



Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Textilrecycling – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
und biologischen Arbeitsstoffen beim Recycling
von Textilabfällen

baa:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin



Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Textilrecycling – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
und biologischen Arbeitsstoffen beim Recycling
von Textilabfällen

Dortmund/Berlin/Dresden 2007

Impressum

Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

›Textilrecycling – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen beim Recycling von Textilabfällen‹

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis wurde von der Arbeitsgruppe Textilrecycling erstellt.

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1–25, D-44149 Dortmund-Dorstfeld
Telefon 0231.90 71-0 www.baua.de

Redaktion: Arbeitsgruppe ›Textilrecycling‹

Dr. Ralph Hebisch (Vorsitz)
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1–25
44149 Dortmund

Dr. Anita Csomor
Regierungspräsidium Kassel
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe
Ludwig-Mond-Straße 33
34121 Kassel

Dipl.-Ing. Bernd Gulich
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.
Annaberger Strasse 240
09125 Chemnitz

Dipl.-Betriebsw. Claudia Gräfen
bvse – Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
Hohe Straße 73
53119 Bonn

Dr. Gerhard Kraus, Dr. Lothar Neumeister
Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft
Oblatterwallstraße 18
86153 Augsburg

Dr. Gunter Linsel
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Nöldnerstraße 40-42
10317 Berlin

Dipl.-Ing. Gerhard Ott
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe

Dr. Inge Schmidt, Dr. Stefan Mayer
Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft
68145 Mannheim

Dipl.-Min. Elke Siewert
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
ZUS Luftreinhaltung und Gefahrstoffe
Göttinger Str. 14
30449 Hannover

Inhalt

	Vorbemerkung	7
1	Allgemeines	8
2	Anwendungsbereich	9
3	Arbeitsverfahren	10
4	Auftretende Stoffe	13
5	Voraussetzungen für die Anwendung der Empfehlungen	16
5.1	Bedingungen für Gefahrstoffe	16
5.1.1	Allgemeingültige Bedingungen	16
5.1.2	Zusätzliche Bedingungen für einzelne Verfahren	18
5.2	Bedingungen für biologische Arbeitsstoffe	18
5.3	Hinweise zu mechanischen Gefährdungen und zum Brand- und Explosionsschutz	20
6	Messungen zur Ermittlung der Expositionshöhe und Befund	22
6.1	Belastungen durch Gefahrstoffe beim Textilrecycling	22
6.1.1	Gefahrstoffbelastungen bei der Sortierung	23
6.1.2	Gefahrstoffbelastungen bei der Putzlappenfertigung	24
6.1.3	Gefahrstoffbelastungen in Reißereien	24
6.1.4	Gefahrstoffbelastungen bei der Vliesstofffertigung	26
6.1.5	Gefahrstoffbelastungen bei der Weiterverarbeitung von Vliesstoffen (informativ)	28
6.2	Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe	28
6.2.1	Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Sortierung	29
6.2.2	Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Putzlappenfertigung	30
6.2.3	Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe in Reißereien	30
6.2.4	Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Vliesstofffertigung	31
7	Anwendungshinweise	32
8	Literatur	33
Anhang 1	Ableitung von Schutzmaßnahmen für die Vliesstofffertigung nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)	36
Anhang 2	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	37

Vorbemerkung

Die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis “Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen beim Textilrecycling” ist eine branchenspezifische Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten im Recycling von Textilabfällen. Sie wurde von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen und Niedersachsen, der Textil- und Bekleidungs- sowie der Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft, dem Sächsischen Textilforschungsinstitut (STFI), dem Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) erarbeitet.

Die Handlungsanleitung kann im Zusammenhang mit Gefährdungen durch freigesetzte Stäube als standardisiertes Arbeitsverfahren nach TRGS 400 [1] auf der Grundlage der Gefahrstoffverordnung [2] angewendet werden. Die vorgegebenen Schutzmaßnahmen wurden auf der Grundlage von Arbeitsplatzmessungen nach der TRGS 402 [3] abgeleitet. Bei ihrer Anwendung kann von einer Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes nach TRGS 900 [4] und Anhang III Nr. 2.3 Abs. 2 der Gefahrstoffverordnung [2] ausgegangen werden.

Um die dauerhafte Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen, müssen diese regelmäßig überprüft werden. Dies kann mit Hilfe dieser Handlungsanleitung und der Schutzleitfäden "Textilrecycling" (www.einfaches-massnahmenkonzept-gefahrstoffe.de) [5] als geeignete Beurteilungsverfahren nach § 9 Abs. 4 GefStoffV bzw. geeignete Beurteilungsmethode nach § 9 Abs. 8 GefStoffV erfolgen [2]. Arbeitsplatzmessungen sind im Regelfall nicht erforderlich.

Textilabfälle, insbesondere Alttextilien, können infolge unsachgemäßer Lagerung, unerwünschter Störstoffe sowie zugesetzter Naturprodukte mit biologischen Arbeitsstoffen, wie Schimmelpilzen, Bakterien oder Endotoxinen kontaminiert sein. Diese Handlungsanleitung enthält daher ergänzende Hinweise für die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen.

1 Allgemeines

Gehen die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach oder werden Gefahrstoffe bei diesen Tätigkeiten freigesetzt, so ist der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung [2] verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz durchzuführen und Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu treffen. Die gleiche Vorgehensweise gilt entsprechend Biostoffverordnung (BioStoffV) [6] auch für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen.

Bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen ist die Rangfolge Substitution (Ersatz durch weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren), technische Minimierung der Belastungen, organisatorische Maßnahmen und personenbezogene Maßnahmen zu beachten. Für Gefahrstoffe mit Arbeitsplatzgrenzwert ist deren Einhaltung durch Arbeitsplatzmessungen zu ermitteln (TRGS 402 [3]), sofern keine gleichwertigen Beurteilungsverfahren beschrieben sind.

Diese Handlungsanleitung unterstützt den Arbeitgeber bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und Wirksamkeitsprüfung von Schutzmaßnahmen. Dazu wurden von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Niedersachsen, der Textil- und Bekleidungs- sowie der Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft und der BAuA im Rahmen von Branchenuntersuchungen systematische Erhebungen und Bewertungen von Expositionsmesswerten in Arbeitsbereichen durchgeführt. Diese kann der Arbeitgeber nach Prüfung der Anwendbarkeit auf die betriebliche Situation als standardisiertes Arbeitsverfahren übernehmen. Dieses reduziert den Aufwand zur Ableitung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erheblich. Darüber hinaus enthält diese Handlungsanleitung weitere Hinweise für den Arbeitgeber, wie z. B. zusätzliche Gefahrstoffinformationen einschließlich Informationen über Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren, technische Minimierungsmaßnahmen und andere Maßnahmen des stoffbezogenen Arbeitsschutzes.

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen gilt die Biostoffverordnung [6]. Biologische Arbeitsstoffe nach der Biostoffverordnung sind im weitesten Sinne Mikroorganismen, die Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen beim Menschen hervorrufen können. Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) und Grenzwerte für biologische Belastungen wurden für Tätigkeiten mit Textilabfällen bislang nicht aufgestellt.

Diese Handlungsanleitung gibt Hinweise auf das Vorkommen biologischer Arbeitsstoffe beim Recycling von Alttextilien und auf mögliche Schutzmaßnahmen, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (LV 23 [7], TRBA 400 [8]) zu beachten sind. In den Empfehlungen sind Erfahrungen aus vergleichbaren Tätigkeiten enthalten, die gemäß § 5 Biostoffverordnung bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen sind.

Für einige Tätigkeiten bzw. Gefahrstoffe wird auf weitere einschlägige Schutzvorschriften verwiesen, insbesondere auf die gesetzlichen Vorschriften des Brand- und Explosionsschutzes.

Unter www.baua.de sind die Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis über das Internet zugänglich. Sie werden regelmäßig überprüft und dem Stand der technischen und rechtlichen Entwicklung angepasst. Der Anwender dieser Handlungsanleitung sollte daher auf die Verwendung der aktuellen Fassung achten.

2 Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung gilt für Betriebe, in denen Textilabfälle in Form von Alttextilien aus gewerblichen/karitativen Sammlungen und/oder Produktionsabfällen aus der Textilherstellung und -verarbeitung sortiert oder im Rahmen eines Recyclingprozesses stofflich wiederverwertet werden. Ebenso werden mit dieser Handlungsanleitung gewaschene oder gereinigte Alttextilien erfasst, die aus dem gewerblichen Bereich stammen (z. B. Mietwäsche). Dabei spielt es keine Rolle, ob die verarbeiteten Materialien aus Natur- oder Chemiefasern oder aus Fasermischungen bestehen. Für Fasermaterialien, von denen besondere Gefährdungen ausgehen können (z. B. Textilglas-, p-Aramidfasern), sind über diese Handlungsanleitung hinausgehende Maßnahmen erforderlich. Diese sowie die energetische Verwertung sind nicht Bestandteil dieser Handlungsanleitung.

Die Handlungsanleitung gilt für Arbeitsplätze in Betrieben, in denen im Rahmen des Recyclings von Textilabfällen nachstehend aufgeführte Verfahren (nach dem Stand der Technik) und damit verbundene Tätigkeiten angewendet werden:

- Sortierung
- Fertigung von Putzlappen
- Herstellung von Reißfasern
- Vliesstofffertigung

Tätigkeiten, die dabei ausgeführt werden, sind u. a.:

- Öffnen von Säcken und Ballen, Materialaufgabe
- (manuelle) Sortierung, Zuschneiden
- Bedienung und Überwachung von Maschinen und Anlagen
- Wägen, Pressen und Verpacken von Textilien, Reißfasern, Vliesstoffen
- Lager-, Transport- und Verladearbeiten

Reinigungs- und Wartungsarbeiten, soweit diese zum täglichen Arbeitsablauf gehören (z. B. Reinigung zum Schichtende oder bei Umstellung auf eine andere Charge), fallen ebenfalls in den Geltungsbereich der Handlungsanleitung. Bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten z. B. bei Betriebsstörungen sind ggf. zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen.

