

# Technik

## Technical data

Problemlösungen										
	Artikelnummer Article-No.	∅	Seite Page		P	M	K	N	S	H
Bohrer HSS/E	Bohren		3							
	Gewinde		4							
	Bohrer VHM	Sägen		4						
		Fräsen		5						
		Reiben		6						
Passungen										
	Artikelnummer Article-No.	∅	Seite Page		P	M	K	N	S	H
Reibahlen HSS/E	fortlaufend		7-8							
	Durchmesser		9-10							
Umrechnungstabellen										
	Artikelnummer Article-No.	∅	Seite Page		P	M	K	N	S	H
Frässtifte HM	Härte		11-12							
	Zoll		12							
Kernlochtabelen										
	Artikelnummer Article-No.	∅	Seite Page		P	M	K	N	S	H
Fräser VHM	M		13							
	MF		13							
	Sätze	G		14						
		UNC		14						
	Fräser HSSE	UNF		14						
		NPT		14						
		BSW		14						
	Sägen	PG		14						
Formelverzeichnis										
	Artikelnummer Article-No.	∅	Seite Page		P	M	K	N	S	H
Lehren	Geschwindigkeit		15							
	Kraft		15							
	Fräsen		16							

Bohren		
Problem	Ursache	Lösungsmöglichkeit
<b>Bohrung ist zu groß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>Spänestau</li> <li>Rundlauffehler des eingesetzten Bohrers</li> <li>Anschliff ist nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub reduzieren</li> <li>das richtige Werkzeug einsetzen</li> <li>Rundlauffehler so gut es geht reduzieren</li> <li>Anschliff auf Korrektheit überprüfen</li> </ul>
<b>Bohrung ist zu klein</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>falscher Kernlochbohrer mit zu geringem Durchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>den richtigen Kernlochbohrer einsetzen</li> </ul>
<b>Grat am Bohrungsaustritt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>Verschleißmarkenbreite überschritten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub verringern</li> <li>Werkzeuge rechtzeitig ersetzen bzw. nachschärfen</li> </ul>
<b>Schneideckenausbrüche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>instabile Arbeitsverhältnisse</li> <li>falscher Kernlochbohrer</li> <li>instabile Werkstückspannung</li> <li>Verschleißmarkenbreite überschritten</li> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>zu viel Hinterschliff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spindelspiel beseitigen</li> <li>den richtigen Kernlochbohrer einsetzen</li> <li>Werkstückspannung überprüfen</li> <li>Werkzeuge rechtzeitig ersetzen bzw. nachschärfen</li> <li>Vorschub verringern</li> <li>besser nachschärfen</li> </ul>
<b>Riss im Kern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schlag auf die Querschneide</li> <li>Ausspitzung zu stark</li> <li>Vorschub zu hoch</li> <li>zu wenig Hinterschliff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schlag auf die Querschneide vermeiden</li> <li>korrekt nachschärfen</li> <li>Vorschub reduzieren</li> <li>korrekt nachschärfen</li> </ul>
<b>Querschneidenverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu niedrig</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>Vorschub zu hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit korrigieren</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>Vorschub reduzieren</li> </ul>
<b>Bildung von Aufbauschneiden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>Schnittgeschwindigkeit zu niedrig</li> <li>unbeschichtetes Werkzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>Schnittgeschwindigkeit erhöhen</li> <li>beschichtetes Werkzeug einsetzen</li> </ul>
<b>schlechte Oberflächenqualität der Bohrung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub zu niedrig</li> <li>ungenauere Positionsgenauigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub erhöhen</li> <li>Bohrung vorab anzentrieren</li> </ul>
<b>Vibrationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Vorschub zu niedrig</li> <li>instabile Werkstückspannung</li> <li>zu großer Rundlauffehler des Kernlochbohrers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>Vorschub erhöhen</li> <li>für eine stabile Werkstückspannung sorgen</li> <li>Rundlauffehler reduzieren</li> </ul>
<b>Freiflächenverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Vorschub zu niedrig</li> <li>Freiwinkel zu klein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>Vorschub erhöhen</li> <li>Freiwinkel erhöhen</li> </ul>
<b>Eckenverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>überhöhte Geschwindigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geschwindigkeit auf das Optimum verringern</li> <li>Möglicherweise Erhöhung des Vorschubs</li> </ul>
<b>Führungfasenverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>zu großer Rundlauffehler des Kernlochbohrers</li> <li>Verjüngung am Werkzeug zu gering</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>Rundlauffehler reduzieren</li> <li>Werkzeug mit größerer Verjüngung verwenden</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>
<b>Bruch des Nutenauslaufs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schlechte Spanabfuhr</li> <li>Bohrer im Spannfutter nicht stabil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>früher entspannen</li> <li>sicherstellen, dass der Bohrer im Spannfutter sitzt</li> </ul>
<b>Standlänge zu gering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falsche Schnittdaten</li> <li>instabile Werkstückspannung</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für korrekte Schnittdaten sorgen</li> <li>für eine stabile Werkstückspannung sorgen</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>

