



A

Abrichtbetrag

Betrag, welcher durch das ➔Abrichten oder ➔Konditionieren an der Scheibe abgetragen wird. Man spricht auch vom Abrichtbetrag zwischen zwei Abricht- oder Konditionierprozessen.

Abrichtdrehzahl der Schleifscheibe

Drehzahl, bei welcher das Abrichten bzw. Konditionieren der Schleifscheibe erfolgt. Normalerweise, d.h. im konventionellen Bereich, entspricht die Drehzahl der momentan eingestellten oder fest vorgegebenen Scheiben-Drehzahl. Wird im Hochgeschwindigkeitsbereich geschliffen, so muss die Abrichtdrehzahl auf einen Wert zurückgestellt werden, der einer Scheibenumfangsgeschwindigkeit von etwa 28 – 35 m/s entspricht.

Abrichten

Durch das Abrichten wird eine Schleifscheibe für den Schleifprozess vorbereitet und/oder in einen vorgeschriebenen geometrischen Zustand (Geradheit, Profilform) gebracht. (➔Konditionieren).

Abrichtfliese

Eine Abrichtfliese besteht aus Diamantkörnern, welche mit Metallpulver (meist Wolfram oder Hartmetall) gemischt und dann zusammen eingesintert werden. Es entstehen so Platten — eben diese Fliesen — in unterschiedlicher Grösse und Dicke. Die Dimensionen reichen von 10 x 10 x 0.5 mm und bis ca. 20 x 15 x 2 mm. Man befestigt sie durch Auflöten oder Kleben auf dem plattenförmigen Teil des Aufnahmeschaftes. Die Diamantkorngrösse, die Konzentration in der Metallmatrix und die Fliesengrösse werden durch den abzurichtenden Scheibendurchmesser, die Kornart und die Korngrösse sowie durch die Scheibenhärte bestimmt (siehe auch entsprechende Herstellerangaben). Als ➔Überdeckungsgrad setzt man je nach Diamantkorngrösse und ➔Konzentration die 0.7- bis 1.0-fache Fliesendicke ein.

Wichtig: Einseitig auf der Schaftplatte befestigte Fliesen — es gibt auch solche, die beidseitig von einer Stahlplatte umgeben sind — dürfen nur mit der Stahlplattenseite voraus zum ➔Abrichten bzw. ➔Konditionieren eingesetzt werden (Erhalt der erzeugten ➔Wirkrautiefe)!

(➔Nadelfliese, ➔Mehrkorndiamant)

Abrichtigel

Vergleichbar mit der ➔Abrichtfliese in bezug auf Herstellung und Aufbau, jedoch gesintert als zylindrischer Zapfen. Dieser wird in die Bohrung eines Stahlschaftes eingeklebt. Abrichtigel werden ab ca. \varnothing 3 mm bis etwa 12 mm mit einer Länge von 4 bis 12 mm gefertigt. Man wählt die Diamantkorngrösse und Konzentration nach dem abzurichtenden Scheibendurchmesser, der Kornart und -grösse sowie nach der Scheibenhärte (siehe auch entsprechende Herstellerangaben). Kleine Abrichtigel im Bereiche von \varnothing 3 mm bis etwa \varnothing 6 mm eignen sich vorzüglich zum ➔Konditionieren kleiner Scheibendurchmesser (z.B. Schleifstifte zum Innenrundscheifen). Als ➔Überdeckungsgrad setzt man je nach Diamantkorngrösse und ➔Konzentration den 0.7- bis 1.0-fachen Diamantigeldurchmesser ein (➔Nadelfliese, ➔Mehrkorndiamant).

Abrichtplatte

Der Begriff wird für die zu einer Platte zusammengesinterten Diamantkörner verwendet. Diese absolut kompakten Diamantplatten gibt es in unterschiedlicher Form, Grösse und Dicke. Aufgelötet auf eine entsprechende Trägerplatte aus Stahl können sie zum hochgenauen Flachabrichten eingesetzt werden. Gleichzeitig ist eine extrem geringe ➔Wirkrautiefe erzeugbar. Grössere Diamantplatten lassen sich im aufgelöteten Zustand mittels Drahterosion gut schneiden. So ist es möglich, kleine Profile zu schneiden — und wenn nötig nachzuläppen — und damit eine Schleifscheibe in einem oder mehreren Durchgängen zu profilieren (z.B. Gewindeprofile). Die Diamantplatten sind allerdings nicht zusammen mit ➔SiC- und/oder grobkörnigen Scheiben (Leistungsschleifen) einsetzbar (zu grosser Verschleiss).

Achtung: Irrtümlicherweise werden Abrichtfliesen oftmals auch als „Diamantplatten“ bezeichnet (falsch)!

Abrichtprozess

➔Abrichten

Abrichtrückstellweg

Weglänge, um welche ein Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug verfahren werden muss, um in die Ausgangsposition ausserhalb des Arbeitsbereiches zu gelangen. (➔Abrichtzustellweg)



Abrichtschlichtzustellung

Der gesamte ↻Abrichtbetrag wird oft aufgeteilt in die Abrichtschlichtzustellung und in die ↻Abrichtschruppzustellung. Beide Zustellungen können bei Bedarf mehrmals hintereinander erfolgen.

Abrichtschruppzustellung

↻Abrichtschlichtzustellung

Abrichtumfangsgeschwindigkeit der Scheibe

Diese ist abhängig von der eingestellten ↻Abrichtdrehzahl der Schleifscheibe. Im konventionellen Bereich bis etwa 45 m/s erfolgt normalerweise keine Einstellungsveränderung. Im Hochgeschwindigkeitsbereich ist dagegen eine Anpassung notwendig. Man arbeitet üblicherweise mit 28 – 35 m/s.

Abrichtvorschub pro Scheibenumdrehung

Um diesen Betrag bewegt sich das eingesetzte Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug pro Scheibenumdrehung in axialer Richtung über die Scheibe.

Abrichtvorschubgeschwindigkeit

Mit dieser Geschwindigkeit bewegt sich das ↻Abricht- bzw. ↻Konditionierwerkzeug über die Schleifscheibe. Ihre Grösse hängt vom ↻Überdeckungsgrad und vom Abrichtvorschub pro Scheibenumdrehung ab, welche die ↻Wirkrautiefe zusammen mit dem Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug bestimmen.

Abricht- bzw. Konditionierwerkzeuge

- ↻Abrichtfliese
- ↻Abrichtigel
- ↻Abrichtplatte
- ↻Crushierrollen
- ↻Diamantspitzscheibe
- ↻Diamantrollen
- ↻Einkorndiamant
- ↻Mehrkorndiamant
- ↻MKD-Abrichtwerkzeug
- ↻Nadelfliese
- ↻PKD-Abrichtwerkzeug

Abrichtzustellung

Um diesen Betrag wird das ↻Abricht- bzw. ↻Konditionierwerkzeug pro Durchgang oder pro Hub in Richtung zur Schleifscheibe zugestellt.

Abrichtzustellung pro Hub

↻Abrichtzustellung

Abrichtzustellung pro Scheibenumdrehung

Auch hier handelt es sich um den Zustellbetrag des ↻Abricht- bzw. ↻Konditionierwerkzeuges in Richtung der Schleifscheibe. Gegenüber der ↻Abrichtzustellung besteht aber der wichtige Unterschied, dass es sich hier normalerweise um ↻Profilrollen oder ↻Diamantspitzscheiben handelt, welche zur ↻Konditionierung von Schleifscheiben eingesetzt werden.

Abrichtzustellweg

Weglänge, um welche ein ↻Abricht- oder ↻Konditionierwerkzeug verfahren werden muss, um in die Arbeitsposition zu gelangen (↻Abrichtrückstellweg).

Abtragsleistung

Pro Zeiteinheit abgetragenes Werkstoffvolumen. Wichtige Prozesskenngrösse.
(↻Zeitspanvolumen, ↻bezogenes Zeitspanvolumen)



Abtragsmenge

Werkstoffmenge, welche an einem Werkstück durch eine Schleifoperation gesamthaft abgetragen wird. Die Abtragsmenge ist keine Leistungsgrösse und somit auch nicht zeitbezogen.

Abtragstiefe

- ➔Bearbeitungszugabe
- ➔Werkstoffzugabe

Additive

Das sind natürliche und/oder synthetisch hergestellte Stoffe, welche zur Verminderung des Schneidenverschleisses (➔AW-Additive), der Reibungsminimierung (➔FM-Additive) und der Druckfestigkeit (➔EP-Additive) des durch die ➔Benetzung erzeugten KSS-Films den Kühlschmierstoffen beigemischt werden.

Äquivalenter Schleifscheibendurchmesser

Immer bezogen auf die ➔Eingriffsverhältnisse bei einem Flachsleifprozess wird mittels einer speziellen Formel (➔Formelsammlung) berechnet, wie gross der Schleifscheibendurchmesser bei einem Aussenrund- oder bei einem Innenrundsleifprozess theoretisch wäre, wenn er mit dem Flachsleifen verglichen werden sollte. In vielen Formeln (➔Formelsammlung) der Schleiftechnik wird, um vergleichbare Werte zu erhalten, sehr oft der äquivalente Scheibendurchmesser als Eingabegrösse direkt verlangt.

Anzahl Abrichthübe

Anzahl der notwendigen Schrupp-oder Schlichtdurchgänge (➔Abrichtschruppzustellung, ➔Abrichtschlichtzustellung), bis die Scheibe wieder die gewünschte Ausgangsform aufweist.

Anzahl Ausfeuerhübe

Am Ende eines Flachsleifprozesses wird meistens durch Ausfeuerhübe ohne weitere Zustellung versucht, den restlichen Schleifdruck (➔Normalkraft) bis auf ein Minimum abzubauen um die Genauigkeit zu erhöhen. Gleichzeitig wird im Allgemeinen dadurch auch die Oberflächenqualität verbessert. Achtung: Mehr als etwa 12 – 15 Ausfeuerhübe bringen weder einen weiteren Druckabbau noch eine bessere Oberfläche. Sehr oft ist dann eher das Gegenteil der Fall! Die Oberflächenqualität wird wieder schlechter und die Normalkraft steigt an.

Anzahl Ausfeuerüberschliffe

- ➔Anzahl Ausfeuerhübe
- ➔Anzahl Ausfeuerumdrehungen

Anzahl Ausfeuerumdrehungen

Am Ende eines Aussen- oder Innenrundsleifprozesses wird meistens durch Ausfeuerumdrehungen ohne weitere Zustellung versucht, den restlichen Schleifdruck (➔Normalkraft) bis auf ein Minimum abzubauen um die Genauigkeit zu erhöhen. Gleichzeitig wird im Allgemeinen dadurch auch die Oberflächenqualität verbessert. Achtung: Mehr als etwa 12 – 15 Ausfeuerumdrehungen beim Aussen- oder Innenrundeinsteichschleifen bzw. 12 – 15 Ausfeuerüberschliffe beim Aussen- oder Innenrundlängsschleifen bringen weder einen weiteren Druckabbau noch eine bessere Oberfläche. Sehr oft ist dann eher das Gegenteil der Fall.

Anzahl Überschliffe

Anzahl der notwendigen Überschliffe beim Flach-, Aussenrund- und Innenrundsleifen bis zum Erreichen einer bestimmten ➔Abtragstiefe. Das kann die gesamte Überschliffzahl bis zum so genannten ➔„Null-Mass“ sein, oder aber nur jene, welche sich für den Vorschleif bzw. für den Fertigschleif, abhängig vom jeweils eingestellten ➔Zustellbetrag, ergibt.

Anzahl Werkstücke

Einerseits wird dieser Wert dann gebraucht, wenn man wissen will, wie viele Werkstücke zwischen zwei ➔Abricht- oder ➔Konditionierprozessen masshaltig und/oder mit einer bestimmten Oberflächenqualität geschliffen werden konnten. Andererseits wird die Anzahl der geschliffenen Werkstücke über der ➔Standzeit der Schleifscheibe angegeben.



Arbeitsdruckkraft (nach OTT)

Jeder ➔Schleifscheibenspezifikation kann man eine im Schleifprozess wirkende ➔Normalkraft, bezogen auf einen Quadratmillimeter ➔Kontaktfläche, zuordnen, bei welcher ihre ➔Selbstschärfung optimal abläuft. OTT bezeichnet diesen Wert auch als „Fingerabdruck einer Schleifscheibe“. Um damit rechnen zu können, hat OTT die standardisierte Arbeitsdruckkraft für ganz bestimmte ➔Eingriffsbedingungen und ➔Schnittgeschwindigkeiten festgelegt. Über spezielle Regressionsformeln erfolgt dann die Inter- oder Extrapolation auf die effektiven ➔Einsatzbedingungen.

Arbeitsfläche

Darunter versteht man normalerweise die an der Schleifscheibe zum Einsatz kommende ➔Arbeitsumfläche. Das kann am Umfang oder auch an einer anderen Partie der Scheibe sein. In jedem Fall handelt es sich aber um eine durch Rotation erzeugte Fläche.

Arbeitsumfläche

Fläche, an der Schleifscheibe mit welcher im ➔Kontaktbogen (Eingriff der Scheibe mit dem Werkstück) geschliffen wird. Es kann sich hierbei um eine gerade oder schräg liegende Fläche handeln, oder aber auch um ein beliebiges offenes Profil.

Aussenrund-Umfangs-Längsschleifen AUL

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Aussenrundlängsschleifen.

Aussenrund-Umfangs-Querschleifen AUQ

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Aussenrundeinstechschleifen.

AW-Additive

AW = Anti Wear (gegen Verschleiss). Das sind Zusätze (➔Additive) im ➔Kühlschmierstoff, welche die Aufgabe haben, den Verschleiss an der Schneide weitgehendst zu verhindern oder mindestens zu reduzieren. Mit wenigen Ausnahmen, enthalten heute die meisten ➔Kühlschmierstoffe solche ➔Additive. Typische AW-Additive bestehen aus Phosphorverbindungen oder sind auf oleochemischem Syntheseester aufgebaut.

Axialkraft

Von einer wirkenden Axialkraft wird dann gesprochen, wenn durch seitlichen Druck auf die Schleifscheibe eine Kraft in axialer Richtung — auf die Scheibe bezogen — entsteht. Das ist z.B. beim Aussenrundlängsschleifen oder beim ➔Schrägeinstechschleifen der Fall. Eine Axialkraft kann aber auch durch eine schräg liegende Profilkontur erzeugt werden.

B

Bearbeitungsbreite

Gesamte Breite, welche durch den Schleifprozess bearbeitet wird. Es kann sich dabei um die ➔Werkstücksbreite oder um die ➔Kontaktbreite handeln.

Bearbeitungslänge

An einem Werkstück oder an einer Partie eines Werkstücks zu bearbeitende Gesamtlänge. Nicht zu verwechseln mit der ➔Hublänge. Die gesamte Bearbeitungslänge kann auch Unterbrüche aufweisen (z.B. Quernuten). Bei der Berechnung der ➔Abtragsmenge (auch bezogene ➔Abtragsmenge) müssten derartige Unterbrüche berücksichtigt werden, um das Resultat nicht zu verfälschen.

Bearbeitungszeit

Die Bearbeitungszeit setzt sich zusammen aus den notwendigen ➔Nebenzeiten (Handling, Aufspannen, Abspannen, Abrichten bzw. Konditionieren, usw.) und der ➔Hauptzeit. (➔Kontaktzeit, ➔Schleifzeit).



Bearbeitungszugabe

Mit der Bearbeitungszugabe beschreibt man die Werkstoffdicke, welche für die schleiftechnische Bearbeitung vorgesehen ist. Sie muss nicht unbedingt an jeder Stelle gleich gross sein (z.B. an Gussrohteilen oder Schmiedeteilen). Oft ist es unumgänglich, an Partien an einem Werkstück, welche später noch geschliffen werden müssen, bei der Vorbearbeitung eine Bearbeitungszugabe stehen zu lassen. Das ist besonders dann der Fall, wenn zwischen der Vor- und der Fertigbearbeitung eine Härteprozedur durchzuführen ist.

Behälterinhalt

➔KSS-Behältergrösse

Benetzung

Sowohl wasserlösliche (Lösungen und Emulsionen) als auch nichtwasserlösliche (Öle) ➔Kühlschmierstoffe besitzen eine mehr oder weniger starke Benetzungsfähigkeit. Man versteht darunter die Haftung einer dünnen KSS-Schicht an den ➔Kornschnitten und am Werkstück (Bearbeitungsfläche), wodurch die Reibbedingungen günstig beeinflusst werden. Bei reinen ➔Lösungen wird die Benetzungsfähigkeit durch entsprechende Beigaben erzeugt. Bei ➔Emulsionen durch den ➔Emulgator und durch bestimmte ➔Additive. Schleiföle auf Mineralölbasis haften schlecht und müssen durch gezielte Beigabe von ➔Additiven erst benetzungsfähig gemacht werden. Moderne ➔vollsynthetische Schleiföle, das sind die ➔Polyalphaolefine PAO, neigen schon allein durch ihren Aufbau zu einer guten Benetzung.

Beurteilungsgrösse

Wenn man einen Schleifprozess rechnerisch betrachtet, ergeben sich sogenannte „Beurteilungsgrössen“, welche wichtige Aussagen zum Prozessverlauf und zum Ergebnis möglich machen. Jeder Schleiffachmann wird in der Lage sein, aufgrund von Beurteilungsgrössen eine Prozessoptimierung durchführen zu können.

Bindung (Scheibenbindung)

Bei der Herstellung von Schleifscheiben wird ein Bindemittel verwendet, um die Schleifkörner untereinander und, sofern ein Grundkörper notwendig ist, auch an diesem zu befestigen. Die Verbindung zwischen den Körnern nennt man Bindungsmatrix. Konventionelle Scheiben sind vorwiegend keramisch gebunden. Für Sinterkorundscheiben muss eine keramische Niederbrandbindung gewählt werden, weil dieser Schleifstoff die üblichen hohen Brenntemperaturen nicht verträgt. Neben Kunstharz- und Gummibindungen, letztere werden hauptsächlich für Polierscheiben verwendet, gibt es auch noch spröde Bronzebindungen und galvanische Bindungen einschichtig und mehrschichtig. Schleifscheiben mit hochharten Schleifstoffen wie ➔CBN und ➔Diamant können mit keramischen Niederbrandbindungen, mit Kunstharz- oder Bronzebindungen und mit galvanischen Bindungen hergestellt werden.

Bezogene Abtragsmenge

Darunter versteht man die von einer Schleifscheibe pro Millimeter ➔Kontaktbreite abgetragene Werkstoffmenge. Um Vergleiche über die ➔Standmenge, ➔Standzahl und das ➔Standverhalten anstellen zu können, wird oft die bezogene Abtragsmenge herangezogen. Man zeichnet aber auch beispielsweise das ➔Selbstschärfverhalten einer Schleifscheibe über der bezogenen Abtragsmenge auf. Will man das gesamte abgetragene Werkstoffvolumen berechnen, so benützt man dazu die ➔Abtragsmenge.

Bezogene Kühlschmierstoffmenge

Pro Millimeter ➔Scheiben- oder ➔Kontaktbreite zugeführte ➔Kühlschmierstoffmenge. Derzeit wird versucht, durch Einsatz der ➔Minder mengen- oder ➔Minimalmengenkühlung, aus Kostengründen den Bedarf an KSS pro Millimeter Kontaktbreite zu reduzieren.

Bezogene Normalkraft

Pro Millimeter ➔Kontaktbreite in einem Schleifprozess erzeugte ➔Normalkraft. Die bezogene Normalkraft kann durch geeignete Massnahmen (Reduzierung der ➔Abtragsleistung, schmierfähigeren ➔KSS) gewissermassen gesteuert werden. Sie hat zusammen mit der statischen Steifigkeit der Schleifmaschine selbst einen grossen Einfluss auf die erzielbare Endgenauigkeit.

Bezogene Schleifleistung

Pro Millimeter ➔Kontaktbreite aufgewendete und/oder benötigte ➔Schleifleistung (Leistung vom Antriebsmotor der Schleifspindel).



Bezogene Tangentialkraft

Pro Millimeter \Rightarrow Kontaktbreite in einem Schleifprozess erzeugte \Rightarrow Tangentialkraft (Umfangskraft). Diese ist von grosser Bedeutung, weil sie direkt die notwendige \Rightarrow bezogene Schleifleistung zusammen mit der \Rightarrow Schnittgeschwindigkeit bestimmt.

Bezogene Umfangskraft

\Rightarrow Bezogene Tangentialkraft

Bezogenes Grenzzeitspanvolumen

Pro Millimeter \Rightarrow Kontaktbreite und pro Sekunde abgespanntes Werkstoffvolumen, bei welchem die Schleifscheibe zusammenbricht.

Bezogenes Zeitspanvolumen

Das ist eine der wichtigsten Grössen in der Schleiftechnik, weil sie zeitbezogen das pro Millimeter Kontaktbreite abgespannte Werkstoffvolumen angibt. Beim Fein- und Fertigschleifen sind es etwa $0.5 - 1.5 \text{ mm}^3/(\text{mm} \cdot \text{s})$. Bei Schrupparbeiten liegt der Wert bei $2.0 - 10 \text{ mm}^3/(\text{mm} \cdot \text{s})$ und Leistungsprozesse erreichen $50 - 120 \text{ mm}^3/(\text{mm} \cdot \text{s})$. Wird mit hohen und höchsten \Rightarrow Schnittgeschwindigkeiten zerspant (HSG), so lassen sich bezogene Zeitspanvolumina bis etwa $1500 \text{ mm}^3/(\text{mm} \cdot \text{s})$ heute auf entsprechenden Maschinen erreichen.

