

# 9

## TECHNISCHE ERLÄUTERUNGEN, BEARBEITUNGSLAGE, ARBEITSSICHERHEIT, ZEICHENERKLÄRUNG



Technische Erläuterungen

298



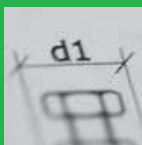
Bearbeitungslage

305



Arbeitssicherheit

306



Zeichenerklärung

307

## Technische Erläuterungen

### 1. Werkzeugsicherheit

Werkzeuge für die Holz- und Kunststoffbearbeitung arbeiten, je nach ihren Durchmesser, oft mit hohen Schnittgeschwindigkeiten und in hohen Drehzahlbereichen. Entsprechend gross sind die Anforderungen an ihre Konstruktion.

Alle OERTLI-Werkzeuge entsprechen den in der Schweiz gültigen Sicherheitsbestimmungen sowie denjenigen der europäischen Norm EN 847.1–3.

Als aktives Mitglied der EUMABOIS (European Federation of Woodworking Machinery Manufacturers) befasst sich OERTLI auf europäischer Ebene laufend mit Fragen bezüglich der Sicherheit beim Arbeiten mit Holzbearbeitungsmaschinen sowie -werkzeugen und richtet sich nach den entsprechenden Empfehlungen.

Der sichere Umgang mit Holzbearbeitungsmaschinen hängt nicht nur vom Werkzeug ab. Ganz besonders beim Arbeiten mit Handvorschub an der Tischfräsmaschine entscheiden darüber auch der Einsatz der richtigen Schutzvorrichtung sowie die Beherrschung der Arbeitstechnik. SUVA-Schutzvorrichtungen (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern) sind in der Schweiz für viele Holzbearbeitungsmaschinen obligatorisch. Die damit verbundene Arbeitstechnik wird an allen Fachschulen gelehrt. (<http://www.suva.ch/home/suvapro/sicherheitsprodukte.htm>)

Eine besondere Beachtung muss dem Arbeiten mit CNC-Bearbeitungszentren geschenkt werden. Diese Maschinen weisen zum Teil eine relativ offene Bauweise auf. Oft sind zwischen dem eingesetzten Werkzeug und dem umliegenden Arbeitsfeld nur Schutzvorhänge angebracht. Diese sind zum Teil nicht in der Lage, Werkzeugbruchstücke, welche nach einer Kollision oder nach einer Fehlmanipulation entstehen können, zurückzuhalten. Weggeschleuderte Werkzeugbruchstücke können zu schweren Körperverletzungen führen.

Zur persönlichen Sicherheit des Maschinenoperators hat OERTLI für alle Werkzeugtypen detaillierte Betriebsanleitungen verfasst, welche vor Inbetriebnahme des Werkzeuges oder Spannmittels gelesen und zugänglich aufbewahrt werden sollen. Diese Betriebsanleitungen informieren ausführlich über Sicherheitsvorschriften, Inbetriebnahme, Bedienung, Betrieb, Wartung sowie Lagerung der OERTLI-Werkzeuge. Ein zusätzliches Merkblatt, das in der Nähe der Anlage aufgehängt werden kann, weist auf die wichtigsten Gefährdungen hin. ([www.oertli.com/betriebsanleitungen](http://www.oertli.com/betriebsanleitungen))

#### 1.1 Handvorschub (MAN)

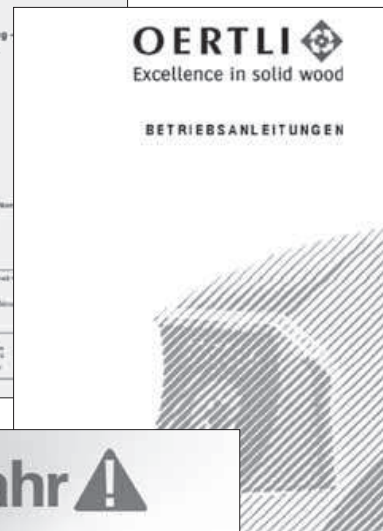
Handvorschub im Sinne der vorliegenden europäischen Norm EN 847.1–3 ist das Halten und Führen von Werkstücken, Werkzeugen und Handmaschinen mit der Hand, auch unter Verwendung einer wegschwenk- oder wegschiebbaren, nicht mit dem Werkzeugantrieb verriegelten Vorschubvorrichtung oder eines handbetätigten Schiebeschlittens.

OERTLI-Werkzeuge für Handvorschub erfüllen die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen, insbesondere auch bezüglich dem maximalen Schneidenüberstand und den Rückschlagwerten. Seit Inkrafttreten der europäischen Norm werden diese Werkzeuge mit «MAN» bezeichnet. Sie sind zudem beschriftet mit dem empfohlenen Drehzahlbereich, z.B. «n = 5'000 – 8'000 min<sup>-1</sup>». Handvorschub-Werkzeuge sind auch für mechanischen Vorschub verwendbar.

#### 1.2 Mechanischer Vorschub (MEC)

Unter mechanischem Vorschub versteht man gemäss der europäischen Norm EN 847.1–3 einen Vorschubmechanismus für das Werkstück oder Werkzeug, der in der Maschine integriert ist, und bei dem das Werkstück und Werkzeug während der Bearbeitung mechanisch geführt oder gehalten wird. OERTLI-Werkzeuge für mechanischen Vorschub erfüllen die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen. Seit Inkrafttreten der Norm werden diese

Werkzeuge mit «MEC» bezeichnet. Sie sind zudem mit der max. zulässigen Drehzahl beschriftet, z.B. «n max = 12'000 min<sup>-1</sup>». Diese Drehzahl gibt keinen Hinweis auf die für den Einsatz des Werkzeuges günstigste Drehzahl, welche in der Regel niedriger ist. Werkzeuge für mechanischen Vorschub (MEC) dürfen nicht für Handvorschub verwendet werden.



