

PROZESSAUSLEGUNG & WERKZEUGE FÜR DAS HOCHLEISTUNGSSCHLEIFEN



DR. STEFAN BOHR

**DIRECTOR APPLICATION ENGINEERING
& OEM MANAGEMENT EMEA**

SCHLEIFTAGUNG FELLBACH, 14.2.2019

Level 1

ABRASIVES



1. Wer ist Saint-Gobain

2. Grundlagen

3. Hochleistungsschleifen

- **Schleifkörnung und Spezifikation**
- **Tief- oder Flachscheifen**
- **Schnittgeschwindigkeit**
- **Schleifrichtung**
- **Neue Entwicklung von Schleifscheiben**

4. Zusammenfassung



Saint-Gobain

Wer sind wir?



ABRASIVES



SAINT-GOBAIN

... eines der 100 größten Industrieunternehmen

- Mehr als 170000 Mitarbeiter
- Produktion in 65 Ländern
- Umsatz über 38 Mrd €
- 3 Hauptsparten



Innovative
Werkstoffe



23,5%

Bauprodukte



27,5%

Baufachhandel



49%

ABRASIVES

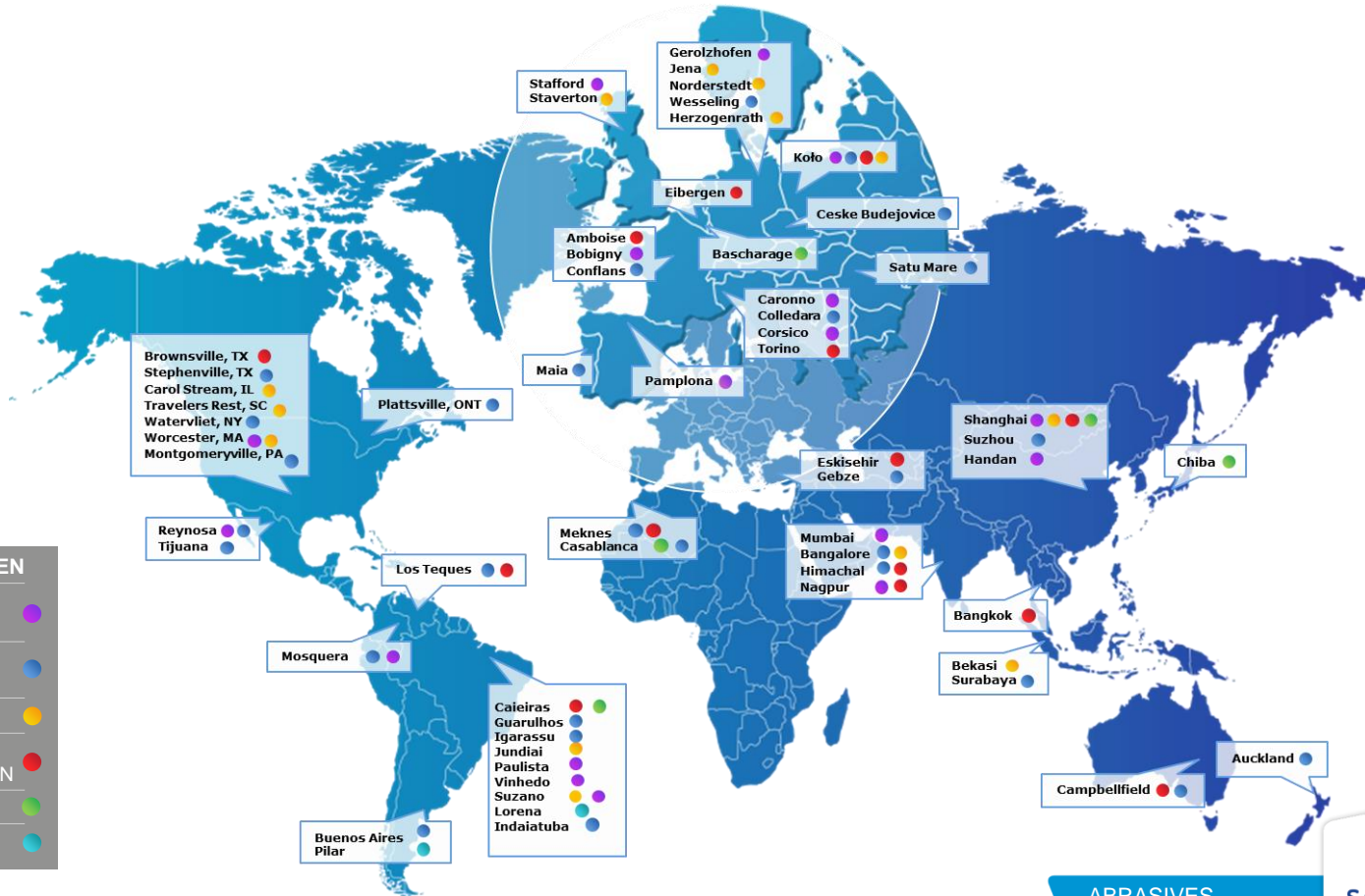

SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN ABRASIVES - SCHLEIFMITTEL