C

CBN – kubisch-kristallines Bornitrid

Ende der 60er-Jahre entdeckt – wird in der Retorte hergestellt – als bisher zweithärtester Stoff. Relativ teuer, aber zum Schleifen von sehr harten Stählen und besonders von HSS extrem gut geeignet. Als untere Härtegrenze gelten etwa 54 HRC für Stähle. Zur Bearbeitung von Hartmetallen, Keramiken und Glas aber ungeeignet.

CL-Wert nach OTT

\Rightarrow Kühlschmierstoffklasse nach OTT

Crushieren

Verfahren zum Profilieren von Schleifscheiben. Man setzt dazu hochgenaue, aus verschleissfestem Werkzeugstahl hergestellte und bis etwa 63 – 64 HRC gehärtete Rollen ein. Sie sind üblicherweise mit einem offenen Profil in der Mantelfläche versehen und drehen im Gleichlauf mit der Schleifscheibe. Die Rollenzustellung pro Scheibenumdrehung beträgt ca. 0.003 bis 0.03 mm. Entweder ist die Rolle angetrieben und nimmt die Scheibe durch Friktion mit oder umgekehrt. In den letzten Jahren hat sich, wegen immer grösseren und leistungsfähigeren Schleifspindelantrieben, durchgesetzt, dass die Scheibe treibt und die Rolle leichtgängig mitläuft. Das in die Rolle eingearbeitete Profil wird durch gewollten Kornausbruch absolut exakt in die Scheibe übertragen. Dazu ist allerdings ein beachtlicher Druckaufbau zwischen der Rolle und der Scheibe notwendig. Dieser Druck kann zu unerwünschten Deformationen führen und das zu übertragende Profil verfälschen. Man setzt deshalb während dem Crushieren automatisch arbeitende Abstützungen zwischen der „Spindelnase“ und dem Rollenaufnahmesystem ein. Der sinnvolle Bereich der Rollendrehzahl geht von ca. $60 - 150 \text{ min}^{-1}$.

Achtung: 1. Die ausgebrochenen Körner müssen unter Hochdruckbedingungen von der Rollen- und der Scheibenoberfläche abgespült werden. 2. Die Scheibenkörnung ist, gegenüber jedem anderen mit Diamanten erzeugten \Rightarrow Abricht- bzw. \Rightarrow Konditionierverfahren, um mindestens 3 Korngrössenstufen (\Rightarrow Korngrösse) feiner zu wählen. Grund dafür ist das Ausbruchprinzip, weil mehrheitlich ganze Körner aus der Scheibe gedrückt werden und so eine extrem griffige \Rightarrow Arbeitsumfläche entsteht. Crushieren gilt deshalb als jenes Profilierverfahren, mit welchem die leistungsfähigsten Scheibenprofile erzeugbar sind. Problem: Weil eben immer entweder ganze Körner oder zumindest grössere Bruchstück aus der Schleifscheibe „gewalzt“ werden, ist es oftmals sehr schwierig, hohe Oberflächenqualitäten zu erzeugen. Durch Ausrollen nach erfolgter Profilierung, ohne weitere Zustellung, lässt sich dieses Problem etwas vermindern.

Crushierrollen

\Rightarrow Crushieren



D

Diamant

Härtester bekannter Stoff (Härte nach Knoop ca. 7000 N/mm²). Er besteht aus reinem Kohlenstoff C. Er kommt sowohl als Naturdiamant (Korngrößen normalerweise, aber nicht ausschliesslich, oberhalb einigen Zehntelmillimetern) wie auch als künstlich hergestellter Diamant (Herstellung in der Retorte) zum Einsatz. Die thermische Leitfähigkeit beider Diamantarten ist enorm gross. Wird ein Diamant thermisch überbeansprucht (Naturdiamant bei etwa 800°C, künstlicher Diamant bei ca. 850°C), so zerfällt er in sein Kohlenstoffgitter (oxidiert) und wird dann „weich wie eine Bleistiftmine“. Werden Diamantscheiben und/oder Diamantwerkzeuge eingesetzt, so ist in jedem Fall für eine ausreichende Kühlung und/oder eine geringe thermische Belastung zu sorgen. Als ➔Kühlschmierstoff eignet sich bei geringen ➔Abtragsleistungen eine organische Lösung. Reicht die ➔Benetzung einer organischen Lösung aus thermischen Gründen nicht mehr aus, so kann eine leicht geschmierte Emulsion (Ölgehalt ca. 15 – 20% im ➔Konzentrat) oder aber ein dünnflüssiges Schleiföl (Viskosität zwischen ca. 2.5 und 3.5 cSt./40°C) Verwendung finden. Da Diamant auch bei höchsten ➔Schnittgeschwindigkeiten nicht mehr dynamisch härter wirkend gemacht werden kann, wird normalerweise mit 18 – 25 m/s geschliffen.

Diamantabrichtplattenbreite

➔Abrichtplatte

Diamantplattenbreite

➔Diamantabrichtplattenbreite

Diamantprofilrollen

➔Diamantrollen

Diamantrollen

Diamantrollen weisen einen Stahlkörper auf, welcher in unterschiedlicher Weise mit Diamantkörnern bestückt ist. Mit solchen Rollen, welche meist mit einem genauen Profil versehen sind, können Schleifscheiben sowohl im ➔Gleich- wie auch im ➔Gegenlauf profiliert (konditioniert) werden. Im einfachsten Fall wird der Rollenkörper um die genaue Grösse eines Diamantkorns im Radius gemessen tiefer vorbearbeitet. Das Diamantkorn selbst wird danach mittels galvanischer Nickelbindung fest auf dem Rollenkörper verankert. Lediglich die höchsten überstehenden Spitzen von einzelnen Diamanten werden vom Rollenhersteller abgeschliffen, damit sie beim Profilieren keine Rillen in der Scheibe hinterlassen. Es gibt aber noch zwei andere Belegungsverfahren: Im Umkehrverfahren mit gestreuten Diamantkörnern wird eine Negativform der fertigen Rolle hergestellt, diese innen mit einem nicht trocknenden Kleber bestrichen und dann die Diamantkörner eingestreut. Danach wird die Negativform mit einer Metallbindung ausgegossen und nach dem Abkühlen innen genau zentrisch zum Profilbelag ausgedreht. Die Negativform kann nun aufgeschnitten und das fertiggebundene Diamantprofil auf einen exakt gefertigten Stahlrollenkörper aufgezogen werden. Solche Diamantprofilrollen schleift man nur dann vor dem ersten Einsatz nach, wenn der Traganteil ein bestimmtes Mass haben soll. Die Herstellung handgesetzter Diamantrollen verläuft praktisch genau gleich, wie oben beschrieben. Nur erfolgt die Diamantbelegung in der Negativform von Hand, in bestimmten vorgegebenen Mustern. Die verwendeten Diamantkörner sind ebenfalls handverlesen, d.h. ihre Grösse ist innerhalb einer engen Toleranz gleich. Solche Rollen sind sehr teuer, aber ihre ➔Standzeit ist auch entsprechend hoch.

Im Gegensatz zum ➔Crushieren werden hier die Rollen immer angetrieben. Das hat seinen Sinn, denn zwischen der Diamantrolle und der Schleifscheibe soll während dem Profilieren eine in Abhängigkeit der gewünschten ➔Wirkrautiefe genau definierbare Differenzgeschwindigkeit vorhanden sein. Man gibt in der Praxis nicht die entsprechenden Drehzahlen der Rolle und der Scheibe an, sondern man stellt ein bestimmtes ➔Geschwindigkeitsverhältnis ein. Für Schrupp- und Leistungsschliffe sollte das Geschwindigkeitsverhältnis bei etwa 0.7 – 0.8 im ➔Gleichlauf liegen. Will man dagegen eine ➔Rautiefe erzeugen, welche für einen Fertigschliff geeignet sein soll, bietet sich die Umkehr der Rollendrehrichtung (➔Gegenlauf) ohne eine Drehzahlveränderung an. Die ➔Wirkrautiefe wird dann etwa dreimal geringer als im ➔Gleichlauf. Der Bereich der ➔Rollenzustellung liegt zwischen etwa 0.0001 und 0.002 mm pro Scheibenumdrehung, abhängig von der zu erzeugenden ➔Wirkrautiefe. Achtung: Im Gleichlauf ist unbedingt zu beachten, dass die Rolle nicht von der stärkeren Schleifscheibe durch die hohe Friktion mitgenommen wird und dann ein Geschwindigkeitsverhältnis von 1.0 entstehen würde. Das würde dann Crushierbedingungen (➔Crushieren) entsprechen und dafür ist keine Diamantprofilrolle geeignet, auch wenn auf diese Weise die höchste mögliche ➔Wirkrautiefe erzeugbar wäre.



Diamantspitzscheiben

Diese Scheiben weisen ein typisches Spitzprofil mit einem Winkel von 15° bis etwa 30° auf. Sie sind diamantbestückt (galvanisch ein- oder mehrschichtig, gestreut im Umkehrverfahren oder handgesetzt) und werden in einem Durchmesserbereich von ca. 50 mm bis etwa 150 mm zum ➔Profilieren von Schleifscheiben eingesetzt. Diamantspitzscheiben drehen im ➔Gleich- oder ➔Gegenlauf zur Schleifscheibe, wodurch sich unterschiedliche ➔Wirktiefen erzeugen lassen.

Diamantwerkzeugwirkbreite

Von der Wirkbreite eines Diamantwerkzeugs, welches zum ➔Abrichten bzw. ➔Konditionieren einer Schleifscheibe eingesetzt wird, hängt einerseits die unter Berücksichtigung der Scheibendrehzahl maximal mögliche Vorschubgeschwindigkeit des Werkzeugs ab. Andererseits kann nur dann der ➔Überdeckungsgrad ausgerechnet bzw. richtig eingestellt werden, wenn die Diamantwirkbreite bekannt ist. Bei ➔Einkorndiamanten gilt die Abflachung an dessen Spitze als ➔Diamantwirkbreite. Bei ➔Abrichtigeln ist es der 0.7- bis 1.0-fache Igeldurchmesser (hängt von der Diamantkorngrösse ab) und bei ➔Abrichtfliesen und bei ➔Nadelfliesen ist es die 0.7- bis 1.0-fache ➔Diamantabrichtplattenbreite (hängt ebenfalls von der eingesetzten Diamantkorngrösse und der Konzentration ab).

Diamantwirkbreite

➔Diamantwerkzeugwirkbreite

Dreh-Umfangs-Längsschleifen DUL

Bezeichnung nach DIN 8598. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Einstechschleifen auf Rundtischmaschinen.

Dreh-Umfangs-Querschleifen DUQ

Bezeichnung nach DIN 8598. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Flachsleifen auf Rundtischmaschinen.

Düsen

➔KSS-Düsen

Düsenaustrittsquerschnitt

Öffnung vorne an der Kühlschmierstoffdüse. Will man für die KSS-Zuführung die von OTT definierten Gleichlaufbedingungen (➔Gleichlaufkühlung und -reinigung nach OTT) bezüglich des KSS-Strahls erreichen, so muss die Düsenaustrittsöffnung in Abhängigkeit der verfügbaren ➔KSS-Menge und des in der Düse anstehenden ➔KSS-Drucks dimensioniert sein. Ist nämlich die Düsenöffnung zu gross, so kann wohl mehr KSS aus der Düse ausströmen, der Druck fällt aber dabei zusammen. Ist die Öffnung zu klein, steht der Druck an, aber die notwendige Menge kann nicht ausströmen.

Düseninnendurchmesser

➔Runddüsen

Düsenöffnung

➔Düsenaustrittsquerschnitt

Düsen Schlitzbreite

➔Düsenaustrittsquerschnitt
➔Flachschlitzdüsen

Düsen Schlitzhöhe

➔Düsenaustrittsquerschnitt
➔Flachschlitzdüsen



E

Edelkorund

Eigenschaften von Edelkorund weiss:

- o hart und spröd, zäh, splittert spitz-bizar.

Eigenschaften von Edelkorund rosa (0.2% Chromoxid):

- o sehr hart, kanten- und stossfest, splittert spitz.

Eigenschaften von Edelkorund rubin (2.0% Chromoxid):

- o sehr hart, weniger spröd als EK weiss, kanten- und stossfest, splittert spitz.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!

Effektive Schleifleistung

Reine, für den jeweiligen Schleifprozess aufgebrauchte Leistung. Die ↻Leerlaufleistung und der allenfalls zur Beschleunigung des Kühlschmierstoffs anfallende Leistungsbedarf sind dabei in Abzug zu bringen.

Effektive Zustelltiefe

Im Unterschied zur Zustelltiefe, welche die absolute Tiefe eines Durchschliffs angibt (↻Vollschnittschleifen), kennzeichnet die effektive Zustelltiefe diejenige Tiefe, die sich als Maximum ergibt, wenn die Werkstücklänge und/oder die Schleiflänge kürzer als das Scheibeneintrittsegment (↻Eintrittssehnenlänge) ist.

Einflussgrösse

In der Schleiftechnik gibt es eine Vielzahl von Einflussgrössen, welche in irgendeinem Zusammenhang untereinander stehen. Wird eine solche Einflussgrösse verändert, so „beeinflusst“ sie unter Umständen mehrere andere, was im negativen Fall zu unterschiedlich grossen Problemen im Prozessablauf führen kann. Die meisten ↻Stellgrössen sind solche Einflussgrössen.

Eingriffsbedingungen

Alles was in der ↻Kontaktzone den Prozessverlauf beeinflussen bzw. bestimmen kann, wird zu den Eingriffsbedingungen gezählt. Neben der Grösse der Kontaktzone sind die Schleifscheibe (Art, Korngrösse, Härte, Bindung, Struktur, ↻Wirkrautiefe) und die gegebenen Werkstoffeigenschaften (Stoff, Härte, Dehnung, usw.) von Bedeutung. Dazu kommen die ↻Stellgrössen und davon abgeleitet das bezogene ↻Zeitspanvolumen sowie die von der ↻Schnittgeschwindigkeit abhängige ↻mittlere Spandicke, welche ihrerseits das Scheibenverhalten massgeblich beeinflusst. Berücksichtigt man noch die Schmierfähigkeit des eingesetzten ↻KSS, ergeben die Eingriffsbedingungen nicht nur den Leistungsbedarf, sondern auch die Schleifkräfte und letztendlich die erzielbare Oberflächenqualität am Werkstück. Die Eingriffsbedingungen wirken sich aber auch auf das Verhalten der Schleifmaschine selbst aus.

Eingriffsverhältnisse

↻Eingriffsbedingungen

Einkorndiamant

Bekanntestes ↻Abricht- bzw. ↻Konditionierwerkzeug. Wird immer noch häufig eingesetzt, obwohl der Einkornabrichter vom Neuzustand bis zu seiner notwendigen Umsetzung bei zu grosser Anflächung praktisch zu keinem Zeitpunkt reproduzierbare Bedingungen gewährleistet. Das begründet sich mit seiner nicht linearen Abnützung über die ↻Standzeit. Nach etwa 12 - 15 Abrichtungen weist ein guter Nahtstein — so werden die dazu verwendeten Naturdiamanten genannt — eine Anflächung von etwa 0.4 mm auf. Hat er ca. 115 – 120 Abrichtungen hinter sich, so beträgt der Durchmesser der Anflächung bereits etwa 0.8 mm. Durch diese Veränderungen kann ein bestimmter vorgegebener ↻Überdeckungsgrad nicht während längerer Zeit eingehalten werden, was zu Veränderungen bei der ↻Wirkrautiefe an der Schleifscheibe führt.

Einkristallkorund

Eigenschaften von Einkristallkorund hellgrau:

- o ausserordentlich hart, zäher als EK weiss, splittert leicht blockig bis spitz.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!



Einsatzbedingungen

Bedingungen, unter welchen eine Schleifscheibe oder ein ↻Abrichtwerkzeug eingesetzt werden. Man spricht oft davon, dass „die gesamten Einsatzbedingungen“ zu ändern seien, wenn das Ergebnis eines Schleifprozesses nicht den Vorstellungen entspricht.

EK

EK = Abkürzung für ↻Edelkorund

E-Modul von Schleifscheiben

Der Elastizitätsmodul (↻E-Modul von Werkstoffen) von Schleifscheiben kann nur mit einem speziell dafür entwickelten Messgerät bestimmt werden. Über die gezielte Schwingungsanregung einer Schleifscheibe und ihrem Ausklingverhalten wird von einem Rechner der Elastizitätsmodul ausgegeben. Abhängig von der Scheibengrösse, -form, -härte und -zusammensetzung ergeben sich unterschiedliche E-Modulwerte. Sie reichen z.B. bei weichen, offenen Scheiben mit der Form 1 und einem Durchmesser von 350 – 400 mm von etwa 24'000 – 32'000 N/mm². Harte, dichte Scheiben in gleicher Form und Dimension ergeben einen E-Modul von ca. 46'000 – 65'000 N/mm². Der so gemessene E-Modul hat sich in der Scheibenfertigung als durchaus zweckmässige Messgrösse zur Bewertung der Chargengleichmässigkeit bewährt, auch wenn das Messverfahren gewisse Ansprüche an den Prüfer stellt und zudem nicht für alle Arten von Scheiben und deren Formen einsetzbar ist. Für anwendungstechnische Zwecke hat der E-Modul keine Bedeutung, es sei denn, ein Anwender kontrolliert stichprobenmässig mit einem Messgerät den E-Modul der ihm vom Scheibenlieferanten angelieferten Scheiben auf Fertigungsgleichmässigkeit. Das kommt aber höchstens dann infrage, wenn wiederkehrende grosse Stückzahlen gleicher Schleifscheiben für kritische Schleifprozesse benötigt werden. Interessant: Scheiben sind vier- bis achtmal elastischer als Stahl!

E-Modul von Werkstoffen

Der Elastizitätsmodul ist der Verhältniswert (Quotient) aus der auf den Anfangsquerschnitt eines Stabes bezogenen Zugkraft und der auf die Messlänge bezogenen Verlängerung unter Belastung innerhalb des elastischen Bereichs des geprüften Werkstoffs. Der E-Modul wird in N/mm² angegeben. Stahl hat einen E-Modul von 210'000 N/mm².

Einrollen

↻Crushieren, ↻Rolldiamantieren

Eintauchtiefe

Dieser Begriff wird zur Definition der Schleiftiefe beim Tauchschleifen verwendet, also für ein Schleifverfahren, bei welchem ohne tangentialen Vorschub der Scheibe, bezogen auf die Kontaktzone, geschliffen wird.

Eintrittssegmentlänge

↻Eintrittssehnenlänge

Eintrittssehnenlänge

Die Eintrittssehnenlänge beschreibt den Weg, welchen die Schleifscheibe bei sich ständig verändernden Bedingungen zurücklegen muss, bis sie erstmals die volle ↻Zustelltiefe erreicht. Besonders wichtig beim ↻Vollschnittschleifen (Flachschleifen) und grossen Profiltiefen. Ist ein Werkstück, das bearbeitet werden soll, kürzer als die Eintrittssehnenlänge, dann kann das ↻bezogene Zeitspanvolumen nur korrekt berechnet werden, wenn die ↻effektive Zustelltiefe dazu verwendet wird.

Emulgator

Alle wasserlöslichen, ölbasierten ↻Kühlschmierstoffe (↻Emulsionen) benötigen einen Emulgator, damit sich das Öl — zum Teil auch zusammen mit ↻Additiven — in kleinen Tröpfchen im Wasser schwebend fein verteilen lässt und nicht mehr eine homogene Ölschicht gebildet werden kann. Es gibt grob- und feindisperse Emulsionen, wobei die letzteren aus verschiedenen Gründen mehr Vorteile im Einsatz beim Schleifen zeigen. Das Ansetzen von Emulsionen erfolgt nach der Regel: „Zuerst das Wasser und dann das Konzentrat einrühren!“ Emulsionen haben eine ↻Standzeit von etwa 6 – 12 Monaten, bei pfleglicher Behandlung zum Teil sogar bis zu 18 Monaten und mehr. Es gibt sie auf reiner Mineralölbasis mit und ohne ↻Additive. Neuerdings sind Emulsionen auf Basis synthetischer Öle auf den Markt gekommen. Sie sind hoch additiviert und zeigen in einigen Fällen Eigenschaften, die ganz nahe an jene von reinen Schleifölen heranreichen. Wenn Schleifmaschinen nicht für den Öleinsatz geeignet sind wegen fehlender Abdeckungen, Absaugungen und Löscheinrichtungen, so können solche Hochleistungsemulsionen durchaus als vertretbarer Ersatz dienen.



Emulsion

Im Prinzip besteht jede Emulsion, welche für die Kühlung und Reibungsverminderung in einem Spanungsprozess zum Einsatz gelangt aus den drei Grundkomponenten Wasser, Mineralöl oder synthetisches Öl und einem Emulgator. Abhängig von der Art des Emulgators lassen sich grob- oder feindisperse Emulsionen ansetzen. Beim Ansetzen ist einerseits auf die Reihenfolge „Wasser und dann Öl“ und andererseits auf die Wasserhärte und den pH-Wert zu achten. Weiches Wasser führt zu starker Schaumbildung und hartes Wasser zu Kalkseifenausscheidung. Nähere Angaben dazu findet man normalerweise auf den Produktebeschreibungen des Herstellers. Emulsionen mit einem maximalen Ölgehalt von etwa 20% im Konzentrat werden auch als „halbsynthetische Emulsionen“ bezeichnet. Mittlerweile sind Emulsionskonzentrate erhältlich, welche bis 70% Öl und Additive zusammen enthalten. Solche Emulsionen eignen sich ganz besonders dort, wo Schleiföle eigentlich angebracht wären, wegen ungenügenden Abdeckungen und fehlenden Sicherheitseinrichtungen aber nicht zur Anwendung gelangen können. Ihre Leistungsmerkmale unterscheiden sich nur noch in geringer Weise von jenen der Öle, allerdings eignen sie sich nicht für Hochgeschwindigkeits-Schleifprozesse, d.h. für Schnittgeschwindigkeiten deutlich über 80 m/s.