Im Falle der Vliesstofffertigung gelten die Empfehlungen dieser Handlungsanleitung nur bis zur Abnahme der Vliesstoffe von den Fertigungsanlagen. Die weitere Verarbeitung der Vliesstoffe (z. B. zu Formteilen durch Pressen und Stanzen oder durch Kaschieren mit Folien) gehört nicht in den Anwendungsbereich dieser Handlungsanleitung, da es sich nicht um originäre Tätigkeiten des Textilrecyclings handelt. Es wird jedoch auf vorliegende Erkenntnisse bezüglich dieser Tätigkeiten hingewiesen.

3 Arbeitsverfahren

Das Textilrecycling umfasst im Einzelnen die folgenden Verfahren:

- Sammlung und Erfassung der Textilabfälle
- Sortierung
- Putzlappenfertigung
- Reißerei
- Vliesstofffertigung

Die Sammlung und Erfassung der Textilabfälle wird in dieser Handlungsanleitung nicht beschrieben. Die anderen oben aufgeführten Verfahren können sowohl für Alttextilien als auch Produktionsabfälle zur Anwendung kommen und sind nachfolgend entsprechend dem Stand der Technik kurz und beispielhaft beschrieben. Die Sortierung und die Putzlappenfertigung sind personalintensive Bereiche, die Reißerei und Vliesstofffertigung sind dagegen anlagenintensiv.

Sortierung

Die Sortierbetriebe aus dem Bereich Textilrecycling erhalten die Alttextilien aus firmeneigenen Sammelcontainern, aus Sammelcontainern karitativer Stellen oder auch aus Haussammlungen kommerzieller Erfassungsunternehmen.

Schlechte Qualitäten, unbrauchbare Alttextilien und Fehlwürfe werden sofort aussortiert. Anschließend folgt meist eine Nachsortierung hinsichtlich Materialzusammensetzung, Struktur und Farbe. Aus der textilen Fraktion werden Putzlappen oder Reißfasern gefertigt. Nichttextile Fehlwürfe und verschmutzte Textilien werden direkt in Verbrennungsanlagen verbrannt.

Die brauchbare Ware wird in Säcken in einem Lagerbereich zwischengelagert und je nach Bedarf in den Sortierbereich gebracht. Dort werden die Säcke per Hand geöffnet. Manuell oder per Förderband werden die Alttextilien zunächst in den Bereich Vorsortierung gebracht, wo sie grob sortiert werden. Auch hier werden nochmals Fehlwürfe oder unbrauchbare Waren aussortiert. Im anschließenden Bereich Feinsortierung werden die Textilien je nach Qualität und Kleidungsstücken oder auch nach Winter- und Sommerware in verschiedene Chargen getrennt.

Die fertig sortierte und als Bekleidung verwendbare Ware wird auf verschiedenen Wegen (z. B. Kleiderkammern, Secondhand-Shops, Exporte) einer Zweitverwertung zugeführt.

Putzlappenherstellung

Die Putzlappenherstellung erfolgt durch gewerbliche oder karitative Betriebe (z. B. Behindertenwerkstätten) aus vorsortierten Fraktionen von Alttextilien. Die gewaschenen und getrockneten Alttextilien werden meist mit Rundmessern zu Putzlappen unterschiedlicher Größe zugeschnitten. Anschließend werden die Putzlappen in der Regel vor der Auslieferung zu Ballen gepresst.

Reißerei

In der Reißerei werden die Textilabfälle auf mechanischem Wege bis zur Einzelfaser aufgelöst. Dazu werden die Textilabfälle zunächst mittels Schneidemaschinen vorzerkleinert, ggf. in Mischkammern zwischengelagert und homogeni-

sirt und anschließend zu der aus bis zu sechs Reißeinheiten bestehenden Reißmaschine bzw. Reißanlage transportiert. Das Wirkungsprinzip von Reißmaschinen besteht darin, dass das Material durch ein transportierend und gleichzeitig klemmend wirkendes Einzugssystem einer mit hoher Umfangsgeschwindigkeit rotierenden Trommel, dem Reißtambour, zugeführt wird. Auf der Mantelfläche des Reißtambours sind schwertförmige oder runde Stahlstifte in großer Anzahl angeordnet. Sie bewirken zusammen mit der Materialklemmung die Auflösung der textilen Struktur. Als besondere Bauweisen sind Reißtamboure mit Hakenzähnen (Picker) für die Altkleideraufbereitung und Reißtamboure mit Sägezahngarnituren für die Aufbereitung von fädigen Materialien und Vliesstoffen bekannt. Aus der Flugbahn des Reißgutes um den Tambour können unaufgelöste Materialbestandteile, die sogenannten Pitzen, aufgrund ihrer höheren Masse an speziellen Einrichtungen ausgesondert werden.

Das entstehende Reißfasergut ist mit 15 – 35 mm Faserlänge im Vergleich zu Primärfaserstoffen verhältnismäßig kurzstapelig. Dem Reißfasergut können während oder unmittelbar im Anschluss an den Aufbereitungsprozess in Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungszweck des Endproduktes weitere Materialien wie beispielsweise aus Kunststoffabfällen recycelte Chemiefaserstoffe (z. B. Polyester, Polypropylen) oder auch Fasern natürlichen Ursprungs (z. B. Tierhaare, Pflanzenfasern) beigemischt werden. Ebenso kann eine Behandlung mit Bioziden oder Flammenschutzmitteln erfolgen, um die Reißfasern z. B. für Anwendungen im Bereich der technischen Textilien und Automobiltextilien zu konditionieren.

Vliesstofffertigung

Vliesstoffe sind aus Fasern auf direktem Wege geformte und mechanisch oder physikalisch-chemisch verfestigte textile Flächengebilde. Bei aus Reißfasern gefertigten Vliesstoffen erfolgt die Vliesbildung entweder durch Kardiervverfahren oder auf aerodynamischem Weg.

Ein nach dem Kardiervverfahren von der Krempel aus parallelisierten Fasern gebildeter Flor wird mit Legevorrichtungen mehrfach übereinander gelegt, bis das Vlies das für den gewünschten Verwendungszweck erforderliche Flächengewicht besitzt. Zwischen die einzelnen Florlagen können, je nach Verwendungszweck, Zuschlagstoffe (z. B. Phenolharzpulver, Grassamen usw.) hinzugegeben werden. Die Vliesstruktur ist durch Faserquerlage charakterisiert.

Beim aerodynamischen Vliesbildungsverfahren werden die Fasern durch rotierende Auflösewalzen vereinzelt und unter Zuhilfenahme von Luft direkt auf kontinuierlich bewegten und untersaugten Siebtrommeln oder -bändern abgelegt. Dementsprechend wirt sind die Fasern im Vlies angeordnet

In einem anschließenden Schritt erfolgt die mechanische, chemische oder thermische Verfestigung des Vlieses zum Vliesstoff. Die Auswahl des Verfestigungsverfahrens hängt wesentlich vom Einsatzzweck des Endproduktes ab.

Wird bei der Vliesbildung als Zuschlagstoff ein Phenolharz-Bindemittel zugesetzt, so ist der Vliesbildung die Vorhärtung des Phenolharzes in der Regel unmittelbar nachgeschaltet. Das z. B. in Heißluft verfestigte Vlies wird in Tafeln geschnitten und anschließend bei Anwendung hoher mechanischer Drücke in geheizten Formpressen verformt und das Harz zum Schmelzen und zur Aushärtung gebracht.

Hauptabnehmer von Vliesstoffen aus Reißfasern sind die Automobilzulieferindustrie sowie Hersteller von Polstermöbeln und Küchengeräten (weiße Ware). Bei der

Fahrzeugausstattung von Automobilen werden recycelte Textilien z. B. im Dachhimmel, der Kofferraumauskleidung, der Hutablage oder der Fußraumauskleidung verwendet. So enthält mittlerweile ein Neufahrzeug ca. 8 - 10 kg Reißfasern, wobei der Einbau dieser Materialien in der Regel verdeckt erfolgt.

4 Auftretende Stoffe

Bei der Verwertung von Textilabfällen ist von einer Belastung der Luft am Arbeitsplatz durch die einatembare und die alveolengängige Staubfraktion sowie durch organische und anorganische Gase und Dämpfe auszugehen. Für den einatembaren und alveolengängigen Staub gelten die allgemeinen Staubgrenzwerte nach TRGS 900 [4]. Für die beim Textilrecycling relevanten organischen (Formaldehyd) und anorganischen (Ammoniak) Gase und Dämpfe wurden bislang keine Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900 aufgestellt (siehe dazu Tab. 1 unter 6.1).

Die auftretenden Stäube können biologische Arbeitsstoffe wie Schimmelpilze, Bakterien und Endotoxine enthalten, was zu einer vom allgemeinen Staubgrenzwert unabhängigen Bewertung führen kann.

Gefahrstoffe

Bei den in Kapitel 3 dargestellten Verfahrensschritten beim Recycling von Textilabfällen werden Stäube in unterschiedlichem Maße freigesetzt. So kommt es bei der Materialaufgabe in allen Bereichen und bei der Reißerei und Vliesstofffertigung bei Arbeiten an den Anlagen und Maschinen zu Staubexpositionen. Darüber hinaus können bei den Reinigungsarbeiten, die in der Regel durch Abblasen erfolgten, an den Maschinen überdurchschnittliche Staubexpositionen auftreten.

Bei der Vliesstofffertigung können bei der Belastung durch die einatembare und alveolengängige Staubfraktion auch die in einigen Fällen darin enthaltenen pulverförmigen Bindemittel (z. B. Phenolharz) bedeutsam sein. Phenolharze erfordern Maßnahmen der Schutzstufe 2 nach der Gefahrstoffverordnung [2]. Die Anwendung des „Einfachen Maßnahmenkonzeptes Gefahrstoffe“ (EMKG) [5] der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin weist jedoch auf die Notwendigkeit zusätzlicher Schutzmaßnahmen nach § 10 der Gefahrstoffverordnung hin. Die entsprechende Vorgehensweise ist in Anhang 1 dargestellt.

Bei der Fertigung von Vliesstoffen aus Reißfasern kann es zur Freisetzung von organischen und anorganischen Gasen und Dämpfen kommen, die u. a. durch thermische Zersetzung möglicher Beimischungen entstehen. Dies ist z. B. der Fall beim Zusatz von Phenolharzen, wobei Formaldehyd, Ammoniak und Phenol freigesetzt werden können.

