

Vakuum in der Holzbearbeitung – Teil 1

Vakuumtechnik ist in der Holzbearbeitung allgegenwärtig. Die Möglichkeiten Vakuum zu nutzen sind sehr vielseitig. Dennoch ist das Thema Vakuum für viele Holzver- und -bearbeiter oft eine Unbekannte, um nicht zu sagen, eine Unheimliche. In einer Serie in dieser und den drei nächsten Ausgaben wollen wir nützliche Informationen beisteuern, um die verschiedenen Arten der Vakuumerzeugung sowie deren Vor- und Nachteile zu erläutern und nicht zuletzt das Thema Wirtschaftlichkeit zu durchleuchten. Heute beginnen wir mit ein paar grundlegenden Überlegungen zum Thema Vakuum.

Vakuum – Was ist das eigentlich?

Bei der Holzbearbeitung wird Vakuum hauptsächlich eingesetzt zum:

- Spannen auf Bearbeitungsmaschinen
- Halten und Transportieren von Plattenmaterial und Werkstücken mit Handlingsgeräten
- Form- und Furnierpressen

Bei der Holzverarbeitung wird Vakuum zum

- Trocknen von Schnitt- und Bauhölzern und zur
- Holzimprägnierung

verwendet.

Beim Vakuumspannen auf CNC-Oberfräsen und anderen Bearbeitungsmaschinen wird die Vakuumtechnik am häufigsten eingesetzt. Hier nützt man die Haltekraft des Vakuums aus, um verschiedene Plattenmaterialien oder Massivholzteile bei der Bearbeitung sicher, schnell und ohne Druckstellen zu fixieren. Auch bei Handlingsgeräten oder bei Bestückungsrobotern wird diese Haltekraft oft durch Vakuum erzeugt.

Vakuum, auch Unterdruck genannt, ist rein physikalisch betrachtet ein Druckbereich, der niedriger als Atmosphärendruck ist. Der Atmosphärendruck beträgt auf Meereshöhe 1.013 Millibar (mbar), nimmt aber mit steigender Höhe stetig ab (Fig. 1). Außerdem haben Witterungsverhältnisse Einfluss auf den Atmosphärendruck. In der Vakuumtechnik rechnet man vereinfacht mit einem Atmosphären- oder Umgebungsdruck von 1.000 Millibar. Das heißt, bei Drücken von kleiner als 1.000 Millibar spricht man von Vakuum oder Unterdruck.

Die gebräuchlichste Druckeinheit für Vakuum ist Millibar (mbar), obwohl nach Norm dieser Druckbereich in Pascal (Pa) angegeben werden soll. Dabei geht man in der Vakuumtechnik vom Absolutdruck aus, beginnt also bei theoretisch 0 Millibar und endet bei 1.000 Millibar (=Atmosphärendruck). Speziell in der holzbearbeitenden Industrie sind aber auch Bar (bar), Minus-Bar (-bar) oder die Angabe des Druckes in Prozent (%) oft noch üblich (Fig. 2).

Kräfte beim Spannen mit Vakuum

Hält das aufgespannte Werkstück? Ist das Vakuum ausreichend oder die Vakuumpumpe leistungsstark genug? Fragen, die sich jeder schon gestellt hat, spätestens dann, wenn sich das rotierende Werkzeug dem aufgespannten Werkstück nähert.

Ganz theoretisch betrachtet vermindert man beim Spannen den Druck zwischen dem Werkstück und dem Bearbeitungstisch, beziehungsweise der Auflagefläche oder dem Sauger, indem man die Luft absaugt, also ein Vakuum erzeugt. Der jetzt höhere Atmosphärendruck drückt nun das Werkstück auf den Bearbeitungstisch und „spannt“ es dadurch. Der physikalische Druck ist definiert als eine Kraft, die auf eine bestimmte Fläche wirkt. Der Druck ist somit eine Funktion zwischen Kraft und Fläche (Fig. 3).

In der Praxis heißt das: Je größer das aufliegende Werkstück, desto größer die Haltekraft. Dies lässt sich am besten an einem Beispiel erklären:

Eine Massivholzplatte wird zur Bearbeitung auf den Rastertisch einer CNC-Bearbeitungsmaschine gelegt, der mit Dichtungsgummi gemäß den Abmessungen der Platte abgedichtet ist (Fig. 4). Eine Vakuumpumpe evakuiert die Luft zwischen der Holzplatte und dem Rastertisch innerhalb der abgedichteten Fläche.

