

Die **Vorschubgeschwindigkeit** (*feed speed*) wird stufenlos oder in Stufen eingestellt (Abb. 1).



1 Schalteinheit an der Dickenhobelmaschine

Die rotierende Messerwelle erzeugt im Gegensatz zu Handhobeln eine **wellenförmige** Oberfläche [► 8.2.2].

Mit der Formel für den **Zahnvorschub** f_z wird die Breite der Messerschläge berechnet [► M 2.7.2].

Berechnung des Zahnvorschubs bei unterschiedlichen Vorschubgeschwindigkeiten mit $z = 4$

- Drehzahl der Messerwelle $n = 5000$ 1/min
- Anzahl der Messer $z = 4$
- Vorschubgeschwindigkeiten v_f
 - Stufe I ≈ 7 m/min
 - Stufe II ≈ 14 m/min

$$\text{Zahnvorschub } f_z [\text{mm}] \approx \frac{v_f \cdot 1000}{z \cdot n}$$

$$\text{Stufe I: } f_z = \frac{7 \cdot 1000}{4 \cdot 5000} = 0,35 \text{ mm}$$

$$\text{Stufe II: } f_z = \frac{14 \cdot 1000}{4 \cdot 5000} = 0,7 \text{ mm}$$

Aufgrund von Rundlaufungenauigkeiten zeichnet sich erfahrungsgemäß nur ein Messer ab, weshalb der **Realwert** mit $z = 1$ bestimmt wird.

Sägen auf Format

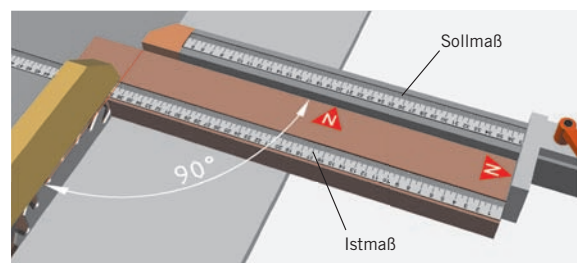
Der Fertigungsablauf beim Sägen auf Format ist in Tab. 1 dargestellt.

Querschnitte mit **Wechselzähnen** (*alternating top-bevel teeth ATB*) fallen feiner aus, weshalb sie bei Formatschnitten in der Länge ohne Maßzugaben genutzt werden. Die Schnitte werden am Queranschlag (*cross-cut fence*) auf dem Schiebeschlitten (*sliding table*) ausgeführt.

Tab. 1 Fertigungsablauf Formatschnitte

lfd. Nr.	Fertigungsschritt	Werkzeug	Maschine	Vorrichtungen
8	Formatschnitt längs	Sägeblatt Wechselzahn mit Abweiser	Formatkreissägemaschine	Parallelanschlag
9	Formatschnitt quer	Sägeblatt Wechselzahn mit Abweiser	Formatkreissägemaschine	Queranschlag
Formatschnitt furnierte Holzwerkstoffe				
10	Formatschnitt längs	Sägeblatt Wechselzahn	Formatkreissägemaschine	Parallelanschlag
11	Formatschnitt quer	Sägeblatt Wechselzahn	Formatkreissägemaschine	Queranschlag

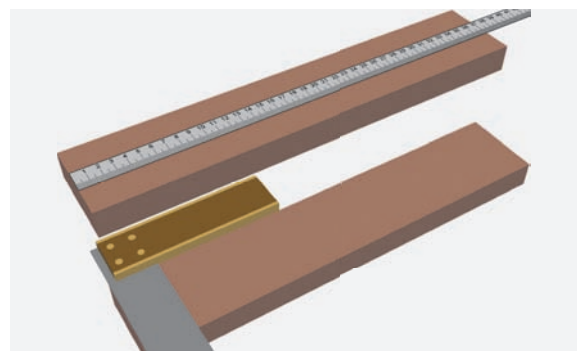
Quer- und Längenschlag bilden die **Bezugsebenen** für das Längen- und Winkelmaß (Abb. 2).



2 Festlegen des Längen- und Winkelmaßes am Quer- und Längenschlag

Vor den Formatschnitten aller Seiten wird nach einem Probeschnitt mit einem Stahlmaß [► 7.1] die Länge überprüft und im **Soll-Ist-Maßvergleich** (Abb. 2) mit der Maßangabe am Anschlag verglichen. Bei einer Maßabweichung wird die Maßskala des Anschlags nachjustiert.

