

REISHAUER

Gear Grinding Technology

SCHLEIFSCHNECKEN



MACHINES

PERIPHERAL SYSTEMS

TOOLING

TECHNOLOGY

SERVICES

Schleifschnecken

Circle of Competence



Das Reishauer-Leistungssystem

Die Zahnradschleifmaschine steht mit ihren quantitativen und qualitativen Leistungswerten im Zentrum der von Reishauer entwickelten Wälzschleiftechnologie zur Serienfertigung hochpräziser Zahnräder. Um die hohe Ausbringung unserer Maschinen bei konstanter Qualität und tiefen Stückkosten sicherzustellen, wurde die technische Kom-

petenz und Beratung in den Bereichen Automation, Werkzeuge, Anwendungstechnologie und Service kontinuierlich aufgebaut. Folglich liefern wir heute alles aus einer Hand und garantieren eine lange Nutzungsdauer des Maschinensystems sowie tiefere Lebenszykluskosten.

Schleifschnecken

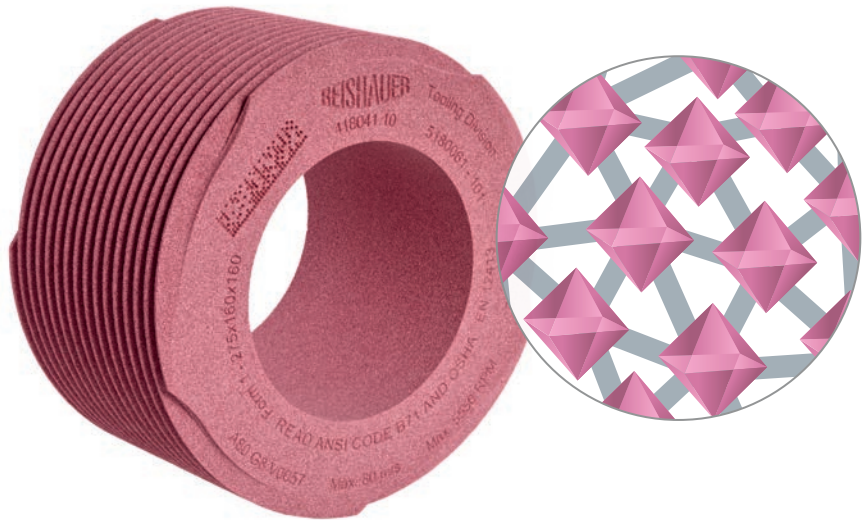


Warum Reishauer Schleifschnecken?

Das Reishauer Leistungssystem – Circle of Competence – umfasst alle Aspekte der Hartfeinbearbeitung von Zahnrädern. Um die gesamte Prozesskette des kontinuierlichen Wälzschleifprozesses zu beherrschen, fertigt Reishauer neben den hochentwickelten Werkzeugmaschinen hierzu auch die Spannmittel, Abrichtwerkzeuge und Schleifschnecken.

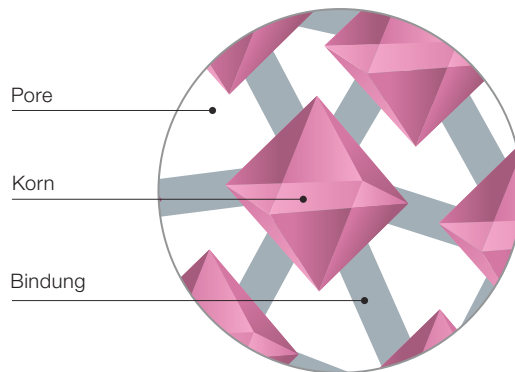
Schleifschnecken spielen in der Beherrschung des Bearbeitungsprozesses eine elementare Rolle und man darf sie als das Herzstück des Wälzschleifprozesses betrachten. Deshalb hat Reishauer die heute modernste Schleifschneckenfabrik aufgebaut, um das gesamte Werkzeugsystem anbieten zu können, ohne von Dritten abhängig zu sein. Unser Fokus ist es, die bestmöglichen Schleifwerkzeuge für den kontinuierlichen Wälzschleifprozess zu liefern, um unseren Kunden einen stabilen Prozess zu garantieren. Die modernen Fertigungsmethoden unserer Schleifschnecken setzen hinsichtlich Reproduzierbarkeit, Homogenität und den sehr niedrigem Härtegradienten über die Schneckenbreite den Industrie-Benchmark.

Typische Schleifschneckenstruktur



Schleifschnecken bestehen aus drei Elementen: Schleifkörner, Bindung und Poren, wobei jedes Element eine spezifische Funktion einnimmt. Die Aufgabe der Schleifkörner ist es, den vornehmlich gehärteten Stahl effizient zu bearbeiten und die geforderte Form und Oberflächengüte zu erzielen, freischneidend zu bleiben und zu vermeiden, dass Schleifbrand auftritt.