Gewinde-schneider

Bohrer HSS/E

Bohrer VHM

Reibahlen HSS/E

Reibahlen VHM

Frässtifte HM

Fräser VHM

Sätze

Fräser HSE

Sägen

Nachschleifen

Technik

Problemlösungen Gewindeschneiden / Sägen

Gewindeschneiden		
Problem	Ursache	Lösungsmöglichkeit
<b>Gewinde ist zu groß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falscher Gewindebohrer</li> <li>falsche Toleranz</li> <li>Gewindebohrer arbeitet nicht zentrisch</li> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>zu kleine Kernlochbohrung</li> <li>Spanstau</li> <li>falschen Axialvorschub gewählt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewindebohrer an die richtige Werkstoffgruppe anpassen</li> <li>die Toleranz des Gewindebohrers überprüfen ggf. Werkzeug austauschen</li> <li>die Werkzeughalterung überprüfen und das Zentrum des Gewindebohrers über dem Loch positionieren</li> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für die richtige Kernlochbohrung sorgen (siehe Kernlochbohrertabelle)</li> <li>die richtige Werkzeuggeometrie einsetzen</li> <li>Vorschub um 5-10% verringern bzw. Anpressdruck der Gewindeschneidvorrichtung überprüfen</li> </ul>
<b>Gewinde zu eng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falscher Gewindebohrer</li> <li>falsche Toleranz</li> <li>zu kleine Kernlochbohrung</li> <li>zu enges Gewinde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewindebohrer an die richtige Werkstoffgruppe anpassen</li> <li>die Toleranz des Gewindebohrers überprüfen ggf. Werkzeug austauschen</li> <li>für die richtige Kernlochbohrung sorgen (siehe Kernlochbohrertabelle)</li> <li>für die richtige Werkzeuggeometrie sorgen</li> </ul>
<b>zu hoher Verschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falscher Gewindebohrer</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewindebohrer an die richtige Werkstoffgruppe anpassen und richtige Geometrie wählen</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> </ul>
<b>Ausbrüche am Werkzeug</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falscher Gewindebohrer</li> <li>Oberflächenverhärtung</li> <li>Kernlochbohrung zu eng</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewindebohrer an die richtige Werkstoffgruppe anpassen und richtige Geometrie wählen</li> <li>Geschwindigkeit reduzieren, beschichtetes Werkzeug wählen</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>für richtige Kernlochbohrung sorgen (siehe Kernlochbohrertabelle)</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>
<b>unsaubere Gewindeoberfläche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spanstau</li> <li>Kaltschweißungen an Gewindebohrerflanken</li> <li>Werkzeuggeometrie ungeeignet</li> <li>Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für richtige Werkzeuggeometrie sorgen</li> <li>Kaltschweißungen entfernen bzw. neues Werkzeug einsetzen</li> <li>für richtige Wahl eines Gewindebohrers sorgen</li> <li>Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>
<b>Gewindebohrerbruch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spanstauung bzw. -verklebung</li> <li>Werkzeuggeometrie für den Bearbeitungsfall ungeeignet</li> <li>zu hoher Verschleiß des Gewindebohrers</li> <li>Drehmoment ist zu hoch</li> <li>Gewindekernloch zu eng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewindebohrerwahl an den Bearbeitungsfall anpassen</li> <li>für die richtige Werkzeuggeometrie sorgen</li> <li>rechtzeitig den Gewindebohrer austauschen</li> <li>Gewindeschneidvorrichtung mit Überlastkupplung verwenden</li> <li>für die richtige Kernlochbohrung sorgen (siehe Kernlochbohrertabelle)</li> </ul>
<b>Überhitzung des Gewindebohrers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>Gewindebohrer ist verschlissen</li> <li>linksspiralige Gewindebohrer erhalten zu geringen Ansnittdruck</li> <li>stark rechtsspiralige Gewindebohrer werden mit zu starkem Ansnittdruck eingesetzt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für Korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>den Gewindebohrer rechtzeitig austauschen</li> <li>Gewindebohrer im Druckbereich des Gewindeschneidfutters halten. Stärkeres axiales Andrücken beim Anschneiden</li> <li>nur minimales Andrücken beim Anschneiden</li> </ul>
Sägen		
Problem	Ursache	Lösungsmöglichkeit
<b>zu hoher Verschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zähne setzen sich zu, Spanüberfüllung im Spangrund</li> <li>Schnitt unsauber</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>grobere Zahnteilung wählen</li> <li>feinere Zahnteilung wählen und Schnittdruck verringern</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>
<b>Zähne brechen aus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schlechte Spanräumung</li> <li>Werkstückspannung nicht stabil</li> <li>Zähne verhaken im Werkstoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>grobere Zahnteilung wählen</li> <li>Werkstück stabil spannen</li> <li>feinere Zahnteilung wählen</li> </ul>
<b>Kreissägeblattbruch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stumpfes Kreissägeblatt</li> <li>falsches Ansetzten beim Ansnitt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kreissägeblatt rechtzeitig austauschen bzw. nachschleifen</li> <li>Kreissägeblatt muß bereits vor Aufliegen auf Material laufen</li> </ul>
<b>Verkleben und Verklemmen am Sägeblatt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>falscher Vorschub</li> <li>Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschub an Material und Gegebenheiten anpassen</li> <li>für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> </ul>

Fräsen		
Problem	Ursache	Lösungsmöglichkeit
<b>Vibration am Fräser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit zu niedrig</li> <li>• Vorschub zu niedrig</li> <li>• Werkzeugspannung nicht stabil</li> <li>• Werkzeug zu lang</li> <li>• Werkzeug zu labil</li> <li>• Nutenlänge zu groß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit erhöhen</li> <li>• Vorschub erhöhen</li> <li>• Spannmittel überprüfen ggf. austauschen</li> <li>• falls möglich kürzeste Ausführung wählen</li> <li>• Stärkeren Schaft anwenden</li> <li>• falls möglich kürzeste Ausführung wählen</li> </ul>
<b>Vibration am Werkstück</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannung nicht stabil genug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugspannung überprüfen ggf. optimieren</li> </ul>
<b>Schneidenbruch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugverschleiß</li> <li>• falsche Schnittdaten</li> <li>• Vibrationen</li> <li>• Gegenlaufräsen</li> <li>• Werkzeugstabilität</li> <li>• Werkstückstabilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug rechtzeitig austauschen bzw. nachschärfen</li> <li>• Schnittdaten an Bearbeitung anpassen</li> <li>• Drehzahl reduzieren</li> <li>• im Gleichlauf fräsen</li> <li>• falls möglich kürzeste Ausführung wählen</li> <li>• Spannmittel überprüfen ggf. optimieren</li> </ul>
<b>Schneidkantenausbrüche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugstabilität</li> <li>• Werkstückstabilität</li> <li>• Vibrationen</li> <li>• Vorschub zu hoch</li> <li>• Gegenlaufräsen</li> <li>• Schneidstoff zu spröde</li> <li>• falsches Werkzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falls möglich kürzeste Ausführung wählen</li> <li>• Spannmittel überprüfen ggf. optimieren</li> <li>• Drehzahl reduzieren</li> <li>• Vorschub reduzieren</li> <li>• im Gleichlauf fräsen</li> <li>• Werkzeug aus höherwertigerem Schneidstoff einsetzen</li> <li>• Werkzeug entsprechend der Bearbeitung wählen</li> </ul>
<b>gefräste Nut zu klein</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugverschleiß zu hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug rechtzeitig austauschen bzw. nachschärfen</li> </ul>
<b>gefräste Nut zu groß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeuggrundlauffehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rundlauffehler minimieren</li> </ul>
<b>Werkzeugbruch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu großer Zerspanungsquerschnitt</li> <li>• Vorschub zu hoch</li> <li>• Werkzeuglänge zu lang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschub pro Zahn verringern bzw. anpassen</li> <li>• Vorschub reduzieren</li> <li>• falls möglich kürzeste Ausführung wählen</li> </ul>
<b>zu kurze Standzeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu starke Reibung</li> <li>• falsche Werkzeugwahl</li> <li>• Spanwinkel nicht korrekt</li> <li>• Werkzeug falsch hinterschleifen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschichtetes Werkzeug einsetzen</li> <li>• Werkzeug an Bearbeitung anpassen</li> <li>• Werkzeug mit richtigem Spanwinkel wählen</li> <li>• Werkzeug richtig schleifen bzw. nachschärfen</li> </ul>
<b>schlechte Oberflächenqualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falsche Werkzeugwahl</li> <li>• Kühlschmiermittelzufuhr nicht korrekt</li> <li>• Vorschub zu hoch</li> <li>• Drehzahl zu gering</li> <li>• Bildung einer Aufbauschneide</li> <li>• Spanabfuhr nicht optimal</li> <li>• Spangröße zu groß</li> <li>• Werkzeugverschleiß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug an Bearbeitung anpassen</li> <li>• für korrekte Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>• Vorschub reduzieren</li> <li>• Drehzahl erhöhen</li> <li>• Werkzeug mit höherem Drallwinkel einsetzen</li> <li>• Kühlschmiermittelzufuhr optimieren</li> <li>• Zerspanungsquerschnitt verringern</li> <li>• Werkzeug rechtzeitig austauschen bzw. nachschärfen</li> </ul>
<b>Rattermarken an der Oberfläche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeuggrundlauffehler</li> <li>• Werkzeug nicht stabil</li> <li>• Werkzeugspannung labil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rundlauffehler reduzieren</li> <li>• Werkzeug mit größerem Schaft anwenden</li> <li>• Spannmittel überprüfen ggf. austauschen</li> </ul>
<b>Extremer Freiflächenverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zerspanungstemperatur zu hoch</li> <li>• falsche Schneidstoffwahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>• Werkzeug aus geeignetem Schneidstoff wählen</li> </ul>
<b>zu hoher Werkzeugverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falsche Schnittdaten</li> <li>• falscher Drallwinkel</li> <li>• Gegenlaufräsen</li> <li>• falsches Werkzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittdaten an Bearbeitung anpassen</li> <li>• Werkzeug mit richtigem Drallwinkel wählen</li> <li>• Werkzeug im Gleichlauf einsetzen</li> <li>• Werkzeug an Bearbeitung anpassen</li> </ul>
<b>Längsmarkierungen an der Oberfläche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbrüche an Mantelschneiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug austauschen</li> </ul>
<b>extremer Kolkverschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittdruck zu hoch</li> <li>• zu hohe Zerspanungstemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschub reduzieren</li> <li>• Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> </ul>

