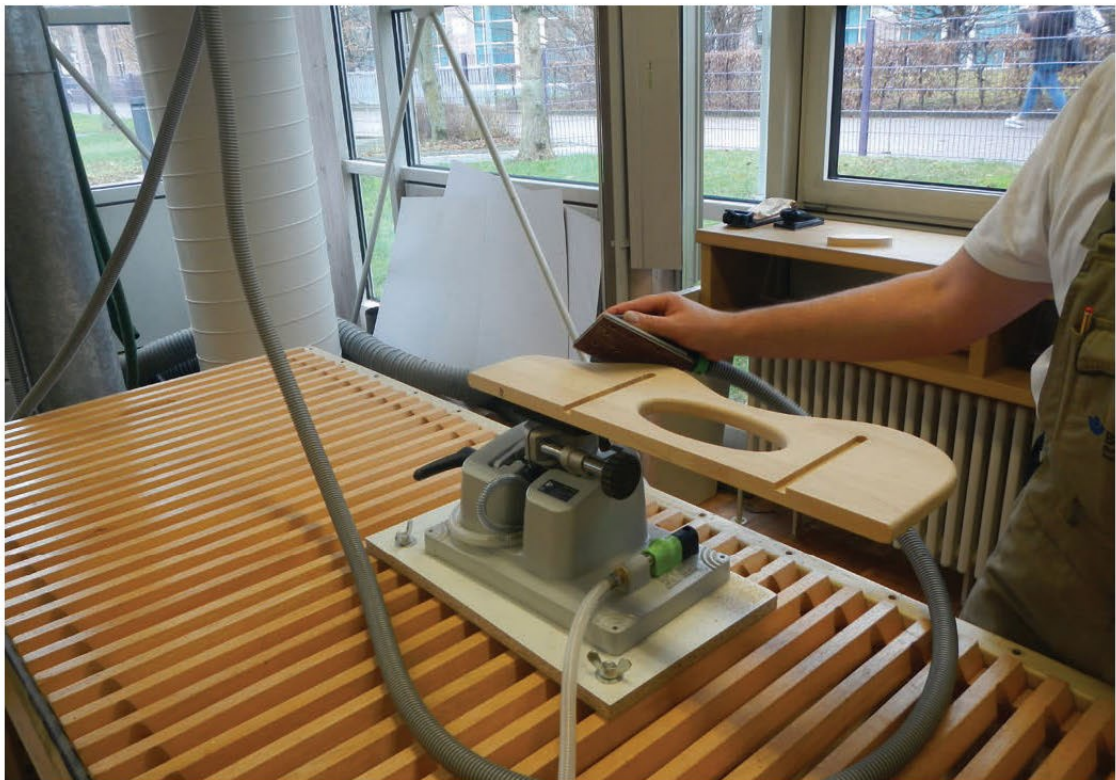


Sicheres & Gesundes Arbeiten

Schwerpunktthema Februar 2019

## Handschleifarbeitsplätze in der Holzbe- und -verarbeitung

Rund ein Viertel der Arbeitszeit in Schreinereien und Tischlereien entfällt auf Arbeiten mit handgeführten Schleifmaschinen oder auf Schleifarbeiten von Hand. Diese gehören zu den wesentlichen Quellen für die Holzstaubbelastung im Schreinerhandwerk. Welche Möglichkeiten zum staubarmen Arbeiten gibt es?



Zu den maschinell unterstützten Handschleifarbeiten zählen Arbeiten mit:

- Handbandschleifmaschinen
- Vibrationsschleifmaschinen (Schwingschleifer, Rutscher)
- Handscheibenschleifmaschinen (Exzentrerschleifer, Druckluft-Scheibenschleifer)
- Handstabschleifmaschinen

Manuelle Schleifarbeiten können mithilfe eines Schleifklotzes, über den Schleifpapiere unterschiedlicher Körnung gezogen werden, oder mit einem direkt in der Hand liegenden Schleifmittel durchgeführt werden – mit diesem insbeson-

dere, wenn sehr kleine Flächen, Kanten oder Innenradien von gekrümmten Werkstücken zu schleifen sind.