Werden diese Vliesstoffe durch Pressen zu Formteilen weiter verarbeitet, so treten infolge der angewandten hohen Temperaturen die gleichen Stoffe auf. Daneben spielen Kaschierungen von Vliesstoffen, bei denen z. B. isocyanathaltige Kleber eingesetzt werden, oder das Hitzdrahtschneiden, bei dem organische Zersetzungsprodukte aus den aufgetragenen Polyolefinfolien entstehen können, ebenso eine Rolle. Da diese Tätigkeiten jedoch auch in Betrieben durchgeführt werden, die nicht dem Textilrecycling zuzurechnen sind, sind die zusätzlich erforderlichen Maßnahmen hier nicht beschrieben. Sie sind bei der Durchführung der individuellen Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Biologische Arbeitsstoffe

Textilabfälle, insbesondere Alttextilien, können mit biologischen Arbeitsstoffen, wie Schimmelpilzen und Bakterien sowie Endotoxinen kontaminiert sein, auch wenn keine sichtbare Verschmutzung oder Gerüche feststellbar sind. Durch Feuchtigkeit

infolge unsachgemäßer Sammlung, Transport und Lagerung kann die Kontamination zunehmen. Ein weiterer Eintrag von biologischen Arbeitsstoffen kann durch unerwünschte Inhaltsstoffe wie tote Tiere oder Windeln im Sortiergut als auch durch bewusst zugesetzte ungereinigte Naturprodukte, wie Tierhaare (z. B. von Ziegen) oder Pflanzenfasern (z. B. Flachs), die in der Regel von Mikroorganismen besiedelt sind, erfolgen. Infolge einer intensiven Bewegung der kontaminierten Textilabfälle kommt es mit dem Staub zur erhöhten Freisetzung biologischer Arbeitsstoffe in die Luft am Arbeitsplatz. Das Gefährdungspotential ergibt sich im Wesentlichen durch die Aerosolbildung und die dadurch bedingte Belastung der Atemluft.

Beim Textilrecycling handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. Abhängig von der Beschaffenheit der Materialien kann eine Vielzahl von Mikroorganismen auftreten. Biologische Arbeitsstoffe werden entsprechend der von Ihnen ausgehenden Infektionsgefährdung in Risikogruppen von 1 bis 4 eingeteilt. In der niedrigsten Risikogruppe RG 1 sind biologische Arbeitsstoffe eingestuft, von denen normalerweise keine Infektionsgefährdung ausgeht, wie z. B. Bäckerhefe oder Joghurtkulturen. In der höchsten Risikogruppe RG 4 finden sich dagegen biologische Arbeitsstoffe, die sehr schwere Krankheiten auslösen können, die in der Regel nicht zu behandeln sind und sich in der Bevölkerung leicht verbreiten können. Die Risikogruppe 2 und 3 stellen Abstufungen dar. Die Einstufung in Risikogruppen kann den Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBS) 460 [9], 462 [10], 464 [11] und 466 [12] entnommen werden. Überwiegend treten beim Textilrecycling Bakterien und Schimmelpilze in erhöhter Konzentration auf, die in der natürlichen Umwelt vorkommen.

Einige wenige Bakterien (z. B. Actinomyceten) tragen ein bedeutendes sensibilisierendes Potential, welches insbesondere beim Einatmen zu einer Gefährdung führen kann. Nur von wenigen Pilzen sind bisher allergene Wirkungen bekannt geworden und daher kann das allergene Potenzial allgemein als gering eingeschätzt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass längerfristiger, intensiver Kontakt mit luftgetragenen Schimmelpilzen in großer Dichte insbesondere bei bestehender Veranlagung zu einer Sensibilisierung bis hin zu schwerwiegenden allergischen Reaktionen führen kann. Stäube, die Schimmelpilze, Actinomyceten oder Milbenallergene enthalten, sind in der TRGS 907 [13] als sensibilisierende Gefahrstoffe bewertet. Eine schädigende Wirkung entfalten auch Zellwandbestandteile abgestorbener Mikroorganismen wie z. B. Endotoxine von gramnegativen Bakterien und Glucane von Pilzen, die zu Entzündungen der Atemwege oder grippeähnlichen Symptomen führen können.

Für die Gefährdungsbeurteilung ist die Einstufung der Mikroorganismen nach ihrem Infektionsrisiko in Risikogruppen unter Beachtung ihres sensibilisierenden und toxischen Potentials heranzuziehen. Als Bewertungshilfen können hinsichtlich der Infektionsgefahr die Risikogruppen der möglicherweise vorkommenden biologischen Arbeitsstoffe in Verbindung mit der Art, Dauer, Häufigkeit und Höhe der Exposition dienen. Für die Gefährdungsbeurteilung sind betriebseigene Erfahrungen über die Häufigkeit von Fehlwürfen sowie von Stich- und Schnittverletzungen hinzuzuziehen. Die biologischen Arbeitsstoffe im Anwendungsbereich dieser Handlungsanleitung sind in der Regel den Risikogruppen 1 und 2 zuzuordnen. Die Gefahr einer Infektion bei den in Kapitel 3 genannten Tätigkeiten wird aus den Erfahrungen der durchgeführten Untersuchungen insgesamt als gering eingestuft.

Eine Messverpflichtung zur Erfassung biologischer Arbeitsstoffe besteht nicht. Zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn oder zur Überprüfung technischer oder orga-

nisatorischer Maßnahmen können Messungen angezeigt sein. Um vergleichbare und damit aussagefähige Messergebnisse zu erhalten, ist die Einhaltung der in der Technischen Regel für biologische Arbeitsstoffe TRBA 405 [14] festgelegten Messstrategie einschließlich der darin benannten Messverfahren aus der BGIA-Arbeitsmappe zwingend erforderlich.

Bei Messungen in belasteten Bereichen sind Werte der unbelasteten Außenluft als Referenz heranzuziehen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass mit zunehmender Belastung die Gefährdung durch Infektionen, sensibilisierende und toxische Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe steigt.

Die in dieser Handlungsanleitung beschriebenen Tätigkeiten im Textilrecycling können aufgrund der derzeitigen Kenntnisse, die von den vorhandenen biologischen Arbeitsstoffen ausgeht, in der Regel der Schutzstufe 1 nach BioStoffV zugeordnet werden. Das sensibilisierende und toxische Potenzial ist bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen zusätzlich zu berücksichtigen.

5 Voraussetzungen für die Anwendung der Handlungsanleitung

Nachfolgend ist aufgeführt, welche Bedingungen bei den verschiedenen Tätigkeiten des Textilrecyclings zu erfüllen sind, um die in dieser Handlungsanleitung aufgeführten Ergebnisse für die Belastungen durch die relevanten Gefahrstoffe als standardisiertes Arbeitsverfahren nach TRGS 400 [1] für die Gefährdungsbeurteilung übernehmen zu können.

Das Problem der Betriebe des Textilrecyclings ist der Einsatz von Druckluft zum Reinigen durch Abblasen. Die Reinigung darf unter Einsatz von Druckluft nur in Ausnahmen erfolgen, wenn dies nachweislich nicht durch Absaugen oder andere nicht oder weniger staubende Verfahren möglich ist. Bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind diese Ausnahmen zu begründen und zu dokumentieren. In der Betriebsanweisung sind sie gemeinsam mit den hierdurch erforderlichen zusätzlichen Schutzmaßnahmen aufzuführen. Wird Druckluft abweichend von der Betriebsanweisung in anderen Fällen zum Reinigen eingesetzt, so sind die Vorgaben dieser Handlungsanleitung nicht erfüllt und der Befund „Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte für die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion“ kann ohne Arbeitsplatzmessungen nicht mehr vorausgesetzt werden.

Ergänzende Ausführungen unterstützen bei der Beurteilung der Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe und geben Hinweise, wie diese ebenso verringert werden können.

5.1 Bedingungen für Gefahrstoffe

Die nachfolgenden Bedingungen sind bei der Anwendung dieser Handlungsanleitung einzuhalten. Es kann dann von einer Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte für die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion (Allgemeiner Staubgrenzwert) ausgegangen werden. Die Bedingungen sind für die einzelnen Bereiche des Textilrecyclings – Sortierung, Putzlappenfertigung, Reißerei und Vliesstofffertigung – in allgemeine, d. h. für alle geltende, und spezielle für die vier Anwendungsbereiche untergliedert. Eine Unterscheidung dahingehend, ob es sich um Alttextilien oder Produktionsabfälle handelt ist ebensowenig erforderlich wie eine Unterscheidung bezüglich Natur- oder Chemiefasern, aus denen die Textilien bestehen.

5.1.1 Allgemeingültige Bedingungen

Die für das Textilrecycling eingesetzten Maschinen und Anlagen müssen für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet sein. Bei bestimmungsgemäßer Nutzung muss die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten gewährleistet sein. Bei der Aufstellung und dem Betrieb von Maschinen und Anlagen sind auch die Gefährdungen, die durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln, Arbeitsstoffen oder mit der Arbeitsumgebung auftreten können, zu berücksichtigen. Arbeiten an Maschinen und Anlagen dürfen nur von Beschäftigten ausgeführt werden, die dazu befugt sind und diese Arbeiten selbständig sicher durchführen können oder bei diesen Arbeiten beaufsichtigt werden.

Angebrachte Abdeckungen und Umhüllungen oder sonstige Schutzeinrichtungen, die die Freisetzung von Gefahrstoffen verhindern sollen, dürfen während des Betriebs nicht entfernt, geöffnet oder anderweitig umgangen werden.

An den erforderlichen Transport-, Einfüll- und Abfüllvorrichtungen sind die Fallhöhen der Textilien oder textiler Fasern zu minimieren. Ggf. sind flexible Abdeckungen und Umhüllungen anzubringen.

Werden die Textilien oder die daraus resultierenden Erzeugnisse in den Hallen mit Flurförderzeugen transportiert, so sind dazu bevorzugt gas- oder elektrobetriebene Flurförderzeuge einzusetzen. Dieselbetriebene Flurförderzeuge dürfen dazu nur eingesetzt werden, wenn sie mit Partikelfiltern ausgerüstet sind, welche den Anforderungen der VERT-Filterliste entsprechen.¹ Bei der Neubeschaffung von Flurförderzeugen ist eine Prüfung nach TRGS 554 „Dieselmotoremissionen“, Punkt 4.6.1 [15] zur Entscheidung über die Antriebsart heranzuziehen. Gasbetriebene Flurförderzeuge sind zur Minimierung der Kohlenmonoxidbelastung regelmäßig zu warten und entsprechend den Herstellerangaben einzustellen.

