

Wissenswertes und Grundsätzliches zur Gewindefertigung

Informationen & praktische Anwendungs-Tipps

Bisher sprach man vom „Gewinde-Schneiden“. Heute hat sich auch das „Gewinde-Formen“ aufgrund veränderten Legierungen fast in allen Anwendungen etabliert. Darum haben wir den Begriff Gewinden, Gewindefertigen bzw. Gewindefertigung für beide Anwendungen gewählt.

Was ist beim „Gewinden“ zu beachten?

Grundsätzlich sind die richtige Auswahl des Werkzeuges und damit die „Geometrie und Beschichtung des Gewindewerkzeuges“ und die daraus resultierenden Einflüsse in Ihren praktischen Auswirkungen auf das zu bearbeitende Material (von Thermoplastik bis zum hochfesten Material) sehr wesentlich.

Darüber hinaus spielen die Gewindetiefe (z.B. über 1.5 D) und Schnitt- bzw. Umform-Geschwindigkeit (Drehzahl) sowie die Schmier-Kühlung und damit die „Formulierung des Schmierkühlstoffes“ eine wesentliche Rolle. Die „Geschmeidigkeit“ des Spanflusses bzw. die Umformfähigkeit des Materiales beim Gewindeformen haben u.a. einen wesentlichen Einfluss auf die Güte des Gewindes welche die Lehrenhaltigkeit positiv oder negativ beeinflussen.

Da neben der Technik, die optimale Fertigungsergebnisse garantieren muss, auch noch die Wirtschaftlichkeit oder die Dokumentation der Produktion eine wesentliche Rolle spielen, haben wir uns zum Ziel gesetzt, die wichtigsten Themen in dieser Arbeit aufzugreifen und die komplexen Zusammenhänge darzulegen.

In der Folge werden auch anwenderspezifischen Fragen, beispielsweise für der „Bearbeitung von Thermoplasten“ einschließlich der Kühlschmierung behandelt.

Weitere Informationen zum neuen **TTT Tapping-Torque-Testsystem** inkl. der neuen „**Screening und Analyse-Software**“ WinPCA3 entnehmen Sie bitte unserer website www.tapping-torque-test.com

Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung und Mitarbeit der Firma EMUGE und weiterer hier nicht genannter Personen. Alle Fotos sind von der Fa. EMUGE bereitgestellt.

Das Forum „rund um's Gewinde“

1. Inhaltsverzeichnis

1.	Inhaltsverzeichnis.....	2
2.	Technik.....	4
3.	Gewindearten und Gewindefertigungsverfahren.....	4
3.1.	Die Werkzeugtechnik im Detail.....	4
3.1.2.	Gewindearten für Innen- & Außengewinde.....	4
3.2.	Gewindearten.....	5
3.3.	Gewindefertigungsverfahren.....	5
3.4.	Innengewinde.....	6
3.5.	Außengewinde.....	7
4.	Grundsätzliches zur Werkzeuggeometrie.....	8
4.1.	Aktuelle Themen.....	8
4.2.	Geplante Themen.....	8
5.	Begriffe der Schneidengeometrie.....	9
5.1.	Grafische Darstellung & Begriffe.....	9
5.2.	Der Anschnitt.....	10
5.3.	Bauformen B und C.....	11
5.4.	Bauformen D und E.....	12
5.5.	Zusammenfassung:.....	12
5.6.	Der Zahn.....	13
5.7.	Der Hinterschliff.....	14
5.8.	Die Gewinde-Nuten.....	15
6.	Grundsätzliches zum Gewinde-Formen auch Gewinde-Furchen oder -Drücken genannt.....	16
6.1.	Verfahrensmerkmale.....	16
6.2.	Voraussetzungen.....	16
6.3.	Vorteile.....	16
6.4.	Zu beachten.....	16
6.5.	Prinzip des Gewindefurchens.....	17
6.6.	Vergleich / Unterschied.....	17
6.6.2.	Vorteile Gewindeformer.....	18
6.7.	Polygonform & Ausbildung geformter Gewindeflanken / -Stege.....	19
6.8.	Auswirkungen & Einflüsse der Toleranzen des Vorbohrkerndurchmessers.....	20

Das Forum „rund um's Gewinde“

6.9.	Auswirkungen der Vorbohrdurchmesser	21
6.9.1	Nicht voll „ausgeformtes“ Gewindeprofil und „überformtes“ Profil	21
6.10.	Grataufwurf beim Gewindeformen.....	22
6.10.1	Einfluß der Gewindegewindesenkung beim Gewindeformen	22
6.11.	Gewindequalität eines geformten Gewindes	23
6.11.1.	Welche Materialien eignen sich zum Gewindeformen?	23
7.	Oberflächenbehandlungen / Oberflächenbeschichtungen.....	24
7.1.	Ziele der Oberflächenbehandlung	24
7.2.	Verfahren der Oberflächenbehandlungen & -beschichtungen.....	25
7.3.	PVD – Physical Vapor Deposition	26
7.4.	Physikalische Eigenschaften der Hartstoffschichten	27
7.5.	Einsatz von Schmierkühlmittel	28
7.6.Übersicht verschiedener Standardöle in Abhängigkeit zum Werkstoff in 6 Gruppen unterteilt.....	28
8.	Probleme der Gewindeherstellung	29
9.	Das Drehmoment	30



▼ Sollte Sie ein spezielles Thema sehr interessieren, lassen Sie es uns wissen und senden Sie ein Email an info@microtap.de

Hier können Sie sich auch für den Email-Verteiler für die Infobriefe eintragen und erhalten dann automatisch die neusten Veröffentlichungen.

Mai 2009

2. Technik

Die erste Erkenntnis: Es gibt keine grundsätzlichen & allgemeingültigen Formeln um beispielsweise das richtige Werkzeug und/oder die optimale Schnittgeschwindigkeit pauschal festlegen zu können. Nur die Erfahrung und spezifische Prozessuntersuchung ermöglichen die Festlegung der Fertigungsparameter sowie der Werkzeuge für den optimalen Fertigungseinsatz.

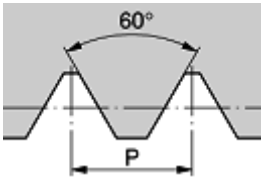
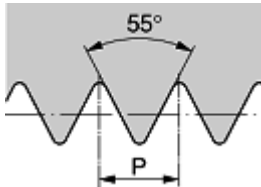
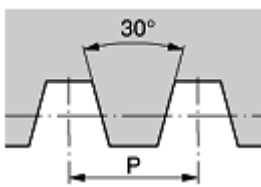
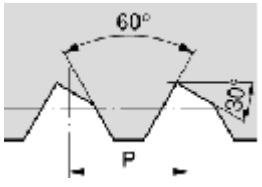
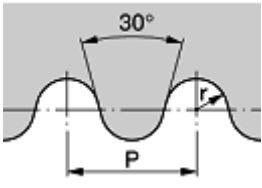
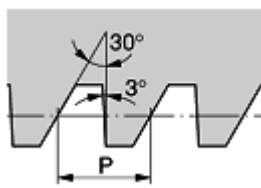
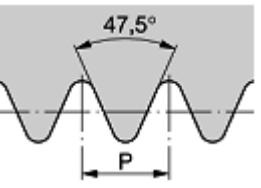
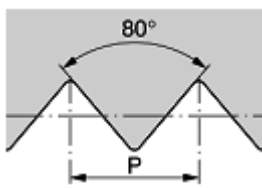
3. Gewindearten und Gewindefertigungsverfahren

3.1. Die Werkzeugtechnik im Detail

3.1.2. Gewindearten für Innen- & Außengewinde

- Befestigungsgewinde Festsitzgewinde / Schraube – Mutter
- Bewegungsgewinde Leitspindel / Lenkgetriebe / Justiergewinde
- Transportgewinde Extruder / Schnecken
 - Bauformen
 - Kernlochformen / Bolzenform
 - Grundformen
 - Geometrie
 - Steigung
 - Form und Richtung der Spannuten
 - Anschnittwinkel
 - Freiwinkel im Anschnitt
 - Spanwinkel
 - Schälanschnittwinkel
 - Freiwinkel im Gewinde
 - Gewindehinterschliff
 - Stegbreite

3.2. Gewindearten

M, MF, UNF/UNC	Whw. Whw-R (G),BSF	Trapez (DIN 103)	Self-Lock
			
Rund (DIN 405)	Sägen (DIN 513)	BA	Pg (DIN 40430)
			

