

Entstehung, Erfassung und Messung von Holzstaub

Das beherrschende Thema der diesjährigen Ligna bildete die Holzstaubproblematik. Dies kam auch in dem von der Fachgemeinschaft Holzbearbeitungsmaschinen im VDMA und der Deutschen Messe AG veranstalteten messebegleitenden Fachseminar unter den Leitthemen „Umwelttechnik, Energie- und optimale Werkstoffausnutzung“ zum Ausdruck. Im Rahmen des Schwerpunktbereiches „Gestaltung humaner Arbeitsplätze“ wurde der nachfolgende Vortrag gehalten, welcher insbesondere die Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung von Holzstaub sowie die Meßmethodik zur Ermittlung von Holzstaubkonzentrationen behandelt. – Von Prof. Dr.-Ing. U. Heisel und Dipl.-Ing. E. Weiss¹⁾.

Gefahrstoff Holzstaub

Seit zu Beginn der achtziger Jahre durch Auswerten von Krebsregistern ein statistischer Zusammenhang zwischen Holzstaubexposition und erhöhtem Nasenkrebsrisiko nachgewiesen werden konnte [1, 2], ist der Holzstaub sowohl bei Herstellern als auch bei Betreibern von Holzbearbeitungsmaschinen in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Im folgenden Beitrag soll insbesondere auf die Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung von Holzstaub sowie die Meßmethodik zur Ermittlung von Holzstaubkonzentrationen eingegangen werden.

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

Die Diskussion erstreckt sich dabei auf folgende drei Schwerpunkte:

- Wie gesundheitsgefährdend ist Holzstaub bzw. welches ist das krebsauslösende Moment von Holzstaub,
- welche Maßnahmen des Herstellers sowie des Anwenders sind erforderlich, um die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte einhalten zu können und
- welches Meßverfahren ist geeignet, kosten- und zeitgünstig die von einer Maschine ausgehende Staubbelaftung zu ermitteln.

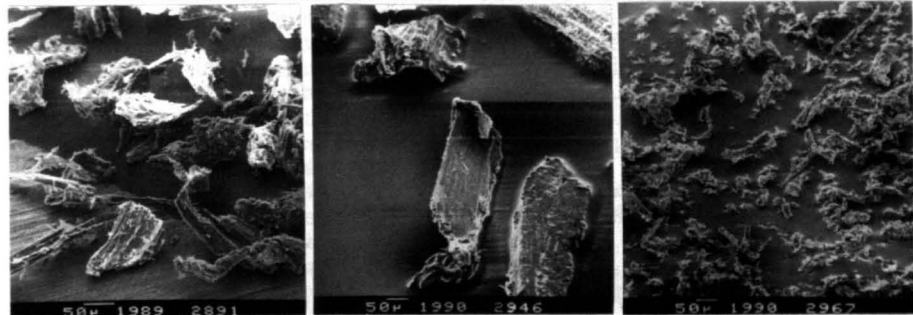
Holzstaubentstehung

1985 wurden Eichen- und Buchenholzstäube als gesichert beim Menschen krebsauslösende Stoffe eingestuft. Trotz mehrerer medizinischer Untersuchungen konnte jedoch bislang das krebsauslösende Moment nicht festgestellt werden, so daß nach wie vor die Diskussion um das tatsächliche Gefährdungspotential, welches von Holzstaub ausgeht, anhält und bis zu deren entgeltigen Beantwortung noch weitere Forschungsanstrengungen erforderlich sind. Für die Holzindustrie relevant sind jedoch die 1987 erlassenen TRK-Werte für Holzstaub von 2 mg/m³ für Neuanlagen und 5 mg/m³ für Altanlagen.

