

Langbandschleifmaschine – eine Maschine mit kritischer Stauberfassung

Eine der im Handwerksbereich am häufigsten anzutreffenden Holzbearbeitungsmaschinen ist die Langbandschleifmaschine. Vom Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) durchgeführte Staubmessungen in Handwerksbetrieben haben gezeigt, daß ältere Maschinen dieses Typs, die einen integrierten Ventilator zur Staubabsaugung besitzen, den gültigen TRK-Wert von 2 mg/m³ für Holzstaub nicht einhalten können (Abb. 1). Das IfW hat daher zusammen mit den Firmen Johannsen und 3M Untersuchungen durchgeföhrt, um zu klären, durch welche Maßnahmen eine Verbesserung der Stauberfassung an Langbandschleifmaschinen erreicht werden kann und wie sich Altmaschinen nachrüsten lassen. – Von Prof. Dr.-Ing. h. c. Uwe Heisel und Dipl.-Ing. Edmund Weiss¹⁾.

Nach der Tischkreissägemaschine ist die Langbandschleifmaschine die zweithäufigste Maschine in Handwerksbetrieben und neben der Tischkreissägemaschine der einzige Maschinentyp, der bei annähernd 100 Prozent aller Betriebe vorhanden ist. Da sich das Grundprinzip dieser Maschinen seit Jahrzehnten nicht verändert hat, ist das Durchschnittsalter dieser Maschinen im Vergleich zu anderen Maschinentypen recht hoch. Das Durchschnittsalter der bei den Betriebsmessungen vorgefundenen Langbandschleifmaschinen betrug 30 Jahre, während das Durchschnittsalter der übrigen Maschinen

mit etwa 15 Jahren gerade halb so hoch war. Übertroffen wird die Langbandschleifmaschine in ihrem Durchschnittsalter fast nur noch von der Tischbandsägemaschine und teilweise von der Kettenfräse. Obwohl die Breitbandschleifmaschinen auch bei kleineren Handwerksbetrieben zunehmend Verbreitung findet, wird die Langbandschleifmaschine weiterhin ihre Daseinsberechtigung besitzen, da sich nicht alle Arbeiten, welche bislang auf Langbandschleifmaschinen durchgeföhrt wurden, auf Breitbandschleifmaschinen verrichten lassen. Demzufolge findet man auch keine Handwerksbetriebe, die beim Neukauf einer Breitband-

¹⁾ Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. U. Heisel ist Direktor des Instituts für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart, Dipl.-Ing. E. Weiss ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung für Holzbearbeitungsmaschinen desselben Institutes.

Tafel 1: Staubkonzentrationswerte für unterschiedliche Versuchsanordnungen

Versuchs-anordnung	Absaug-anschlüsse	Absaugluft-Volumenstrom	Schleifband	Staubkonzentration [mg/m ³] an Meßort		
				1	2	3
1	Antriebsrolle	1108 m ³ /h	Normalband	2,30	0,96	4,04
			Anti-Statik	2,26	0,67	3,95
2	Antriebsrolle und Umlenkrolle	1923 m ³ /h	Normalband	2,30	0,84	4,09
			Anti-Statik	2,18	0,60	3,72
3	Antriebsrolle und Auflagetisch	3370 m ³ /h	Normalband	0,50	0,27	0,99
			Anti-Statik	0,49	0,25	0,92
4	Antriebsrolle und Schleifschuh	1470 m ³ /h	Normalband	1,37	0,36	1,78
			Anti-Statik	1,34	0,33	1,76
5	Antriebsrolle und Schleifschuh	1470 m ³ /h	Lochung 1	0,96	0,42	1,13
			Lochung 2	0,53	0,33	0,97

schleifmaschine die Langbandschleifmaschine ausmustern.

Integrierter Ventilator und strömungsungünstige Fängergestaltung bedingen hohe Staubemissionen

