

EINE NEUE ÄRA? 3M™ CUBITRON™ II ENTFALDET POTENZIALE BEIM KEGELRADSCHLEIFEN

Die Welt der Schleifprozesse neu erfinden: Mit ihrem geometrisch definierten Sinterkorundkorn Cubitron™ II erfüllt das Technologieunternehmen 3M die hohen Ansprüche des Kegelradschleifens und erlaubt erhebliche Steigerungen der Schleifparameter. Das Zusammenspiel innovativer Schleifscheiben und leistungsfähiger Werkzeugmaschinen der Klingelnberg G-Serie ermöglicht hochproduktive Schleifprozesse bei ausgezeichneter, reproduzierbarer Verzahnungsqualität.

Das Verzahnungsschleifen spielt als letzter Fertigungsschritt der Kegelradverzahnung eine besonders wichtige Rolle. Gerade im Automotive-Bereich fallen Schrump- und Schlichtbearbeitung häufig zusammen. Da müssen Topografie und Teilung der einsatzgehärteten Verzahnung mit Toleranzen von wenigen Mikrometern und der geforderten Oberflächengüte schleifbrandfrei hergestellt werden. Hierbei gilt es, Härteverzüge, die erhebliche Aufmaßschwankungen im Prozess zur Folge haben, auszuschließen. Gleichzeitig muss die aus dem Härteprozess resultierende Randoxidationsschicht, die ein Zusetzen der Schleifscheibe provoziert, entfernt werden. Dies begünstigt das Auftreten einer thermischen Gefügeschädigung am geschliffenen Bauteil – und die wirkt sich negativ auf die Lebensdauer des Bauteils aus und ist daher zu vermeiden.

Prozessentwicklung

Bei der Weiterentwicklung des Kegelrad-Schleifprozesses werden vor allem zwei Ziele verfolgt: die Steigerung der Produktivität sowie die Verbesserung der Prozesssicherheit. Letzteres ist wichtig, um die hohen Anforderungen an die geometrische Bauteilgenauigkeit (Teilung und Topografie) reproduzierbar und sicher zu erfüllen – und das ohne Einbußen in der Oberflächengüte der Zahnflanke als Funktionsoberfläche. Hierbei ergibt sich ein Zielkonflikt, der mit den heute üblichen Sinterkorund-Schleifmitteln nicht zu lösen ist: Eine Erhöhung der Produktivität erfordert gesteigerte Bearbeitungsparameter. Diese führen jedoch tendenziell zu schlechteren Oberflächenkennwerten und der Gefahr einer thermischen Gefügeschädigung, die unbedingt zu vermeiden ist.

Die speziellen Schnittbedingungen beim Einsatz des neuen Schleifmittels Cubitron™ II lösen diesen beschriebenen Zielkonflikt ein Stück weit auf: Die thermische Belastung des Bauteils wird erheblich reduziert und

das Schleifbrandrisiko somit vermindert. So lässt sich die Produktivität deutlich steigern (Abb. 1). Welches Ziel steht jetzt hinter der Entwicklung einer Schleifscheibe speziell für die Kegelradbearbeitung? Die Schleifscheibe so zu gestalten, dass – auch bei gesteigerten Schnittdaten – gute Rauheitswerte erzielt werden und der makrogeometrische Verschleiß minimiert wird. Das ist die Grundlage für reproduzierbar gute Bauteilqualität.

Ein geringer Schleifscheibenverschleiß minimiert die maschinenseitig erforderliche Kompensation des Teilungsfehlers – somit wird das Prozessergebnis unempfindlicher gegenüber Chargenschwankungen der Bauteile. Der gesamte Prozess wird sicherer. Als Nebeneffekt können die Abrichtbeträge reduziert werden, was eine hohe Lebensdauer der Schleifscheibe verspricht.