- **Komplettanbieter für alle Produktgruppen**
 - Gebundene Schleifmittel
 - Schleifmittel auf Unterlage
 - Diamant- und cBN-Werkzeuge
 - Trenn- und Schrupscheiben
 - Bauprodukte
- **Ca. 11000 Mitarbeiter**
- **61 Produktionsstätten in 27 Ländern**
- **Etwa 1,5 Mrd € Umsatz**
- **Wesentliche Marken:**



SAINT-GOBAIN ABRASIVES - SCHLEIFMITTEL



PRODUKTGRUPPEN

| | |
|-----------------------------|--|
| GEBUNDENE SCHLEIFMITTEL | |
| SCHLEIFMITTEL AUF UNTERLAGE | |
| DIAMANT & CBN | |
| TRENN & SCHRUPPSCHEIBEN | |
| BAUPRODUKTE | |
| OTHER | |

ABRASIVES



Grundlagen



ABRASIVES



MOTIVATION

- Die **Leistungsfähigkeit** der Schleifprozesse wird im Hinblick auf den Materialabtrag, die Schleifzeiten, die Oberflächengüten sowie die Komplexität der Prozessabläufe ständig angehoben.
- Dies ist für die Bearbeitung **neuartiger Werkstoffe** natürlich auch notwendig und bewirkt zudem eine Reduzierung der Schleifkosten.
- Wie aber wird das bewerkstelligt?
 - Einerseits durch moderne Schleifmaschinen, die **schnellere Abläufe** und **optimierte Prozesse** zulassen.
 - Andererseits durch die **Entwicklung innovativer Schleifwerkzeuge**, die optimale Prozessparameter erst möglich machen. Die individuelle Kombination aus dem richtigen Schleifkorn und der geeigneten Bindung führt zu einer Spezifikation, die die höchste Leistung für den jeweiligen Anwendungsfall sicherstellt.

VOM GROSSEN GANZEN BIS ZUM DETAIL

Marktanforderung

- Effizienzsteigerung
- Geräuschreduzierung
- Robustheit
- Lebensdauer
- Kostensenkung
- Umweltschutz

Anforderung an die Industrie

- Engere Toleranzen
- Höhere Profilgenauigkeiten
- Verbesserte Oberflächengüten
- Neue Werkstoffe (hart/fest/leicht/...)
- Kostensenkung
- Lean Manufacturing