Die älteren Langbandschleifmaschinen, wie sie noch bis vor wenigen Jahren gebaut wurden, hatten einen integrierten Ventilator für die Staubabsaugung. Dieser Ventilator ist auf der Antriebswelle für das Schleifband befestigt und hinter der Antriebsrolle angeordnet. Dessen Leistung ist indes bei nachgeschaltetem Filter in der Regel nicht ausreichend, um eine Mindestabsauggeschwindigkeit von 20 m/s sicherzustellen. Hierzu ist der zusätzliche Anschluß der Maschine an eine Zentralabsaugung erforderlich. Der Schleifstaub muß bei diesem Absaugkonzept mit integriertem Ventilator senkrecht zu der Schleifrichtung und damit zu seiner Flugrichtung umgelenkt werden. Aufgrund der absaugtechnisch extrem ungünstigen Gestaltung der Erfassungselemente konnte keine dieser Maschinen in der Praxis den Staubwert von 2 mg/m³ einhalten, auch nicht bei einer Absauggeschwindigkeit von über 20 m/s. Das vom Schleifband verursachte Strömungsfeld und die kinetische Energie der Staubteilchen ist so groß, daß ein nicht unerheblicher Staubanteil mit dem Schleifband umläuft und an anderer Stelle, beispielsweise an der hinteren Umlenkrolle, in die Umgebungsluft gelangt. Eine Steigerung der Absaugleistung allein ist somit zur Einhaltung des Staubgrenzwertes nicht ausreichend, sondern es bedarf eines verbesserten Stauberfassungselementes.

Ein weiterer Nachteil des in die Maschine integrierten Ventilators besteht darin, daß er in dem nachfolgenden Rohrleitungssystem für einen Überdruck sorgt, zumindest jedoch den Underdruck stark reduziert, wenn die Maschine an eine Zentralabsaugung angeschlossen ist. Dies führt dazu, daß sich bei den anderen, an demselben

Absaugstrang angeschlossenen Maschinen die Absaugleistung deutlich vermindert. Im Extremfall kann sich sogar die Strömungsrichtung umkehren und der an der Langbandschleifmaschine entstehende Staub an einer anderen Maschine in den Arbeitsraum geblasen werden.

Untersuchungen zu unterschiedlichen Stauberfassungsmöglichkeiten

An einer neuen serienmäßigen Langbandschleifmaschine ohne eigenem Ventilator (Abb. 2) wurden verschiedene Möglichkeiten zur verbesserten Stauberfassung untersucht und bewertet. Für insgesamt fünf Versuchsanordnungen wurden Staubmessungen durchgeführt (Tafel 1), und zwar nach den für diesen Maschinentyp vorgeschriebenen Staubmeßbedingungen (DIN 33893, Anhang A 15.2). Diese Meßbedingungen sehen vor, daß zu gleichen zeitlichen Anteilen eine Tischlerplatte, ein Kantholz sowie ein Rahmen mit zwei Innensprossen (Abb. 3) geschliffen werden. Für die Staubmessungen wurde ein herkömmliches Schleifband sowie ein Anti-Statik-Band eingesetzt. Die in Tafel 1 angegebenen Staubmeßwerte (Meßanordnung siehe Abb. 4) stellen arithmetische Mittelwerte aus zwei Einzelmessungen dar. Auf die in DIN 33893 vorgeschriebene statische Bewertung wurde hier verzichtet, da es sich um Vergleichsmessungen handelt. Die mittlere Luftgeschwindigkeit für die Absaugung wurde an sämtlichen jeweils vorhandenen Absauganschlüssen auf 20 m/s eingestellt.

Versuchsanordnung I

Bei der Versuchsanordnung 1 wurde nur die Antriebsrolle abgesaugt. Der Querschnitt der Absaugung betrug 140 mm und damit die abgesaugte Luftmenge 1108 m³/h. Die höchste Staubkonzentration wurde mit dem Normalband mit 4,04 mg/m³ am Meßort 3 ermittelt, d. h. der TRK-Wert von 2 mg/m³ wird deutlich überschritten. Für das Anti-Statik-Band waren die Staubwerte durchschnittlich

etwa 6 % geringer, sie lagen jedoch ebenfalls weit über dem zulässigen Wert. Die geringen Staubwerte für das Anti-Statik-Band resultieren daraus, daß der Schleifstaub aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit dieses Schleifbandes besser zur Absaugung transportiert werden kann.

Versuchsanordnung 2

Bei der Versuchsanordnung 2 wurde zusätzlich zur ersten Versuchsanordnung die Umlenkrolle abgesaugt. Die Absaugquerschnitte betrugen 140 mm an der Antriebsrolle und 120 mm an der Umlenkrolle, womit sich das abgesaugte Luftvolumen zu 1923 m³/h berechnet. Für das Normalband konnte dadurch keine Verbesserung erreicht werden. Dies zeigt, daß die konstruktive Gestaltung des Spänefängers an der Antriebsrolle infolge des tangential in Späneflugrichtung angeordneten Absauganschlusses verbunden mit einem Späneleitblech absaugtechnisch gut gelungen ist. Beim Anti-Statik-Band hingegen verringerten sich die Werte um durchschnittlich 6 %. Dies deutet darauf hin, daß der Schleifstaub eher vom Anti-Statik-Band mitgenommen wird und mit diesem umläuft, er also nicht so leicht von der Absaugung an der Antriebsrolle erfaßt werden kann. Dieser umlaufende Schleifstaub kann zumindest teilweise durch die zweite Absaugung an der Umlenkrolle erfaßt werden.