Kompakt

Produktivitätssteigerung mit neuem Schleifmittel

Neue Möglichkeiten des Verzahnungsschleifens bei der Kegelradverzahnung: Mit dem neuen Schleifmittel Cubitron™ II wird dieser Fertigungsschritt nun deutlich sicherer und effizienter.

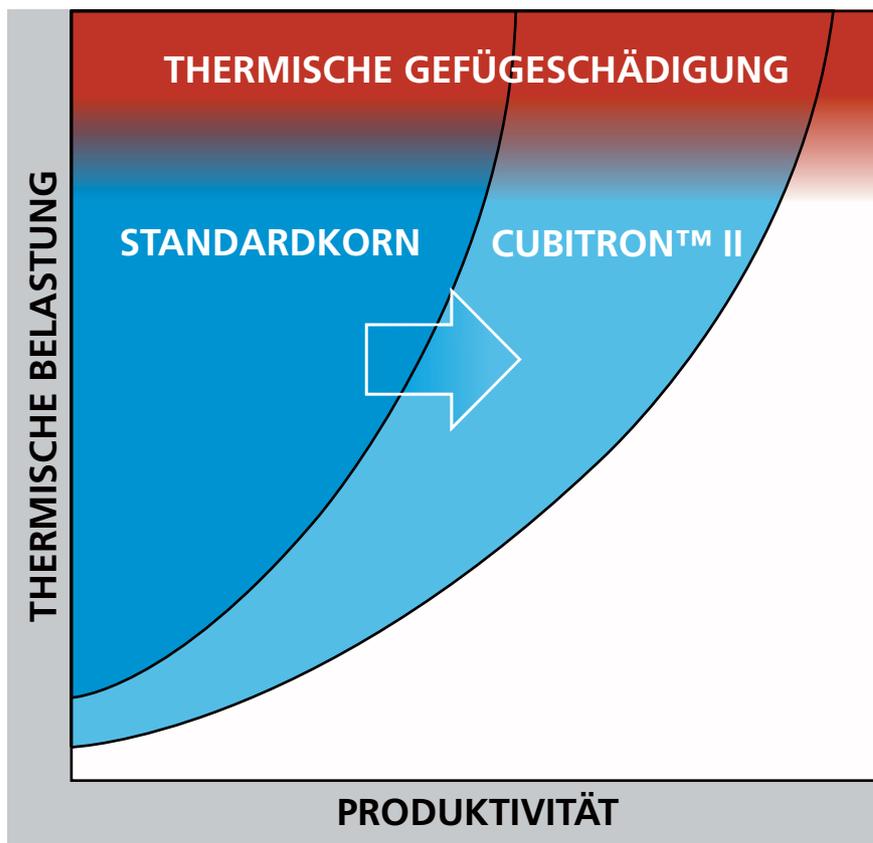


Abb. 1: Thermische Belastung des Bauteils

Klingelnberg ermöglicht im Bereich der Kegelradfertigung in Zusammenarbeit mit dem Geschäftsbereich Precision Grinding & Finishing des Multi-Technologieunternehmens 3M einen neuen, verbesserten Schleifprozess – auf Basis der Hochleistungsmaschinen der G-Serie und des neuen Schleifmittels.

zunächst durch das Werkstück und werfen Material auf (Abb. 2 links, Stadium I und II), bevor Späne gebildet werden (Stadium III). Große Anteile der im Prozess umgesetzten Energie werden aufgrund elastischer und plastischer Verformung des Materials sowie Reibung direkt als Wärme in das Bauteil eingebracht.