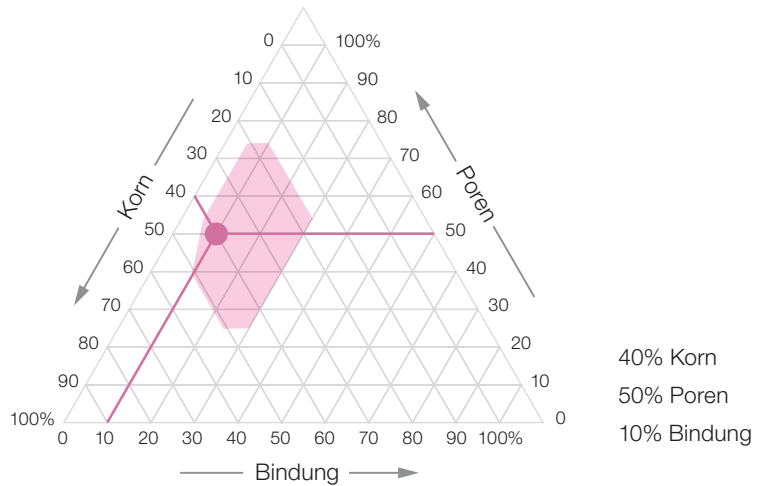
Elemente der Schleifschneckenstruktur



Die Bindung ist der «Klebstoff», der die Körner im Gefüge zusammenhält und sicherstellt, dass diese auch bei hoher Belastung während der Schruppbearbeitung nicht vorzeitig ausbrechen. Die Bindung schneidet nicht und wird unge-rechter Weise oft als notwendiges Übel betrachtet. Doch gerade das Know-how in der Bindungsentwicklung entscheidet über die Qualität der Schleifschnecke. Die Bindung bestimmt auch die mögliche Einsatzgeschwindigkeit und muss garantieren, dass die Schleifschnecke einen hohen Sicherheitsgrad aufweist und den internationalen Sicherheitsstandards entspricht, um dem Trend zu höheren Schnittgeschwindigkeiten gerecht zu werden, die heute auf Reishauer-Maschinen bei 100 m/s liegen.

Das dritte Element, die Poren, verleihen der Schleifschnecke eine offene Struktur, um in der Kontaktzone die Reibung zu verringern. Zusätzlich transportieren die Poren den Kühlschmierstoff in die Schleifzone und verhindern, dass sich Schleif-späne mit Schleifkörnern verschweißen. Die Poren erzeugen Spanraum, um die entstehenden Schleifspäne abzutransportieren. Zu geringe Porenanteile setzen die Schleifschnecke zu und führen zu Schleifbrand.

Dreiphasen-Diagramm
Schleifschnecken



Idealerweise würde man eine Schleifschnecke so konzipieren, dass sie möglichst wenig Bindung und einen extrem hohen Porenanteil aufweisen würde. Allerdings ist dies technisch nicht umsetzbar. Schleifschnecken haben ein «Machbarkeitsfenster», das mittels einem Dreiphasendiagramm dargestellt wird. Der weisse Bereich innerhalb des Diagrammdreiecks stellt die möglichen Prozentanteile von Schleifkorn, Bindung und Poren dar. Das Diagramm oben zeigt eine typische Kombination von 40% Schleifkorn, 50% Poren und 10% Bindung dar, wie sie für Schleifschnecken für das kontinuierliche Wälzschleifen gewählt wird.

Schleifschneckenspezifikationen

Typische Reishauer Schleifschneckenzusammensetzungen lassen sich aus der Tabelle unten ablesen:

Reishauer
Schleifschneckenspezifikationen

A	80	G	8	V	0057
Schleifkorn	Korngrösse	Härtegrad	Struktur	Bindung	Bindungstypen
13A	60 grob	G = weich	3 Standard	V = keramisch	0057
19A	80 mittel	H = mittel	4		0058
14YA	100 fein	I = hart	5		0076
1YA	120		7		0093
	150		8 porös		0167
	180		9		0168
			10		
	Mittlere Korngrösse				
	60	0.21–0.30 mm			
	80	0.15–0.21 mm			
	100	0.11–0.15 mm			
	120	0.09–0.13 mm			
	150	0.06–0.11 mm			
	180	0.05–0.09 mm			



Schleifschneckenstruktur

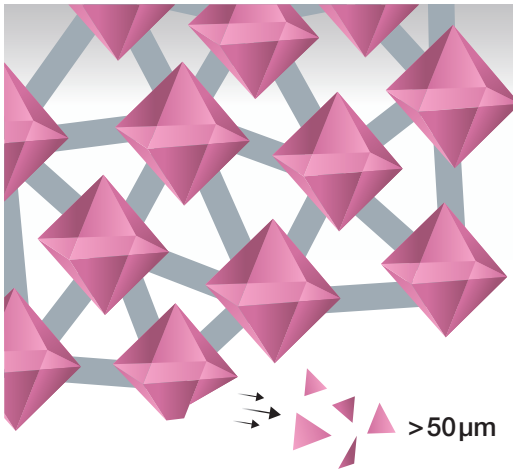
Schleifkörnungen

Bei Reishauer beginnt eine Schleifschneckenspezifikation mit dem Buchstaben «A». Das «A» steht für das Schleifkorn und bedeutet in diesem Fall Aluminiumoxid (Al_2O_3) oder Korund. Mit wenigen Ausnahmen werden beim kontinuierlichen Wälzschleifen Aluminiumoxide verwendet. Edel-, Einkristall- und Sinterkorunde gehören alle zu der Familie von Aluminiumoxiden, die in den verschiedensten Mischungen und Konzentrationen verwendet werden. Reishauer setzt vier verschiedene Kornspezifikationen ein, die ihrerseits auch Mischungen von Aluminiumoxiden sind.