Problemlösungen Reiben

Reiben		
Problem	Ursache	Lösungsmöglichkeit
<b>Durchmesser ist zu groß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>• Vorschub zu hoch</li> <li>• Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>• Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>• Anschnitt zu kurz oder sehr ungleichmäßig</li> <li>• Werkzeug oder Maschinenspindelrundlauf nicht korrekt</li> <li>• auf Grund niedriger Dichte bzw. nachgiebiger Struktur weitet sich der Werkstoff auf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>• Vorschub reduzieren</li> <li>• für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>• für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>• Anschnitt verlängern oder Anschnittwinkel verkleinern</li> <li>• Reibahlen zentrisch spannen oder führen, Pendelhalter verwenden</li> <li>• Reibahldurchmesser verringern</li> </ul>
<b>Durchmesser ist zu eng</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit zu niedrig</li> <li>• Vorschub zu gering</li> <li>• zu geringe Spanabnahme</li> <li>• zu langer Anschnitt</li> <li>• Werkzeug ist verschliffen</li> <li>• Werkstoff hat eine hohe Dichte bzw. unnachgiebige Struktur</li> <li>• Reibahle mit zu wenig Aufmaß</li> <li>• zu hohe Hitzeentwicklung beim Reiben, Bohrung zieht sich wieder zusammen</li> <li>• Werkzeugdurchmesser zu klein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit erhöhen</li> <li>• Vorschub erhöhen</li> <li>• Bearbeitungsaufmaß erhöhen</li> <li>• kürzeren Anschnitt wählen</li> <li>• Werkzeug überprüfen ggf. rechtzeitig austauschen</li> <li>• Reibahldurchmesser vergrößern</li> <li>• größeres Aufmaß wählen</li> <li>• Kühlschmiermittelzufuhr erhöhen</li> <li>• richtigen Durchmesser wählen</li> </ul>
<b>starker Verschleiß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu wenig Aufmaß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• größeren Durchmesser wählen</li> </ul>
<b>unrunde oder konische Bohrung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kein korrekter Sitz in der Maschinenspindel</li> <li>• Ausrichtungsfehler zwischen Werkzeug und Bohrung</li> <li>• asymmetrischer Anschnittwinkel</li> <li>• Werkzeugrundlauf ist nicht korrekt</li> <li>• Freiwinkel zu groß</li> <li>• Anschnitt unrund</li> <li>• Führung ungenügend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spindel überprüfen und Sitz korrigieren</li> <li>• stirnschneidende Reibahle einsetzen</li> <li>• Anschnittwinkel nachschleifen</li> <li>• Werkzeug zentrisch spannen, Pendelhalter und Führungsreibahle verwenden</li> <li>• Freiwinkel beim Nachschleifen verändern</li> <li>• Anschnitt gleichmäßig scharf und rund schleifen</li> <li>• genauer führen bzw. Führungsreibahlen verwenden</li> </ul>
<b>schlechte Oberflächenqualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abgenutztes Werkzeug</li> <li>• Spanwinkel zu gering</li> <li>• Schnittgeschwindigkeit zu niedrig</li> <li>• Vorschub zu niedrig</li> <li>• Werkstück neigt zum Kleben (Aufbauschneide)</li> <li>• Schneidenauslauf ist scharfkantig</li> <li>• Kühlschmiermittelzufuhr nicht ausreichend</li> <li>• Kühlschmiermittelzusammensetzung nicht korrekt</li> <li>• Schneiden sind ungleichmäßig im Eingriff</li> <li>• Anschnitt ist mangelhaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeug rechtzeitig austauschen bzw. nachschärfen</li> <li>• ordnungsgemäß nachschleifen</li> <li>• Schnittgeschwindigkeit erhöhen</li> <li>• Vorschub erhöhen</li> <li>• Schmiermittel verwenden</li> <li>• Schneidenauslauf verrunden und glätten</li> <li>• für gute Kühlschmiermittelzufuhr sorgen</li> <li>• für korrekte Kühlschmiermittelzusammensetzung sorgen</li> <li>• Anschnitt und Führungsteil gleichmäßig rund oder verjüngt schleifen</li> <li>• Anschnitt feinstschleifen oder läppen, Übergang zum Führungsteil verrunden und glätten</li> </ul>
<b>Werkzeug klemmt und bricht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrung zu eng</li> <li>• Fasenbreite zu groß</li> <li>• Halslänge ist zu kurz</li> <li>• abgenutztes Werkzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialquerschnitt verringern</li> <li>• Werkzeug überprüfen ggf. austauschen</li> <li>• Werkzeug rechtzeitig austauschen bzw. nachschleifen</li> </ul>
<b>Rattermarken in der Bohrung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit zu hoch</li> <li>• Vorschub zu klein, ungleichmäßig oder unterbrochen</li> <li>• Spanabnahme zu gering bzw. ungleichmäßig</li> <li>• Rundlauf nicht korrekt</li> <li>• Führung nicht genügend</li> <li>• Werkstück oder Werkstückspannung nicht stabil</li> <li>• Freiwinkel zu groß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittgeschwindigkeit reduzieren</li> <li>• Vorschub erhöhen, Dreh- und Vorschubbewegung gleichmäßig und gleichzeitig ausführen</li> <li>• Werkzeugaufmaß erhöhen</li> <li>• Werkzeug und Spindelrundlauf überprüfen, zylindrisch spannen</li> <li>• Führungsreibahlen bzw. Pendelhalter verwenden</li> <li>• fest spannen</li> <li>• beim Nachschleifen Freiwinkel am Anschnitt verkleinern</li> </ul>
<b>Unterweite am Lochausgang</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschub beim Austreten der Reibahle aus der Bohrung zu groß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschub kurz vor dem Durchgang verringern bzw. gleichmäßigen Vorschub anwenden</li> </ul>
<b>abgebrochene bzw. verformte Mitnehmer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inkorrektter Sitz zwischen Schaft und Spannmittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaft und Spannmittel sauber und unbeschädigt halten</li> </ul>

