

Endotoxine in der Naturfaser verarbeitenden Textilindustrie

G. Kraus, D. Koppisch

Zusammenfassung Bei der Verarbeitung von Naturfasern werden u. a. Schimmelpilze, Bakterien und Endotoxine freigesetzt, abhängig von Herkunft, Verschmutzungsgrad und Arbeitsverfahren. Messungen zeigen stark divergierende Endotoxinwerte, die nicht mit den Staubkonzentrationen korrelieren. In Spinnereien verursachen mikrobiell verunreinigte Baumwollrohfasern im sog. Vorwerk die höchsten Bakterien- und Endotoxinemissionen. Im Verlauf des Spinnprozesses nehmen sie von ca. 2 000 EU/m³ Luft auf ca. 10 EU/m³ ab. In Baumwollstrickereien bzw. -webereien schwanken die Werte um ca. 120 bzw. 70 EU/m³; Mischungen mit Kunst- oder anderen Fasern zeigen noch niedrigere Werte. Technische Primärmaßnahmen reduzieren inhalative Belastungen. Persönliche Schutzausrüstung ist insbesondere bei der Wartung von raumlufttechnischen Anlagen erforderlich. Schutzmaßnahmen sowie arbeitsmedizinische Vorsorge sind zur Vermeidung arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen praktikabler als gesundheitsbasierte Grenzwerte.

Endotoxin in natural fibre textile processing and manufacture

Abstract Natural fibre processing releases moulds, bacteria, endotoxin and other substances, depending on the origin, degree of contamination and the processing methods. Measurements indicate widely divergent endotoxin values that do not correlate to the dust concentrations. Microbe-contaminated raw cotton fibres cause the highest bacteria and endotoxin emissions at spinning mills. Over the course of the spinning process, these decrease from around 2,000 EU/m³ of air to around 10 EU/m³. In cotton knitting and weaving mills, measured values vary around 120 and 70 EU/m³, respectively, yet mixtures with man-made or other fibres show even lower values. Primary technical measures reduce the inhalation exposure. Personal protective equipment is called for in particular when maintaining technical room air equipment. Preventive measures along with occupational medical prevention are more practicable for avoiding work-related health impairment than are health-based limit values.

1 Art und Herkunft der Naturfasern für die Textilindustrie

Die „textile Kette“ umfasst die Herstellung von Fäden, deren Weiterverarbeitung durch Stricken, Wirken oder Weben und schließlich die Veredelung der Gewebe durch Drucken, Färben, Bleichen und ähnliche Verfahren. Die hierfür als Ausgangsmaterialien benötigten textilen Faserstoffe werden in Chemiefasern und Naturfasern unterteilt, letztere in pflanzliche, tierische und mineralische Fasern. Die bedeutendste pflanzliche Faser ist Baumwolle; daneben kommen als Bastfasern Leinen, Hanf, Jute und Ramie sowie als Hartfasern Sisal, Manila und Kokosfasern in die textile Verarbeitung.

Dr. med. Gerhard Kraus,

Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft (TBBG),
Referat Arbeitsmedizin, Augsburg.

Dr. rer. nat. Dorothea Koppisch,

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin.

Tierische Fasern sind unter anderem in Wolle, Haare und Seide zu unterscheiden. Naturfasern aus landwirtschaftlichem Anbau sind je nach Herkunft, Transport- und Bearbeitungsart unterschiedlich stark verschmutzt und mit Umweltkeimen besiedelt.

2 Material und Methoden

Die Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft (TBBG) führte im Zeitraum von 1995 bis 2005 ca. 6 000 mikrobiologische Einzelanalysen, davon ca. 640 Endotoxinbestimmungen, in der Luft in verschiedenen Bereichen der Textilindustrie in Deutschland an 231 Arbeitsplätzen durch. Für die vorliegende Arbeit wurden die Messergebnisse aus Spinnereien, der Vliesfertigung und der weiteren Garnverarbeitung bei Verwendung von pflanzlichen und tierischen Naturfasern ausgewertet.

Die Probenahme erfolgte durch den Messtechnischen Dienst der TBBG bzw. das Referat Biologische Arbeitsstoffe des BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, die Laboranalysen im mikrobiologischen Labor des BGIA. Dieses Verfahren gewährleistete sowohl eine einheitliche Probenahme als auch gleichartige Analyseverfahren entsprechend der BGIA-Arbeitsmappe [1] während des gesamten Messzeitraumes. Die Menge an Schimmelpilzen und Bakterien wurden durch Zählung der Kolonie bildenden Einheiten (KBE) bestimmt, die Höhe der Endotoxinkonzentrationen in der Luft wurde nach dem chromogen-kinetischen LAL-Test ermittelt (gemessen in Endotoxin Units = EU). Pro Arbeitsplatz wurden regelhaft mindestens zwei Einzelbestimmungen für Endotoxine, 12 für Bakterien und sechs für Schimmelpilze durchgeführt. Alle Messdaten und Analyseergebnisse wurden in der BGIA-Expositionsdatenbank „MEGA“ erfasst, aus der die Werte in dieser Arbeit stammen.