## 2. Allgemeine Begriffe und Benennungen

Bei einem Maschinenwerkzeug unterscheidet man zwischen Werkzeugkörper (Tragkörper) und Schneide. Der Werkzeugkörper ist der Träger der Schneide. Je nachdem, wie die Schneide auf dem Werkzeugkörper befestigt ist, unterteilt man die Werkzeuge in drei Arten:

- Einteilige Werkzeuge
- Verbundwerkzeuge
- Zusammengesetzte Werkzeuge

### 2.1 Einteilige Werkzeuge (Massivwerkzeuge)

Einteilige Werkzeuge oder massive Werkzeuge sind durchgehend aus einem Material gefertigt. Beispiel dafür sind die Vollhartmetall-Spiralschaftfräser. Auch Werkzeuge aus HS oder nieder legiertem Werkzeugstahl zählen zu dieser Gruppe. Bei Abnutzung werden die Werkzeuge nachgeschärft. Der Flugkreisdurchmesser wird dadurch immer kleiner, was bei profilierten Werkzeugen zu Profilverzerrungen führen kann. Aus diesem Grund gibt es eine Nachschärfgrenze. Wenn diese erreicht ist, muss das Werkzeug ersetzt werden. Das Sortiment umfasst Fräser, Bohrer und Messer.



### 2.2 Verbundwerkzeuge (bestückte Werkzeuge)

Verbundwerkzeuge oder bestückte Werkzeuge bestehen aus einem Tragkörper, der mit Schneiden «bestückt» wird. Die Schneiden werden durch Schweißen, Löten oder Kleben fest mit dem Tragkörper verbunden. Der Tragkörper besteht in der Regel aus Stahl, die Schneiden aus HS, ST, HW, DP oder DM. Bei Abnutzung der Schneiden werden die Werkzeuge nachgeschärft. Der Flugkreisdurchmesser wird dadurch immer kleiner, was bei profilierten Werkzeugen zu Profilverzerrungen führen kann. Aus diesem Grund gibt es eine Nachschärfgrenze. Wenn diese erreicht ist, muss das komplette Werkzeug ersetzt werden. Das Sortiment umfasst Fräser, Bohrer, Messer und Sägeblätter.



### 2.3 Zusammengesetzte Werkzeuge

Zusammengesetzte Werkzeuge bestehen aus einem Tragkörper, Schneiden und den Befestigungselementen, um die Schneiden mit dem Tragkörper mechanisch zu verbinden. Die Schneiden können bei Abnutzung oder Bruch ausgetauscht werden. Somit bleibt der Flugkreisdurchmesser konstant und die Profiltreue erhalten. Das Sortiment umfasst Wendeplattenwerkzeuge, Messerköpfe und Messerwellen.



### 2.4 Werkzeugsatz

Mehrere Einzelwerkzeuge werden gemeinsam auf einen Schaft oder eine Büchse aufgespannt. Diese Kombination nennt man «Werkzeugsatz». Damit kann ein kompletter Profilverzug in einem einzigen Bearbeitungsschritt hergestellt werden. Werkzeugsätze bestehen aus mehreren Bohrungswerkzeugen, Büchsen, Distanzringen, Stiften, Schrauben oder ähnlichen Verbindungselementen.



### 2.5 Tragkörper (Grundkörper)

Der Tragkörper hat die Aufgabe, die Schneiden bei allen Einsatzbedingungen mit voller Sicherheit und ohne Massveränderung zu tragen. Die Lebensdauer eines Werkzeuges mit auswechselbaren Schneiden hängt entscheidend von der Qualität des Tragkörpers ab. Die Konstruktion der meisten OERTLI Werkzeuge mit auswechselbaren Schneiden ist so ausgelegt, dass diese mit einem Grundkörper in Stahl oder Leichtmetall hergestellt werden können.

#### Leichtmetall

Der Vorteil von Leichtmetall ist unumstritten das tiefe spezifische Gewicht, das jedoch im Vergleich zu Stahl mit einer reduzierten Lebensdauer erkauft wird. In der Regel empfehlen wir den Einsatz von Leichtmetallkörpern überall dort, wo aus Gründen von Gewichtslimiten leichte Werkzeuge verlangt werden.

#### Stahl

Der Vorteil von Stahl ist seine hohe Festigkeit und Stabilität im Dauereinsatz. Beim Fräskörper aus Stahl liegen die hochbeanspruchten Schneiden auf dem massiven Stahlkörper auf, wodurch auch bei höchster Beanspruchung eine extreme Langlebigkeit und maximale Leistung erreicht wird.

### 3. Oberflächengüte

Das optische Empfinden einer schönen Oberfläche wird durch zwei Faktoren beeinflusst. Dies ist zum einen die Sauberkeit der Oberfläche und zum anderen die Welligkeit der Oberfläche.

