



TiN, TiAlN, AlTiN... ein Vergleich der Beschichtungen

21. Juni 2018

In den letzten Monaten haben wir fünf Beschichtungen vorgestellt, die RUKO Präzisionswerkzeuge veredeln. In diesem Beitrag vergleichen wir sie und geben eine Übersicht über die Eigenschaften dieser Beschichtungen.

Zunächst haben wir in den Beiträgen zu den einzelnen Beschichtungen (TiN, TiAlN, AlTiN, TiCN und RUnaTEC) u.a. diese Fragen beantwortet: Welche Eigenschaften weist die Beschichtung auf? Wann nutze ich welche Beschichtung? Welche Beschichtung ist für welche Werkstoffe geeignet?

Wir stellen hier eine Übersicht über die Eigenschaften der Beschichtungen zusammen. Du kannst dir natürlich auch die einzelnen Beiträge durchlesen, um weitere Informationen zu erhalten.

Grundlegendes zur Beschichtung

Eine Beschichtung ist eine sehr dünne (Mikrometer-dünne), fest haftende Schicht aus einer chemischen Verbindung, die auf ein Werkstück aufgebracht wird. Die Beschichtung hat folgende positiven Einflüsse auf das Präzisionswerkzeug:

- Erhöhung der Standzeit / Verschleißfestigkeit**
Zwischen zwei sich bewegenden Teilen (Werkstück und Bohrer) tritt Reibung und Verschleiß auf der Werkzeugoberfläche auf. Diese Reibung strapaziert den Bohrer und wird durch die Beschichtung verringert. Dadurch wird die Lebenszeit des Werkzeugs verlängert.
- Ermöglichung höherer Schnittgeschwindigkeiten**
Durch den Schutz der Beschichtung kann die Schnittgeschwindigkeit erhöht werden.
- Korrosionsschutz**
Die Beschichtung schützt das Werkzeug vor der Zerstörung durch Reaktionen der Umgebung, z.B. Rost.
- Optische Aufwertung**

Die Schichtdicke der Beschichtung wird in Mikrometern (µm) angegeben und beträgt nicht mehr als 0,7 µm, da dickere Schichten für Rissbildungen anfällig sind.

Je nach zu zerspanendem Werkstoff und Präzisionswerkzeug, muss abgewogen werden, welche Beschichtung benötigt wird. **Zwei Faktoren spielen hier eine wesentliche Rolle:**

- die **Anwendung**, also in welches Material zerspanen werden soll
Handelt es sich z.B. um Baustahl, Edelstahl oder Aluminium? Je härter der Werkstoff desto höher sollte die Nanohärte der Beschichtung sein.
- die **Art der Zerspanung** (z.B. Bohren, Fräsen, Gewinden)
Beim Gewinden wird beispielsweise eine geringe Drehzahl verwendet als beim Bohren mit einem Spiralbohrer, sodass die Anforderungen an die maximale Anwendungstemperatur unterschiedlich sind.

Standzeiterhöhung

Als Standzeit wird die Zeit bis zum Erreichen des zulässigen Verschleißes bezeichnet. Anders gesagt: Die Standzeit ist die Zeit, bis man mit dem Bohrerergebnis nicht mehr zufrieden ist oder die Performance des Werkzeugs leidet.