Wenn für den Straßenverkehr zugelassene Fahrzeuge mit Dieselmotor in ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche fahren (z. B. zur Anlieferung oder Abholung von Textilien), so sind diese dazu mit einem aufsteckbaren Partikelfilter auszurüsten oder die Fahrzeugabgase sind unmittelbar am Auspuff zu erfassen und aus dem Arbeitsbereich abzuleiten (z. B. durch aufsteckbare Abgasabsaugungen).

Es ist darauf zu achten, dass belastete Luft nicht in angrenzende unbelastete Bereiche gelangt.

Reinigungsarbeiten sind zur Entfernung von Staubablagerungen regelmäßig durchzuführen. Dies muss unter Verwendung eines Industriestaubsaugers (Staubklasse H) erfolgen, um insbesondere Faseraufwirbelungen bei der Reißerei und der Vliesstofffertigung zu minimieren. Die Verwendung von Druckluft ist nur zulässig, wenn die zu reinigenden Stellen für einen Industriestaubsauger unzugänglich sind. In diesen Fällen hat vorher immer die Grundreinigung mittels Industriestaubsauger zu erfolgen. Ein Abblasen des Fußbodens ist nicht zulässig.

Wenn der Einsatz von Druckluft unumgänglich ist, haben die Beschäftigten dabei Atemschutzmasken der Schutzklasse P2 zu tragen. Die Beschäftigten sind dazu nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 26 zu untersuchen, soweit dies gemäß den Auswahlkriterien [16] erforderlich ist. Das ständige Tragen persönlicher Schutzausrüstung ist nicht zumutbar.

Bei Betriebsstörungen, insbesondere bei der Reißerei und Vliesstofffertigung, bei denen verstopfte Anlagen auseinander gebaut und frei geräumt werden müssen, sind ebenso Atemschutzmasken der Schutzklasse P2 zu tragen. Dabei ist die berufsgenossenschaftliche Regel BGR 190 zu beachten [17].

Beim Öffnen von Ballen mit Textilien oder anderen Erzeugnissen sind geeignete Handschuhe - z. B. Lederhandschuhe - und Schutzschilde für das Gesicht zu tragen. Die verwendeten Handschuhe müssen nach DIN EN 388 [18] geprüft sein.

Die an den Maschinen und Anlagen abgesaugte Luft ist durch Staubabscheider zu leiten. Staubsäcke und Filter zur Staubabscheidung sind regelmäßig zu wechseln. Die Beschäftigten haben dabei Atemschutzmasken der Schutzklasse P2 zu tragen.

¹ siehe dazu: <http://www.bafu.admin.ch/luft/00632/00639/00644/index.html?lang=de>

Für alle Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. Die Beschäftigten sind regelmäßig in einer ihnen verständlichen Sprache zu unterweisen.

Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen ist an den Arbeitsplätzen nicht zulässig.

An allen Arbeitsplätzen sind die Grundsätze für die Verhütung von Gefährdungen nach § 8 GefStoffV [2] eingehalten, vgl. auch TRGS 500 [19].

5.1.2 Zusätzliche Bedingungen für einzelne Verfahren

Für das Sortieren und die Putzlappenfertigung sind die oben aufgeführten allgemeinen Bedingungen ausreichend. Für die Reißerei und Vliesstofffertigung sind die nachfolgenden Bedingungen zusätzlich zu erfüllen.

Die zum Reißen von Textilabfällen und zur Vliesstofffertigung verwendeten Anlagen sind an den Gefahrstellen gegen unzulässigen Eingriff zu sichern (z. B. Abdeckung, Lichtschranke, Umzäunung). Ein Eingriff in laufende Anlagenteile darf nicht möglich sein.

Beimischungen von ungereinigten Tierhaaren und Pflanzenfasern müssen an entsprechend abgesaugten oder abgedichteten Maschinen und Anlagen erfolgen.

Anlagen zur Zugabe von staubförmigen Beimischungen (z. B. Phenolharze) bei der Vliesstofffertigung sind geschlossen zu halten und abzusaugen. Die aus Big Bags oder Säcken zugeführten Beimischungen dürfen nicht offen eingefüllt werden; Fallstrecken sind zu minimieren und zu umhüllen.

Werden Maschinenelemente mit organischen Lösemitteln gereinigt, so darf dies nicht in Produktionshallen erfolgen. Die Arbeitsplätze für diese Reinigungsarbeiten sind mit geeigneter Lufttechnik auszustatten. Die Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzes sind zu beachten.

Die Beschäftigten sind mit Sicherheitsschuhen der Schutzkategorie S 2 mit profilierter Laufsohle nach DIN EN ISO 20345 [20] und geeigneter Arbeitsbekleidung als körperbedeckender Arbeitsanzug gemäß DIN EN 340 [21] auszustatten.

5.2 Bedingungen für biologische Arbeitsstoffe

Im gesamten Geltungsbereich dieser Handlungsanleitung ist vom Auftreten biologischer Arbeitsstoffe auszugehen. Alle unter 5.1 genannten Maßnahmen zur Staubreduzierung führen ebenfalls zur Verringerung der Belastung durch biologische Arbeitsstoffe, da sie durch technische, organisatorische und im Ausnahmefall persönliche Schutzmaßnahmen das Freisetzen von Stäuben mit mikrobieller Belastung reduzieren bzw. das Einwirken auf die Beschäftigten vermindern.

Bei den unter 6 dargestellten Ergebnissen konnte nicht in allen Fällen geklärt werden, warum an bestimmten Arbeitsplätzen hohe Konzentrationen an biologischen Arbeitsstoffen auftraten. Deshalb stellen die vorgenannten Hinweise keine abschließende Liste dar. Betriebsspezifische Besonderheiten sind gesondert zu berücksichtigen.

An allen Arbeitsplätzen sind die allgemeinen Hygienemaßnahmen gemäß TRBA 500 [22] einzuhalten.

Die Sammlung, der Transport und die Lagerung von Textilabfällen sowie von Faserrohstoffmaterialien für die Vliesstofffertigung müssen möglichst trocken erfolgen. Lange Lagerzeiten und zusätzliche Verschmutzungen sind zu vermeiden.

Verschimmelte oder stark verschmutzte Textilabfälle dürfen nicht verarbeitet werden, sondern sind zu entsorgen.

Bei raumluftechnischen Anlagen ist besonders im Umluftbetrieb die hygienebewusste Wartung und Instandhaltung von Bedeutung.

Beim Einsatz von Absaugeinrichtungen oder raumluftechnischen Anlagen darf Luft, die durch biologische Arbeitsstoffe belastet ist, nicht ungefiltert in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, damit in der Umluft eine ausreichende Keimreduktion erreicht wird.

Es ist darauf zu achten, dass belastete Luft nicht in angrenzende unbelastete Bereiche gelangt.

Bei besonderen Anforderungen an die Minimierung der Belastung durch biologische Arbeitsstoffe können die Ausgangsmaterialien auch gewaschen werden.

Bei ständigen Arbeiten an Anlagen und Maschinen der Reißerei und Vliesstofffertigung, an denen ungereinigte Naturprodukte und Alttextilien verarbeitet werden und die erfahrungsgemäß zu erhöhter Staub- und Keimfreisetzung führen, sind technische Maßnahmen zur Minimierung dieser Belastung notwendig (z. B. Einhausung, Absaugung, Belüftung, Vermeidung freier Fallhöhen).

Das Tragen von Atemschutz ist nur im Ausnahmefall zulässig und in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung entsprechend zu begründen. Bei kurzfristigen Tätigkeiten in staubintensiven Bereichen, wie bei Reinigungsarbeiten, Kontrollaufgaben oder kurzfristiger Störungsbehebung, ist das Tragen von Atemschutz der Schutzklasse P2 (z. B. partikelfiltrierende Halbmasken oder fremdbelüfteter Helm oder Haube) möglich und notwendig.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Schimmelpilzhaltige Stäube sind in der TRGS 907 [13] als sensibilisierend eingestuft. Die sensibilisierende Wirkung biologischer Arbeitsstoffe ist im Rahmen der arbeitsmedizinischen Beratung von Beschäftigten gemäß § 12, Abs. 2a BioStoffV [6] besonders zu beachten. Für Beschäftigte mit bestehender Allergie oder Atemwegserkrankungen kann das Risiko erhöht sein. Durch gezielte Frühdiagnostik und geeignete Maßnahmen kann die Entwicklung ausgeprägter, nicht mehr rückbildungsfähiger, allergischer Erkrankungen sowie chronischer Atemwegserkrankungen vermieden werden. Eine Untersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit ist daher zur Erfassung eines Krankheitsverlaufs unter präventiven Gesichtspunkten zu empfehlen.

Haben sich Beschäftigte eine Erkrankung, z. B. Allergie, zugezogen, die auf Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen zurückzuführen sein kann, sind ihnen unverzüglich Untersuchungen anzubieten (§ 15a, Abs. 6 BioStoffV [6]). Dies gilt auch für Beschäftigte mit vergleichbaren Tätigkeiten, wenn Anhaltspunkte dafür bestehen, dass sie ebenfalls gefährdet sein können.

Es empfiehlt sich, die Untersuchungen nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 23 (Obstruktive Atemwegserkrankungen) in Verbindung mit der BGI 504.23 durchzuführen [23].

5.3 Hinweise zu mechanischen Gefährdungen und zum Brand- und Explosionsschutz

Nachfolgend werden Hinweise zu den Sicherheitsanforderungen an Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstofffertigung bezüglich mechanischer Gefährdungen und zum Brand- und Explosionsschutz gegeben.

Die eingesetzten Maschinen müssen den Anforderungen des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG) [24] und der neunten Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (9. GPSGV) [25] entsprechen. Die grundlegenden Sicherheitsanforderungen des Anhangs I der EG-Maschinenrichtlinie werden durch harmonisierte Europäische Normen konkretisiert. Die grundlegenden Anforderungen an Textilmaschinen wurden hierzu in der DIN EN ISO 11 111 "Textilmaschinen – Sicherheitsanforderungen" [26] veröffentlicht.

An Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstofffertigung kommt den mechanischen Gefährdungen an Maschinenelementen, wie z. B. Schläger, Walzen, Lattentücher, auf denen Nadeln, Nägel, Stifte, Zapfen und dergleichen sowie Ganzstahl- oder Häkchengarnituren angebracht sind, eine große Bedeutung zu. Sie kommen z. B. an Ballenöffnern, Kastenspeisern, Reißern, Wölfen, Krempeln, Karden einschließlich ihrer Füllschächte vor. Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstofffertigung sind bezüglich der möglichen mechanischen Gefährdungen und des Brandschutzes mit Spinnereivorbereitungsmaschinen vergleichbar. Deshalb kann der Betreiber anhand der Broschüre "Sicherheitsanforderungen an Spinnereivorbereitungsmaschinen" [27] prüfen, ob seine Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstofffertigung den geltenden Vorschriften, insbesondere der DIN EN ISO 11 111 [26] entsprechen.

Die betriebliche Gefährdungsbeurteilung bezüglich mechanischer Gefährdungen ist immer neben dem Normalbetrieb der Anlagen auch für Einstell-, Wartungs-, Reparatur-, Rüst- und Reinigungsarbeiten, sowie die Beseitigung von Prozessstörungen durchzuführen.

Bei allen Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstofffertigung und Spinnereivorbereitungsmaschinen besteht Brandgefahr. Die DIN EN ISO 11 111 [26] legt keine maschinenspezifischen Brandschutzmaßnahmen fest, schlägt jedoch folgende alternative Maßnahmen vor:

- Automatisches Erkennen und Ausscheiden metallischer Verunreinigungen zur Vermeidung von Zündfunken
- Verwendung funkensicherer Werkstoffe
- Sorgfältige Wartung der Lager zur Vermeidung von Überhitzung
- Einsatz von integrierten Flammen- und Rauchmeldern in Verbindung mit automatischen Feuerlöschern
- Hinweis in der Betriebsanleitung auf das Anbringen von Sprinklern oder Handfeuerlöschern im Bereich der Maschinen zur Reißfaser- und Vliesstoffherstellung

In Betrieben mit Vliesstofffertigung oder in Reißereien ist mit dem Auftreten explosionsfähiger Atmosphären (insbesondere in Entstaubungsanlagen) zu rechnen. Diese müssen vom Arbeitgeber in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden, um ausreichende Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz zu treffen. Diese Schutzmaßnahmen sind als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Ist das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht auszuschließen, muss ein Explosionsschutzdokument erstellt werden. Dies gilt unabhängig von der Zahl der Beschäftigten. Mit dem Explosionsschutzdokument hat der Arbeitgeber nachzuweisen:

- dass die Explosionsgefährdung ermittelt und bewertet worden ist,
- in welchen Bereichen eine Explosionsgefährdung auftreten kann,
- mit welchen Maßnahmen eine Gefährdung vermieden bzw. auftretenden Gefährdungen begegnet werden soll,
- nach welchen Kriterien Arbeitsmittel für explosionsgefährdende Bereiche auszuwählen sind,
- welche organisatorischen Maßnahmen erforderlich sind.

Konkrete Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz liefern die TRGS 720 - 722, die inhaltsgleiche Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 2152 [28] und die Berufsgenossenschaftliche Information (BGI) 560 [29].

6 Messungen zur Ermittlung der Expositionshöhe und Befund

Beim Recycling von Textilabfällen wurden Arbeitsplatzmessungen von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Niedersachsen, der Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft, der Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) durchgeführt. Zur Ermittlung der Gefahrstoffbelastungen erfolgten von 2003 bis 2006 Arbeitsplatzmessungen in 24 Betrieben. Im Einzelnen handelte es sich um zehn Sortierbetriebe, acht Reißereien, vier Betriebe zur Vliesstofffertigung und vier Betriebe, in denen Putzlappen gefertigt wurden. Die Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe wurden in den Jahren 2003 bis 2006 in 21 Betrieben ermittelt.

In den untersuchten Betrieben wurden Alttextilien und/oder Produktionsabfälle verwertet.

6.1 Belastungen durch Gefahrstoffe beim Textilrecycling

Es erfolgten ortsfeste und personengetragene Arbeitsplatzmessungen der in Tabelle 1 aufgeführten Gefahrstoffe.

Tabelle 1 Zusammenstellung der untersuchten Stoffe beim Textilrecycling [4]

Stoff	Arbeitsverfahren	Arbeitsplatzgrenzwert [mg/m ³]	Spitzenbegrenzung	Bemerkung
Alveolengängige Staubfraktion (A)	Sortierung, Reißerei, Putzlappen-, Vliesstofffertigung	3	2(II)	
Einatembare Staubfraktion (E)	Sortierung, Reißerei, Putzlappen-, Vliesstofffertigung	10	2(II)	
Ammoniak	Vliesstofffertigung	z. Z. kein Arbeitsplatzgrenzwert		Überprüfung durch die MAK-Kommission
Formaldehyd	Vliesstofffertigung	z. Z. kein Arbeitsplatzgrenzwert		In der Bearbeitungsliste des AGS zur TRGS 900

Organische Lösemittel können zum Einsatz kommen, wenn Maschinenelemente gereinigt werden müssen (z. B. beim Einsatz von Phenolharzen).

Die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion wurden ortsfest und personengetragen als Schichtmittelwerte gemessen. Kurzzeitwertmessungen erfolgten nicht. Bei der Vliesstofffertigung erfolgte in einigen Fällen die Messung der verkürz-

ten Exposition bei Reinigungsarbeiten. Diese Messungen ermöglichten Rückschlüsse auf mögliche erhöhte Belastungen entsprechend den Kurzzeitwertkriterien.

In den Reißereien und bei der Vliesstofffertigung wurden bei den Staubprobenahmen der einatembaren Staubfraktion auch größere Textilfasern erfasst, die sich bei langer Probenahmedauer und bei höheren Konzentrationen als Fasergespinnst auf den Sammelfiltern ablagerten. In den Fällen, in denen Belastungen oberhalb des Staubgrenzwertes von 10 mg/m^3 resultierten, wurden diese Gespinste – wenn möglich – abgetrennt. Die verbleibende Filterbelegung wurde als einatembare Staubfraktion angesehen. Da diese Abtrennung nicht vollständig war und bei geringeren Filterbeladungen in der Regel nicht erfolgte, kann davon ausgegangen werden, dass in Reißereien und bei der Vliesstofffertigung höhere Belastungen ermittelt wurden als tatsächlich vorlagen. Das abgetrennte Fasergespinnst stellt aufgrund der Größe dieser Fasern ein allgemeines Hygieneproblem dar, was sich durch Niesen und Schneuzen bei den Beschäftigten deutlich machte.

Wurden bei der Vliesstofffertigung Phenolharze beigemischt, erhöhten diese die Staubbelastung insbesondere bei der Aufgabe zu den Reißfasern und bei Reinigungsarbeiten.

Lösemitteldämpfe wurden weiterhin bei Reinigungsarbeiten an Nadelbrettern in der Vliesstofffertigung sowie bei der Weiterverarbeitung von Vliesstoffen (Kaschierung und Hitzdrahtschneiden von mit Polyethylenfolien beschichteten Vliesstoffen) ermittelt.

Nachfolgend sind die ermittelten Belastungen für die einzelnen Bereiche des Textilrecyclings näher beschrieben.

6.1.1 Gefahrstoffbelastungen bei der Sortierung

In zehn Sortierbetrieben erfolgten insgesamt 178 Arbeitsplatzmessungen als Schichtmittelwerte der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion. Die Ergebnisse und die zugehörige Auswertung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Zusammenstellung der Messergebnisse für Sortierbetriebe (Schichtmittelwerte)

	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messergebnisse	Median [mg/m^3]	95-Perzentil [mg/m^3]	Maximalwert [mg/m^3]
Alveolengängige Staubfraktion (AGW: 3 mg/m^3)					
alle Messergebnisse	10	55	0,27	0,50	0,71
Personengetragen	5	22	0,33	0,55	0,71
Ortsfest	8	33	0,15	0,39	0,48
Einatembare Staubfraktion (AGW: 10 mg/m^3)					
alle Messergebnisse	10	123	1,32	3,87	6,45
Personengetragen	8	89	1,72	4,40	6,45
Ortsfest	9	34	0,65	1,59	2,37

Bei der Sortierung von Textilabfällen sind die Arbeitsplatzgrenzwerte für die einatembare und die alveolengängige Staubfraktion durchweg eingehalten. Die personengetragenen ermittelten Belastungen liegen für beide Staubfraktionen jeweils höher als die ortsfest ermittelten Belastungen.

6.1.2 Gefahrstoffbelastungen bei der Putzlappenfertigung

Arbeitsplatzmessungen erfolgten in vier Betrieben, von denen einer eine Behindertenwerkstatt war. Es wurden zwei ortsfeste Messungen der alveolengängigen Staubfraktion sowie insgesamt 22 Messungen der einatembaren Staubfraktion durchgeführt. Andere Gefahrstoffe traten während der Putzlappenfertigung nicht auf.

Die Belastungen durch die alveolengängige Staubfraktion betragen weniger als $0,25 \text{ mg/m}^3$. Bei den ortsfesten Messungen lagen die Belastungen durch die einatembare Staubfraktion unterhalb $0,71 \text{ mg/m}^3$. Die 16 personengetragenen durchgeführten Arbeitsplatzmessungen der einatembaren Staubfraktion ergaben Belastungen bis zu $4,14 \text{ mg/m}^3$; dabei betragen der Median und das 95-Perzentil $0,49 \text{ mg/m}^3$ bzw. $2,97 \text{ mg/m}^3$.

6.1.3 Gefahrstoffbelastungen in Reißereien

In acht Reißereien wurden Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. In diesen Betrieben wurden Textilabfälle in Form von sortierten Alttextilien aus Kleidersammlungen und/oder Produktionsabfällen gerissen.