#### 3.1 Sauberkeit der Oberfläche

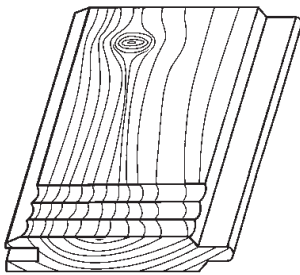
Folgende Kriterien sind für die Sauberkeit der Oberfläche massgebend:

- Vorschubrichtung bezüglich Holzstruktur
- Schneidenwerkstoff
- Schneidengeometrie
- Vorspaltung mit den direkten Einflussgrössen Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl

#### 3.2 Welligkeit der Oberfläche

Folgende Kriterien sind für die Welligkeit der Oberfläche massgebend:

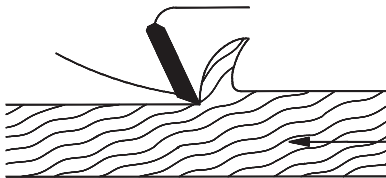
- Zahnvorschub mit den direkten Einflussgrössen Vorschub, Drehzahl und Zähnezahl
- Flugkreisdurchmesser
- Rundlaufgenauigkeit



### 4. Vorschubrichtung

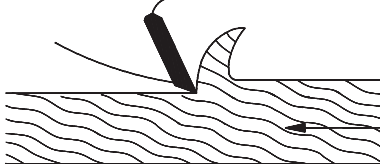
#### 4.1 Längsschnitt mit der Faser

Ergibt eine saubere, glatte Oberfläche durch geringe Schnitt- und Vorschubkräfte.



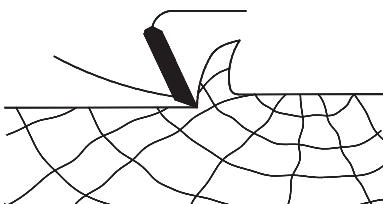
#### 4.2 Längsschnitt gegen die Faser

Ergibt eine unsaubere, raue Oberfläche, da die Vorspaltung des Holzes vor die Schneide tritt. Hohe Ausrissgefahr.



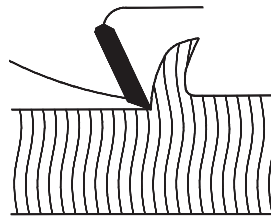
#### 4.3 Querschnitt

Ergibt eine leicht aufgeraute aber saubere Oberfläche. Relativ gute Bearbeitbarkeit.



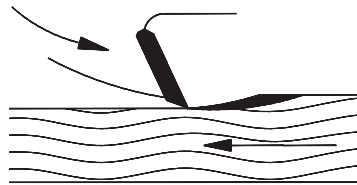
#### 4.4 Stirnschnitt

Ergibt eine leicht aufgeraute Oberfläche durch Faserausrisse. Die senkrechte Abtrennung der Fasern erfordert höhere Schnitt- und Vorschubkräfte.



#### 4.5 Gegenlauf

Beim Gegenlaufräsen ist die Schnittbewegung des Werkzeugs entgegengesetzt zur relativen Vorschubbewegung des Werkstücks. Die Werkzeugschneide tritt immer schabend und drückend in das Werkstück ein. Beim Schnittvorgang entsteht ein langgestreckter Span mit zunehmender Dicke. Durch die ungünstigen Schnittkräfte wird das Werkstück von der Auflage abgehoben, die Fasern können durch Vorspaltung ein- oder ausreißen. Dies führt zu einer schlechteren Oberfläche. Durch die Ausnutzung der Vorspaltung werden die Schnittkräfte und Antriebsleistungen verringert, längere Standwege erreicht und somit die Schneiden weniger belastet. Werkzeuge für Handvorschub dürfen aus Gründen der Unfallsicherheit nur im Gegenlaufräsen eingesetzt werden.



#### 4.6 Gleichlauf

Nur für mechanischen Vorschub geeignet.

Beim Gleichlaufräsen ist die Schnittbewegung des Werkzeugs der relativen Vorschubbewegung des Werkstücks gleichgerichtet. Die Werkzeugschneide tritt schneidend in das Werkstück ein. Beim Schnittvorgang entstehen kurze, gedrungene Späne, die zum Fräsgrund hin dünner werden. Das Werkstück wird durch die Schnittkräfte immer auf die Auflage gedrückt, so daß eine Vorspaltung praktisch nicht mehr stattfindet. Auch bei ungünstigem Faserverlauf werden vergleichsweise gute Oberflächen erreicht. Die Schneiden werden jedoch durch die geringere Vorspaltung stärker belastet und nützen sich dadurch schneller ab. Das Gleichlaufräsen darf nur bei mechanischem Vorschub eingesetzt werden.



## 5. Schneidenwerkstoffe

### SP: Legierter Werkzeugstahl

Verwendung bei Bohrern, Schneiden, einfachen CV-Kreissägeblättern, Wanknuthsägen usw.

### HL: Hochlegierter Werkzeugstahl

Für die Holzbearbeitung wird eine Stahllegierung mit 2% Kohlenstoff und 12% Chrom bevorzugt. HL wird für die Massivholzbearbeitung eingesetzt.

### HS: Hochlegierter Schnellarbeitsstahl

Stahllegierung mit mindestens 12% Anteil von Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt und Chrom. Wird hauptsächlich in der Weichholzbearbeitung eingesetzt. HS zeichnet sich durch höhere Standzeit und Bearbeitungsqualität gegenüber HL aus.

