((ZW110544))

Andreas Schubert, Björn Reichmann und Sven Goller, Chemnitz

Einfluss der Werkzeuggeometrie auf den Energiebedarf

Beeinflussung des Energiebedarfs beim Längsdrehen durch Auswahl einer geeigneten Werkzeugeckengeometrie

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Reduzierung des Energiebedarfs durch die Auswahl einer geeigneten Werkzeugeckengeometrie von Wendeschneidplatten. Dabei wird zunächst der Stand der Technik erläutert, und anschließend werden die Einflüsse der Werkzeugeckengeometrie sowie der Prozessparameter auf den benötigten Energiebedarf zur Erzeugung einer geforderten Oberflächenrauheit untersucht. Daraus schlussfolgernd lassen sich die Einflüsse auf das Energieeinsparpotenzial ableiten und darstellen.

Einleitung

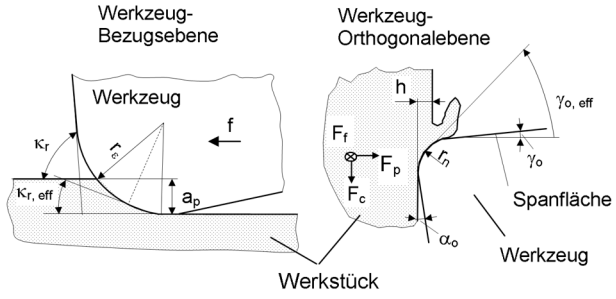
Schlagwörter wie „Blue Competence“, „Green Mode“ oder „Green +“ werden bei verschiedensten Werkzeugmaschinenherstellern für energieeffiziente Maschinen genutzt. Dabei werden häufig wirkungsgradoptimierte Systeme in die Werkzeugmaschine eingebaut. Der Wirkungsgrad von Werkzeugmaschinen kann durch eine intelligente Steuerung des Energieverbrauchs zusätzlich verbessert werden. Die Möglichkeit, Energie zu sparen, besteht jedoch nicht allein in der Nutzung energieoptimierter Werkzeugmaschinen, sondern auch in der Optimierung des Prozesses. Dabei müssen alle wesentlichen Einflussgrößen des Prozesses unter energetischen sowie technologischen Aspekten berücksichtigt werden.

Für die Betrachtung des Prozesses ist eine ausreichend genaue Beschreibung des notwendigen Energiebedarfs und der erreichbaren Oberflächenrauheit bei der Endbearbeitung in Form von Berechnungsmodellen notwendig. Darauf aufbauend lassen sich die wesentlichen Einflussgrößen ermitteln, ihr Einfluss in Versuchsreihen validieren und somit die Energieeinsparpotenziale des Prozesses aufdecken.

Stand der Technik

Bisher wurde der Zerspanungsprozess entweder im Hinblick auf die benötigte Zerspanungsleistung oder auf das Erreichen der geforderten Präzision und Oberflächenrauheit des Werkstücks untersucht. Für eine energieeffiziente Prozessführung muss jedoch eine umfassendere Betrachtungsweise im Hinblick auf das Erreichen der geforderten Oberflächenrauheit mit einem geringen Energieaufwand Anwendung finden. Hierfür ist es notwendig, die tatsächlich auftretenden Kräfte, die Zerspanungsleistung und die benötigte Energie so genau wie notwendig zu beschreiben. Im Bereich der Schruppzerspanung existieren diesbezüglich ausreichende Kenntnisse in Form von Datenbanken und Berechnungsvorschriften, basierend auf der Zerspankraftberechnung nach Kienzle [1].

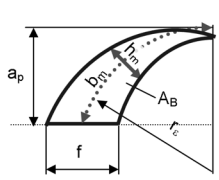
In der Endbearbeitung liegt hingegen der Betrachtungsschwerpunkt auf der Genauigkeit der Werkstückgeometrie und der Oberflächenausprägung. Daher wird im Endbearbeitungsbereich mit geringen Schnitttiefen und Vorschüben zerspant. Auf Grund dieser betragsmäßig kleinen Prozessparameter kann es zur Zerspanung im Bereich des Eckenradius kommen, sodass sich der effektive Einstellwinkel verkleinert (Bild 1).