### Abgesaugte Arbeitstische

Messungen in Betrieben haben gezeigt, dass bei den oben aufgeführten Schleifarbeiten der Luftgrenzwert für Holzstaub von  $2 \text{ mg/m}^3$  häufig überschritten wird. Diese Arbeiten gehören damit zu den wesentlichen Quellen für die Holzstaubbelastung im Schreinerhandwerk. In der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 553 „Holzstaub“ wird daher eine Absaugung der Handmaschinen mit einem Entstauber der Staubklasse M für Holzstaub gefordert. Handschleifar-

beiten müssen auf abgesaugten Arbeitstischen durchgeführt werden. Allerdings ist das Erfassen der Staubpartikel direkt an der Entstehungsstelle dabei nur eingeschränkt möglich. Es kann allenfalls verhindert werden, dass sich der Staub im Arbeitsbereich ausbreitet und ablagert. Um die Staubbelastungen zu minimieren, sollte generell bei allen Staub emittierenden Handarbeiten – sei es mit der Maschine oder dem Schleifklotz – eine Absaugung an der Entstehungsstelle über einen Entstauber erfolgen und sie sollten zusätzlich auf abgesaugten Arbeitstischen ausgeführt werden. Nur so kann von einem staubarmen Arbeitsbereich entsprechend der TRGS 553 ausgegangen werden und es sind dann keine regelmäßigen Kontrollmessungen entsprechend der TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ erforderlich.

## Absaugbare Handschleifklötze

In der Praxis werden abgesaugte Arbeitstische bisher nicht ausreichend eingesetzt. Gründe sind räumliche Enge, unzureichende Absaugkapazitäten oder große Werkstücke, die auf der abgesaugten Werkbank nicht zu handhaben sind. Als alternative Lösung werden für nicht maschinell unterstützte Handschleifarbeiten absaugbare Handschleifklötze angeboten. Diese ergonomisch geformten Schleifwerkzeuge können über einen mobilen Entstauber abgesaugt werden. Absaugbare Handschleifklötze gibt es in verschiedenen Größen; ein Bypass-Adapter sorgt für eine Anpassung der Absaugleistung an das zu bearbeitende Werkstück. Die Handhabung wird durch Absaugschläuche mit geringem Durchmesser und geringer Biegesteifigkeit erleichtert. Die absaugbaren Schleifklötze benötigen bei ihrer Verwendung spezielle staub- und luftdurchlässige Schleifmittel wie gelochte Schleifscheiben oder Netzschleifmittel. Das Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz erfordert von der Bedienperson eine Umstellung hinsichtlich der sonst üblichen Arbeitsweise. Um ein ergonomisches Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz zu ermöglichen und um Beschädigungen am Werkstück zu vermeiden, sollte der Schlauch bevorzugt vom Deckenbereich zur Arbeitsfläche führen.

## Holzstaubbelastung um ein Vielfaches abgesenkt

Versuche der BGHM belegen, dass – in Abhängigkeit von Holzart und Schleifkörnung – die sonst übliche Holzstaubbelastung um ein Vielfaches abgesenkt werden kann, wenn abgesaugte Handschleifklötze verwendet werden. Von hoher Bedeutung ist dabei, dass die beim klassischen Handschleifen mit nicht abgesaugten Schleifklötzen zu beobachtenden Staubablagerungen auf der Kleidung der Beschäftigten, auf dem Werkstück und dem Arbeitstisch stark reduziert sind. Die Gefahr des Aufwirbelns der bereits abgelagerten Stäube sowie die Verschleppung der Stäube in andere Betriebsbereiche wird deutlich vermindert.