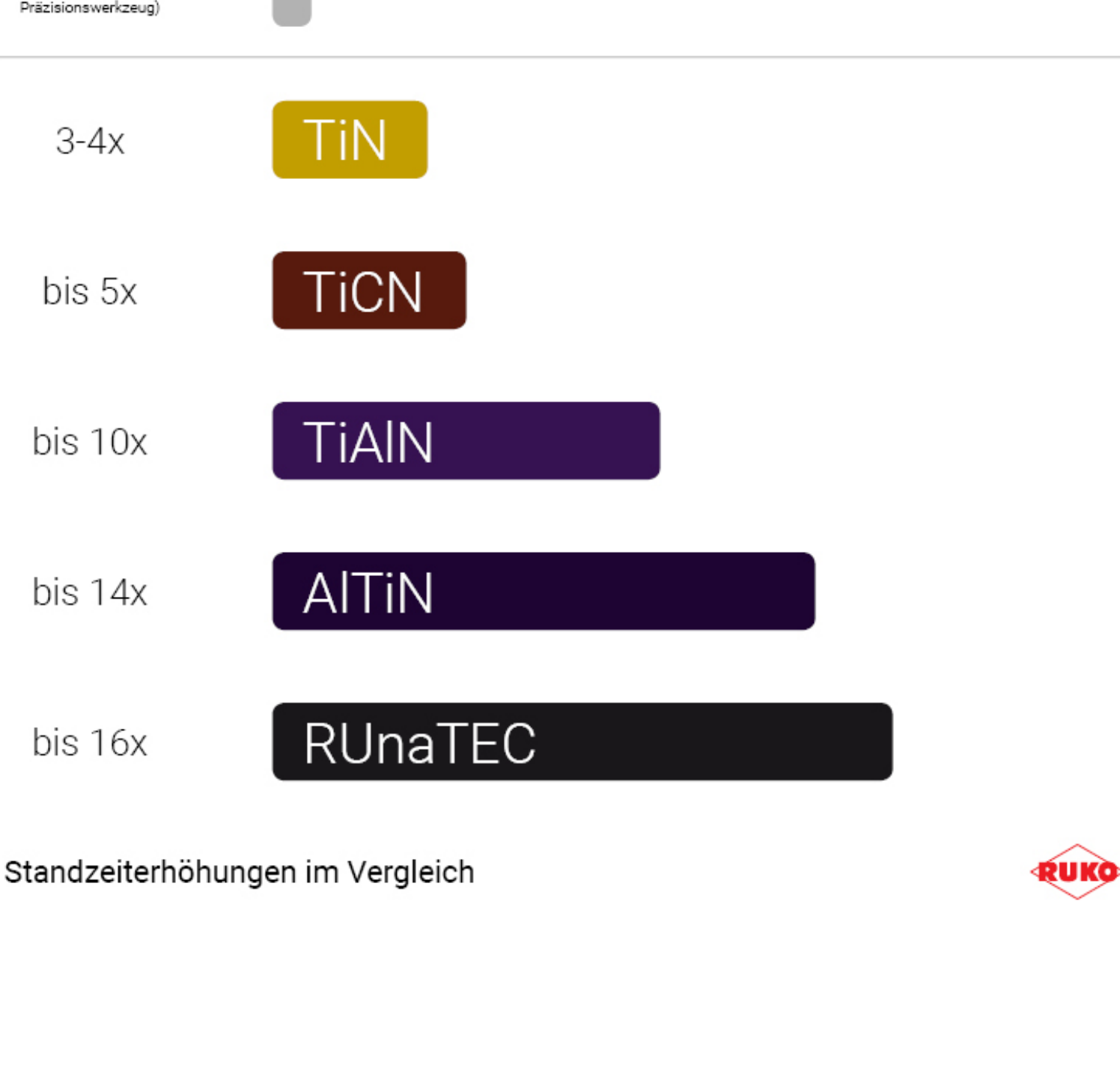
Die **Standzeit ist neben der Beschichtung abhängig** von:

- Schnittgeschwindigkeit
- Werkstoff
- Werkzeugstahl
- Spannungsquerschnitt (Größe der Schnittfläche)
- Kühlung
- Maschineneinsatz (geführt, handbetrieben)

Ein **zentraler Vorteil einer Beschichtung ist die Verlängerung der Lebenszeit** des Präzisionswerkzeugs.

Bereits die meistverwendete Standardbeschichtung TiN erhöht die Standzeit um das Drei- bis Vierfache. Wenn du also viel zerspanst und nicht jede Woche neue Bohrer kaufen möchtest, solltest du zu einem beschichteten Bohrer greifen.

Ebenfalls kannst du durch eine Kühlung die Standzeit zusätzlich verlängern.