EP-Additive

EP-Additive (EP = Extreme Pressure) weisen ein typisches Reaktionsverhalten auf (chemische Reaktion) auf, d.h. sie bilden eine relativ dünne, plastisch deformierbare und/oder leicht scherbare sowie hochdruckfeste und reibungsvermindernde Schicht (z.B. Metallseifenschicht, Metallsulfide, usw.) auf dem Werkzeug und/oder auf dem Werkstoff. Dies erfolgt allerdings nur unter Einwirkung von Wärme und Druck. Die meisten Hochleistungskühlschmierstoffe (Emulsionen, spezielle Lösungen und Schleiföle) enthalten deshalb neben ↻FM- und ↻AW-Additiven auch EP-Zusätze. Beispielsweise ist aktiver Schwefel ein solcher EP-Zusatz, weist aber den Nachteil auf, dass sich besonders Buntmetalle dadurch verfärben. Inaktiver Schwefel kann in dieser Hinsicht bedenkenlos zum Einsatz gelangen.

F

FEPA

FEPA = Fédération Européenne de Fabricants de Produits Abrasifs. Normung und Rationalisierung auf internationaler Basis auch für die Kennzeichnung und Grösse (↻Korngrösse) von ↻Schleifmitteln.

Flachschlitzdüsen

Kühlschmierstoffzuführdüsen, welche meistens für flache mit der Peripherie arbeitende Umfangsschleifscheiben eingesetzt werden (Flachschleifen, Aussenrundscheiben). Ihre Strahlbreite soll so abgestimmt sein, dass sie die Wirkbreite der Scheibe nur um etwa 2 – 4 mm überragt. Ferner ist auf eine saubere Strahlführung zu achten, damit dieser beim Austritt aus der Düse nicht aufreißt und dadurch Umgebungsluft mitnimmt. Die Kühlwirkung würde andernfalls stark reduziert, auch wenn die zugeführte ↻KSS-Menge ausreichend gross ist. Der Düsenschlitz ist auf den verfügbaren Systemdruck und die erforderliche KSS-Menge abzustimmen.

FM-Additive

Dieser Begriff wurde erst in neuerer Zeit für jene ↻KSS-Additive eingeführt, welche ganz spezifische Komponenten zur gezielten Reduktion der Reibung zwischen der Schneide und dem Werkstoff enthalten (FM = Friction Modifier). Diese Additive zeigen ein typisches Adsorptionsverhalten, d.h. sie besitzen mehr oder weniger starke polare Eigenschaften und weisen deshalb eine hohe Affinität zu den meisten Stoffen bereits bei 20°C (Raumtemperatur) auf. Die Oxidationsgrenze liegt, abhängig vom jeweiligen FM-Aufbau, zwischen 140°C und etwa 350°C. Die thermisch resistenteren FM-Additive sind zudem in der Lage, das sogenannte „Chlorloch“ (140°C bis ca. 370°C) zu überbrücken. Wichtige FM-Additive:

- o pflanzliche und tierische Triglyceride
- o natürliche und synthetische Ester
- o Mineralöl und synthetisches Öl.



G

G-Wert

Gibt das Verhältnis zwischen dem abgetragenen Werkstoffvolumen V_w und dem dazu verbrauchten Schleifscheibenvolumen V_{sc} an. Dabei rechnet man den durch das ➔Konditionieren an der Scheibe abgetragenen Anteil mit. Man könnte den G-Wert auch so definieren: Abgetragenes Spanvolumen dividiert durch das zwischen zwei Konditionierungen verschlissene und abgetragene Scheibenvolumen. Es ist eine reine Verhältniszahl. Ihre Grösse schwankt bei konventionellen Schleifarbeiten und Standardschleifstoffen zwischen ca. 3 – 30 und kann beim Einsatz von CBN, abhängig von der jeweiligen Schleifaufgabe und/oder von den Leistungsansprüchen, Werte über 1'200 bis etwa 12'000 erreichen. G-Werte zwischen etwa 8'000 und 12'000 sind beispielsweise beim ➔Hochgeschwindigkeitsschleifen durchaus möglich.

Gegenlauf

Im Gegenlauf wird dann gearbeitet, wenn die Schleifscheibe sich gegenläufig zur Vorschub- oder Drehrichtung des Werkstücks bewegt. Beim ➔Profilieren mit ➔Diamantrollen lässt man die Profilrolle im Gegenlauf zur Schleifscheibe arbeiten, wenn die zu erzeugende ➔Wirkrautiefe gering sein soll.

Gesamtzeit

Die Gesamtzeit schliesst die ➔Hauptzeit und alle ➔Nebenzeiten ein. Sie ist massgebend für die endgültige Berechnung der Fertigungskosten.

Geschwindigkeitsverhältnis beim Profilieren

Die erzeugbare ➔Wirkrautiefe an der Schleifscheibe hängt in hohem Masse vom Geschwindigkeitsverhältnis zwischen der Rolle und der Schleifscheibe ab. Ein Wert von etwa 0.8 im ➔Gleichlauf ergibt eine für einen Schrupp- oder Leistungsschliff geeignete ➔Wirkrautiefe. Mit demselben Verhältniswert, also – 0.8 im ➔Gegenlauf der Rolle zur Scheibe kann die vorher erreichte ➔Wirkrautiefe ca. um den Faktor 3 verringert werden.

Geschwindigkeitsverhältnis beim Schleifen

Das Geschwindigkeitsverhältnis beim Schleifen hat eine besondere Bedeutung. Die Bereiche zwischen etwa 45 und 120 (eingeschränkt zwischen 60 und 80) kennzeichnen den konventionellen Schleifbereich. Zwischen deutlich über 120 und kleiner als 1500 liegt ein Bereich, in welchem oft thermische Schädigungen der ➔Werkstücksrandzone zu beobachten sind. Oberhalb von 1200 und bis ca. 42'000 liegt der Bereich, welcher dem ➔Vollschnittschleifen zugeordnet werden kann. Übrigens wäre ein Schleifen mit einem Geschwindigkeitsverhältnis unter 45 zu begrüssen. Leider liegen aber die Resonanzfrequenzen einzelner Bauteile der Maschine bereits im Bereiche der sich dann ergebenden Drehfrequenzen, was zu regenerativem Rattern und nachfolgendem Prozessabbruch führen würde.

Gleichlauf (Bearbeitungsrichtung zum Werkstück)

Im Gleichlauf wird dann gearbeitet, wenn die Schleifscheibe sich gleichläufig zur Vorschub- oder Drehrichtung des Werkstücks bewegt. Beim ➔Profilieren mit ➔Diamantrollen lässt man die Profilrolle im Gleichlauf zur Schleifscheibe arbeiten, wenn die zu erzeugende ➔Wirkrautiefe möglichst gross sein soll. Dies gilt besonders für das Leistungs- und Hochleistungsschleifen.

Gleichlaufkühlung und –reinigung nach OTT

1975 hat OTT gezeigt, dass ein kalibrierter, pseudolaminarer Kühlschmierstoffstrahl dann an der ➔Umfäche der Schleifscheibe haftet, wenn er mit derselben Geschwindigkeit zugeführt wird, wie die Schleifscheibe als ➔Umfangsgeschwindigkeit aufweist. Man kann unter diesen Bedingungen beobachten, wie der KSS-Strahl, entgegen der wirkenden Zentrifugalkraft, über einen Winkelbereich von etwa 30° bis 40° an der dem Strahl zugewandten Seite der Scheibe haftet. Auf diese Weise kann zumindest soviel ➔KSS in die ➔Kontaktzone gelangen, wie die Scheibe in ihrer Randpartie aufnehmen und transportieren kann. Die korrekte Strahlgeschwindigkeit wird über den Kühlschmierstoffdruck erzeugt. Damit der KSS-Strahl tatsächlich pseudolaminar austritt, muss die Düsenöffnung nach ganz bestimmten Voraussetzungen geformt und bearbeitet sein. Im Schnittgeschwindigkeitsbereich bis etwa 60 m/s ist es kein Problem, eine kostengünstige KSS-Pumpe zu finden, welche den erforderlichen Druck erzeugen kann. OTT hat nämlich gezeigt, dass bereits ab der 0.6-fachen theoretischen Strahlgeschwindigkeit die KSS-Haftung an der Schleifscheibe beginnt. Optimal sind absolute Gleichlaufbedingungen von Scheibe und KSS-Strahl. Liegt die Strahlgeschwindigkeit über jener der Schleifscheibe, so reisst die Haftung sofort wieder ab.



H

Halbedelkorund

Nicht vollständig von Fremdanteilen gereinigtes Korund. Wird für bestimmte Einsatzzwecke mit grossem Erfolg verwendet. Nicht zu verwechseln mit der Mischung aus Normalkorund und Edelmetallkorund, deren Eigenschaften wieder völlig anders sind.

Eigenschaften von Halbedelkorund grau-braun:

- hart aber weniger zäh und druckfester als Normalkorund, splittert spitz.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel unter der Rubrik Schleifscheiben!

Hauptzeit

Der gesamte zeitliche Aufwand für einen Arbeitsprozess nennt man Hauptzeit t_h . Darin sind alle Zeitanteile enthalten, welche vom Prozessstart bis zu dessen Ende anfallen. Die ausserhalb liegenden ↻Nebenzeiten werden nicht berücksichtigt. Diese werden erst beim Erfassen der ↻Gesamtzeit miteinbezogen.

HEDG = High Efficiency Deep Grinding

Damit wird ein in Kombination mit dem ↻Vollschnittschleifen durchgeführter Hochgeschwindigkeits-Schleifprozess bezeichnet (eingeführt wurde der Begriff HEDG von T. Tawakoli und P. G. Werner).

Hochgeschwindigkeitsschleifen (HSG)

Das Schleifen mit hohen Umfangsgeschwindigkeiten hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Der HSG-Bereich (HSG = High Speed Grinding) beginnt etwa bei 80 m/s und reicht bis ca. 300 m/s. In den weitaus meisten Fällen werden Geschwindigkeiten zwischen 120 und 180 m/s angewandt. Sehr wichtig, und für den Erfolg massgebend, sind beim HSG-Schleifen die Prozessvorgaben. Diese müssen so abgestimmt sein, dass die in der ↻Kontaktzone durch Reiben, Pflügen und Umformen erzeugte Wärme zu etwa 80 – 90% über die Späne abgeführt wird. Andernfalls sind thermische Randzonenschäden zu erwarten. Als Kühlmedium setzt man ausschliesslich hochwertige Schleiföle ein, das die auf Wasser basierenden KSS (Emulsionen und Lösungen) zu einem grossen Teil in der ↻Kontaktzone verdampfen würden. Der Vorteil des HSG-Schleifens: Extrem kurze Schleifzeiten bei gleichzeitig hohen Abtragsleistungen.

HSG = High Speed Grinding

↻Hochgeschwindigkeitsschleifen

Hublänge

Bewegungslänge des Werkstücks, einer Spannvorrichtung oder des Arbeitstisches, um die geplante Schleifoperation durchführen zu können. Die Hublänge setzt sich beim Flach- und Flachprofilschleifen im Allgemeinen aus der eigentlichen Schleiflänge und den für die Umsteuerung benötigten ↻Überlaufwegen zusammen. Beim Pendelschleifen von kurzen Werkstücken kann es sein, dass der Anteil der ↻Überlaufwege bzw. der ↻Umsteuerwege grösser ist als die eigentliche effektive Schleiflänge. In einem solchen Fall sollte geprüft werden, ob ein ↻Vollschnittschliff nicht kürzere ↻Schleifzeiten ergeben würde.

I/J

Innenrund-Umfangs-Längsschleifen IUL

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Innenrundlängsschleifen.

Innenrund-Umfangs-Querschleifen IUQ

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Innenrundeinsteichschleifen.

Investierte Leistung

Effektives Leistungspotential (Scheibenantriebsleistung), welches für einen gegebenen Schleifprozess aufgewendet werden muss. Dabei werden alle Leistungsanteile zusammengerechnet, also auch die Leerlaufleistung und — wo dies eine dominante Rolle spielt — auch der zur Beschleunigung des Kühlschmierstoffs benötigte Leistungsanteil.



K

Kammerdüse

Kühlschmierstoffdüse in Kammerbauweise. Sie ist lediglich in Richtung zur rotierenden Schleifscheibenarbeitsfläche geöffnet und überdeckt die Scheibe seitlich meist etwas (mit wenig Abstand zu den rotierenden Scheibenseiten). Die Ver-/Einstellung einer Kammerdüse muss in allen Freiheitsgraden möglich sein. Oben schliesst sie, aber noch ohne die Scheibe zu berühren, nahezu vollständig ab und sorgt so für das Ablenken des durch Grenzschichthaftung mit rotierenden Luftmantels. Unten wird sie so weit von der Scheibe entfernt, dass ein mit einer Flachschrütdüse vergleichbare Austrittsöffnung für den Kühlschmierstoff entsteht. Einziger Unterschied zu einer Flachschrütdüse: Die Schlitzöffnung wird nur von drei Seiten durch die Kammerdüse gebildet. Die vierte Seite ist die rotierende Scheibenarbeitsfläche. Normalerweise werden Kammerdüsen mit grossem Nutzungsbereich sind diese Düsen ungeeignet. Dagegen werden sie in zunehmendem Masse zusammen für Scheiben mit hochharten Schleifstoffen (CBN und Diamant) eingesetzt. Achtung: Weil die Schleifscheibe den Kühlschmierstoffstrom auf etwa Umfangsgeschwindigkeit beschleunigen muss, kann ganz besonders im Bereiche des Hochgeschwindigkeitsschleifens ein nicht unwesentlicher Teil der installierten Schleifleistung allein für die Strahlbeschleunigung wegfallen.

Keramische Bindung

Gut splitternde und in unterschiedlichsten Arten und Zusammensetzungen anwendbare Bindungsmasse. Die keramische Bindung weist gegenüber anderen Bindungsarten den Vorteil auf, Porenräume zu bilden, wobei diese einerseits über den Pressdruck und andererseits, wenn die Porenräume besonders gross sein müssen, mittels ausbrennbaren Hilfsstoffen erzeugt werden. Poren sind notwendig, um einerseits Kühlschmierstoff in die Kontaktzone zu transportieren und andererseits die Spanaufnahme zu ermöglichen. Je grösser die Abtragsleistung, desto grösser müssen auch die Porenräume sein. Keramische Bindungen lassen sich in verschiedenen Härten herstellen (siehe Scheibenbezeichnungen). Dabei wird das Alphabet verwendet, wobei der Bereich um E – F als extrem weich, G – I als weich, J – K als mittelhart, L – O als hart, P – R als sehr hart und S – U als extrem hart gilt. Die Messverfahren zur Härtebestimmung sind nicht genormt, so dass nur selten die Härtebezeichnungen eines Herstellers mit den gleichlautenden eines anderen Herstellers übereinstimmen.

Konditionieren

Alle bekannten formgebenden Scheibenbearbeitungsverfahren (Abrichten, Profilieren) werden heute unter dem Oberbegriff „Konditionieren“ zusammengefasst. Das gilt für stehende Abrichtwerkzeuge genauso, wie für drehende (Rollenprofilierung, Diamantspitzscheiben).

Konditionierprozess

- ➔Abrichten
- ➔Profilieren
- ➔Konditionieren

Konditionierung von Schleifscheiben

- ➔Konditionieren

Konditionierwerkzeug

Abricht- oder Profilierwerkzeug zur wiederkehrenden Bearbeitung einer Schleifscheibe oder zu deren Prozessvorbereitung.

Kontaktbogen

Durch die Eingriffsverhältnisse zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück ergibt sich — geometrisch betrachtet — ein Kreisbogensegment. Handelt es sich um einfache zylindrische Schleifscheibenformen, welche mit ihrer Umfläche zum Einsatz gelangen, so bildet sich ein Kontaktbogen, welcher dem Radius der Scheibe entspricht. Wird jedoch z.B. im Schrägeinstechverfahren gearbeitet oder sind komplexe Profile zu schleifen, verändert sich der Kontaktbogen entsprechend der Scheibengeometrie.

Kontaktbogenlänge

- ➔Kontaktbogen
- ➔Kontaktlänge



Kontaktbreite

Berührungsbreite zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück. Sie ist eine wichtige Grösse in nahezu allen Arten von Schleifprozessen, weil viele Berechnungswerte auf einen Millimeter Kontaktbreite bezogen sind. Ist bekannt wieviel an Leistung auf einen Millimeter Kontaktbreite konsumiert wird, kann problemlos jede mögliche Vergrösserung der Schleifbreite berechnet werden, bis die Leistungsgrenze des Schleifscheibenmotors — abzüglich ca. 15% für die Leerlaufleistung — erreicht wird.

Kontaktfläche

Das ist die Fläche die sich im Kontaktbereich zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück bildet. Sie ist unter anderem massgebend für die Kornbelastung, hat aber auch Einfluss auf den Wärmegang (Wärmeübertragung).

Kontaktlänge

Einige Prozessausgangswerte beziehen sich auf einen Quadratmillimeter. So beispielsweise die ↻Kontaktleistung, d.h. die pro Quadratmillimeter ↻Kontaktfläche aufgewendete Schleifleistung. Sie sollte, um hier gleich beim Thema zu bleiben, in konventionellen Schleifprozessen die Grenze von 0.5 kW/mm^2 auf keinen Fall überschreiten. Kennt man die ↻Kontaktbreite und die ↻Kontaktlänge, ist es ein Leichtes, aufgrund der abgelesenen oder gemessenen Leistungsaufnahme, die Kontaktleistung zu berechnen. Auch im Zusammenhang mit der ↻Arbeitsdruckkraft spielt die Kontaktlänge eine wichtige Rolle.

Kontaktleistung

Wichtige Beurteilungsgrösse

↻Kontaktlänge

Kontaktwinkel

Winkelmasse des ↻Kontaktbogens, bezogen auf das Schleifscheibenzentrum.

Kontaktzeit

Benötigte Zeit für den reinen Schleifprozess, ohne Berücksichtigung von irgendwelchen ↻Nebenzeiten.

Kontaktzone

Gesamter Berührungsbereich zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück (↻Kontaktfläche).

Konzentration

Dieser Begriff wird nur für hochharte Schleifstoffe, wie ↻CBN und ↻Diamant, verwendet. Die Konzentration wird in Karat (1 Karat = 0.2 Gramm) gemessen bzw. ausgedrückt und gibt das Gewicht des in einem Kubikzentimeter enthaltenen Schleifstoffs (CBN oder Diamant) an. Anwendung nur üblich für keramische oder für Kunstharzbindungen. Bei einschichtig belegten, galvanisch gebundenen Schleifkörpern wird normalerweise keine Konzentration angegeben.

Kornfliese

↻Abrichtfliese

Korngrösse

Die Schleifkorngrössen werden auch heute noch entsprechend der Siebmaschengrösse gekennzeichnet. Diese Siebe sind genormt, und zwar in „Maschenweite pro Zoll“ mit der Einheit ↻Mesh. Das ergibt dann auch gleich die nominelle Korngrösse. Ein Sieb mit beispielsweise 80 Maschen pro Zoll hält zuerst einmal alle jene Korngrössen auf, welche grösser als die Maschenweite sind. Jene Körner, die durch das 80er-Sieb fallen, vom darunter liegenden Sieb aber aufgehalten werden, entsprechen dann der Korngrösse 80. In Tabellen findet man die mit einer Korngrösse übereinstimmende Dimensionsangabe in Tausendstelmmillimeter. Zumal gebrochene Körner nicht in jeder Richtung gleich gross sind, ergibt sich eine statistische Streuung innerhalb einer Korngrösse. Durch mehrfaches Sieben kann die Streuung verringert werden. Sollen über längere Zeit immer wieder gleich wirkende Scheiben in verschiedenen Chargen hergestellt werden, so werden meist mehrfach ausgesiebte Kornqualitäten eingesetzt.

Kornmaterial

↻Schleifstoff

↻Scheibenspezifikation



Kornschnelden

Durch das ➔Abrichten bzw. ➔Konditionieren entstehen an jedem Schleifkorn mehr oder weniger ausgeprägte Kornschnelden. Die weit verbreitete Annahme, jedes Korn stelle eine Schneide für sich dar, ist falsch. Abhängig vom Splittercharakter des ➔Schleifstoffs (Kornmaterial) und von den Abricht- bzw. Konditioniervorgaben sowie vom angewandten Abricht- bzw. Konditionierverfahren, ergeben sich an einem Schleifkorn immer eine unbekannte Anzahl von Kornschnelden. Vorne liegende sind spannungsfähig, diejenigen, welche weiter zurückstehen pflügen und werfen auf und jene im „Hintergrund“ reiben lediglich und erzeugen Wärme.