Passungen fortlaufend																		
C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11	D12	E7	E8	E9	EF8	F7	F8	F9	F10
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03		1,04	1,06	1,08	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01	1,02	
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03		2,04	2,06	2,08	2,02	2,02	2,03	2,02	2,01	2,01	2,02	
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03		3,04	3,06	3,08	3,02	3,02	3,03	3,02	3,01	3,01	3,02	
4,08	4,09			4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08	4,10		4,03	4,04	4,03		4,02	4,03	4,04
5,08	5,09			5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08	5,10		5,03	5,04	5,03		5,02	5,03	5,04
6,08	6,09			6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08	6,10		6,03	6,04	6,03		6,02	6,03	6,04
7,09	7,10			7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10		7,03	7,04	7,05	7,03	7,02	7,03		7,05
8,09	8,10			8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10		8,03	8,04	8,05	8,03	8,02	8,03		8,05
9,09	9,10			9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10		9,03	9,04	9,05	9,03	9,02	9,03		9,05
10,09	10,10			10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10		10,03	10,04	10,05	10,03	10,02	10,03		10,05
					11,06		11,08	11,10			11,04	11,05	11,06			11,03	11,04	11,06
					12,06		12,08	12,10			12,04	12,05	12,06			12,03	12,04	12,06

Passungen fortlaufend																		
G6	G7	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9	K6	K7
	1,01	1,00	1,00		1,01		1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	2,01	2,00	2,00		2,01		2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
	3,01	3,00	3,00		3,01		3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
4,01	4,01	4,00	4,00		4,01	4,02	4,03	4,05	4,08		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5,01	5,01	5,00	5,00		5,01	5,02	5,03	5,05	5,08		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
6,01	6,01	6,00	6,00		6,01	6,02	6,03	6,05	6,08		6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
7,01	7,01	7,00	7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10		7,00	7,00	7,00	7,00	7,00			7,00
8,01	8,01	8,00	8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10		8,00	8,00	8,00	8,00	8,00			8,00
9,01	9,01	9,00	9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10		9,00	9,00	9,00	9,00	9,00			9,00
10,01	10,01	10,00	10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00			10,00
11,01		11,00		11,01	11,02	11,03	11,05	11,07			11,00	11,00	11,00	11,00	11,00			11,00
12,01		12,00		12,01	12,02	12,03	12,05	12,07			12,00	12,00	12,00	12,00	12,00			12,00

Passungen fortlaufend																		
K8	M6	M7	M8	N6	N7	N8	P6	P7	P8	R6	R7	S6	S7	U6	U7	X7	X8	X9
0,99			0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99			0,98	0,98	0,98	0,98		0,97	0,97
1,99			1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99			1,98	1,98	1,98	1,98		1,97	1,97
2,99			2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99			2,98	2,98	2,98	2,98		2,97	2,97
4,00	3,99		3,99	3,99	3,99	3,99			3,98			3,98	3,98			3,97		3,96
5,00	4,99		4,99	4,99	4,99	4,99			4,98			4,98	4,98			4,97		4,96
6,00	5,99		5,99	5,99	5,99	5,99			5,98			5,99	5,98			5,97		5,96
7,00	6,99	6,99	6,99		6,99	6,99				6,98	6,98			6,97	6,97		6,96	6,95
8,00	7,99	7,99	7,99		7,99	7,99				7,98	7,98			7,97	7,97		7,96	7,95
9,00	8,99	8,99	8,99		8,99	8,99				8,98	8,98			8,97	8,97		8,96	8,95
10,00	9,99	9,99	9,99		9,99	9,99				9,98	9,98			9,97	9,97		9,96	9,95
11,00	10,99	10,99	10,99		10,99	10,99	10,98	10,98	10,97			10,97	10,97			10,96	10,95	
12,00	11,99		11,99		11,99	11,99	11,98	11,98	11,97			11,97	11,97			11,96	11,95	

Gewinde-  
schneider

Bohrer  
HSS/E

Bohrer  
VHM

Reibahlen  
HSS/E

Reibahlen  
VHM

Frässtifte  
HM

Fräser  
VHM

Sätze

Fräser  
HSS/E

Sägen

Nachschleifen

Technik

Passungen fortlaufend

Passungen fortlaufend																	
Z7	Z8	Z9	Z10	ZA7	ZA8	ZA9	ZB8	ZB9									
0,97	0,97		0,96	0,96			0,95	0,95									
1,97	1,97		1,96	1,96			1,95	1,95									
2,97	2,97		2,96	2,96			2,95	2,95									
3,96	3,96	3,95	3,95	3,95			3,94	3,94									
4,96	4,96	4,95	4,95	4,95			4,94	4,94									
5,96	5,96	5,95	5,95	5,95			5,94	5,94									
6,95	6,95		6,94	6,94	6,94			6,92									
7,95	7,95		7,94	7,94	7,94			7,92									
8,95	8,95		8,94	8,94	8,94			8,92									
9,95	9,95		9,94	9,94	9,94			9,92									
10,95	10,94		10,93		10,93		10,90	10,90									
11,95	11,94		11,93		11,93		11,90	11,90									