### ST: Hoch-Kobaltlegierter Spezialstahl (Stellite)

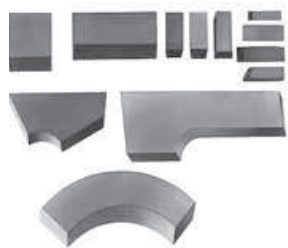
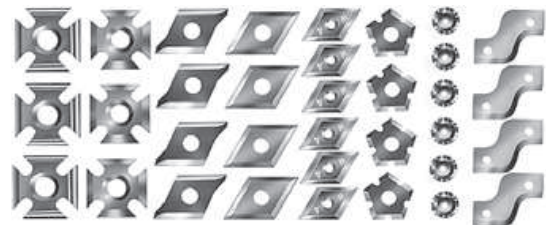
Der Werkstoff wird erzeugt durch Verschmelzen der Hauptbestandteile Kobalt, Chrom und Wolfram. Stellite hat nur einen geringen Eisenanteil. ST wird in der Massivholzbearbeitung eingesetzt, speziell bei der Bearbeitung von Eichenholz mit hohen Ansprüchen an die Oberflächenqualität.

### HW: Hartmetall

Wolframkarbide werden durch weiche Metalle (z.B.: Kobalt, Nickel) als Bindemittel im Sinterverfahren miteinander verbunden. Die Anforderungen in der Holzbearbeitung sind durch eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe geprägt. Das OERTLI HW-Programm erstreckt sich von Ultrafine Höchstleistungssorten über Submicron bis hin zu den Feinkornsorten. Die am häufigsten verwendeten Sorten für Wende- und Profilschneiden sind die Hartmetallqualitäten H6 und H8.

**Hartmetall H6** eignet sich hervorragend für die Bearbeitung von abrasiven Materialien wie Span- oder MDF Platten und auch für sandhaltige, harte und abrasive Exotenhölzer.

**Hartmetall H8** ist ein Universal Hartmetall, das sich durch seine Zähigkeit und Schnittigkeit hervorragend für die Bearbeitung von weichen und harten Massivhölzern eignet.



### HC: Beschichtetes Hartmetall

Um die Oberfläche der Schneide gezielt zu verändern und so ihr Einsatzverhalten und ihre Leistungsfähigkeit zu verbessern, können Hartmetall- und HS-Schneiden mit einer harten, dünnen Schicht überzogen werden. Die im Dünnschichtverfahren aufgetragenen Substanzen haften derart gut, dass die Schneiden auch nach dem Beschichten an der Span- oder Freifläche immer wieder nachgeschliffen werden können. Durch die Beschichtung werden insbesondere bei HS Hobelmessern, Minikeilzinkenfräsern und VHM Schaftfräsern erhebliche Standwegverbesserungen erreicht.

### DP: Polykristalliner Diamant

Synthetisch hergestelltes Diamantkorn, das auf eine Hartmetallunterlage gesintert wird. DP ist der härteste bekannte Stoff. Polykristalliner Diamant wird hauptsächlich zur Bearbeitung von abrasiven Werkstoffen wie Span-, MDF- und beschichteten Platten eingesetzt.



### DM: Monokristalliner Diamant

Synthetisch hergestellte Einkristalle in Abmessungen von wenigen Millimetern ergeben eine durchgehende Schneidkante, mit welcher extrem glatte und scharfe Schnitte möglich sind. Monokristalliner Diamant eignet sich für Anwendungen mit geringer Spanabnahme, wo hohe Oberflächenqualität und/oder lange Standzeit gefordert sind, wie z.B. Fussbodenlamine.

## 6. Schneidengeometrie

Die Schneidengeometrie richtet sich nach der Aufgabe des Werkzeuges, dem zu bearbeitenden Werkstoff und der Schneidqualität.

### 6.1 Freiwinkel ( $\alpha$ )

Die Grösse des Freiwinkels in der Holzbearbeitung liegt zwischen  $12^\circ$  und  $20^\circ$ . In der Regel wählt man  $15^\circ$ . Beträgt der Freiwinkel  $0^\circ$ , so ist kein Schneiden des Holzes möglich. Der Keilrücken (bzw. Messerrücken, Zahnrücken) reibt über die Schnittebene.

### 6.2 Keilwinkel ( $\beta$ )

Je grösser der Keilwinkel, desto widerstandsfähiger wird die Schneide gegen Verschleiss. Daher können mit grossen Keilwinkeln auch härtere Materialien bearbeitet werden, wobei zu beachten ist, dass der Kraftaufwand für die Spanabnahme immer grösser wird. Als Faustregel gilt: Je härter das Material, umso grösser der Keilwinkel.

### 6.3 Spanwinkel ( $\gamma$ )

Der Spanwinkel bezeichnet die Stellung der Spanfläche zur Werkzeugachse oder Zahnlinie. Die Grösse des Spanwinkels für die Holzbearbeitung liegt zwischen  $5^\circ$  und  $30^\circ$ .

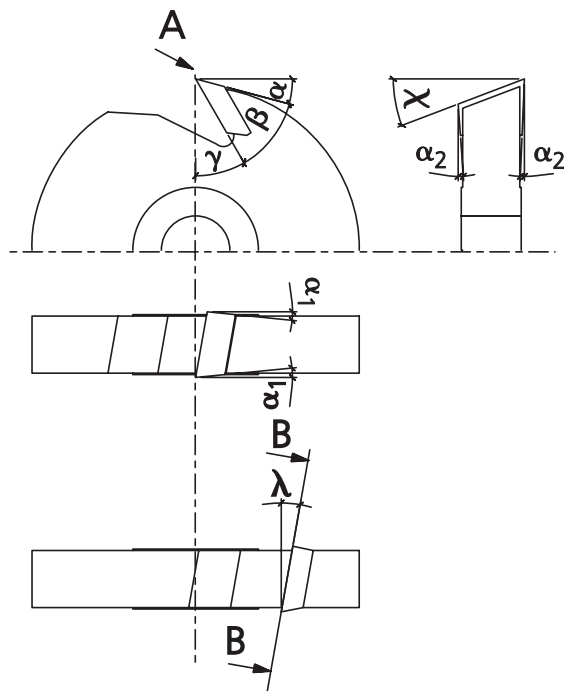
### 6.4 Achswinkel ( $\lambda$ )

Achswinkel  $0^\circ$  (Winkelschnitt).

