

Prozessnahe Qualitätskontrolle von Messerwaten durch Messung und Beurteilung von Watenschliff Fehlern

Das Forschungsvorhaben (AiF FV-Nr. 14375 BG) wurde dankenswerterweise aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) gefördert.



(Die Langfassungen der Arbeiten bzw. Abschlußberichte können bei der FGW gegen Erstattung der Kopierkosten [0,50€ je Seite] angefordert werden)

Ansprechpartner zum Vorhaben in der FGW : Samuel Zind

Wissenschaftliche Problemstellung

Bei der Herstellung hochwertiger Schneidwaren besitzt vor allem die "Schärfe" der Messer eine entscheidende Bedeutung. In der industriellen Messerfertigung wird heute das Abziehen von Messerklingen (Schärfen) immer noch überwiegend von Hand durchgeführt. Nach dem Abziehen folgt in der Regel der Feinabzug - auch Polierabzug oder Lederabzug genannt - zur Beseitigung des noch vorhandenen Grat.

Bei der Endkontrolle wird meist die Schneidfähigkeit der Messerklingen geprüft. Diese Prüfung der Schärfe beruht jedoch auf empirischen Methoden, bei denen verschiedene Materialien als Testschneidgut, wie Haare, Papier oder Kunststoffschaum verwendet werden. Die Gleichmäßigkeit des Schnitts und das Schnittgeräusch fungieren als Beurteilungskriterien für die Schärfe. Bei der Prüfmethode kommt dem subjektiven Gefühl des Facharbeiters eine bedeutendere Rolle zu als der exakten Einhaltung technischer und geometrischer Parameter wie Schneidenwinkel, -breite, -symmetrie, usw. Letzere ermöglichen lediglich das Auffinden grober Abzugsfehler, die ein Stocken beim Schneiden zur Folge haben.

Der manuelle Abzug ist somit stark vom Facharbeiter und von dessen subjektiven Einschätzung abhängig. Eine zuverlässige technische Messmethode, welche eine genaue Vermessung der gesamten Messerschneide und eine Identifikation der relevanten Fehler ermöglicht, wird daher von der Schneidwarenindustrie als dringend notwendig erachtet. Um eine objektive Aussage zu den Schneideigenschaften der gesamten Messerschneide zu erhalten, ist eine richtige Beurteilung und Interpretierung der erfassten Schneidengeometrie erforderlich. Dazu sind wissenschaftlich-technische Untersuchungen zu den Zusammenhängen zwischen Schneidengeometrie, Watenschliff Fehlern und deren Auswirkung auf objektive Schneidleistungskenngrößen (Schneidfähigkeit, Schneidhaltigkeit) erforderlich.

Bei der Herstellung größerer Messerserien gewinnt die automatisierte maschinelle Bearbeitung mit Spezialmaschinen zunehmend an Bedeutung. Einige

Schneidwarenhersteller entwickeln derzeit automatisierte Abzugseinheiten, die z.B. mit robotergeführten Systemen arbeiten. Hier bedarf es echtzeitfähigen Prüfmethode für die objektive Bewertung der Schneide und gegebenenfalls für die Regelung des Abziehvorganges.

Forschungsziel

Das Forschungsziel bestand in der wissenschaftlichen Durchdringung des Einflusses von geometrischen Schneidenparametern auf die Schneidleistung von Messerklingen sowie in der Entwicklung eines effektiven Messverfahrens zur Charakterisierung von Messerschneiden und Schneidenfehlern.

Aufbauend auf grundlegenden Untersuchungen an handelsüblichen Messerklingen wurden umfassende Kenntnisse zu den verbreiteten Schneidengeometrien gewonnen. Diese sind die Voraussetzung für eine umfassende Qualitätskontrolle, basierend auf geometrischen Parametern, und eine objektive Beurteilung von Messerschneiden und Schneidenfehlern. Aus den Erkenntnissen wurden relevante Qualitätsmerkmale für Messerschneiden abgeleitet, die anschließend als objektive Beurteilungskriterien Eingang in die Mess- und Beurteilungssoftware des Messplatzprototyps fanden.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurde ein autonomer Messaufbau entwickelt und als Prototyp-Prüfstand gebaut. In Anbetracht der Zielstellung kamen hinsichtlich des Messprinzips nur bildgebende optische Verfahren in Betracht. Der Messaufbau realisiert eine schnelle, genaue, preiswerte und zerstörungsfreie optische Prüfung der Messerschneide hinsichtlich der wesentlichen geometrischen Parameter. Eine weitgehend automatisierte Auswertung der Messergebnisse ermöglicht eine objektive und zuverlässige Beurteilung von Schneidenfehlern.

Forschungsergebnisse

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurden eine einheitliche Nomenklatur und eine Klassifizierung der auftretenden Schneidenformen erstellt. Sie dienten als Grundlage für die Berechnung der Schneidenparameter und wurden als Basis für die Algorithmen der Auswertesoftware verwendet.