Kristallit

Alle zum Schleifen verwendeten Kornarten weisen einen kristallinen Aufbau auf. Dabei unterscheidet man zwischen Einkristallkornarten und solchen, die aus kleineren bis feinsten (➔Sinterkorund) Kristalliten aufgebaut sind. Im Prinzip — aber keineswegs immer — splittert ein Schleifkorn durch das ➔Abrichten oder ➔Konditionieren bzw. durch äussere Krafteinwirkung entlang der Kristallitkanten und -flächen. Aber auch Kristallite können splittern, wodurch feine und feinste Kornschnelden an ein und demselben Korn entstehen können. (➔Sinterkorund)

KSS

Allgemein gebräuchliche Abkürzung für Kühlschmierstoff. (➔Kühlschmierstoff)

KSS-Behältergrösse

Für Einzelanlagen bemisst man die Grösse des KSS-Tanks nach folgender Massgabe: Die pro Minute von allen am Prozess beteiligten KSS-Pumpen geförderte Menge wird mindestens mit dem Faktor 6, besser mit 10 multipliziert. Das gilt, wenn keine zusätzliche ➔Rückkühlung vorhanden ist. Diese Behältergrösse reicht aus, um die zur Entlüftung notwendige Verweilzeit für den KSS zu garantieren. Gleichzeitig wird die Wärmeabgabe an die Umgebung durch Konvektion verbessert. Auch beim Einsatz eines Rückkühlers sollte man nicht zu kleine Behältergrössen wählen. Die sonst auftretende mechanische Belastung des KSS führt zu einer schnelleren Alterung.

KSS-Beschleunigung

➔Leistungsaufwand für KSS-Beschleunigung

KSS-Druck

➔Kühlschmierstoffdruck

KSS-Düsen

Damit der Kühlschmierstoff an die richtige Stelle gelangt, setzt man verschiedenartige KSS-Düsen ein (➔Flachsitzdüsen, ➔Runddüsen, ➔Kammerdüsen). Diese müssen so ausgebildet, dass der durch die Form der Düsenöffnung gebildete KSS-Strahl wirbelfrei und ohne aufzureissen die Düse verlässt. Die Wirbelfreiheit erreicht man durch Beruhigungszonen und Schikanen innerhalb der Düse. Um einen „pseudolaminaren“ Strahl zu erhalten, welcher eben nicht aufreisst und deshalb auch keine Umgebungsluft mitnimmt, müssen die Düsenaustrittsöffnungen auf der dem Strahl zugerichteten Seite scharfkantig sein. Damit der verfügbare Pumpendruck in der Düse ansteht, die erforderliche KSS-Menge aber austreten kann, ist eine exakte Bemessung der Austrittsöffnung unumgänglich.

KSS-Menge

➔Kühlschmierstoffmenge

KSS-Strahl

➔KSS-Düsen

KSS-Strahlgeschwindigkeit

➔Kühlschmierstoffstrahlgeschwindigkeit

KSS-Temperatur

Steigt die Kühlschmierstofftemperatur deutlich über 32°C an und zudem meist mit steigender Tendenz, so muss entweder die ➔Kühlschmierstoffversorgung vergrössert oder ein ➔Rückkühlaggregat zur Stabilisierung der KSS-Temperatur eingesetzt werden. Wenn in sehr engen Toleranzbereichen gearbeitet wird, kann es ohnehin notwendig sein, dass der ➔KSS thermisch stabilisiert wird. Man wählt dann eine Stabilisierungstemperatur von etwa 24°C – 28°C.



KSS-Temperaturdifferenz

Diese Temperaturdifferenz bezieht sich auf die Temperatur zwischen dem zugeführten und dem wegfließenden ➔Kühlschmierstoff. Sie sollte, sofern kein ➔Rückkühlaggregat verfügbar ist, bei einer korrekt dimensionierten ➔Kühlschmierstoffversorgungsanlage im Allgemeinen nicht höher als 3°C - 5°C liegen. Beste Voraussetzungen sind dann geschaffen, wenn die Differenz 2°C – 3°C beträgt. Über einer Differenz von 5°C – 6°C muss die ➔Kühlschmierstoffversorgung angemessen vergrößert oder ein ➔Rückkühlaggregat zur Temperaturstabilisierung eingesetzt werden.

KSS-Zuführung

Kühlschmierstoffzuführung zur Schleifstelle mittels einer dazu geeigneten Düse (➔KSS-Düsen).

Kubisches Bornitrid (CBN)

➔CBN

Kühlmittel

➔Kühlschmierstoff (abgekürzt: KSS)

Das Schleifen gehört zu den energieintensiven Bearbeitungsverfahren, d.h. gegenüber dem Drehen muss beispielsweise für eine gleichgroße zeitbezogene Abtragsmenge eine unverhältnismäßig höhere Leistung aufgewendet werden. Nur in wenigen Anwendungsfällen ist deshalb ein Trockenschleifen ohne thermische Schädigung der Randzone des Werkstücks möglich. Man setzt deshalb meist große Mengen an Kühlschmierstoff ein, um das in Wärme umgesetzte Leistungspotential abzuführen (➔Lösungen, ➔Emulsionen, ➔Schleiföle). Dabei ist zu beachten, dass der Kühlschmierstoff (KSS) über korrekt ausgebildete Düsen der Schleifstelle zugeführt wird.

Kühlschmierstoffbeschleunigung

➔Leistungsaufwand für KSS-Beschleunigung

Kühlschmierstoffdruck

Will man die von OTT entwickelten Gleichlaufbedingungen (➔Gleichlaufkühlung) in einem Schleifprozess anwenden, muss über Druckpotential Geschwindigkeitspotential erzeugt werden (siehe entsprechende Diagramme und Formeln). Je größer die Differenz zwischen der Strahlgeschwindigkeit und der Schnittgeschwindigkeit ist, desto geringer ist die Chance für eine Strahlhaftung an der Scheibe und umso größer wird der Leistungsbedarf an der Scheibe zur Beschleunigung des KSS. Das kann z.B. beim Hochgeschwindigkeitsschleifen dazu führen, dass von einem bestimmten Moment an für den eigentlichen Schleifprozess nicht mehr die erforderliche Leistungsreserve verfügbar ist.

Kühlschmierstoffklasse CL nach OTT

Um mit der Schmierfähigkeit von unterschiedlichen Kühlschmierstoffen rechnen zu können, musste eine willkürlich definierte Skala festgelegt werden. OTT hat dies mit seinen Kühlschmierstoffklassen CL getan. Die Abstufung sieht folgendermassen aus:

0 = Trockenschliff

1 = (an)organische Lösung ohne Schmierzusätze

2 = leicht geschmierte Emulsion oder Lösung

3 = mittel geschmierte Emulsion oder Lösung

4 = stark geschmierte Emulsion oder Lösung

5 = additiviertes Schleiföl

6 = hochadditiviertes Schleiföl und synthetisches Öl

Da bei Emulsionen und Lösungen die Ansetzkonzentration eine wichtige Rolle spielt, ist eine Feinabstufung über die erste Stelle nach dem Komma notwendig. In der von OTT erstellten Kühlschmierstoff-Datenbank COOL1 sind mehrere hundert KSS-Arten aufgeführt und dazu die entsprechenden CL-Werte.

Kühlschmierstoffmenge

Das ist meist jene Menge, die erforderlich ist, um eine ganz bestimmte Schleifaufgabe „brandfrei“ zu lösen. Ist die benötigte Schleifleistung einigermaßen bekannt, kann die Kühlschmierstoffmenge, welche in der Lage ist, die erzeugte Wärme abzuführen, rechnerisch relativ genau bestimmt werden (siehe Diagramme und Formeln).

Kühlschmierstoffstrahlgeschwindigkeit

Die KSS-Strahlgeschwindigkeit ist allein von dem in der Düse verfügbaren Druck abhängig. Stimmt sie nicht mit der 0.6- bis 1.0-fachen Schnittgeschwindigkeit überein (➔Gleichlaufkühlung), so können trotz ausreichender KSS-Menge (➔Kühlschmierstoffmenge) thermische Probleme auftreten. Eine Schädigung der Werkstücksrandzone ist



dann möglich. Der für eine bestimmte Strahlgeschwindigkeit notwendige Druck lässt sich auf einfache Weise berechnen (siehe Diagramme und Formeln). Wichtig ist, dass der Systemdruck unmittelbar vor der Düse durch ein Manometer angezeigt wird.

Kühlschmierstoffversorgung

Sie besteht normalerweise aus einem Kühlschmierstoffbehälter, einem geeigneten Filtersystem und der Förderpumpe. Sie kann für die Versorgung von nur einer Maschine oder aber auch für mehrere gleichzeitig ausgelegt sein. Von ihrer richtigen Dimensionierung hängt in praktisch jedem Schleifprozess sehr viel ab. In einigen Fällen muss zur Stabilisierung der ↻KSS-Temperatur ein ↻Rückkühlaggregat im Hauptstrom oder im Nebenstrom (Bypass) eingesetzt werden.

Kühlschmierstoffversorgungsanlage

↻Kühlschmierstoffversorgung

L

Leerlaufleistung

Leistungsaufnahme des Schleifspindelmotors bei aufgeflosschter Schleifscheibe aber ohne eingeschaltete Kühlschmierstoffzufuhr und ohne zu schleifen.

Leistung

- ↻bezogene Schleifleistung
- ↻Schleifleistung

Leistungsaufwand für KSS-Beschleunigung

Wird ↻Kühlschmierstoff zur Scheibe geleitet und ist die Strahlgeschwindigkeit geringer als die Scheibenumfangsgeschwindigkeit, so wird er zumindest teilweise von der Scheibe mitgenommen, d.h. er wird beschleunigt. Die für diese Beschleunigung benötigte Leistung muss der Schleifspindelantrieb aufbringen. Das kann in gewissen Fällen, besonders beim ↻Hochgeschwindigkeitsschleifen (HSG), zu nicht vernachlässigbaren Leistungsaufwendungen führen. Die zur Beschleunigung des KSS benötigte Leistung steht für den Schleifprozess nicht mehr zur Verfügung.

Leitstufe (Strahlleitstufe)

Beim Flach- und Flachprofilschleifen prallt der ↻KSS-Strahl an der Werkstückskante wenige Millimeter, nachdem die Schleifscheibe ins Werkstück eingetreten ist, ab. Genau an dieser Stelle können deshalb thermische Schäden in der Randzone auftreten. Man spricht auch oft vom „14mm-Brand“, weil bei einem Schleifscheibendurchmesser von 350 – 400 mm die kritische Stelle etwa 14 mm nach der Werkstückskante liegt. Abhilfe schafft eine davor gestellte Leitstufe von 60 – 100 mm Länge. Sie soll nur 0.1 – 0.2 mm tiefer liegen, als die fertig bearbeitete Fläche bzw. als das fertige Profil. Man kann z.B. ein Werkstück etwas tiefer schleifen und „opfert“ es dann als Strahlleitstufe.

Lösung

Lösungen werden noch recht häufig zur Kühlung von Schleifprozessen eingesetzt. Früher waren es anorganische Lösungen, welche Nitrit zur Verhinderung von Rostbildung enthielten. Heute sind es ausnahmslos organische Lösungen, ohne das krebserzeugende Nitrit. Ausser einem Benetzungsmittel (↻Benetzung) enthält eine organische Lösung meist keine besonderen Zusätze. Da sie nicht anfällig auf Bakterien-, Pilzbefall sind, fehlen meist auch die Bakterizide und Fungizide. Durch die fehlende Schmierfähigkeit ist der Einsatz von Lösungen zum Leistungsschleifen kaum geeignet. Viele Anwender schätzen aber deren klare Färbung, wodurch sich nur eine geringe Sichtbehinderung zur Schleifstelle einstellt.

M

Makroverschleiss

Abnützung an einer Schleifscheibe oder an einem Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug (auch an Profilrollen) im Hundertstel- bis Zehntelbereich, manchmal sogar auch grösser. Makroverschleiss ist Verlust und hat Auswirkungen auf die Genauigkeit und Formhaltigkeit.



Materialzugabe

➔Bearbeitungszugabe

Mehrkorndiamant

Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug, bestehend entweder aus einer in Reihe angeordneten Zahl kleiner Naturdiamanten — meist drei bis max. fünf Stück — oder auch aus einem zylindrischen „Zapfen“, in welchem die einzelnen Diamantkörner ungeordnet und mehrschichtig metallisch eingebunden sind. Diese Werkzeuge werden auch „Abricht-Igel“ genannt. Sie sind in verschiedenen Konzentrationen erhältlich und ihr Durchmesser muss in Abhängigkeit der Scheibengrösse und Spezifikation gewählt werden.

Mesh (amerikanische Einheit für Maschen pro Zoll)

Die für Korngrössen definierte Einheit wird heute noch in Mesh, das entspricht der Anzahl von Maschen in einem Siebgitter auf die Länge von einem Zoll bezogen. Was bei konventionellen Schleifstoffen nach dem Brechvorgang noch durch ein bestimmtes Gitter fällt, vom nächst feineren aber aufgefangen wird, erhält die entsprechende Mesh-Korngrösse. Ein 60er-Korn ist somit durch das 60-Maschen/Zoll grosse Gitter gefallen, vom 70er-Korngitter aber aufgehalten worden.

Mikroverschleiss

Abnützung an einer Schleifscheibe oder an einem Abricht- bzw. Konditionierwerkzeug (auch an Profilrollen) im Tausendstelbereich und kleiner.

Mindermengenkühlung

Seit einigen Jahren wird versucht, die zur Schleifscheibe geführte ➔KSS-Menge zu reduzieren, ohne dass dadurch thermische Probleme entstehen dürfen. Man hat die theoretisch zulässigen Mengen definiert, und zwar bei der Mindermengenkühlung sind es $2.0 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{mm})$ die noch zugeführt werden dürfen. In einigen auch anspruchsvollen Anwendungen liessen sich recht gute Ergebnisse erzielen. Eingesetzt wird vornehmlich Schleiföl, aber auch hochaditivierte Emulsionen eignen sich für diese Kühlmethode. Sogar die Spanabfuhr (Spülverhalten) ist noch gewährleistet. An die Art der Zuführung (Düsen und deren Ausrichtung) werden hohe Anforderungen gestellt.

Minimalmengenkühlung

Bei der Minimalmengenkühlung sind gemäss Vorgabe nur noch eine KSS-Menge von 50 ml/h zulässig. Hier geht es um eine reine Verlustkühlung, d.h. es gibt keine Rückführung in eine Versorgungsanlage. Da hierzu nur noch Schleiföle einsetzbar sind und als Träger Druckluft dient, werden die Kornschneiden und das Werkstück nur noch von einem Hauch von Öl überzogen. Eine Kühlwirkung ist lediglich durch die zugeführte Druckluft und in geringem Masse durch die Verdampfung des Schleiföls gegeben. Auch können bestenfalls in der direkten Umgebung der Schleifstelle die anfallenden Späne weggeblasen werden. Einen eigentlichen Spüleffekt gibt es nicht. Zudem muss der gesamte Raum um die Schleifstelle abgedeckt sein und eine leistungsfähige Absaugung hat dafür zu sorgen, dass der Operateur nicht in einem „Öl-Metallnebel“ arbeiten muss. Die Späne dürfen, wegen dem kaum nachweisbaren Anteil an Schleiföl auf ihrer Oberfläche, als Altmittel entsorgt werden.

Mittlere Schneidenraumtiefe

Wird eine Schleifscheibe konditioniert (➔Konditionieren), splintern kleinere und grössere Kornbruchstücke ab. Sie hinterlassen wegen ihrer Vielzahl und einer nahezu unendlichen Überdeckung im Schleifprozess eine relativ homogene Oberfläche. Deren Rauheit ist von der Scheibenspezifikation, den Konditionierungsvorgaben und den übrigen gewählten Stellgrössen abhängig. Logischerweise spielt auch der KSS und seine Art und Zusammensetzung dabei eine nicht unbedeutende Rolle. Betrachtet man nun die Scheibenoberfläche nach dem Konditionieren genau, fällt auf, dass sich nicht alle Kornschneiden auf derselben Höhe befinden. Berechnet man die theoretische mittlere Eindringtiefe der Scheibe, zeigt sich eine interessante Tatsache: In dieser mittleren Schneidenraumtiefe sind einige der Kornschneiden bestenfalls fähig, reibend über das Werkstück zu gleiten, andere können nur pflügen und aufwerfen und eine begrenzte Anzahl ist in der Lage, Späne zu bilden. Wäre das nicht so, könnte gar nicht geschliffen werden. Die Voraussetzung für eine Schleifspanbildung ist die Vorbereitung der Werkstückoberfläche durch reibende und pflügende Kornschneiden. Erst wenn diese ihre Arbeit getan haben, können weiter vorstehende Kornschneiden in der Folge Späne bilden.

Mittlere Spandicke

Die mittlere Spandicke — auch theoretische mittlere Spandicke oder Momentanspandicke genannt — ist ein rein „theoretischer“ Wert, den es so in Wirklichkeit gar nicht gibt. Trotzdem kann damit gerechnet werden und die Belastung der Kornschneiden verläuft sogar proportional zur mittleren Spandicke. Was ist die Annahme? Man geht davon aus, dass nur gerade eine einzige Kornschneide im ➔Kontaktbogen einen Span bildet und berechnet auf-



grund der gewählten Stellgrößen die mittlere Dicke dieses Spanes. Wird in einem Diagramm die mittlere Spandicke als x-Achse und die spezifische Schnittkraft als y-Achse abgetragen, so zeigt sich eine direkte nicht lineare Abhängigkeit zwischen beiden Größen. Noch interessanter ist die mögliche Einflussnahme über die mittlere Spandicke auf die Belastung der Einzelschneide an der Scheibe. Wirkt letztere zu hart, ist eine Erhöhung der mittleren Spandicke angezeigt, wogegen bei einer zu weichen Scheibe eine Reduzierung sinnvoll wäre (siehe weitere Zusammenhänge, Diagramme und Formeln).

Mittlere theoretische Spandicke

➔ mittlere Spandicke

MKD

➔ monokristalliner Diamant

MKD-Abrichtwerkzeug

➔ monokristalliner Diamant

Momentanspandicke

➔ mittlere Spandicke

Monokristalliner Diamant (MKD)

In einer Metallplatte sind zwei bis vier in einer Reihe angeordnete monokristalline Vierkant-Diamantstäbchen eingesetzt. Abhängig von ihrer Herstellungsmethode (kristallines Wachstum) — es handelt sich ausschliesslich um synthetische Diamantstäbchen — wird ihre Lage vom Hersteller so gewählt, dass sie mit der Breitseite arbeiten oder aber über die Diagonale. Abhängig von dieser Anordnung muss auch die ➔ Wirkbreite entsprechend berücksichtigt werden. Übliche Dimensionen der monokristallinen Diamantstäbchen sind 0.6 x 0.6 mm (Korngrösse 150 und feiner) oder 0.8 x 0.8 mm (Korngrösse 120 und gröber). Man setzt sie hauptsächlich zur Konditionierung von ➔ Sinterkorund- oder keramisch gebundenen ➔ CBN-Scheiben ein.

N

N-Klassen

Die Rauheit in N-Klassen anzugeben, ist eine schweizerische Errungenschaft. Jede Klasse umfasst einen Rauheitsbereich, wobei für das Präzisionsschleifen die Klassen N2 bis N8 von Bedeutung sind. In jeder technischen Tabelle sind die N-Klassen und ihre Rauheitsbereiche aufgeführt und dazu meist auch die Ra- und Rz-Vergleichswerte.

Nadelfliese

Diese Bezeichnung ist geschützt (Winter und Sohn, Hamburg). Es handelt sich um eine Abrichtplatte, welche von Hand gesetzt mit kleinen feinen Diamantnadeln bestückt ist. Die Anordnung erfolgt nach einem ganz bestimmten Muster, so dass praktisch über den gesamten Abnutzungsbereich immer gleich viel Diamantfläche zum Einsatz gelangt. Diese Werkzeuge hatten in den 70er- und 80er-Jahren einen hohen Stellenwert bei Schleifaufgaben mit extremen Anforderungen an die Geometrie- und Oberflächenqualität. Sie wurden in den letzten Jahren aber wegen ihrem hohen Preis durch gewöhnliche Abrichtplatten und vor allem durch MKD-Werkzeuge mit Erfolg ersetzt.

Nebenzeit

In praktisch jedem Prozess fallen Nebenzeiten t_n an. Das sind diejenigen Zeitanteile, welche erforderlich sind, um einen Prozessablauf als Ganzes zu ermöglichen. So gelten z.B. alle Handling-Arbeiten, das ➔ Konditionieren der Schleifscheibe, der Schleifscheiben- oder ➔ Abrichtwerkzeugwechsel, Vorbereitungsarbeiten, usw. zu den Nebenzeiten. Zusammen mit der ➔ Hauptzeit t_h ergeben sie die ➔ Gesamtzeit t_g .

Normalkorund

Eigenschaften von Normalkorund braun:

- o hart und zäh, druckfest, splittert blockig (körnig).

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!



Normalkraft

Die Normalkraft wird definiert als die im Spanschwerpunkt rechtwinklig zur Tangente auf die Scheibe wirkende Kraft, hervorgerufen durch die ↪Zerspanungsbedingungen (↪Stellgrößen, Scheibenart, Kühlschmierstoff, usw.).

Null-Mass

Das zu erreichende Mass am Ende eines Schleifprozesses. Das Null-Mass ist deshalb von Bedeutung, weil oft kurz davor entweder noch ein Konditioniervorgang eingeleitet oder aber eine Materialzugabe für eine Wärmebehandlung (z.B. Härten) belassen wird.