Am Beispiel der Samenfaser Baumwolle wird in Bild 1 die Fadenproduktion vom Rohfaserballen in den ersten Verfahrensschritten des Vorwerks (über Ballenbrecher/Öffner, Schlagmaschine und Karde) über die Strecke zum eigentlichen Spinnprozess an Ringspinnmaschinen verdeutlicht. Der in Baumwolle wie auch anderen Naturfaser verarbeitenden Betrieben in die Luft freigesetzte Staub setzt sich aus Fasern bzw. deren Bruchstücken, anhaftenden Verschmutzungen aus dem landwirtschaftlichen Anbau bzw. der tierischen Herkunft und letztendlich der mikrobiologischen Besiedelung zusammen. Die hochoberflächige Bearbeitung von Naturfasern setzt Stäube frei, die sich aufgrund obiger Bestandteile als Bioaerosole definieren lassen, je nach Herkunft, Faserart und Verarbeitungsverfahren in unterschiedlicher Art und Menge [2]. Wird im Folgenden auf den hierbei gemessenen Endotoxingehalt eingegangen, darf nie außer Acht gelassen werden, dass für die gegenüber solchen Stäuben inhalativ exponierten Beschäftigten auch die anderen Bestandteile der Bioaerosole eine Rolle spielen und möglicherweise auftretende adverse Effekte nicht ausschließlich auf den Endotoxingehalt zurückgeführt werden sollten.

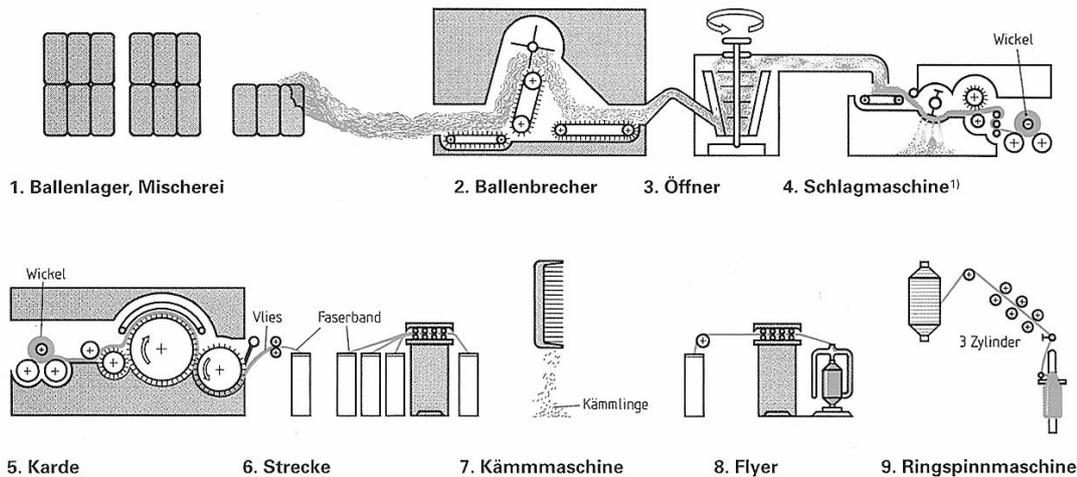


Bild 1. Verfahrensabläufe in einer Baumwollspinnerei.
Quelle: Fachwissen Bekleidung, Verlag Europa-Lehrmittel

Da Endotoxine als Zellwandbestandteile von gramnegativen Bakterien (also aus der bakteriellen Kontamination von Naturfasern) stammen [3], wird zunächst auf die Zahl der Bakterien in der Luft von Baumwollspinnereien als Quelle der Endotoxinexposition näher eingegangen.

3 Ergebnisse

3.1 Messergebnisse in Baumwollspinnereien zur Luftbelastung mit Endotoxinen und Bakterien

In **Tabelle 1** sind die Werte für Bakterien und Endotoxine getrennt nach fünf Arbeitsbereichen in Baumwollspinnereien angegeben: Vorwerk, Open-End(OE)- und Ringspinnereien, Spulen- bzw. Zwirnen sowie Nebenbereiche (Labor, Lager und Versand). Die Außenluft diente als Vergleichswert. Die Messungen in Baumwollspinnereien ergaben in den ersten Verfahrensschritten die höchsten Luftkonzentrationen. Mit zunehmender Weiterverarbeitung und damit einhergehender mechanischer Reinigung der Baumwolle nahmen die Emissionen von Stäuben und anhaftenden mikrobiellen Bestandteilen in die Luft laufend ab.