Handschleifklotz mit Absaugung über biegeweichen Anschlusschlauch



© Mita GmbH

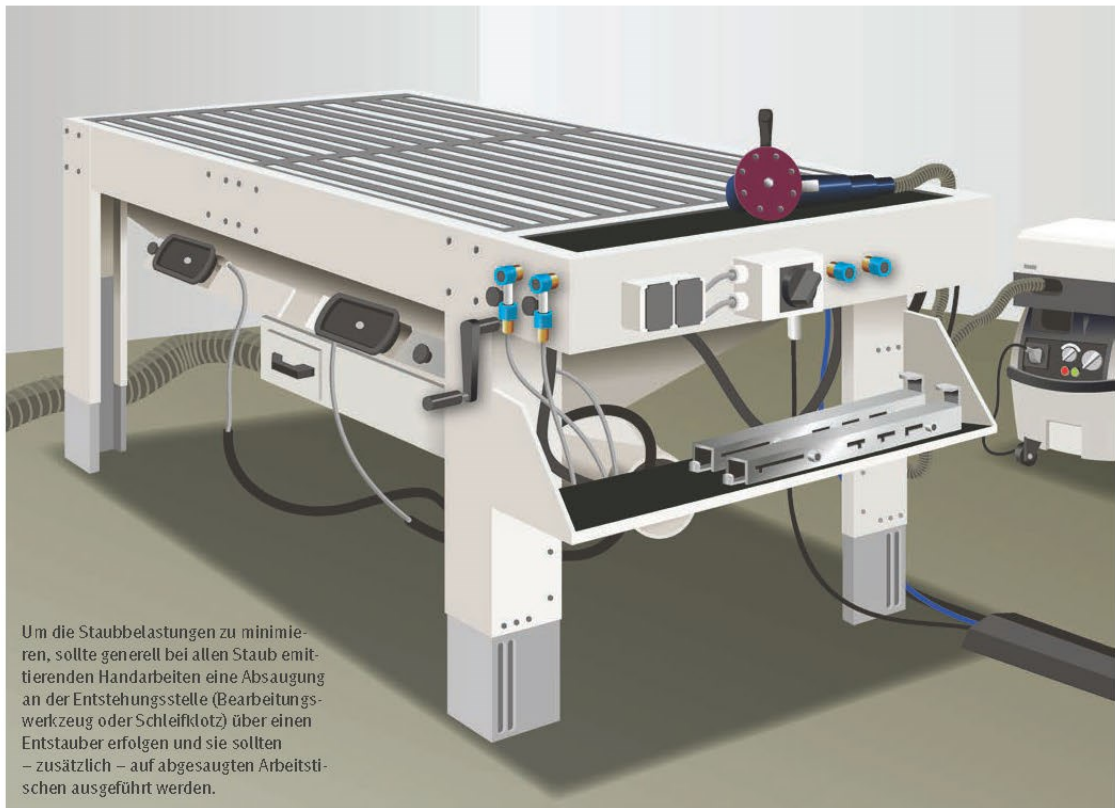
Allerdings werden nach Untersuchungen der BGHM auch bei optimal abgesaugten Handmaschinen und Handschleifklötzen nur Erfassungsgrade zwischen 65 Prozent (Handschleifklotz) und 85 Prozent (Schwingschleifer) erreicht. Da die Erfassungsgrade der einzelnen Bearbeitungssysteme – bestehend aus Schleifwerkzeug und Entstauber – auch bei guter Absaugleistung unter 100 Prozent bleiben, sind Staubablagerungen auf den bearbeiteten Werkstücken auch bei Absaugung über einen Entstauber nicht gänzlich zu vermeiden. Bei der Handhabung der Werkstücke werden die Ablagerungen aufgewirbelt und in die Umgebung freigesetzt. Um diese Staubanteile zu erfassen, sollten in jedem Betrieb zusätzlich auch absaugbare Arbeitstische oder Schleiftische genutzt werden. Eine Verschleppung in andere Betriebsbereiche kann dadurch minimiert oder gänzlich verhindert werden. Dies gilt besonders für Schleifarbeiten, bei denen ein absaugbarer Handschleifklotz aufgrund der Werkstückgeometrie nicht genutzt werden kann.

