

Schnellprüfverfahren zur Bewertung der Eignung von Schneidölen für das Scherschneiden

IGF-Nr.: 17269 N

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Peter Dültgen, Dr. Christian Pelshenke, M. Sc. Dominik Lenz, M. Sc. Daniel Jäckel

Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe, Remscheid

Prof. Dr.-Ing. Bernd Arno Behrens, Dr.-Ing. Richard Krimm, Dipl.-Wirt.-Ing. Levent Altan, Dipl.-Ing. Tobias Hasselbusch, Dipl.-Ing. Stefan Hilscher

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover

Kurzfassung

Bei dem Verfahren des Scherschneidens beeinflusst das eingesetzte Schneidöl den tribologischen Zustand soweit, dass es zu Auswirkungen auf messbare Prozessgrößen kommt und diese bereits nach wenigen Schnitten einen für die Verschleißentwicklung am Werkzeug charakteristischen, schnittzahlabhängigen Verlauf aufweisen. Mithilfe realer Verschleißuntersuchungen und eines im Vorhaben entwickelten Werkzeuges wurde ermittelt, welche Prozessgrößen (z. B. Temperatur, Schneidkraft, Rückzugskraft) allein oder auch in Kombination als Kriterien für ein Schnellprüfverfahren geeignet sind. Anschließend wurde ein Gütekriterium entwickelt, auf dessen Basis ein Ranking für die Eignung verschiedener Schneidöle zum Schneiden mit der untersuchten Werkstück- / Werkzeugwerkstoffpaarung aufgestellt werden konnte. Der Zeit- und Materialaufwand für Schneidversuche wurde gegenüber dem Stand der Technik bei verbesserter Qualität der Ergebnisse wesentlich verringert.

Schlüsselwörter

Blechumformung, Schneidöle, Prozessoptimierung, Gütekriterium

Einführung

Beim Scherschneiden von Blechwerkstoffen mittels Umformmaschinen sind die Schneidstempel der eingesetzten Werkzeuge hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dadurch kommt es zum abrasiven Verschleiß an den Mantel- und Stirnflächen der Schneidelemente sowie zu Ausbrüchen an der Schneidkante. Der Verschleiß nimmt mit steigender Schnittzahl zu und führt zu abnehmender Qualität der erzeugten Schnittflächen bis hin zur Produktion von Ausschussteilen. Eine Instandsetzung der Werkzeuge wird erforderlich und geht mit Kosten für die mechanische Nachbearbeitung sowie einem zeitweisen Stillstand der Produktionsanlage einher.

Durch den Einsatz von Schneidölen kann der Werkzeugverschleiß beim Schneiden erheblich vermindert und somit die Standmenge der Werkzeuge erhöht werden. Probleme bereitet jedoch das Auswählen geeigneter Schneidöle. Ein breites Spektrum zu verarbeitender Blechwerkstoffe mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften und eine Vielzahl verfügbarer unterschiedlicher Schneidwerkstoffe führen zu stark unterschiedlichen Prozessbedingungen beim Schneiden und in der Folge zu unterschiedlichen Anforderungen an Schneidöle. Am Markt werden zahlreiche Schneidölsorten angeboten, die sich hinsichtlich der Viskosität, der Temperaturstabilität oder der chemischen Reaktivität unterscheiden. Welches Schneidöl für einen bestimmten Anwendungsfall am besten geeignet ist, ist den Anwendern häufig nicht bekannt. Die Erprobung verschiedener Ölsorten im realen Schneidversuch ist zeit-, material- und somit kostenintensiv. Bei vereinfachten Prüfverfahren nach dem Stand der Technik, mittels derer in kurzer Zeit und mit geringem Materialaufwand Ölsorten getestet werden können, entspricht die Belastung der Schneidelemente unter Versuchsbedingungen nicht derjenigen, wie sie im realen Schneidprozess vorliegt. Die Ergebnisse sind daher nur begrenzt aussagekräftig.

Für Anwender ist die Auswahl einer für den Anwendungsfall geeigneten Ölart daher schwierig. Gleichmaßen ist für Ölhersteller die Entwicklung von neuen Schneidölen problematisch. Da die Auswirkung von veränderten Zusammensetzungen des Öls auf die Standmenge von Schneidwerkzeugen aus Kostengründen nur exemplarisch für einige Schneidwerkstoff- / Blechwerkstoffkombinationen untersucht werden kann, lässt sich ein effizienter Einsatz von Additiven in der Praxis nur bedingt umsetzen.

Es bestand demnach der Bedarf nach einem innovativen Prüfverfahren zur Bewertung der Eignung von Schneidölen. Gefordert ist ein Verfahren, mittels welchem in kurzer Zeit und bei vertretbarem Kosten- und Materialaufwand ein belastbares Prüfergebnis erreicht werden kann.