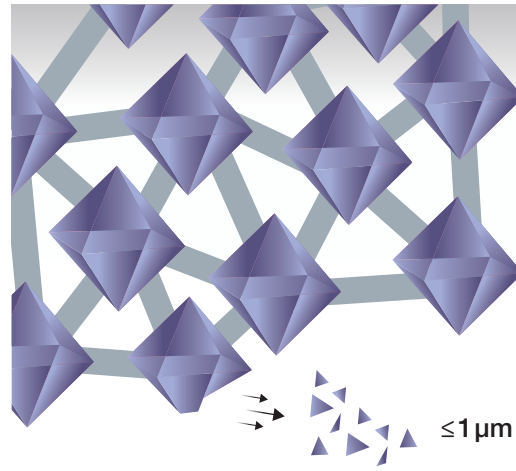
Die verschiedenen Kornmischungen von Reishauer sind technische Lösungen für Kundenanforderungen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Leistungserwartungen, Oberflächengüten, eingesetzte Abrichtwerkzeuge, Restaustenit in den Werkstücken und die Härte des zu schleifenden Stahls.

Die **13A** besteht aus einem Gemisch von makrokristallinen roten und weissen Edelkorunden (Partikelgrösse bei Selbstschärfung $> 50 \mu\text{m}$). Diese Spezifikation ist Reishauers Lösung für Standardanforderungen; bewährte Technologie, das punkto Wirtschaftlichkeit keine Vergleiche scheut.

Makrokristallines Korn 13A



Mikrokristallines Korn 14YA

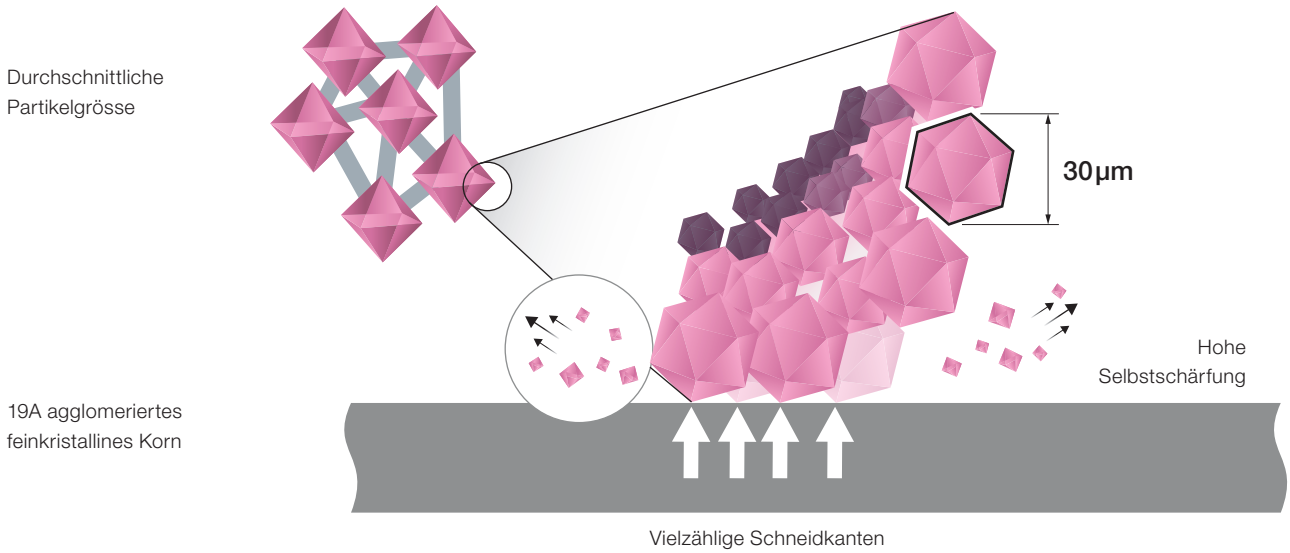


Selbstschärfungsmechanismen
von Schleifkorn

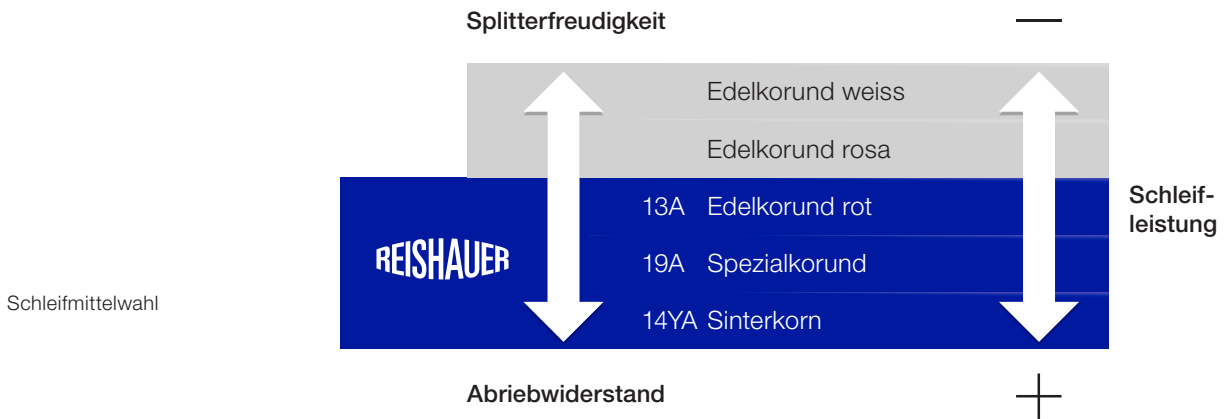
Die **19A** besteht aus feinkristallinen, agglomerierten Al_2O_3 -Körnern, gemischt mit weissem Edelkorund (Partikelgröße bei Selbstschärfung $\leq 30\mu\text{m}$). Diese Körnung ist die Antwort, wenn bei Kunden hohe Abtragleistungen und somit kurze Zykluszeiten primär gefordert werden. Jedes einzelne Korn besteht aus einem Agglomerat von scharfkantigen Mikropartikel, die unter Schleifdruck bei Abstumpfen kontinuierlich ausbrechen, den Selbstschärfungsprozess konstant halten und die Schleifschnecke kühl schleifend arbeiten lassen.