Passungen nach Durchmesser																				
Ø	Passungen										Ø	Passungen								
0,95	ZB8	ZB9									4,02	F8	H9							
0,96	Z10	ZA7									4,03	D8	EF8	F9	H10					
0,97	X8	X9	Z7	Z8							4,04	D7	D8	E9	F10					
0,98	K8	S6	S7	U7							4,05	CD7	D9	H11						
0,99	M8	N6	N7	N8	P6	P7	P8	K8			4,06	D10								
1,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9			4,08	C8	D11	H12						
1,01	F7	F8	G7	H8							4,09	C9								
1,02	D7	E7	E8	EF8	F9	H10					4,10	D12								
1,03	D8	E9									4,94	ZB8	ZB9							
1,04	CD7	D10	H11								4,95	Z9	Z10							
1,06	D11	H12									4,96	X9	Z7	Z8	ZA7					
1,07	C8	C9									4,97	X7								
1,08	C10	D12									4,98	P8	S6	S7						
1,09	H13										4,99	M6	M8	N6	N7	N8				
1,10	C11										5,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9	
1,95	ZB8	ZB9									5,01	G6	G7	H8						
1,96	Z10	ZA7									5,02	F8	H9							
1,97	X8	X9	Z7	Z8							5,03	E8	EF8	F9	H10					
1,98	S6	S7	U6	U7							5,04	D7	D8	E9	F10					
1,99	K8	M8	N6	N7	N8	P6	P7	P8			5,05	CD7	D9	H11						
2,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9			5,06	D10								
2,01	F7	F8	G7	H8							5,08	C8	D11	H12						
2,02	D7	E7	E8	EF8	F9	H10					5,09	C9								
2,03	D8	E9									5,10	D12								
2,04	CD7	D10	H10								5,94	ZB8	ZB9							
2,06	D11	H12									5,95	Z9	ZB9							
2,07	C8	C9									5,96	X9	Z7	Z8	ZA7					
2,08	C10	D12									5,97	X7								
2,09	H13										5,98	P8	S6	S7						
2,10	C11										5,99	M6	M8	N6	N7	N8				
2,95	ZB8	ZB9									6,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9	
2,96	Z10	ZA7									6,01	G6	G7	H8						
2,97	X8	X9	Z7	Z8							6,02	F8	H9							
2,98	S6	S7	U6	U7							6,03	E8	EF8	F9	H10					
2,99	K8	M8	N6	N7	N8	P6	P7	P8			6,04	D7	D8	E9	F10					
3,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9			6,05	CD7	D9	H11						
3,01	F7	F8	G7	G8							6,06	D10								
3,02	D7	E7	E8	EF8	F9	H10					6,08	C8	D11	H12						
3,03	D8	E9									6,09	C9								
3,04	CD7	D10	H11								6,10	D12								
3,06	D11	H12									6,92	ZB9								
3,07	C8	C9									6,94	Z10	ZA7	ZA8						
3,08	C10	D12									6,95	X9	Z7	Z8						
3,09	H13										6,96	X8								
3,10	C11										6,97	U6	U7							
3,94	ZB8	ZB9									6,98	R6	R7							
3,95	Z9	Z10									6,99	M6	M7	M8	N7	N8				
3,96	X9	Z7	Z8	ZA7							7,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	K7	
3,97	X7										7,01	G6	G7	H7	H8					
3,98	P8	S6	S7								7,02	F7	H9							
3,99	M6	M8	N6	N7	N8						7,03	E7	EF8	F8						
4,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9	K6	K7	K8	7,04	E8	H10						
4,01	G6	G7	H8									7,05	D7	D8	E9	F10				

Gewinde-  
schneider  
Bohrer  
HSS/E  
Bohrer  
VHM  
Reibahlen  
HSS/E  
Reibahlen  
VHM  
Frässtifte  
HM  
Fräser  
VHM  
Sätze  
Fräser  
HSE  
Sägen  
Nachschleifen  
Technik

Passungen nach Durchmesser

Passungen nach Durchmesser																					
Ø	Passungen										Ø	Passungen									
7,06	CD7	D9	H11									10,02	F7	H8	H9						
7,08	D10											10,03	E7	EF8	F8						
7,09	C8											10,04	E8	H10							
7,10	C9	D11	H12									10,05	D7	D8	E9	F10					
7,92	ZB9											10,06	CD7	D9	H11						
7,94	Z10	ZA7	ZA8									10,07									
7,95	X9	Z7	Z8									10,08	D10								
7,96	X8											10,09	C8								
7,97	U6	U7										10,10	C9	D10	H12						
7,98	R6	R7										10,90	ZB8	ZB9							
7,99	M6	M7	M8	N7	N8							10,93	Z10	ZA8							
8,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	K7	K8			10,94	Z8								
8,01	G6	G7	H7	H8								10,95	X8	Z7							
8,02	F7	H9										10,96	X7								
8,03	E7	EF8	F8									10,97	P8	S6	S7						
8,04	E8	H10										10,98	P6	P7							
8,05	D7	D8	E9	F10								10,99	M6	M7	M8	N7	N8				
8,06	CD7	D9	H11									11,00	H5	J6	J7	J8	JS7	JS8	K7	K8	
8,07												11,01	G6	H7							
8,08	D10											11,02	H8								
8,09	C8											11,03	F8	H9							
8,10	C9	D11	H12									11,04	E7	F9							
8,92	ZB9											11,05	E8	H10							
8,94	Z10	ZA7	ZA8									11,06	D7	E9	F10						
8,95	X9	Z7	Z8									11,07	H11								
8,96	X8											11,08	D9								
8,97	U6	U7										11,09									
8,98	R6	R7										11,10	D10								
8,99	M6	M7	M8	N7	N8							11,90	ZB8	ZB9							
9,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	K7	K8			11,93	Z10	ZA8							
9,01	G6	G7	H7	H8								11,94	Z8								
9,02	D10	F7	H9									11,95	X8	Z7							
9,03	E7	EF8	F8									11,96	X7								
9,04	E8	H10										11,97	P8	S6	S7						
9,05	D7	D8	E9	F10								11,98	P6	P7							
9,06	CD7	D9	H11									11,99	M6	M8	N7	N8					
9,07																					
9,08																					
9,09	C8																				
9,10	C9	D11	H12																		
9,92	ZB9																				
9,94	Z10	ZA7	ZA8																		
9,95	X9	Z7	Z8																		
9,96	X8																				
9,97	U6	U7																			
9,98	R6	R7																			
9,99	M6	M7	M8	N7	N8																
10,00	H5	H6	J6	J7	J8	JS7	JS8	K7	K8												
10,01	G6	G7	H7																		