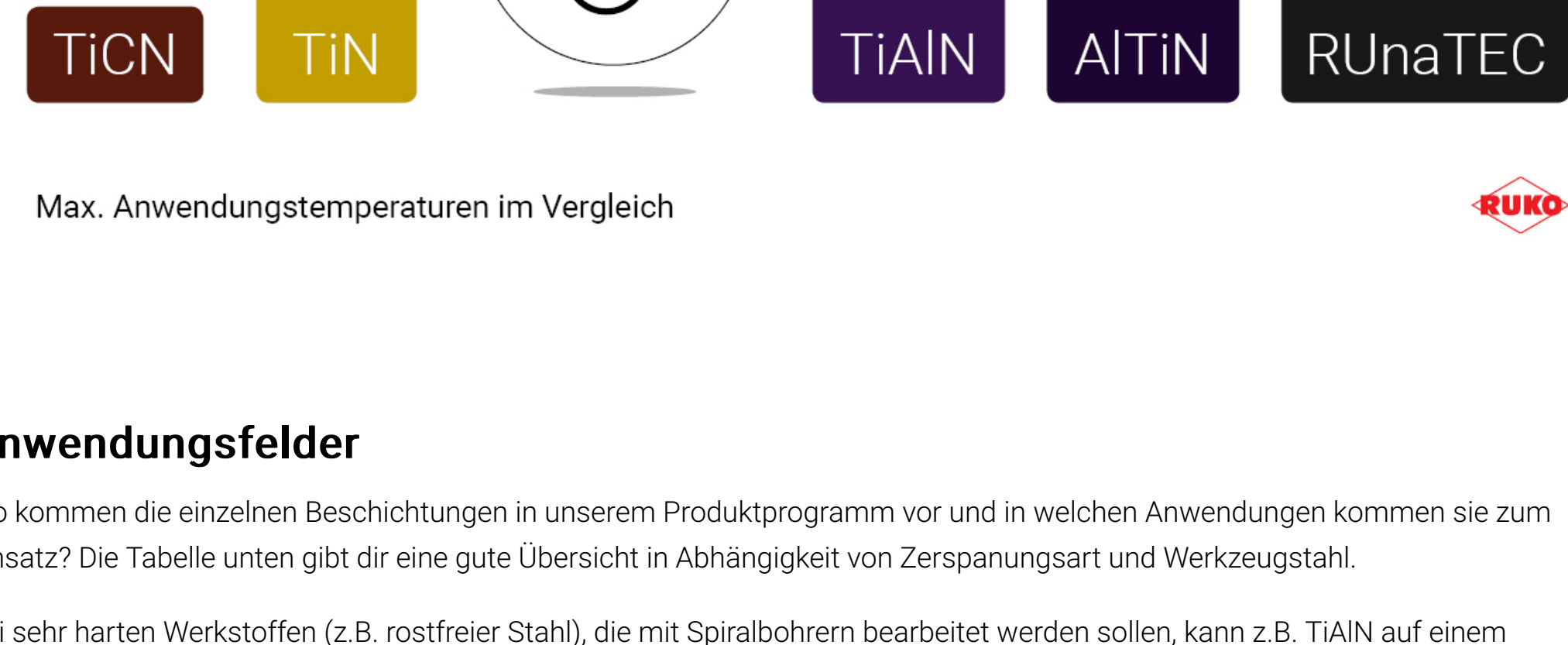


Schnittgeschwindigkeit und max. Anwendungstemperatur

Die Schnittgeschwindigkeit wird in Meter pro Minute (m/min) angegeben. Beim Zerspanen nutzen sich die Schneiden des Werkzeugs durch Reibung, Ausbrüche und Diffusion bei hohen Temperaturen ab. Dadurch wird die Schneidengeometrie verändert und die Qualität und Genauigkeit des Werkzeugs nehmen ab. Mit der Einstellung der exakten Schnittgeschwindigkeit kannst du optimale **Ergebnisse erzielen** und den **Verschleiß des Werkzeugs minimieren**.

Wie oben bereits angesprochen, wird beim Gewinden eine geringere Schnittgeschwindigkeit benötigt als beim Bohren.

Abhängig von der Schnittgeschwindigkeit ist die maximale Anwendungstemperatur. Je höher die Schnittgeschwindigkeit desto höher sollte die maximale Anwendungstemperatur der Beschichtung sein.



Anwendungsfelder

Wo kommen die einzelnen Beschichtungen in unserem Produktprogramm vor und in welchen Anwendungen kommen sie zum Einsatz? Die Tabelle unten gibt dir eine gute Übersicht in Abhängigkeit von Zerspanungsart und Werkzeugstahl.

Bei sehr harten Werkstoffen (z.B. rostfreier Stahl), die mit Spiralbohrern bearbeitet werden sollen, kann z.B. TiAlN auf einem Spiralbohrer aus Hartmetall die Beschichtung deiner Wahl sein.