Berechnung:

Atmosphärendruck:	1000 mbar
Unterdruck Vakuumpumpe (Arbeitsdruck):	200 mbar
Maße Holzplatte:	1.000 x 500 mm

Druckdifferenz:	
1000 mbar – 200 mbar	= 800 mbar
	= 80.000 Pa [N/m ²]

Auflagefläche = Spannfläche	
1.000 x 500 mm	= 500.000 mm ²
	= 0,5 m ²

Haltekraft	
$F = p \times A$	
$F = 80.000 \text{ N/m}^2 \times 0,5 \text{ m}^2$	= 40.000 N
	<u>= 4.000 kg</u>

Dies heißt, die Massivholzplatte mit einer Fläche von 0,5 m² wird durch das Vakuum mit einer Haltekraft von 40.000 N gehalten, was einem theoretischen Gewicht von 4 Tonnen entspricht, das die Platte auf den Bearbeitungstisch presst.

Würde unter den gleichen Bedingungen ein Massivholzbrett von 150 x 150 mm gespannt werden, wäre die Haltekraft $F = 80.000 \text{ N/m}^2 \times 0,0225 \text{ m}^2 = 1.800 \text{ N} = 180 \text{ kg}$.

Die Frage ist nun, wie groß diese vertikale Haltekraft durch das Vakuum sein muss, um ein Werkstück sicher zu spannen. An den Berechnungsbeispielen erkennt man, dass bei großflächigem Plattenmaterial die Haltekraft wesentlich unkritischer zu betrachten ist, als bei kleineren Holzteilen oder bei Materialien, die luftdurchlässig sind oder eine unebene, sprich undichte, Oberfläche haben.

In der Praxis lässt sich die notwendige Haltekraft nur schwer ermitteln, weil unterschiedlichste Faktoren, wie Eingriffs- und Spannungsgrößen oder Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten und -richtungen, Materialien und Reibwiderstände berücksichtigt werden müssen, so dass in aller Regel mit Erfahrungswerten gearbeitet werden muss.

Verschiedene Möglichkeiten des Vakuumpansens

Im Wesentlichen wird zwischen drei möglichen Verfahren des Vakuumpansens unterschieden:

- Rastertisch
- Nesting-Verfahren (Durchsaugtechnik)
- Konsolensystem mit Vakuumblocks

Parameter der Vakuumtechnik

Prinzipiell gibt es drei Parameter, die bei der Auswahl der geeignetsten Vakuumtechnik berücksichtigt werden müssen.

Enddruck

Der Enddruck gibt das höchstmöglich erreichbare Vakuumniveau, beziehungsweise den niedrigsten Unterdruck einer Vakuumpumpe an.

Saugvermögen

Darunter wird die Luftmenge verstanden, die eine Vakuumpumpe in einer bestimmten Zeit absaugen kann. Das Saugvermögen wird durch die Geometrie (Volumen) der Vakuumpumpe und ihrer Drehzahl beeinflusst. Je höher das Saugvermögen, desto schneller wird die Luft abgesaugt und der Enddruck erreicht. Hohe Saugvermögen helfen Leckagen, zum Beispiel beim Nesting-Verfahren, zu kompensieren.

Leistungsbedarf

Mechanische Vakuumpumpen werden in aller Regel von einem Elektromotor angetrieben. Je nach Bauprinzip und Wirkungsgrad nehmen Vakuumpumpen unterschiedlich viel Energie auf. Um die größtmögliche Energieeffizienz zu erzielen ist es wichtig, eine Vakuumpumpe auszuwählen, die die benötigte Leistung an Enddruck und Saugvermögen erbringt und gleichzeitig einen möglichst geringen Energiebedarf hat.

Alle drei Parameter sind voneinander abhängig. Zum einen sinkt das Saugvermögen je mehr sich die Vakuumpumpe dem Enddruck nähert (Fig. 4), zum anderen arbeitet eine Vakuumpumpe an einem bestimmten Betriebspunkt mit geringstem Energiebedarf.

Eine perfekte Auslegung der Vakuumerzeugung ist für einen Laien nur schwer zu erreichen, deshalb empfiehlt es sich, stets einen Vakuumspezialisten zu Rate zu ziehen.

Im zweiten Teil unserer Serie „Vakuum in der Holzbearbeitung“ gehen wir auf die verschiedenen Arten der Vakuumerzeugung ein.

Abbildungen

Fig. 1:
Atmosphärendruck in Abhängigkeit von Höhenmetern

Fig. 2:
Übliche Druckeinheiten im Vakuumbereich

Fig. 3:
Der Druck ist die Kraft, die sich auf eine definierte Fläche auswirkt

Fig. 4:
Die Saugvermögenskurve zeigt die Abhängigkeit zwischen Saugvermögen und Enddruck

Alle Bilder: ©Busch Dienste GmbH

Busch Vakuumpumpen und Systeme
Busch Dienste GmbH – Uli Merkle
Maulburg, den 2. Mai 2018