O

Oberflächenrauheitswerte

Messtechnische Beurteilung der unter den vorgegebenen Prozessbedingungen erzeugten Rauheitswerte auf der Werkstückoberfläche.

- ↪Qualität
- ↪Ra-Wert
- ↪Rz-Wert
- ↪Rt-Wert
- ↪N-Klassen

P

PAO

- ↪Polyalphaolefine

PKD

- ↪polykristalliner Diamant

PKD-Abrichtwerkzeug

Diese Abricht- bzw. Konditionierwerkzeuge bestehen aus einer kleinen geschliffenen, polykristallinen Diamantplatte, welche vergleichbar mit einem Einkornabrichter zum Einsatz gelangt. Der bestechende Unterschied liegt aber darin, dass das PKD-Abrichtwerkzeug mit einer positiven Schneide versehen ist. Angewandt werden diese Werkzeuge nur für Feinschleifarbeiten mit extremen Oberflächenqualitätsansprüchen. Ihre Standzeit ist verhältnismässig kurz, d.h. sie eignen sich nicht für Schleifarbeiten mit Scheibenkörnungen unter etwa 150 Mesh. Auch dürfen keine zu hohen Zustellbeträge pro Abrichtdurchgang eingestellt werden und die Kühlung muss sehr gut sein.

Plan-Seiten-Längsschleifen PSL

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Topfscheiben- oder Segmentscheibenschliff.

Plan-Seiten-Querschleifen PSQ

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Stirnschleifen ohne seitlichen Vorschub.

Plan-Umfangs-Längsschleifen PUL

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser unter der Bezeichnung allgemeines Flachsleifen oder Flachquerschleifen bekannt.

Plan-Umfangs-Querschleifen PUQ

Bezeichnung nach DIN 8589. Dieses Verfahren ist besser bekannt unter der Bezeichnung Flacheinsteichschleifen.

Plattenbreite

- ↪Diamantplattenbreite



Polyalphaolefine (PAO)

Polyalphaolefine oder PAO's sind synthetische Kohlenwasserstoffe, die im Hydrocracking-Verfahren aus Paraffin-Gatsch hergestellt werden. Sie weisen, als Schleiföle eingesetzt, Eigenschaften auf, die über jenen von Mineralölen liegen. Sie altern nicht, nehmen kaum Fremdstoffe auf, werden durch ihre besonderen Fliesseigenschaften weniger mit den Spänen und Werkstücken ausgetragen, weisen exzellente Schmiereigenschaften auf bei ausreichender Additivierung (→ EP-Additive), verdunsten nur minimal und dürften heute mit zu den aktuellsten Kühlschmierstoffen gehören. PAO's besitzen einen grossen Viskositätsindex d.h. sie verändern ihre Viskosität auch bei hohen Temperaturen kaum. Allerdings müssen sie — bei Viskositäten unter etwa 10 – 12 mm²/s — mit Additiven versehen sein, welche die Ölnebelbildung verhindern.

Polykristalliner Diamant

Er weist eine feine kristalline Struktur auf und ist deshalb druckfester als der monokristalline Diamant. Er splittert fein und hinterlässt qualitativ hochwertige Oberflächen. Er wird vornehmlich für Feinschleifarbeiten mit kleinen Kontaktflächen eingesetzt. Zur Kühlung haben sich sowohl ungeschmierte Lösungen als auch leicht geschmierte Emulsionen bewährt.

Poren

- Porenbildner
- Scheibenporosität
- Scheibenstruktur

Porenbildner

Stoffe, die sich eignen, um grosse Poren gezielt in einer Schleifscheibe einzubringen. Sie verbrennen während des → Scheibenbrandes genau im richtigen Zeitpunkt, wenn die Scheibe bereits eine ausreichende Eigenfestigkeit erreicht hat und hinterlassen, abhängig von ihrer Korngrösse, eine entsprechende → Pore.

Pressdruck

Jede konventionelle und auch jede hochharte Schleifscheibe, welche eine keramische Bindung aufweist, wird nach dem Mischen von Bindungsmasse und Kornanteil zu einem sogenannten „Grünling“ gepresst. Der Pressdruck kann dabei, je nach zu erzeugender → Porosität und je nach Scheibenform und -grösse, bis etwa 250 Tonnen und mehr betragen. Nicht nur die dazu verwendeten Pressen, sondern auch die Presswerkzeuge müssen auf diese enormen Presskräfte abgestimmt bzw. dimensioniert sein.

Profilieren

Es gibt unterschiedliche Verfahren, um eine Schleifscheibe zu profilieren. Das Profilieren kann grundsätzlich sowohl mit → stehenden Abrichtwerkzeugen als auch mit → Profilrollen oder → Diamantspitzscheiben erfolgen.

Profilierwerkzeug

Alle Abricht- bzw. Konditionierwerkzeuge sind mehr oder weniger gut geeignet, um offene Profile in die Schleifscheibe einzubringen. (→ Profilieren)

Profilierzeit

Sie setzt sich zusammen aus allen → Nebenzeiten und der → Hauptzeit für den jeweiligen Profilierzyklus.

Profilrollen

- Crushierrollen
- Diamantrollen
- Diamantspitzscheiben
- Crushierscheiben aus Stahl
- Crushierscheiben mit CVD-Beschichtung

Profilrollendrehzahl

- Rollendrehzahl

Profilrollendurchmesser

- Rollendurchmesser



Profiltiefe

Tiefe—meistens grösste Tiefe — eines beliebigen Profils an der Schleifscheibe, am Werkstück oder an einem ↻Profilierwerkzeug.

Prozessausgangsgrösse

Bewertbare Grösse (Beurteilungsgrösse), welche als Resultat aus den ↻Prozessvorgaben und den ↻Randbedingungen hervorgeht.

Prozesskenngrösse

Bestimmte ↻Prozessausgangsgrössen, welche eine besondere Bedeutung aufweisen. So beispielsweise das ↻bezogene Zeitspannvolumen, die ↻mittlere Spandicke, die ↻bezogene Schleifleistung oder auch die ↻Arbeitsdruckkraft.

Prozessverlauf

Subjektive und objektive Beurteilung des laufenden Schleifprozesses und der erhaltenen Ergebniswerte, verglichen mit den ursprünglichen Vorgaben und/oder mit den festgelegten Zielgrössen.

Prozessvorgaben

Die Prozessvorgaben bestehen einerseits aus den gewählten Werten für die verschiedenen ↻Stellgrössen und aus den ↻Randbedingungen sowie andererseits aus den spezifischen Gegebenheiten der Schleifaufgabe selbst. Die Prozessvorgaben bestimmen den ↻Prozessverlauf, sie sind deshalb für jede Schleifaufgabe sehr sorgfältig festzulegen.

Q

Qualität

Beim Schleifen sind es zwei Arten von Qualitäten, welche von grosser Bedeutung sind:

1. Die geometrische Qualität (Form- und Lagegenauigkeit).
 2. Die Oberflächenqualität, gemessen in Ra-, Rz- oder sogar in Rt-Werten (in der Schweiz auch in N-Klassen).
- Diese Arten der Qualität werden auf den Teilezeichnungen jeweils vorgegeben.

Querschleifen

Seit nach DIN 8589 der Begriff „Quer...“ für Einstechschleifverfahren gewählt wurde, sorgen die DIN-Bezeichnungen für Verwirrung. Zurecht, denn seit jeher wird z.B. beim Flachsleifen jene Achse, welche für das Überschleifen einer ganzen Fläche zuständig ist, Querachse genannt. DIN wählte aber dafür den Begriff „Längs...“! Auch beim Aussenrundsleifen herrscht mit den DIN-Bezeichnungen dieselbe Unsicherheit, denn wo eingestochen wird, nennt DIN dies Querschleifen.

R

Randbedingungen

Unter diesem Begriff versteht man alle jene ↻Einflussgrössen, welche nicht differenziert einstellbar sind, sondern — zumindest für die vorliegende Schleifaufgabe — als gegeben betrachtet werden müssen. Hierzu gehören die verfügbare Antriebsleistung an der Schleifspindel, das Abricht- oder Konditioniersystem, die ↻Kühlschmierstoffversorgung und der ↻Kühlschmierstoff selbst, die Abdeckungen (Spritzschutz), eventuell sogar der Maschinenstandort, die Raumtemperatur und einige weitere feste Vorgaben.

Ra-Oberflächenrauheitswert

↻Ra-Wert

Ra-Wert (arithmetischer Mittenrauwert)

Der arithmetische Mittenrauwert Ra ist der Mittelwert der absoluten Werte des modifizierten Rauheitsprofils, bezogen auf die Mittellinie über der Bezugsstrecke L. Bei der Messung werden alle unter der Mittellinie liegenden Rauheitsspitzen „umgedreht“, so dass sie, rein theoretisch, auch nach oben zeigen. Der so ermittelte Rauheitswert Ra



wird — abgesehen vom Rauheitswert Rz — am häufigsten angewendet. Er weist aber gegenüber dem Rz-Wert ganz eindeutig den Nachteil auf, dass verschiedene Messungen im selben Bereich so gut wie nie die gleichen Werte ergeben. Die Abweichungen können sogar sehr gross sein. Das war vermutlich auch der Grund, weshalb man in der Schweiz die N-Klassen bevorzugt.

Randzone

Bearbeitete Zone an einem Werkstück. Dabei wird nicht nur die Oberfläche betrachtet, sondern man muss sehr oft auch eine gewisse Tiefe miteinbeziehen (→ thermische Randzonenschäden).

Rauheitswerte

- Ra-Wert
- Rz-Wert
- Rt-Wert
- N-Klassen

Reinigungsdüsen

Um Restbruchstücke vom Konditionieren und/oder verhakte Späne aus den Poren der Schleifscheibe zu spülen, benützt man spezielle Reinigungsdüsen. Sie werden so positioniert, dass ihre Wirkung möglichst gross ist. Bei radialen Anordnungen sind relativ hohe Drücke erforderlich (ca. 12 – 20 bar und mehr). Richtet man die Reinigungsdüsen tangential gegen die Laufrichtung der Schleifscheibe aus, so genügen auch schon Drücke um 8 – 10 bar, weil sich die Strahlgeschwindigkeit des zugeführten KSS und die Schnittgeschwindigkeit der Scheibe algebraisch am Auftreffpunkt addieren. Die Reinigungswirkung ist sehr gut und die Gefahr, Spänepartikel in die Scheibenstruktur zu spülen, besteht bei dieser Art der Anordnung überhaupt nicht.

Resultierende Schleifkraft

Im Grunde genommen gibt es nur eine Schleifkraft, welche durch die Vorgaben und deren Auswirkungen zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück wirkt. Das ist die resultierende Schleifkraft. Da man aber viel eher wissen will, was sich in der Normalrichtung auf das Werkstück bezogen und tangentialer Umfangsrichtung an der Schleifscheibe tut, wird die resultierende Schleifkraft in die entsprechenden in die Normalkraft- und die Tangentialkraftkomponenten aufgeteilt. Direkt nach dem Konditionieren einer Scheibe weist die resultierende Schleifkraft einen verhältnismässig grossen Winkel zur Normalkraft auf. Verhält sich die Scheibe gut selbstschärfend, wird sich daran nicht allzu viel ändern. Neigt dagegen das Korn zum Abstumpfen, verändert sich dieser Winkel in Richtung Normalkraft, er wird kleiner. Je steiler die resultierende Kraft direkt auf das Korn und dessen Bindungsverband drückt, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Kornsplitterung zu neuer Schneidenbildung führt oder — wenn dies aus Abnutzungsgründen nicht mehr möglich ist — das ganze Restkorn aus dem Bindungsverband drückt. Auch auf diese Weise werden neue Schneiden freigelegt, allerdings mit entsprechendem Scheibenverlust.

Rolldiamantieren

Profilieren einer Schleifscheibe mittels → Diamantrollen.

Rollendrehzahl

Drehzahl der (Profil-)Rolle während dem Profiliervorgang. Heute werden die meisten Profilrollen mit üblichen Asynchronmotoren bei einer Drehzahl von etwa 2800 min^{-1} angetrieben. Um das erforderliche Einrollverhältnis zwischen der Rollenumfangsgeschwindigkeit und der Schleifscheibe einstellen zu können, wird die Scheibendrehzahl entsprechend reguliert. Diese Methode setzt selbstverständlich zwingend voraus, dass die Schnittgeschwindigkeit in vernünftigen Grenzen regulierbar ist.

Rollendurchmesser

Für alle Arten von Profilrollen gilt etwa ein Nenndurchmesser von 100 bis maximal 125 mm. Weniger führt zu einer kürzeren Rollenstandzeit und grössere Durchmesser erfordern mehr Antriebsleistung. Zudem sind diamantbelegte Rollen sehr teuer, d.h. der Preis steigt mit dem Durchmesser bzw. mit der Umfangsfläche an.

Rollenrückstellzeit

Die Rückstellzeit, insbesondere bei Diamantrollen, soll so kurz wie nur möglich sein, damit man die erzeugte Wirkrautiefe auch erhalten kann. Etwa 80 Ausrollumdrehungen genügen bereits, um die Wirkrautiefe auf etwa 30% ihres vorherigen Wertes zu reduzieren. Jede unnötige Verweilzeit der Rolle auf der Scheibe ohne weitere Zustellung führt also sehr schnell zu einer Verfeinerung der Wirkrautiefe an der Scheibe. Das ist bei Leistungsprozessen nicht erwünscht.



Rollenzustellung

Zustellung einer ➔Crushier- oder ➔Diamantrolle während dem Profilieren. Die Rollenzustellung wird immer auf eine Umdrehung der Schleifscheibe während dem Profilieren bezogen.

Rollenzustellzeit

Zeit, welche verstreicht, bis die Profilrolle (Crushier- oder Diamantrolle) die Schleifscheibe für das Erst- oder Nachprofilieren berührt. Gilt selbstverständlich auch sinngemäss für ➔Diamantspitzscheiben.

Rt-Oberflächenrauheitswert

➔Rt-Wert

Rt-Wert

Der Rt-Wert beschreibt die grösste Rautiefe an einer Oberfläche bzw. von ihrem Rautiefenprofil.

Rtm-Wert

Der Rtm-Wert ist das Mittel der maximalen Rautiefenunterschiede des Profils bei fünf aufeinander folgenden Bezugsstrecken.

Rückkühlung (Rückkühlaggregat)

Kühlschmierstoffe müssen in gewissen Fällen rückgekühlt werden, um stabile thermische Verhältnisse zu erreichen. Das ist beispielsweise dann Voraussetzung, wenn in klimatisierten Räumen geschliffen wird und/oder an die Endgenauigkeit der Werkstücke sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Die einfachste Rückkühlung erfolgt über Luft- oder Wasserwärmetauscher. Die Kühlleistung hält sich dabei in Grenzen, weshalb diese Art eigentlich nur zur Unterstützung der natürlichen Konvektionskühlung eingesetzt werden sollte. Weitaus effizienter arbeiten Kompressor-Rückkühlanlagen. Sie lassen sich sehr genau auf die Erfordernisse hin berechnen und auslegen. Mit ihnen ist es problemlos möglich, auch grosse KSS-Mengen bis auf 20°C zu stabilisieren. Allerdings kann man immer wieder in der Praxis beobachten, dass auch in klimatisierten Räumen die optimalsten Ergebnisse dann erreichbar sind, wenn der Kühlschmierstoff auf 24°C – 28°C thermisch stabilisiert wird. Mit tieferen Temperaturen kann ein „Kälteschock“ wieder zu grösseren Ungenauigkeiten führen.

Runddüsen

Runddüsen eignen sich in vielen Fällen zur intensiven Kühlung und Reinigung von Profilformen. Sie können einzeln oder in Mehrfachanordnung, aber auch in Kombination mit ➔Flachschlitzdüsen zum Einsatz gelangen. Auch hier gilt, wie bei den ➔Flachschlitzdüsen, die Beachtung eines wirbelfreien Ausflusses des Kühlschmierstoffs, was oft das Einsetzen von inneren Schikanen und Antiwirbelkammern erfordert. Die Austrittskante muss scharf sein, damit der Strahl nicht aufreisst.

Rz-Oberflächenrauheitswert

➔Rz-Wert

Rz-Wert

Der Rz-Wert nach ISO ist das arithmetische Mittel der Differenzen zwischen den fünf höchsten und den fünf tiefsten Punkten eines Profils innerhalb einer Bezugsstrecke auf der zu messenden Oberfläche. Er entspricht in der Praxis in etwa dem Rtm-Wert. Rauheitsangaben in Form des Rz-Wertes sind am weitesten verbreitet.

S

Scheibenaufnahmebohrung

Die meisten Schleifscheiben, sieht man von ➔Schleifstiften einmal ab, weisen eine konzentrische Bohrung auf, welche dazu dient, eine möglichst genaue Zentrierung der Scheibe auf ihrem Aufnahmekörper (➔Scheibenflansch) zu gewährleisten. Die Toleranz der Scheibenaufnahmebohrung wird normalerweise in der Qualität h7 ausgeführt. Für CBN- und Diamantschleifscheiben und/oder bei sehr hohen Genauigkeitsansprüchen ist es sinnvoll, den Aufnahmekörper dem Scheibenhersteller zum genauen Aufpassen zur Verfügung zu stellen. Bei wiederkehrenden Schleifaufgaben sollte nach Möglichkeit die Schleifscheibe aufgef lanscht bleiben, damit sie nicht jedes Mal neu zentriert, ausgewuchtet und durch Konditionieren neu rundgerichtet werden muss.



Scheibenbindung

➔ Bindung

Scheibenbohrung

➔ Scheibenaufnahmebohrung

Scheibenbrand

Scheiben mit keramischer Bindung werden gebrannt. Das geschieht in einem entsprechenden Ofen. Die Brandtemperatur muss dabei auf wenige Grade genau eingehalten werden. Übliche Brandtemperaturen liegen im Bereiche von 1150°C. Niederbrandbindungen, wie sie für hochharte Schleifstoffe (➔ CBN und ➔ Diamant) und auch für ➔ Sinterkorund notwendig sind, benötigen Brandtemperaturen zwischen etwa 590°C und 950°C.

Scheibenbreite

Nennbreite einer Schleifscheibe. Bitte beachten: Jede Scheibenform hat eine genormte Bezeichnung. Daraus geht auch hervor, welches die Scheibenbreite in Abhängigkeit der Scheibenform ist.

Scheibendrehzahl

Antriebs- bzw. Arbeitsdrehzahl der Schleifscheibe. Diese ergibt bezogen auf den grössten Durchmesser der jeweiligen Scheibe deren ➔ Umfangsgeschwindigkeit.

Scheibendurchmesser

Meist grösster Durchmesser der jeweiligen Schleifscheibe. In einigen Sonderfällen aber auch jener Durchmesser einer Schleifscheibe, mit welchem geschliffen wird.

Scheibenhärte nach NORTON-Skala

NORTON hat für die Härtebezeichnung einer Schleifscheibe die Skala von A – Z festgelegt. Dabei gilt etwa: A – D als extrem weich, E – F als sehr weich, G – J als weich, K-M als mittelhart, N – Q als hart und R – T als sehr hart. Scheiben mit einer Härte von U – Z werden kaum hergestellt, da sie keine relevante Bedeutung haben. Achtung: Für die Messung der Scheibenhärte bzw. für die exakte Buchstabenzuordnung gibt es bis heute keine Normung.

Scheibenporosität

Einerseits kann eine Schleifscheibe allein durch den aufgebrachten Pressdruck ihre Struktur bzw. eben ihre Porosität erhalten. Andererseits kann man durch die gezielte Beigabe von sogenannten ➔ Porenbildnern ganz besonders die grösseren oder gröberen Strukturen bzw. Porositäten herstellen. Achtung: Die Scheibenporosität wird im Allgemeinen mittels Zahlen von 1 – 10 oder auch von 1 – 20 angegeben. Der untere Bereich kann denjenigen Porositäten zugeordnet werden, welche sich durch den unterschiedlichen ➔ Pressdruck erzeugen lassen. Die höheren Zahlenbereiche dagegen lassen dagegen darauf schliessen, dass die Poren mittels einem zur Bindungsmasse beigefügten ➔ Porenbildner entstanden sind. Auch hier gilt: Die Zahlenzuordnung zu einer bestimmten Porosität bzw. deren Messverfahren sind nicht genormt.

Scheibenradius

Hälfte des ➔ Scheibendurchmessers. Achtung: In einigen Fällen ist der Scheibenradius nicht identisch mit jenem Radius der Scheibe, welcher schleift.

Scheibenstruktur

➔ Scheibenporosität

Scheibenumfangsgeschwindigkeit

➔ Schnittgeschwindigkeit

➔ Umfangsgeschwindigkeit

Scheibenverschleiss

Von Scheibenverschleiss spricht man dann, wenn der Kornverlust sich im Makrobereich bewegt. Liegt er im Mikrobereich, so spricht man von ➔ Selbstschärfung.

Scheibenverschleissvolumen

Verschleissvolumen an der Schleifscheibe, hervorgerufen durch den Spanungsprozess. Zur Berechnung des ➔ G-Wertes wichtige Grösse. Im Allgemeinen wird nicht nur darauf geachtet, welches Volumen während einer schleif-



technischen Bearbeitung an der Schleifscheibe verschlissen wird, sondern man rechnet aus, was zwischen zwei Konditionierungen an Verlustvolumen an der Scheibe anfällt.

Scherebene

Geometrische Ebene, in welcher der Span gebildet bzw. der Werkstoff von jeder einzelnen Kornschneide abgetrennt wird.