Die Reißanlagen werden in den Betrieben in der Regel von zwei Mitarbeitern in der Schicht betreut. Einer dieser Mitarbeiter hat seinen Arbeitsschwerpunkt im Bereich der Materialaufgabe, der andere an der Reißmaschine und der Presse, wo die Reißfasern in Ballen gepresst und diese dann mit Flurförderzeugen abgenommen werden. Eine strenge Trennung existiert jedoch nicht bei der Durchführung dieser Tätigkeiten. Reinigungsarbeiten erfolgten zum Schichtende oder wenn auf eine andere Materialqualität umgestellt wurde. Diese dauerten unterschiedlich lange und waren meist nicht messtechnisch von den anderen Tätigkeiten trennbar. Instandhaltungsarbeiten und Beseitigungen von Störungen (z. B. Verstopfungen) werden ebenfalls von diesen Beschäftigten durchgeführt. Ist dies nicht möglich, werden entweder entsprechend qualifizierte Mitarbeiter des Betriebes oder Servicefirmen, z. T. auch der Anlagenbauer, damit betraut.

In den Reißereien wurden insgesamt 158 Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. In Tabelle 3 sind die als Schichtmittelwerte ermittelten Belastungen durch die einatembare und die alveolengängige Staubfraktion dargestellt.

Für die alveolengängige Staubfraktion wurde bei allen ortsfesten und personengetragenen Messungen eine Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes von 3 mg/m^3 festgestellt.

Die ortsfesten Messungen ergaben für die einatembare Staubfraktion eine Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes von 10 mg/m^3 . Personengetragenen gemessen kam es in zwei Fällen zu einer Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes für die einatembare Staubfraktion. Eine erhöhte Belastung war insbesondere dann festzustellen, wenn Reinigungsarbeiten erfolgten, bei denen abgeblasen wurde.

Kritisch ist anzumerken, dass eine Reinigung durch Abblasen nicht auf unzugängliche Bereiche an den Maschinen und Anlagen beschränkt wurde, sondern durchweg angewendet wurde. So wurden in vielen Fällen selbst die Hallenböden abgeblasen, so dass hier leicht zugängliche Staub- und Faserablagerungen unnötigerweise in die Arbeitsplatzluft aufgewirbelt wurden. In vielen Fällen trugen die Beschäftigten bei Reinigungsarbeiten partikelfiltrierenden Atemschutz.

Tabelle 3 Zusammenstellung der Messergebnisse für Reißereien (Schichtmittelwerte)

	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messergebnisse	Median [mg/m ³]	95-Perzentil [mg/m ³]	Maximalwert [mg/m ³]
Alveolengängige Staubfraktion (AGW: 3 mg/m³)					
alle Messergebnisse	8	57	0,38	1,50	2,72
personengetragen	5	39	0,22	1,27	1,76
ortsfest	4	18	0,53	2,31	2,72
Einatembare Staubfraktion (AGW: 10 mg/m³)					
alle Messergebnisse	8	101	1,79	8,03	17,0
personengetragen	7	48	1,91	8,28	17,0
ortsfest	6	53	1,51	4,01	8,10

Neben den Belastungen durch die einatembare Staubfraktion traten zusätzlich große Textilfasern in der Arbeitsplatzluft auf (bis in den Millimeter-Bereich). Diese führten bei der gravimetrischen Auswertung der Arbeitsplatzproben bei Reinigungsarbeiten zu Konzentrationen, die in einzelnen Fällen bis zu fünfmal höher lagen als die Konzentration der einatembaren Staubfraktion.

Ein gemessener Kurzzeitwert von 27,5 mg/m³ für Reinigungsarbeiten weist darauf hin, dass bei Reinigungsarbeiten durch Abblasen von Überschreitungen des Kurzzeitwertes von 20 mg/m³ (15-Minuten-Mittelwert) ausgegangen werden kann.

Die Messergebnisse lassen folgende Tendenzen erkennen:

- Die Belastungen sind beim Reißen von Alttextilien höher als beim Reißen von Produktionsabfällen.
- Die Belastungen nehmen mit höheren Baumwollanteilen bei den zu reißenden Textilabfällen zu.

Zum Teil werden die Reißfasern in den Reißereien mit Bioziden (Fungiziden) behandelt. Die Erfahrungen zeigen, dass diese bis zu 1 % in den Reißfasern ausmachen. Eine diesbezügliche Messung war nicht möglich. Es sollte daher bei der Gefährdungsbeurteilung näherungsweise davon ausgegangen werden, dass in den Staubfraktionen und den größeren textilen Fasern ebenfalls Gehalte von bis zu 1 % anzunehmen sind. Dies kann als worst case betrachtet werden, da die Staub-

freisetzung in den Arbeitsbereich überwiegend vor der Behandlung mittels bioziden Wirkstoffen erfolgt.

6.1.4 Gefahrstoffbelastungen bei der Vliesstofffertigung

Arbeitsplatzmessungen erfolgten in vier Betrieben. Einer dieser Betriebe bildete Vliese nach dem Kardierverfahren, die mechanisch verfestigt wurden. Zwei Betriebe arbeiteten nach dem aerodynamischen Verfahren mit Vliesverfestigung durch Zugabe von Phenolharzpulver. Im vierten Betrieb kamen beide Verfahren zur Anwendung. Die nachfolgend diskutierten Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Tätigkeiten von der Materialaufgabe bis zur Abnahme der erzeugten Vliesstoffrolle von der Maschine.

Tabelle 4 Messergebnisse für die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion bei der Vliesstofffertigung (Schichtmittelwerte)

	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messergebnisse	Median [mg/m ³]	95-Perzentil [mg/m ³]	Maximalwert [mg/m ³]
alveolengängige Staubfraktion (AGW: 3 mg/m³)					
Aerodynamisches Verfahren	2	14	0,32	2,01	2,95
Kardierverfahren	3	17	0,22	0,83	1,41
Einatembare Staubfraktion (AGW: 10 mg/m³)					
<u>aerodyn. Verfahren</u>					
ortsfest	2	7	5,36	-	21,5
personengetragen	2	31	2,14	15,5	77,4
<u>Kardierverfahren</u>					
ortsfest	3	19	1,12	6,55	9,15
personengetragen	3	51	1,60	6,82	18,4

Es erfolgten ortsfeste und personengetragene Messungen der alveolengängigen und der einatembaren Staubfraktion. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt. Die personengetragenen Messungen erfolgten dabei an den Beschäftigten, die für die Bedienung der Anlagen, die Überwachungstätigkeiten und daraus ggf. resultierende Eingriffe zur Beseitigung von Störungen sowie die Abnahme der gefertigten Vliesstoffrollen zuständig waren. Eine Trennung zwischen diesen Tätigkeiten erfolgte nicht, da sich die Beschäftigten bei einzelnen Tätigkeiten abwechselten und unterstützten. In jeder Schicht erfolgten Reinigungsarbeiten – zum Teil auch mehrmals – durch Abblasen der Maschinen und Anlagen. In einigen wenigen Fällen konnten diese gesondert gemessen werden; ansonsten waren sie in die Messungen des Schichtmittelwertes eingeschlossen.

Für die alveolengängige Staubfraktion lagen die Schichtmittelwerte in allen Fällen unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes von 3 mg/m³. In zwei weiteren Fällen konnten bei der aerodynamischen Vliesstofffertigung ortsfeste Messungen bei Reinigungsarbeiten durchgeführt werden. Hier betrug die Belastungen bei den bis

zu 80 Minuten dauernden Arbeiten $3,96 \text{ mg/m}^3$ und $7,67 \text{ mg/m}^3$. Ursache für diese hohen Belastungen war die Verwendung von Druckluft beim Reinigen. Bei den Reinigungsarbeiten ist von Überschreitungen des Kurzzeitwertes von 6 mg/m^3 für die alveolengängige Staubfraktion auszugehen, wenn dies durch Abblasen erfolgt. Dies ist auch unter dem Aspekt als kritisch anzusehen, dass insbesondere bei der aerodynamischen Vliesstofffertigung den Reißfasern gesundheitsschädliche und beim Einatmen und Hautkontakt mögliche Sensibilisierungen verursachende Phenolharze zugesetzt wurden. Wenn Vliesstoffe aerodynamisch ohne Phenolharze hergestellt werden, ist von niedrigeren Belastungen auszugehen.

Bei den Messungen der einatembaren Staubfraktion bei der aerodynamischen Vliesstofffertigung wurden in einem der beiden untersuchten Betriebe wiederholt Überschreitungen des Arbeitsplatzgrenzwertes von 10 mg/m^3 festgestellt. Als Ursachen dafür sind insbesondere die Beimischung von Phenolharzen ohne Absaugung und der umfangreiche Einsatz von Druckluft bei der Reinigung anzusehen. In dem zweiten untersuchten Betrieb erfolgte die Dosierung der Phenolharze aus einem geschlossenen Vorratsbehälter; ebenso wurde mit Druckluft in deutlich geringerem Maße gereinigt: hier wurde der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten. Drei Messungen der einatembaren Staubfraktion bei Reinigungsarbeiten mit einer Dauer von 40 bis 120 Minuten ergaben Belastungen von $18,6$ bis $101,5 \text{ mg/m}^3$. Bei Reinigungsarbeiten unter Verwendung von Druckluft ist für die einatembare Staubfraktion bei der aerodynamischen Vliesstofffertigung von Grenzwertüberschreitungen auszugehen.

Bei der Fertigung von Vliesstoffen nach dem Kardiervverfahren lagen die ortsfest an der Anlage gemessenen Belastungen durch die einatembare Staubfraktion durchweg unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes von 10 mg/m^3 . Bei der personengetragenen Messung traf dies bis auf eine Ausnahme ebenso zu. Bei dieser $18,4 \text{ mg/m}^3$ betragenden Belastung erfolgte die Reinigung der Anlage durch intensives Abblasen über die gesamte Schicht. Ohne dieses Messergebnis lag die höchste personengetragen gemessene Belastung durch die einatembare Staubfraktion bei $7,14 \text{ mg/m}^3$. Bei Reinigungsarbeiten an dieser Anlage unter Verwendung von Druckluft erfolgten zwei weniger als zwei Stunden dauernde Messungen. Aufgrund der dabei ermittelten Belastungen durch die einatembare Staubfraktion in Höhe von $15,9 \text{ mg/m}^3$ und $23,4 \text{ mg/m}^3$ ist auch hier regelmäßig von einer Überschreitung des Kurzzeitwertes auszugehen, wenn abgeblasen wird.