3.3. Gewindefverfahren

- Gewindebohren / -schneiden
- Gewindeformen / -furchen / -drücken
- Gewindefräsen
- Gewindestrehlen
- Gewindewirbeln
- Gewindewalzen

3.4. Innengewinde

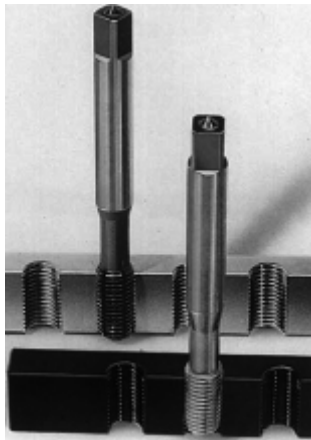
Gewinde-Bohren / -schneiden



Verfahrens-Merkmale

- Spanendes Verfahren
- Kontinuierlicher Schnitt
- Innenbearbeitung
- Materialabtrag durch stufenförmiges Aufeinanderfolgen der Schneiden => „rotatorisches Räumverfahren“
- Geeignet für Werkstoffe mit HSS-E bis ca. 40 HRC mit Hartmetall bis ca. 60 HRC
- Schneidstoff meist HSS-E, aber auch Hartmetall

Gewinde-Formen



- Spanloses Verfahren
- Stufenförmiger Umformprozess
- Innenbearbeitung
- Erzeugung der Gewindekontur durch Verdrängung des Materials
- Geeignet für Werkstoffe mit einer Festigkeit bis ca. 1200 N/mm² und einer Bruchdehnung von min. 8%
- „Schneidstoff“ meist HSS-E, aber auch Hartmetall

Gewinde-Fräsen



- Spanendes Verfahren
- Unterbrochener Schnitt
- Innen- und Außenbearbeitung
- Materialabtrag durch „räumlichen Komma-Span“
- Geeignet für Werkstoffe mit Hartmetall bis ca. 60 HRC
- Schneidstoff meist Hartmetall, aber auch HSS-E

3.5. Außengewinde

Gewinde-Schneiden



Verfahrens-Merkmale

- Spanendes Verfahren
- Kontinuierlicher Schnitt
- Außenbearbeitung
- Materialabtrag durch stufenförmiges Aufeinanderfolgen der Schneiden => „rotatorisches Räumverfahren“
- Geeignet für Werkstoffe mit HSS-E bis ca. 1400 N/mm²• Schneidstoff meist HSS-E, aber auch Hartmetall möglich

Gewinde-Fräsen



- Spanendes Verfahren
- Unterbrochener Schnitt
- Außen- und Innenbearbeitung
- Materialabtrag durch „räumlichen Komma-Span“
- Geeignet für Werkstoffe mit Hartmetall bis ca. 60 HRC
- Schneidstoff meist Hartmetall, aber auch HSS-E

Gewinde-Walzen



- Spanloses Verfahren
- Stufenförmiger Umformprozess
- Außenbearbeitung
- Erzeugung der Gewindegkontur durch Verdrängung des Materials
- Werkstoffe mit einer Festigkeit bis ca. 1200 N/mm² und einer Bruchdehnung von min. 8%
- Walzenwerkstoff aus 1.2379 (auch HSS-E möglich)

4. Grundsätzliches zur Werkzeuggeometrie

4.1. Aktuelle Themen

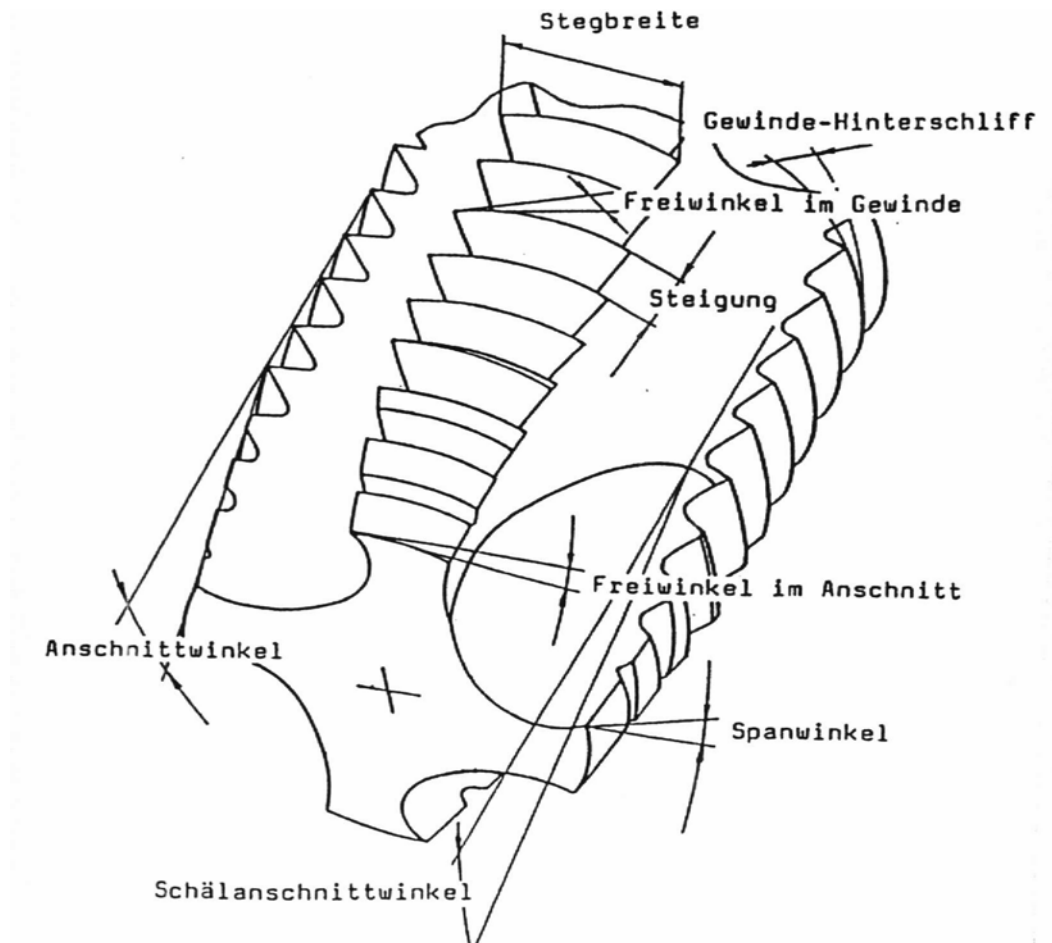
- Begriffe der Schneidengeometrie, grafische Darstellung & Begriffe
- Der Anschnitt / Bauform A
- Bauformen B & C
- Bauformen D & E
- Die Flanken / Zähne der Schneidwerkzeuge
- Der Hinterschliff
- Die Gewinde-Nutenformen

4.2. Geplante Themen

- Der Schälanschnitt
- Die Auswahl des richtigen Gewindebohrers
- Unterschied der Werkzeuge in Durchgang DG und Grundloch GL
- Einfluss Material und Bauform der Werkzeuge
- Einfluss der Festigkeiten & Bruchdehnung von Materialien in der Bearbeitung und der zu verwendenden Werkzeuge
- Diplomarbeiten zum Gewindeschneiden & -formen
- Drehmoment
- Vorteile des Gewinde-Formens

5. Begriffe der Schneidengeometrie

5.1. Grafische Darstellung & Begriffe

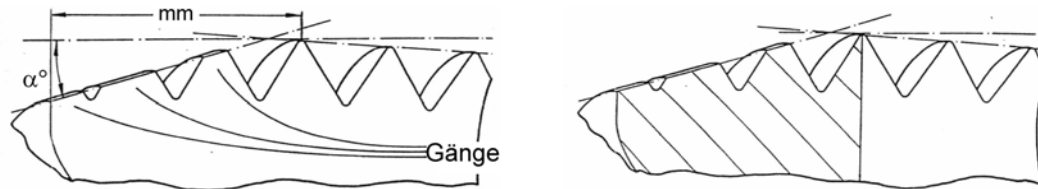


Steigung
Anschnittwinkel
Schälanschnittwinkel
Spanwinkel
Freiwinkel im Anschnitt
Freiwinkel im Gewinde, Flanke / Außendurchmesser (= Hinterschliff)
Stegbreite

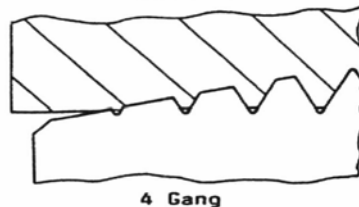
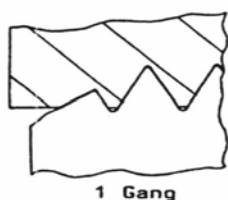
abhängig zur Gewindegröße
Bauform A - E

5.2. Der Anschnitt

Die Anschnittgeometrie entscheidet für welche Anwendung das Werkzeug geeignet ist und beeinflusst maßgeblich die Standzeit des Gewindewerkzeuges.