Schleifbreite

Bereich, welcher geschliffen werden soll. Nicht zu verwechseln mit der ➔Kontaktbreite.

Schleiffaktor nach OTT

Bereits 1972 hat OTT das Verhältnis zwischen der Tangentialkraft und der Normalkraft im Kontaktbereich zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück als Schleiffaktor bezeichnet. Bei Grundlagenversuche stellte OTT fest, dass dieses Verhältnis, bei sonst gleichen Bedingungen, in grossem Masse von der Schmierfähigkeit des eingesetzten Kühlschmierstoffs abhängig ist. Dabei führen ➔KSS mit geringen Schmierfähigkeiten grundsätzlich zu höheren Schleifkräften, als jene mit hoher Schmierfähigkeit. Es zeigt sich, dass im Grunde genommen Schleiföle die optimalsten KSS wären.

Schleiflänge

➔Bearbeitungslänge

Schleiflänge pro Scheibenumdrehung

Abhängig von der Schleiflänge bzw. vom Vorschub während einer Scheibenumdrehung ändert sich die Rautiefe der geschliffenen Oberfläche. Das hängt damit zusammen, dass mit zunehmend sinkender Vorschubgeschwindigkeit dieselbe Kornschneide ihre vorher erzeugte Kerbe wegschneidet, was zu einer zwangsläufigen Verbesserung der Oberflächenqualität führt. Beim ➔Vollschnittschleifen ist dieser Effekt besonders gut zu beobachten. Auch mit Korngrößen von 46 oder 54 ➔Mesh, wie sie typischerweise beim ➔Vollschnittschleifen zum Einsatz gelangen, sind Oberflächenqualitäten erzeugbar, welche mit konventionellen Schleifverfahren niemals möglich wären.

Schleifleistung

➔Abtragsleistung

Schleifscheibendrehzahl

➔Scheibendrehzahl

Schleifscheibendurchmesser

➔Scheibendurchmesser

Schleifscheibenhärte nach NORTON-Skala

➔Scheibenhärte nach NORTON-Skala

Schleifscheibenporosität

➔Scheibenporosität

Schleifscheibenradius

➔Scheibenradius

Schleifscheibenspezifikation

Vom jeweiligen Schleifscheibenhersteller definierte Bezeichnung für seine verschiedenen Scheibentypen. Die Art des Spezifizierens ist nicht genormt, doch halten sich einige Schleifscheibenhersteller an folgende Formulierungsweise:

- Abkürzung des enthaltenen Schleifstoffs
- Korngrösse (Zahl)
- Bindungshärte (Buchstabe)
- Porosität (Zahl)
- Bindungsart (Buchstaben-Zahlenkombination)

Weil keine Normung besteht, können Scheibenspezifikationen verschiedener Hersteller sehr oft schlecht miteinander verglichen werden. Das zeigt die Bezeichnungsvielfalt der ➔Scheibenporosität recht deutlich. Die Bindung kann - ausser der Buchstabengrundkennzeichnung – z.B. V für vitrified = keramische Bindung – noch weitere Buchstaben und Zahlen enthalten.



Schleifscheibenstruktur

- ➔ Scheibenstruktur

Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit

- ➔ Scheibenumfangsgeschwindigkeit

Schleifstifte

Kleine zylindrische, konische, kugelförmige oder sogar profilierte Scheiben, welche zum Schleifen besonders kleiner Partien an unterschiedlichsten Werkstücken und vor allem beim Innenrund- und/oder zum Formschleifen verwendet werden und üblicherweise auf einem Schaft aus Stahl oder Hartmetall montiert sind.

Schleifstoff

Art des Kornes, welches eine Schleifscheibe enthält. Es gibt folgende Schleifstoffe:

- ➔ Normalkorund
- ➔ Halbedelkorund
- ➔ Edelkorund
- ➔ Einkristallkorund
- ➔ Zirkonkorund
- ➔ Sinterkorund
- ➔ Siliziumkarbid (hellgrün und dunkel bzw. schwarz)
- ➔ kubisches Bornitrid (CBN)
- ➔ Diamant

Schleifstoffarten

- ➔ separate Übersichtstabelle im Katalog

Schleifzeit

Im Allgemeinen wird unter der Schleifzeit die für die Bearbeitung eines Werkstückes gesamte Zeitspanne verstanden. Darin enthalten sind sowohl Konditionierungs-, Handlings- und alle übrigen ➔ Nebenzeiten enthalten.

Schleifzugabe

- ➔ Bearbeitungszugabe

Schneidenraumtiefe

- ➔ mittlere Schneidenraumtiefe

Schnittgeschwindigkeit

Das ist die für die Abspannung massgebende Geschwindigkeit der Schleifscheibe. Eine Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit bewirkt eine härter wirkende Schleifscheibe, eine Reduzierung genau das Gegenteil. Zumindest mit konventionellen ➔ Schleifstoffen lässt sich über eine variable Schnittgeschwindigkeit eine optimale Anpassung an die eingesetzte Schleifscheibe realisieren.

Schrägestechschleifen

Beim Aussenrundsleifen wird oft ein zylindrischer Sitz zusammen mit der Anschlagfläche geschliffen. Man stellt, sofern möglich, den Schleifkopf schräg und konditioniert die Scheibe entsprechend. Während dem Schleifvorgang wird dann sowohl der zylindrische Sitz als auch dessen Schulter in einem einzigen Arbeitsgang geschliffen.

Schuhdüse

- ➔ Kammerdüse

Segmentscheibenschliff

Dieser Begriff wird dann gewählt, wenn im Stirnschliff Schleifscheiben zum Einsatz gelangen, welche aus einzelnen Schleifsegmenten zusammengesetzt ist. Solche Schleifscheiben werden mit Durchmessern bis etwa 1200 mm hergestellt und meistens für sehr grosse ➔ Abtragsleistungen verwendet (z.B. Übersleifen von langen Stangen, Platten, usw.).



Seitenvorschub

- ➔ Seitenvorschub pro Hub
- ➔ Seitenvorschub pro Umdrehung

Seitenvorschubgeschwindigkeit

Geschwindigkeit, mit welcher in seitlicher Richtung verfahren wird. Das bezieht sich im Allgemeinen auf die Stirnseite einer Schleifscheibe. Beim Flachsleifen wird damit die in Querrichtung gewählte Geschwindigkeit bezeichnet. Gilt für das schrittweise und für das kontinuierliche Flachsleifen. Letzteres wird auch als Kreuzschliff bezeichnet. Beim Aussen- und Innenrundlängsschleifen bestimmt die Seitenvorschubgeschwindigkeit den ➔ Seitenvorschub pro Umdrehung des Werkstücks.

Seitenvorschub pro Hub

Bezieht sich normalerweise auf das Flachsleifen, wenn der Vorschub in Querrichtung schrittweise erfolgt.

Seitenvorschub pro Umdrehung

Beim ➔ Aussen- und ➔ Innenrundlängsschleifen soll der Seitenvorschub pro Umdrehung nicht mehr als etwa $\frac{2}{3}$ der aktiven ➔ Scheibenbreite bzw. der ➔ Kontaktbreite betragen. Dividiert man die aktive ➔ Scheibenbreite durch den Seitenvorschub pro Umdrehung der Schleifscheibe, erhält man den für alle Rundschleifverfahren wichtigen ➔ Überdeckungsgrad. Je geringer der Seitenvorschub pro Umdrehung gewählt wird, desto besser wird normalerweise die Oberflächenqualität (➔ Qualität, ➔ Oberflächenrauheitswerte) und/oder die geometrische Genauigkeit.

Selbstschärfänge nach Anzahl Teilen

Aus der Praxis ist bekannt, dass sich konventionelle Schleifscheiben, also Scheiben aus Standardkornarten, bezüglich der ➔ Wirkrautiefe, nach einer ➔ bezogenen Abtragsmenge von etwa 500 – 800 mm³ der von ihnen verlangten ➔ Abtragsleistung anpassen, sofern die durch das ➔ Konditionieren vorgegebene ➔ Wirkrautiefe zu gross oder zu fein ist. Berechnet man, welche Materialmenge pro Millimeter ➔ Scheibenbreite und pro Werkstück abgeschliffen wird, lässt sich die Anzahl der in dieser Phase produzierbaren Teile feststellen.

Selbstschärfänge nach OTT

OTT zeigt, dass es bei gewissen Anwendungen sinnvoll sein kann zu wissen, welche theoretische Strecke zurückgelegt werden kann, bis die eingesetzte Schleifscheibe in etwa den Selbstschärfzustand (➔ Selbstschärfung) erreicht hat. Will man die durch das ➔ Konditionieren erzeugte ➔ Wirkrautiefe gezielt für das Erreichen der Oberflächenqualität anwenden, so darf die Selbstschärfänge nicht überschritten werden. Dividiert man diese durch die ➔ Schleiflänge pro Teil, erhält man die mögliche Anzahl von Werkstücken, die in derselben Qualität hergestellt werden können.

Selbstschärfung

Selbstschärfung bedeutet Kornsplitterung im Mikrobereich, so dass die Scheibe schnittig bleibt. Die Scheibenform verändert sich dabei nur sehr langsam. Mit Ausnahme von sehr kurzen und/oder hochpräzisen Schleifprozessen wird von einer Schleifscheibe meist erwartet, dass sie sich selbst schärft, d.h. ihre ➔ Wirkrautiefe mit der ➔ Abtragsleistung möglichst gut übereinstimmt. Das hängt selbstverständlich damit zusammen, wie genau die gewählte ➔ Scheibenspezifikation mit dem zu bearbeitenden Werkstoff und den Prozessvorgaben übereinstimmt. Achtung: Selbstschärfung darf nicht mit dem ➔ Scheibenverschleiss verwechselt werden.

Selbstschärfverhalten

Jede Schleifscheibe hat aufgrund ihrer Spezifikation (➔ Scheibenspezifikation) ein eigenes Selbstschärfverhalten (➔ Selbstschärfung).

Siliziumkarbid (dunkel)

Eigenschaften von Siliziumkarbid dunkel:

- o sehr hart, weniger spröd als Siliziumkarbid hellgrün, splittert blockig mit scharfen Kanten.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!

Siliziumkarbid (hellgrün)

Eigenschaften von Siliziumkarbid hellgrün:

- o besonders hart und sehr spröd, splittert scharfkantig spitz.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!



Sinterkorund

Eigenschaften von Sinterkorund hellblau:

- o Sehr hart, extrem gut splitternd, stumpft nicht ab, benötigt höhere Normalkräfte als z.B. EK-weiss, splittert scharf und in unterschiedlich grossen Kristallitbrocken je nach Belastung und Leistungsanforderung.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!

Spanlänge

Auch beim Schleifen fallen Späne an, und zwar in den meisten Fällen sind das — abhängig vom Werkstoff — Fließspäne. Ihre effektive Länge ist nicht identisch mit der \rightarrow Kontaktlänge, da sie während der Entstehung genau wie bei Zerspanungsverfahren mit definierter Schneide gestaucht werden (\rightarrow Spanstauchung). Je länger ein Schleifspan theoretisch werden kann, desto poröser muss die Scheibenstruktur (\rightarrow Scheibenporosität) gewählt werden, damit dieser nicht in die Scheibenrandzone hineingedrückt wird und dort haften bleibt.

Spanstauchung

Aus Untersuchungen ist bekannt, dass ein Schleifspan typischerweise um etwa 20% gegenüber der tatsächlichen \rightarrow Kontaktlänge gestaucht wird.

Spezifikation

\rightarrow Schleifscheibenspezifikation

Spezifische Schleifenergie

Die spezifische Schleifenergie gibt an, wie viel Energie zum Abtrag eines mm^3 des zu zerspanenden Werkstoffs in einem Schleifprozess benötigt wird. Es ist gleichzeitig eine Orientierungsgrösse über den momentanen „Wärmehaushalt“ in der \rightarrow Kontaktzone. Eine zu hohe spezifische Schleifenergie führt zwangsläufig zu \rightarrow thermischen Schäden am Werkstück.

Spezifische Schnittkraft

Sie gibt an, welche Kraft pro mm^2 Spanfläche notwendig ist, um den gegebenen Werkstoff unter den gewählten Vorgaben abzuspannen. Kennt man die spezifische Schnittkraft, lässt sich die \rightarrow bezogene Schleifleistung berechnen. Ist die \rightarrow bezogene Schleifleistung bekannt, kann für den jeweiligen Schleifprozess die spezifische Schnittkraft bestimmt werden.

Spezifische Spanmenge nach OTT

Das ist das pro Kilowatt Schleifleistung abgetragene \rightarrow bezogene Zeitspanvolumen. Die spezifische Spanmenge kann Werte zwischen etwa 15 bis 130 annehmen, wobei tiefe Werte eher als ungünstig und hohe Werte als optimiert zu bezeichnen sind. Als gute Richtgrösse kann ein Wert von 25 angenommen werden.

Standmenge

Bezeichnung für die abgespannte Werkstoffmenge während der gesamten Nutzungsdauer einer Schleifscheibe. Wird seltener bei konventionellen Schleifstoffen angewandt, als bei hochharten (\rightarrow CBN und \rightarrow Diamant).

Standverhalten

Unter dem Standverhalten versteht man im Allgemeinen die Art und Weise, wie sich eine Schleifscheibe im Einsatz abnützt. Dabei wird unterschieden zwischen normalem bzw. zu erwartendem \rightarrow Verschleiss durch \rightarrow Selbstschärfung und notwendiger Konditionierung oder durch überwiegenden Makroausbruch (zusammenbrechen der Schleifscheibe unter den gewählten Einsatzbedingungen).

Standzahl

Anzahl der Teile (Werkstücke), welche sich über die gesamte \rightarrow Standzeit einer Schleifscheibe produzieren lassen. Die Standzahl ist besonders dann von Bedeutung, wenn grosse Serien bearbeitet werden müssen und der Scheibenverbrauch hoch ist. Das gilt für konventionelle und hochharte Schleifscheiben.

Standzeit

Werden grosse Serien von gleichen Werkstücken geschliffen, so interessiert oftmals die zeitliche Grössenordnung, während welcher eine Schleifscheibe nutzbar ist. Man kann die Standzeit durch die gesamthaft geschliffenen Werkstücke dividieren und erhält so einen Zeitwert pro geschliffenem Teil. Dieser Wert lässt sich in die Kostenrechnung einbeziehen.



Stehende Abrichtwerkzeuge

- Abrichtigel
- Abrichtfliese
- Abrichtplatte
- Einkorndiamant
- Mehrkorndiamant
- MKD-Abrichtwerkzeug
- Nadelfliese
- PKD-Abrichtwerkzeug

Stellgrößen

Alle Einstellmöglichkeiten, welche von der Maschine und/oder von der Steuerung her gegeben sind (Wege, Schrittgrößen, Drehzahlen, Geschwindigkeiten, usw.). Sie bestimmen ganz wesentlich den Prozessverlauf. Unter ➤Vorgaben sind alle prozessbeeinflussenden Größen und Gegebenheiten zusammengefasst.

Struktur, Scheibenstruktur

Gleichwertige Bezeichnung für die Porosität einer Schleifscheibe (➤Scheibenporosität). Nur bestimmte Bindungsarten können in unterschiedlichen Strukturen hergestellt werden.

T

Tangentialkraft

Kraft, welche am schleifenden Umfang der Scheibe durch die Prozessgegebenheiten entsteht. Sie ist die massgebende Größe für den Leistungsbedarf (siehe auch ➤bezogene Tangentialkraft und Formeln).

Temperatur

- KSS-Temperatur
- Randzonentemperatur

Temperaturdifferenz

- KSS-Temperaturdifferenz

Theoretische mittlere Spandicke

- mittlere Spandicke

Thermische Randzonenschäden

Die durch Reibung erzeugte Wärmemenge in der ➤Kontaktzone kann bei ungünstiger Wahl der ➤Vorgaben und/oder ungenügender Kühlung zu thermischen Schäden in der ➤Randzone des Werkstücks führen.

Topfscheibenschliff

Topfscheiben zeigen dann das typische „Kreuzschliffbild“, wenn sie nicht leicht gekippt werden. Ist Letzteres der Fall, ergibt sich ein sichelartiges Schliffbild. Mit Topfscheiben sind grosse zeitbezogene Abtragsmengen möglich, weil sich die Eingriffskinetik theoretisch nur auf die schleifende Kante bezieht. Dafür dürfte es schwieriger sein, feine Oberflächen mit hohem Traganteil zu erzeugen.



U

Überdeckungsgrad beim Abrichten/Konditionieren

Abhängig von der \rightarrow Diamantwirkbreite wird ausgerechnet, wie oft sich die Schleifscheibe dreht, während der Abricht- oder Konditioniervorschub (\rightarrow Abrichtvorschubgeschwindigkeit, \rightarrow Abrichtvorschub pro Scheibenumdrehung) die Scheibenbreite überfährt. Das gilt hauptsächlich für stehende Abricht- bzw. Konditionierwerkzeuge. Wird aber beim bahngesteuerten Abrichten und/oder Profilieren ebenfalls verwendet. Es gelten folgende Richtwerte für stehende Werkzeuge:

- o 1.2 – 1.5 für das Hochleistungsschleifen
- o 2.0 – 3.0 für das Leistungsschleifen
- o 3.0 – 5.0 für das Schruppschleifen
- o 4.0 – 6.0 für das Vorschleifen
- o 6.0 – 8.0 für das Schlichtschleifen
- o 8.0 – 10 für das Fertigschleifen
- o 10 – 12 für das Fein- und Feinstschleifen
- o 14 – 16 für das Finishing-Schleifen

Achtet man darauf, dass immer wieder gleichartige Konditionierwerkzeuge zum Einsatz gelangen und stellt den als richtig befundenen Überdeckungsgrad bei gleicher \rightarrow Scheibenspezifikation wieder ein, lässt sich eine bestimmte Oberflächenqualität (\rightarrow Qualität) am Werkstück problemlos reproduzieren. Das ist vor allen dann von Bedeutung, wenn kleine oder mittlere Serien in grösseren Abständen anfallen.

Überdeckungsgrad beim Aussenrundscheifen

Wird ein Rundkörper in Längsrichtung überschleifen, so sollte der seitliche Vorschub pro Scheibenumdrehung (\rightarrow Seitenvorschub pro Umdrehung) nicht grösser als etwa $2/3$ der aktiven \rightarrow Scheibenbreite sein. Das entspricht z.B. einem Überdeckungsgrad von 1.5. Je höher die Anforderungen an die Rundheit, die Zylindrizität und die Oberflächenqualität sind, desto kleiner sollte der \rightarrow Seitenvorschub pro Umdrehung bzw. desto grösser der Überdeckungsgrad sein.

Überdeckungsgrad beim Flachscheifen

Wird eine Fläche, welche breiter ist als die \rightarrow Schleifscheibenbreite flach überschleifen, so wählt man meistens einen schrittweisen Quervorschub (meanderförmiges Schleifen). Dabei ist zu beachten, dass der einzelne Schritt nicht grösser als etwa $2/3$ der aktiven \rightarrow Scheibenbreite beträgt. Das würde einem Überdeckungsgrad von 1.5 entsprechen. Je höher die Anforderungen an die Ebenheit, die Genauigkeit und die Oberflächenqualität (\rightarrow Qualität) sind, desto kleiner sollte die Schrittgrösse bzw. desto grösser der Überdeckungsgrad gewählt werden.

Überdeckungsgrad beim Innenrundscheifen

Vom Prinzip her identisch mit den Bedingungen beim Aussenrundscheifen (\rightarrow Überdeckungsgrad beim Aussenrundscheifen).

Überlauf hinten (Flach- und Innenrundscheifen)

Können die zu schleifenden Oberflächen hinten, d.h. beim Flachscheifen an der dem Operateur entgegengesetzten Seite und beim Innenrundscheifen am inneren hinteren Bohrungsende, überfahren werden, so sollte dazu mindestens $1/3$ der aktiven \rightarrow Scheibenbreite benützt werden. Noch zweckmässiger wäre, wenn der Überlauf hinten einem um etwa 20% – 30% kleineren Überdeckungsgrad (\rightarrow Überdeckungsgrad beim Flachscheifen, \rightarrow Überdeckungsgrad beim Innenrundscheifen) entsprechen würde.

Überlauf links (Aussenrundscheifen)

In den meisten Fällen erfolgt die Werkstückspannung oder –mitnahme, vom Operateur aus gesehen, auf der linken Seite. Sofern ein Überlaufen dieser Stelle überhaupt möglich ist, sollte sie mindestens $1/3$ der aktiven \rightarrow Scheibenbreite betragen. Je mehr desto besser!



Überlauf rechts (Aussenrundscheifen)

Auf der rechten Seite des Werkstückes, vom Operateur aus betrachtet, erfolgt die ➔Zustellung. Deshalb sollte an diesem Punkt die Schleifscheibe ganz ausgefahren werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass durch den Zustellimpuls nicht nur die Scheibe beschädigt wird, sondern auch am Werkstück eine wohl kleine, aber unter Umständen nicht tolerierbare Anflächung entsteht. Ein Zustellimpuls auf dem Werkstück, z.B. durch eine Anfunktsteuerung, entspricht einer schlagartigen Belastung der Scheibe und des Werkstückes. Fährt man ganz aus, so ergibt sich ein Schälchliff, welcher eindeutig zu einer genaueren Rundheit und Zylindrizität beiträgt. Zudem ergibt sich eine wesentlich kleinere Normalkraftkomponente (➔Normalkraft), weil durch den Schälereffekt die Scheibenkante stärker belastet wird, was sich aber in axialer Richtung, bezüglich der Kraftaufteilung, auswirkt.