Den besonderen Vorteil des Schleifprozesses ermöglicht die Dreieckskörnung des Schleifmittels: Cubitron™ II besteht aus präzise geformten, einheitlich großen Dreiecken aus gesintertem Aluminiumoxid (Sinterkorund) mit einer Kantenlänge von etwa 0,4 mm und einer Stärke von etwa 0,08 mm (Abb. 3). Auch bei zufälliger Anordnung der Dreiecke in der Schleifscheibe liegen aufgrund der definierten Kornform mit ebenen Flächen und recht kleinen Keilwinkeln von 60° bzw. 90° im Mittel vergleichsweise günstige Zerspanbedingungen vor. Hierdurch ist zu erwarten, dass eine günstigere Spanbildung mit geringerer Umformarbeit stattfindet (Abb. 2). Verformungen des Werkstückmaterials können weitgehend vermieden werden und die thermische Belastung der Bauteilrandzone lässt sich – ähnlich der Bearbeitung mit geometrisch definierter Schneide – erheblich reduzieren.

Dreiecke verbessern die Spanbildung

Bei heute üblicherweise für das Kegelschleifen verwendeten Aluminiumoxid-Schleifmitteln weisen die einzelnen Schleifkörner eine zufällige Geometrie auf, die – bis auf einige Kanten – annähernd kugelförmig ist. Bei der Bearbeitung mit diesen Körnern treten meist ungünstige Zerspanbedingungen mit stark negativen Spanwinkeln auf. Die Körner „pflügen“