Die **14YA** und **1YA** sind Sinterkorund-Schleifschnecken, die aus mikrokristallinem Al_2O_3 mit einer mikrokristallinen Partikelgröße $\leq 1\mu\text{m}$ bestehen und mit weissem Edelkorund gemischt werden. Dies sind Reishauers Hochleistungsschleifschnecken mit den besten zu erzielenden Abtragsraten unter den vier hier vorgestellten Spezifikationen. Diese Spezifikationen sind dann am besten geeignet, wenn zum Beispiel fehlende Maschinenkapazität überbrückt werden muss; wenn Schwankungen im Härtegrad der Werkstücke vorherrschen, der Restaustenitgehalt im Stahl sehr hoch ist oder zu grosses Aufmass abzutragen ist.

Bei Schleifkörnungen wird im Allgemeinen zwischen verschiedenen Selbstschärfungsmechanismen unterschieden. Sobald der Schleifdruck ein gewisses Mass überschreitet, tritt im einzelnen Schleifkorn ein Splitterungsprozess ein, so dass stumpf gewordene Partien wegbrechen und sich neue Schleifkanten bilden. Dieses Splitttern wird als Selbstschärfung bezeichnet. Die Splitterpartikel sind bei der 13A Körnung über 50 Mikrometer ($>50\mu\text{m}$) gross, während bei der 14YA und 1YA Splitterpartikel entstehen, die kleiner als ein Mikrometer ($<1\mu\text{m}$) sind.

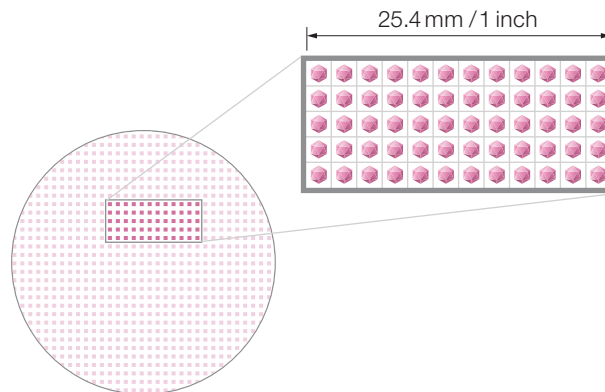


Die **19A** Spezifikation enthält ein agglomeriertes feinkristallines Schleifkorn, das sich aus Partikeln von zirka 30 Mikrometer (30 µm) Grösse zusammensetzt. Dieses Schleifkorn bildet mehr Schneidkanten als der Edelkorund rot der 13A Spezifikation, aber weniger Schneidkanten als der Sinterkorund der 14YA und 1YA. Aus diesem Grund liegt die potentielle Abtragsleistung zwischen derjenigen der 13A- und derjenigen der 14YA und 1YA-Spezifikation. Sobald das feinkristalline 19A Korn durch den Schleifprozess an den Schneidkanten abstumpft, brechen die betroffenen Mikropartikel aus und es entstehen neue, scharfe Schneidkanten.



Die Wahl der Schleifscheckenspezifikation hängt von den spezifischen Kundenbedürfnissen ab. Mikrokristalline Körnungen sind teurer in der Anschaffung als Standard-Edelkorunde und bedingen auch gesonderte Bindungsvarianten und Fertigungsmethoden. Im Gegenzug ist aber die Abtragsleistung und die Formhaltigkeit aufgrund der feineren Mikropartikel im Schleifkorn entsprechend höher.

«Mesh» bezieht sich auf die Anzahl der Sieböffnungen pro linearem Zoll (inch). Hier sind 12 Sieböffnungen pro Zoll dargestellt, was der Korngröße «12» entspricht.