In entsprechender Weise wird mit einem Winkel das Winkelmaß überprüft (Abb. 3).



3 Kontrolle des Längen- und Winkelmaßes

5.3.7 Stückliste

Um einen Überblick über alle Bauteile zu erhalten, werden Stücklisten der Teile für die Serie der 56 Waschtische mit allen Formatmaßen erstellt. Mithilfe der Stücklisten werden auch die Materialkosten vorkalkuliert.

Tab. 1 Stückliste der Hauptwerkstoffe für 56 Waschtische

lfd. Nr.	Stück	Bezeichnung	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Werkstoff
1	56	Waschtischplatten	1020	600	12,5	Mineral-kunststoff
2	56	Trägerplatten	968,7	598,7	50	Wabenplatte 8 mm MDF-Deck
3	56	Seiten Inks	791,5	598,7		
4	224	Stollenhälften	791,5	47,4	25	MDF.H
5	1	Stützkanten gerade	161 lfd. m	42	10	
6	1	Stützkanten	45,22 lfd. m	42	10	MDF formbar
7	56	Ablageböden	898,5	580	8	ESG-Glas

Tab. 2 Stückliste der Hilfswerkstoffe für 56 Waschtische

lfd. Nr.	Stück	Bezeichnung
1	112	Verbinder für die Verbindung Stollen – Trägerplatte
2	168	Exzenterbeschläge für die Verbindung Seite – Trägerplatte
3	280	Einklebedübel für die Exzenterbeschläge und Glasbodenträger
4	224	Glasbodenträger für Wabenplatten, lichte d bis 10 mm
5	224	Möbelfüße höhenverstellbar, $\varnothing$ 40 mm, lichte h max. 10 mm
6	335	lfd. m HPL-Kanten $b = 50$ mm $d = 1,3$ mm
7	1 l	Leim: KPVAC-Mischleim D3
8	4 l	Lack: PUR 2K Wasserbasis angelehnt an die Wandfliesen, matt Reinweiß RAL 9010
9	10 l	Lack: PUR 2K Wasserbasis in matt Moosgrün RAL 6005

5.3.8 Kalkulation der Materialkosten

Bevor der Auftrag endgültig erteilt wird, möchte der Kunde die Kosten für das Material der 56 Waschtische erfahren, um sie mit dem Angebot anderer Firmen zu vergleichen. Zudem kann durch die Verwendung anderer Werkstoffe oder Beschläge sowie durch unterschiedliche Fertigungsabläufe die kostengünstigste Lösung gefunden werden.

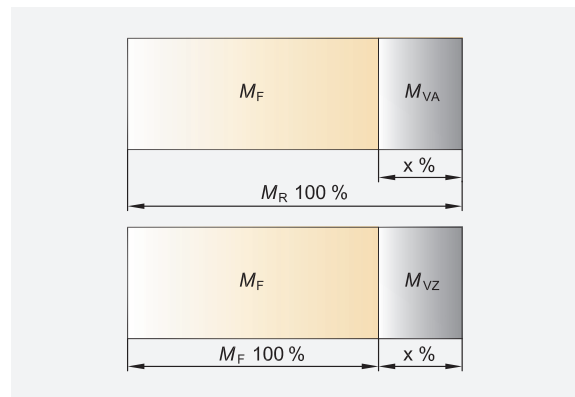
In der Vorkalkulation werden die **Kosten** für die zu verarbeitenden Holzwerkstoffe und Kanten mit folgenden **Größen** (Tab. 3) ermittelt.

Tab. 3 Größen der Verschnittberechnung

Größe/Kurzzeichen	Beschreibung
M_R Rohmenge*	Menge der Werkstoffe, die insgesamt verarbeitet werden
M_F Fertigmengen*	Menge der Werkstoffe in den fertigen Werkstücken
M_V Verschnitt*	Anteil der Werkstoffe, die bei der Verarbeitung ungenutzt abfallen
M_{VA} Verschnittabschlag (in %)	Anteil der ungenutzten Werkstoffe, bezogen auf 100 % Rohmenge
M_{VZ} Verschnittzuschlag (in %)	Anteil der ungenutzten Werkstoffe, bezogen auf 100 % Fertigmengen