Versuchsanordnung 3

Bei dieser Versuchsanordnung waren die Antriebsrolle sowie der Auflagetisch (Abb. 4) abgesaugt. Mit einem Absaugquerschnitt von 140 mm für die Antriebsrolle und von 200 mm für die Tischabsaugung ergibt sich die höchste abgesaugte Luftmenge aller Versuchsanordnungen, und zwar 3370 m³/h. Die Tischabsaugung wird hauptsächlich beim Schleifen des Kantholzes und des Rahmens wirksam. Hier kann sie den Staub erfassen, der bei den schmalen Werkstücken seitlich am Schleifband entweicht und aufgrund seines Gewichtes nach unten fällt. Bei der großflächigen

Abb. 1: Staubmessungen an Langbandschleifmaschine in Handwerksbetrieben

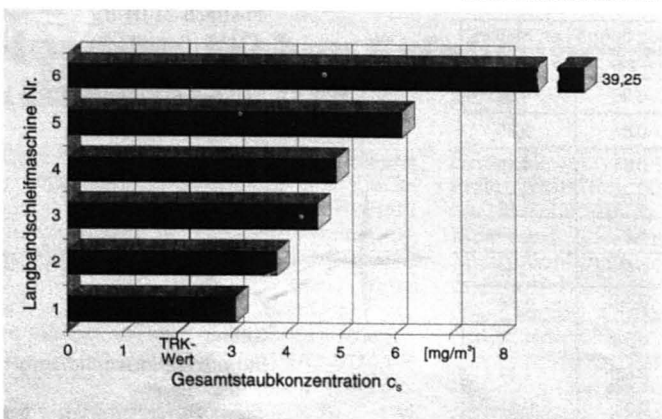
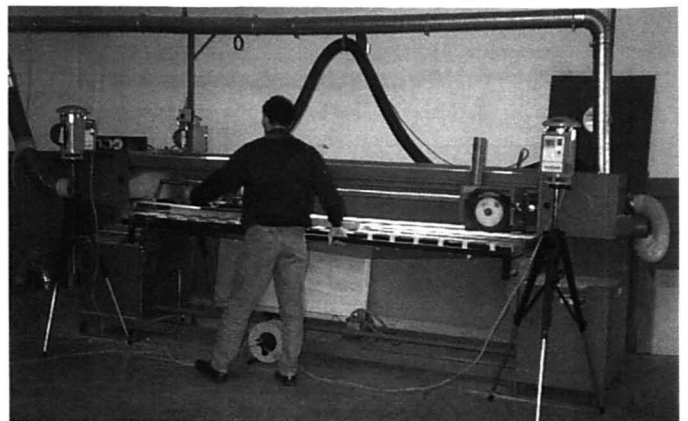
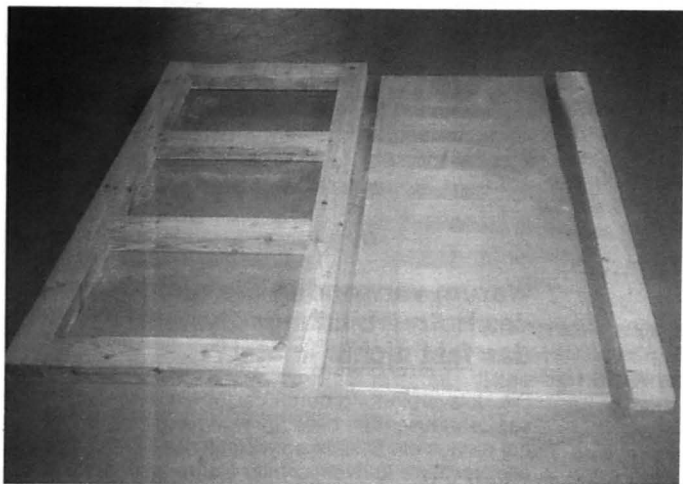