Korngröße

Die Korngrößenverteilung für gebundene Schleifkörper ist in der DIN ISO 8486-2 geregelt und Reishauer hält sich an diese Norm. Ursprünglich kam die Beschreibung der Korngröße aus den USA und wird in «Mesh» angegeben, d. h. in Maschengrößen von Sieben. Mesh beschreibt die Anzahl Sieböffnungen pro linearem Zoll (25.4 mm), wobei die Drahtdicke 30% der linearen Distanz einnimmt. Bei einem 80er Korn, das in Schleifschnecken vorwiegend verwendete Korn, bedeutet dies theoretisch:

- 1 Zoll (25.4 mm) minus Drahtdicke (30% von 25.4 mm) geteilt durch Korngrößenwert (80)
- $(25.4 \text{ mm} \times 0.7) / 80 = 0.22 \text{ mm}$, wobei der Mittelwert mit ca. 0.185 mm angegeben wird.

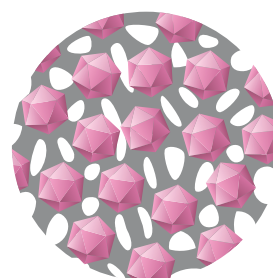
Je feiner die Korngröße gewählt wird, desto feiner wird die resultierende Oberflächengüte und desto besser die Formhaltigkeit der Schleifschnecke. Es gilt dabei zu beachten, dass zu feine Korngrößen die Schleifbrandgefahr erhöhen und das Abtragspotential mindern.

Schleifschneckenhärte und Struktur

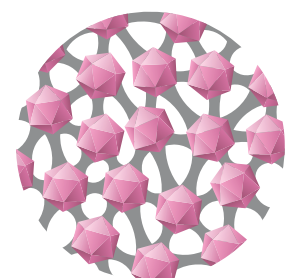
Die Schleifschneckenhärte wird mit den Buchstaben des Alphabets beschrieben, wobei der Buchstabe «A» die theoretisch geringste Härte und der Buchstabe «Z» die theoretisch höchste Härte angeben. Reishauer Schleifschnecken liegen im Bereich von «G» bis «I», da sich dieser Härtebereich als vorteilhaft für das Wälzschleifen erwiesen hat und der beste Kompromiss zwischen Selbstschärfung und Formhaltigkeit darstellt. Je weicher eine Schleifschneckenstruktur konzipiert wird, desto kühl-schneidender wird sie schleifen. Die Formhaltigkeit nimmt hingegen mit geringerer Härte der Struktur ab. Das Gegenteil gilt aber auch: Je härter die Struktur, desto besser wird die Formhaltigkeit. Es muss aber beachtet werden, dass mit zunehmender Härte das Schleifbrandrisiko steigt. Diese Ausführung zeigt, wie wichtig es ist, die vorgenannten Kriterien zu beachten und eine ausgewogene Struktur zu konzipieren. Generell kann die Härte über den Bindungsanteil und über den Druck, der auf die Mischung in der Formpresse wirkt, gesteuert werden.

Jede Schleifschnecke hat eine natürliche Porosität, da der Pressvorgang die Körner nicht lückenlos aneinanderpressen kann. Wie schon erwähnt, dient die Porosität dazu, Kühlschmierstoff in die Schleifzone zu transportieren und

hilft, die Späne abzuführen. Die wichtigste Aufgabe der Poren ist es, die Kontaktzone zwischen Schleifschnecke und Werkstück zu vermindern. Somit steigt der Druck auf das einzelne Schleifkorn, der Selbstschärfungsprozess wird begünstigt und der Schleifprozess bleibt kühl-schneidender. Die natürliche Porosität ist für Hochleistungsschleifprozesse ungenügend und muss künstlich erhöht werden, indem der Pressmischung Porenbildner hinzugefügt werden. Aufgrund der Größe und der Anzahl der einzelnen Porenbildner kann die Struktur der Schleifschnecke genau gesteuert werden. Die Porenbildner werden während des Brennvorgangs völlig aufgelöst und hinterlassen die entsprechenden Porenlöcher. Schleifschnecken werden in geschlossene und offene Strukturen unterteilt.



Geschlossene Struktur



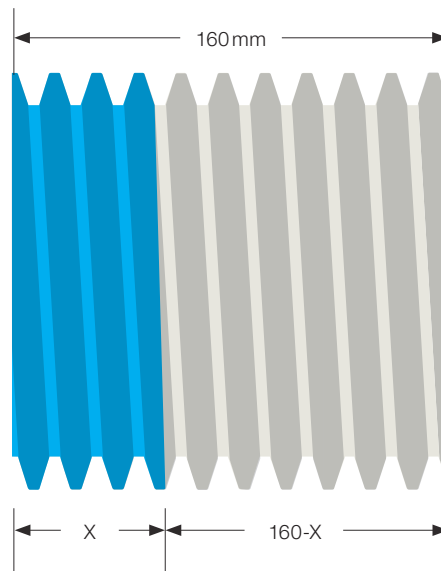
Offene Struktur



Kombinierte Schleif- und Polierschnecke

Polierschleifschnecken

Reishauer Schleifmaschinen erlauben das Schleifen und nachträgliche Polieren in derselben Aufspannung. Die hierzu benötigten Schleifschnecken bestehen aus zwei Bereichen: einer Schleif- und einer Polierzone. Für die Schleifzone wird entweder Sinterkorund oder Edelkorund in keramischer Bindung eingesetzt. Die Polierzone besteht aus kunstharzgebundenem Edelkorund. Mittels der Schleifzone werden die Werkstücke meist in zwei Hüben, einem Schrupp- und einem Schlichthub, auf Fertigmass geschliffen. Danach fährt das fertiggeschliffene Werkstück mittels einem Shiftsprung in die Polierzone und wird dort in einem oder in mehreren Hüben poliert.