Umrechnungstabelle Härte										
Zugfestigkeit	Vickershärte	Brinellhärte	Rockwellhärte							
MPa (N/mm <sup>2</sup> )	HV10	HB	HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N
255	80	76								
270	85	80,7								
285	90	85,5								
305	95	90,2								
320	100	95								
335	105	99,8								
350	110	105								
370	115	109								
385	120	114								
400	125	119								
415	130	124								
430	135	128								
450	140	133								
465	145	138								
480	150	143								
495	155	147								
510	160	152								
530	165	156								
545	170	162								
560	175	166								
575	180	171								
595	185	176								
610	190	181								
625	195	185								
640	200	190	91,5	110,1						
660	205	195	92,5							
675	210	199	93,5	111,3						
690	215	204	95,0	112,4						
705	220	209	95,0	112,4						
720	225	214	96,0							
740	230	219	96,7	113,4						
755	235	223								
770	240	228	98,1	114,3	20,3	60,7	40,3	63,6	41,7	19,9
785	245	233			21,3	61,2	41,1	70,1	42,5	21,1
800	250	238	99,5	115,1	22,2	61,6	41,7	70,6	43,4	22,2
820	255	242			23,1	62,0	42,2	71,1	44,2	23,2
835	260	247	101		24,0	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3
850	265	252			24,8	62,7	43,7	72,1	45,7	25,2
865	270	257	102		25,6	63,1	44,3	72,6	46,4	26,2
880	275	261			26,4	63,5	44,9	73,0	47,2	27,1
900	280	266	104		27,1	63,8	45,3	73,4	47,8	27,9
915	285	271			27,8	64,2	46,0	73,8	48,4	28,7
930	290	276	105		28,5	64,5	46,5	74,2	49,0	29,5
950	295	280			29,2	64,8	47,1	74,6	49,7	30,4
965	300	285			29,8	65,2	47,5	74,9	50,2	31,1
995	310	295			31,0	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5
1030	320	304			32,2	66,4	49,4	76,2	52,3	33,9
1060	330	314			33,3	67,0	50,2	76,8	53,6	35,2
1095	340	323			34,4	67,6	51,1	77,4	54,4	36,5
1125	350	333			35,5	68,1	51,9	78,0	55,4	36,5
1155	360	342			36,6	68,7	52,8	76,6	56,4	39,1
1190	370	352			37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4
1220	380	361			38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7

Gewinde-  
schneider

Bohrer  
HSS/E

Bohrer  
VHM

Reibahlen  
HSS/E

Reibahlen  
VHM

Frässtifte  
HM

Fräser  
VHM

Sätze

Fräser  
HSE

Sägen

Nachschleifen

Technik

Umrechnungstabelle

Umrechnungstabelle Härte										
Zugfestigkeit	Vickershärte	Brinellhärte	Rockwellhärte							
MPa (N/mm <sup>2</sup> )	HV10	HB	HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N
1255	390	371			39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9
1290	400	380			40,8	70,8	56,0	80,8	60,2	44,1
1320	410	390			41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3
1350	420	399			42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4
1385	430	409			43,6	72,3	58,2	82,3	63,7	47,4
1420	440	418			44,5	72,8	58,8	82,8	63,5	49,4
1485	460	437			46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4
1520	470	447			46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3
1555	480	456			47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2
1595	490	466			48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1
1630	500	475			49,1	75,3	62,2	85,0	67,7	53,9
1665	510	485			49,8	75,7	62,9	85,4	68,3	54,7
1700	520	494			50,5	76,1	63,5	85,7	69,0	55,6
1740	530	504			51,1	76,7	64,4	86,3	70,0	57,0
1810	550	523			52,3	77,0	64,8	86,6	70,5	57,8
1845	560	532			53,0	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6
1880	570	542			53,6	77,8	65,8	87,2	71,7	59,3
1920	580	551			54,1	78,0	66,2	87,5	72,1	59,9
1955	590	561			54,7	78,4	66,7	87,8	72,7	60,5
1995	600	570			55,2	78,6	67,0	88,0	73,2	61,2
2030	610	580			55,7	78,9	67,5	88,2	73,7	61,7
2070	620	589			56,3	79,2	67,9	88,5	74,2	62,4
2105	630	599			56,8	79,5	68,3	88,8	74,6	63,0
2145	640	608			57,3	79,8	68,7	89,0	75,1	63,5
2189	650	619			57,8	80,0	69,0	89,2	75,5	64,1
	660				58,3	80,3	69,4	89,5	75,9	64,7
	670				58,8	80,6	69,8	89,7	76,4	65,3
	6/80				59,2	80,8	70,1	89,8	76,8	65,7
	690				59,7	81,1	70,5	90,1	77,2	66,2
	700				60,1	81,3	70,8	90,3	77,6	66,7
	720				61,0	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7
	740				61,8	82,2	72,1	91,0	79,1	68,6
	760				62,5	82,6	72,6	91,2	79,7	69,4
	780				63,3	83,0	73,3	91,5	80,4	70,2
	800				64,0	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0
	820				64,7	83,8	74,3	92,1	81,7	71,8
	840				65,3	84,1	74,8	92,3	82,2	72,2
	860				65,9	84,4	75,3	92,5	82,7	73,1
	880				66,4	84,7	75,7	92,7	83,1	73,6
	900				67,0	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2

Umrechnungstabelle Zoll auf Metrisch							
Zoll	mm	Zoll	mm	Zoll	mm	Zoll	mm
<b>.314</b>	8,0	3.000	76,2	<b>.875</b>	22,2	7.000	177,8
<b>.375</b>	9,5	3.149	80,0	<b>.984</b>	25,0	7.874	200,0
<b>.393</b>	10,0	3.500	88,9	<b>1.000</b>	25,4	8.000	203,2
<b>.472</b>	12,0	3.937	100,0	<b>1.259</b>	32,0	9.842	250,0
<b>.500</b>	12,7	4.000	101,6	<b>1.500</b>	38,1	10.000	254,0
<b>.625</b>	15,9	4.921	125,0	<b>1.968</b>	50,0	12.000	304,8
<b>.630</b>	16,0	5.000	127,0	<b>2.000</b>	50,8	12.401	315,0
<b>.750</b>	19,1	6.000	152,4	<b>2.480</b>	63,0	14.000	355,5
<b>.787</b>	20,0	6.299	160,0	<b>2.500</b>	63,5	15.748	400,0

Kernlochtabellen

Kernlochtabelle „M“			
M	Steigung	Gewindebohrer	Gewindeformer
1,0	0,25	0,75	0,90
1,1	0,25	0,85	1,00
1,2	0,25	0,95	1,10
1,4	0,30	1,10	1,25
1,6	0,35	1,25	1,65
1,8	0,35	1,45	1,65
2,0	0,40	1,60	1,85
2,2	0,45	1,75	2,00
2,5	0,45	2,05	2,30
3,0	0,50	2,50	2,80
3,5	0,60	2,90	3,25
4,0	0,70	3,30	3,70
4,5	0,75	3,70	
5,0	0,80	4,20	4,65
6,0	1,00	5,00	5,55
7,0	1,00	6,00	
8,0	1,25	6,80	7,40
9,0	1,25	7,80	
10,0	1,50	8,50	9,30
11,0	1,50	9,50	
12,0	1,75	10,20	11,20
14,0	2,00	12,00	13,10
16,0	2,00	14,00	15,10
18,0	2,50	15,50	16,90
20,0	2,50	17,50	18,90
22,0	2,50	19,50	
24,0	3,00	21,00	
27,0	3,00	24,00	
30,0	3,50	26,50	
33,0	3,50	29,50	
36,0	4,00	32,00	
39,0	4,00	35,00	
42,0	4,50	37,50	
45,0	4,50	40,50	
48,0	5,00	43,00	
52,0	5,00	47,00	
56,0	5,50	50,50	
60,0	5,50	54,50	
64,0	6,00	58,00	
68,0	6,00	62,00	