Die Zerspansung wird durch die Anzahl der Anschnittzähne abgetragen und beeinflusst die Lehrenhaltigkeit und die Verteilung/Belastung des Drehmomentes auf des Werkzeug und dessen Lebensdauer/Standzeit. Ein hohes Drehmoment bedeutet auch ein größere Bruchgefahr.

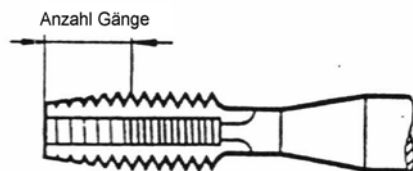


Drehmoment
Gewindequalität
Spanart
Last auf Anschnitt

1 Gang
gering
niedrig
dick/stark
sehr groß

4 Gänge
groß
gut
dünn/schwach
gering

Die Anschnittform und -Länge ist genormt. Nach DIN 2187 unterscheidet man die Bauformen A bis E nach den verschiedenen Anschnitt-Gängen



BAUFORM A

6-8 Gänge

Merkmale:

saubere Flankenoberfläche/gute Qualität,
hohe Rundlaufgenauigkeit/Flüchtigkeit nötig

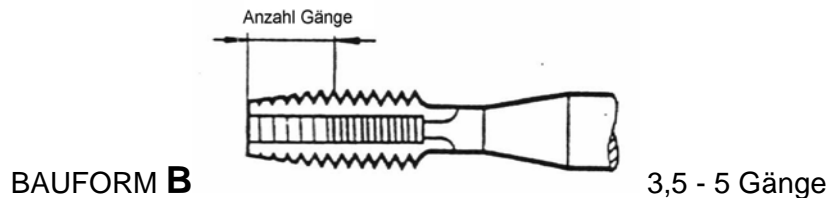
Einsatz::

kurze Durchgangslöcher



Nicht für tiefe Durchgangsbohrungen verwenden.
Geringe Standzeit / Bruchgefahr

5.3. Bauformen B und C

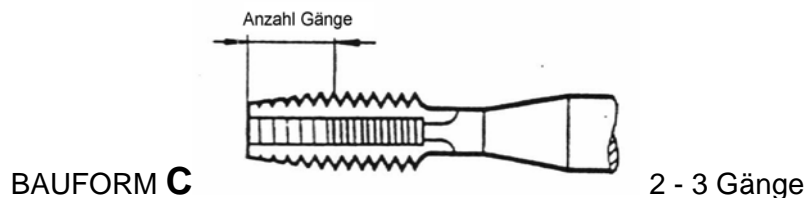


Merkmale: zusätzlicher Schälanschnitt, guter Spanbeförderung
geringe Nutenverstopfung

Einsatz:: Standard Durchgangsgewindewerkzeug



Für zähe Werkstoffe
Auch geeignet für tiefgebohrte Grundlöcher

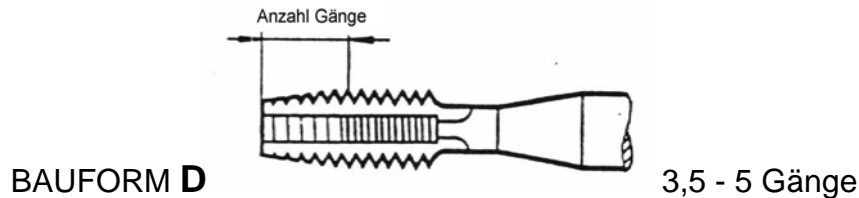


Merkmale: Standard für Grundlochgewinde mit kurzem
Gewindeauslauf

Einsatz:: Grundlochgewindewerkzeug



5.4. Bauformen D und E

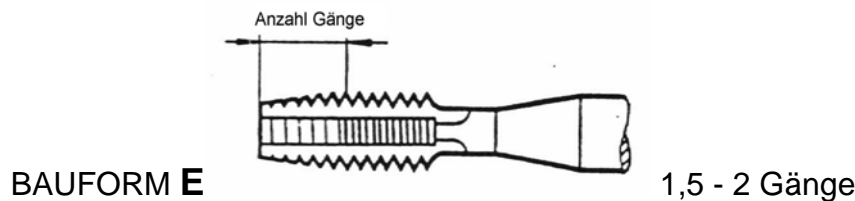


Merkmale: ??????????????

Einsatz:: Mittelschneider für Handgewindewerkzeuge



Als Maschinengewindewerkzeug nur als Ausnahme für Durchgang- oder tiefgebohrte Grundgewinde



Merkmale: Nur für kurze Grundlochgewinde
Sehr großes Zerspanvolumen / hohes Drehmoment

Einsatz:: Grundlochgewindewerkzeug für sehr zähe Werkstoffe

5.5. Zusammenfassung:

Für Durchgangsgewinde wird allgemein die Bauform B verwendet

Für Grundgewinde wird allgemein die Bauform C verwendet

Für spezielle Anwendungen finden die Bauformen A / D und E Verwendung



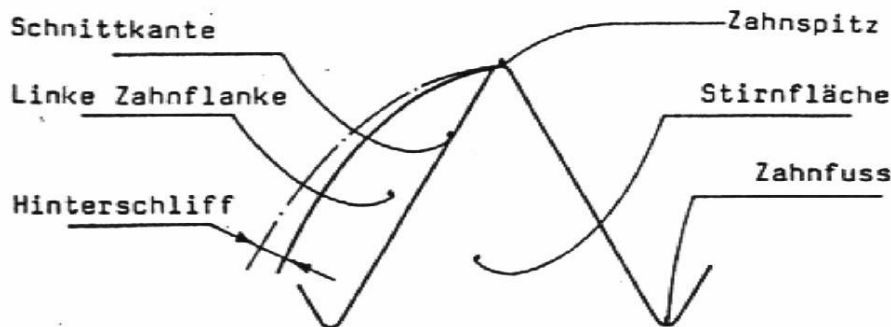
Mit den Gewindefertigungsautomaten von **microtap** finden Sie wie ein Spezialist selbst heraus, wann diese Werkzeuge einen Vorteil in der Qualität und Langlebigkeit sowie der Standzeit haben.

Das Forum „rund um's Gewinde“

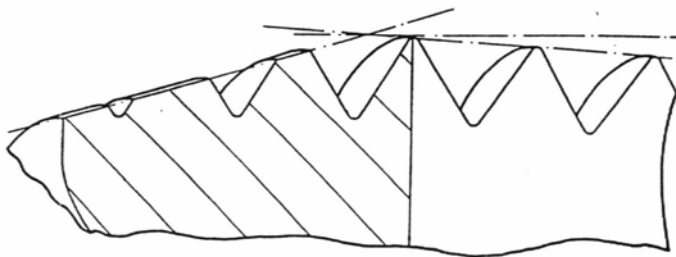
5.6. Der Zahn

Der Zahn eines Gewindewerkzeuges definiert sich durch die Stirnfläche und seinen beiden Zahnflanken.

Die Breite eines Zahn nennt man die Stegbreite.



Grundsätzlich unterscheidet man den Anschnitt „vor“ dem Zahn und „nach“ dem Zahn. Der Zahn vor dem Anschnitt zentriert die Kernbohrung während des Schneidens. Die Zähne nach dem Anschnitt dienen allein zur Führung und verjüngen sich in der Regel gegen den Schaft um unnötige Reibmomente und Spanklemmer zu vermeiden.