Forschungsziel

Übergeordnetes Ziel des durchgeführten Forschungsprojektes war die Verschleißreduzierung beim Scherschneiden durch Wahl eines für die eingesetzte Paarung aus Werkstück- und Werkzeugwerkstoff geeigneten Schmierstoffs. Zu diesem Zweck wurde im durchgeführten Projekt ein Schnellprüfverfahren entwickelt, mit dessen Hilfe eine schnelle Prüfung verschiedener Schneidöle auf ihre Eignung für den jeweiligen Prozess möglich wurde. Dem Lösungsansatz lag die begründete Vermutung zugrunde, dass der vom eingesetzten Schneidöl beeinflusste tribologische Zustand beim Scherschneiden Auswirkungen auf messbare Prozessgrößen hat und diese bereits nach wenigen Schnitten einen für die Verschleißentwicklung am Werkzeug charakteristischen, schnittzahlabhängigen Verlauf aufweisen. Mithilfe realer Verschleißuntersuchungen und des im Vorhaben entwickelten Werkzeugs wurde ermittelt, welche Prozessgrößen (z. B. Temperatur, Schneidkraft, Rückzugskraft) allein oder auch in Kombination als Kriterien für das Schnellprüfverfahren geeignet sind. Anschließend wurde ein Gütekriterium abgeleitet,

auf dessen Basis ein Ranking (Abbildung 1) für die Eignung verschiedener Schneidöle zum Schneiden mit der untersuchten Werkstück-/ Werkzeugwerkstoffpaarung aufgestellt werden konnte.

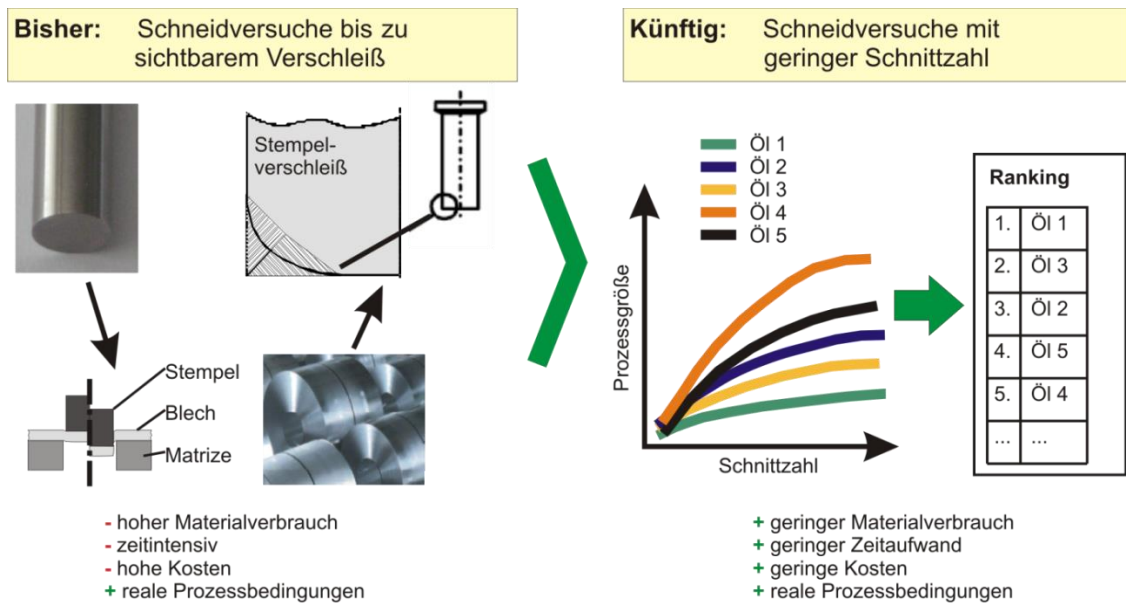


Abbildung 1: Bisherige und neuartige Vorgehensweise zur Schneidölbewertung

Der Zeit- und Materialaufwand wurde dadurch gegenüber dem Stand der Technik bei verbesserter Qualität der Ergebnisse wesentlich verringert. Das Schnellprüfverfahren bietet darüber hinaus den Vorteil, dass der Anwender die tribologischen Vorgänge, die beim Scherschneiden auftreten, nicht unbedingt detailliert kennen muss. Dadurch wird eine Anwendung in der Praxis wesentlich erleichtert. Zum Abschluss des durchgeführten Projektes stand ein neues Schnellprüfverfahren zur Verfügung, das Pressenbetreibern und Ölherstellern eine schnelle und kostengünstige Bewertung der Schneidöleignung für den jeweiligen Anwendungsfall ermöglicht.

Vorgehensweise/Arbeitsplan

Zunächst wurde ein von Maschineneinflüssen weitgehend entkoppeltes Schneidwerkzeug entwickelt, gebaut und mit der notwendigen Sensorik zur Messung von Prozessgrößen ausgestattet. Anschließend wurden mit unterschiedlichen Kombinationen aus Werkzeug-/Blechwerkstoff und Schneidölen Schneidversuche zu jeweils 10.000 und 100.000 Schnitten durchgeführt. Dabei wurden die Prozessgrößen aufgezeichnet und der auftretende Werkzeugverschleiß sowie die resultierenden Schnittkanten analysiert. Ausgehend von den Ergebnissen wurde eine Art prozessgrößenbasiertes Gütekriterium entwickelt, anhand dessen ein Ranking der Öle nach wenigen Schnitten bestimmt werden kann, welches qualitativ die zu erwartende Werkzeugstandmenge widerspiegelt.