Die Medianwerte für Bakterien in der Luft liegen mit großen Schwankungsbreiten innerhalb der einzelnen Arbeitsbereiche zwischen 400 KBE/m³ Luft in Nebenbereichen und ca. 12 000 KBE/m³ Luft im Vorwerk. Dort zeigten sich in Übereinstimmung mit der internationalen Literatur [4] auch die

höchsten Werte an Endotoxinen in der Luft (Median ca. 2 000 EU/m³, **Bild 2**, hier und in den folgenden Grafiken mit logarithmischer Ordinate). Bei den eigentlichen Spinnvorgängen und in der Zwirnerei fallen die Werte stark ab auf wenige 100 EU/m³. In den Nebenbereichen Labor, Lager und Versand sind mit einem Median von ca. 9 EU/m³ Luft nur noch sehr niedrige Werte, ähnlich wie in der Außenluft mit 3 EU/m³ nachweisbar.

Zusammenfassend ist also im Laufe des Spinnprozesses von Baumwolle für Bakterien und Endotoxine eine starke Abnahme der Freisetzung in die Luft feststellbar.

3.2 Luftstaub in Baumwollspinnereien – Spezieller Arbeitsplatzgrenzwert für Rohbaumwollstaub

In anderen Branchen mit erhöhten Endotoxinluftkonzentrationen sind häufig die mikrobiellen Emissionen an das Vorhandensein stärkerer Luftstaubkonzentrationen gebunden. Dies ist in der Naturfaser verarbeitenden Textilindustrie in Deutschland nicht der Fall: Hier sind üblicherweise sehr niedrige Luftstaubkonzentrationen nachweisbar und zwar sowohl in der einatembaren Staubfraktion (E-Staub) als auch in der alveolengängigen (A-Staub). Differenzierte Messergebnisse sind in den „Begründungen zum allgemeinen Staubgrenzwert in TRGS 900“ im Kapitel „Ergebnisse von Arbeitsbereichsmessungen“ unter „Textilindustrie“ nachzulesen [5].

Tabelle 1. Messergebnisse zu Bakterien (Koloniebildende Einheiten, KBE/m³, gerundet auf zwei geltende Ziffern) und Endotoxinen (Endotoxin Units, EU/m³) in der Luft von fünf Arbeitsbereichen in Baumwollspinnereien und in der Außenluft, n = Anzahl der Messstellen.

		n	Median	25-%-Quantil	75-%-Quantil	Minimum	Maximum
Bakterien in KBE/m ³	Vorwerk	18	12 000	7 500	48 000	2 900	1 200 000
	Rotor-OE-Spinnerei	10	3 500	1 000	14 000	330	200 000
	Ring-(und Flyer-)Spinnen	8	540	280	1 700	140	2 200
	Spulen/Zwirnen	4	5 600	300	12 000	230	12 000
	Nebenbereiche	3	400			170	2 400
	Außenluft	17	480	140	1 000	25	2 000
Endotoxine in EU/m ³	Vorwerk	19	1 966	1 060	5 679	130	21 080
	Rotor-OE-Spinnerei	10	507	107	872	70	2 376
	Ring-(und Flyer-)Spinnen	10	140	31	202	10	823
	Spulen/Zwirnen	4	104	43	509	26	641
	Nebenbereiche	3	9			4	14
	Außenluft	17	3	2	11	< 0,05	41

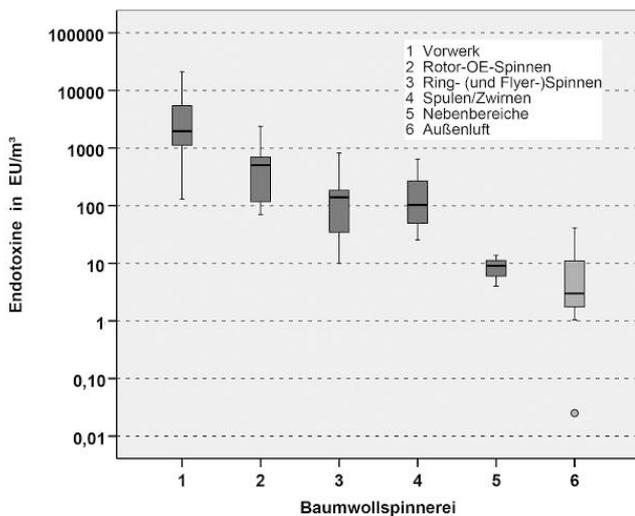


Bild 2. Endotoxinwerte in der Luft von Baumwollspinnereien.