**Ganzheitliche
Prozessbetrachtung**

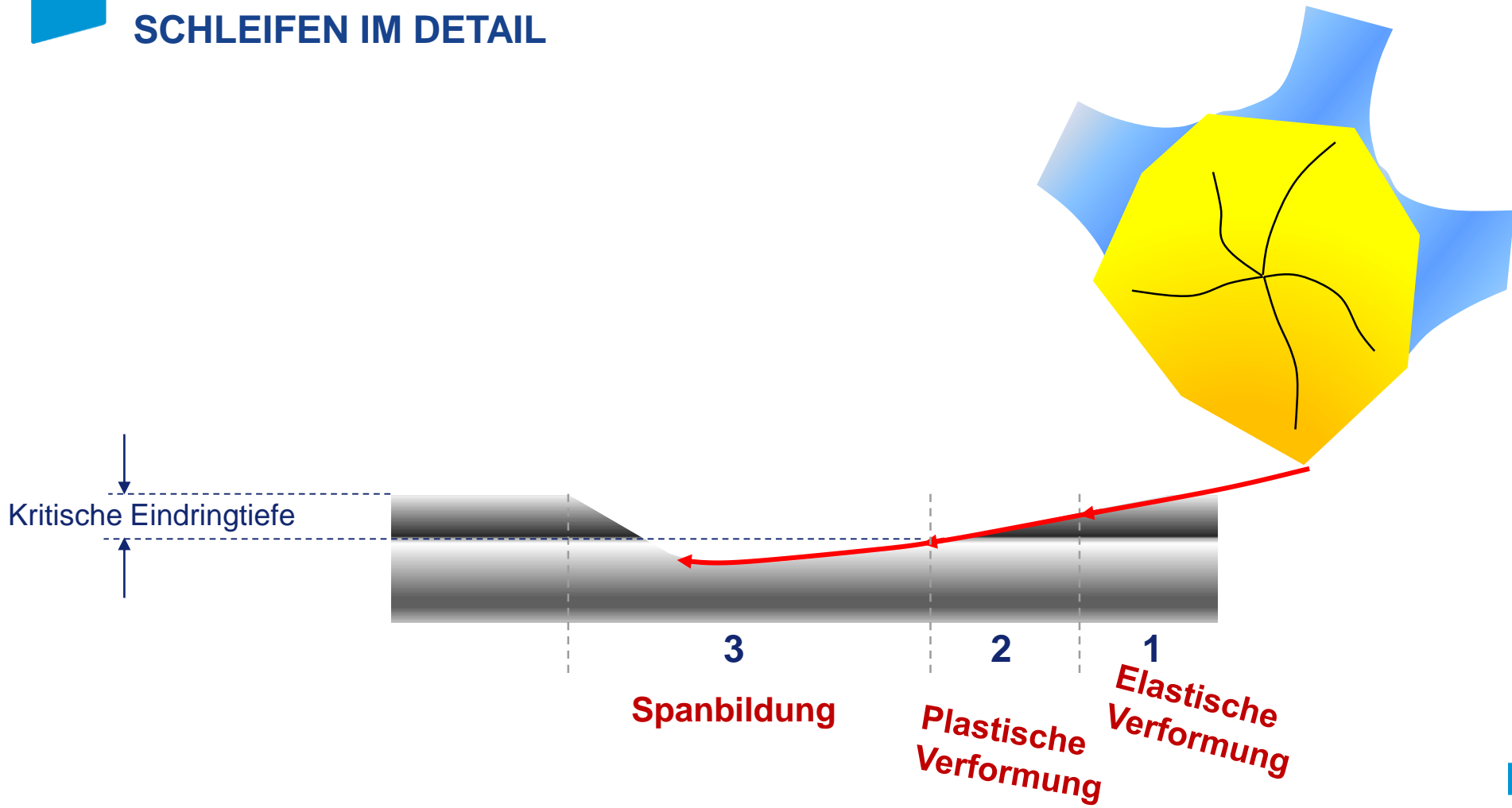
Technische und kommerzielle Schleiflösung

- Auswahl und Vergleich möglicher Prozesse
- SA oder konventionell
- Flach- oder Tiefschleifen
- Beim Schleifen:
 - Auswahl des Schleifwerkzeuges (Kornqualität und Bindungssystem)
 - Definition der Spezifikation
 - Festlegung der Prozessparameter

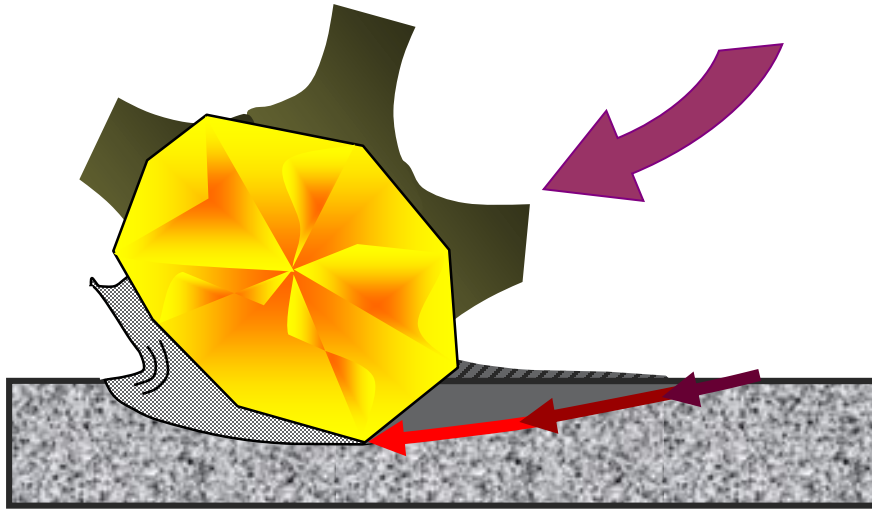
Kenntnis der Kriterien

- Werkstückeigenschaften
- Technische Details und Anforderungen an das Werkstück
- Kommerzielle Zielsetzung
- Maschinenausstattung und -kapazität

SCHLEIFEN IM DETAIL



SCHLEIFPROZESS ... WECHSELWIRKUNGEN



Spanbildung

Verformung
elastisch / plastisch

Reibung / Wechselwirkung
Korn/Werkstück/Span und Span/Bindung/Werkstück

Ein effizienter Schleifprozess bedeutet:

- Hohe Abtragsrate
- Geringe Leistungsaufnahme
- Kühler Schliff
- Keine schädlichen Wechselwirkungen
- Lange Lebensdauer der Werkzeuge
- Hohe Formstabilität