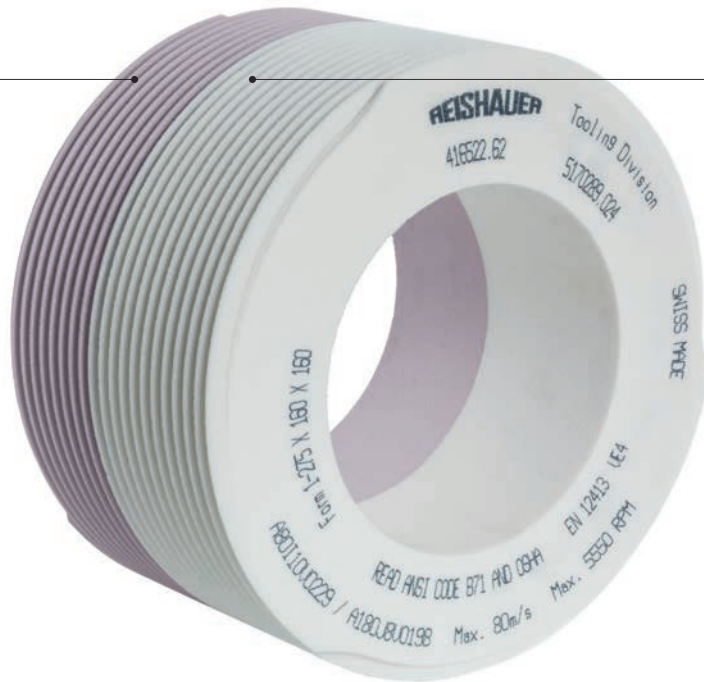


Kombinierte Schleif- und Polierschnecke (Zonenaufteilung)

Die beiden unterschiedliche Spezifikationen der Schleifschnecken werden von Reishauer zusammengeklebt und profiliert. Rohlinge sind Lagerartikel. Die Breite der Polierzone wird aufgrund der Verzahnungsdaten festgelegt. Generell hat die Polierzone eine Breite von 35, 45 oder 60 mm.

Feinschleifzone
Edelkorund rosa

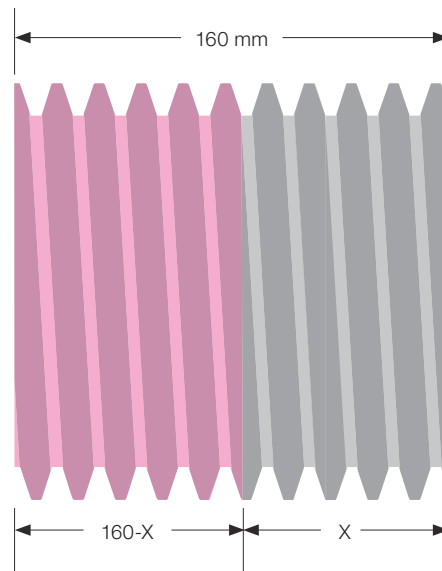
Schleifzone
Keramik,
Sinterkorund



Kombinierte Schleif- und Feinschleifschnecke

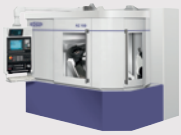


Feinschleifschnecken

Für spezielle Anwendungen werden auch Schleifschnecken eingesetzt, die aus zwei keramisch gebunden Zonen bestehen, eine zum Schruppschleifen mit größerem Schleifkorn und eine mit Feinkorn zum Feinschleifen. Die Gesamtbreite ist meist 160 mm. Die Feinschleifzone wird spezifisch auf ein bestimmtes Werkstück ausgelegt.



Kombinierte Schleif- und Feinschleifschnecke

Empfohlene Schleifschnecken Spezifikationen

Maschine	Dimension	Korn	Spezifikation	Farbe	Modul
RZ 150 	275 × 125 × 160	13A	A80 G8 V 0057	Rot	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	Rot	>1.3
		13A	A100 G8 V 0108	Rot	0.9 bis 1.5
		19A	A80 H8 V 0167	Rosa	>1.3
		19A	A120 G8 V 0176	Rosa	0.7 bis 0.9
		14YA	A80 G8 V 0166	Hellblau	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	Hellblau	>1.3
RZ 60 RZ 160 RZ 260 	275 × 160 × 160 275 × 125 × 160	13A	A80 G8 V 0057	Rot	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	Rot	>1.3
		13A	A100 G8 V 0108	Rot	0.9 bis 1.5
		19A	A80 G8 V 0167	Rosa	>1.3
		19A	A120 G8 V 0176	Rosa	0.7 bis 0.9
		14YA	A80 G8 V 0166	Hellblau	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	Hellblau	>1.3
RZ 410 RZ 550 	300 × 125 × 160 300 × 145 × 160 300 × 160 × 160	13A	A80 G8 V 0057	Rot	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	Rot	>1.3
		19A	A80 G8 V 0167	Rosa	>1.3
		14YA	A80 G8 V 0166	Hellblau	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	Hellblau	>1.3

Änderungen der technischen Spezifikationen bleiben vorbehalten.