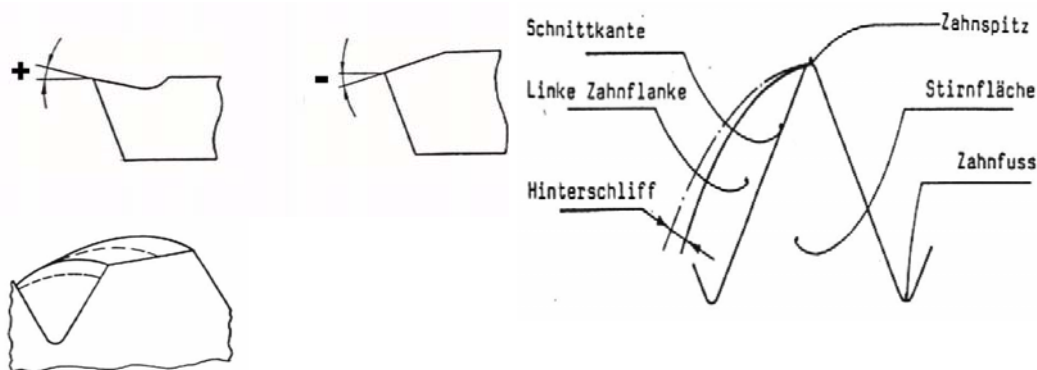


5.7. Der Hinterschliff

Die Raffinesse des Hinterschliffs beim Anschnitt unterscheidet sich grundsätzlich vom Hinterschliff der Zähne im Gewinde, die allein zur Stabilisierung und Führung dienen.

DER HINTERSCHLIFF der Anschnittgeometrie

Spiralgenutete Werkzeuge für Grundlochgewinde haben an der linken Flanke einen starken positiven Schnittwinkel, während die rechte Flanke folgerichtig eine negative Schnittkante aufweisen. Das bedeutet in der PRAXIS oft keine sauberen Oberflächen und geringe Standzeiten.



Für Grundlochgewindewerkzeuge werden die Anschnittzähne hinterschliffen, um eine optimale Spanabfuhr zu ermöglichen. Dies gilt auch für Durchgangsgewinde, da die Anschnittzähne deutlich höher hinterschliffen und der Spane nach vorne nicht abgeschert werden muss.

Die Raffinesse der Werkzeughersteller liegt nur darin, zwei völlig verschiedene Hinterschliffe anzuwenden: den so genannten Profilhinterschliff oder den Flankenhinterschliff. Manchmal sogar eine Kombination von beiden Verfahren.

DER HINTERSCHLIFF im Gewinde

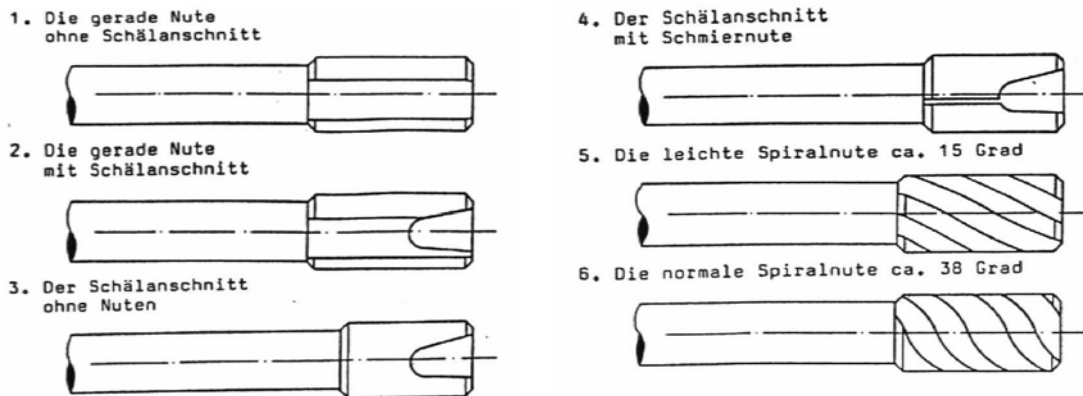
hat die enorm wichtige Aufgabe die Reibung der Führungszähne zu minimieren. Abhängig vom Zahnhinterschliff, die linke wie die rechte Flanke betreffend, sind die speziell ausgeführten/bearbeitenden Werkzeuge für die zu bearbeitenden Werkstoffe und deren Bruchdehnung und Zerspanbarkeit entscheidend.

Man **UNTERSCHIEDET** im wesentlichen 3 Arten des Hinterschliffes

- Hinterschliff klein Einsatz: Werkstoffe mittelfester Legierungen
- Hinterschliff groß Einsatz: Werkstoffe hochlegiert und hochfest
sowie dünnwandig und mit hoher Bruchdehnung
- Hinterschliff zylindrisch Einsatz: Werkstoffe mit geringer Bruchdehnung
und guten Zerspaneigenschaften sowie
nicht schmierende Werkstoffe

5.8. Die Gewinde-Nuten

Grundsätzlich spricht man von 6 verschiedenen Nutenformen



Dabei werden zwei Nutenarten unterschieden

1) Die Nutenform als Spanabführnut

Der Span rollt in der Nut ab. Um den Widerstand der Spanabfuhr zu verringern, werden die Nuten abgerundet. Bei tiefgeschliffenen Nuten werden die Späne gut abgeführt. Der dadurch geringere Seelendurchmesser schwächt das Bruchmoment des Werkzeuges beträchtlich. Viele Hersteller wenden diese Praxis bei Durchgangsgewindewerkzeugen ohne Schälanschnitt an, aber auch bei Grundlochgewindewerkzeugen mit kleinen Spiralnuten bei kleinen Gewindegrößen.



Grundlochgewindewerkzeuge mit tiefen Spannuten führen den Span sauber ab und benötigen im Schnitt ein geringeres Schneid-Drehmoment bei besserer Gewindeoberfläche und -güte. Da das Schneidmoment geringer ist, muss das Drehmoment des Antriebes bei einem geringeren Wert begrenzt werden, da das Bruchmoment des Werkzeuges niedriger ist als bei vergleichsweise nicht so tief geschliffenen Spiralnuten.

Die Hauptanwendung dieser Werkzeuge liegt bei Grundlochtiefen $< 2 \times D$

2) Die Nutenform als Kühlmittelkanal bei Umlaufschmierung

Der Schälanschnitt befördert die Späne nach vorne in die Schneidrichtung. Die Nuten bleiben spanfrei und ermöglichen eine gute Kühlschmierung bei gerade genuteten Nuten mit Schälanschnitt.

Die Nutenanzahl bei Grundlochgewindewerkzeugen beeinflusst die Güte des Gewindes. Muss bis zum Grund geschnitten werden, wird ein kurzer Anschnitt gewählt. Vermehrt man die Schnittkanten, wird die Spandicke verringert und der Spanabfluss erleichtert. Unter Verwendung der richtigen Schnittgeschwindigkeit und Schmierkühlung, können Spanklemmer vermieden werden.

6. Grundsätzliches zum Gewinde-Formen auch Gewinde-Furchen oder -drücken genannt

6.1. Verfahrensmerkmale

- Spanloses Verfahren
- Stufenförmiger Umformprozess
- Innenbearbeitung
- Erzeugung der Gewindekontur durch Verdrängung des Materials
- „Schneidstoff“ meist HSS-E, aber auch Hartmetall

6.2. Voraussetzungen

- Werkstoffe mit einer Festigkeit bis ca. 1200 N/mm² und einer Bruchdehnung von min. 8%
- Bei der Bearbeitung mit Zwangsvorschub / Leitpatrone ist in der Regel ein axiales Ausgleichsfutter erforderlich

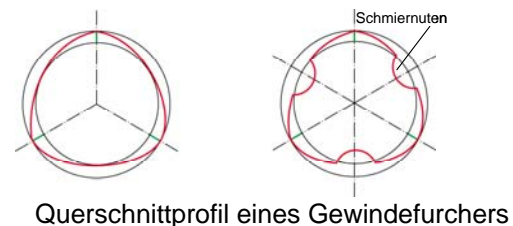
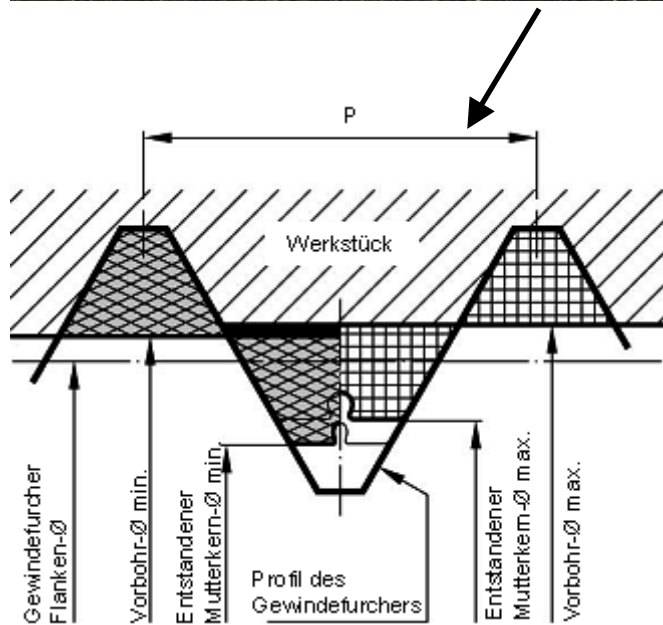
6.3. Vorteile