Überlauf vorn (Flach- und Innenrundscheifen)

Können die zu schleifenden Oberflächen vorne, d.h. beim Flachscheifen an der dem Operateur zugewandten Seite und beim Innenrundscheifen beim Bohrungseintritt, überfahren werden, so sollte dazu mindestens 1/3 der aktiven ➔Scheibenbreite benützt werden. Noch zweckmässiger wäre es, wenn der Überlauf vorne grösser als die aktive ➔Scheibenbreite wäre, weil üblicherweise an diesem Punkt auch die ➔Zustellung erfolgt. Besonders beim Innenrundscheifen besteht die Gefahr, dass durch den Zustellimpuls nicht nur die Scheibe beschädigt wird, sondern auch am Werkstück eine wohl kleine, aber unter Umständen nicht tolerierbare Anflächung entsteht. Ein Zustellimpuls auf dem Werkstück, z.B. durch eine Anfunktsteuerung, entspricht einer schlagartigen Belastung der Scheibe und des Werkstückes. Fährt man ganz aus, so ergibt sich ein Schälchliff, welcher eindeutig zu einer genaueren Rundheit und Zylindrizität beiträgt. Zudem ergibt sich eine wesentlich kleinere Normalkraftkomponente (➔Normalkraft), weil durch den Schälereffekt die Scheibenkante stärker belastet wird, was sich aber in axialer Richtung, bezüglich der Kraftaufteilung, auswirkt.

Überlaufweg

Weg, welcher die Schleifscheibe über das Werkstück hinaus ausführt.

- ➔Überlauf hinten (Flach- und Innenrundscheifen)
- ➔Überlauf vorn (Flach- und Innenrundscheifen)
- ➔Überlauf links (Aussenrundscheifen)
- ➔Überlauf rechts (Aussenrundscheifen)

Umfangsgeschwindigkeit

Geschwindigkeit am schleifenden Umfang der Scheibe. Vorsicht: Die vom Hersteller zugelassene maximale Schnittgeschwindigkeit bzw. Drehzahl der Scheibe bezieht sich immer auf den äussersten Durchmesser, welcher nicht in jedem Fall identisch mit dem schleifenden Durchmesser sein muss.

Umfangskraft

- ➔Tangentialkraft

Umfläche

Aktive Peripherie der Schleifscheibe

- ➔Arbeitsumfläche

V

Verschleiss

Dieser Begriff steht für Abnutzung im Makro- und Mikrobereich, und zwar für Schleifscheiben als auch für Abricht- bzw. Konditionierwerkzeuge und alle anderen Arten von Profilerwerkzeugen. (➔Makroverschleiss, ➔Mikroverschleiss)

Verschleissfaktor

- ➔G-Wert

Verschleissverhältnis

- ➔G-Wert



Vielkorndiamantabrichter

- ➔ Abrichtfliese
- ➔ Abrichtigel
- ➔ Mehrkorndiamant

Vollschnittschleifen

In den 60er-Jahren noch als „Schleichgangschleifen“ und später als „Kriechgangschleifen“ bezeichnet, heisst seit geraumer Zeit Vollschnittschleifen. Man versteht darunter Schleifprozesse, — vornehmlich beim Flach- und Profilschleifen —, bei welchen der gesamte Abtrag in einem oder maximal drei Durchgängen erfolgt. Dabei sind Profiltiefen bis 30 mm und mehr möglich, vorausgesetzt, die Maschine verfügt über die notwendige Antriebsleistung.

Vorgaben

Darunter versteht man so gut wie alles, was den Schleifprozess beeinflussen kann:

- zeichnerische Vorgaben (Formen und Profile, Oberflächenqualität, Genauigkeit, usw.)
- Werkstoff und dessen Zustand (weich, vergütet, einsatzgehärtet, gehärtet)
- Maschinendaten (Stellbereiche, Drehzahlen, Geschwindigkeiten, Leistungswerte, usw.)
- Konditionierverfahren und -möglichkeiten
- Kühlschmierstoff (Art, Menge, Druck)
- Kühlschmierstoffzuführung (Düsenbauweise)
- Umgebungsbedingungen (z.B. konditioniert)
- gewählte Stellgrößen (Einstellungen)

Vollsynthetisches Schleiföl

- ➔ Polyalphaolefine

W

Werkstoffzerspanbarkeitsklasse MA nach OTT

Will man Schleifprozesse vorausberechnen, wird eine Kennzahl für den Schwierigkeitsgrad der Zerspanbarkeit benötigt. OTT hat dafür die Werkstoffzerspanbarkeitsklassen MA von 1 bis 8 festgelegt. Sie sind nicht bestimmten Werkstoffen oder Werkstoffgruppen zugeordnet, sondern weisen eine Abhängigkeit von der Scheibenart, vom eingesetzten KSS, von den gewählten Stellgrößen und selbstverständlich auch vom Werkstoff und dessen Eigenschaften und Härte auf.

Werkstoffzugabe

- ➔ Bearbeitungszugabe

Werkstückbreite

Breite des gesamten Werkstücks. Muss nicht zwingend identisch mit der zu schleifenden Breite am Werkstück sein.

Werkstückdrehzahl

Beim Aussen- und Innenrundsleifen wird die Werkstückdrehzahl eingestellt. Die ➔Werkstückgeschwindigkeit muss üblicherweise berechnet werden.

Werkstückdurchmesser

Nenn Durchmesser jener Partie des Werkstücks, der geschliffen werden soll. Es können auch unterschiedliche Durchmesser sein. Allerdings ist dann zu beachten, dass die Kontaktbedingungen unter Umständen so stark von einander abweichen, dass dies bei der Stellgrössenvorgabe berücksichtigt werden muss.

Werkstückgeschwindigkeit

Das ist die Vorschubgeschwindigkeit des Werkstücks, welche massgebend für die Berechnung des ➔Geschwindigkeitsverhältnisses zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück ist.

Werkstücklänge

Länge des gesamten Werkstücks. Muss nicht zwingend identisch mit der ➔Schleiflänge sein.



Werkstückradius

Darunter kann man alles Mögliche verstehen. In der Schleiftechnik wird meistens entweder der eben noch zulässige Eckradius, beispielsweise in einer Nute, oder der Kopf- bzw. Spitzenradius an komplexen Profilformen verstanden.

Werkzeugwirkbreite

➔Diamantwirkbreite

Wirkbreite

➔Diamantwirkbreite

Wirkrautiefe

Absolute Rautiefe an der Schleifscheibe. Sie wird durch die Art der Konditionierung (Werkzeugtyp, Stellgrössenvorgaben) in Abhängigkeit der Scheibenspezifikation erzeugt. Ihre Grössenordnung ist massgebend für die mögliche Zerspanleistung und die erreichbare Oberflächenqualität am Werkstück. Eine hohe Wirkrautiefe für grosse Abtragsmengen liegt etwa zwischen 15 und 20 mm, wogegen Werte zwischen etwa 1 bis 5 mm anzustreben sind, wenn hohe Oberflächenqualitäten gefordert werden.

Z

Zeitspanvolumen

Unter dem Zeitspanvolumen versteht man das pro Sekunde abgetragene Werkstoffvolumen in mm^3 . Von weit grösserer Bedeutung ist das ➔bezogene Zeitspanvolumen.

Zirkonkorund

Eigenschaften von Zirkonkorund braun-grau:

- o hochdruckfest, chemisch und thermisch sehr beständig.

Anwendungsschwerpunkte siehe separate Tafel!

Zuführungswirkungsgrad beim Kühlen

Abhängig von der zugeführten ➔KSS-Menge und deren Systemdruck sowie von der Gestaltung und Ausführung der ➔KSS-Düse, ergibt sich ein Zuführungswirkungsgrad. Unter optimalen Bedingungen kann er Werte um 90% durchaus erreichen. In ungünstigen Fällen liegt er etwa bei 35% bis 50%. Guter Durchschnitt wäre ca. 75%.

Zustellbetrag

➔Zustellung

Zustellgeschwindigkeit

Im Gegensatz zum Flachsleifen ist bei allen Rundschleifverfahren, sofern eingestochen wird (➔Aussenrund-Umfangs-Querschleifen, ➔Innenrund-Umfangs-Querschleifen), die Zustellgeschwindigkeit der Schleifscheibe die massgebliche Stellgrösse. Über die Zustellgeschwindigkeit kann rechnerisch problemlos die Zustellung pro Umdrehung, entweder auf den Radius oder auf den Durchmesser bezogen, berechnet werden.

Zustelltiefe

Dieser Begriff wird meistens dann verwandt, wenn es beim Flach- und Flachprofilschleifen um einen Vollschnittprozess (➔Vollschnittschleifen) geht. Da sich dieses Schleifverfahren normalerweise durch grosse Zustelltiefen pro Durchschliff, bei entsprechend geringen ➔Werkstückgeschwindigkeiten, kennzeichnet, ist bezüglich der „Zustellung“ eine namentliche Unterscheidung durchaus gerechtfertigt (➔Zustellung).

Zustellung

Damit überhaupt eine Spanbildung möglich ist, muss die Schleifscheibe ins Werkstück eingreifen können. Das geschieht über die Zustellung der Scheibe. Bei modernen Maschinen, welche mit Schrittmotoren oder mit Servomotoren und eingebauten Resolvieren ausgerüstet sind, kann heute die kleinste Zustellschrittgrösse durchaus 0.00025 mm betragen, also ¼-Tausendstel von einem Millimeter. Damit sind nicht nur exzellente Genauigkeiten erzeugbar, sondern diese Feinstauflösung erlaubt auch, sehr geringe Toleranzen einzuhalten.



Zustellung pro Hub oder pro Doppelhub

Abhängig von den Möglichkeiten der Schleifmaschine und den schleiftechnischen Gegebenheiten, kann die Zustellung beim (→Plan-Umfangs-Querschleifen) einseitig, d.h. pro Doppelhub oder beidseitig, also pro Hub erfolgen. Der Zustellimpuls wird dabei ausserhalb der zu schleifenden Fläche ausgelöst.

Zustellung pro Werkstückumdrehung

→Zustellgeschwindigkeit

Zustellweg bis zum Werkstückkontakt

Je nach Situation befindet sich die Schleifscheibe vor Schleifbeginn nicht unbedingt so nahe am Werkstück, dass gerade nur ein Zustellimpuls ausgelöst werden muss, um den Kontakt zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück herzustellen. Es wird deshalb eine gewisse Zeit dauern, bis die Scheibe in der richtigen Position ist. Bei Einzelteilen und/oder bei geringen Stückzahlen hat die dafür benötigte Zeitspanne relativ wenig Einfluss auf die Gesamtschleifzeit. Anders ist das bei Mittel- und Grossserien. Da kann dieser zeitliche Anteil durchaus ins Gewicht fallen, weshalb dann nach Lösungsmöglichkeiten gesucht werden sollte, welche eine Reduzierung des Zustellweges erlauben.

Hinweis:

Dieses ABC der Schleiftechnik wird in unregelmässigen Abständen auf die zeitkonforme Richtigkeit überprüft und gegebenenfalls entsprechend angepasst. Das gilt in gleicher Weise für Begriffe, welche in dieser ersten Version noch nicht enthalten sind.



Schleiftechnische Formelsammlung

Diese Formelsammlung enthält wichtige Formeln aus der Schleiftechnik. Viele Schleifprobleme würden nicht auftreten, hätte man die Möglichkeit gehabt, gewisse Zusammenhänge vorher rechnerisch zu überprüfen. Treten während der Arbeit Schwierigkeiten auf oder lassen sich die vorgegebenen Zielgrößen nicht erreichen, ist es von grossem Vorteil, wenn man durch Nachrechnungen die Ursache findet.

Die Formeln sind in folgende Abschnitte aufgeteilt:

1. Einflussgrößen und ihre Zusammenhänge
2. Schleifscheiben
3. Abrichten bzw. Konditionieren
4. Kühlschmierstoffversorgung.

Damit beim Einsetzen der verschiedenen Größen und Werte keine Unklarheiten entstehen, sind im Anschluss an die Formelsammlung alle Begriffe, deren Abkürzungen und die Einheiten nach den Abkürzungen alphabetisch sortiert aufgeführt. Wird eine Formel benützt, dann sollte man zuerst dort nachsehen, was die einzelnen Abkürzungen bedeuten und — das ist ganz wichtig — in welcher Einheit sie in die Formel einzusetzen sind, damit das Ergebnis in dieser Hinsicht richtig herauskommt.

1. Einflussgrößen und ihre Zusammenhänge

$$\text{Geschwindigkeitsverhältnis} \quad q_s = \frac{v_c \times 1000 \times 60}{v_{fw}} \quad [--] \quad (1)$$

Beschreibt das Verhältnis von Umfangs- bzw. Schnittgeschwindigkeit zur Werkstückgeschwindigkeit. Wichtig im konventionellen Bereich bezüglich möglichen thermischen Randzonenschäden am Werkstück.

$$\text{äquivalenter Scheibendurchmesser} \quad d_{se} = \frac{d_w \times d_s}{(d_w + d_s)} \quad [mm] \quad \text{Aussenrundscheiben} \quad (2)$$

$$\text{äquivalenter Scheibendurchmesser} \quad d_{se} = \frac{d_w \times d_s}{(d_w - d_s)} \quad [mm] \quad \text{Innenrundscheiben} \quad (3)$$

Werden Formeln in welchen d_{se} enthalten ist für das Flachscheifen benützt, so wird dafür direkt d_s eingesetzt!

$$\text{Schleifweg pro Scheibenumdrehung} \quad l'_s = \frac{d_{se} \times \pi}{q} = \frac{v_{fw}}{n_s} \quad [mm/U] \quad (4)$$

$$\text{Zustellung} \quad a_e = \frac{l_k^2}{d_{se}} = \frac{v_{fw}}{n_w} = h_m \times q_s \quad [mm] \quad (5)$$

$$\text{Kontaktlänge} \quad l_k = \sqrt{a_e \times d_{se}} \quad [mm] \quad (6)$$

$$\text{Kontaktwinkel} \quad \alpha_k = \frac{l_k \times 360^\circ}{\pi \times d_{se}} \quad [Grad] \quad (7)$$

$$\text{Eintrittssehnenlänge} \quad s_e = \sqrt{a_e \times (d_s - a_e)} \quad [mm] \quad \text{Flachscheifen} \quad (8)$$



Eintrittssehnenlänge $s_e = \sqrt{a_e \times (d_{se} - a_e)} \text{ [mm]}$ Aussen- und Innenrundscheifen (9)

Zeitspanvolumen $Q_w = \frac{a_e \times v_{fw} \times b_k}{60} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{s}} \right]$ (10)

bezogenes Zeitspanvolumen $Q'_w = \frac{a_e \times v_{fw}}{60} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{mm} \times \text{s}} \right]$ allgemeine Formel (11)

bezogenes Zeitspanvolumen $Q'_w = \frac{a_e \times n_w \times d_w \times \pi}{60} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{mm} \times \text{s}} \right]$ (12)

bezogenes Zeitspanvolumen $Q'_w = \frac{v_{fr} \times d_w \times \pi}{60} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{mm} \times \text{s}} \right]$ (13)

Hinweis zum bezogenen Zeitspanvolumen: Die erste Formel für das bezogene Zeitspanvolumen eignet sich besonders für das Flachscheifen, wogegen die anderen beiden für das Aussen- und Innenrundscheifen anzuwenden sind.

theoretische mittlere Spandicke $h_m = \frac{Q'_w}{v_c \times 1000} = \frac{F'_t}{k_s} \text{ [mm]}$ (14)

spezifische Schnittkraft $k_s = \frac{F'_t}{h_m} = \frac{P'_s \times 10^6}{Q'_w} = \frac{P'_s \times 1000}{v_c \times h_m} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$ (15)

spezifische Spanmenge $Q'_m = \frac{Q'_w}{P'_s} = \frac{Q'_w \times 1000}{v_c \times F'} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{mm} \times \text{s} \times \text{kW}} \right]$ (16)

Schleiffaktor (nach OTT) $S_c = \frac{F'_t}{F'_n} = \frac{F'_t}{F'_n} \text{ [---]}$ (17)

Schleifleistung $P_s = \frac{S_c \times F'_n \times v_c}{1000} = P'_s \times b_k = F'_t \times v_c \times b_k \text{ [kW]}$ (18)

bezogene Schleifleistung $P'_s = \frac{P_s}{b_k} = \frac{S_c \times F'_n \times v_c}{b_k} = S_c \times F'_n \times v_c \left[\frac{\text{kW}}{\text{mm}} \right]$ (19)



bezogene Schleifleistung

$$P'_s = \frac{F'_t \times v_c}{1000} = \frac{k_s \times Q'_w}{10^6} = \frac{v_c \times k_s \times h_m}{1000} \left[\frac{kW}{mm} \right] \quad (20)$$

Hinweis zur bezogenen Schleifleistung: Die letzten aufgeführten Formeln für die Berechnung der bezogenen Schleifleistung werden am häufigsten eingesetzt.

spezifische Schleifenergie

$$U_s = \frac{P'_s \times 1000}{Q'_w} = \frac{k_s}{1000} = \frac{F'_t}{h_m \times 1000} \left[\frac{J}{mm^3} \right] \quad (21)$$

Hinweis zur spezifischen Schleifenergie: In dieser Formel stehen die für den Leistungsbedarf eines Schleifprozesses relevanten Grössen. Allein daraus kann man leicht schliessen, dass ein hoher Wert von U_s bestimmt thermisch betrachtet ungünstiger sein muss, als ein tief liegender. Für das konventionelle Schleifen zeigt ein Wert deutlich unter 65 J/mm^3 gute thermische Bedingungen in der Kontaktzone an. Beim Vollschnittschleifen sollte U_s nicht höher als etwa $40 - 45 \text{ J/mm}^3$ betragen.

2. Schleifscheiben

Für die Wahl und/oder für das Verhalten Schleifscheiben im Prozess gibt es eigentlich keine direkten Formeln. Aber schon die unter Einflussgrössen und ihren Zusammenhängen aufgeführten Formeln haben — auf die Einzelgrössen oder die Ergebnisse bezogen — eine ganz wesentliche Auswirkung auf die Schleifscheibe, da sich diese einerseits nach ihrer Grundspezifikation verhält und andererseits auf die gewählten Stellgrössen reagiert.

Eine der wichtigsten Grössen, welche das Verhalten einer Schleifscheibe bestimmt, ist die theoretische mittlere Spandicke h_m . Die Belastung der einzelnen Kornschneide verändert sich nämlich proportional zu h_m , d.h. mit steigendem h_m wird die Belastung auf die Scheibenschneiden grösser und umgekehrt. Die Formel zur Berechnung von h_m wurde bereits gezeigt. Es gibt aber noch eine verkürzte Formel, welche oftmals zweckmässiger wäre:

theoretische mittlere Spandicke

$$h_m = \frac{a_e}{q_s} [mm] \quad (22)$$

Die meisten Schleifscheibenhersteller legen ihre Spezifikationen und die damit verbundenen Empfehlungen so aus, dass ihre Scheiben unter Berücksichtigung der theoretischen mittleren Spandicke h_m wie folgt reagieren:

- $h_m = 0.00025 - 0.00035 \text{ mm}$ für das Schruppschleifen
- $h_m = 0.00015 - 0.00025 \text{ mm}$ für das Schlichtschleifen
- $h_m = 0.00005 - 0.00015 \text{ mm}$ für das Fein- und Feinstschleifen.

Beim Leistungs- und Hochgeschwindigkeitsschleifen kann man, sofern der zeitbezogene Spanabtrag deutlich über etwa $50 \text{ mm}^3/(\text{mm} \cdot \text{s})$ beträgt, von folgenden h_m -Werten ausgehen:

- $h_m = 0.00030 - 0.00045 \text{ mm}$ für das Leistungs- und Hochleistungsschleifen
- $h_m = 0.00040 - 0.00150 \text{ mm}$ für das Hochgeschwindigkeitsschleifen.

Dreht man die Sache um, so stellt sich die Frage, wie gross die in obiger Formel enthaltenen Werte sein müssten, um die hier aufgeführten h_m -Werte zu realisieren. Man stellt diese Formel entsprechend um:

Zustellung

$$a_e = h_m \times q_s [mm] \quad (23)$$

Geschwindigkeitsverhältnis

$$q_s = \frac{a_e}{h_m} [-] \quad (24)$$

OTT hat anfangs der 80er-Jahre herausgefunden, dass jeder Scheibenspezifikation abhängig von den momentanen Einsatzbedingungen eine sogenannte „Arbeitsdruckkraft“ zugeordnet werden kann, unter der sich die jeweilige



Schleifscheibe optimal verhält, d.h. selbstschärfend ohne gravierenden Makroausbruch arbeitet. OTT nannte deshalb die Arbeitsdruckkraft auch „den Fingerabdruck“ einer Schleifscheibe. Eine beliebige Schleifscheibe kann, wenn ihre Arbeitsdruckkraft bekannt ist, so durch die Vorgaben bzw. durch die Stellgrößen beeinflusst werden, dass sie zumindest zufriedenstellende Ergebnisse ermöglicht.

$$\text{Arbeitsdruckkraft (nach OTT)} \quad F_d = \frac{F_n}{A_k} = \frac{F'_n}{l_k} = \frac{F_t}{A_k \times S_c} = \frac{F'_t}{l_k \times S_c} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right] \quad (25)$$

Er gehört nicht direkt zu den Schleifscheiben, aber der Überdeckungsgrad U_c hat etwas mit der Scheibe zu tun, nämlich mit ihrer aktiven Breite und dem seitlichen Vorschub pro Hub (Flachschleifen) oder pro Umdrehung (Aussen- und Innenrundscheifen).

$$\text{Überdeckungsgrad beim Schleifen} \quad U_c = \frac{b_k}{f_a} \quad [---] \quad \text{Flachschleifen} \quad (26)$$

$$\text{Überdeckungsgrad beim Schleifen} \quad U_c = \frac{b_k \times n_w}{v_{fa}} \quad [---] \quad \text{Aussen- und Innenrundscheifen} \quad (27)$$

Der Überdeckungsgrad darf niemals kleiner als 1 sein, weil sonst die Schleifscheibe die zu schleifende Fläche nicht mehr abdecken kann. Sie hinterlässt eine deutliche ungeschliffene Spur beim Flachschleifen oder „scheidet“ ein Gewinde auf Rundteile bei Aussen- und Innenrundscheifen.