Kernlochtabelle „MF“							
MF	Steigung	Gewindebohrer	Gewindeformer	MF	Steigung	Gewindebohrer	Gewindeformer
2,0	0,25	1,75		22,0	2,00	20,00	
2,2	0,25	1,95		24,0	1,00	23,00	
2,3	0,25	2,05		24,0	1,50	22,50	23,35
2,5	0,35	2,15		24,0	2,00	22,00	
2,6	0,35	2,20		25,0	1,00	24,00	
3,0	0,35	2,65		25,0	1,50	23,50	
3,5	0,35	3,15		26,0	1,50	24,50	25,35
4,0	0,35	3,65		27,0	1,50	25,50	
4,0	0,50	3,50	3,80	27,0	2,00	24,00	
5,0	0,50	4,50	4,80	28,0	1,50	26,50	27,35
6,0	0,50	5,50	5,80	28,0	2,00	26,00	
6,0	0,75	5,20	5,65	30,0	1,00	29,00	
7,0	0,75	6,20		30,0	1,50	28,50	29,35
8,0	0,50	7,50		30,0	2,00	28,00	
8,0	0,75	7,20	7,65	32,0	1,50	30,50	
8,0	1,00	7,00	7,55	33,0	1,50	31,50	
9,0	0,75	8,20		33,0	2,00	31,00	
9,0	1,00	8,00		34,0	1,50	32,50	
10,0	0,50	9,50		35,0	1,50	33,50	
10,0	0,75	9,20		36,0	1,50	34,50	
10,0	1,00	9,00	9,55	36,0	2,00	34,00	
10,0	1,25	8,80		36,0	3,00	33,00	
11,0	1,00	10,00		38,0			
12,0	0,75	11,20		39,0			
12,0	1,00	11,00	11,55	39,0			
12,0	1,25	10,80		39,0			
12,0	1,50	10,50	11,35	40,0			
13,0	1,00	12,00		40,0			
14,0	1,00	13,00		40,0			
14,0	1,25	12,80		42,0			
14,0	1,50	12,50	13,35	42,0			
15,0	1,00	14,00		42,0			
15,0	1,50	13,50		45,0			
16,0	1,00	15,00	15,55	45,0			
16,0	1,50	14,50	15,35	45,0			
18,0	1,00	17,00	17,55	48,0			
18,0	1,50	16,50	17,35	48,0			
18,0	2,00	16,00		48,0			
20,0	1,00	19,00	19,55	50,0			
20,0	1,50	18,50	19,35	52,0			
20,0	2,00	18,00		52,0			
22,0	1,00	21,00		52,0			
22,0	1,50	20,50	21,35	63,0			

Gewinde-schneider  
 Bohrer HSS/E  
 Bohrer VHM  
 Reibahlen HSS/E  
 Reibahlen VHM  
 Frässtifte HM  
 Fräser VHM  
 Sätze  
 Fräser HSE  
 Sägen  
 Nachschleifen  
 Technik

Kernlochtabellen

Kernlochtable „G“			
G	Steigung	Gewindebohrer	Gewindeformer
1/8"	28	8,80	9,25
1/4"	19	11,80	12,55
3/8"	19	15,25	16,05
1/2"	14	19,00	20,05
5/8"	14	21,00	
3/4"	14	24,50	
7/8"	14	28,25	
1"	11	30,75	
1 1/8"	11	35,50	
1 1/4"	11	39,50	
1 3/4"	11		
1 1/2"	11	45,25	
1 3/4"	11	51,00	
2"	11	57,00	
2 1/4"	11	63,10	
2 1/2"	11	72,60	
2 3/4"	11	78,90	
3"	11	85,30	
3 1/4"	11	91,50	
3 1/2"	11	97,70	
3 3/4"	11	104,00	
4"	11	110,40	

Kernlochtable „UNC“			
UNC	Gewindebohrer	UNC	Gewindebohrer
1-64	1,55	1 1/2"-6	34,00
2-56	1,85	1 3/4"-5	39,50
3-48	2,10	2"-4 1/2	45,00
4-40	2,35	2 1/4"-4 1/2	51,50
5-40	2,65	2 1/2"-4	57,25
6-32	2,85	2 3/4"-4	63,50
8-32	3,50	3"-4	70,00
10-24	3,90	3 1/4"-4	76,20
12-24	4,50	3 1/2"-4	82,60
1/4"-20	5,10	3 3/4"-4	88,90
5/16"-18	6,60	4"-4	95,25
3/8"-16	8,00		
7/16-14	9,40		
1/2"-13	10,80		
9/16"-12	12,20		
5/8"-11	13,50		
3/4"-10	16,50		
7/8"-9	19,50		
1"-8	22,25		
1 1/8"-7	25,00		
1 1/4"-7	28,00		
1 3/8"-6	30,75		

Kernlochtable „UNF“	
UNF	Gewindebohrer
0-80	1,25
1-72	1,55
2-64	1,85
3-56	2,15
4-48	2,40
5-44	2,70
6-40	2,95
8-36	3,50
10-32	4,10
12-28	4,60
1/4"-28	5,50
5/16"-24	6,90
3/8"-24	8,50
7/16"-20	9,90
1/2"-20	11,50
9/16"-18	12,90
5/8"-18	14,50
3/4"-16	17,50
7/8"-14	20,40
1"-12	23,25
1 1/8"-12	26,50
1 1/4"-12	29,50
1 1/3"-12	32,75
1 1/2"-12	36,00

Kernlochtable „NPT“				
NPT	Gangzahl GG/1"	Gewindebohrer	Gewindeformer	Mindesttiefe
1/16"	27	6,15	5,95	12,00
1/8"	27	8,40	8,25	12,00
1/4"	18	11,10	10,75	17,50
3/8"	18	14,30	14,10	17,60
1/2"	14	17,90	17,50	22,90
3/4"	14	23,30	22,70	23,00
1"	11 1/2	29,00	28,60	27,40
1 1/4"	11,5	37,70	37,30	28,10
1 1/2"	11,5	43,70	43,40	28,40
2"	11,5	55,60	55,50	28,40

Kernlochtable „PG“		
PG	Gangzahl GG/1"	Gewindebohrer
7	20	11,40
9	18	14,00
11	18	17,30
13,5	18	19,00
16	18	21,30
21	16	26,90
29	16	35,50
36	16	45,50
42	16	52,50
48	16	57,80