Hochleistungsschleifen



ABRASIVES



Schleifkörnung und Spezifikation

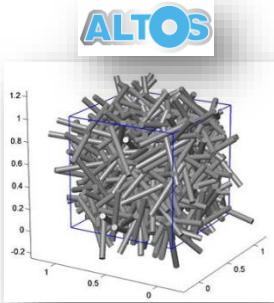
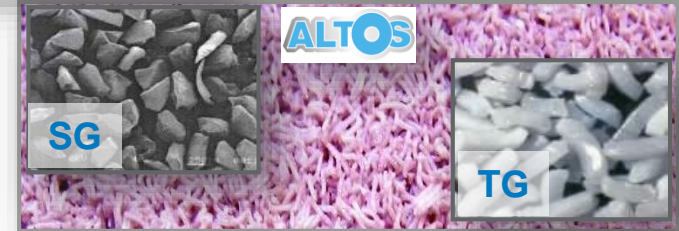


BASIS FÜR OPTIMALE LÖSUNGEN



Schmelzkorunde (weiß, rosa, mono, ...)
 Sinterkorunde (SG, XG, NQ, ...)
 Stäbchenkorunde (TG, TGX, ...)
 Diamant / cBN

Schleifkorn

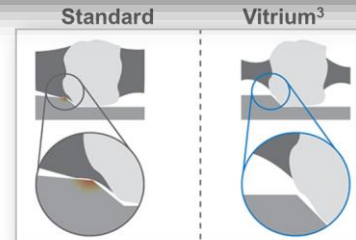


Poren werden entweder durch eine spezielle Matrixtechnologie erzeugt, oder es werden Porenbildner eingesetzt

Bindungen weisen unterschiedliche Härten, Verschleißfestigkeiten und Kornhaltekräfte auf

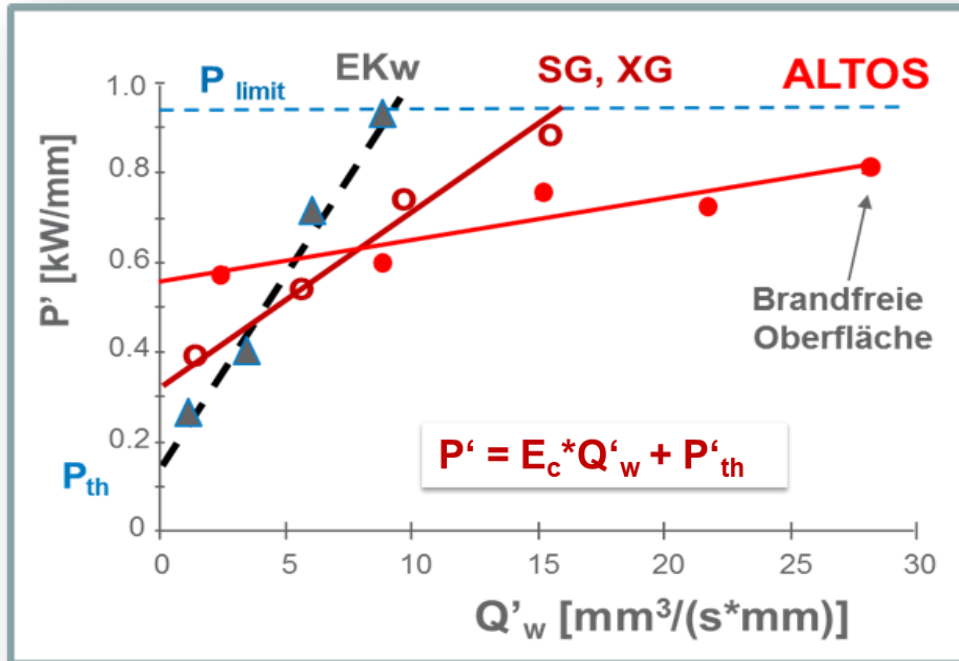
Porosität

Bindung



ABRASIVES

DIE VIELFALT BESTIMMT DAS OPTIMUM



Warum gibt es nicht nur ein einziges Produkt?

- Jedes Schleifkorn/Bindung/Porosität spielt ihre Stärken in bestimmten Bereichen aus
- Folgende Punkte werden beeinflusst:
 - Spezifische Schleifenergie E_c
 - Schwellenleistung P_{th}
 - Aggressivität / Spandicken
 - Oberflächenrauigkeit
 - Maximales Zeitspanvolumen
 - Verschleiß
 - Selbstschäreffekt
 - Lebensdauer
- Das Schleifverhalten lässt sich zudem durch eine angepasste Abrichtstrategie optimieren

Tief- oder Flachscheifen



FLACH- ODER TIEFSCHLEIFEN

- Wie werden die Verfahren definiert?