3. Abrichten bzw. Konditionieren

Auch hier geht es zuerst um den Überdeckungsgrad U_d , nur hat dieser eine andere Bedeutung. Bei allen stehenden Abricht- bzw. Konditionierwerkzeugen und auch zum Teil bei rotierenden, spielt die Überdeckung eine wichtige Rolle. Jedes Abricht- oder Konditionierwerkzeug hat — genau so wie z.B. Diamantspitzscheiben für das bahngesteuerte Profilieren oder kleine Crushierscheiben — eine konkrete Wirkbreite b_d . Nun lässt sich zusammen mit der Abrichtzustellung a_d genau vorgeben, wie die Wirkrautiefe R_s aussehen soll, je nachdem ob hohe Abtragsleistungen oder qualitativ hochwertige und genaue Oberflächen und/oder Profile erzeugt werden sollen.

Den Überdeckungsgrad U_d kann man so definieren: Er gibt an, wie viele Umdrehungen die Schleifscheibe macht, bis der seitliche Vorschub soviel Weg zurückgelegt hat, wie das Abricht- oder Konditionierwerkzeug breit ist. Eine kleine Zahl weist auf eine hohe Wirkrautiefe hin, eine grosse auf das Gegenteil. Der Überdeckungsgrad U_d darf niemals kleiner als 1 sein! Genau wie beim Schleifen würde sonst ein Gewinde auf die Scheibe geschnitten, was im Allgemeinen zu unzulässigen Oberflächenbildern führt.

$$\text{Überdeckungsgrad} \quad U_d = \frac{b_d}{s_d} = \frac{b_d \times n_s}{v_{fd}} \quad [---] \quad (28)$$

Nachfolgend einige praktische Richtwerte zum Überdeckungsgrad U_d :

- | | | |
|-------------------------------------|---------------|-------------------------|
| o für das Finishing-Schleifen | ca. 14 – 16 | entspricht etwa N1 – N2 |
| o für das Fein- und Feinstschleifen | ca. 10 – 12 | entspricht etwa N2 – N3 |
| o für das Fertigschleifen | ca. 8 – 10 | entspricht etwa N3 – N4 |
| o für das Schlichtschleifen | ca. 6 – 8 | entspricht etwa N4 – N5 |
| o für das Vorschleifen | ca. 4 – 6 | entspricht etwa N5 – N6 |
| o für das Schruppschleifen | ca. 3 – 5 | entspricht etwa N6 – N7 |
| o für das Leistungsschleifen | ca. 2 – 3 | entspricht etwa N7 – N8 |
| o für das Hochleistungsschleifen | ca. 1.2 – 1.5 | entspricht etwa N8 – N9 |

Verständlicherweise muss die Zustellung a_d jeweils auf die Überdeckungsvorgaben abgestimmt sein. Es dürfte dem Praktiker kaum schwer fallen, die entsprechenden Größen den verschiedenen Schleifverfahren zuzuordnen. Angefangen beim Finishing-Schleifen, wo nur Bruchteile von Tausendstelmillimetern beim Konditionieren abgetragen werden bis zum Hochleistungsschliff, wo a_d durchaus in der Größenordnung von 0.3 – 0.5 mm liegen kann.



4. Kühlschmierstoffversorgung

Hier geht es einerseits um die notwendige Kühlschmierstoffmenge in Abhängigkeit der verfügbaren oder der für einen bestimmten Schleifprozess notwendigen Antriebsleistung. Aus Sicherheitsgründen rechnet man bei der Bemessung einer Kühlschmierstoff-Versorgungsanlage direkt mit der Motorenennleistung des Scheibenantriebs und vernachlässigt die Leerlaufleistung.

$$\text{Kühlschmierstoffbedarf} \quad Q_k = \frac{P_s \times 60 \times 1000}{c_p \times E_{ca} \times d_t \times \rho} \left[\frac{l}{\text{min}} \right] \quad (29)$$

Zu dieser Formel sind einige Hinweise bestimmt sinnvoll:

- o c_p für Emulsionen = 4187 J/(kg·C°)
- o c_p für Öle = 1675 J/(kg·C°)
- o E_{ca} = etwa 0.45 für schlechte Kühlung bzw. KSS-Zuführung
- o E_{ca} = etwa 0.90 für sehr gute Kühlung bzw. KSS-Zuführung
- o ρ für Wasser 1.0 kg/dm³
- o ρ für Öl 0.87 – 0.93 kg/dm³

Zur Erinnerung: Ein Kühlschmierstoffbehälter (Tank) sollte von der Grösse her mindestens ein Volumen aufweisen, welches der 6-fachen KSS-Fördermenge pro Minute (KSS = Kühlschmierstoff) aller beteiligter Pumpen entspricht. Besser ist der 10-fache Wert! Damit sind kaum Probleme durch eine konstante Erhöhung der KSS-Temperatur zu befürchten, vorausgesetzt, der Behälter ist nicht übermässig hoch — eine flach Bauweise ist günstiger — und er ist um ca. 50 – 60 mm vom Boden distanziert. Das führt zu einer guten zusätzlichen Konvektionskühlung.

$$\text{zulässige Schleifleistung} \quad P_s = \frac{Q_k \times c_p \times E_{ca} \times d_t \times \rho}{60 \times 1000} \text{ [kW]} \quad (30)$$

Hinweis: Die bei obenstehender Formel aufgeführten Werte sind auch hier gültig.

Im Jahre 1975 hat OTT das physikalische Phänomen entdeckt, dass ein Kühlmittelstrahl, wird er tangential und in der richtigen Geschwindigkeit an die Schleifscheibe geführt, über einen Winkel von etwa 30° - 40° an dieser haftet. Der springende Punkt dabei: Nur an der Scheibe haftender KSS wird in die Kontaktzone transportiert. Die aus Gründen der Grenzschichthaftung um jede Scheibe mitrotierende Luft ist so widerstandsfähig, dass nur unter ganz bestimmten Bedingungen Kühlschmierstoff wirklich auch in die Kontaktzone gelangen kann. OTT hat dieses KSS-Zuführungsverfahren „Gleichlaufkühlung und –reinigung“ genannt, weil die optimalste Wirkung dann zu beobachten ist, wenn die Strahlgeschwindigkeit möglichst genau mit der Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe übereinstimmt. Dieser Hafteffekt bleibt relativ sicher bestehen bis auf die 0.6-fache Umfangsgeschwindigkeit. Danach bricht die Haftung sofort wieder ab. Aber auch eine höhere Strahlgeschwindigkeit als die Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe führt zu einem sofortigen Haftungsabbruch!

Arbeitet man mit einer Umfangs- bzw. Schnittgeschwindigkeit v_c von 35 m/s, müsste man wissen, wie gross der Pumpendruck direkt vor der Düse sein muss, um eine entsprechende Strahlgeschwindigkeit zu erzeugen. Bekanntlich ist ja Druckpotential nach dem Austritt aus der KSS-Zuführdüse Geschwindigkeitspotential. Die nachstehenden Formeln helfen weiter:

$$\text{Pumpendruck} \quad p_k = (0.0736 \times v_k)^2 \text{ [bar]} \quad (31)$$

$$\text{Strahlgeschwindigkeit} \quad v_k = 13.586 \times \sqrt{p_k} \left[\frac{m}{s} \right] \quad (32)$$

So lässt sich p_k in Abhängigkeit von v_c oder die Strahlgeschwindigkeit in Abhängigkeit von p_k bestimmen.

In der Praxis sieht man mehrheitlich KSS-Düsen - wenn dieser Begriff dafür überhaupt zulässig ist -, welche eine bedeutend zu grosse Austrittsöffnung aufweisen. Auch wenn der notwendige Systemdruck zum Erreichen einer bestimmten Strahlgeschwindigkeit vorhanden wäre, fällt er - der zu grossen Düsenöffnung wegen - zusammen. Nur



bei einem ganz bestimmten Austrittsquerschnitt steht der verfügbare Druck in der Düse an und die zur Kühlung erforderliche KSS-Menge strömt dabei aus.

$$\text{Austrittsquerschnitt an der Düse} \quad A_k = \frac{1.2121 \times Q_k}{\sqrt{p_k}} \quad [\text{mm}^2] \quad (33)$$

$$\text{Kühlschmierstoffmenge} \quad Q_k = A_k \times 0.825 \times \sqrt{p_k} \quad \left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right] \quad (34)$$

Oft ist es wichtig zu wissen, wie viel Leistungsbedarf eine übliche zur KSS-Förderung verwendete Zentrifugalpumpe benötigt.

$$\text{Pumpenleistungsbedarf} \quad P_k = \frac{Q_k \times p_k}{612 \times \eta} \quad [\text{kW}] \quad (35)$$

Der Pumpenwirkungsgrad η wird nicht in Prozenten, sondern mit Kommastelle eingegeben. Für einen Wirkungsgrad von 45% würde die Eingabe 0.45 richtig sein. Für 1-stufige Zentrifugalpumpen gilt ein Wirkungsgrad η von etwa 0.35 - 0.45 - von Ausnahmen abgesehen.

Diese Formelsammlung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie wird aller Voraussicht nach weitergeführt und ergänzt werden. Sie verfolgt lediglich den Zweck, den Anwender und interessierten Schleifspezialisten darauf aufmerksam zu machen, dass viele wichtige Werte, welche das Geschehen zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück nachhaltig beeinflussen, berechenbar sind. Damit soll der weit verbreiteten Meinung, dass der Schleifprozess nur durch Erfahrung und Versuche in den Griff zu bekommen sei, widersprochen werden. Das Schleifen ist zwar eines der komplexesten Spanungsverfahren, aber auch hier gilt die allgemeine Zerspanungsphysik. Wenn man ihr systematisch folgt und sich die Vorgänge zwischen der Schleifscheibe und dem Werkstück auf deren Basis betrachtet und vorstellt, so wird einem klar, dass auch Schleifprozesse plan- und berechenbar sein müssen.



Abkürzungen (alphabetisch)	Begriffe	Einheiten
a_d	Abrichtzustellung	[mm]
a_d	Abrichtzustellung pro Hub	[mm/Hub]
a_d	Abrichtzustellung pro Scheibenumdrehung	[mm/U]
a_e	Zustellung	[mm/Hub, mm/U]
a_e	Zustellung pro Hub	[mm/Hub]
a_e	Zustellung pro Umdrehung (auf Radius bezogen)	[mm/U]
A_k	Kontaktfläche zwischen Scheibe und Werkstück	[mm ²]
A_{kn}	Düsenaustrittsquerschnitt	[mm ²]
b_d	Abrichtwerkzeugbreite (Wirkbreite)	[mm]
b_d	Diamantplattenwirkdicke	[mm]
b_d	Diamantwirkbreite	[mm]
b_d	Werkzeugwirkbreite	[mm]
b_k	Kontaktbreite, Schleifbreite	[mm]
b_k	Schleifbreite, Kontaktbreite	[mm]
b_{kn}	Düsen Schlitzbreite (Flachschlitzdüsen)	[mm]
b_{nl}	Düsenübermass links (Flachschlitz- und Runddüsen)	[mm]
b_{nr}	Düsenübermass rechts (Flachschlitz- und Runddüsen)	[mm]
b_s	Scheibenbreite	[mm]
b_w	Bearbeitungsbreite, Werkstücksbreite	[mm]
b_w	Werkstücksbreite	[mm]
CL	Kühlschmierstoffklasse (nach OTT)	[—]
c_p	spezifische Wärmekapazität des KSS	[kJ/(kg*°K)]
d_{kn}	Düseninnendurchmesser (Runddüsen)	[mm]
d_r	Rollendurchmesser (Profilrollen)	[mm]
d_s	Scheibendurchmesser	[mm]
d_s	Schleifscheibendurchmesser	[mm]
d_{sa}	Scheibenaufnahmebohrung	[mm]
d_{se}	äquivalenter Scheibendurchmesser	[mm]
d_T	Temperaturdifferenz (beim Kühlen)	[Grad, C°]
Du	Überdeckungsgrad beim Konditionieren	[—]
d_w	Werkstückdurchmesser	[mm]
E	E-Modul von Schleifscheiben	[N/mm ²]
E	E-Modul von Werkstoffen	[N/mm ²]
E_{ca}	Zuführungswirkungsgrad beim Kühlen	[%]
E_{ce}	Wirkungsgrad des Kühlgeräts (Rückkühler)	[%]
E_{cl}	prozentualer Anteil Leistung im KSS	[%]
E_{cp}	Pumpenwirkungsgrad (von KSS-Pumpe)	[%]
F_a	Axialkraft	[N]
f_a	Seitenvorschub	[mm/Hub, mm/U]
f_a	Seitenvorschub pro Hub	[mm/Hub]
f_a	Seitenvorschub pro Umdrehung	[mm/U]
F_d	Arbeitsdruckkraft (nach OTT)	[N/mm ²]
f_g	theoretischer Vorschub pro Schneide	[mm]
F_n	Normalkraft	[N]
F'_n	bezogene Normalkraft	[N/mm]



Abkürzungen (alphabetisch)	Begriffe	Einheiten
F_r oder F_{res}	resultierende Schleifkraft zwischen F_n und F_t	[N]
F_t	Tangentialkraft, Umfangskraft	[N]
F_t	Umfangskraft, Tangentialkraft	[N]
F'_t	bezogene Tangentialkraft	[N/mm]
G oder G_c	G-Wert, Verschleissverhältnis, Verschleissfaktor	[—]
GGL	Gegenlauf (Zerspanungsrichtung)	[—]
GLL	Gleichlauf (Zerspanungsrichtung)	[—]
h_m	mittlere Spandicke (siehe mittlere theor. Spandicke)	[mm]
h_m	mittlere theoretische Spandicke	[mm]
h_m	theoretische mittlere Spandicke	[mm]
h_p	Profiltiefe	[mm]
i_a	Anzahl Ausfeuerhübe	[—]
i_c	Anzahl Überschliffe	[—]
i_d	Anzahl Abrichthübe	[—]
i_{sc}	Selbstschärfung nach Anzahl Teilen	[—]
i_w	Anzahl Werkstücke	[—]
KC	Kornkonzentration im Schleifbelag	Karat, C-Klasse
KG	Korngrösse nach FEPA-Norm	[Mesh, mym]
KM	Kornmaterial nach Herstellerbezeichnung	[—]
k_s	spezifische Schnittkraft	[N/mm ²]
l'_s	Schleiflänge pro Scheibenumdrehung	[mm/U]
l_{ad}	Abrichtzustellweg	[mm]
l_c	Selbstschärlänge (nach OTT)	[mm]
l_{fd}	Zustellweg bis zur Werkstücksberührung	[mm]
l_k	Kontaktlänge, Kontaktbogenlänge	[mm]
l_s	Bearbeitungslänge	[mm]
l_s	Schleiflänge	[mm]
l_{sc}	Spanlänge	[mm]
l_{uh}	Überlauf hinten	[mm]
l_{ul}	Überlauf links	[mm]
l_{ur}	Überlauf vorne	[mm]
l_{uv}	Überlauf rechts	[mm]
l_w	Werkstücklänge	[mm]
MA	MA-Wert (Werkstoffzerspanbarkeitsklasse 1.00 - 8.00 (OTT))	[—]
MA	Werkstoffzerspanbarkeitsklasse (nach OTT)	[—]
MA korr.	MA-korr. (korrigierter MA-Wert aufgrund einer Messung)	[—]
NK	N-Klasse (Rauheitsklassifizierung)	[—]
n_r	Rollendrehzahl (Profilrollen)	[1/min]
n_s	Scheibendrehzahl	[1/min]
n_s	Schleifscheibendrehzahl	[1/min]
n_{sd}	Abrichtdrehzahl der Schleifscheibe	[1/min]
n_w	Werkstückdrehzahl	[1/min]
P'''_s	Volumenleistung (Leistung pro abgespanntem mm ³)	[W/mm ³]
P_{ce}	Kühlleistung des Rückkühlgerätes	[kcal/h oder W]
p_k	Kühlschmierstoffdruck	[bar]



Abkürzungen (alphabetisch)	Begriffe	Einheiten
P_k	Pumpenantriebsleistung (Motorenleistung)	[kW]
P_s	Schleifleistung	[kW]
P'_s	bezogene Schleifleistung	[kW/mm]
P''_s	Kontaktleistung	[kW/mm ²]
$P_{s\text{eff.}}$	Schleifleistung effektiv	[kW]
P_{sk}	Leistungsaufwand für Kühlmittelbeschleunigung	[kW]
Q'_m	spezifische Spanmenge (nach OTT)	[mm ³ /(mm*s*kW)]
q_d	Geschwindigkeitsverhältnis beim Einrollen	[—]
Q_k	Kühlschmierstoffmenge	[l/min]
Q'_k	bezogene Kühlschmierstoffmenge	[l/mm*min]
q_s	Geschwindigkeitsverhältnis beim Schleifen	[—]
Q'_w	Zeitspanvolumen	[mm ³ /s]
Q'_w (alt Z')	bezogenes Zeitspanvolumen	[mm ³ /(mm*s)]
$Q'_{w\text{grenz}}$	bezogenes Grenzzeitspanvolumen	[mm ³ /(mm*s)]
Ra	Ra-Oberflächenrauheitswert	[mym]
r_s	Scheibenradius	[mm]
r_s	Schleifscheibenradius	[mm]
Rt	Rt-Oberflächenrauheitswert	[mym]
R_{ts}	Wirkrautiefe an der Schleifscheibe	[mym]
r_w	Werkstückradius	[mm]
Rz	Rz-Oberflächenrauheitswert	[mym]
SB	Scheibenbindung	[—]
S_c	Schleiffaktor (nach OTT)	[—]
s_d	Abrichtvorschub pro Scheibenumdrehung	[mm/U]
s_e	Eintritts-Sehnenlänge, Eintritts-Segmentlänge (nach OTT)	[mm]
SH	Scheibenhärte nach NORTON-Skala	[—]
s_{kn}	Düsenschlitzhöhe (Flachschlitzdüsen)	[mm]
SS	Porosität (Scheibenstruktur)	[—]
SS	Scheibenstruktur (Porosität)	[—]
T	Temperatur allgemein	[Grad, C°]
T_{cl}	Kühlschmierstoff-Temperatur	[°C]
t_d	Abrichtzeit	[min]
t_d	Profilierzeit	[min]
t_k	Kontaktzeit (reine Schleifzeit)	[min]
t_n	Nebenzeit	[min]
t_s	Schleifzeit gesamt	[min]
U_c	Überdeckungsgrad der Scheibe (AUL und IUL)	[—]
U_s	spezifische Schleifenergie	[J/mm ³]
v_{ad} oder v_{ft}	Abrichtzustellgeschwindigkeit	[mm/min]
v_c	Umfangsgeschwindigkeit, Schnittgeschwindigkeit	[m/s]
v_c (alt v_s)	Scheibenumfangsgeschwindigkeit	[m/s]
vc (alt vs)	Schnittgeschwindigkeit, Umfangsgeschwindigkeit	[m/s]
v_{cd}	Abrichtumfangsgeschwindigkeit beim Abrichten	[m/s]
v_{fa}	Seitenvorschubgeschwindigkeit	[mm/min]
v_{fd}	Abrichtvorschubgeschwindigkeit	[mm/min]



Abkürzungen (alphabetisch)	Begriffe	Einheiten
v_{fr}	Zustellgeschwindigkeit	[mm/min]
v_{fw}	Werkstückgeschwindigkeit	[mm/min]
V_k	Behälterinhalt (Volumen) für Kühlschmierstoff	[l/min]
v_k	Kühlschmierstoff-Strahlgeschwindigkeit	[m/s]
v_r	Rollenumfangsgeschwindigkeit (Profilrollen)	[m/s]
V_{sc}	Scheibenverschleissvolumen	[mm ³]
V_w	Abtragsmenge	[mm ³]
V'_w	bezogene Abtragsmenge	[mm ³ /mm]
w_b	Diamantplattenbreite	[mm]
w_b	Plattenbreite (Diamantabrichtplatten)	[mm]
w_k	Kontaktwinkel	[Grad]
w_r oder w_{res}	Winkel zwischen F_n und F_t	[Grad]
Z_c	Schneidenraumtiefe	[mm]
Z_{cm}	mittlere Schneidenraumtiefe	[mm]
Z_w	Bearbeitungszugabe	[mm]
Z_w	Materialzugabe für die Schleifbearbeitung	[mm]
Z_w	Schleifzugabe	[mm]
Z_w	Werkstoffzugabe	[mm]