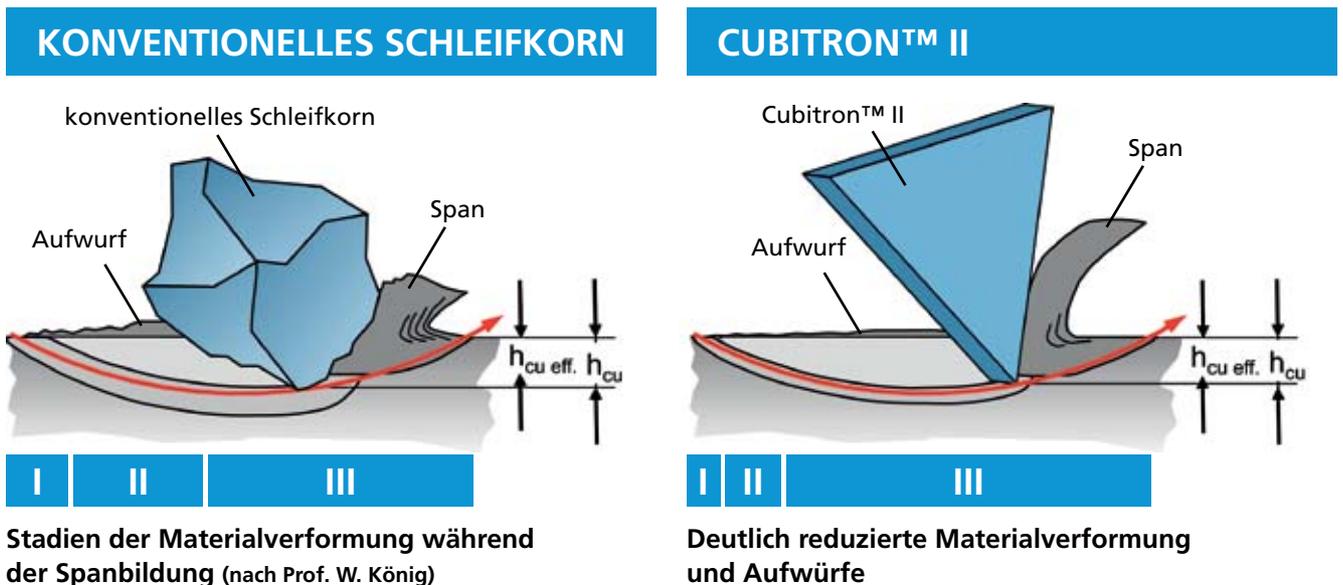


Abb. 2: Spanbildung im Vergleich

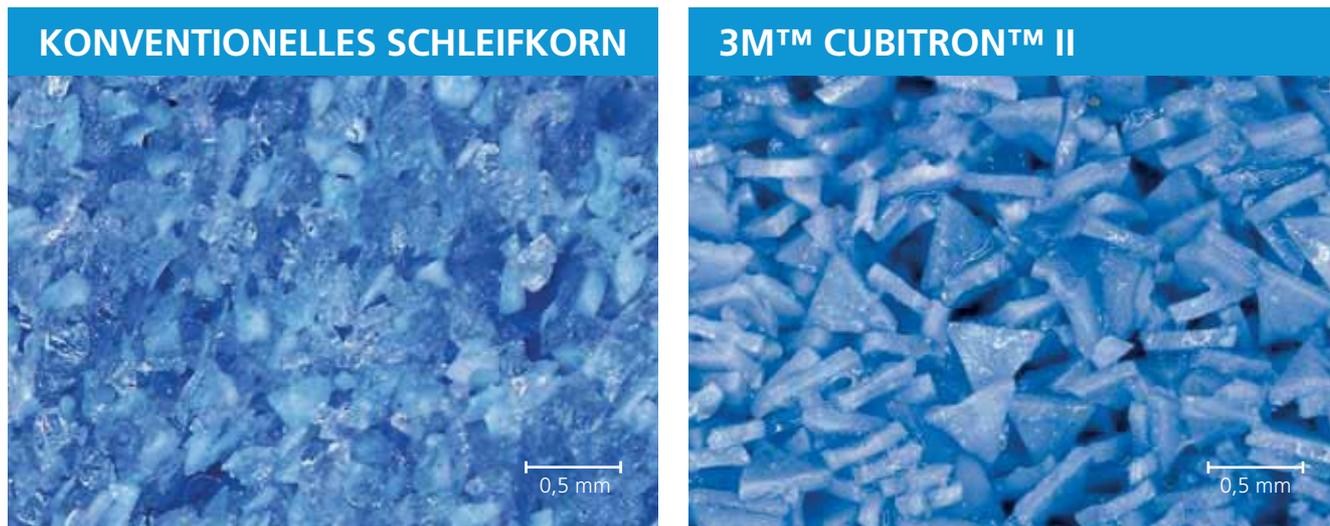


Abb. 3: Schleifscheibenstruktur im Vergleich

„Definierte Bruchebenen des dreieckigen Kornes sorgen dafür, dass nach dem Abrichten immer scharfe Kanten vorliegen. Die Zerspanbedingungen werden auch bei Abnutzung des Schneidkorns durch den Selbstschärfeffekt nicht negativ beeinflusst. Die Schleifscheibe wird also nicht stumpf“, erklärt Jürgen Hechler, Schleifmittelexperte von 3M.

Produktivitätssteigerung – schleifbrandfrei

Die vorteilhafte Spanbildung am Cubitron™ II Schleifkorn hilft, den Wärmeeintrag in das Bauteil erheblich zu verringern. Entsprechend minimiert sich das Risiko einer thermischen Gefügeschädigung der Bauteilrandzone. Bei der Bearbeitung von Automotive-Tellerrädern, die aufgrund des vollflächigen Kontakts zwischen Schleifscheibe und Zahnflanken Schleifbrand geradezu provoziert (Abb. 4), wurde bei Schleifparametern, die einem Serienprozess entsprechen, im Grundsatzversuch sogar auf den Einsatz der Waguri-Spindel (Schleifscheiben-Exzenterspindel), die für ein Mindestmaß an Prozesskühlung sorgt, verzichtet – schleifbrandfrei. Gegenüber konventionellen Schleifmitteln kann bei der Kegelradbearbeitung mit Cubitron™ II – je

nach Prozess – das Zeitspanvolumen verdoppelt werden, ohne dass Schleifbrand entsteht. Und das ohne Einschränkungen in der Oberflächengüte.

Reduzierter Verschleiß

Der makrogeometrische Verschleiß der Schleifscheibe kann durch den inneren Aufbau des Cubitron™ II Kornes (Kornsplitterung), den Anteil des Porenvolumens und die Härte der keramischen Bindung beeinflusst werden.