Bei der Fertigung von Vliesstoffen nach dem Kardiervverfahren erfolgten vier Arbeitsplatzmessungen beim Ausbessern der Nadelbretter. Die dabei ermittelten Belastungen durch die einatembare Staubfraktion betragen durchweg weniger als $0,24 \text{ mg/m}^3$. Bei diesen Ausbesserungsarbeiten wurden für die Reinigung der Nadelbretter organische Lösemittel eingesetzt. Die als Summe ermittelten Belastungen durch die Lösemitteldämpfe betragen dabei $81,3 \text{ mg/m}^3$ und $130,1 \text{ mg/m}^3$.

Bei der aerodynamischen Vliesstofffertigung erfolgten bei Zugabe von Phenolharzen zusätzlich Messungen von Zersetzungsprodukten (organische Lösemitteldämpfe) und Formaldehyd unmittelbar neben dem durchlaufenden Rohvlies in der Anlage. Bei dieser als worst case anzusehenden Messung lagen die ermittelten Belastungen durchweg unter 3 mg/m^3 für die Zersetzungsprodukte und deutlich unterhalb $0,25 \text{ mg/m}^3$ Formaldehyd (gemessen mit einem direkt anzeigenden Messgerät). Ammoniakbelastungen waren nicht nachweisbar.

6.1.5 Gefahrstoffbelastungen bei der Weiterverarbeitung von Vliesstoffen (informativ)

Die nachfolgenden Ausführungen sollen als orientierende Hinweise verstanden werden, wenn in einem Vliesstoffe fertigen Betrieb deren Weiterverarbeitung zu Formteilen (z. B. für die Automobilindustrie oder für Hersteller von Haushaltsgeräten (weiße Ware)) erfolgt. Diese Weiterverarbeitung kann auch in Betrieben erfolgen, die nicht selbst Vliesstoffe fertigen.

Die nachfolgend aufgeführten Stoffe sind bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung in diesen Vliesstoffe weiterverarbeitenden Betrieben zu berücksichtigen: alveolengängige und einatembare Staubfraktion, Lösemitteldämpfe, Ammoniak und Formaldehyd.

Bei den Staubfraktionen ist insbesondere die einatembare Staubfraktion zu berücksichtigen. Kritische Belastungen bis hin zu Grenzwertüberschreitungen treten hier auf, wenn z. B. Pressen durch Abblasen gereinigt oder gepresste Formteile mit Werkzeugen (z. B. Winkelschleifer) bearbeitet werden. Zum Reinigen von Maschinen und Anlagen ist auch in diesen Betrieben abzusaugen (Industriestaubsauger); Abblasen ist nur in vorab dokumentierten Ausnahmefällen zulässig, wenn ein Absaugen nicht möglich ist.

Ammoniak und Formaldehyd können beim Formgeben der Teile an den Pressen als Zersetzungsprodukte aufgrund erhöhter Temperatur freigesetzt werden, wenn die mit Phenolharzen verfestigten Vliesstoffe gepresst werden.

Ursachen für Belastungen durch organische Lösemitteldämpfe können sein: Klebe- und Spritzklebearbeiten, wenn die Vliesstoffe kaschiert oder beschichtet werden, und Hitzdrahtschneiden, wenn die mit Kunststofffolien versehenen Vliesstoffe zugeschnitten werden.

6.2 Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe

Schimmelpilze, Bakterien oder Endotoxine kommen überall in der Umwelt vor. Um zu erfassen, ob und ggf. wie stark die Schimmelpilz-, Bakterien- oder Endotoxinkonzentrationen am Arbeitsplatz erhöht sind, wurden gleichzeitig Messungen zur Bestimmung der Hintergrundbelastung in der Außenluft durchgeführt.

Tabelle 5 Übersicht über die Außenluftkonzentrationen im Umfeld der untersuchten Betriebsstätten

biologischer Arbeitsstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	Median	Maximum
Schimmelpilze [KBE/m ³]	19	19	800	100.000
Bakterien [KBE/m ³]	13	13	1.500	3.600
Endotoxine [EU/m ³]	16	17	1	5

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen ermittelten Außenluftkonzentrationen (Mediane, Tabelle 5) decken sich weitestgehend mit Ergebnissen anderer Studien. Die Maximalwerte für Schimmelpilze und für Bakterien weisen auf eine hohe

Schwankungsbreite der Werte hin. Durch die natürliche Variabilität des Vorkommens biologischer Arbeitsstoffe in der Umwelt können die Luftkonzentrationen stark schwanken. Der Maximalwert für Schimmelpilze (Tabelle 5) liegt außerhalb der normalen Schwankungsbreite und ist auf ein benachbartes landwirtschaftliches Gut zurückzuführen.

6.2.1 Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Sortierung

Im Bereich der Sortierung wurden für die Schimmelpilze und Bakterien Medianwerte ermittelt, die nur unwesentlich über die der Außenluftbelastung hinausgehen (Tabelle 6). Eine Gesundheitsgefährdung wird bei diesen Konzentrationen als unwahrscheinlich erachtet.

Die Endotoxinkonzentrationen sind gegenüber dem Median der Hintergrundbelastung stärker erhöht und weisen auf einen Einfluss der Arbeitsplatzbedingungen hin. Bei Endotoxinkonzentrationen von 100 EU/m³ ist jedoch eine Gesundheitsgefährdung nicht abzuleiten.

Die Maximalwerte für die Schimmelpilz- und Bakterienkonzentrationen stammen beide aus einem Unternehmen, in dem die zu sortierende Ware mit sogenannten Sackbahnen an die Sortiertische herantransportiert wird und aus diesen dann auf die Sortiertische fällt. Dadurch kommt es zu einer Aufwirbelung, die sich in Form der vergleichsweise hohen Werte niederschlägt.

Die Endotoxinkonzentrationen wurden durch die Sackbahntechnik nicht wesentlich beeinflusst. Die Konzentration von 5.420 EU/m³ wurde in einem Unternehmen festgestellt, in dem zum Zeitpunkt der Messung Ware sortiert wurde, die deutlich verunreinigt war.

Tabelle 6 Übersicht über die Ergebnisse zu biologischen Arbeitsstoffen im Bereich der Sortierung

biologischer Arbeitsstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	Median	Maximum
Schimmelpilze [KBE/m ³]	8	24	7.000	440.000
Bakterien [KBE/m ³]	3	8	3.100	32.000
Endotoxine [EU/m ³]	8	33	100	5.420

Sofern keine stark verschmutzte oder verschimmelte Ware (Textilien mit sichtbarer Verschmutzung oder deutlich wahrnehmbarem Geruch, insbesondere durch Schimmelbefall oder durch menschliche Sekrete) sortiert wird und freie Fallhöhen für die Waren vermieden werden, wird nicht von einer erhöhten Gesundheitsgefährdung durch sensibilisierende oder toxische Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe ausgegangen.

6.2.2 Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Putzlappenfertigung

Die Medianwerte für die Schimmelpilz-, Bakterien- und Endotoxinkonzentrationen liegen in einem Bereich, der die Hintergrundbelastung der Außenluft nicht oder nur geringfügig überschreitet (Tab. 7).

Die Maximalwerte liegen in einem Bereich, in dem keine erhöhte Gesundheitsgefährdung angenommen werden kann.

Sofern die Arbeitsbedingungen und die eingesetzten Materialien nicht von den in Kapitel 3 beschriebenen Arbeitsverfahren und den in Kapitel 5 beschriebenen Voraussetzungen abweichen, wird von keiner Gesundheitsgefährdung durch sensibilisierende oder toxische Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe im Bereich der Putzlappenfertigung ausgegangen.

Tabelle 7 Übersicht über die Ergebnisse zu biologischen Arbeitsstoffen im Bereich der Putzlappenfertigung

biologischer Arbeitsstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	Median	Maximum
Schimmelpilze [KBE/m ³]	3	11	1.100	12.300
Bakterien [KBE/m ³]	3	5	2.400	13.000
Endotoxine [EU/m ³]	3	11	9	220

6.2.3 Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe in Reißereien

In Reißereianlagen wurden für die Belastung durch Schimmelpilze und Bakterien Medianwerte im Bereich der Hintergrundbelastung festgestellt (Tabelle 8). Die Medianwerte für die Endotoxinkonzentrationen sind im Vergleich zu den Hintergrundwerten erhöht. Es wird aber davon ausgegangen, dass von Endotoxinkonzentrationen im Bereich von mehreren Hundert EU/m³ keine wesentlich erhöhte Gefährdung ausgeht.

Die Maximalwerte für die Belastung durch Schimmelpilze, Bakterien und Endotoxine zeigen, dass deutlich höhere Belastungen auftreten können. Die Ursachen für diese Belastungen liegen zum einen in der Belastung des zu reißenden Materials, im Materialumsatz und in deren mechanischer Bearbeitung. Zum anderen können aber auch bestimmte Arbeitsverfahren zu den hohen Konzentrationswerten führen. Der Maximalwert von 1,4 Mio. KBE/m³ Bakterien wurde bei einem Schichtführer gemessen, der wiederholt über die Schicht mit Druckluft abgeblasen hat, und ging einher mit hohen Endotoxinkonzentrationen von rd. 5.000 EU/m³ sowie einer einatembaren Staubkonzentration von 8 mg/m³.

Der Maximalwert für die Endotoxine von rd. 88.000 EU/m³ wurde bei der Zugabe von Tierhaaren festgestellt.

Die Schimmelpilzkonzentration in einem Unternehmen von 6,2 Mio. KBE/m³, die auch mit einer hohen Endotoxinkonzentration verbunden war, konnte nicht erklärt werden.

Tabelle 8 Übersicht über die Ergebnisse zu biologischen Arbeitsstoffen im Bereich der Reißerei

biologischer Arbeitsstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	Median	Maximum
Schimmelpilze [KBE/m ³]	5	14	1.500	6.200.000
Bakterien [KBE/m ³]	4	10	2.200	1.400.000
Endotoxine [EU/m ³]	5	33	460	88.150

Die hohen Maximalwerte zeigen, dass in der Reißerei erhöhte Konzentrationen an Schimmelpilzen, Bakterien und Endotoxinen vorkommen können. In Abhängigkeit von der Qualität der zu reißenden Alttextilien und möglicher Zusätze in Form von un-gereinigten Tierhaaren oder Pflanzenfasern können sehr hohe Belastungen auftreten, bei denen gesundheitsschädigende Wirkungen möglich sind. Dies können z.B. chronische Atemwegserkrankungen durch anhaltende Belastungen durch Endotoxine oder Sensibilisierungen durch Schimmelpilze sein.