* Einheiten bei: Vollholz mm³, cm³ oder m³
Holzwerkstoffen mm², cm² oder m²
Kantenwerkstoffen mm, cm oder m

Aus den Zusammenhängen ergeben sich folgende mathematischen Verhältnisse ► **M 2.1.2** (Abb. 1):



1 Verschiedene Formen der Verschnittberechnung

Verschiedene Verfahren der Verschnittberechnung

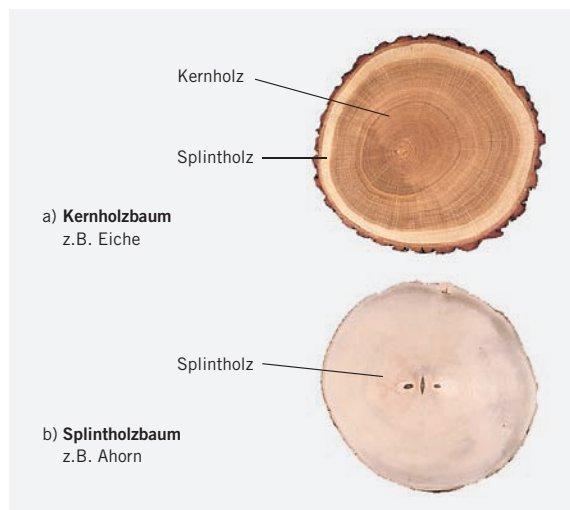
- Wabenplatte: $2,75 \text{ m} \cdot 2,02 \text{ m} = 5,56 \text{ m}^2$ - Verschnittabschlag: Erfahrungswert 15 %
$M_{VA} = \frac{M_R - M_F}{M_R} \cdot 100 \%$ $\Leftrightarrow M_F = \frac{(100 \% - M_{VA}) \cdot M_R}{100 \%}$ $\Rightarrow M_F = \frac{(100 \% - 15 \%) \cdot 5,56 \text{ m}^2}{100 \%} = 4,73 \text{ m}^2$
- Seite: $0,8 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,48 \text{ m}^2$ - Verschnittzuschlag: Erfahrungswert 12 %
$M_{VZ} = \frac{M_V}{M_F} \cdot 100 \%$ $\Leftrightarrow M_V = \frac{M_{VZ} \cdot M_F}{100 \%}$ $\Rightarrow M_V = \frac{12 \% \cdot 0,48 \text{ m}^2}{100 \%} = 0,06 \text{ m}^2$

4.2.2 Kern- und Splintholz

Auf dem Hirnholz zeichnen sich häufig unterschiedliche Farbzonen ab (Abb. 1 und S. 141, Abb. 4).

Bezeichnet wird der

- innen liegende Bereich als **Kern**,
- meist äußere Holzgürtel als **Splint**.



1 Kernbildung an unterschiedlichen Baumarten

In der handwerklichen Praxis haben sich je nach Grad der Farbgebung und Helligkeit folgende Begriffe (lt. DIN EN 844-7) durchgesetzt:

- **Kernholz** (*heartwood*), meist dunkler Kern, heller Splint (Abb. 1 a),
- **Reifholz** (*ripenwood*), meist durchgehend mittel-dunkel),
- **Splintholz** (*sapwood*), meist durchgehend hell (Abb. 1 b).

Kernholzbäume bestehen im frühen Stadium aus Splintholz. Hat die Pflanze einige Jahrringe gebildet, vollzieht sich die Wasserleitung nur noch in den äußeren Jahrringen. In den inneren Jahrringen bilden Holzstrahlen und Längsparenchymzellen Verkernungsstoffe (Harze, Fette, Öle sowie Gerb- und Farbstoffe), die sich in älteren, nicht mehr für den Nährstofftransport benötigten Zellen ablagern.

Es setzt ein **Verkernungsprozess** ein, bei dem sich der Kernbereich dauerhaft verfärbt, verdichtet, härtet und eine stärkere Widerstandskraft gegenüber Pilz- und Insektenbefall erhält. Gleichzeitig verlangsamt sich die Wasseraufnahme und -abgabe und damit die Quellung und Schwindung.

In **Reifholzbäumen** findet der Verkernungsprozess ohne sichtbare Farbänderung statt. In der Praxis wird der Vorgang als „Reifen“ bezeichnet.