## Schleifarbeiten an großen oder sperrigen Werkstücken

Mit den geschilderten Verfahren (Schleifen mit abgesaugten Handmaschinen oder Handschleifklötzen) lassen sich auch die meisten größeren Werkstücke staubarm bearbeiten. Für die Handhabung plattenförmiger Werkstücke (zum Beispiel Korpusteile, Türblätter) bieten die Hersteller von absaugbaren Arbeitstischen Zubehör, beispielsweise einstellbare



Sicheres & Gesundes Arbeiten



Vakuumspannelemente an. Mit diesen können die Werkstücke sicher und lagestabil auf dem oder seitlich am Arbeitstisch gehalten werden. Über die Höhenverstellung kann das Werkstück so befestigt werden, dass eine behinderungsfreie und komfortable Bearbeitung möglich ist und gleichzeitig das Saugfeld der Absaugung des Arbeitstisches wirksam bleibt. Aber auch diesem Bearbeitungsverfahren sind in der Praxis Grenzen gesetzt: Aufgrund der Abmessungen der absaugbaren Arbeitstische ist eine wirksame Absaugung von Holzstäuben bei Schleifarbeiten an größeren Werkstücken nicht immer durchführbar. Kommen solche Anforderungen in größerem Umfang in einem Betrieb vor, müssen alternative Lösungen angewendet werden. Diese funktionieren analog zu Farbnebelabsaugungen als Unterflur- oder Wandabsaugungen. Bei den genannten Lösungen wird jedoch erfahrungsgemäß trotz des hohen anlagentechnischen und energetischen Aufwandes eine Einhaltung des Luftgrenzwertes ohne zusätzliche Absaugung der Schleifmittel an der Entstehungsstelle über Entstauber nicht sichergestellt. Alternativ können in diesen Fällen auch spezielle Schleifabsaugkabinen für große und sperrige Werkstücke eine Lösung sein. Solche Großkabinen können mit einer Grundfläche bis zu 30 m<sup>2</sup> (5,0 m x 6,0 m) ausgestattet und bis zu 4,5 m hoch sein. Auf beiden Seiten des Kabineneingangs befinden sich zwei Zuluft-Einlässe, durch welche die Frischluft impulsarm in die Kabine gelangt. Gegenüber dem Eingangsbereich befindet sich die Absaugwand. Diese ist mit einem Raster von speziellen Erfassungsdüsen ausgestattet, die nach Her-

stellerangabe gegenüber schlitzzartigen oder haubenartigen Erfassungseinrichtungen wesentlich verbesserte Erfassungstiefen aufweisen. Der Eingang kann entweder mit Türen oder mit einer Plane geschlossen werden. In der Kabine wird eine gleichförmige Luftströmung in Richtung Absaugwand erzeugt. Querströmungen und unkontrollierte Rückströmungen werden somit vermieden. Der Beschäftigte wird weitestgehend mit der nachströmenden Frischluft versorgt, die staubbeladene Luft wird über die Absaugwand entfernt.

Messungen haben gezeigt, dass die Staubkonzentrationen durch den Einsatz solcher Absaugkabinen auf Werte von < 0,2 bis 0,4 mg/m<sup>3</sup> gesunken sind. Damit wurde die Staubbelastung beim Schleifen auf rund ein Zehntel des ursprünglichen Staubniveaus reduziert. Wesentliche Vorteile dieser Lösung sind insbesondere:

- hohe Erfassungsgrade
- reduzierte Abluftvolumenströme
- optimale Zugänglichkeit zu den Werkstücken

### Gesamtbeurteilung und Ausblick

In mehreren Projekten der BGHM wurde festgestellt, dass sowohl beim Schleifen von Hand als auch beim Einsatz von handgeführten Schleifmaschinen technische Möglichkeiten bestehen, die die Höhe der Belastung wirksam absenken können. Diese Erkenntnis ist von besonderer Bedeutung, da es sich gerade hierbei um Tätigkeiten mit starken Emissionen handelt. Eine Emissionsreduzierung in diesen Bereichen führt auch zu einer Reduzierung der Staubbelastung

im gesamten Betrieb. Die Verwendung eines abgesaugten Handschleifklotzes wirkt sich in erster Linie sehr deutlich auf die Staubbelastung bei dieser Tätigkeit selbst aus. Die vorliegenden Messergebnisse belegen, dass – in Abhängigkeit der Holzart und der Schleifkörnung – die üblichen Belastungen um ein Vielfaches abgesenkt werden können: Der Luftgrenzwert für Holzstaub kann deutlich unterschritten werden.