a_p	=	Schnitttiefe	r_n	=	Schneidkantenradius
F_c	=	Schnittkraft	α_o	=	Freiwinkel
F_f	=	Vorschubkraft	γ_o	=	Spanwinkel
F_p	=	Passivkraft	$\gamma_{o,\,eff}$	=	effektiver Spanwinkel
f	=	Vorschub	κ_r	=	Einstellwinkel
h	=	Spanungsdicke	$\kappa_{r,\,eff}$	=	effektiver Einstellwinkel
r_ε	=	Eckenradius			

Bild 1: Eingriffsverhältnisse bei der Endbearbeitung

Diese Zerspanungsbedingungen lassen sich durch die Zerspankraftberechnung nach Kienzle nicht vollständig abbilden, da der Spanungsquerschnitt nicht mehr in Form eines Parallelogramms, sondern kommaförmig ausgeprägt ist. Mit der Erweiterung des Schnittkraftmodells nach Hommel [2, S. 49 ff.] kann ein genaueres Modell, beruhend auf dem tatsächlichen Spanungsquerschnitt A_B, dargestellt werden (Bild 2).



$$F_c = A_B \cdot k_{c1.1} \cdot \left(\frac{h_0}{h_m}\right)^{m_c} \qquad \text{Formel 1}$$

$$b_m \approx r_\varepsilon \cdot 0{,}01745 \cdot \left(1 - \frac{a_p}{r_\varepsilon}\right) \qquad \text{Formel 2}$$

$$A_B \approx f \cdot \left(a_p - \frac{r_\varepsilon}{3} + \frac{1}{6} \cdot \sqrt{4 \cdot r_\varepsilon{}^2 - f^2}\right) \qquad \text{Formel 3}$$

$$h_m = \frac{A_B}{b_m} \qquad \text{Formel 4}$$

A_B = Spanungsquerschnittsfläche
a_p = Schnitttiefe
b_m = mittlere Spanungsbreite
f = Vorschub
h_0 = Bezugsspanungsdicke (1 mm)
h_m = mittlere Spanungsdicke
$k_{c1.1}$ = Hauptwert der spezifischen Schnittkraft
r_ε = Eckenradius

Bild 2: Erweiterung der Schnittkraftberechnung nach Hommel basierend auf der kommaförmigen Spanungsquerschnittsfläche [2]

Mit dieser Erweiterung ist es möglich, die Schnittkraft und somit auch die Schnittleistung und den spezifischen Energieaufwand des Prozesses zu berechnen [1, S. 106 u. 109]. Zur Vereinfachung der Berechnung kann dabei die Schnittleistung auf Grund der deutlich geringeren Vorschubgeschwindigkeit v_f gegenüber der Schnittgeschwindigkeit v_c als Gesamtleistung des Zerspanungsprozesses angenommen werden. Die Gesamtleistung des Prozesses berechnet sich somit aus dem Produkt der Schnittkraft F_c und der Schnittgeschwindigkeit v_c. Für die Berechnung der theoretischen Schnittkraft muss der Hauptwert der spezifischen Schnittkraft $k_{c1.1}$ des zu zerspanenden Werkstoffs bekannt sein. Der Wärmebehandlungszustand des Werkstoffs bzw. seine mechanische Festigkeit muss dabei berücksichtigt werden.

Gegenüber dem Erfassen der benötigten Zerspanungsleistung steht häufig die geforderte Oberflächenrauheit in Vorschubrichtung im Untersuchungsschwerpunkt. Für das Erreichen dieser Oberflächenrauheit werden zur Festlegung der Prozessparameter sowohl die Angaben der Werkzeughersteller als auch das analytische Modell der theoretischen Rauheit [1, S. 118] verwendet. Dabei gilt das Modell für Wendeschneidplatten, deren Eckengeometrie mit einem einfachen Radius beschrieben werden kann:

$$. R_{t,theor.} = r_\varepsilon - \sqrt{r_\varepsilon^2 - \frac{f^2}{4}} \qquad \text{(in Ihrer Fassung war die Gleichung nicht dargestellt)} \qquad (5)$$

Heutzutage kommen jedoch zur Realisierung der geforderten Oberflächengüte und zur Steigerung der Produktivität für Drehoperationen Wendeschneidplatten mit Wiper-Geometrie zum Einsatz. Bei Verwendung dieser Wendeschneidplatten wird im Vergleich zu konventionellen Schneidplatten mit der Verdopplung des Vorschubs die gleiche Oberflächenrauheit oder bei demselben Vorschub eine doppelt so gute Oberflächenrauheit

erreicht.