In **Splintholzbäumen** findet dagegen eine Kernbildung nicht statt, sodass, außer durch bakteriell bedingte Infektionen, auf dem gesamten Stammquerschnitt keine Farbänderung eintritt. Es bilden sich vorwiegend sehr helle Hölzer.

Unterschieden werden Baumarten mit (Tab. 1):

- **Echtkernbildung** (*heart wood*),
- **Falschkernbildung** (*false wood*).

Tab. 1 Unterscheidung der Holzarten nach Baumarten

Baumarten	Holzarten	
Echtkernbäume	Kernholz	Akazie, Birnbaum, Douglasie, Eiche, Kiefer, Kirsche, Lärche, Mahagoni, Nussbaum, Palisander, Pitch Pine, Ulme
	Reifholz	Fichte, Tanne, Hemlock
Falschkernbäume	Splintholz	Ahorn, Erle, Esche, Rosskastanie, Rotbuche, Weißbuche

Verwendung

Aufgrund der unterschiedlichen Holzeigenschaften sind Splint-, Reif- und Kernholz für verschiedene Verwendungszwecke geeignet:

- **Kernholz** ist in der Regel dauerhafter als Splintholz. Durch seine stärkere Widerstandskraft ist das Kernholz der Kiefer und Eiche im Fassadenbereich besonders beständig.
- **Reifholz** von Tanne und Fichte weist gute Wetterbeständigkeit auf, ist jedoch weniger dauerhaft als z. B. der Kieferholzkern.
- **Splintholz** der Weißbuche wird wegen seiner Härte häufig als Sohle unter den Hobelkasten aus Rotbuche geleimt. Tische in Gaststätten sind oft mit Platten aus dem sehr hellen Splintholz des Ahorns ausgestattet.

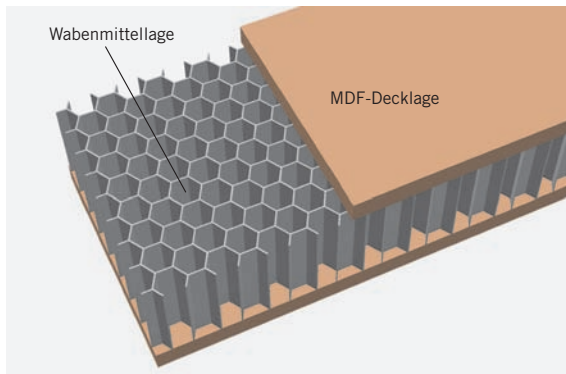
4.3 Baumgruppen

Es werden zwei Baumgruppen unterschieden:

- Nadelhölzer (*softwood*) und
- Laubhölzer (*hardwood*).

4.3.1 Nadelholz

Die typischen Merkmale des Nadelholzes sind am Kiefernholz zu erkennen. Die Jahrringe weisen keine Gefäße auf. Das Frühholz ist farblich heller, das Spätholz wesentlich dunkler. Die Holzstrahlen sind zahlreich und sehr fein ausgebildet. Mit bloßem Auge sind sie nur schwach erkennbar (S. 143, Abb. 1).



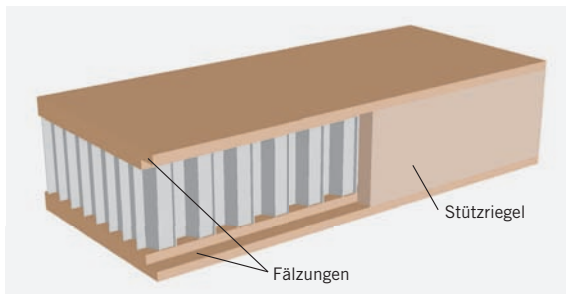
1 Sechseckwabenkern

Sechseckwabenplatten gibt es mit 3, 4 und 8 mm dicken Decklagen aus Flachpressspanplatten (P2). Platten mit Decklagen von 3 mm Dicke sind die leichtesten (50 mm dicke Platten haben z. B. eine Masse von 123 kg/m^3).