Kernlochtable „BSW“					
BSW	Gangzahl GG/1"	Gewindebohrer	BSW	Gangzahl GG/1"	Gewindebohrer
1/16"	60	1,15	7/8"	9	19,25
3/32"	48	1,80	1"	8	22,0
1/8"	40	2,60	1 1/8"	7	24,75
5/32"	32	3,10	1 1/4"	7	27,75
3/16"	24	3,60	1 3/8"	6	30,20
7/32"	24	4,40	1 1/2"	6	33,50
1/4"	20	5,10	1 5/8"	5	35,50
5/16"	18	6,50	1 3/4"	5	38,50
3/8"	16	7,90	1 7/8"	4 1/2	41,50
7/16"	14	9,30	2"	4 1/2	44,50
1/2"	12	10,50	2 1/4"	4	50,00
9/16"	12	12,00	2 1/2"	4	56,60
5/8"	11	13,50	2 3/4"	3 1/2	62,00
3/4"	10	16,50	3"	3 1/2	68,00

Formelverzeichnis - Geschwindigkeit & Vorschub		
Beschreibung	Formel	Legende
Drehzahl	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	D = Durchmesser f = Vorschub fz = Zahnvorschub n = Drehzahl vc = Schnittgeschwindigkeit vf = Vorschubgeschwindigkeit z = Anzahl der Zähne π = 3,14159...
Schnittgeschwindigkeit	$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$	
Vorschub pro Zahn	$f_z = \frac{f}{z} = \frac{v_f}{z \cdot n}$	
Vorschub pro Umdrehung	$f = f_z \cdot n$	
Vorschubgeschwindigkeit	$v_f = f_z \cdot z \cdot n$	

Formelverzeichnis - Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen			
Beschreibung	Formel	Legende	
<b>Nur für das Bohren ins Volle</b>			
Schnittkraft pro Zahn	$F_{cz} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$	D = Durchmesser fc = Schnittkraft fcz = Schnittkraft pro Zahn Md = Drehmoment Pa = Antriebsleistung Pc = Schnittleistung ap = Schnitttiefe b = Spanungsbreite d = Durchmesser innen D1max = max. Außendurchmesser d2 = Innendurchmesser f = Vorschub fz = Zahnvorschub fB = Verfahrensfaktor Bohren fSE = Verfahrensfaktor Senken h = Spanungsdicke kc = Spezifische Schnittkraft vc = Schnittgeschwindigkeit z = Anzahl der Zähne n = Wirkungsgrad	
Schnittleistung	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000}$		
Drehmoment	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$		
<b>Nur für das Aufbohren und Senken</b>			
Schnittkraft pro Zahn	$F_{cz} = \frac{(D-d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$		
Schnittleistung	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$		
Drehmoment	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot (D+d)}{4000}$		

Gewinde-schneider

Bohrer HSS/E

Bohrer VHM

Reibahlen HSS/E

Reibahlen VHM

Frässtifte HM

Fräser VHM

Sätze

Fräser HSE

Sägen

Nachschleifen

Technik

Formelverzeichnis Fräsen

Formelverzeichnis - Fräsen			
Beschreibung	Formel	Legende	
<b>Zeitspannungsvolumen</b>	$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f}{1000} = \text{cm}^3/\text{min}$	Dc = Schneiddurchmesser ae = Radiale Schnittbreite ap = Axiale Schnitttiefe fz = Zahnvorschub De = Effektiver Schneiddurchmesser vc = Schnittgeschwindigkeit Q = Zeitspannungsvolumen l = Arbeitslänge Vf = Vorschubgeschwindigkeit hm = Mittlere Spandicke kr = Einstellwinkel Pa = Antriebsleistung kc = Spezifische Schnittkraft nmt = Wirkungsgrad Tc = Bearbeitungszeit n = Spindeldrehzahl vc = Schnittgeschwindigkeit d = Fräserdurchmesser D = Gewindegewindedurchmesser vf = Vorschub an Kontur vfm = Vorschub im Zentrum Ueint = Programmierter Eintauchvorschub fz = Vorschub pro Zahn z = Schneidenzahl des Fräasers	
<b>Mittlere Spandicke (Plan- &amp; Eckfräsen) wenn ae / Dc &lt; 0,1</b>	$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = \text{mm}$		
<b>Antriebsleistung</b>	$P_a = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{60 \cdot 10^6 \cdot \eta_{mt}} = \text{KW}$		
<b>Mittlere Spandicke wenn ae / Dc &gt; 0,1</b>	$h_m = \frac{\sin k_r \cdot 180 \cdot a_e \cdot f_z}{\pi \cdot D_c \cdot \arcsin\left(\frac{a_e}{D_c}\right)} = \text{mm}$		
<b>Bearbeitungszeit</b>	$T_c = \frac{l}{V_f} = \text{min}$		
<b>Nur für das Fräsen</b>			
<b>Fräsen Außenkontur</b>	$V_{fm} = \frac{V_f \cdot (D + d)}{D} \quad V_f = \frac{D \cdot V_{fm}}{(D + d)}$		
<b>Fräsen Innenkontur</b>	$V_{fm} = \frac{V_f \cdot (D - d)}{D} \quad V_f = \frac{D \cdot V_{fm}}{(D - d)}$		
<b>Gerades Eintauchen</b>	$U_{eint} = 0,25 \cdot V_{fm}$		
<b>Im Kreisbogen eintauchen</b>	$U_{eint} = V_{fm}$		



# Zerspanungsbericht



Firma	Ansprechpartner	Straße	PLZ/Ort
Telefonnr.	Faxnr.	Email	

Werkstück	Maschine	Max. Drehzahl U/min	Max. Vorschub mm/min
-----------	----------	------------------------	-------------------------

Werkstoff	Werkstoff-Nr.	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Härte HRC
-----------	---------------	------------------------------------	--------------

Aufspannung stabil      labil	Bearbeitung horizontal      vertikal	Kühlmittel trocken      zentral      von außen      MMS	
----------------------------------	---	--	--

Werkzeug/Bezeichnung	Durchmesser mm	Arbeitslänge mm	Nutzlänge mm
----------------------	-------------------	--------------------	-----------------

Schnittverhältnisse Gleichlauf      Gegenlauf	ap (Einsatztiefe) mm	ae (Einsatzbreite) mm	Zähnezahl
--	-------------------------	--------------------------	-----------

## Versuchsdaten:

Versuchsnr.	Werkzeugtyp (z.Bsp. Bohrer)	Schnittgeschw. Vc (m/min)	Drehzahl N (min)	Vorschubgeschw. Vf (mm/min)	Vorschub pro Zahn fz (mm)	Vorschub pro Umdr. f (mm/U)	Ergebnis/Laufzeit
1							
2							
3							

## Bemerkungen/Werkstück-Skizze: