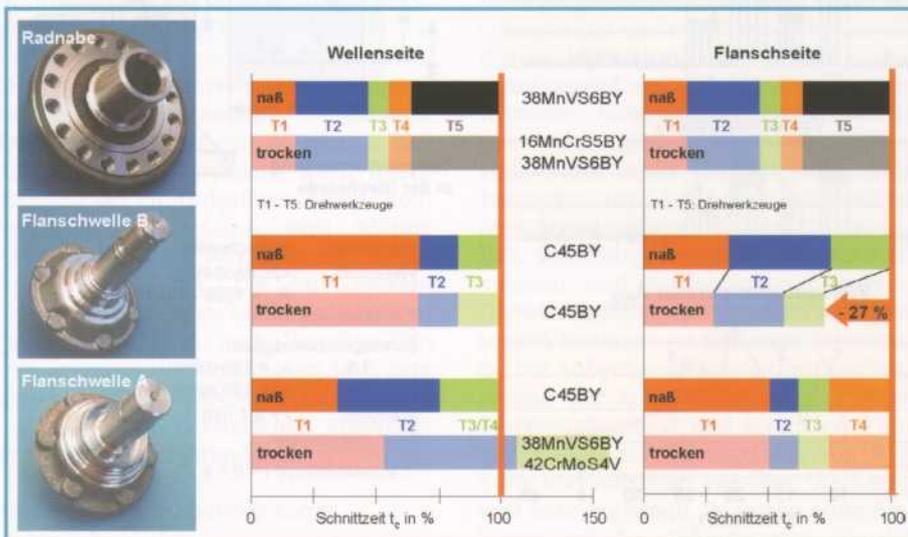


Bild 6

Vergleich der Schnittzeiten bei der Nass- und der Trockenbearbeitung. Bei gleicher oder höherer Produktivität und Bauteilqualität senkt die Trockenbearbeitung häufig die Fertigungskosten.

die vorgegebenen Schnittzeiten erreicht, ohne das Leistungsvermögen der eingesetzten Drehwerkzeuge vollständig auszuschöpfen. Die noch vorhandenen Leistungsreserven erlauben größere Standmengen oder lassen sich bei einer Optimierung in Form höherer Schnittwerte und damit kürzerer Bearbeitungszeiten nutzen.

Das bei einer Schnittwertoptimierung erzielbare Einsparpotenzial zeigt sich bei Flanschswelle B. Bei der Bearbeitung der Flanschseite konnte mit angepassten Schnittwerten gegenüber der Nassbearbeitung die Fertigungszeit um etwa 27 % reduziert werden. Dieses Beispiel belegt, dass die Befürchtung vieler Anwender, bei der Trockenbearbeitung aufgrund eines höheren Werkzeugverschleißes die Schnittwerte gegenüber der Nassbearbeitung reduzieren zu müssen, meist nicht zutrifft.

Bei Flanschswelle A standen nur die Nassbearbeitungsdaten für eine aus dem Vergütungsstahl C45BY hergestellte Variante zur Verfügung. Die Trockenbearbeitung fand aber an Teilen aus dem mikrolegierten Stahl 38MnVS6BY und aus dem Vergütungsstahl 42CrMoS4V statt. Während an der Flanschseite die Vorgaben aus der Nassbearbeitung des C45BY erreicht wurden, mussten bei der Bearbeitung der Wellenseite die Schnittwerte reduziert werden. Die Ursachen sind zum einem die höhere Festigkeit dieser beiden Werkstoffe gegenüber dem C45BY (die einen größeren Werkzeugverschleiß und kürzere Standzeiten zu Folge hat), zum anderen werkstoffbedingte Verschleiß- und Spanprobleme bei der Herstellung des axialen Einstichs.

Dieses Beispiel zeigt deutlich den großen Einfluss des Werkstoffs auf das Bearbeitungsergebnis. Beim Vergleich der untersuchten Schmiedestähle ist festzuhalten, dass Bauteile aus den BY-behandelten Stahlvarianten (16MnCrS5, C45 und 38MnVS6) sich hervorragend für eine Trockenbearbeitung eignen. Schwieriger ist die Bearbeitung des Vergütungsstahls 42CrMoS4V, der unter den Bedingungen des Trockenschnitts sehr hohe Anforderungen hinsichtlich Werkzeugverschleiß und Spanbildung an die eingesetzten Werkzeuge und an die Prozessauslegung stellt.

Ökonomische Aspekte

Mit der Erfüllung der Forderungen nach denselben Schnittzeiten und Werkzeugstandzeiten im Trocken- wie im Nassschnitt ist die Trockenbearbeitung meist kostengünstiger und damit auch

wirtschaftlicher, da alle mit der Nassbearbeitung im Zusammenhang stehenden Kosten eingespart werden. Zu berücksichtigen sind jedoch mögliche zusätzliche Kosten, die sich zum Beispiel durch die Nachrüstung der Werkzeugmaschinen mit einer MMS-Einrichtung, einer Absauganlage für das MMS-Medium oder von gegenüber Standardwerkzeugen teilweise noch teureren Trockenwerkzeugen ergeben können.