Schleifschneckensicherheit

Reishauer hält sich strikt an alle länderspezifischen Sicherheitsvorschriften und liefert die Schleifschnecken den Vorschriften entsprechend getestet und markiert aus. Hierzu gehören die FEPA Sicherheitsrichtlinien, die Europäische Norm EN 12413 für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel und der amerikanische Sicherheitsstandard für gebundene Schleifmittel ANSI B7.1 «Safety Code for the Use, Care and Protection of Abrasive Wheels».

Um sichere Praktiken in Werkstätten und Fabriken zu garantieren, ist es unumgänglich, die geltenden Sicherheitsvorschriften einzuhalten. Der Maschinenbauer, der Schleif-

scheibenhersteller und der Anwender müssen alle betreffenden Sicherheitsanforderungen einhalten. Das Einhalten der zugelassenen und vom Hersteller auf die Schleifkörper markierten Einsatzgeschwindigkeit ist die oberste Pflicht des Anwenders. Auf den Reishauer Schleifschnecken wird die maximale Einsatzgeschwindigkeit mittels Laser eingraviert, wobei diese Gravur im Gegensatz zu Aufdrucken unlöslich verankert bleibt. Die Einsatzgeschwindigkeit darf unter keinen Umständen überschritten werden!

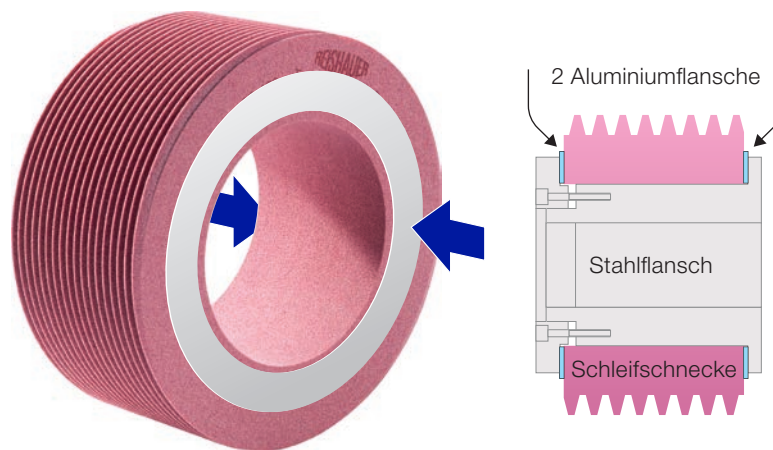
Sicherheit: Klangprobe



Klangprobe bei keramisch gebundenen Schleifscheiben und -schnecken

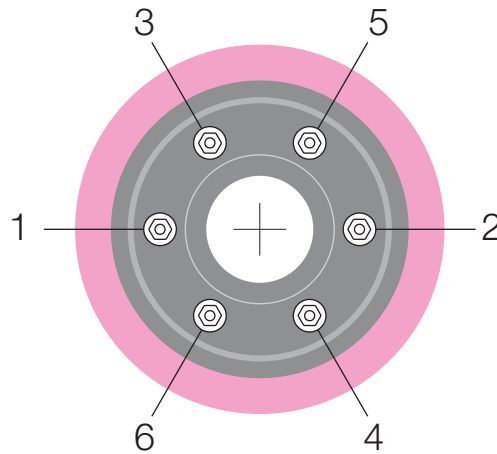
Bevor eine Schleifscheibe oder -schnecke auf dem Flansch montiert werden kann, muss sie einer Klangprobe unterzogen werden. Durch diese einfache Methode kann der Anwender feststellen, ob eine Schleifschnecke zweifelsfrei einsetzbar ist oder einen Riss aufweist. Die Schnecke wird leicht mit einem nicht-metallischen Hammer, oder einem

Kupferhammer, angeschlagen. Der leichte Schlag muss einen hellen, glockenartigen Ton hervorrufen. Sollte ein dumpfer Ton ertönen, kann davon ausgegangen werden, dass die Schnecke einen Riss aufweist. In diesem Fall darf die Schleifschnecke unter keinen Umständen eingesetzt werden.



Beim Montieren der Schleifschnecke auf den Trägerflansch muss sichergestellt sein, dass auf beiden Seiten zwischen Trägerflansch und Schleifkörper Aluminiumflansche platziert werden, wie oben dargestellt ist. Diese Aluminiumflansche gleichen etwaige Unregelmäßigkeiten der Schleifschne-

cke aus und stellen auch sicher, dass der Stahlflansch die Schleifschnecke nicht durch Einschneiden eines Grates schwächen kann. Die Aluminiumflansche sind ein wichtiger Sicherheitsaspekt, den es einzuhalten gilt.



Sicherheit:
Drehmomentschlüssel
verwenden

Die Spanschrauben müssen mit einem Drehmomentschlüssel in der angegebenen Reihenfolge angezogen werden.