Achswinkel einseitig (einseitiger Schrägschnitt).

Achswinkel wechselseitig (wechselseitiger Schrägschnitt).

Die Grösse des Achswinkels ist vor allem gegeben durch die Werkzeugabmessungen und die Anwendung des Werkzeuges.



### Winkel an der Werkzeugschneide

$\alpha$  Freiwinkel am Zahnrücken

$\alpha_1$  Seitlicher Freiwinkel

$\alpha_2$  Radialer Freiwinkel

$\beta$  Keilwinkel (Winkel zwischen Spanfläche und Freifläche)

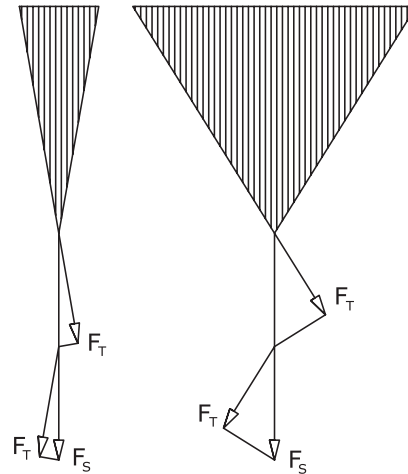
$\gamma$  Spanwinkel

$\lambda$  Achswinkel

$\chi$  Fasenwinkel

## 6.5 Kräfteverlauf bei verschiedenen Keilwinkeln am Beispiel eines Spaltkeils:

Je kleiner der Keilwinkel, desto größer werden die Trennkkräfte  $F_T$  bei einer konstanten Spaltkraft (Vorschubkraft). Bei kleinem Keilwinkel ist die Schneidwirkung gut, die Gefahr für Bruch aber hoch, die Schneide stumpft schnell ab.





## 7. Vorspaltung

### 7.1 Schnittgeschwindigkeit

Grundsätzlich gilt es, eine Vorspaltung des Holzes während der Bearbeitung zu vermeiden. Eine Vermeidung der Vorspaltung kann nur erreicht werden, wenn die Schnittgeschwindigkeit des Werkzeugs grösser ist als die Vorspaltgeschwindigkeit des Holzes. Die Vorspaltgeschwindigkeit von Holz liegt bei ca. 40 m/s. Bei pyramidal angeordneten Werkzeugsätzen kann es geschehen, dass die Schnittgeschwindigkeit auf dem kleinsten Durchmesser unter 40 m/s fällt. Die Vorspaltung kann dort durch den Einsatz eines Spanbrechers eingedämmt werden.

Die Schnittgeschwindigkeit ( $v_s$ ) ist derjenige Weg, den die Schneide pro Sekunde zurücklegt (m/s). Sie wird nach folgender Formel errechnet:

$$v_s = \frac{D \times \pi \times n}{1000 \times 60} \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

mit: D = Werkzeugdurchmesser [mm]  
 Pi = 3.14  
 n = Drehzahl [min<sup>-1</sup>]

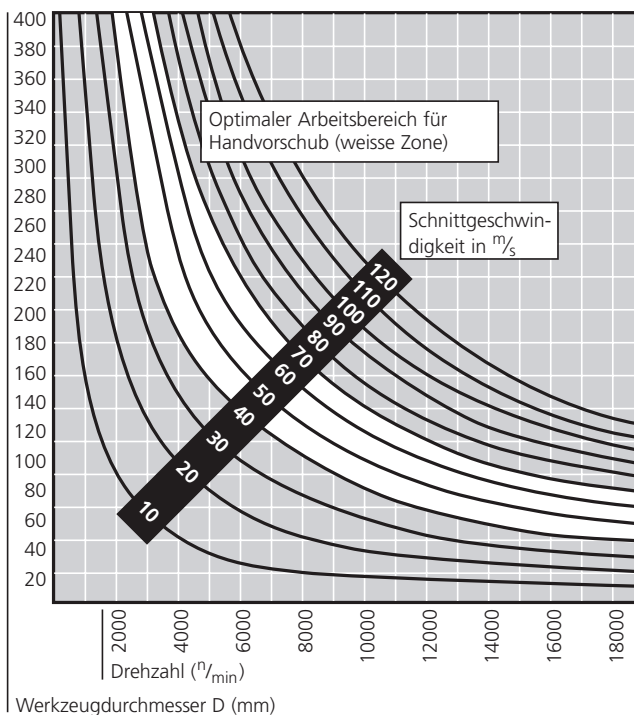
#### Richtwerte für Schnittgeschwindigkeiten:

Werkstoff	Fräser HS/ST $v_s$ [m/s]	Fräser HW/DP $v_s$ [m/s]	Sägen Zerspaner HW $v_s$ [m/s]
Weichhölzer	50 – 80	60 – 90	70 – 100
Harthölzer	40 – 70	50 – 90	70 – 90
Spanplatten		60 – 90	60 – 90
Tischlerplatten		60 – 90	60 – 90
Hartfaserplatten		40 – 70	60 – 90
Beschichtete Platten		40 – 70	60 – 100
Aluminium		30 – 50	40 – 70

Hinweis: Die Schnittgeschwindigkeit sollte bei Werkzeugen für Handvorschub nicht unter 40 m/s liegen. Unterschreiten dieses Wertes bedeutet erhöhte Rückschlaggefahr.