Für eine genauere Beschreibung der erreichbaren Oberflächenrauheiten müssen die verschiedenen Eckengeometrien detaillierter betrachtet werden. Als einfachste Eckengeometrie kann die bereits erwähnte, mit einem einzelnen Eckenradius ausgebildete, Geometrie aufgeführt werden. Dem gegenüber stehen dem Anwender drei grundsätzlich verschiedene Wiper-Geometrien zur Auswahl.

Eine dieser Wiper-Geometrien stellt die Schleppschneide (Bild 3, links) dar. Sie ist durch einen geradlinigen Übergang mit der Länge z zwischen dem Eckenbogen und der Nebenschneide gekennzeichnet (Einstellwinkel der Nebenschneide 0°), sodass mit dieser Wiper-Geometrie bei einem Vorschub kleiner als z eine theoretische Rauheit von 0 µm erreicht werden kann. Jedoch müssen Einflussgrößen, wie z. B. die Schartigkeit der Schneide, die minimale Spanungsdicke h_{min} und die im Prozess auftretenden Schwingungen, als untere Beschränkung der theoretischen Rauheit gesehen werden. Die Schartigkeit der Schneide bildet sich dabei direkt auf der Oberfläche des Werkstücks ab, die somit in Vorschubrichtung als ein Teil der Rauheit messbar ist. Eine Reduzierung des Vorschubs kann zum Spanen im Bereich des Schneidkantenradius führen, sodass sich zunächst ein stark negativer Spanwinkel ausbildet (vgl. Bild 1, rechts). Bei noch geringeren Vorschüben kommt es – wie bei allen Werkzeugschneiden – zum Unterschreiten der minimalen Spanungsdicke. Dies hat zur Folge, dass statt der Spanbildung nur noch elastische und plastische Verformungsvorgänge stattfinden. Parallel zu der Verformung kann häufig eine Beeinflussung der Oberflächenrauheit bzw. Schwingungsanregung des Werkzeug-Werkstück-Systems beobachtet werden.

Neben der Gestaltung der Werkzeugeckengeometrie als Schleppschneide werden Wendeschneidplatten mit einem zusätzlich großen Radius im Eingriffsbereich der Nebenschneide verwendet (Bild 3, Mitte). Dieser führt ebenso zu einer Reduzierung der Rauheit, jedoch kann auf Grund der Geometrie keine theoretische Rauheit von Null erreicht werden. Unter Verwendung dieser Geometrie wirkt sich ein nicht optimaler Einstellwinkel der Nebenschneide geringer auf die Oberflächenrauheit aus als bei der Nutzung einer Schleppschneidengeometrie. Dies kann als ein großer Vorteil dieser Werkzeuggeometrie gegenüber der Schleppschneide gesehen werden.

Eine weitere Wiper-Form ist die Facettenschneide, die aus einer Anordnung verschiedener Radien [3] besteht. Dabei ist – wie auch bei der zuvor genannten Eckengeometrie – vor allem der größte Radius für die Erzeugung der Oberflächenrauheit verantwortlich (Bild 3, rechtes). Dieser kann als maßgebender Radius der Nebenschneide zur Beschreibung der

theoretischen Rauheit in das analytische Rauheitsmodell eingesetzt werden. Jedoch ist diese nur für einen Vorschub im Eingriffsbereich des Radius $r_{\varepsilon 3}$ gültig. Die Oberflächenrauheit wird weiterhin – wie auch bei den beiden anderen Geometrien – durch das Unterschreiten der minimalen Spanungsdicke und durch prozessbedingte Schwingungen beeinflusst.

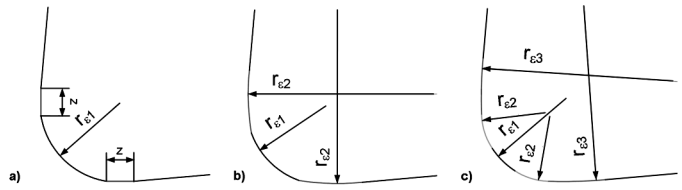


Bild 3: Formen von Wiper-Geometrien a) Schleppschneide, b) Wiper-Geometrie mit großem Radius, c) Facettenschneide

Versuchsdurchführung

Die Längsdrehversuche wurden mit einer SPINNER Präzisionsdrehmaschine PD 32 durchgeführt. Während der Versuchsdurchführung wurden die auftretenden Zerspankräfte mit Hilfe eines Drei-Komponenten-Dynamometers aufgenommen. Zusätzlich wurden die benötigten Leistungen der einzelnen Antriebsstränge sowie die Maschinengesamtleistung erfasst.

Auf Grund der häufigen Verwendung des Vergütungsstahls 42CrMo4 in vielen Powertrain-Komponenten wurde dieser im vergüteten Zustand (+QT) für die Längsdrehversuche ausgewählt. In der Literatur werden für den untersuchten Vergütungsstahl betragsmäßig unterschiedliche Hauptwerte der spezifischen Schnittkraft angegeben. Diese Angaben variieren von $k_{c1.1}$ = 1.498 N/mm² [4] bis 2.500 N/mm² [1]. Da die Zugfestigkeit des Werkstoffs bei $R_m \approx$ 1.200 N/mm² liegt, wurde mit einem Hauptwert der spezifischen Schnittkraft von $k_{c1.1}$ = 1.498 N/mm² und einen Anstiegsexponenten von m_c = 0,27 gerechnet [4].

Die verwendeten Wendeschneidplatten bestanden aus der Cermet-Sorte CT5015 des Werkzeugsherstellers Sandvik. Die Versuche wurden mit unbeschichteten Wendeschneidplatten der Form C mit einem Freiwinkel von 7° und einem Eckenradius von r_ε = 0,8 mm durchgeführt. Für die Untersuchung fanden Wendeschneidplatten mit einer konventionellen Eckenradiengestaltung (Bild 4, links) bzw. mit der Facettengeometrie (Bild 4, rechts) Verwendung. Alle Schneiden waren dabei als scharfe Schneide ausgebildet.

Als Prozessparameter wurden mit dem Einstellwinkel κ = 95°, der Schnitttiefe a_p = 0,25 mm und der Schnittgeschwindigkeit v_c = 180 m/min typische Endbearbeitungsparameter ausgewählt. Die Drehversuche erfolgten für den Wendeschneidplattentyp CCMT09T308-PF in einem Vorschubbereich von f = 0,02 mm bis 0,4 mm und für die Wiper-Geometrie von f = 0,1 mm bis 0,4 mm. Dabei wurden die Versuchsproben ohne Einsatz von Kühlschmierstoff bearbeitet.

Der Schneikantenradius r_n beider Eckengeometrien und der große Radius der Wiper-Geometrie $r_{\varepsilon 3}$ wurden mit Hilfe eines 3D-Laserfarbmikroskops gemessen. Der Schneidkantenradius betrug etwa 30 µm und der große Eckenradius $r_{\varepsilon 3}$ konnte mit 4,8 mm ermittelt werden.

Zur Vermeidung von Einlaufcharakteristiken während der eigentlichen Versuchsdurchführung wurden mit den Wendeschneidplatten Vorversuche durchgeführt. Die resultierende Verschleißmarkenbreite betrug etwa 30 µm. Für die Versuche wurden jeweils drei Einzelversuche vorgesehen und in der Versuchsdurchführung randomisiert.

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss auf die Schnittkraft und Schnittleistung

Bei der Überprüfung des Einflusses der Eckengestaltung auf die Schnittkraft und -leistung konnte der im Modell vorausgesagte Schnittkraftverlauf bestätigt werden, dass mit der Erhöhung des Vorschubs die Schnittkraft ansteigt. Im Vergleich zwischen der theoretischen Schnittkraft und der gemessenen sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar (Bild 5). Daraus schlussfolgernd ist es mit Hilfe der Erweiterung nach Hommel möglich, die auftretenden Schnittkräfte bzw. notwendige Schnittleistung ausreichend genau zu berechnen, sodass auf dieser Grundlage eine Werkzeugmaschine mit ihrem Nennarbeitspunkt für diesen Belastungsbereich ausgewählt werden kann.

Im direkten Vergleich der beiden Wendeschneidplatten konnte kein signifikanter Einfluss der Eckengeometrie auf die Schnittkraft in den Versuchen festgestellt werden. Ein ähnliches Verhalten kann auf Grund der konstanten Schnittgeschwindigkeit beim Vergleich der ermittelten Schnittleistungen (Bild 6) und des spezifischen Energieaufwands (Bild 7) beobachtet werden.

Einfluss auf die Oberflächenrauheit

Bei der Untersuchung des Einflusses auf die Oberflächenrauheit hat sich gezeigt, dass die Rauheit Rz progressiv mit zunehmendem Vorschub erwartungsgemäß ansteigt. Dabei ist festzustellen, dass der Anstieg der Rauheit Rz bei den Proben, die mit der Wiper-Geometrie gefertigt wurden, deutlich geringer ist als bei den Proben, die mit der konventionell gestalteten Eckengeometrie bearbeitet wurden. Zudem erreichten die mit der Wiper-Geometrie erzeugten Versuchsproben mit dem dreifach größeren Vorschub annähernd die gleich große Oberflächenrauheit wie mit der einfach gestalteten Werkzeugeckengeometrie. Jedoch sind die Oberflächenrauheiten der mit Wiper-Geometrie erzeugten Proben unterhalb eines Vorschubs von 0,2 mm relativ konstant. Die Vorhersage der allgemeinen Regel für die Verwendung der Wiper-Geometrie gegenüber einer konventionellen Eckengestaltung bezüglich der erreichbaren Oberflächenrauheit wurde übertroffen. Es wurde statt der Halbierung der Oberflächenrauheit eine Reduzierung auf ein Drittel erreicht.

Im Vergleich des analytischen Modells (vgl. Gl. 5) mit den Versuchsergebnissen ist zu erkennen, dass in dem untersuchten Vorschubbereich die mögliche Oberflächenrauheit bei der Verwendung von konventionell gestalteten Wendeschneidplatten nicht genügend genau beschrieben wird. Bei Vorschüben größer 0,3 mm weichen die kleineren, gemessenen Oberflächenrauheiten von den theoretisch erreichbaren Oberflächenrauheiten deutlich ab.

Im Gegensatz dazu kann unter Berücksichtigung des großen Radius ($r_{\varepsilon 3}$ = 4,8 mm) der Wiper-Geometrie die theoretisch erreichbare Oberflächenrauheit im Vergleich mit den Versuchergebnissen deutlich besser beschrieben werden als bei der konventionellen Eckengeometrie. In den meisten Anwendungsfällen liegen aber keine Informationen über die realen Radien von Wiper-Geometrien vor, sodass diese zuvor bestimmt werden müssen. Mit der Verwendung des analytischen Modells kann jedoch nicht der relativ konstante Verlauf der Oberflächenrauheit im unteren Vorschubbereich abgebildet werden. Die relativ konstanten Rauheitsmessergebnisse unterhalb eines Vorschubs von f < 0,2 mm sind vermutlich auf das Erreichen der minimalen Spanungsdicke an dem großen Radius der Nebenschneide zurückzuführen. Bedingt durch den geringen Vorschub überfährt dieser Werkzeugschneidenteil mehrfach den zerspanten Abschnitt des Werkstücks, sodass vermutlich kein Material mehr abgetragen, sondern nur noch elastisch und plastisch an der Werkstückoberfläche verformt wird. Auf Grundlage der Versuchergebnisse sollten daher die hier eingesetzten Wendeschneidplatten mit Wiper-

Geometrie oberhalb eines Vorschubs von 0,2 mm verwendet werden.

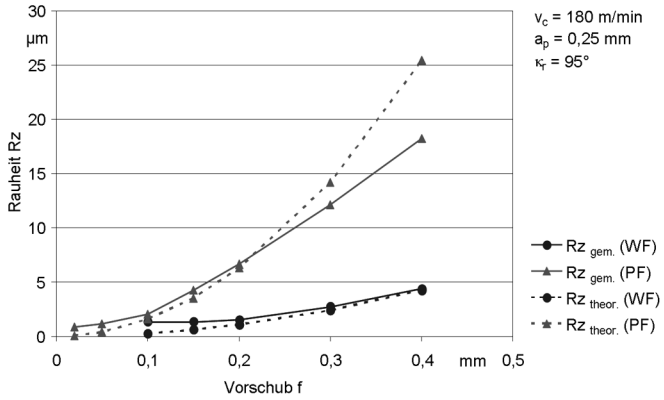


Bild 7: Vergleich zwischen der theoretischen Rauheit mit verschiedenen Schneidenecken erzeugten Oberflächenrauheiten

Kombinierte Betrachtung

Aus der kombinierten Betrachtung der energetischen Beeinflussung des Prozesses durch die Eckengeometrie und deren Einflussnahme auf die erzeugte Oberflächenrauheit kann geschlussfolgert werden, dass bei Verwendung von Wendeschneidplatten mit Wiper-Geometrie ein deutlich höherer Vorschub für die Erzeugung der gleichen Oberflächenrauheit genutzt werden kann, als beim Einsatz konventioneller Schneiden. Mit zunehmendem Vorschub und gleichbleibender Oberflächenrauheit lässt sich der spezifische Energieaufwand deutlich reduzieren (Bild 8), wodurch der benötigte Energiebedarf für die Fertigung desselben Teils verringert wird.

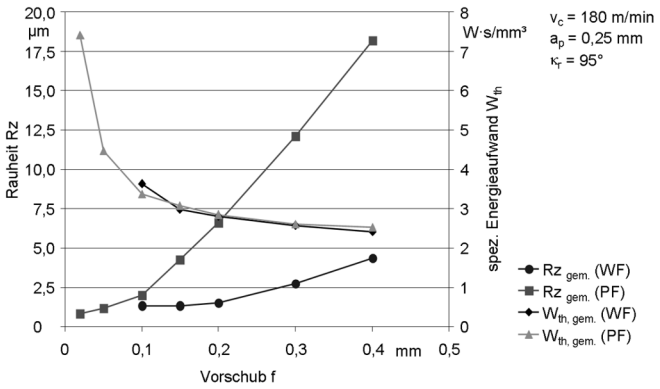


Bild 8: Einfluss des Vorschubs und der Werkzeugeckengeometrie auf die Rauheit und den spezifischen Energieaufwand

Wird der Betrachtungsraum auf die Werkzeugmaschine erweitert, so bedeutet eine Erhöhung des Vorschubs die Reduzierung der Bearbeitungszeit. Dies führt zu einer größeren Produktivität und gleichzeitig zu einer Reduzierung der benötigten Energie je Werkstück. Die Reduzierung der Bearbeitungszeit wirkt sich auf den Energieverbrauch insbesondere durch die geringere erforderliche Hauptzeit und damit durch die pro Werkstück geringere erforderliche Einschaltdauer der Maschine einschließlich ihrer Hilfsaggregate aus. So besteht die Möglichkeit, das Einsparpotenzial mit dem Gesamtwirkungsgrad als Quotient der Schnittleistung und der elektrisch aufgenommenen Maschinengesamtleistung zu verdeutlichen. Unter Verwendung einer Wiper-Geometrie und gleichzeitiger Erhöhung des Vorschubs um das Dreifache konnte bei gleichbleibender Oberflächenrauheit der Gesamtwirkungsgrad an der untersuchten Maschine von 28 auf 43 Prozent verbessert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

In den Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass ein ausreichend genaues Berechnungsmodell der Zerspankraft in Abhängigkeit der Werkstoffkennwerte und Prozessparameter für die Endbearbeitung existiert. Beruhend auf dieser Berechnungsgrundlage ist es möglich, Werkzeugmaschinen für den Endbearbeitungsprozess so auszuwählen, dass diese nahe ihrer Nennbelastung betrieben werden können und dadurch sich ein besserer Gesamtwirkungsgrad einstellt.

Die Ermittlung der theoretischen Rauheit, basierend auf dem analytischen Modell, kann zur ersten Abschätzung der sich einstellenden Oberflächenrauheit dienen. Dabei können auch die Oberflächenrauheiten von Werkstücken vorbestimmt werden, die durch Werkzeuge mit Wiper-Geometrie erzeugt werden sollen.

Mit den durchgeführten Versuchen konnte eine Verbesserung der Oberflächenrauheit unter Verwendung einer Wiper-Geometrie gegenüber einer konventionellen mit einem Radius gestalteten Werkzeugeckengeometrie festgestellt werden. Dabei wird für die Erzeugung einer gleichen Oberflächenrauheit weniger Energie benötigt. Demnach kann unter Verwendung einer geeigneten Werkzeugeckengeometrie der Vorschub bei gleichbleibender Oberflächenqualität um das Dreifache erhöht und somit der Energiebedarf je Werkstück reduziert werden. Mit der Erhöhung des Vorschubs konnte der Gesamtwirkungsgrad der Maschine bei gleichbleibender Qualität des Werkstücks erheblich gesteigert werden.