Um ein ergonomisches Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz zu ermöglichen und um Beschädigungen am Werkstück zu vermeiden, ist in der Regel eine Änderung der klassischen Absaugschlauchführung (und somit der Position des Entstaubers) erforderlich. Die Schläuche sollten hierbei bevorzugt vom Deckenbereich zur Arbeitsfläche führen. Erwähnenswert ist außerdem, dass der Handschleifklotz wegen seiner geringen Abmessungen und des geringen Gewichtes auch für den mobilen Einsatz geeignet ist.

Der abgesaugte Handschleifklotz hat in der Praxis leider noch keine starke Verbreitung gefunden. Aufgrund fehlender Möglichkeiten der messtechnischen Begleitung liegen bisher nur wenige Messergebnisse vor. Diese sind allerdings sehr vielversprechend und zeigen eindeutig die Möglichkeit einer erfolgreichen Emissionsreduzierung beim Handschleifen. Wünschenswert wäre es, diese Erkenntnisse durch weitere Messergebnisse unter „betriebsüblichen Bedingungen“ abzusichern. Ebenfalls bedarf es weiterer Klärung, für welche Handschleiftätigkeiten der abgesaugte Handschleifklotz in der Praxis geeignet ist.



Aufgrund seiner geringen Abmessungen und des geringen Gewichtes ist der Handschleifklotz sowohl für den stationären als auch für den mobilen Einsatz geeignet.

Bernd Detering, BGHM



Nutzen Sie das Plakat und die Checkliste zum Schwerpunktthema im Monat Februar für Ihre betriebliche Präventionsarbeit. Sie sind Bestandteil des BGHM-Wandkalenders.

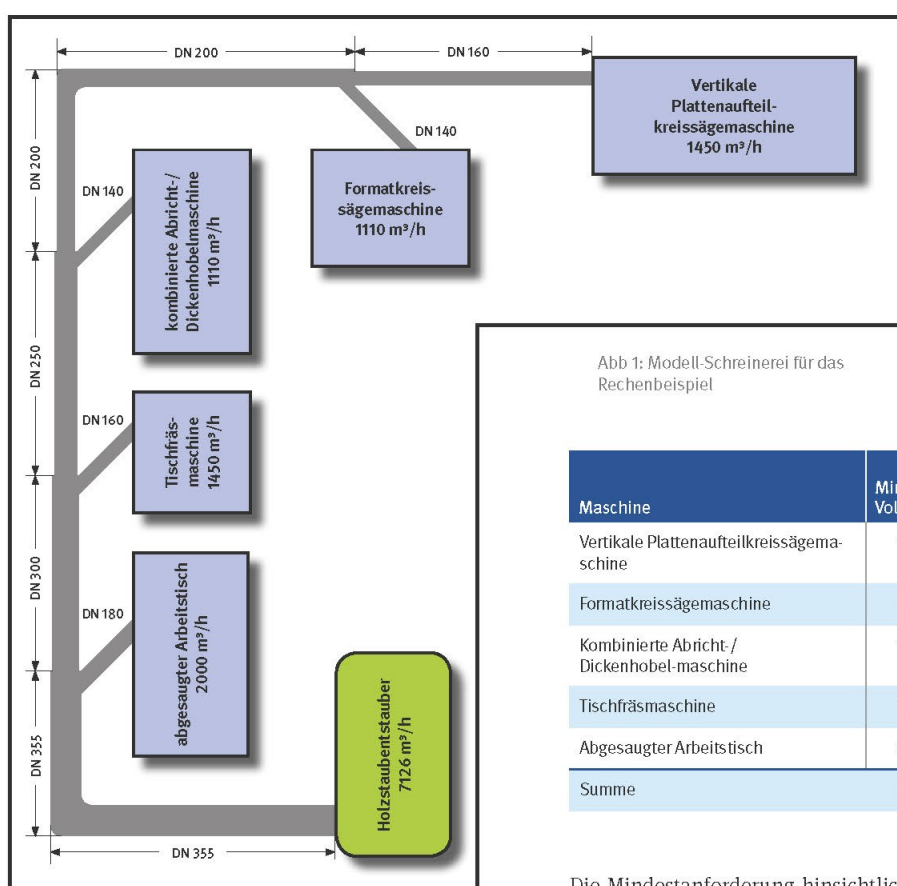




Lösungen für die Holzwerkstatt

## Optimal absaugen

In den vergangenen Jahren sind zum einen die Holzstaubbelastung, zum anderen die Energiekosten für die Betriebe der Holzbranche stark in den Fokus gerückt. Wie hängen diese beiden Themen zusammen?