Die vorteilhafte Spanbildung am Cubitron™ II Schleifkorn hilft, den Wärmeeintrag in das Bauteil erheblich zu verringern. Entsprechend wird das Risiko einer thermischen Gefügeschädigung der Bauteilrandzone minimiert.

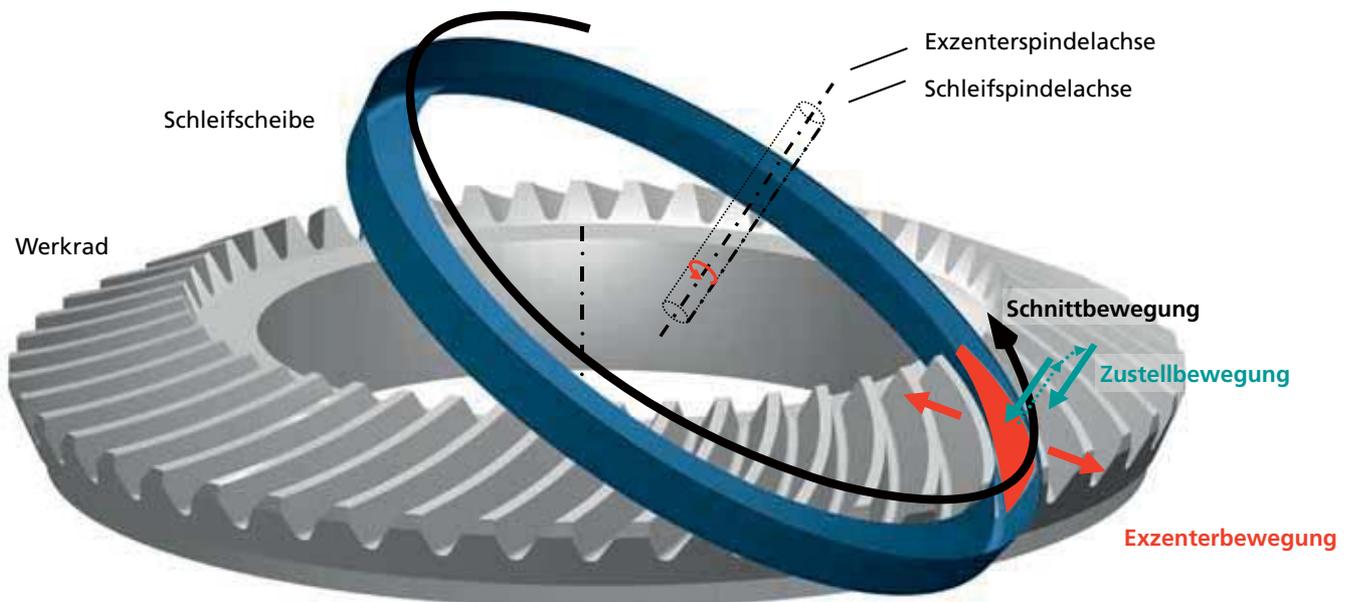


Abb. 4: Tauchschleifen mit Exzenterbewegung

Der um bis zu 70 % reduzierte Werkzeugverschleiß bedeutet für die Prozesssicherheit einen großen Schritt, da geringere Verschleißkompensationswerte angewendet werden müssen.

Beim Tauchschleifen von Tellerrädern mit geeigneter Schleifscheibenspezifikation kann der Werkzeugverschleiß gegenüber dem Verschleiß einer Standard-Sinterkorund-Schleifscheibe um bis zu 70 % reduziert werden. Für die Prozesssicherheit ist das ein großer Schritt, da geringere Verschleißkompensationswerte angewendet werden müssen. Aufmaß- und Qualitätsschwankungen von Bauteil zu Bauteil sowie Einflüsse aus unterschiedlichen Materialchargen, die sich auf den Verschleiß des Werkzeuges auswirken, haben damit einen deutlich geringeren Einfluss auf die Teilungsqualität der Verzahnung – ein weiteres deutliches Plus für die Prozesssicherheit. Gleichzeitig kann der Abrichtbetrag um bis zu zwei Drittel reduziert werden.

Das wirkt sich unmittelbar positiv auf die erzielbare Standmenge der Schleifscheibe – diese steigt auf das Dreifache (+200 %) – sowie die Belastung der Abrichtrolle aus.

Automotive-Industrie profitiert

Das Cubitron™ II Schleifmittel eignet sich für alle Klingenberg Kegelrad Schleifmaschinen. Aufgrund der vorteilhaften Produktivität, Prozesssicherheit und der größeren Standmengen ist das Schleifmittel insbesondere für die Serienfertigung beispielsweise von PKW- und LKW-Radsätzen prädestiniert. Besonders interessant und wirtschaft-

Vergleich verschiedener Schleifmittel zu Cubitron™ II

KONVENTIONELLER SINTERKORUND

- Gesintertes Aluminiumoxid (Sinterkorund)
- Keramische Bindung
- Selbstschärfeffekt durch Mikroausbrüche
- Ungünstige Spanbildung durch stark negative Spanwinkel
- Großer Wärmeeintrag ins Bauteil
- Mäßiger Verschleiß
- Große Flexibilität, da Schleifscheibe nahezu beliebig profilierbar und umprofilierbar

CBN

- Kubisch kristallines Bornitrid
- Metallische Bindung (abrichtfrei) oder keramische Bindung (abrichtbar)
- Günstige Spanbildung durch schärfere Schneiden
- Geringer Wärmeeintrag ins Bauteil
- Sehr geringer Verschleiß
- Sehr geringe Flexibilität, da nicht oder sehr eingeschränkt profilierbar und umprofilierbar

3M™ CUBITRON™ II

- Präzise geformte Dreiecke aus Sinterkorund mit einheitlicher Geometrie
- Keramische Bindung
- Vorzugsbrüchebenen für scharfe Schneiden nach dem Abrichten
- Äquivalente Korngröße (Bruchverhalten) einstellbar durch Mikrostruktur des Korns
- Günstige Spanbildung durch scharfe Schneiden
- Geringer Wärmeeintrag ins Bauteil
- Geringer Verschleiß durch günstige Spanbildung
- Große Flexibilität, da Schleifscheibe nahezu beliebig umprofilierbar, jedoch mit Einschränkungen bei kleinen Außenradien

lich wird der Einsatz da, wo aufgrund der großen Stabilität der Schleifscheibe Schleifrundgänge ohne Qualitätsverlust eingespart werden können. Darüber hinaus ist das neue Schleifmittel für alle Anwendungen interessant, bei denen in kurzer Zeit große Materialvolumina zerspant werden sollen.

die Lücke zwischen konventionellem Sinterkorund und CBN (kubisch kristallines Bornitrid): Leistungsfähigkeit und Formstabilität sind deutlich besser als bei Sinterkorund, jedoch ohne die Nachteile der extremen Werkzeugkosten und mangelnden Flexibilität des Schleifscheibenprofils von CBN-Werkzeugen. ◆

Schleifmittel eröffnet neue Möglichkeiten

Durch die Entwicklung dieses neuartigen Schleifmittels können die Maschinen der G-Serie ihr Potenzial stärker ausschöpfen. Dort, wo früher durch das Schleifmittel Grenzen gesetzt waren, ermöglicht Cubitron™ II nun mehr Wirtschaftlichkeit auf hohem, reproduzierbarem Qualitätsniveau. Das Schleifmittel schließt in gewisser Weise



Dr. Rolf Schalaster

Anwendungstechnik Kegelschleifen,
KLINGELNBERG GmbH