Abb. 2: Staubmessung an einer Langbandschleifmaschine





▲ Abb. 3: Zu schleifende Werkstücke (Rahmen, Tischlerplatte und Kanhholz)

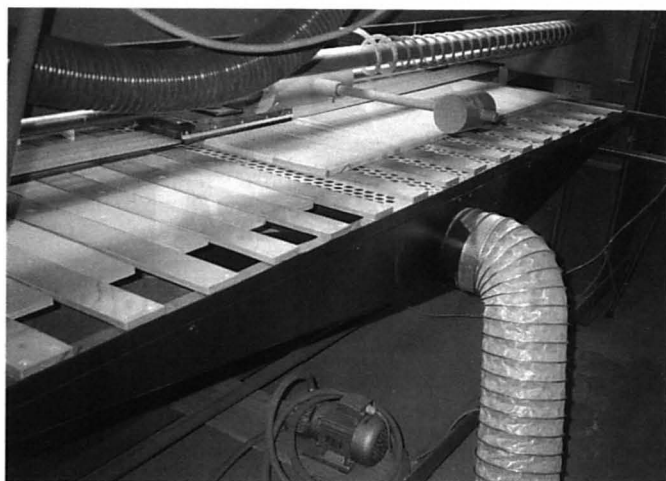


Abb. 4: Abgesaugter Auflagetisch

gen Tischlerplatte hingegen bleibt der meiste Staub auf dem Werkstück liegen, so daß die Tischabsaugung hier wenig effektiv ist. Da in dem abgesaugten Auffangraum für die Stäube unterhalb des Auflagetisches keine Luftleitbleche angebracht waren, verteilte sich die Abluftmenge recht ungleichmäßig über den gesamten Auflagetisch, d. h. in der Nähe des Absauganschlusses in Tischmitte war eine deutlich höhere Luftgeschwindigkeit vorhanden als an den Tischenden. Umgerechnet auf die Oberfläche des vorhandenen Auflagetisches von etwa 1,5 m² ergibt sich eine mittlere Luftgeschwindigkeit 0,42 m/s. Diese recht geringe Luftgeschwindigkeit ist für einen einwandfreien Staubtransport nicht ausreichend, so daß sich Staubablagerungen auf dem Boden des Auffangraumes unterhalb des Tisches bildeten. Die Staubmessungen zeigen jedoch eindeutig, daß bereits diese relativ geringe Luftgeschwindigkeit ausreichend ist, um insbesondere den feinen Staub wirksam zu erfassen. Die Absaugleistung am Tisch ist weiterhin ausreichend, um zu verhindern, daß Stäube, die sich im Auffangraum abgelagert haben und dort aufgewirbelt werden (z. B. durch Bewegen des Werkstückes), in die Umgebungsluft gelangen können. Die maximale Staubkonzentration betrug beim Normalband 0,99 mg/m³ und beim Anti-Statik-Band 0,92 mg/m³. Beide Male wurde somit eine Staubkonzentration unterhalb des TRK-Wertes gemessen.

Versuchsanordnung 4

Bei der vierten Versuchsanordnung wurde neben der Absaugung an der Umlenkrolle (Ø = 140 mm) ein Schleifschuh mit adaptierter Absaugung (Abb. 5) (Ø = 80 mm) eingesetzt. Der Luftbedarf beträgt für diese Variante 1470 m³/h. Die Absaugung am Schleifschuh umfaßt diesen mit einem Bürstenkranz, so daß die seitlich am Schleifband austretenden Stäube abgesaugt werden können. Dies wirkt sich vorteilhaft beim Schleifen plattenförmiger Teile in Mäanderlinien aus, da bei

Versuchs-anordnung	Absaug-anchlüsse	Absaugluft-Volumenstrom	Schleifband	Staubkonzentration [mg/m ³] an Meßort		
				1	2	3
1	Antriebsrolle	1108 m ³ /h	Normalband	0,49	0,28	0,61
4	Antriebsrolle und Schleifschuh	1470 m ³ /h	Normalband	0,44	0,25	0,56