Maschine	Mindest-Volumenstrom	Erforderlicher statischer Unterdruck
Vertikale Plattenaufteilkreissägemaschine	1.450 m³/h	1.500 Pa
Formatkreissägemaschine	1.110 m³/h	1.600 Pa
Kombinierte Abricht-/Dickenhobelmaschine	1.110 m³/h	1.500 Pa
Tischfräsmaschine	1.450 m³/h	850 Pa
Abgesaugter Arbeitstisch	2.000 m³/h	600 Pa
Summe	7.120 m³/h	

Die Mindestanforderung hinsichtlich einer wirksamen Absaugung sind in oben stehender Tabelle aufgeführt.

**B**eide Themen scheinen im Widerspruch zu stehen: Je mehr abgesaugt wird, desto höher ist der Energiebedarf. In vielen Betrieben macht der Energieaufwand für die Holzstaubabsaugung über ein Drittel des gesamten Energiebedarfs aus. Allerdings ist es ein zentrales Anliegen des Gesundheitsschutzes, die Holzstaubbelastung so gering wie möglich zu halten. Die BGHM hat deshalb anhand einer Muster-Schreinerei (kleine Schreinerei/Tischlerei) nachgerechnet, wie sich sowohl die Holzstaubbelastung als auch der Energiebedarf reduzieren lassen. Mit einer Optimierung des Rohrleitungssystems der Absauganlage können Betriebe erhebliche Einsparungen erzielen.

- Eine Optimierung muss von einer Fachperson durchgeführt oder begleitet werden.
- Ziel der Optimierung ist es, an jeder Maschine einen Nachweis zu führen, dass die Mindestluftgeschwindigkeit bei jedem vorkommenden Betriebszustand eingehalten wird.
- Um die Mindestluftgeschwindigkeit in den Rohrabschnitten einzuhalten, müssen in Abbildung 1 immer alle Maschinen abgesaugt werden.
- Durch einen Abgleich der Maschineninnenwiderstände kann bereits ein hohes Maß an Optimierung erreicht werden. An den Drosselementen darf sich aber kein Material verfangen können.



- Eine Optimierung des Rohrsystems macht nur Sinn, wenn das Absauggerät ausreichende Leistungsreserven besitzt. Als Faustformel gilt, dass der Nennvolumenstrom auf dem Typenschild des Absauggerätes 20 Prozent größer als die maximale Summe der Nennvolumenströme der gleichzeitig betriebenen Holzbearbeitungsmaschinen sein sollte. Der Nennvolumenstrom ergibt sich aus der Multiplikation der erforderlichen Luftgeschwindigkeit mit der Querschnittsfläche des Absaugstutzens und wird in  $[m^3/h]$  angegeben. Für das Rohrleitungssystem nach Abbildung 1 ist das Absauggerät zu knapp bemessen.

## Häufige Schwachpunkte

In dem Beispiel sind folgende in der Praxis häufig zu beobachtende Schwachpunkte ersichtlich:

- Der Nennvolumenstrom des Absauggeräts reicht nur sehr knapp aus.
- Die „Leichter“ abzusaugenden Maschinen und Geräte (Tischfräsmaschine und der abgesaugte Arbeitstisch) stehen deutlich näher zum Absauggerät als die Formatkreissägemaschine und die vertikale Plattenaufteilkreissägemaschine mit hohem Innenwiderstand. Diese sind deutlich schwerer abzusaugen. Um an den zuletzt genannten Kreissägemaschinen die geforderte Mindestluftgeschwindigkeit von 20 m/s einzuhalten, sind theoretisch an anderen Stellen des Rohrsystems Luftgeschwindigkeiten bis zu 40 m/s vorhanden. Die meiste Luft strömt durch die leichter absaugbaren Maschinen. Zusätzlich bekommen die Beschäftigten am abgesaugten Arbeitstisch durch die hohe Luftumwälzung kalte Finger.
- Die Rohrleitungsführung folgt in ungünstiger Weise der Raumkontur und besitzt durch die 90°-Bögen einen hohen Strömungswiderstand.
- Die vertikale Plattenaufteilkreissägemaschine ist mit einem drei Meter langen flexiblen Schlauch an die Transportrohrleitung im Deckenbereich angeschlossen.
- Es gibt eine zentrale Absaugleitung. Nichtbenutzte Maschinen können nicht vom Rohrmnetz getrennt werden. Ansonsten wird die geforderte Mindestluftgeschwindigkeit nicht erreicht und es kommt zu Ablagerungen.

Im Rahmen der theoretischen Betrachtungen wurde der flexible Absaugschlauch an der vertikalen Plattenaufteilkreissägemaschine durch eine Festverrohrung ersetzt. Des Weiteren wurde ein Abgleich der Innenwiderstände durchgeführt.

Dabei wird der Innenwiderstand von leicht abzusaugenden Maschinen und dem abgesaugten Arbeitstisch durch ein Drosselement erhöht und so das Unterdruckniveau in der Gesamtanlage auf einen gleichmäßigen Wert gebracht. Die Drosselemente müssen allerdings so beschaffen und angeordnet sein, dass sich an den Elementen kein Material ansammelt oder verfängt. Voraussetzung ist, dass an jeder Maschine der geforderte Mindestvolumenstrom und die Mindestluftgeschwindigkeit eingehalten werden. Alternativ kann ein hoher Unterdruckbedarf einer Maschine durch einen Stützventilator am Maschinenanschluss erreicht werden. Dies wurde im Beispiel nicht angewendet. Weiterhin wurde der Aufstellort des Absauggerätes verändert und die Leitungen möglichst ohne Richtungsänderungen zum Absauggerät geführt (Abbildung 2).

Die Berechnungen kommen für die einzelnen im Beispiel gezeigten Maßnahmen zu folgendem Ergebnis:

1. Durch den Ersatz des flexiblen Absaugschlauchs konnte der Volumenstrom durch die vertikale Plattenaufteilkreissägemaschine um ca. zehn Prozent gesteigert werden. Es lohnt sich deshalb immer, die Schläuche auf ein Mindestmaß zu reduzieren.
2. Durch den Abgleich der Innenwiderstände (Anordnung wie in Abbildung 1) konnten etwa 50 Prozent der Absaugleistung eingespart werden. Allerdings darf keine Maschine durch die Schieber abgesperrt werden, da ansonsten die Mindestluftgeschwindigkeit in der darauffolgenden Hauptsammelleitung unterschritten wird und sich Ablagerungen bilden.
3. Durch den neuen Standort des Absauggeräts (siehe Abbildung 2) konnte bereits ohne Abgleich der Innenwiderstände der erforderliche Leistungsbedarf um mehr als 55 Prozent reduziert werden. Die schwer abzusaugenden Maschinen stehen jetzt näher am Absauggerät und die Rohrleitungen werden gerade auf den Holzstaubentstauber zugeführt. Es wurde auch angenommen, dass der Musterbetrieb morgens zuschneidet und mittags den Zuschnitt weiterverarbeitet. Damit wird jeweils nur ein Strang (grün oder blau) betrieben. Durch einen Frequenz-Umrichter wird die Leistung der Absauganlage angepasst. Die erforderliche Mindestluftgeschwindigkeit in den Rohrleitungen ist dabei zu beachten.
4. Mit der Gesamtmaßnahme (neue Standorte nach Abbildung 2 und Abgleich der Innenwiderstände) ist eine Einsparung von etwa 60 Prozent zu erreichen.