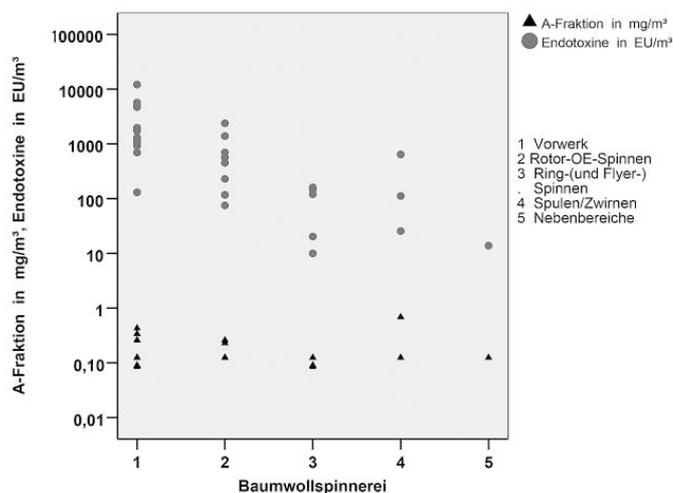


Bild 3. Endotoxine und alveolengängige Staubfraktion in der Luft von Baumwollspinnereien.

Bereits vor Jahrzehnten wurde für die Verarbeitung von Rohbaumwolle – in der Regel bis zur Karde – ein spezieller Luftgrenzwert festgelegt. Dieser beträgt nur $1,5 \text{ mg/m}^3$ in der E-Staub-Fraktion und dient der Sicherstellung einer besseren Luftqualität. Dieser Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Rohbaumwolle im Vorwerk von Baumwollspinnereien lässt sich nur bei ausreichend gekapselten Maschinen und Betrieben einer Raumklimatisierung einhalten. Die allgemeinen Staubgrenzwerte gelten außerhalb des Vorwerks. Die Luftstaubmessergebnisse liegen auch dort relativ niedrig, in der Regel sogar unter der Nachweisgrenze der jeweiligen Messverfahren. Bild 5 zeigt in den verschiedenen Bereichen von Baumwollspinnereien die A-Staub-Werte und stellt die erhöhten Endotoxinluftkonzentrationen gegenüber.

3.3 Staub und Endotoxine in der Luft

Das Vorliegen niedriger Luftstaubkonzentrationen in den ersten Schritten der Naturfaserverarbeitung lässt laut Bild 5 nicht die Aussage zu, dass auch eine geringe mikrobielle Belastung vorliegt. Die Werte für die A-Staub-Fraktion und Endotoxine korrelieren nicht, was gleichfalls für die E-Staub-Fraktion gilt. Auch diese Werte liegen meistens unter der Nachweisgrenze des Messverfahrens.

Messungen von A- und E-Staub sind daher in der Textilindustrie kein zuverlässiger Ersatz für mikrobiologische Untersuchungen bzw. Bestimmungen von Endotoxinen in der Luft. Auch bei Einhalten des AGW für Rohbaumwolle und der allgemeinen Staubgrenzwerte können Bakterien und Endotoxine in der Luft vermehrt auftreten.

Die TBBG ist zusammen mit dem BGIA auch der Frage nachgegangen, ob erhöhte Endotoxinbelastungen möglicherweise mit dem Vorhandensein von ultrafeinen Partikeln in Zusammenhang stehen. Untersuchungen in drei Arbeitsbereichen mit stark unterschiedlichen Luftbelastungen (Werte um ca. 100, ca. 500 bis 5 000 und ca. 70 000 bis 130 000 EU/m^3) zeigten jedoch keine Abhängigkeit zwischen ultrafeinen Partikeln und Endotoxin-Luftkonzentrationen. Die ermittelten Werte zwischen 5 000 und 50 000 ultrafeinen Partikeln/ cm^3 Luft waren zudem im Vergleich zu den sonst weitaus stärkeren Erhöhungen bei Verbrennungsprozessen im Vergleich zur Außenluft nicht wesentlich erhöht. Die Bestimmung von ultrafeinen Partikeln stellt also kein Alternativverfahren zu den herkömmlichen mikrobiologischen Untersuchungen dar.