6.2.4 Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Vliesstofffertigung

Die Belastung der Luft mit Schimmelpilzen und Bakterien lag in einem Bereich, der die Hintergrundbelastung selbst bei den Maximalwerten nicht oder nur geringfügig überschreitet (Tabelle 9). Sofern die Arbeitsbedingungen und die eingesetzten Materialien nicht von den beschriebenen Verfahren abweichen, wird von einer geringen Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze und Bakterien im Bereich der Vliesstofffertigung ausgegangen.

Bei den Endotoxinkonzentrationen wurden teilweise hohe Werte festgestellt. Diese konnten z. T. auf den Zusatz von Jute zurückgeführt werden, die als Naturfaser von einer Vielzahl von Keimen besiedelt ist. Es wurden aber auch ohne den Einsatz von Naturfasern hohe Endotoxinkonzentrationen festgestellt, die gesundheitsschädigende Wirkungen mit sich bringen können. Die Ursache für die hohen Endotoxinkonzentrationen konnte nicht in allen Fällen geklärt werden.

Tabelle 9 Übersicht über die Ergebnisse zu biologischen Arbeitsstoffen im Bereich der Vliesstofffertigung

biologischer Arbeitsstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	Median	Maximum
Schimmelpilze [KBE/m ³]	4	9	1.000	3.300
Bakterien [KBE/m ³]	4	9	3.100	10.000
Endotoxine [EU/m ³]	4	45	130	5690

7 Anwendungshinweise

Der Anwender dieser Handlungsanleitung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu können die aktuellen Schutzleitfäden² "Textilrecycling" als geeignete Beurteilungsverfahren nach § 9 Abs. 4 GefStoffV bzw. geeignete Beurteilungsmethode nach § 9 Abs. 8 GefStoffV herangezogen werden [2].

Bei Anwendung dieser Handlungsanleitung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und der Biostoffverordnung, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für hier nicht erfasste Arbeitsbereiche des Betriebes, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen erfolgen und für die diese Empfehlungen nicht gelten, bestehen.

Eine Betriebsanweisung muss erstellt und die Beschäftigten müssen anhand dieser jährlich unterwiesen werden [30].

² Die Schutzleitfäden zum Textilrecycling werden gegenwärtig erstellt. Sie sind dann unter www.baua.de verfügbar.

8 Literatur

- [1] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ in Vorbereitung, (AGS-Beschluss voraus. 11/07) erscheint Ende 2007/Anfang 2008
- [2] Gefahrstoffverordnung vom 23.12.2004 „Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen“, vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S 3758), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S 3855), durch Artikel 2 der Verordnung vom 11. Juli 2006 (BGBl. I S 1577), durch Artikel 442 der Neunten Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S 2407) und durch Artikel 4 der Verordnung zur Umsetzung der EG-Richtlinien 2002/44/EG und 2003/10/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen vom 6. März 2007 (BGBl. I S 261)
- [3] TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ (AGS-Beschluss voraus. 11/07) erscheint Ende 2007/Anfang 2008
- [4] TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, 1/2006, mit Änderungen und Ergänzungen 12/2006, zuletzt geändert und ergänzt: März 2007
- [5] BAuA: Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG), Praxisbeispiel Nr. 1: Tätigkeiten mit Bakelit in der Vliesstofffertigung, www.baua.de, „Themen von A-Z“, „Gefahrstoffe“
- [6] Biostoffverordnung vom 27.01.1999 „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“, BGBl. I S. 50), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261)
- [7] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI): Handlungshilfe zur Umsetzung der Biostoffverordnung, LASI-Veröffentlichung LV 23, Neuaufgabe Mai 2005
- [8] TRBA 400 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“, 6/2006
- [9] TRBA 460 „Einstufung von Pilzen in Risikogruppen“ 10/2002
- [10] TRBA 462 „Einstufung von Viren in Risikogruppen“ 8/1998
- [11] TRBA 464 „Einstufung von Parasiten in Risikogruppen“ 10/2002
- [12] TRBA 466 „Einstufung von Bakterien in Risikogruppen“ 7/2006
- [13] TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“ (Bekanntmachung des BMA nach § 52 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung), 10/2002
- [14] TRBA 405 „Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe“, 5/2001
- [15] TRGS 554 „Dieselmotoremissionen“, 3/2001
- [16] BGI 504-26 (ZH 1/600.26) Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“

-
- [17] BGR 190 „Einsatz von Atemschutzgeräten“
- [18] DIN EN 388 „Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken“. Beuth-Verlag, Dezember 2003
- [19] TRGS 500 „Schutzmaßnahmen: Mindeststandards“, 3/1998
- [20] DIN EN ISO 20 345 „Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe“, Beuth-Verlag, Oktober 2004
- [21] DIN EN 340 „Schutzkleidung - Allgemeine Anforderungen“ (Nr. 5.2 Abs. 10), Beuth-Verlag, März 2004
- [22] TRBA 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ BArbBl. 6/99, S. 81
- [23] BGI 504-23 (ZH 1/600.23) Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 23 „Obstruktive Atemwegserkrankungen“
- [24] Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) vom 6. Januar 2004 BGBl. I S. 2(219)), zuletzt geändert durch Artikel 3 Abs. 33 des Gesetzes vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970)
- [25] Neunte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. GPSGV) vom 12. Mai 1993 (BGBl. I S. 704), zuletzt geändert durch Artikel 14 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)
- [26] DIN EN ISO 11111-1 „Textilmaschinen – Sicherheitsanforderungen -Teil 1: Gemeinsame Anforderungen“ (Juni 2005) und DIN EN ISO 11111-2 „Textilmaschinen – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Spinnereivorbereitungs- und Spinnereimaschinen“ (Februar 2005), Beuth-Verlag Berlin
- [27] Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft: Broschüre „Sicherheitsanforderungen an Spinnereivorbereitungsmaschinen“, (Bestellnummer: TA 2037), Augsburg
- [28] TRBS 2152 „Gefährlich explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines" (inhaltsgleich: TRGS 720); TRBS 2152 Teil 1 "Gefährlich explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung" (inhaltsgleich: TRGS 721), „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre" (inhaltsgleich: TRGS 722), Bundesanzeiger Nr. 103a vom 02. Juni 2006
- [29] BGI 560 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“
- [30] Arbeitsschutzgesetz 8/1996, zuletzt geändert 10/2006

Die zitierten Technischen Regeln, Normen und Hilfestellungen sind in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden. Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe sind unter www.baua.de bzw. unter dem angegebenen Datum im Gemeinsamen Ministerialblatt zu finden.

Die Schutzleitfäden zum Textilrecycling werden gegenwärtig erstellt und unter www.baua.de veröffentlicht.

Die Arbeitsgruppe „Textilrecycling“ dankt dem Unterausschuss 2 des „Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik“ (LASI), dem „Arbeitskreis der Ländermessenstellen für chemischen Arbeitsschutz“ (ALMA) und dem „Länderarbeitskreis Biologische Arbeitsstoffe“ (LABA) für die hilfreichen Diskussionen und Anregungen.

Bildnachweis: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Herausgabedatum: Juli 2007

Anhang 1 Ableitung von Schutzmaßnahmen für die Vliesstofffertigung nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG)

Nachfolgend ist auf der Grundlage des „Einfachen Maßnahmenkonzeptes Gefahrstoffe“ (EMKG) der BAuA [8] beispielhaft die Ableitung der Schutzmaßnahmen dargestellt, wenn bei der Vliesstofffertigung Phenolharze verwendet werden.

Schritt 1: Einstufung der Zubereitung

Xn Gesundheitsschädlich
R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich

Ergebnis:

Xn Schutzstufe 2 nach GefstoffV
R 42 Gefährlichkeitsgruppe C (Einatmen)
R 43 Gefährlichkeitsgruppe HD (Hautkontakt)

Schritt 2: Mengengruppe für Einatmen

niedrig g-Bereich
mittel kg-Bereich
hoch t-Bereich

Ergebnis:

Mengengruppe hoch

Schritt 3: Freisetzungsguppe für Einatmen

niedrig Granulat, Pellets
mittel kristallin, grob, wenig staubend
hoch fein, leicht, staubend

Ergebnis:

Freisetzungsguppe mittel

Schritt 4 Hautkontakt

Wirkmenge groß
Wirkdauer lang

Schritt 5 Festlegung von Schutzmaßnahmen nach der Entscheidungstabelle der Schutzstufe 2 - Einatmen

Maßnahmen der Schutzstufe 3

Schritt 6 Festlegung von Schutzmaßnahmen nach der Entscheidungstabelle - Haut TRGS 540, Arbeitsmedizinische Beratung/Vorsorgeuntersuchung

Die Handlungshilfe „Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe“ weist Tätigkeiten mit atemwegsensibilisierenden Stoffen Maßnahmen der Schutzstufe 3 zu. Die Schutzstufe 3 verpflichtet bei der Festlegung von Maßnahmen zu nachfolgender Rangfolge:

- Suche nach Ersatzstoffen/Ersatzlösungen nach Stand der Technik
- Anwendung in geschlossenen Systemen

Erst wenn diese Maßnahmen technisch nicht möglich sind, können expositionsmindernde technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik angewendet werden. Nach der Gefahrstoffverordnung sind die Suche nach Ersatzstoffen und –verfahren sowie die Gründe, weshalb ein geschlossenes System nicht möglich ist, zu dokumentieren.

Anhang 2 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AGS	Ausschuss für G efahrstoffe
AGW	Arbeitsplatz g renzwert
BAuA	Bundesanstalt für A rbeitsschutz u nd A rbeitsmedizin
BGR	B erufsgenossenschaftliche R egeln
BMAS	Bundes m inisterium für A rbeit und S oziales
EMKG	Einfaches M aßnahmen k onzept G efahrstoffe
EU	Endotoxin U nit, Endotoxineinheit als Ergebnis des LAL-Tests
KBE	K olonie B ildende E inheit, Keimkonzentration als Ergebnis kultivierungsbasierter Methoden
MAK	M aximale A rbeitsplatz k onzentration
TRBA	T echnische R egel für B iologische A rbeitsstoffe
TRBS	T echnische R egel für B etrieb s sicherheit
TRGS	T echnische R egeln für G efahrstoffe
VERT	V erminderung der E missionen von R ealmaschinen im T unnelbau