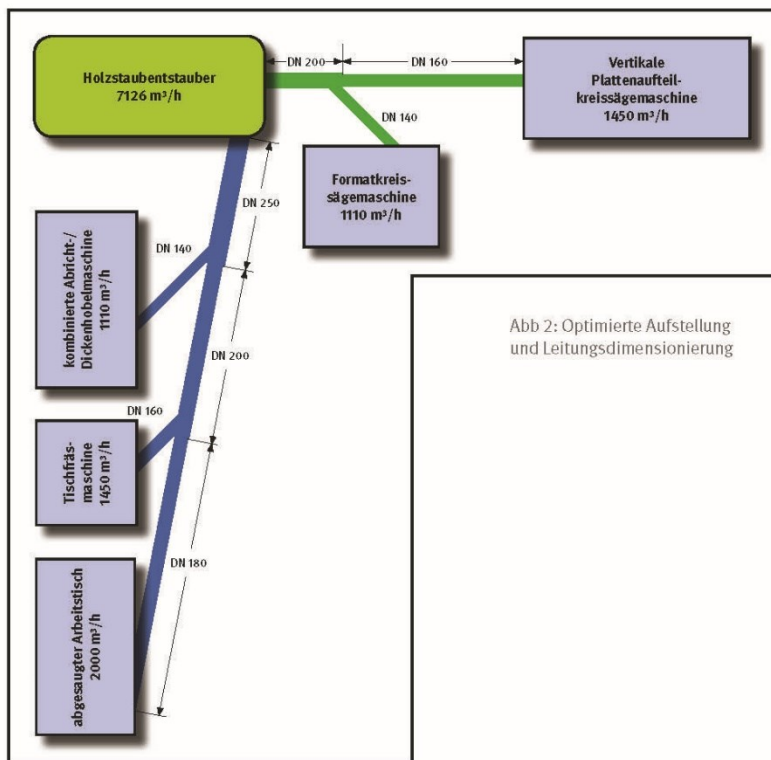


Abb 2: Optimierte Aufstellung und Leitungsdimensionierung

Nr.	Maßnahme	Elektrische Leistung*	Ersparnis pro Jahr**
0	Ohne Maßnahme	24,4 kW	0 €
1	Ersatz Flex-Schlauch	24,3 kW	10 €
2	Abgleich der Innenwiderstände	12,5 kW	5.930 €
3	Umstellung Absauggerät und Leitungsoptimierung	10,4 kW	7.000 €
	Mit Strangabspernung	3,5 – 6,1 kW	9770 €
4	Kombination aus 2 und 3	9,9 kW	7.220 €

\* Effektivität des Absauggerätes angenommen mit 40 Prozent  
 \*\* bei 25 ct/kWh und 2.000 h/Jahr

#### Hinweise:

- Ein nicht optimaler Betriebspunkt des Ventilators wurde nicht berücksichtigt.
- Der Betriebspunkt wurde unabhängig von der Ventilator-Kennlinie gewählt. Ziel war es, in allen Rohrleitungsabschnitten möglichst 20 m/s zu erreichen.

– Eine Absauganlage nach Abbildung 1 ohne jegliche Energieeinsparungsmaßnahme wird in der Praxis nicht funktionieren.

Empfehlenswert sind die Maßnahmen Nr. 1 und 3. Alternativ zu Maßnahme Nr. 3 kann auch durch Maßnahme Nr. 2 eine deutliche Einsparung erreicht werden.

An dem hier vorgestellten Beispiel sollten alle Optimierungsmaßnahmen an Absaugrohrleitungssystemen vorgestellt werden. In der Praxis wird es bei der Energieeinsparung Abweichungen geben. Jedoch soll mit dem Beispiel der Nutzen der Verbesserungen für konkrete Fälle gezeigt werden. Eine Optimierung der Absauganlage muss von einer Fachperson durchgeführt werden. Dieser Einsatz lohnt sich, denn die Kosten werden in wenigen Betriebsjahren wieder eingespart. Die Absaugung in den Betrieben fachlich zu analysieren und zu optimieren dient dem Gesundheitsschutz und spart gleichzeitig Geld.

Dr. Björn Otte, BGHM