Es konnte nachgewiesen werden, dass weder Schneidenhöhe noch Schneidenbreite und Schneidenwinkel einem eindeutigen Einfluss auf die Schneidleistung haben. Weiter konnte nachgewiesen werden, dass mit abnehmendem Schneidwinkel sowohl die Schneidfähigkeit als auch die Schneidhaltigkeit zunimmt. Daneben erzielen von der Geometrie her einfache Schneiden die besten Schneidleistungsergebnisse. Andere Schneidenformen weisen deutlich schlechtere Ergebnisse im Schneidleistungstest auf, daher wird die einfache Schneide auch als optimale Schneidenform bezeichnet.

Es sind lediglich Parameter wie die Schneidenform und der tatsächliche Schneidwinkel, die den Watenbereich charakterisieren und eine bestimmende Relation zur Schneidleistung besitzen. Dies liegt daran, dass hauptsächlich der Watenbereich für die Schneidwirkung verantwortlich ist.

Bei der Vermessung von verschiedenen Messerklingen wurde zum ersten Mal festgestellt, dass die optimale einfache Schneidenform nur in wenigen Fällen tatsächlich erreicht wird. Durch den Feinabzug (bzw. Polierabzug oder Lederabzug) wird die Schneidengeometrie soweit verändert, dass die Geometrie der Schneide stumpfer wird. Schneiden mit Balligkeit zur Wate sind genauso verbreitet wie doppelte Schneiden. Der tatsächliche Schneidwinkel überschreitet dann meist die Vorgaben aus der internationalen Norm DIN EN ISO 8442-5 und die Messerklingen müssen deutliche Einbußen in der Schneidleistung hinnehmen.

Neben den Schneidleistungsaussagen wurde ein Messplatzprototyp entwickelt, mit dem in einer Aufspannung die Schneidengeometrie einer gesamten Messerklinge ermittelt werden kann. In diesem Messplatz kommt ein neu entwickeltes Verfahren zur Anwendung, das hinsichtlich Handhabung, Bewertungsschnelligkeit und Robustheit für eine prozessnahe Qualitätskontrolle geeignet ist.

Das spektrale Goniometerverfahren beruht auf der selektiven Auswertung von Reflektionslicht einer multispektral beleuchteten Messerschneide. Mit einer speziellen Beleuchtungseinrichtung wird die Schneide mit einem vorgegebenen Farbverlauf beleuchtet. Entsprechend der Winkelstellung der Schneidenoberfläche werden Farbanteile in Richtung der Kamera reflektiert. Diese Farbinformationen bilden die Eingangsgrößen für den entwickelten Auswertalgorithmus, welcher unter Nutzung von Referenzen die Bestimmung des Winkels der Messfläche ermöglicht.

Der Prototyp-Messplatz besteht aus zwei um die Schneide symmetrisch angeordnete Einheiten. Mit dieser doppelten Anordnung können beide Schneidenseiten gleichzeitig vermessen werden. Im letzten Schritt wird aus den beiden Halbwinkeln der Gesamtwinkel der Schneide berechnet. Eine Zusatzfunktion ermöglicht die Beschränkung der Auswertung auf frei wählbare Bereichen der Schneide und folglich die Bestimmung des tatsächlichen Schneidwinkels. Zusätzliche Auswerterroutinen erlauben die Bestimmung von weiteren wichtigen Schneidenparametern wie z.B. die Schneidenform, der Schneidenhöhe und der Schneidenbreite.

Die Korrelationsversuche mit herkömmlichen Messmethoden zeigen, dass die mit dem spektralen Doppelgoniometer gemessenen Größen eine gute Übereinstimmung mit den am Konturoskop bestimmten Werten haben.

Während der Entwicklung des Prototyps und der Probemessungen zeigte sich, dass Grat an der Messerschneide zu Verfälschungen der Messergebnisse führen kann. Dies liegt daran, dass durch die Gratbildung ein völlig anderes Reflexionsverhalten an der Schneidenspitze (Wate) auftritt und der Schneidenbereich nicht exakt erkannt werden kann. Ist ein Messobjekt mit Grat behaftet, treten Fehler bei der Berechnung der Schneidenhöhe und des Schneidwinkels auf. Zur Detektion eines Grats ist das entwickelte spektrale Doppelgoniometerverfahren nicht geeignet.

Der enge Austausch mit den industriellen Projektpartnern führte dazu, dass die neuen Erkenntnisse, insbesondere zur ungünstigen Schneidengeometrie nach dem Feinabzug, bereits während der Projektlaufzeit den Partner zugänglich gemacht wurden. Der gesonderte Workshop der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) zum Thema Schneidenvermessung zeigte das große Interesse der beteiligten Partner.

Anmerkungen

Ein vollständiger Sachbericht zum Forschungsthema liegt bei der FGW vor.

Weitere Informationen erhalten Sie bei Herrn Dipl.-Ing. Samuel Zind, Tel. ++49 / (0)2191 / 900-300 oder Herrn Dipl.-Ing. Matthias Weiser, Tel. ++49 / (0)371 / 53 97-14 44

Die am Forschungsvorhaben beteiligten Forschungsstellen, das Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe (IFW, Remscheid) der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) und das Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU, Chemnitz) danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), welches über die

Arbeitsgemeinschaft industrielle Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)
die Forschungsarbeiten unter der AiF-Nr. 14 375 BG finanziell gefördert hat.

Ein weiterer Dank gilt allen am projektbegleitenden Ausschuss beteiligten Firmen.