### 7.2 Drehzahlbereich

OERTLI-Werkzeuge sind je nach Vorschubart mit der maximalen Drehzahl bzw. mit dem zulässigen Drehzahlbereich beschriftet. Die Drehzahlen sind so ausgelegt, dass die Schnittgeschwindigkeit bei MEC nicht über 90 m/s geht und bei Handvorschub immer zwischen 40 m/s und 70 m/s liegt. Dies gilt nicht für Sägen und HW-Zerspaner.



### 8. Zahnvorschub

Aus dem Zahnvorschub resultieren die Schnitttiefe und die Schrittweite des Wellenmusters, welches grundsätzlich bei rotierender Oberflächenbearbeitung entsteht. Je kleiner die Schrittweite zwischen den Wellen und je kleiner die Schnitttiefe ist, desto feiner und glatter wird die Oberfläche. Sie wird dann für optisch schön empfunden. Der Zahnvorschub  $f_z$  kann nach folgender Formel ermittelt werden:

$$f_z = \frac{v_f \times 1000}{n \times z} \quad [\text{mm}]$$

mit:  $v_f$  = Vorschubgeschwindigkeit [m/min]  
 z = Zähnezahl  
 n = Drehzahl [min<sup>-1</sup>]

Um die Schrittweite  $W_b$  des Wellenmusters zu errechnen, muss man in der Formel für den Zahnvorschub die Zähnezahl auf  $z = 1$  reduzieren. Für hydrogespannte und gejointete Werkzeuge ist die Schrittweite  $W_b$  gleich dem Zahnvorschub  $f_z$  zu setzen.

#### Vorschub pro Zahn für Fräsarbeiten:

$f_z$  0,3 – 0,8 mm = Feinschlichtspan  
 0,8 – 2,5 mm = Schlichtspan  
 2,5 – 5,0 mm = Schrappspan

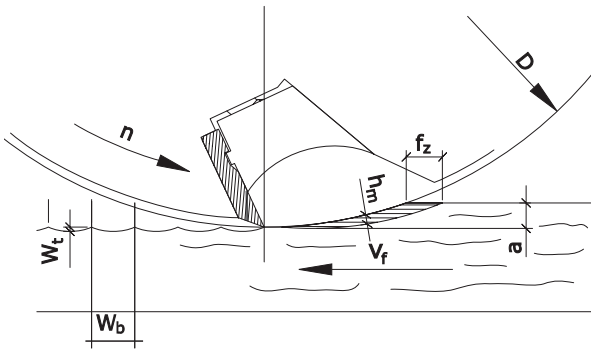
Für hydrogespannte Hochleistungswerkzeuge, ev. mit Jointen, sind wesentlich grössere Werte anzuwenden.

### 9. Flugkreisdurchmesser

Der Flugkreisdurchmesser hat einen indirekt proportionalen Einfluss auf die Wellentiefe  $W_t$ , welche am optischen Eindruck der Oberfläche erheblich beteiligt ist. Die Wellentiefe berechnet sich nach folgender Formel:

$$W_t = \frac{f_z^2}{4 \times D} \text{ [mm]}$$

mit:  $f_z$  = Zahnvorschub [mm]  
 $D$  = Flugkreisdurchmesser [mm]



#### 9.1 Vorschubgeschwindigkeit

Die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  ist abhängig von der Drehzahl, von der Zähnezahl und vom Zahnvorschub. In der Regel ermittelt man die benötigte Vorschubgeschwindigkeit empirisch. D. h., um die Bearbeitungszeit zu verkürzen, stellt man einen Richtwert ein und erhöht dann die Vorschubgeschwindigkeit solange, wie man mit der Oberfläche zufrieden ist. Die Richtwerte kann man mit folgender Formel ermitteln:

$$v_f = \frac{f_z \times z \times n}{1000} \text{ [m/min]}$$

mit:  $f_z$  = Zahnvorschub [mm]  
 $z$  = Zähnezahl  
 $n$  = Drehzahl [min<sup>-1</sup>]

#### 9.2 Richtige Spandicke

Die richtige Spandicke liegt vor, wenn bei der Bearbeitung weder Hackspäne noch Holzstaub, sondern saubere Späne anfallen.

### 10. Rundlaufgenauigkeit des Werkzeuges

Die Rundlaufgenauigkeit ergibt sich aus dem Rundlauf der Werkzeugzähne, der Genauigkeit der Frässpindel und aus dem Passungsspiel zwischen der Bohrung des Werkzeugs und der Spindel der Werkzeugmaschine. Durch das Passungsspiel verschieben sich die beiden Zentren gegeneinander. Diese Verschiebung bewirkt, dass ein Zahn gegenüber allen anderen im Durchmesser vorsteht, und zwar unabhängig von der Zähnezahl. Damit wird das System auf die Zähnezahl  $z = 1$  reduziert. Durch die Toleranzfelder von Schneiden, Schneidensitz und Befestigungselementen ergibt sich eine ähnliche Situation. Es wird eine der Schneiden im Durchmesser vorstehen. Somit wird auch hier das System auf die Zähnezahl  $z = 1$  reduziert. Zur Ermittlung der effektiven Schrittweite  $W_b$  und der effektiven Wellentiefe  $W_t$  muss deshalb bei allen Fräswerkzeuge die Zähnezahl  $z = 1$  eingesetzt werden. Dies bedeutet für Schrittweite und Wellentiefe eine Vergrößerung, was wiederum eine Verschlechterung der Oberfläche zur Folge hat. Einzige Ausnahme bilden hydrogespannte und gejointete Werkzeuge, wo Passungsspiel und Toleranzen eliminiert werden.