Die effektivste Art zur Einhaltung der Grenzwerte wäre die vollständige Ver-

Abb. 1: Rasterelektronische Aufnahmen von Holzspänen

Holzart: Buche längs



Bearbeitungsverfahren:

Sägen

Fräsen

Schleifen

meidung der Staubentstehung bei der Holzbearbeitung. Im Gegensatz zu anderen Werkstoffen, wie beispielsweise Metall, besitzt der natürliche gewachsene Werkstoff Holz einen sehr inhomogenen Aufbau. Seine zellförmige Struktur verhindert die Erzeugung Späne definierter Form - man erhält stets ein Spänekollektiv unterschiedlicher Größenverteilung (Abb. 1). Der Umfang der Staubentstehung hängt jedoch ab vom Bearbeitungsverfahren, dem Maschinentyp sowie den maschinenseitig eingestellten Bearbeitungsparameter und läßt sich dadurch auch beeinflussen und minimieren. Insbesondere ist hier das Werkzeug selbst zu nennen [3, 4, 5]. Am Beispiel des Umfangsplanfräsen konnte nachgewiesen werden, daß sich ein ziehender Schnitt positiv im Hinblick auf einen geringen Staubanteil auswirkt, während Aufbaufräser aufgrund ihrer hohen Anzahl von Nebenschneiden eine erhöhte Staubproduktion aufweisen (Abb. 2). Zu beachten ist ferner ein genügend großer Spanraum mit glatten Übergängen, in welchen der Span, ohne gebrochen zu werden, abfließen kann.

Bedingt durch verschiedenartige Struktur und Aufbau entstehen bei der Zerspanung unterschiedlicher Holzarten Spänefraktionen unterschiedlicher Korngrößenverteilungen. Am Beispiel der handgeführten Elektrokreissäge erhält man bei der Hartholzart Buche einen ungefähr dreifach höheren Staubanteil als bei der Weichholzart Fichte. Bei den Holzwerkstoffen schneidet die MDF-Platte günstiger ab als die Spanplatte (Abb. 3). Der hohe Staubanteil bei der Spanplatte resultiert daraus, daß insbesondere die grobe Mittelschicht nicht mehr sauber getrennt, sondern der Verband regelrecht „zerschlagen“ wird.

Maßnahmen zur Staubreduzierung beim Maschinenhersteller

Da ein staubfreies Trennen von Holz und Holzwerkstoffen nicht möglich ist, müssen durch die Hersteller von Holzbearbeitungsmaschinen geeignete Staub- und Späneerfassungselemente

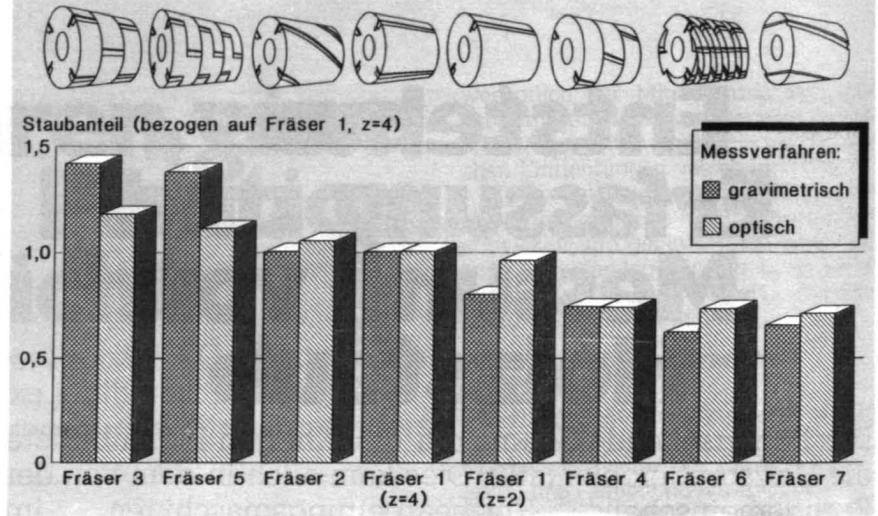


Abb. 2: Einflüsse der Fräserbauweise auf den Staubanteil

(Abb. 4) entwickelt und in die Maschinenkonstruktion integriert werden. Für die Dimensionierung dieser Erfassungselemente sind insbesondere die Zerspanleistung der Maschine, die kinetische Energie der Spänepartikel sowie deren Flugrichtung entscheidend. Um die Effizienz des Fängers zu optimieren, ist auf eine möglichst vollständige Kapselung des Werkzeuges mit geringen Öffnungsquerschnitten zu achten. Durch eine Anordnung der Späneleitelemente und den Wandungen des Fängers in Spänestrahldichtung sowie durch einen strömungsgünstigen Anschluß des Fängers an die Absaugleitung läßt sich die kinetische Energie der Späne für deren Abtransport nutzen. Aus demselben Grund sind Verstrebungen, Schrauben u.ä. nicht aus ästhetischen Gründen in das Fängerinnere zu verlegen, wo sie als Strömungshindernisse wirken, sondern an der Außenwandung anzubringen. Seitens des Konstrukteurs sind die Staub- und Späneerfassungselemente als Bestandteil der Maschinenkonstruktion zu sehen und bereits während der Konzeptionsphase zu berücksichtigen. Oftmals wird dies nicht ausreichend bedacht und der Fänger lediglich als Teil der Peripherie ange-

hen, welcher nachträglich in die weitgehend fertiggestellte Konstruktion notdürftig eingepaßt wird.

Maßnahmen zur Staubreduzierung beim Betreiber

Grundvoraussetzung, um im Betrieb die TRK-Werte einhalten zu können, ist der Einsatz von Maschinen mit einer günstigen Staub- und Späneerfassung und entsprechend geringer Staubemission. Ebensovichtig sind jedoch die Maßnahmen zur Staubreduktion beim Betreiber selbst (Abb. 5). Eine großangelegte Untersuchung der Hessischen Landesanstalt aus dem Jahr 1989 in 390 holzverarbeitenden Betrieben wies hier noch große Defizite nach [6, 7,]. Nach dieser Studie fehlten an 33% der Maschinen eine Absaugung, so daß an einigen Arbeitsplätzen Staubkonzentrationen von über 10 mg/m³ gemessen werden konnten.

Neben einer hinsichtlich ihrer Absaugleistung für die zu entsorgenden Maschinen ausreichend dimensionierten Absauganlage ist der richtige Umgang mit dem Werkstoff Holz sowie die

Abb. 3: Einflüsse des Holzwerkstoffes auf den Staubanteil beim Sägen

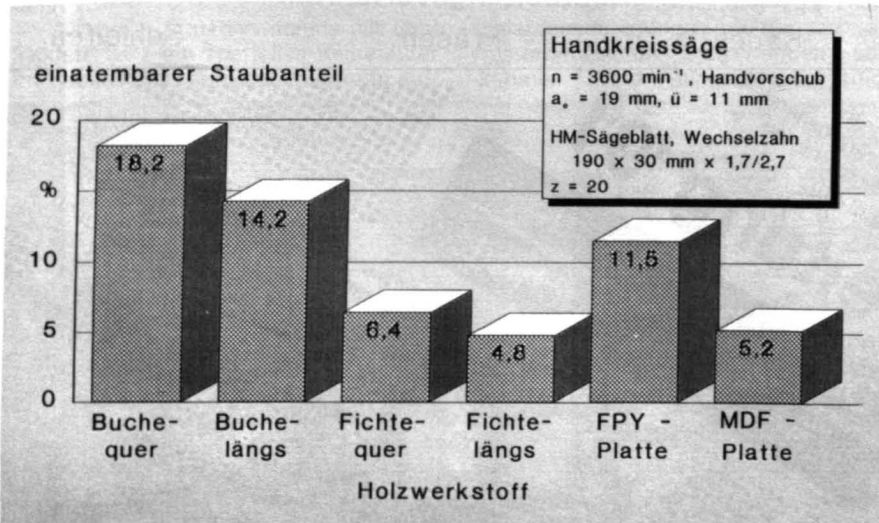


Abb. 4: Anforderungen an Erfassungselemente

- Werkzeuge möglichst weitgehend kapseln, geringe Öffnungsquerschnitte und hohe Erfassungsgeschwindigkeiten an der Bearbeitungsstelle anstreben
- Erfassungselemente nahe an die Staub-/Späneentstehungsstelle heranführen
- Doppeltzerspannung umlaufender Späne durch Anbringen von Späneleitelementen vermeiden
- kinetische Energie der Späne durch Anordnen von Späneleitelemente und Fängerkontur in Späneflugrichtung ausnützen
- Strömungshindernisse an der Fänger-Innenkontur vermeiden, Verstrebungen, Schrauben u.ä. an der Außenseite anbringen
- strömungsgünstiger Anschluß der Absaugung, Vermeiden von schroffen Übergängen und Richtungsänderungen realisieren
- gute Einsichtsmöglichkeit auf die Bearbeitungsstelle des Werkzeuges ermöglichen, z.B. durch Verwenden transparenter Kunststoffe
- elektrostatische Aufladungen vermeiden
- schneller Werkzeugwechsel und problemlose Einstellung ermöglichen
- Erfassungselemente als Teil der Maschine begreifen und in die Gesamtkonstruktion integrieren
- Fänger zugleich als Schalldämmung, Berst- und Berührungsschutz auslegen

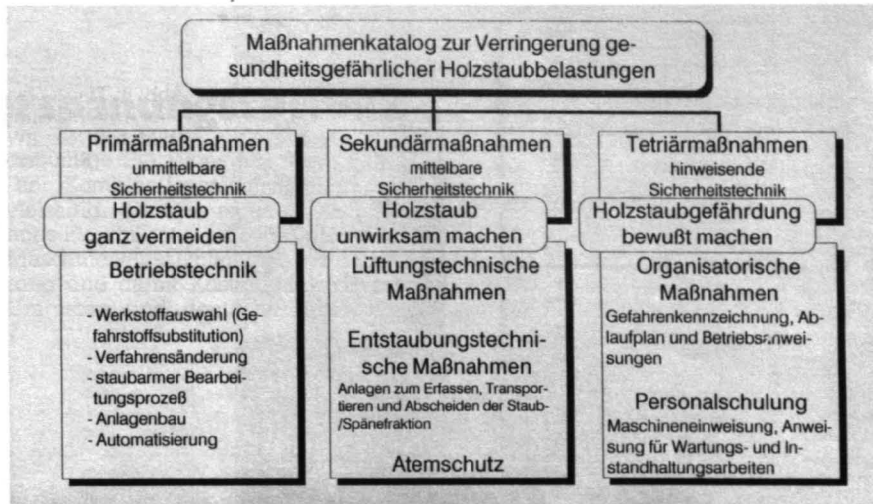
- gezieltes Absaugen einzelner Maschinen durch Ab-sperriklappen und Schieber im senkrechten Rohrteil ermöglichen
- automatisches Zuschalten der Absaugung beim Maschinenstart vorsehen (Kopplung Absaugung/ Werkzeugmotor)
- mobile Absaugschläuche zum Beseitigen nicht erfaßter Späne an sämtlichen Maschinen anbringen
- ältere, unzureichende Maschinen nachrüsten
- Werkzeuge bei Verschleiß rechtzeitig auswechseln bzw. nachschärfen
- installierte Absaugleistung hinsichtlich der zu entsorgenden Maschinen richtig dimensionieren
- Leitungen mit geringem Strömungswiderstand verwenden, d.h. flexible Kunststoffschläuche weitgehend durch Rohrleitungen ersetzen
- regelmäßige Unterweisung des Bedienpersonals
- Schutzeinrichtungen (Atemmasken) zu Verfügung stellen
- bei Reinigungsarbeiten Kleinentstauber anstelle von Besen und Druckluft verwenden

Abb. 5: Maßnahmen zur Staubminderung beim Betreiber

korrekte Handhabung der Maschine durch das Bedienpersonal erforderlich. Unter anderem bedeutet dies, daß nur bei laufender Absaugung gearbeitet werden darf. Hilfreich ist hierbei eine Steuerung, welche bewirkt, daß beim Anlaufen des Werkzeugmotors automatisch die Absaugung eingeschaltet wird. An Maschinen, bei welchen regelmäßig von der Absaugung nicht vollständig erfaßte Späne zu beseitigen sind, wie beispielsweise an CNC-Oberfräsen, sollten an die Zentralabsaugung angeschlossene Absaugschläuche angebracht werden und keine Druckluftpi-stolen.

Wegen ihres hohen Strömungswiderstandes aufgrund ihrer rauhen Innenwandung sollten flexible Kunststoffschläuche nur, wo unbedingt erforderlich, eingesetzt werden und ansonsten Rohre mit einer glatten Innenwandung Verwendung finden. Ein in der Praxis weit verbreiteter Fehler ist es, bei Reinigungsarbeiten anstelle eines Staubsaugers oder Kleinentstaubers den Besen oder gar Druckluft einzusetzen und dadurch eine beträchtliche Staubaufwirbelung zu verursachen.

Zusammenfassend können die Maßnahmen zur Verringerung der Holzstaubbelastung in drei Gruppen geglie-



dert werden (Abb. 6):

- Primärmaßnahmen: Vermeiden von Holzstaub,
- Sekundärmaßnahmen: Holzstaub unwirksam machen und
- Tertiärmaßnahmen: Holzstaubgefährdung bewußt machen.

Staubmeßverfahren

Zur Einhaltung der TRK-Werte ist grundsätzlich der Betreiber verpflichtet, welcher durch die Gewerbeaufsicht kontrolliert wird. Die regelmäßigen und teuren Kontrollmessungen in seinem Betrieb kann er sich jedoch durch den Erwerb von Maschinen mit dem GS-Zeichen „staubgeprüft“, das die dauerhaft sichere Einhaltung des TRK-Wertes bescheinigt, ersparen. Zur Ermittlung der von einer Maschine ausgehenden Staubbelastung wird ein gravimetrisches Meßverfahren eingesetzt, bei welchem durch ein Staubsammelgerät ein konstanter Luftvolumenstrom angesaugt und die darin enthaltenen Staubteilchen an einem Partikelfilter abgeschieden werden. Über die Masse der abgeschiedenen Staubpartikel und dem Luftvolumenstrom des Meßgerätes kann die Staubkonzentration berechnet werden. Wegen der geringen nachzuweisenden Staubkonzentrationen han-

Abb. 7: Materialkosten für Staubprüfung

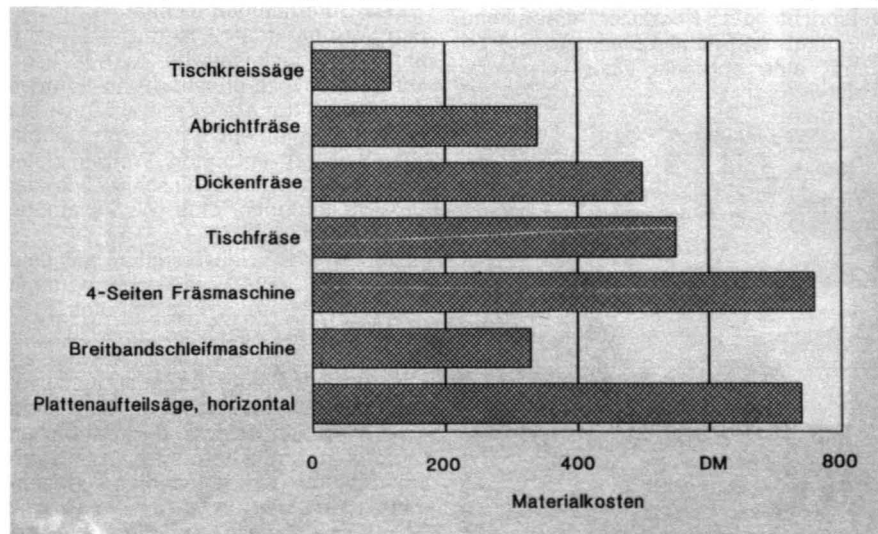


Abb. 6: Maßnahmen zur Verringerung der Holzstaubbelastung

delt es sich dabei jedoch um ein sehr zeit- und kostenintensives Meßverfahren. Die Prüfzeit beträgt für eine Maschine etwa vier Stunden. In dieser Zeit wird je nach Maschinentyp Holz im Werte von mehreren hundert DM zerspannt (Abb. 7). Ein weiterer Nachteil dieses Meßverfahrens ist darin zu sehen, daß bei der Maschinenprüfung nicht nur die von der Maschine ausgehenden Staubpartikel gemessen und bewertet werden, sondern sämtliche sich in der Luft befindlichen Stäube.

Das IfW unternimmt daher Anstrengungen, dieses Meßverfahren zeit- und kostenmäßig unter voller Wahrung der Reproduzierbarkeit und Exaktheit der Meßergebnisse zu optimieren. Gedacht ist dabei insbesondere an die sogenannte Tracer-Gas-Methode, welche in Frankreich eingesetzt wird (Abb. 8). Dabei wird mit einem Massenspektrometer der Erfassungsgrad des Staub- und Spänefangers hinsichtlich eines Prüfgases analysiert. Durch entsprechende Vergleichsmessungen soll eine eventuelle Korrelation zwischen beiden Meßverfahren ermittelt werden.