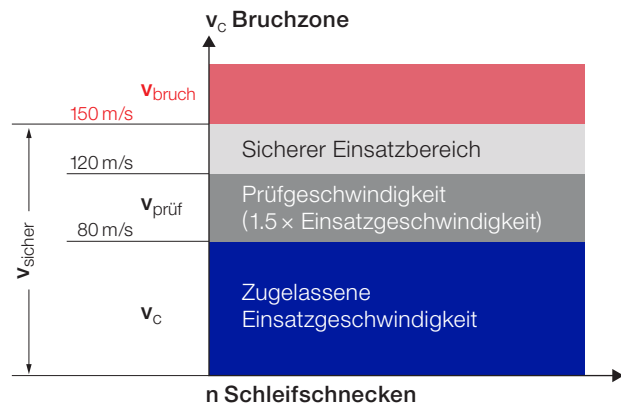
Nach dem Montieren der Schleifschnecke auf den Trägerflansch müssen die Flanschschrauben mittels Drehmomentschlüssel korrekt angezogen werden. Reishauer empfiehlt ein Drehmoment von 20 Newton-Metern (Nm) oder 15 foot-pound (ft-lb) für Anwendungen in den USA. Die Spanschrauben müssen diametral gegenübergesetzt in der oben angegebenen Reihenfolge angezogen werden.

Wie zuvor erwähnt, darf die auf dem Schleifkörper markierte Einsatzgeschwindigkeit niemals überschritten werden. Missachtung dieser Vorschrift kann zur Explosion des Schleifkörpers und zu Sachschäden führen. Rechts abgebildet ist die Laser-Markierung, die in alle von Reishauer gefertigten Schleifschnecken eingraviert wird. Der Fertigungsprozess, von der Presse über die exakte Lage im Brennofen bis hin zur Tourenprüfung wird für jede einzelne Schleifscheibe lückenlos dokumentiert.



Niemals die angegebene Einsatzgeschwindigkeit überschreiten! Hier: 80 m/s

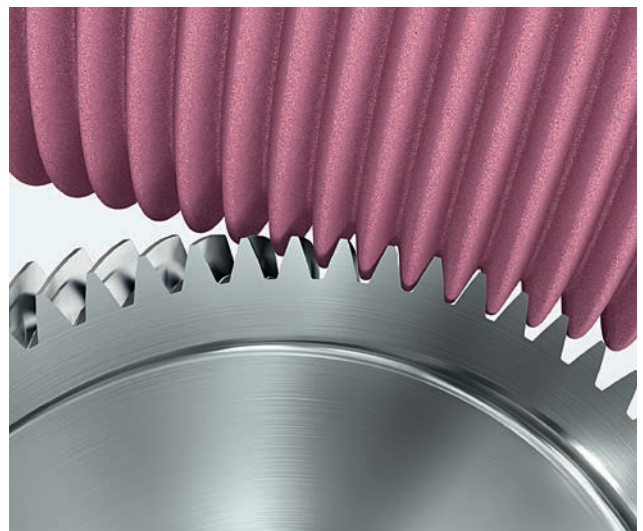
Jede einzelne Reishauer Schleifschnecke wird für Europa und die USA mit einem Sicherheitsfaktor von $1.5 \times$ Einsatzgeschwindigkeit geprüft. Im Fall einer Schleifschnecke mit Einsatzgeschwindigkeit von 80 m/s, bedeutet dies eine Prüfgeschwindigkeit von 120 m/s. Da jede einzelne Schleifschnecke mit einem lasergravierten und elektronisch lesbaren Code versehen wird, ist die absolute Rückverfolgbarkeit (exakte Lage im Ofen, sicherheitsrelevante Fertigungsschritten, Tourenprüfung) gewährleistet. Zudem werden systematisch und mit vorgeschriebener Frequenz Schleifschnecken im Werk gesprengt. Ausserdem erfolgt eine Homogenitätsprüfung über die Dichte und E-Modulbestimmung am Umfang und über die Scheibenbreite. Diese Prüfungen stellen sicher, dass alle Fertigungslose innerhalb eines engen Toleranzbandes bleiben. Die Vorgehensweise der Touren- und Sprengprüfungen wird rechts illustriert.



Sicherheit: Einsatz- und Prüfgeschwindigkeit

Schleifschneckenproduktion im Werk Pfaffnau

Vom losen Korn bis zur fertigen Schleifschnecke



Reishauer worldwide

SWITZERLAND

Reishauer AG
Industriestrasse 36
8304 Wallisellen
Switzerland
☎ +41 44 832 22 11
info@reishauer.com

GERMANY

Reishauer GmbH
Humboldtstrasse 32
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany
☎ +49 711 947 56 0
germany@reishauer.com

CHINA

Reishauer AG
Beijing Representative Office
Room 1708, SCITECH TOWER
No.22 Jian Guo Men Wai Da Jie
Beijing 100004
China
☎ +86 10 651 571 75
china@reishauer.com

USA

Reishauer Corp.
1525 Holmes Road
Elgin, IL 60123
USA
☎ +1 847 888 38 28
usa@reishauer.com

FRANCE

Reishauer AG
21 rue de la Croix Blanche
33000 Bordeaux
France
☎ +33 6 0830 64 20
france@reishauer.com

JAPAN

Reishauer KK
Nisso Dai-17 Bldg. 3F
2-14-30 Shinyokohama
Kohoku-ku, Yokohama-shi
222-0033 Kanagawa-ken
Japan
☎ +81 45 476 58 33
japan@reishauer.com

Find additional representatives at www.reishauer.com

Head Office:

Reishauer AG

Industriestrasse 36
8304 Wallisellen
Switzerland
☎ +41 44 832 22 11
reishauer.com



REISHAUER

Gear Grinding Technology