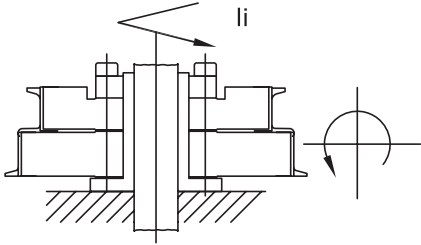


## Bearbeitungslage

### Drehrichtung bei Fräswerkzeugen:

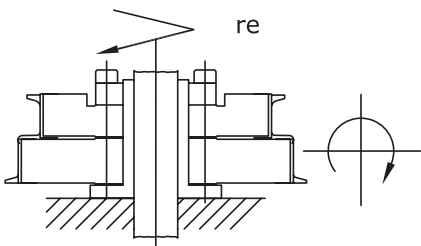
#### Gegenuhrzeigersinn

Bei Draufsicht auf das Werkzeug gegen den Uhrzeiger drehend.



#### Uhrzeigersinn

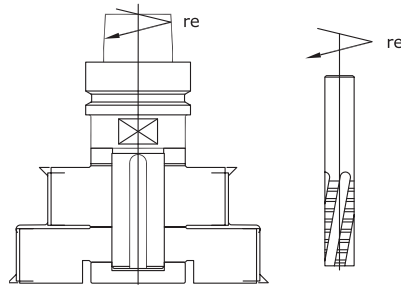
Bei Draufsicht auf das Werkzeug mit dem Uhrzeiger drehend.



### Drehrichtung bei Schaftwerkzeugen:

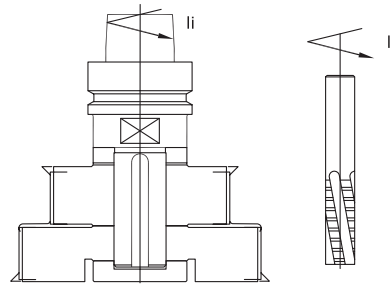
#### Rechtslauf

Vom Schaft aus gesehen rechtsdrehend im Uhrzeigersinn. Rechtsgewinde.



#### Linkslauf

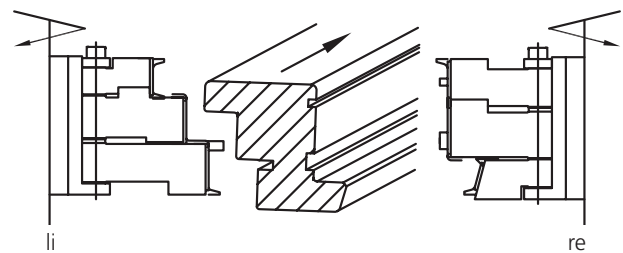
Vom Schaft aus gesehen linksdrehend im Gegenuhrzeigersinn. Linksgewinde.



### Werkzeuglage:

#### Lage der Frässpindeln zum Werkstück

Die Lage der Frässpindeln oder des Werkzeuges wird immer von der Einschubseite des Arbeitsstücks aus beurteilt.



## Arbeitssicherheit

### Werkzeugwartung und sicheres Arbeiten

Holzbearbeitungswerkzeuge sind stoss- und schlagempfindlich. Nach einer Kollision oder nach sehr hohen Bearbeitungsvibrationen ist die Festigkeit der Schneidstoffe oder Spannmittel nicht mehr gewährleistet und muss vom Hersteller überprüft werden. Beschädigte Werkzeuge und Spannmittel können zum Bruch führen, wegfliegende Bruchstücke sind lebensgefährlich

OERTLI-Werkzeuge werden in Übereinstimmung mit den geltenden Sicherheitsbestimmungen entwickelt, konstruiert und hergestellt. Eine sorgfältige Handhabung sowie Wartung ist aber unerlässlich und leistet einen wesentlichen Beitrag an die Arbeitssicherheit. Daher sollen folgende Richtlinien beachtet werden:

Die Betriebsanleitungen der Werkzeuge und Spannmittel müssen durchgelesen und beachtet werden. Betriebsanleitungen stets an einem gut zugänglichen Ort aufbewahren. Sie sind abrufbar auf [www.oertli.ch/betriebsanleitungen](http://www.oertli.ch/betriebsanleitungen).

Beim Anfassen der Werkzeuge besteht Schnittverletzungsgefahr durch scharfe Schneidkanten. Ausserdem sind die spröden Schneidstoffe schlagempfindlich und erfordern daher beim Hantieren und Transportieren grösste Sorgfalt.

Vor jedem Einsatz den Anzug der Befestigungsschrauben und -muttern kontrollieren. Keine Schlüsselverlängerungen verwenden. Rückschlagfreie Drehmomentschlüssel einsetzen.

Werkzeuge und Spannmittel nicht im aufgeheizten oder unterkühlten Zustand montieren.

Drehzahl und Drehrichtung des Werkzeugeinsatzes wählen. Die auf dem Werkzeug angegebene maximal zulässige Drehzahl darf auf keinen Fall überschritten werden.