Literatur

- [1] Wolf, J.; Hartung, M.; Schröder, H.-G.; Kleinsasser, O.; Compes, P. C.; Valentin, H.: Bösartige Tumore der Nase im Bereich der Holzwirtschaft - Empirisch-kasuistische Studie zur Belastungssituation - abschließende Untersuchungen III. In: ASP-Sonderheft 7, Gentner-Verlag, Stuttgart 1986.
- [2] Wolf, J.; Hartung, M.; Schaller, K. H.; Kochem, W.; Valentin, H.: Über das Vorkommen von Adenokarzinomen der Nasenhaupt- und Nebenhöhlen bei Holzarbeitern; Weitere Untersuchungen 11. In: ASP-Sonderheft 7, Gentner-Verlag, Stuttgart 1986
- [3] Heisel, U.; Weiss, E.: Die Fräserbauart beeinflusst bei Kehlmaschinen die Staub- und Späneentstehung. In: HOB - Die Holzbearbeitung 36 (1989), Nr. 11, S. 23-29.
- [4] Heisel, U.; Weiss, E.: Einfluß von Schneidengeometrie und Bearbeitungsparametern auf die Staubent-

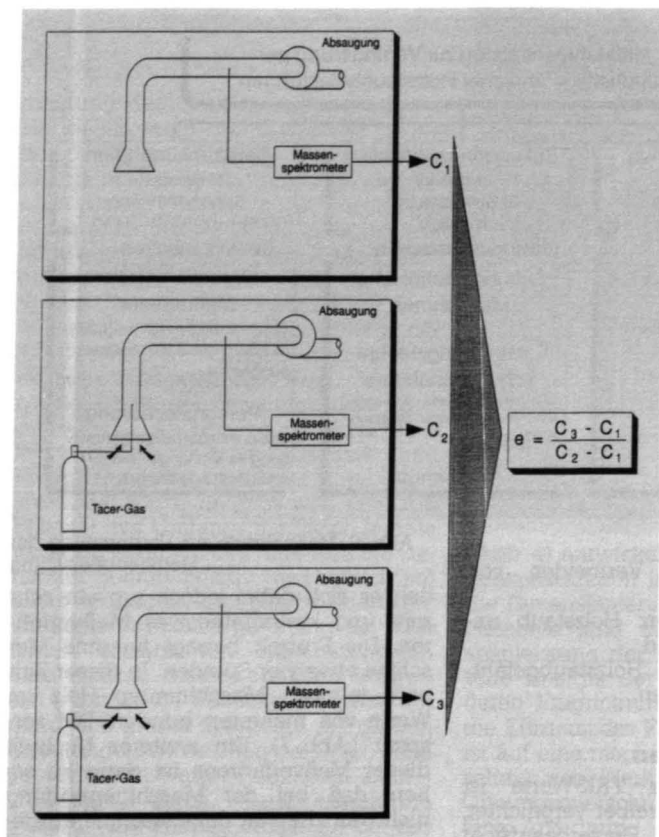


Abb. 8: Tracer-Gas-Messung
(Bildnachweis: IfW, Stuttgart)

- wicklung bei Kehlmaschinen. In: HOB - Die Holzbearbeitung 36 (1989), Nr. 12, S. 14-21.
- [5] Lang, E.: Staubemission von handgeführten Elektrowerkzeugen am Beispiel von Schleifern. In: HOB - Die Holzbearbeitung 36 (1989) Nr. 1/2, S. 41-44.
- [6] Hessisches Sozialministerium: Bericht zum Gefahrstoff Holzstaub. Bezugsquelle: Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1989.
- [7] Weiss, E.: Kritischer Umgang mit

- Arbeitsstoff Holz gefordert. In: HOB - Die Holzbearbeitung 36 (1989), Nr. 11, S. 57-61.
- [8] Heisel, U.; Lang, E.; Weiss, E.: Verringerung der Staubemission bei der Holzbearbeitung mit - Teil A: Elektrowerkzeuge, Teil B: Fräs- und Hobelwerkzeuge von Standardmaschinen. Endbericht AIF-Vorschungsvorhaben 7126.
- HOB-KENNZIFFER **63**