FLACH geringe Zustellung & schneller Vorschub
TIEF hohe Zustellung & niedriger Vorschub

- Eine gute Unterscheidung ist das **Geschwindigkeitsverhältnis** q_s :

$$q_s = \frac{v_c}{v_w}$$

$$10 < q_s < 50$$

Risiko Rattermarken, Oberflächenqualität

$$50 < q_s < 100$$

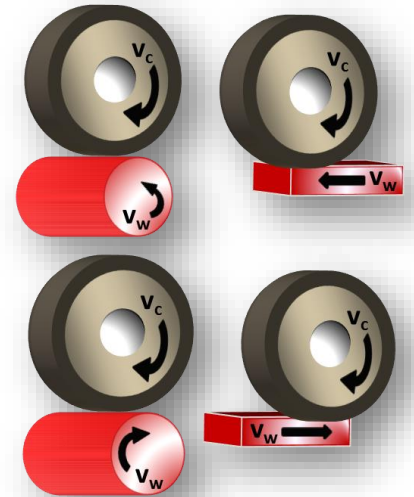
Typisch Flachscheifen, geringe Zustellung

$$100 < q_s < 1000$$

Risiko Brand, zu feine Oberfläche

$$1000 < q_s$$

Typisch Tiefscheifen, hohe Zustellung



ÄQUIVALENTE SPANDICKE

Dieser Wert ist sehr wichtig für die Auslegung von Schleifprozessen

$$h_{ec} = \frac{Q'_w}{v_c}$$

- Typische Werte sind:

Polieren und Endbearbeitung:

$$h_{ec} = 0,01 - 0,1 \mu\text{m}$$

Präzisionsschleifen:

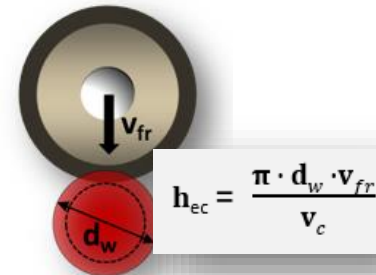
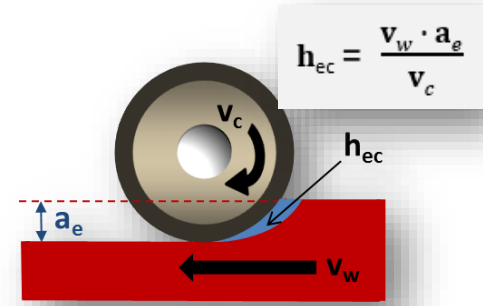
$$h_{ec} = 0,1 - 0,7 \mu\text{m}$$

Grob- bzw. Hochleistungsschleifen:

$$h_{ec} = 0,7 - 3,5 \mu\text{m}$$

Wie wirken sich Abweichungen aus:

- h_{ec} zu klein: Brandgefahr, feine Oberflächen ... „harte Schleifscheibe“
- h_{ec} zu groß: raue Oberflächen, laut, hoher Verschleiß „weiche Schleifscheibe“



FALLBEISPIEL WALZENSCHLEIFEN

Feststellung: zu hohe Rauigkeit an den beiden Enden

- R_a in der Mitte $0,4 \mu\text{m}$, an den Enden $R_a = 1,7 \mu\text{m}$ ☹️

- Längsschleifen

$$h_{ec} = \frac{v_w \cdot a_e}{v_c}$$

$$h_{ec} = 0,29 \mu\text{m}$$

- Einstechen

$$h_{ec} = \frac{\pi \cdot d_w \cdot v_{fr}}{v_c}$$

$$h_{ec} = 2,6 \mu\text{m} \quad (\text{bei } v_{fr} = 5 \text{ mm/min})$$

- Die äquivalente Spandicke war beim Einstechen deutlich zu hoch !!!

ALSO: Reduzierung auf $v_{fr} = 0,5 \text{ mm/min}$ $h_{ec} = 0,26 \mu\text{m}$ ➡️ $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ 😊

$$d_w = 350 \text{ mm} \quad v_w = 30 \text{ m/min}$$



$$v_{fa} = 2000 \text{ mm/min}$$

$$v_{fr} = 5 \text{ mm/min}$$

$$a_e = 0,02 \text{ mm}$$

$$v_c = 35 \text{ m/s}$$

NQ 60 B

Schnittgeschwindigkeit v_c



SCHNITTGESCHWINDIGKEIT

Machen **höhere Scheibenumfangsgeschwindigkeiten v_c** Sinn, um das Zeitspanvolumen zu steigern?

- Betrachten wir dazu wieder die äquivalente Spandicke h_{ec} :
- Wenn wir also den Spanbildungsprozess konstant halten, ergibt sich:



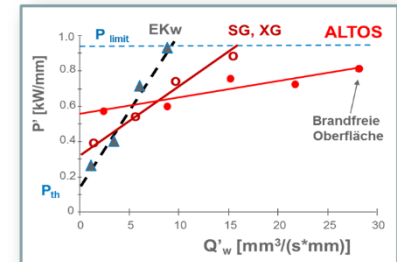
Höhere v_c = Höhere Q'_w



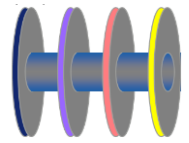
$$h_{ec} = \frac{Q'_w}{v_c}$$

ABER:

- Mehr Wärmeentwicklung also ist eine **optimierte Kühlung** erforderlich !!!
- Höhere Belastung der Schleifkörner **geeignete Spezifikation** wählen !!!



FALLBEISPIEL AUSSENRUNDSCHLEIFEN



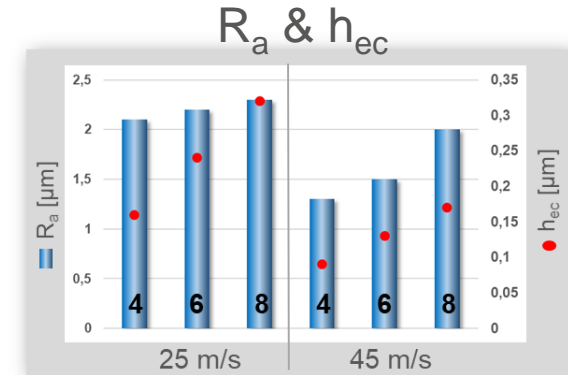
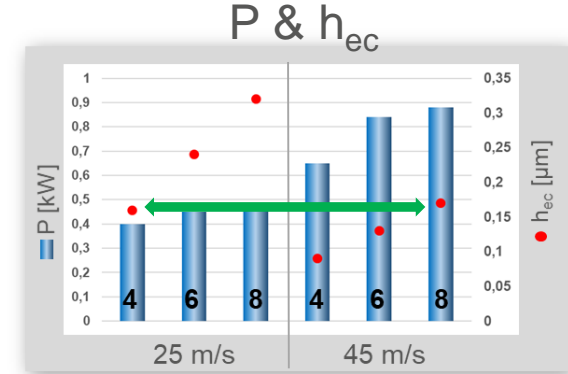
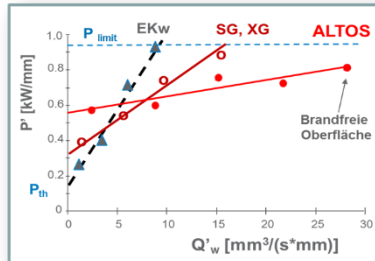
Einstechschleifen, Studer, 100 Cr6, Emulsion

$v_c = 25$ und 45 m/s, $Q'_w = 4, 6,$ und 8 mm³/mm s, $d_w = 160$ mm

Quantum NQ 80

Ergebnis:

- Mit höheren Schnittgeschwindigkeiten v_c lassen sich größere Zeitspanvolumen Q'_w bei gleicher Spandicke h_{ec} erzielen.
- Dabei sind höhere Leistungen nötig.
- Höhere Spandicken h_{ec} führen zu höheren Rauigkeiten.
- Es sind also Körner zu verwenden, die diese gesteigerten Anforderungen aushalten!

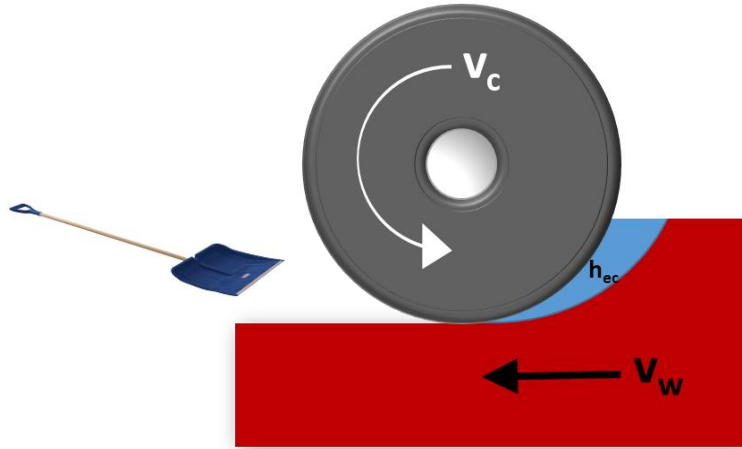


Schleifrichtung

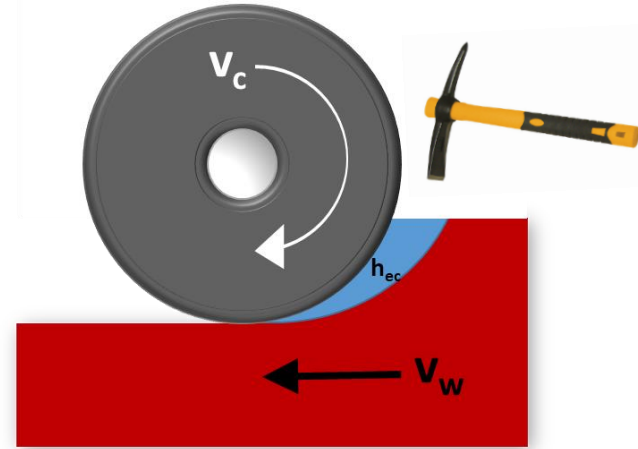
Gegen- oder Gleichlauf?



GEGEN- ODER GLEICHLAUSCHLEIFEN



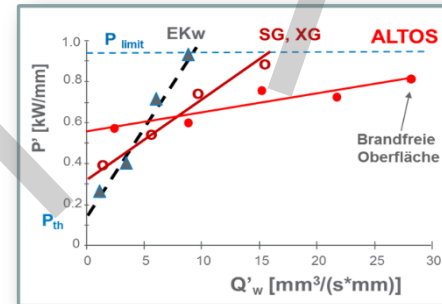
Gegenlauf



Gleichlauf

Worauf kommt es also an:

- Gegenlauf Spanbildungsprozess
- Gleichlauf Widerstandsfähigkeit



FALLBEISPIEL AUSSENRUNDLÄNGSSCHLEIFEN

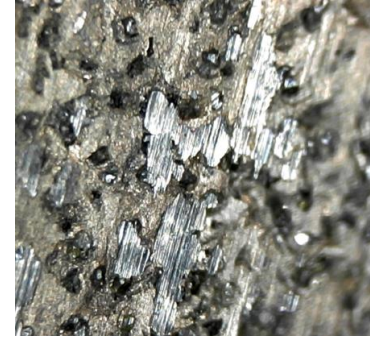
Ausgangslage:

Gegenlaufschleifen, HSS, Emulsion

$v_c = 30 \text{ m/s}$, $v_w = 19 \text{ m/min}$, $v_{fa} = 6 \text{ mm/min}$, $a_e = 0,1 \text{ mm}$



Extrem laut, Belegung der Schleifscheibe, Brand



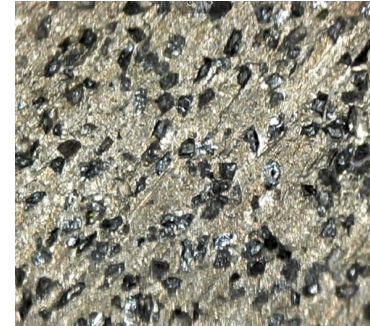
Lösung:

Umstellung auf **Gleichlaufschleifen**

Genau die gleichen Parameter!



Leise, schnittige Schleifscheibe, kein Brand,
keine Rattermarken



Nächster Schritt:

Erhöhung der Zustellung auf den dreifachen Wert möglich !!!

D126 BZ

Neue Entwicklung von Schleifscheiben

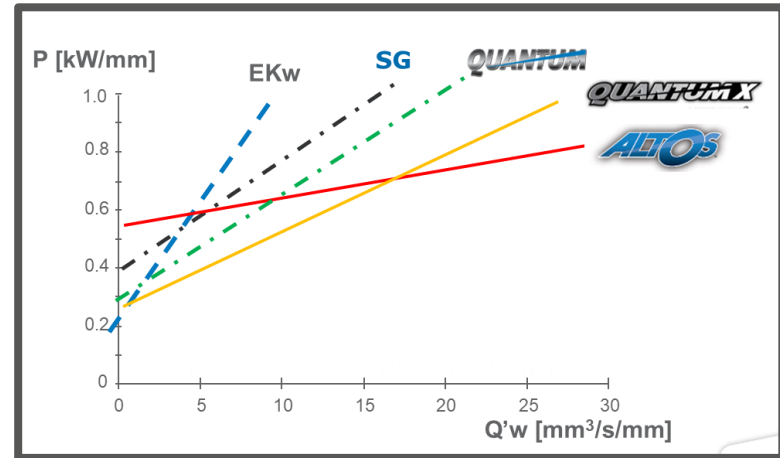
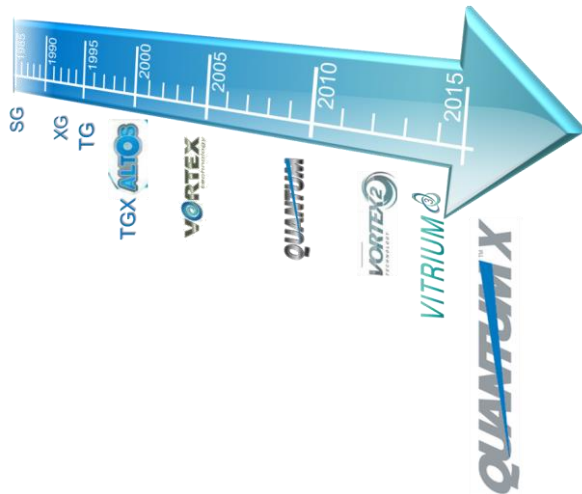


ABRASIVES



ENTWICKLUNG NEUER SCHLEIFLÖSUNGEN

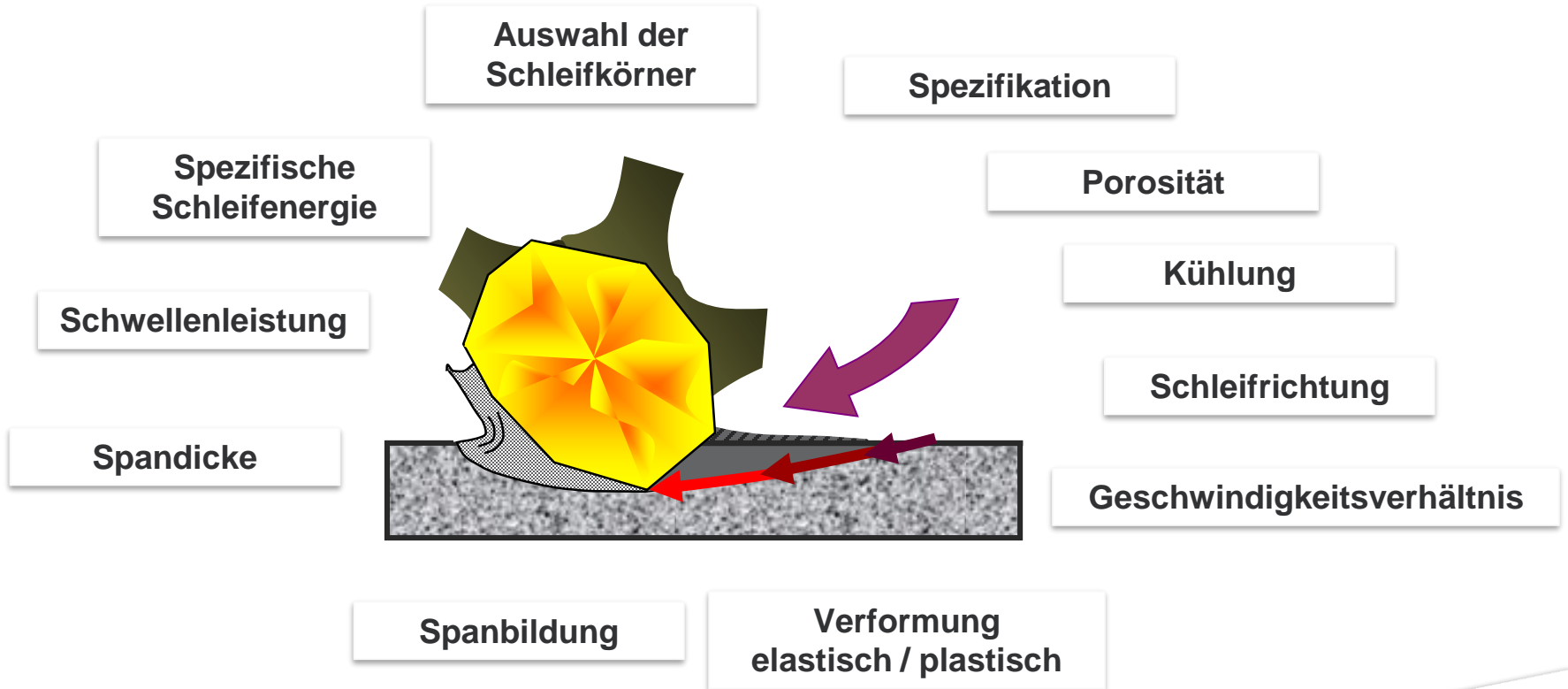
- Mit der Kenntnis der mikroskopischen Prozesse kann ein geeignetes Werkzeug spezifiziert werden.
- Dabei betrachten und analysieren wir die Kinematik und Einzelbelastung der Schleifkörner und des gesamten Systems
- Saint-Gobain entwickelt regelmäßig neue Schleifkörnungen und damit auch Werkzeuge, die den gesteigerten Anforderungen des Marktes gerecht werden.



Zusammenfassung



ZUSAMMENFASSUNG



Mit der Kenntnis der mikroskopischen Prozesse

und der

Eigenschaften der Schleifkörner/Bindung

kann eine

geeignete Lösung spezifiziert werden,

um die

Leistungsfähigkeit der Schleifanwendung zu optimieren!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



ABRASIVES