Die Umstellung bietet aber auch die Chance, bisherige Vorgehensweisen zu hinterfragen und zu neuen Lösungen zu gelangen – bis zur Substitution oder Eliminierung des betreffenden Prozesses. Beispiele sind der Einsatz von Kombianstelle von Monowerkzeugen oder die Herstellung von Bohrungen oder Gewinden durch Zirkularfräsen. Die Einsparung von Werkzeugen und Werkzeugwechseln verkürzt die Prozesskette und kann damit zu Kosteneinsparungen führen, die weit über den eigentlichen KSS-Kosten liegen. Die Trockenbearbeitung kann auch die Vermeidung aufwendiger und kostenintensiver Waschvorgänge bewirken. Eine höhere Motivation der Mitarbeiter durch eine bessere Arbeitsplatzqualität und geringere Krankenstände sind weitere nicht zu unterschätzende ökonomische Vorteile.

Werkzeugmaschine

Die Werkzeugmaschine selbst war nicht Gegenstand des Forschungsvorhabens. Ihr kommt jedoch im Hinblick auf die Machbarkeit einer Trockenbear-

beitung ebenfalls eine zentrale Bedeutung zu. Immer mehr Maschinenhersteller bieten trockenbearbeitungstaugliche Werkzeugmaschinen an. Aber auch viele „alte“ Maschinen können mit relativ geringem Aufwand auf eine Trockenbearbeitung umgestellt werden. Zunehmend ist der Trend zu verzeichnen, mit der Neuanschaffung von Maschinen auf die Technologie der Trockenbearbeitung umzustellen. Bei Neuinvestitionen sollte diese Möglichkeit in jedem Fall in das Pflichtenheft der zu beschaffenden Maschine mit aufgenommen werden.

Fazit

Viele Schmiedeteile bieten hervorragende Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Trockenbearbeitung. Abhängig von Werkstoff und Bearbeitungsaufgabe stellt jedes Schmiedeteil individuell unterschiedliche, teils sogar kritische Anforderungen an die Auslegung des Bearbeitungsprozesses. Bei angepassten Werkzeugen und Schnittbedingungen ist es jedoch möglich, ein großes Spektrum an Schmiedeteilen mit Standmen- und Fertigungszeiten trocken zu bearbeiten, die denen der Nasszerspannung entsprechen.

Das im Forschungsvorhaben erarbeitete Wissen steht der Schmiedeindustrie für die Umstellung vorhandener Anlagen, für die Konzeption neuer Anlagen oder für die Beratung von Abnehmern, die Schmiedeteile bearbeiten, zur Verfügung. Die Schmiedebetriebe sind aufgefordert, die Möglichkeiten und Poten-

ziale, die die Trockenbearbeitung für die spanende Bearbeitung von Schmiedeteilen eröffnet, auszuloten und die Chancen, die diese Technologie zur Kostenersparnis bietet, zu nutzen.

Das Forschungsvorhaben Nr. AIF 11417 wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AIF) und die Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) im Rahmen der vorwettbewerblichen Gemeinschaftsforschung gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FSV, Goldene Pforte, D-58039 Hagen, angefordert werden.

Literatur zum Thema

- [1] König, W.; Gerschwiler, K.; Osterhaus, G. u.a.: Kühlschmierstoff – Eine ökologische Herausforderung an die Fertigungstechnik. In: *Aachener Perspektiven*. Hrsg.: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1993.
- [2] Klocke, F.; Schulz, A.; Gerschwiler, K. u.a.: Saubere Fertigungstechnologien – Ein Wettbewerbsvorteil von morgen? In: *Aachener Perspektiven*. Wie [1], 1996.
- [3] Thamke, D.; Schirsch, R.; Zielasko, W.: Wirtschaftlichkeit der Trockenbearbeitung. *VDI Berichte 1375*. Düsseldorf: VDI Verlag, 1998; S. 371-397.
- [4] Klocke, F.; Gerschwiler, K.: *Trockenbearbeitung – Grundlagen, Grenzen, Perspektiven*. Wie [3]; S. 13/51.
- [5] Thamke, D.: *Technologische und ökonomische Aspekte der Trocken- und Minimalmengenbearbeitung am Beispiel des Einlippentiefbohrers*. Dissertation, Universität Dortmund. Essen: Vulkan Verlag, 1999.
- [6] Eisenblätter, G.: *Trockenbohren mit Vollhartmetallwerkzeugen*. Dissertation, RWTH Aachen, 1999. Aachen: Shaker Verlag, 2000.
- [7] Klocke, F.; Gerschwiler, K.: Schmiedeteile trocken zerspanen. *Schmiede-Journal* (2000), Nr. 9, S. 23-25.

Infostelle

Industrieverband
Massivumformung e. V.

Postfach 38 23
58038 Hagen, Deutschland
Telefon +49 (0) 23 31 / 95 88 28
Telefax +49 (0) 23 31 / 95 87 28

E-Mail: orders@metalform.de

Weitere Informationen unter:
www.metalform.de

Den Veröffentlichungen
der **Infostelle**
liegen die Ergebnisse
der Gemeinschaftsforschung
der im Industrieverband
Massivumformung e. V.
zusammengeschlossenen
Industriewerke zugrunde.

Stand: Mai 2003
I - 40 - 503 - 30 DO