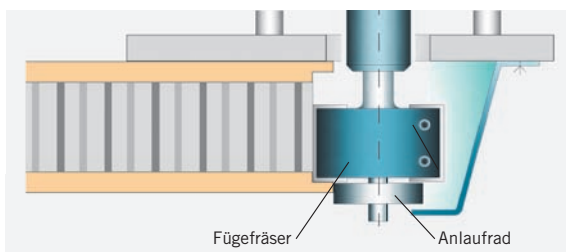
Sinuswabenplatten sind meist mit 3,2 mm dicken Decklagen aus höher verdichteten Faserplatten oder mit HPL-Direktbeschichtungen versehen. Platten von 50 mm Dicke haben dadurch eine Masse von nur 230 kg/m^3 . Sie benötigen aber eine spezielle, aufwendige Beschlagtechnik. Diese Platten sind besonders für Wandverkleidungen und Messestände geeignet.

Decklagen

Die **Festigkeit** der Wabenplatten hängt von der Decklage, der Verklebung und der Zellweite ab. Durch Einleimen von Stütz- bzw. Supportriegeln in den Kanten wird die Biegesteifigkeit erheblich erhöht (Abb. 2).



2 Wabenplatte mit Stützriegel zur Kantensicherung

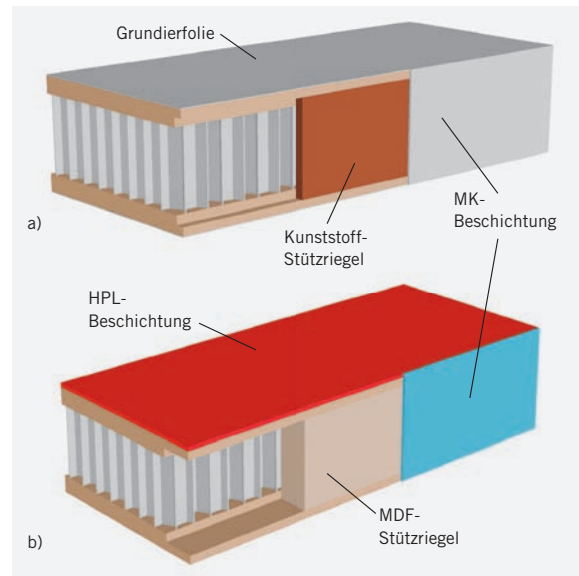


3 Zurückfräsen der Wabenmittellage

Bei handwerklicher Einzelfertigung wird die Wabenmittellage mithilfe einer Handoberfräse mit einem Fügefräserwerkzeug und Anlaufgrad zurückgefräst (Abb. 3).

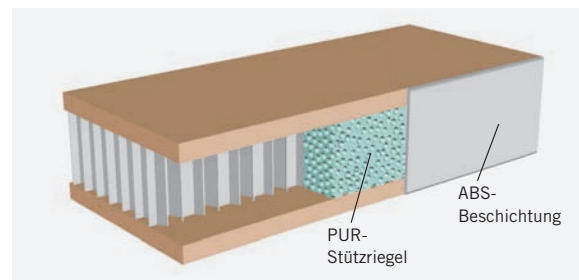
Kantenbeschichtung

An Wabenplatten können nur dickere Kanten aus Vollholz oder 2 mm dickem ABS direkt angeleimt werden. Für Furniere und dünne Melaminharzkanten muss zunächst ein dünner **Stützriegel** aus Kunststoff (Abb. 4 a) oder MDF-Streifen (Abb. 4 b) eingefälzt werden.



4 Wabenplatten mit unterschiedlichen Stützriegeln

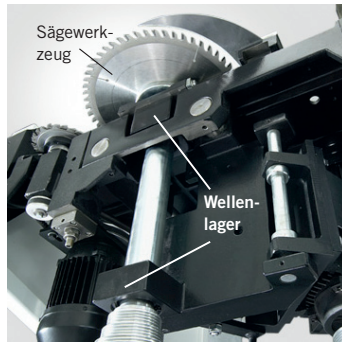
An stumpf, ohne Falz zurückgefrästen Wabenmittellagen kann der entstandene Hohlraum mit **PUR-Schaumkleber** ausgefüllt werden (Abb. 5). Dazu müssen die Flächen abgeklebt sein. Die Platte kann nach ca. 45 min beschnitten und die Kanten beschichtet werden.



5 Wabenplatten mit Stützkante aus PUR-Schaum

Einige Sechseckwabenplatten sind bereits werkseitig mit Kantenriegeln in den Dicken 10, 38 und [65 mm] versehen. Sie sind ein- bis zweifach geriegelt. 38 mm breite Riegel ermöglichen die HPL-Beschichtung im **Postformingverfahren** (S. 223, Abb. 1).