- Keine Spanprobleme
- Für größere Gewindetiefen geeignet
- Hohe Oberflächenqualität
- Einsatz auf einfachen Maschinen möglich, auch auf Mehrspindelmaschinen
- Hohe „Umfangsgeschwindigkeiten“ möglich
- Erhöhte statische und dynamische Festigkeit des Gewindes
- Kein axiales „Verschneiden“ der Gewinde
- Kein Materialverlust
- Größere Werkzeugbruchsicherheit
- Hohe Standwerte
- Der Mutterkerndurchmesser ist nach DIN 13-50 größer toleriert

6.4. Zu beachten

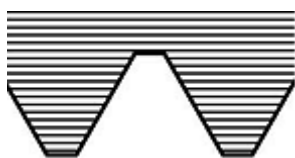
- Gratbildung an der Formfalte
- Größerer Vorbohrdurchmesser als beim Gewindebohren erforderlich
- Genaue Kernlochbohrung einhalten
- Drehmoment höher als beim Gewindebohren
- Meist ist ein hochwertiger Schmierstoff erforderlich
- Materialaufwurf an Ein- und Auslauf des Gewindes
- Kein Nachschärfen möglich

6.5. Prinzip des Gewindefurchens

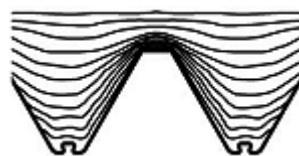


Querschnittprofil eines Gewindefurchers

6.6. Vergleich / Unterschied



Faserverlauf beim Gewinde-Schneiden



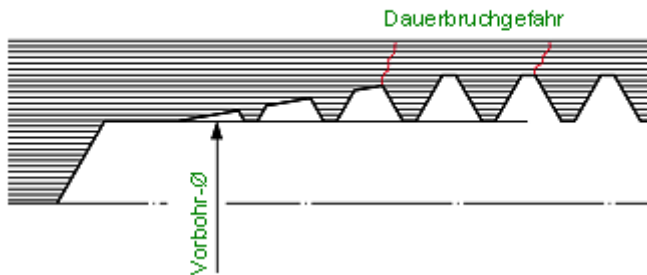
Faserverlauf beim Gewinde-Formen

Das Forum „rund um's Gewinde“

6.6.2. Vorteile Gewindeformer

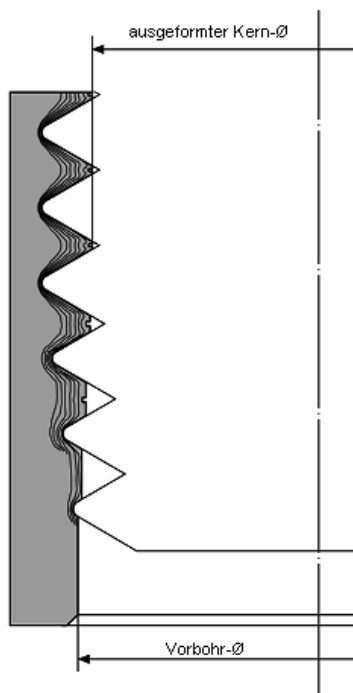
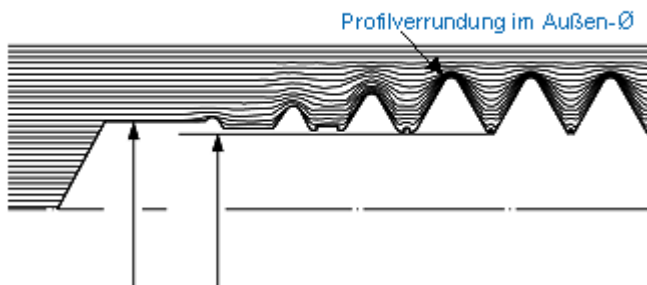
Geschnittenes Gewindeprofil

Geschnittenes Gewindeprofil:

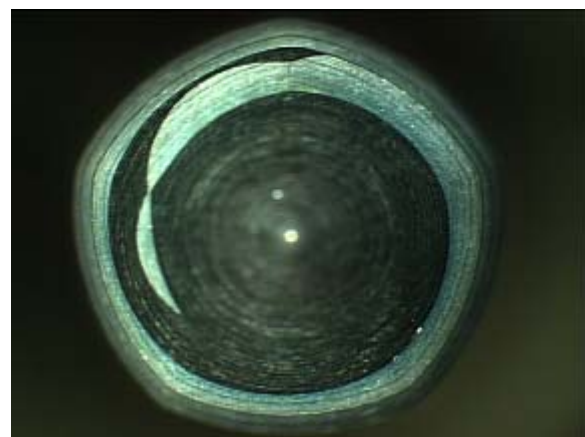
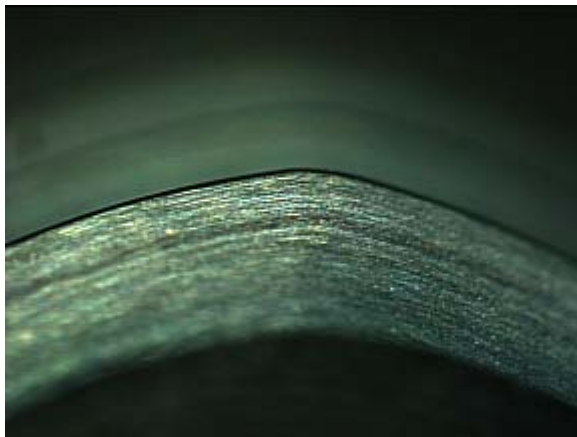
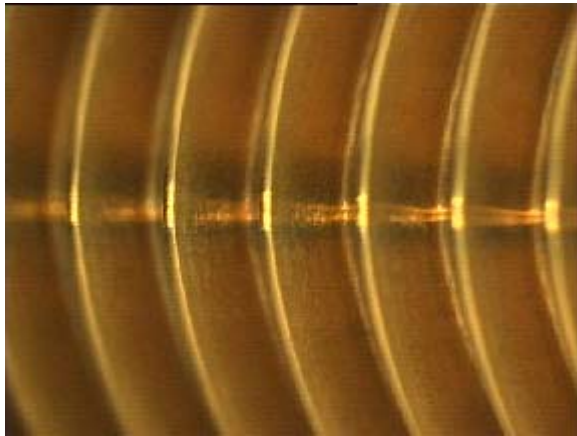


Geformtes Gewindeprofil

Gefurchtes Gewindeprofil:

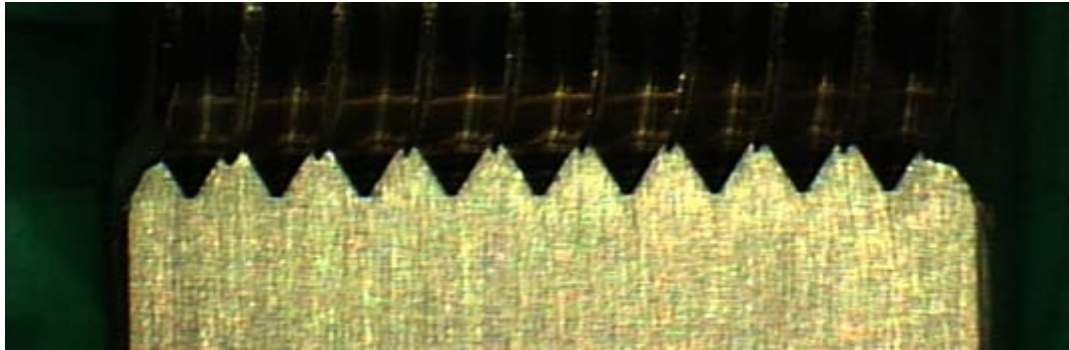


6.7. Polygonform & Ausbildung geformter Gewindeflanken / -Stege

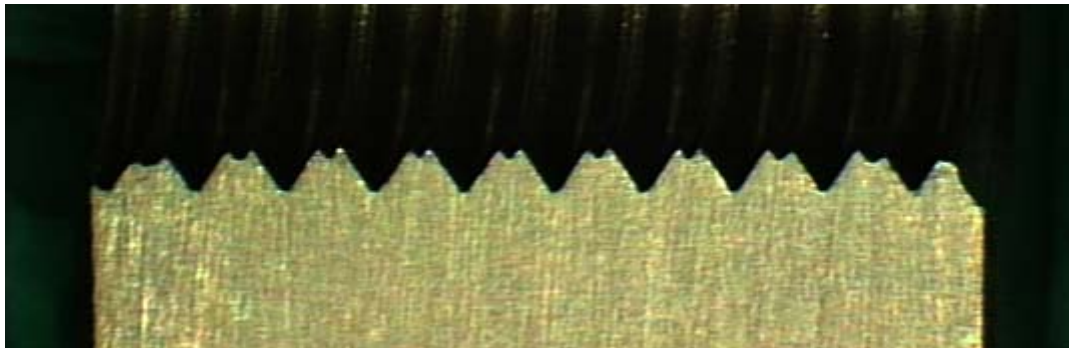


6.8. Auswirkungen & Einflüsse der Toleranzen des Vorbohrkerndurchmessers

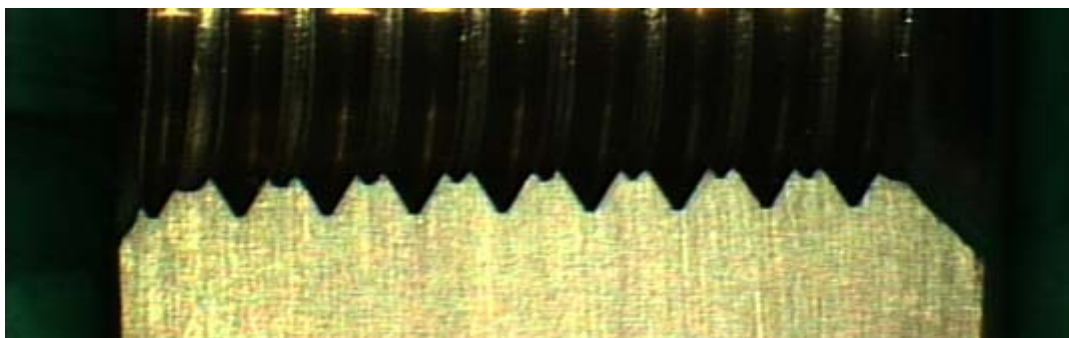
Werkstoff	1.4571	Abmessung	M10
Vorbohr- \varnothing	9,25	Kern- \varnothing n. d. Formen	8,42
Erkanntes Drehmoment	2670 Ncm	Kern- \varnothing -Toleranz	8,376 / 8,75



Werkstoff	1.4571	Abmessung	M10
Vorbohr- \varnothing	9,30	Kern- \varnothing n. d. Formen	8,52
Erkanntes Drehmoment	2000 Ncm	Kern- \varnothing -Toleranz	8,376 / 8,75



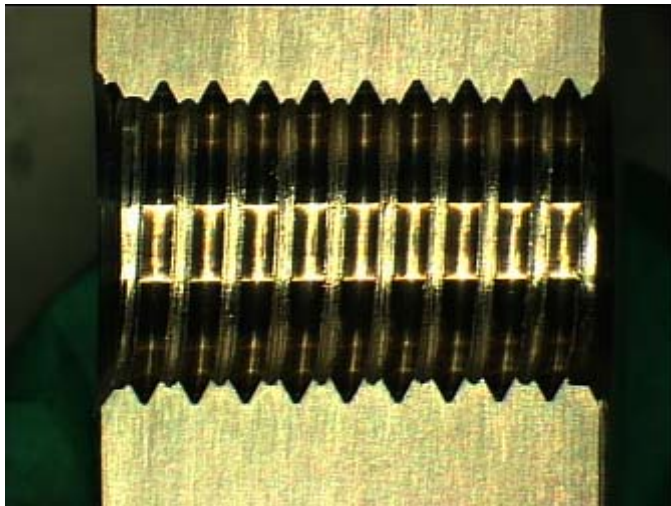
Werkstoff	1.4571	Abmessung	M10
Vorbohr- \varnothing	9,35	Kern- \varnothing n. d. Formen	8,52
Erkanntes Drehmoment	1670 Ncm	Kern- \varnothing -Toleranz	8,376 / 8,75



6.9. Auswirkungen der Vorbohrdurchmesser

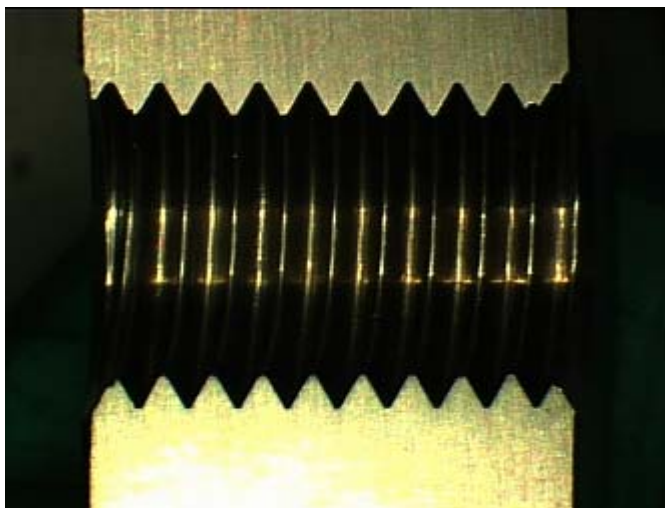
6.9.1 Nicht voll „ausgeformtes“ Gewindeprofil und „überformtes“ Profil

Werkstoff 1.4571 / M10



Vorbohrø: 9,40mm
Ist-Kernø n. d. Formen 8,82mm
Soll-Kernø (DIN13 T.50) 8,376-8,750

- **Gewindeprofil nicht voll ausgeformt**
- Kernloch-Ausschusslehndorn lässt sich einführen
- Erkanntes Drehmoment 1500 Ncm



Vorbohrø: 9,10mm
Ist-Kernø n. d. Formen 8,15mm
Soll-Kernø (DIN13 T.50) 8,376-8,750

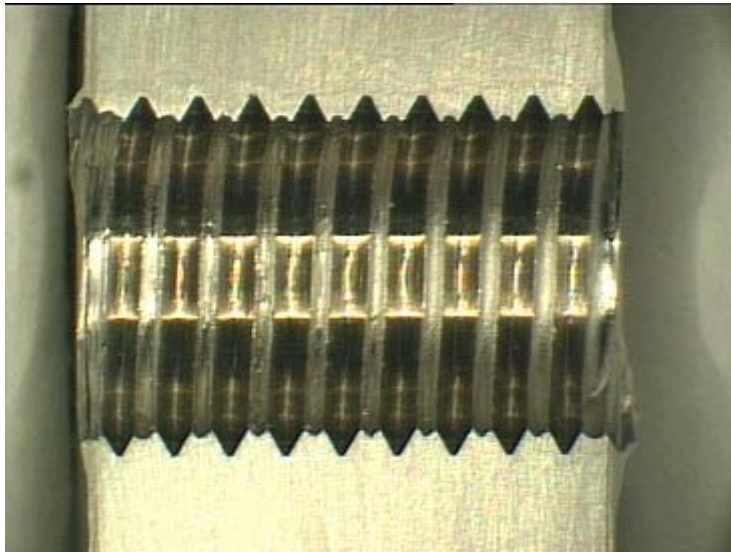
- **Gewindeprofil ist „überformt“**
- Kernø zu klein; Gewinde-Gut-Lehndorn lässt sich nicht eindrehen
- Erkanntes Drehmoment 4950 Ncm