Literatur

[1] Degner, W.; Lutze, H.; Smejkal, E.: Spanende Formung. Carl Hanser Verlag München, Wien 2009, S. 90 ff

[2] Hommel, B: Beitrag zur Ermittlung der Zusammenhänge zwischen den Komponenten der Zerspankraft, dem Werkzeugverschleiß und der Oberflächenrauheit beim Innenfeindrehen. Dissertation, Karl-Marx-Stadt, 1976

[3] DE 69518417 T3: Schneideneinsatz mit Ecken die verschiedene Radiussegmente haben/ Sandvik Intellectual Property HB (SE). Wiman, J.; Lundström, J. (01.06.2006)

[4] König, W., Spezifische Schnittkraftwerte für die Zerspanung metallischer Werkstoffe. Verlag-Stahleisen, Düsseldorf 1982

Die Autoren dieses Beitrags

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Schubert, geb. 1960, studierte Maschinenbau an der Technischen Universität Dresden und promovierte 1991. Im Anschluß daran war er als Geschäftsführender Oberingenieur für die Fachgruppe Fertigungssysteme und Betriebsmittel am Institut für Werkzeugmaschinen i. G. der TU Dresden tätig. Seit 1992 ist Professor Schubert in verschiedenen leitenden Tätigkeiten am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz tätig. Hier baute er ab 1996 das Arbeitsgebiet der Präzisions- und Mikrofertigungstechnik auf, welches er heute als Abteilungsleiter verantwortet. Seit dem Jahr 2000 ist Prof. Schubert für die Mikrofertigungstechnik an der TU Chemnitz verantwortlich. Er erhielt im Jahr 2000 zunächst einen Lehrauftrag und wurde 2003 auf die neu geschaffene Professur Mikrofertigungstechnik berufen, die er seitdem inne hat. Sein Arbeitsgebiet umfasst spanende, abtragende und umformende Präzisions- und Mikrofertigungsverfahren.

Dipl.-Ing. Björn Reichmann, geb. 1981, studierte Mikrotechnik/Mechatronik mit der Vertiefungsrichtung Antriebs- und Bewegungstechnik an der TU Chemnitz. Zunächst arbeitete er als Softwareingenieur und anschließend als Versuchsfeldingenieur bei der StarragHeckert GmbH in Chemnitz. Seit 01.01.2010 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Mikrofertigungstechnik.

Dipl.-Ing. Sven Goller, geb. 1983, studierte Mikrotechnik/Mechatronik mit der Vertiefungsrichtung Mikroproduktionstechnik an der TU Chemnitz. Nach Abschluss der

Diplomarbeit 2009 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Mikrofertigungstechnik.

((Summary))

Impact of tool geometry on the energy demand in machining – Influence of the energy demand in the cylindrical turning by selecting a suitable corner geometry. This article deals with the reduction of the energy demand by selecting a suitable corner geometry of indexable inserts. Initially the state of art is shown. Then the influence of the corner geometry and the process parameters on the energy demand, which is necessary to produce a required surface roughness, is analyzed. From this conclusion, the influences on the energy saving potential are derived and displayed.

Förderhinweis

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Spitzentechnologiecluster „Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik“ (eniPROD®). Das Spitzentechnologiecluster wird von der Europäischen Union (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) und dem Freistaat Sachsen gefördert.

Europa fördert Sachsen.
EFRE
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

((Bildunterschriften))

Bild 1. Eingriffsverhältnisse bei der Endbearbeitung

Bild 2. Erweiterung der Schnittkraftberechnung nach Hommel basierend auf der kommaförmigen Spanungsquerschnittsfläche [2]

Bild 3. Formen von Wiper-Geometrien a) Schleppschneide, b) Wiper-Geometrie mit großem Radius, c) Facettenschneide

Bild 4. Werkzeugeckengeometrie der verwendeten Wendeschneidplatten CCMT09T308-PF (links) und CCMT09T308-WF (rechts)

Bild 5. Vergleich zwischen berechneter und gemessener Schnittkraft beim Längsdrehen

von 42CrMo4+QT

Bild 6. Einfluss der Eckengestaltung von Wendeschneidplatten auf die Schnittkraft und die Schnittleistung bei unterschiedlichen Vorschüben

Bild 7. Vergleich zwischen der theoretischen Rauheit mit verschiedenen Schneidenecken erzeugten Oberflächenrauheiten

Bild 8. Einfluss des Vorschubs und der Werkzeugeckengeometrie auf die Rauheit und den spezifischen Energieaufwand

Stichworte:

Drehen, Strategie, Energieeffizienz, Werkzeuggeometrie, Endbearbeitung