An den **einseitig** gelagerten Arbeitswellen sind die Werkzeuge seitlich der Wellenlager aufgespannt (Abb. 1).

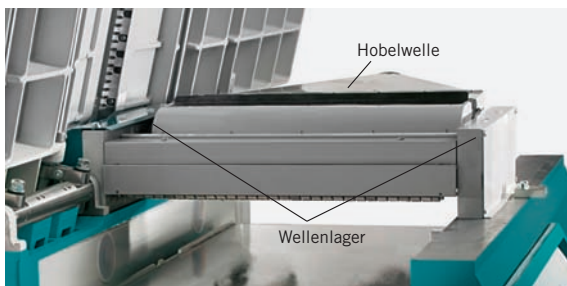


1 Arbeitswelle an einer Formatsägemaschine

Einseitig gelagerte Arbeitswellen werden an Säge-, Bohr- und Fräsmaschinen eingesetzt. Der Werkzeugwechsel ist relativ einfach und schnell.

Es dürfen nur **ausgewuchtete Werkzeuge** betrieben werden, da Schwingungen durch „Unwucht“ im Extremfall zu Werkzeug- und Wellenbruch und damit zu schweren Unfällen führen können.

Zweiseitig gelagerte Arbeitswellen sind zwischen den Lagern angeordnet (Abb. 2). Sie werden vornehmlich an Abricht- und Dickenhobelmaschinen eingesetzt. Da der Werkzeugwechsel schwieriger und zeitraubend ist, werden meist nur die Messer gewechselt [► 8.6.2].



2 Arbeitswelle einer Hobelmaschine

8.4.2 Aufbau stationärer Standardmaschinen

Nach den EU-Maschinenrichtlinien müssen stationäre Maschinen so ausgestattet sein, dass Werkstücke sicher aufliegen, geführt oder eingespannt werden können.

Der Maschinentisch aus Grauguss ruht auf einem Korpus aus Stahl bzw. einem Stahl-Beton-Verbund, der die Antriebs- und Arbeitsmechanik umschließt.

Führungsebenen

Die Führungsebenen bilden für das Werkstück bei der Bearbeitung die **Bezugs-** oder **Nullebenen** unter Aspekten der Arbeitssicherheit und der Präzision [► LF1 bis 4].



Standardführungsebenen sind

- Maschinentisch,
- Parallel- und Winkelanschlag, Anschlaglineal,
- Schiebeschlitten.

Funktionen der Führungsebenen sind:

- auftretende Kräfte von Werkzeug oder Werkstück aufzunehmen und abzuleiten,
- Spanungsabläufe kontrollierbar zu machen und eine sichere Bearbeitung zu gewährleisten.

Spezialvorrichtungen [► 8.7] sollen vor allem

- unfallsicheres Arbeiten gewährleisten,
- Fertigungstoleranzen (Präzision) einhalten.

Vorrichtungen als Zuführhilfen sind

- Zuführladen,
- Einsetzladen und Abstoppvorrichtungen,
- Formfräsvorrichtungen.

8.4.3 Zuführen und Führen

Es werden zwei Vorschubarten unterschieden.

Handvorschub ist Zuführen mit

- der Hand
- Zuführhilfen wie Zuführlade, Schiebeh Holz usw.,
- Vorrichtungen wie zwangsgeführten Schiebeschlitten,
- wegschwenkbaren Vorschubapparaten,
- Handmaschinen.

Mechanischer Vorschub heißt:

- Zuführvorrichtungen sind kraftgetrieben,
- Zuführvorrichtungen sind fest verriegelt,
- Werkstücke sind eingespannt.

Ob das Werkstück dem Werkzeug oder das Werkzeug dem Werkstück zugeführt wird, ist unabhängig von der Vorschubart.

8.5 Sägemaschinen

Tab. 1 Arten der Sägemaschinen

Sägemaschinen	Schnittbewegung
Stationäre Sägemaschinen	
Tischkreissägemaschine Format-/Besäumkreissägemaschine Plattenkreissägemaschine (vertikal und horizontal) Pendel-/Unterkappsägemaschine Furnierfügemaschine	zirkular
Tischbandsägemaschine Dekupiersägemaschine	linear
Handsägemaschinen	
Handkreissägemaschine	zirkular
Stichsägemaschine	linear