Das Forum „rund um's Gewinde“

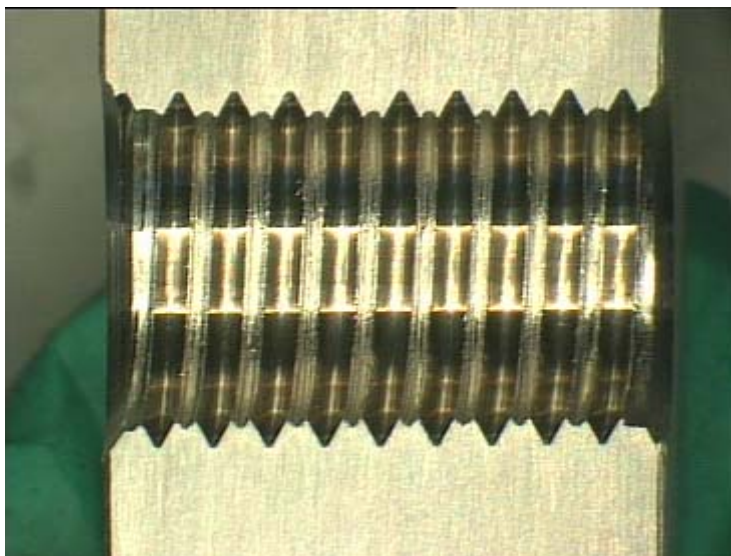
6.10. Grataufwurf beim Gewindeformen

6.10.2. Einfluss der Gewindegewindesenkung beim Gewindeformen

Nicht angesenktes Bauteil mit Grataufwurf beim Gewinde-Ein-Auslauf



Angesenktes Bauteil – kein Grataufwurf



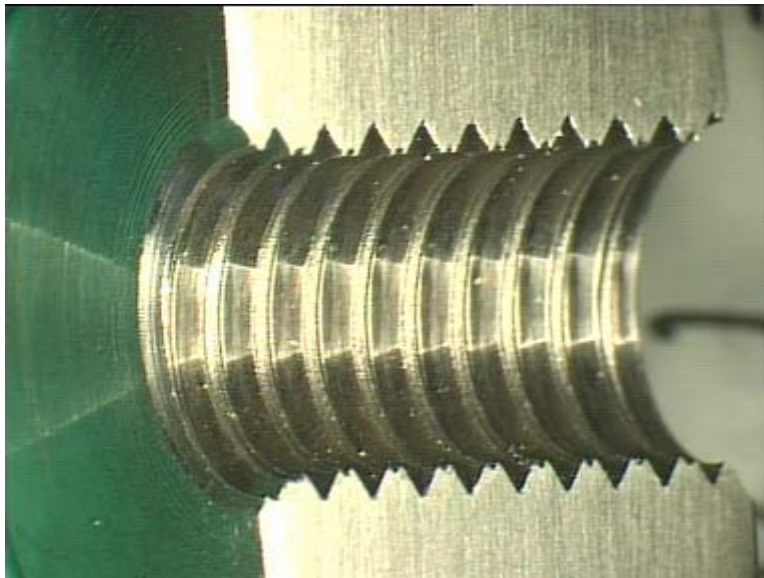
Das Forum „rund um's Gewinde“

6.11. Gewindequalität eines geformten Gewindes

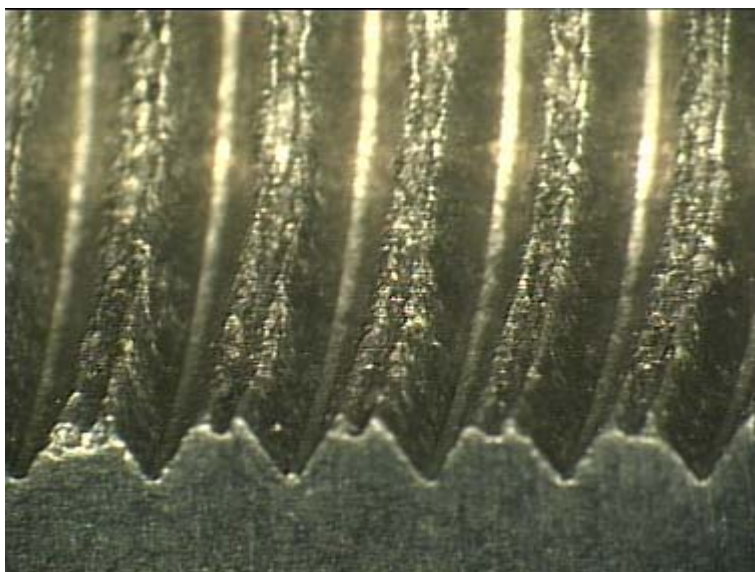
6.11.2. Welche Materialien eignen sich zum Gewindeformen?

Werkstoffe mit einer Festigkeit bis ca. 1200 N/mm^2 und einer Bruchdehnung von min. 8%

Material 1.4571 - Werkstoff gut fließbar → gut zum Gewinde-Formen geeignet



Material GG30 - Werkstoff nicht fließfähig → Nicht zum Gewinde-Formen geeignet



7. Oberflächenbehandlungen / Oberflächenbeschichtungen

7.1. Ziele der Oberflächenbehandlung

- Steigerung der Abrieb- / Verschleißfestigkeit
- Verringerung der Reibung in der Kontaktzone Werkzeug/Werkstückmaterial
- Verringerung der Wärmeleitfähigkeit zwischen Werkzeug/Werkstückmaterial
- hohe chemische Stabilität der Werkzeugschneide

Dadurch ergeben sich folgende Möglichkeiten

- Erhöhung der Werkzeugstandzeiten
- Erhöhung der Schnitt- bzw. Umformgeschwindigkeit



Vorteile haben auch Nachteile

- Bei geringsten Verletzungen der Beschichtung ergeben sich erhöhte Gefahren zur Bildung von Aufbauschneiden
- und dadurch deutlich verringerte Standzeiten sowie Qualitätseinbußen in der Lehrenhaltigkeit
- Die Mehrkosten von beschichteten Werkzeugen lassen sich oft durch eine Optimierung / Anpassung der Schnittgeschwindigkeit / Drehzahlen und durch den Einsatz von geeigneten Schmierkühlstoffen und stetiger Minimalzuführung vermeiden

7.2. Verfahren der Oberflächenbehandlungen & -beschichtungen

Ne Neutralisieren

Durch das Neutralisieren wird ein Schutz der Oberfläche gegen Kaltpressschweißungen erreicht. Die Schneidkanten erhalten dabei eine kaum messbare Kantenverrundung.

Ne2 Dampfanlassen oder Oxidieren

In einer Kammer wird den Werkzeugen Wasserdampf zugeführt. Dadurch bildet sich auf der Werkzeugoberfläche eine Oxidschicht (gleichmäßig schwarz). Diese Oxidschicht bewirkt einen Schutz der Oberfläche. Sie wird ein guter Träger von Schmierstoffen.

Kaltschweißungen, wie sie besonders mit kohlenstoffarmen, weichen Stählen auftreten, werden vermieden.

NT Nitrieren

Durch Stickstoffzufuhr im Teniferbad, unter Verwendung entsprechender Salze, erhält die Oberfläche im Bereich von ca. 0,03 bis 0,05 mm eine Härte von 1000 – 1250 HV-Einheiten. Da die Oberfläche sehr hart und spröde wird, eignen sich nitrierte Werkzeuge nur bedingt für Grundlochgewinde bzw. im Umkehrschnitt.

In abrasiven Werkstoffen, wie Grauguss, Sphäroguss, Alu-Guss sowie auch Duroplaste wird der Standweg entscheidend erhöht.

NT2 Nitrieren + Dampfanlassen (Homodampfbeschichten)

Die Oberfläche der Werkzeuge wird zunächst nitriert und anschließend dampfangelassen (NT + Ne2).

Cr Hartverchromen

Die Hartchromschicht erreicht eine Härte von 1200 bis 1400 HV-Einheiten. Sie zeigt hervorragende Gleiteigenschaften. Die Schichtdicke beträgt 2 - 4 µm. Vor allem in Buntmetallen und Thermoplasten erreicht man Verbesserungen der Standwerte. Nicht zu empfehlen ist der Einsatz in Stahlwerkstoffen. Hier werden beim Zerspanungsvorgang Temperaturen von 250°C sehr oft überschritten. Eine Haftung der Hartchromschicht ist dann nicht mehr gewährleistet.