Tafel 2: Staubkonzentrationswerte beim Schleifen von Tischlerplatten

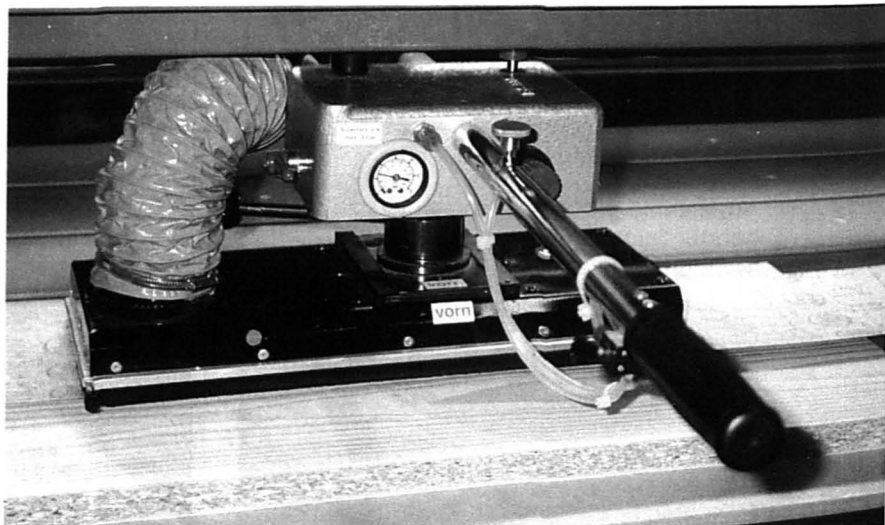
den Querbewegungen die auf dem Werkstück liegenden Staubpartikel erfaßt werden. Nur bedingt wirksam wird die Schleifschuhabsaugung bei Schleifen des Rahmens, da der unterhalb des Schleifbandes befindliche Staub, welcher zwischen den Sprossen zu Boden fällt, damit nicht erfaßt werden kann. Die höchsten Staubmeßwerte lagen mit 1,78 mg/m³ für das Normalband und 1,76 mg/m³ für das Anti-Statik-Band deutlich unter denen von Versuchsanordnung 1 bzw. 2 (Absaugung an der Antriebsrolle bzw. Antriebs- und Umlenkrolle).

Versuchsanordnung 5

Um auch den unterhalb des Schleifbandes befindlichen Staub mit der Absau-

gung am Schleifschuh erfassen zu können, wurden Schleifbänder mit Lochungen versehen (Abb. 6), die es erlauben, unmittelbar hinter dem Schleifschuh den Schleifstaub durch die Schleifbandlochung nach oben abzusaugen. Bei der Lochung 1 wurden die Löcher in drei Reihen angebracht. Bei der zweiten Variante waren die Lochungen versetzt angeordnet, so daß bis auf einen schmalen Bereich an der Außenkante die gesamte Breite des Schleifbandes abgesaugt werden kann. Gegenüber dem umgelochten Schleifband blieb bei der Lochung 1 beim Bearbeiten der Tischlerplatte deutlich weniger Staub hinter dem Schleifschuh auf dem Werkstück liegen. Noch effektiver ist die Lochung 2, hier waren keinerlei Staub-

Abb. 5: Schleifschuh mit adaptierter Absaugung



ablagerungen auf der Platte festzustellen. Auch beim Schleifen des Kantholzes und des Rahmens kann insbesondere bei der Lochung 2 der größte Teil des anfallenden Staubes erfaßt werden, der bei herkömmlichem Schleifband ohne Lochung zu Boden fällt. Mit $1,13 \text{ mg/m}^3$ bzw. $0,97 \text{ mg/m}^3$ lagen beide Male die höchsten Meßwerte unter dem zulässigen Grenzwert. Die Lochung 2 erbrachte annähernd identische Staubkonzentrationswerte wie der Einsatz des Absaugtisches (Versuchsanordnung 3). Die erforderliche abzusaugende Luftmenge liegt jedoch bei der Versuchsanordnung 5 um 56 % unterhalb der Luftmenge, die bei Versuchsanordnung 3 benötigt wird. Für den Kunden bedeutet dies geringere Betriebskosten, zumal beim Schleifergebnis für den Werkstoff Holz keinerlei Qualitätseinbußen festzustellen waren. Ob dies auch für das Schleifen lackierter Teile gilt, oder ob beim Lackieren derartig geschliffener Holzteile Qualitätseinbußen auftreten, wurde im Zusammenhang mit diesen Staubmessungen nicht untersucht. Sollten zukünftig jemals gelochte Schleifbänder angeboten werden, werden diese wegen dem zusätzlichen Herstellungsaufwand mit Sicherheit teurer sein als ungelochte.