Bei Werkzeugen mit Handvorschub (MAN) sind folgende zusätzliche Regeln zu beachten:

- nur im Gegenlauf fräsen
- zulässigen Drehzahlbereich nicht unterschreiten
- nie ohne Schutzvorrichtung arbeiten

Werkzeuge regelmässig entharzen und reinigen. Entharzungsmittel gemäss Vorschrift des Herstellers einsetzen. Die Werkzeuge sollten nie während längerer Zeit im Reinigungsmittel liegen. Alle an der Klemmung beteiligten Flächen müssen frei von Verschmutzung, Öl, Fett und Wasser sein. Nach einer Reinigung mit Lösungsmittel sind die Werkzeuge gut zu spülen und zu trocknen. Bei Werkzeugen mit Grundkörper aus Aluminium nur für Aluminium geeignete, wasserlösliche Spezialreinigungsmittel auf Lösungsmittelbasis verwenden.

Werkzeuge, Spannmittel und Spindelaufnahmen regelmässig bezüglich Korrosion und Beschädigungen kontrollieren. Werkzeuge und Spannmittel mit korrodierten Schraubenverbindungen dürfen nicht in Betrieb genommen werden. Korrodierte Schrauben müssen ersetzt werden.

Planlaufungenauigkeiten bei Auflageflächen wie z.B. Fräswelle, Distanzringe und Wellenbund beheben. Nur präzise und planparallele Zwischenringe verwenden.

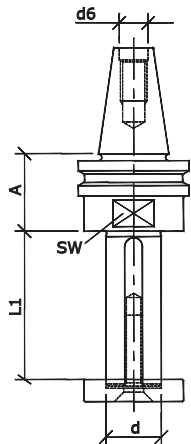
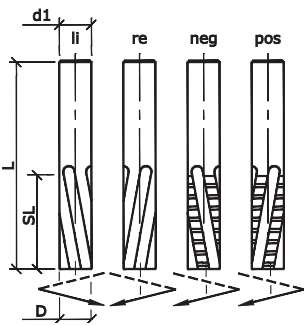
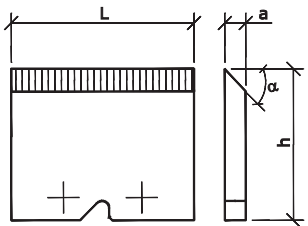
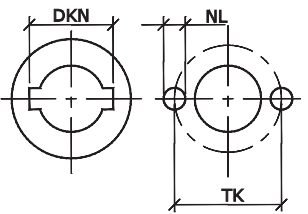
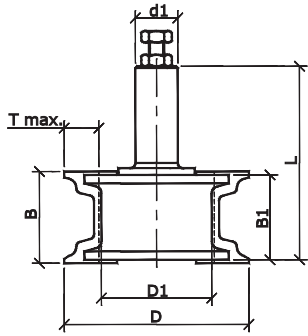
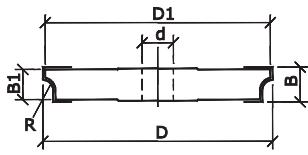
Nach besonders harter Beanspruchung oder gar nach einer Kollision ist das Werkzeug auf Risse, fehlerhafte Schneiden oder anormalen Verschleiss zu untersuchen. Beschädigte oder formveränderte Werkzeuge und Spannmittel auf keinen Fall wieder einsetzen. Reparatur- und Instandstellungsarbeiten an Werkzeugen und Spannmittel nur durch den Werkzeughersteller vornehmen lassen.

Rechtzeitiges Nachschärfen der Werkzeuge bzw. rechtzeitiger Schneidenwechsel lohnt sich immer. Schärfarbeiten nur vom Fachmann ausführen lassen. In vielen Ländern steht ein OERTLI Service mit optimal eingerichteten Servicestellen zur Verfügung. Das Werkzeug muss nach dem Schärfen sämtlichen gültigen Vorschriften und Normen entsprechen. Dies gilt insbesondere für:

- Schneidenüberstände
- Restdicke der Schneiden
- Spanlückenweite
- Restunwucht
- Werkzeugbeschriftung

Nur Original OERTLI-Ersatzteile verwenden. Für den Einsatz von fremden Ersatzteilen sowie für Umbauten oder Reparaturen durch Dritte wird jede Haftung abgelehnt. Im Weiteren gilt die vorliegende europäische Norm EN 847.1–3, Anhang B, «sicheres Arbeiten».

## Zeichenerklärung



<b>D</b>	Durchmesser
<b>D1</b>	Körperdurchmesser
<b>B</b>	Schnittbreite
<b>B1</b>	Körperbreite
<b>d</b>	Bohrung
<b>d1</b>	Schaftdurchmesser
<b>d2</b>	Durchmesser
<b>d6</b>	Innengewinde Durchmesser
<b>b</b>	Stammbblatt bei Kreissägen
<b>SL</b>	Schnittlänge
<b>L</b>	Länge
<b>L1</b>	Einspannlänge
<b>h</b>	Messerhöhe
<b>a</b>	Messerdicke
<b>T max.</b>	Nuttiefe maximal
<b>A</b>	A Mass bei Aufspannwellen
<b>M</b>	Gewinde
<b>SW</b>	Schlüsselweite
<b>R</b>	Radius
<b>α</b>	Winkel
<b>Z</b>	Zähnezahl
<b>NL</b>	Nebenlöcher
<b>DKN</b>	Doppelkeilnute
<b>re.</b>	rechtslaufend
<b>li.</b>	linkslaufend
<b>pos.</b>	positiver Spiralwinkel
<b>neg.</b>	negativer Spiralwinkel
<b>HD</b>	Holzdicke