CrN Chromnitrid (silber-grau)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken bis ca. 6 µm erreicht. Die Härte beträgt hier ca. 1750 HV. Die CrN-Schicht bleibt bis 700°C beständig. Gerade wenn neben Abriebfestigkeit auch Korrosionsbeständigkeit gefragt ist, stellt die CrN-Beschichtung die geeignete Lösung dar.

Das Forum „rund um's Gewinde“

TiN **Titannitrid** (goldgelb)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken von 2 - 4 µm erreicht. Die Härte von ca. 2300 HV, gute Gleiteigenschaften und Schichthaftung bringen erhebliche Standwertverbesserungen. Diese TiN-Monolayer-Schicht bleibt bis ca. 600°C beständig.

TiN-T1 **Titannitrid** (goldgelb)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken von 2 - 4 µm erreicht. Die Härte von ca. 3000 HV wird durch den mehrlagigen Schichtaufbau erreicht.

TiCN **Titancarbonitrid** (blau-grau)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken von 2 - 4 µm erreicht. Die Härte beträgt hier ca. 3000 HV. Die TiCN-Schicht bleibt nur bis ca. 400°C beständig.

TiAlN-T3 **Titanaluminiumnitrid** (violett-grau)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden hierbei Schichtdicken von ca. 2 - 4 µm erreicht. Die Härte beträgt ca. 3500 HV. Die TiAlN-T3-Monolayer-Schicht bleibt bis 800°C beständig. Der hohe Härtegrad und die hohe Oxidationsbeständigkeit sorgen dafür, dass TiAlN-T3 bei besonders „harten“ Einsatzbedingungen gewählt wird. Diese Schicht ist nur für Hartmetall-Werkzeuge geeignet.

TiAlN-T4 **Titanaluminiumnitrid** (violett-grau)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken von ca. 2 - 4 µm erreicht. Die nanostrukturierte TiAlN-T4-Schicht bleibt bis 800°C beständig und kann auf HSS-E und HM aufgetragen werden.

GLT-1 **Hartstoffschicht mit Gleitstoffschicht** (dunkelgrau)

Im PVD-Verfahren (500°C) werden Schichtdicken von 2 - 4 µm erreicht. Die Kombination einer Hartstoffschicht mit einer Gleitstoffschicht bringt entscheidende Standwertvorteile im reinen Trockenschnitt bei GG-Bearbeitung. Auch im Einsatz mit Schmierstoffen kann der Spanfluss positiv beeinflusst werden.

7.3. PVD – Physical Vapor Deposition

Dem Schmier-Kühl-Stoffmittel wird im Allgemeinen zu wenig Bedeutung geschenkt. Um vom Werkzeug die volle Leistung zu erhalten, muss das richtige Schmier- oder Kühlmedium eingesetzt werden.

In der Regel wird zwischen Emulsionen und Schneid- & Umform-Ölen unterschieden. Die gesetzlichen Vorschriften erlauben zudem vermehrt nur noch den Einsatz von sog. chlorfreien Medien „clf“.

Das Forum „rund um's Gewinde“

7.4. Physikalische Eigenschaften der Hartstoffschichten

<u>Leistungsmerkmale</u>	<u>TiN</u>	<u>TiN-T1</u>	<u>TiCN</u>	<u>TiAlN-T3</u>
Mikrohärte – HV 0.05	2300	3000	3000	3500
Reibungskoeffizient	0,4	0,4	0,4	0,4
Einsatztemperatur – °C	< 600	< 400	< 400	< 800
Schichttyp	PVD	PVD	PVD	PVD
Schichtaufbau – Lagen	Monolayer	mehrlagig	mehrlagig	Monolayer
Schichtstärke – µm	2- 4	2- 4	2- 4	2- 4
Farbe	gold-gelb	gold-gelb	blau-grau	violett-grau

<u>Leistungsmerkmale</u>	<u>TiAlN-T4</u>	<u>CrN</u>	<u>GLT-1</u>
Mikrohärte – HV 0.05	3000	1750	3000
Reibungskoeffizient	0,4	0,5	0,2
Einsatztemperatur – °C	< 800	< 700	< 800
Schichttyp	PVD	PVD	PVD
Schichtaufbau – Lagen	nanostrukturiert	Monolayer	nanostrukturiert
Schichtstärke – µm	2- 4	2- 6	2- 4
Farbe	violett-grau	silber-grau	dunkel-grau

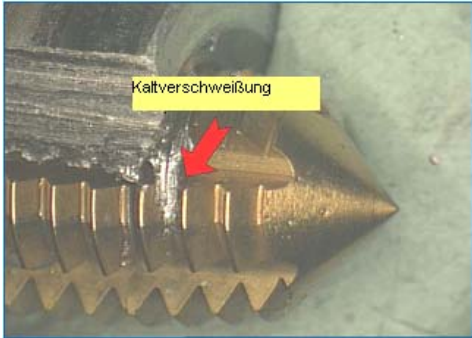
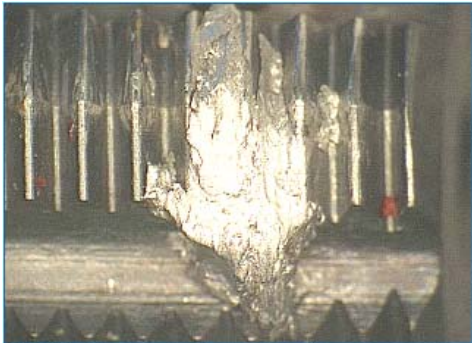


Das Forum „rund um's Gewinde“

7.5. Einsatz von Schmierölen und Schmierkühlmitteln

7.6. Übersicht verschiedener Standardöle in Abhängigkeit zum Werkstoff in 6 Gruppen unterteilt.

Standard-Schneidöle	Werkstoffe
A	für un- und niedrig legierte Stähle (wie St 37, Automatenstähle etc.)
B	für Grau-, Sphäro- und Meehaniteguss, sowie für Stähle bis 900 N/mm ² Zugfestigkeit,
C Wassermischbare Öle	als Emulsion meist mit Mischverhältnis 1:8 verwendbar, auch zum Gewindefurchen geeignet
D	für Leicht- und Buntmetalle und deren Legierungen
E	für zähe und schwer zerspanbare Werkstoffe, meist auch zum Gewindeformen hervorragend geeignet
F Schneidpasten oft mit Grafit vermischt	zur Pinsel- oder Direkt-Schmierung, für zähe und schwer zerspanbare Werkstoffe, bei horizontaler Bearbeitung & großen Abmessungen zum Gewindeformen hervorragend geeignet

8. Probleme der Gewindeherstellung

Kaltpressverschweißung	
Kaltpressverschweißung beim Gewindeformer (Al)	
Überformung	
Kaltverschweißung	

9. Das Drehmoment

Die Kenntnis des Drehmomentverlaufs einer Fertigungseinheit in Abhängigkeit von der Zeit bzw. Gewindetiefe sowie der Drehzahl ist die entscheidende Grundlage für die sichere und gleichzeitig wirtschaftliche Anwendung eines Antriebs zu den geforderten Fertigungsaufgaben.

Die **microtap** Gewindefertigungstechnik GmbH hat einen Antrieb entwickelt, mit welchem die aktuellen Drehmomente gemessen und zum Schutz vor Werkzeugbruch „begrenzt“ werden. Eine interne Auswertung kontrolliert und regelt die Ansteuerung des Antriebes kontinuierlich und in Echtzeit.

Der Nutzen für den Kunden resultiert daraus, dass alle anstehenden Arbeitsmomente während der Bearbeitung bekannt und überwacht sind und so eine gleich bleibende Qualität gefertigt wird. Die akzeptierten Toleranzen werden neben anderen Parametern insbesondere über das „minimale & maximale Drehmomentfenster“ vorgegeben und machen es möglich, die Vorgaben zur Fehlererkennung und einer Gut-Schlecht-Selektion zu nutzen.

Weitere Informationen zum neuen **TTT Tapping-Torque-Testsystem** inkl. der neuen „**Screening und Analyse-Software**“ WinPCA3 entnehmen Sie bitte unserer website www.tapping-torque-test.com

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte den folgenden Dokumenten:

- Wettbewerb – Vergleich & Vorteile.pdf
- Praxis-Gespräch Gewindefertigung.pdf
- Merkmal – Vorteil – Kundennutzen.pdf
- Nutzenbroschüre.pdf