Im Anschluss erfolgte die Validierung des Gütekriteriums anhand weiterer Schneidversuche. Im Hinblick auf die Zuverlässigkeit und Praxistauglichkeit des entwickelten Schnellprüfverfahrens wurde anschließend überprüft, ob das Verfahren unter Variation der Werkzeugwerkstoffe, des Blechwerkstoffes und des Schneidspaltes seine Aussagekraft beibehält und auf andere Umformmaschinen übertragbar ist.

Zum Abschluss des Projektes wurde ausgehend von den Ergebnissen und auf Basis des prozessgrößenbasierten Gütekriteriums eine Systematik für das schnelle Prüfverfahren entwickelt. Die Vorgehensweise von der Durchführung der Schneidversuche über die Messung der Prozessgrößen und die Bestimmung des Gütekriteriums bis hin zur Erstellung des Ölrankings wurde entsprechend dokumentiert. Die durchgeführten Arbeiten und die Forschungsergebnisse wurden einem Forschungsbericht zusammengefasst. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Schnittversuche und die dabei variierten Schneidelement- und Blechwerkstoffe.

Tabelle 1: Versuchsplan

Arbeitspunkt	Öl	Schnittanzahl	Schneidelemente	Blech	Schneidspalt	Umformmaschine
AP 1	Werkzeugkonstruktion					
AP 2	1	10.000	1.2379	MSW 1200	10%	1
	2	10.000				
	3	10.000				
	4	10.000				
	1	100.000				
	2	100.000				
	3	100.000				
	4	100.000				
AP 3	1	10.000	HSS	MSW 1200	10%	1
	2	10.000				
	3	10.000				
	1	10.000				
	2	10.000				
	3	10.000				
AP 4	1	10.000	1.2379	1.4301	10%	1
	2	10.000				
	4	10.000				
AP 5	3	10.000	1.2379	MSW 1200	5%	1
		10.000			10%	
		10.000			15%	
AP 6	1	Optische Vermessung der Werkzeugkinematik				1 und 2
AP 7	Schnellprüfverfahren					
AP 8	Abschlussbericht					

Prüfverfahren

Aufbauend auf den Forschungsergebnissen wurde eine Methode der Schneidölbewertung auf Basis des prozessgrößenbasierten Gütekriteriums zu einem systematischen Schnellprüfverfahren weiterentwickelt. Dies beinhaltete die Definition von Randbedingungen für die Durchführung des Verfahrens, die Festlegung der zu messenden Prozessgrößen und der durchzuführenden Schnittzahlen sowie die Ableitung des Gütekriteriums. Die Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens in Bezug auf verschiedene Öle und Werkstoffe wurden dokumentiert. Zusätzlich wurden Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich der Messtechnik zur Erfassung der Prozessgrößen

erarbeitet. Ziel hierbei war es, die benötigte Messtechnik auf das für das Verfahren notwendige Minimum zu reduzieren und für künftige Anwender Empfehlungen zur Umsetzung einer kostengünstigen, aber zuverlässigen Sensorik zu erarbeiten (detaillierte Ausführungen hierzu können der ausführlichen Projektdokumentation entnommen werden, die bei den durchführenden Forschungsstellen zu beziehen ist). Die wichtigsten Rahmenbedingungen zur Durchführung des Schnellprüfverfahrens werden nachstehend in komprimierter Form dargestellt:

Der Schneidprozess wird von der eingesetzten Umformmaschine beeinflusst. Aufgrund von elastischer Nachgiebigkeit von Bauteilen des Antriebsstrangs sowie Lagerspielen kommt es unter Last zu Verlagerungen des Stößels (als Kippung und Versatz bezeichnet). Dies hat zur Folge, dass der Schneidspalt über dem Stempelumfang bzw. der Schnittkantenlänge ungleichmäßig groß ist. Der Werkzeugverschleiß sowie die Qualität der Schnittfläche werden hiervon negativ beeinflusst. Des Weiteren kommt es zum Zeitpunkt der Materialtrennung zu einem schlagartigen Abfall der Schneidkraft. Hierbei wird die unter Last in der Umformmaschine gespeicherte Federenergie freigesetzt und die Maschine kann zu Schwingungen angeregt werden. Dies hat zur Folge, dass der Schneidstempel, der während der Vollführung der Schwingungen im Kontakt mit der geschnittenen Kante des Blechwerkstoffs steht, mehrmals an der Schnittkante reibt. Dadurch kommt es zu einer Verstärkung des Abrasionsverschleißes an der Mantelfläche des Stempels.

Für die Durchführung des Schnellprüfverfahrens wird daher ein Schneidwerkzeug benötigt, welches störende Einflüsse der für die Versuche eingesetzten Umformmaschine weitgehend minimiert. Hierzu wird die Kopfplatte des Werkzeuges, welche die Stößelkraft auf den Schneidstempel überträgt, von der Stempelplatte entkoppelt. Die Kopfplatte wird lediglich mittels eines Federsystems mit dem Unterwerkzeug verbunden. Die Kraftübertragung erfolgt über eine möglichst kleine Fläche, beispielsweise mittels eines kugelkalottenförmigen mechanischen Anschlags. Das Unterwerkzeug -bestehend aus Stempel- und Niederhalterplatte- wird mittels Säulen geführt, welche an der Bodenplatte befestigt sind. Ein entsprechend großer, überdimensionierter Säulendurchmesser ist hierbei von Vorteil, um Kippung zu minimieren. Der Einsatz von leichtgängigen Präzisions-Kugelführungen stellt einen nahezu spielfreien Lauf sicher. Darüber hinaus ist es sinnvoll den Verschleiß der Stempel mittels mechanischen Anschlägen auf einen definierten Bereich zu reduzieren, um so eine bessere Vergleichbarkeit der Verschleißentwicklung verschiedener Messreihen zu ermöglichen. Eine Darstellung des entwickelten Werkzeuges ist in Abbildung 2 zu finden.

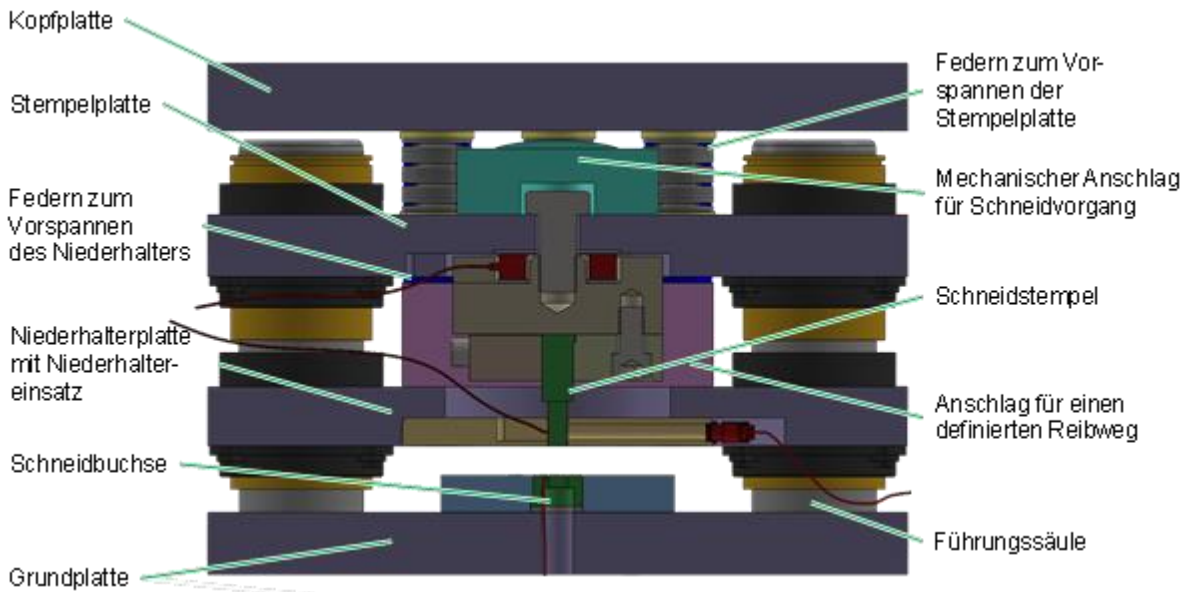


Abbildung 2: Vollschnitt durch das verwendete Werkzeugkonzept

Zur Messung der Prozessgrößen müssen entsprechende Sensoren in das Schneidwerkzeug integriert werden. Die Temperaturmessung erfolgt taktil mittels kostengünstigen und relativ widerstandsfähigen Thermoelementen. Ein Thermoelement wird hierbei möglichst nah zur Scherzone platziert (Abbildung 3). Dabei empfiehlt sich der Einsatz unmittelbar an der Schneidkante in der Schneidbuchse bzw. Matrize. Zusätzlich ermöglicht ein im Werkzeug eingesetzter Infrarotmesskopf eine berührungslose Temperaturmessung von Metallen zwischen $- 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+ 975 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Messung erfolgt dabei durch einen in die Niederhalterplatte gebohrten Kanal. Der Vorteil dabei ist, dass Fremdstrahlungen keinen Einfluss auf die Messung haben und somit die Messwerte nicht verfälscht werden.

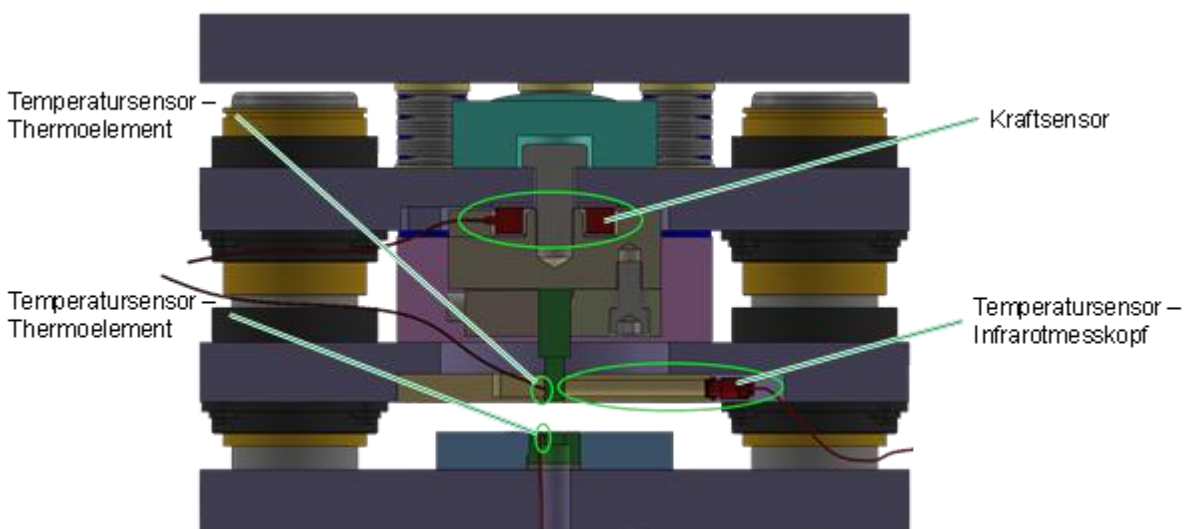


Abbildung 3: Messtechnik zur Erfassung relevanter Prozessgrößen

Die Kraftmessung erfolgt mittels eines piezoelektrischen Kraftmessrings im Krafthauptfluss zwischen Kopfplatte und Stempelplatte. Eine ausreichende Vorspannung mittels einer entsprechenden Vorspanneinheit verringert die Linearitätsabweichung und erhöht somit die Messgenauigkeit.

Darüber hinaus muss eine gleichmäßige Beölung der eingesetzten Versuchsblechwerkstoffe sichergestellt sein. Dies kann mittels relativ kostengünstiger Rollenbandbeöler mit vorgeschalteten Dosiereinheiten erreicht werden. Um eine Vermischung der eingesetzten Ölsorten zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Beöler zwischen den jeweiligen Messreihen zu reinigen, bzw. alternativ mehrere Beöler einzusetzen.

Mittels des beschriebenen Systems wird jeweils eine gleiche Anzahl an Schnitten pro Messreihe / Schneidöl durchgeführt und dabei die Prozessgrößen gemessen. Die Anzahl der durchzuführenden Schnitte hängt von der verwendeten Werkzeug-/ Blechwerkstoff-Kombination ab. Je weicher der eingesetzte Werkzeugwerkstoff und/oder je fester der eingesetzte Blechwerkstoff ist, desto schneller schreitet die Verschleißentwicklung voran. In der Kombination aus gehärteten bzw. nitrierten Stempeln aus dem Werkzeugstahl 1.2379 oder Stempeln aus Schnellarbeitsstahl HSS und dem höchstfesten Blechwerkstoff MSW1200 hat sich eine Schnittanzahl von maximal 10.000 Schnitten als ausreichend erwiesen, bei Versuchen mit anderen Kombinationen waren bis zu 100.000 Schnitte nötig.

Die Bewertung der Schneidöleignung erfolgt mittels eines Abgleichs der Temperaturverläufe und der Kraft-Zeit-Verläufe (prozessgrößenbasierten Gütekriterium).

Aufgrund der reibungsbehafteten Relativbewegung zwischen Werkzeugwerkstoff und Blechwerkstoff wird kinetische Energie in Wärme umgesetzt und es kommt zu einem Verschleiß der Schneidkanten bzw. -flächen. Je stärker die Reibung zwischen den beiden Reibpartnern ausfällt, desto höhere Temperaturen werden gemessen und desto größer wird die Zeitdauer von Beginn der Schneidoperation bis zum Schnit Schlag. Entsprechend erfolgt die Bewertung der Prozessgrößen. Vergleichsweise niedrige Temperaturverläufe und kurze Belastungszyklen sind erstrebenswert.

In Abbildung 4 und in Abbildung 5 sind exemplarisch die Temperatur- und die Schneidkraftverläufe für den Werkzeugwerkstoff 1.2379 aufgezeigt:

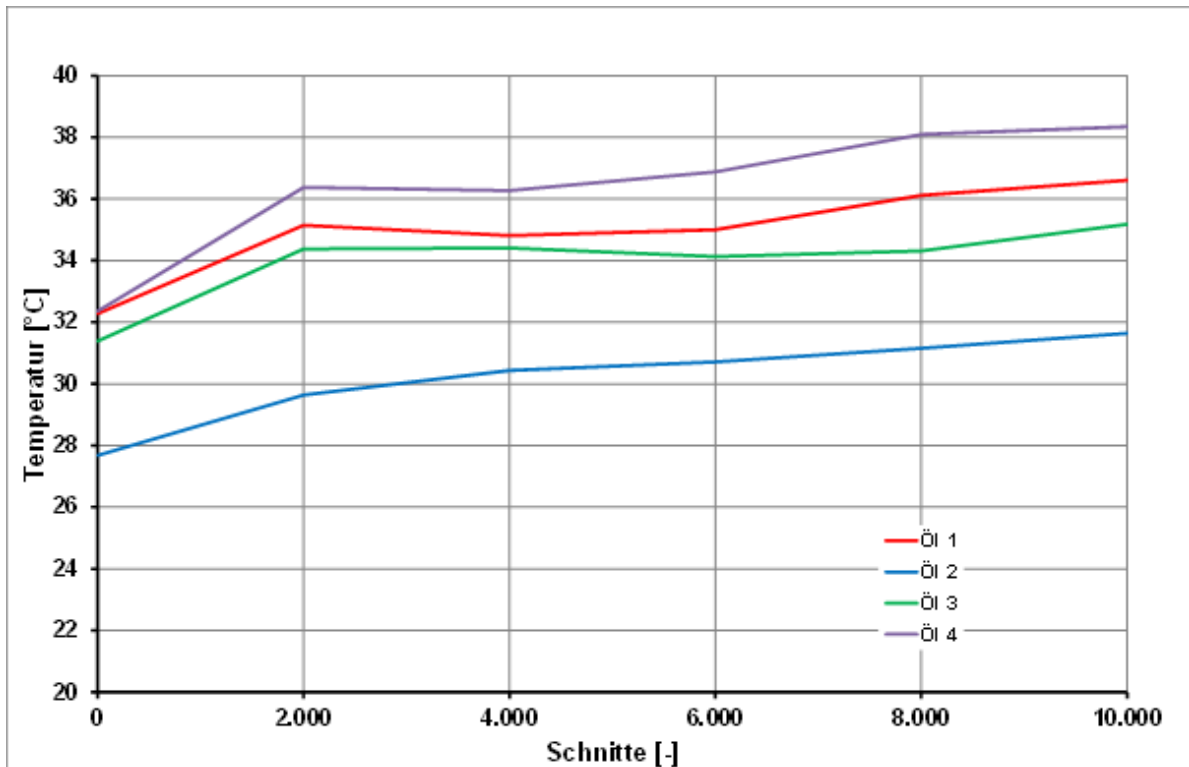


Abbildung 4: Temperaturverlauf 0 bis 10.000 Schnitte – Werkzeugwerkstoff 1.2379 – Blechwerkstoff MSW1200

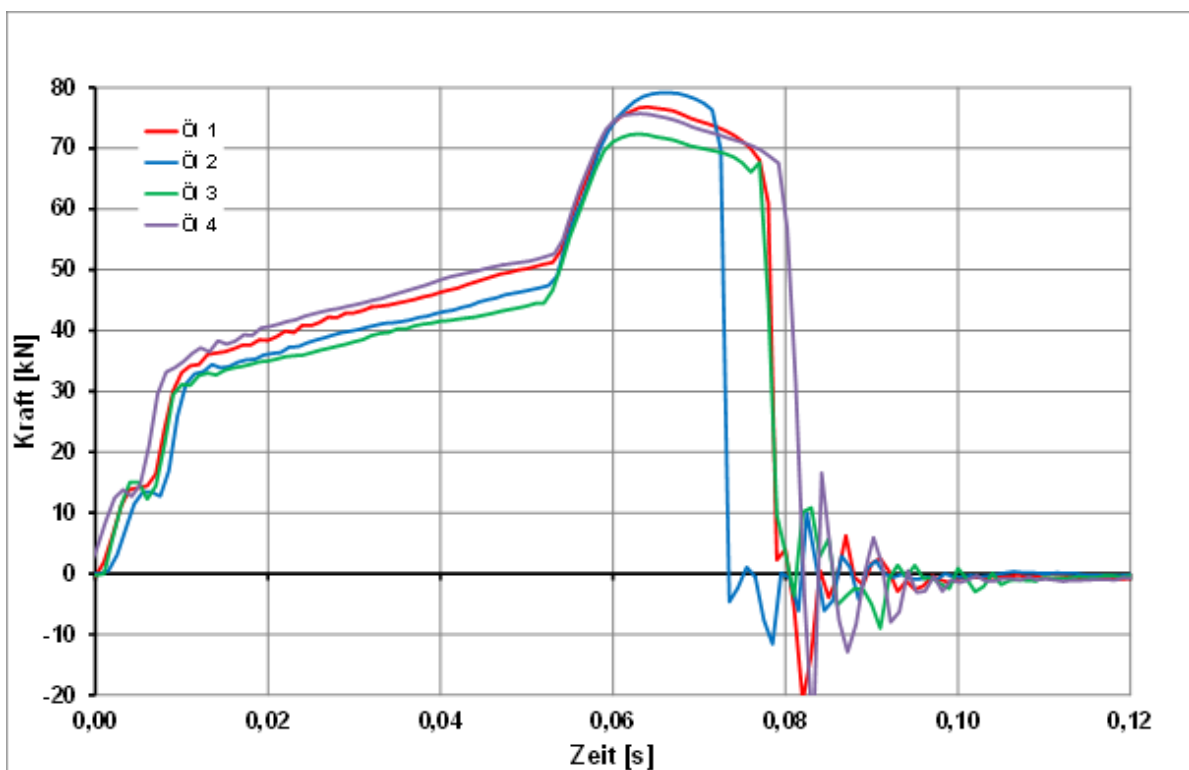


Abbildung 5: Schneidkraft 1. Schnitt – Werkzeugwerkstoff 1.2379 – Blechwerkstoff

Basierend auf den Zusammenhängen und Erkenntnissen aus dem Vergleich der erhobenen Daten der Messreihen zu je 10.000 Schnitten und zu je 100.000 Schnitten wurde ein Gütekriterium bestimmt. In der Folgenden Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Rankings der einzelnen Kategorien zusammengefasst. Die Zahlenwerte in der Tabelle geben dabei den Rankingplatz des Schneidöls in den vergleichenden Versuchen wieder. So bedeutet z.B. eine 2 in der Kategorie Schnittkantenqualität für Öl 3, dass bei den Versuchen, die mit Öl 3 durchgeführt worden sind, die zweit beste Schnittkantenqualität erzeugt worden ist.

Zusätzlich sind in der Tabelle die Ergebnisse der einzelnen Rankings der Untersuchungen des Werkzeugverschleißes, der Schnittkantenqualität und der Verläufe der erfassten Prozessgrößen Temperatur und Kraft für vier unterschiedliche Schneidöle zusammengefasst. Bei den Untersuchungen zeigt sich, dass ein Zusammenhang zwischen dem qualitativen Verlauf von Prozessgrößen beim Scherschneiden, dem Werkzeugverschleiß und den Eigenschaften von Schneidölen ergibt. Eine Variation der Werkstoffe und des Schneidspalts ist ebenfalls Inhalt der Zusammenfassung in Tabelle 2.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ranking-Ergebnisse

		Stempelverschleiß	Schnittkantenqualität	Temperaturverlauf	Kraftverlauf 1. Schnitt	Kraftverlauf 10.000. Schnitt	Gütekriterium 100.000 Schnitte	
							Stempelverschleiß	Schnittkantenqualität
Gütekriterium	Öl 1	3	3	3	3	2 / 3 / 4	3	3
	Öl 2	1	1	1	1	1	1	1
	Öl 3	2	2	2	2	2 / 3 / 4	2	2
	Öl 4	4	4	4	4	2 / 3 / 4	4	4
Variation Werkzeugwerkstoff HSS	Öl 1	3	3	3	3	3		
	Öl 2	2	2	2	2	2		
	Öl 3	1	1	1	1	1		
Variation Werkzeugwerkstoff 1.2379 nitriert	Öl 1	1	1	1	1	1		
	Öl 2	3	3	3	3	2 / 3		
	Öl 3	2	2	2	2	2 / 3		
Variation Blechwerkstoff 1.4301	Öl 1	3	3	3	3	3		
	Öl 2	1	1	1	1	1		
	Öl 4	2	2	2	2	2		
Variation Schneidspalt	5 % (Öl 3)	3	3	3	3	3		
	10 % (Öl 3)	1	1	1	1	1		
	15 % (Öl 3)	2	2	2	2	2		

Zusammenfassung und Ausblick

Anlass für den Forschungsantrag war die aus der Ausgangssituation resultierende Problemstellung. Es bestand der Bedarf nach einem neuen Prüfverfahren zur Bewertung der Eignung von Schneidölen. Gefordert war ein Verfahren, mittels welchem in kurzer Zeit

und bei vertretbarem Kosten- und Materialaufwand ein belastbares Prüfergebnis erreicht werden kann. Dadurch werden für die Anwender die Auswahl von Schneidölen erleichtert und eine Reduzierung von Produktionskosten erreicht. Für die Hersteller der Schneidöle wird die Entwicklung neuer Produkte wesentlich erleichtert und somit ein Beitrag zur Reduzierung der Entwicklungs- bzw. Produktionskosten geleistet. Der zugrundeliegende Lösungsansatz basierte auf der Annahme, dass die Verschleißanfälligkeit von Werkzeugen in einem bestimmten Prozess (Werkstoff-/ Schneidwerkstoff-/ Schneidölkombination) bereits nach wenigen durchgeführten Schnitten anhand von messbaren Prozessgrößen (Temperatur-Verläufe und der Kraft-Zeit-Verläufe) erkennbar ist.

Zunächst wurde untersucht, welche Prozessgrößen beim Scherschneiden allein oder in Kombination für die Verwendung als Prüfkriterium für das zu entwickelnde Schnellprüfverfahren geeignet sind. Mit dem Ergebnis, dass Temperatur-Verläufe und Kraft-Zeit-Verläufe hierbei wesentlich sind. Um diese zu bestimmen wurde ein von Maschineneinflüssen weitgehend entkoppeltes Schneidwerkzeug entwickelt und gebaut und mit der notwendigen Sensorik zur Messung von Prozessgrößen (repräsentative Temperaturen, Schneidkraft) ausgestattet. Anschließend wurden Schneidversuche bis hin zu sichtbarem Werkzeugverschleiß mit unterschiedlichen Kombinationen von Schneidwerkstoff und Blechwerkstoff sowie unterschiedlichen Schneidölen durchgeführt. Die Prozessgrößen wurden dabei aufgezeichnet und die Schnittkanten in Intervallen vermessen. Ausgehend von den Ergebnissen wurde ein Gütekriterium entwickelt, anhand dessen ein Ranking der Öle nach wenigen Schnitten bestimmt werden kann, welches qualitativ die zu erwartende Werkzeugstandmenge widerspiegelt. Anschließend erfolgte die Validierung des Gütekriteriums anhand weiterer Schneidversuche. Wie bei den Untersuchungen deutlich wurde, lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Höhe der gemessenen Temperatur in der Scherzone, der Dauer der Belastung des Schneidstempels bis zum Schnit Schlag, dem Werkzeugverschleiß und der daraus resultierenden Schnittkante herstellen. Je niedriger die Temperaturverhältnisse in der Scherzone und je kürzer die Belastung des Schneidstempels bis zum Schnit Schlag, desto geringer war der feststellbare sichtbare Verschleiß an den Schneidstempeln und desto besser war die somit produzierte Schnittkante. Die Höhe der maximalen Schneidkraft scheint sich hingegen nicht als Indikator für die Eignung der verschleißreduzierenden Eigenschaften der Schneidöle zu eignen. Die Anwendbarkeit des Verfahrens für unterschiedliche Blechwerkstoffe und Schneidwerkstoffe wurde weiterhin anhand von Schneidversuchen untersucht. Die nach wenigen Schnitten mit Hilfe des Gütekriteriums ermittelten Ölrankings wurden mit den nach Versuchen bis zu sichtbarem Verschleiß erstellten Rankings verglichen. Im Hinblick auf die Zuverlässigkeit und Praxistauglichkeit des entwickelten Schnellprüfverfahrens wurde anschließend verifiziert, dass das Verfahren für unterschiedliche Schneidspalte und Umformmaschinen übertragbar war. Zum Abschluss des Projektes wurde ausgehend von den Ergebnissen und auf Basis des Gütekriteriums eine Systematik für das schnelle Prüfverfahren entwickelt. Die Vorgehensweise von der Durchführung der Schneidversuche über die Messung der Prozessgrößen und die

Bestimmung des Gütekriteriums bis hin zur Erstellung des Ölrankings wurde entsprechend dokumentiert. Die durchgeführten Arbeiten und die Forschungsergebnisse wurden in einem Forschungsbericht zusammengefasst und ein Leitfaden zur Anwendung des Verfahrens in der Praxis wurde erstellt.

Der Zeit- und Materialaufwand zur Prüfung von Schneidölen auf ihre verschleißreduzierenden Eigenschaften wurde dadurch gegenüber dem Stand der Technik bei verbesserter Qualität der Ergebnisse wesentlich verringert. Das Schnellprüfverfahren bietet darüber hinaus den Vorteil, dass der Anwender die tribologischen Vorgänge, die beim Scherschneiden auftreten, nicht unbedingt detailliert kennen muss. Dadurch wird eine Anwendung in der Praxis wesentlich erleichtert. Zum Abschluss des Projektes stand ein neues Schnellprüfverfahren zur Verfügung, das Pressenbetreibern und Ölherstellern eine schnelle und kostengünstige Bewertung der eingesetzten Schneidöleignung für den jeweiligen Anwendungsfall ermöglicht. Als Indikator und somit Gütekriterium zur Bestimmung der relativen verschleißreduzierenden Wirkung eingesetzter Schneidöle haben sich der Vergleich der jeweiligen Temperaturverläufe innerhalb der ersten 10.000 Schnitte und des Schneidkraftverlaufs innerhalb der ersten wenigen Schnitte als geeignet erwiesen.

Danksagungen

Das IGF-Vorhaben 17269 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. – FGW, Papenberger Straße 49, 42859 Remscheid wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

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

Eine Langfassung der Forschungsarbeiten kann in Form eines Schlussberichts bei der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V., Papenberger Str. 49, 42859 Remscheid, www.fgw.de, angefordert werden.