	Bohren				Gewinden			
	HSS	HSSE-Co 5	HSSE-Co 8	Hartmetall	HSS	HSSE-Co 5	HSSE-Co 8 nicht im Programm	Hartmetall nicht im Programm
Stahl (N/mm²) < 900 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 800	TiN, TiAlN	TiAlN		TiAlN, AlTiN	TiN	TiAlN, TiCN		
Stahl (N/mm²) < 1.100 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 1.000	TiAlN	TiAlN		TiAlN, AlTiN		TiAlN, TiCN		
Stahl (N/mm²) < 1.300 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 1.200			TiAlN	TiAlN, AlTiN		TiAlN		
rostfreier Stahl	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN, AlTiN		TiAlN, TiCN		
Aluminium	TiCN, TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN, AlTiN	TiCN			
Messing	TiN, TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN, AlTiN	TiN	TiAlN, TiCN		
Bronze	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN, AlTiN		TiAlN		
Kunststoffe	TiN, TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN, AlTiN				
Gussstee			TiAlN	TiAlN, AlTiN				
Titan legiert			TiAlN	TiAlN, AlTiN				

	Fräsen				Senken			
	HSS nicht im Programm	HSSE-Co 5 nicht im Programm	HSSE-Co 8 nicht im Programm	Hartmetall	HSS	HSSE-Co 5	HSSE-Co 8 nicht im Programm	Hartmetall nur unbeschichtet
Stahl (N/mm²) < 900 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 800				TiCN	TiN, TiAlN, RUnaTEC	TiAlN	RUnaTEC	
Stahl (N/mm²) < 1.100 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 1.000				TiCN	TiAlN	TiAlN	RUnaTEC	
Stahl (N/mm²) < 1.300 Gewinde: Stahl (N/mm²) < 1.200				TiCN			RUnaTEC	
rostfreier Stahl				TiCN	TiAlN	TiAlN	RUnaTEC	
Aluminium				TiCN	TiN, TiAlN, RUnaTEC	TiAlN	RUnaTEC	
Messing				TiCN	TiN, TiAlN, RUnaTEC	TiAlN	RUnaTEC	
Bronze				TiCN	TiN, TiAlN, RUnaTEC	TiAlN	RUnaTEC	
Kunststoffe				TiCN	TiN, TiAlN, RUnaTEC	TiAlN	RUnaTEC	
Gussstee				TiCN				
Titan legiert				TiCN				

* nur mit stationären Werkzeugmaschinen mit forcierter Flüssigkeitskühlung möglich und Werkzeug beim Zerspanen immer wieder zurück führen um den Span zu brechen.

Wie du in der Tabelle erkennen kannst, findest du die TiN Beschichtung nur auf HSS Werkzeugstahl. Werkzeuge aus härteren Werkstoffen sind auch für die härteren Werkstoffe benutzbar. Die TiN Beschichtung kann der dabei entstehenden hohen Temperatur nicht Stand halten.

TiAlN schafft beim Bohren den Spagat zwischen den Werkzeugstählen HSS und Hartmetall, da mit ihr auch hohe Schnittgeschwindigkeiten gefahren werden können.

Kühlung

Das Kühlen hat positive Einflüsse auf das Werkzeug, unabhängig von der Beschichtung. Daher empfehlen wir stets, das Werkzeug zu kühlen, auch wenn es nicht zwingend notwendig ist.

Kühlschmiermittel sorgen beim Zerspanen für

- die Verminderung der Reibung
- den Abtransport von Spänen
- die Abfuhr von Wärme
- die Erhöhung der Standzeit
- die Verbesserung der Oberfläche des Werkzeugs
- die Reinigung der Bearbeitungsstelle
- die Vermeidung von Korrosion.

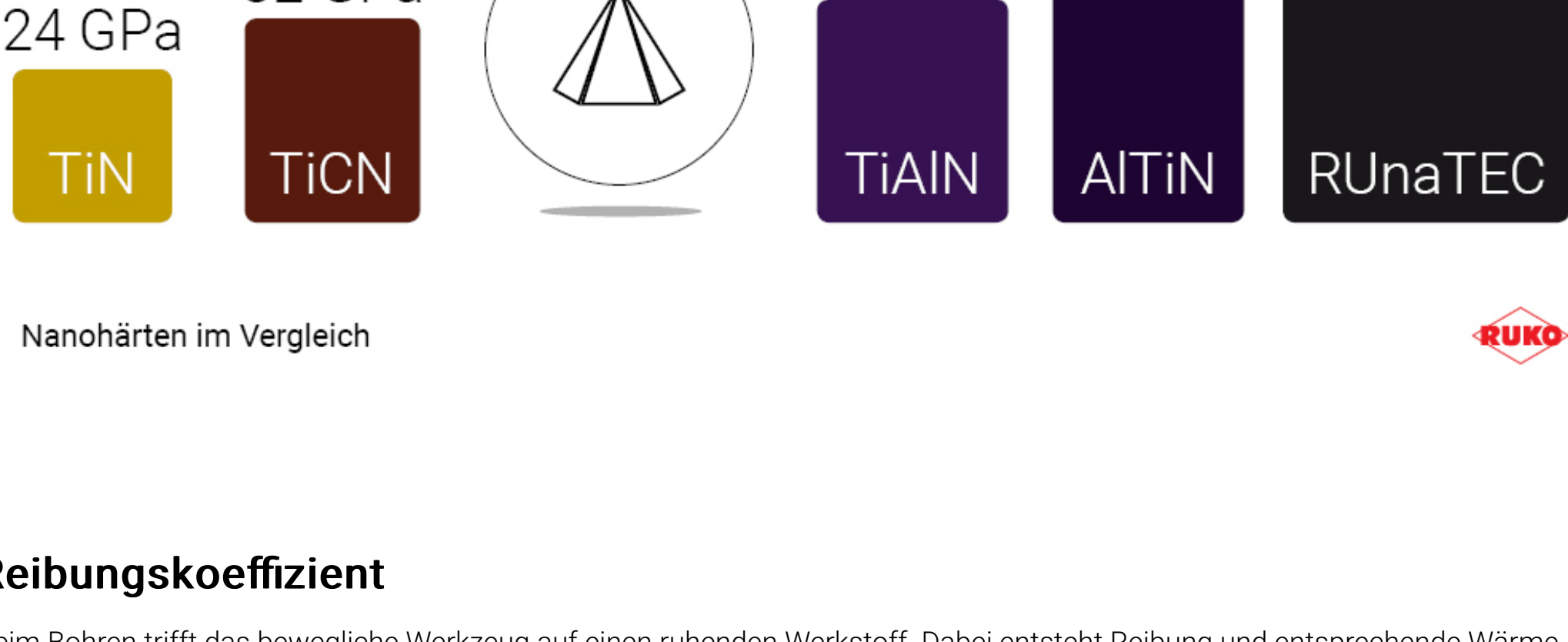
Bei einigen Beschichtungen ist eine Kühlung nicht zwingend notwendig.



Nanohärte

Die Nanohärte wird in Gigapascal (GPa) angegeben und gibt den Druck an, den eine **Kraft von einem Newton auf eine Fläche von einem Quadratmeter** ausübt. (Die Formel lautet: $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$)

Je höher die Nanohärte, umso härtere Werkstoffe können bearbeitet und umso höhere Schnittgeschwindigkeiten können gefahren werden. Das wirkt sich u.a. positiv auf die benötigte Arbeitszeit aus.



Reibungskoeffizient

Beim Bohren trifft das bewegliche Werkzeug auf einen ruhenden Werkstoff. Dabei entsteht Reibung und entsprechende Wärme (bzw. Hitze). Ziel ist es, die **entstehenden Kräfte mit geringen Reibungsverlusten zu übertragen**.

Der Reibungskoeffizient (auch Reibungszahl) wird in µ ausgedrückt.

Mit einer Kühlung kann beispielsweise der Reibungskoeffizient von Stahl auf Stahl von 0,2 auf 0,07 µ gesenkt werden.



Zusammenfassung und Fazit

Beschichtungen haben grundsätzlich einen positiven Einfluss auf das Werkzeug. Je nach Anwendungsfeld ist eine andere Beschichtung von Vorteil.

Die Tabelle zeigt dir einen Vergleich über die verschiedenen technischen Größen und Anwendungsfelder der fünf Beschichtungen.

Beschichtung	Nanohärte bis [GPa]	Schichtdicke [µm]	Reibungskoeffizient	Max. Anwendungstemperatur [°C]	Anwendung
TiN	24	1-7	0,55	600	weniger harte Werkstoffe (bei Stahl bis 900 N/mm²)
TiCN	32	1-4	0,2	400	harte Werkstoffe (bei Stahl bis 1.300 N/mm², Edelstahl)
TiAlN	35	1-4	0,5	700	harte Werkstoffe (bei Stahl bis 1.100 N/mm², Edelstahl)
AlTiN	38	1-4	0,7	900	sehr harte Werkstoffe (bei Stahl bis 1.300 N/mm², Edelstahl)
RUnaTEC	45	1-4	0,45	1.200	sehr harte Werkstoffe (bei Stahl bis 1.300 N/mm², Edelstahl)