Schleifen plattenförmiger Teile

Die Langbandschleifmaschine wird in der Praxis fast ausschließlich zum Schleifen plattenförmiger Teile eingesetzt und seltener für Leisten. Kanthölzer und Rahmen werden nur sehr vereinzelt in wenigen Betrieben auf diesem Maschinentyp bearbeitet. Daher wurden für die Versuchsanordnungen 1 und 2 (Absaugung an der Antriebsrolle bzw. an der Antriebs- und Umlenkrolle) Staubmessungen durchgeführt, bei denen anstelle des Kantholzes und des Rahmens ebenfalls die Tischlerplatte geschliffen wurde. Die Schleifdauer insgesamt war jeweils dieselbe. Die Staubmeßergebnisse (Tafel 2) zeigen, daß für diesen Anwendungsfall bereits eine Absaugung an der Antriebsrolle ausreichend ist, um mit $0,61 \text{ mg/m}^3$ als schlechtesten Wert den TRK-Wert deutlich zu unterschreiten. Die zusätzliche Absaugung am Schleifschuh erbrachte eine nochmalige Verbesserung um fast 10 % auf $0,56 \text{ mg/m}^3$. Diese Meßergebnisse decken sich auch mit Werten aus der Praxis. Durch den Ausbau des eigenen Ventilators und den Anbau einer strömungstechnisch günstigen Absaughaube mit Abweiser und integriertem Luftleitblech konnten bei einer Langbandschleifmaschine, Baujahr 1950, beim Schleifen plattenförmiger Teile Staubkonzentrationswerte um $0,5 \text{ mg/m}^3$ erreicht werden. Das abgesaugte Luftvolumen war hier jedoch um ca. 65 % höher, da bei der umgerüsteten Altmaschine ein Absaugquerschnitt von 180 mm gewählt wurde.

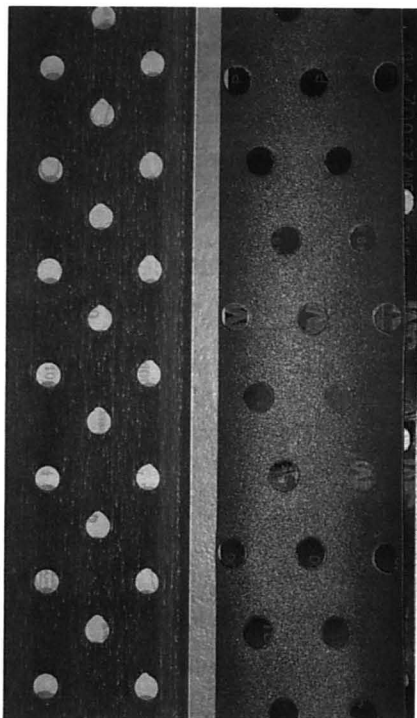


Abb. 6: Staubabsaugung durch gelochte Schleifbänder (links: Lochung 1, rechts: Lochung 2) (Bildnachweis: IfW)

Zusammenfassung

Staubmessungen in Handwerksbetrieben haben gezeigt, daß Langbandschleifmaschinen mit integriertem Ventilator, wie sie noch bis vor wenigen Jahren gebaut wurden, insbesondere wegen der strömungsungünstigen Fängergestaltung den TRK-Wert von 2 mg/m^3 nicht einhalten können. Es wurden daher an einer Neumaschine unterschiedliche Absaugkonzepte untersucht und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewertet. Dabei zeigt sich, daß sich beim Schleifen plattenförmiger Teile bereits durch eine Einzelabsaugung an der Antriebsrolle mit einer strömungstechnisch optimierten Fängerhaube der TRK-Wert eingehalten werden kann. Eine nochmalige Verbesserung bringt eine zusätzliche Absaugung am Schleifschuh. Werden überwiegend Rahmen und Leisten geschliffen, empfiehlt sich der Einsatz einer Tischabsaugung, um mit Sicherheit den TRK-Wert einhalten zu können. Als Alternative käme eine Absaugung durch ein gelochtes Schleifband in Verbindung mit einer Absaugung am Schleifschuh in Betracht. Die durchgeführten Staubmessungen haben nachgewiesen, daß bei dieser Variante mit, im Vergleich zum Absaugtisch, wesentlich geringeren Absaugleistungen ebenfalls Staubwerte unterhalb des TRK-Wertes erreicht werden. Beim Einsatz eines elektrisch leitfähigen Anti-Statik-Bandes reduzieren sich die Staubemissionen je nach Absaugvariante um bis zu 10 %.