3.4 Spinnen anderer Naturfasern (Leinen, Schafschurwolle)

Die bisherigen Ausführungen befassten sich mit der Naturfaser Baumwolle. Betrachtet man dagegen Spinnereien, die andere Naturfasern verarbeiten, zeigt sich eine große Schwankungsbreite mikrobieller Messergebnisse je nach verwendeter Faserart. Verglichen mit dem großen Wertebereich in den verschiedenen Verarbeitungsschritten von Baumwolle mit Luftkonzentrationen von ca. 10 bis 10 000 EU/m^3 wurden in den nur wenigen untersuchten Betrieben beim Verspinnen von Leinen eine kleinere Spannbreite mit einem ähnlichen Median von ca. 300 und beim Verspinnen von Schafschurwolle ein Median von ca. 20 EU/m^3 Luft festgestellt. Weil Wolle in Kämmereien vorgewaschen und entfettet wird, liegt der Median beim Spinnen von Wolle in einem Wertebereich, wie er sich in der Regel beim Verspinnen oder Texturieren von nicht primär keimbelasteten Kunstfasern findet (Tabelle 2, Bild 4).

3.5 Strickerei und Weberei

Die weitere Verarbeitung von Naturfasergarnen findet in Strickereien oder Webereien statt. Hier sind noch geringere Endotoxinkonzentrationen festzustellen, regelhaft um 100 EU/m^3 oder niedriger (Tabelle 2, Bild 4). Es zeigte sich, dass bei der reinen Kunstfaserverarbeitung in Strickereien die Werte mit ca. 4 EU/m^3 Luft nahezu im Außenluftbereich liegen. Bei Verwendung unterschiedlicher Naturfasern in Webereien ergaben sich Medianwerte von weniger als 100 EU/m^3 Luft (Tabelle 2 bzw. Bild 4). Nach der abschließenden Textilveredelung wie Bleichen oder Färben mit Entfernung evtl. anhaftender Keime aus dem Gewebe sind keine erhöhten Endotoxinluftbelastungen mehr zu erwarten.

4 Diskussion

4.1 Schutzmaßnahmen

Mikrobielle und Endotoxinkonzentrationen variieren in der Textilindustrie stark in Art bzw. Höhe und hängen wesentlich von den unterschiedlichen Ausgangs- und Naturfasermaterialien sowie den einzelnen Verarbeitungsschritten ab. Von großer Bedeutung sind auch die betrieblichen Rahmenbedingungen, insbesondere technische und organisatori-

Tabelle 2. Endotoxine in EU/m³ in der Luft von Spinnereien, Strickereien und Webereien in Abhängigkeit von der Faserart, n = Anzahl der Messstellen.

Arbeitsplatz	Verarbeitete Faser	n	Median	25-%-Quantil	75-%-Quantil	Minimum	Maximum
Spinnerei	Baumwolle	61	693	125	2010	4	21080
	Leinen	5	288	91	803	80	1111
	Wolle	10	18	5	33	2	93
	Kunstfaser	8	25	3	49	0,5	111
Strickerei	Baumwolle	2	123			18	229
	Fasermischungen	5	34	13	40	12	45
	Kunstfaser	5	4	0,5	5	0,5	5
	Außenluft	6	0,6	0,5	4	0,5	13
Weberei	Baumwolle, Leinen	12	74	40	505	35	922
	Wolle	3	10			4	133
	Seide	6	29	11	198	8	329

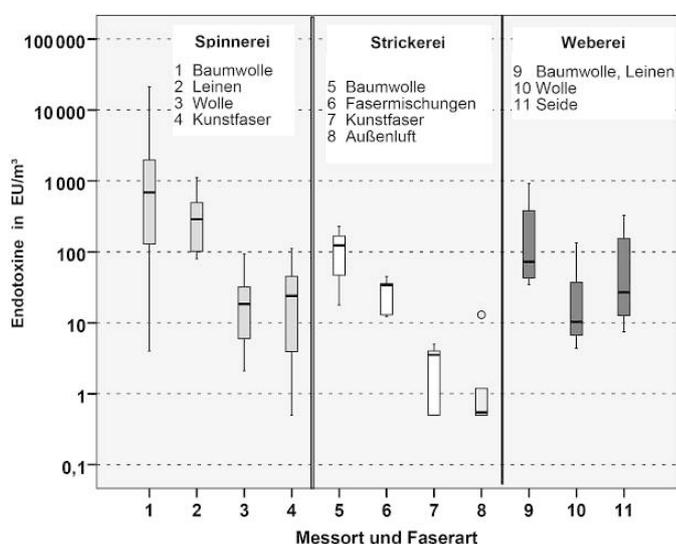


Bild 4. Endotoxine in der Luft in Spinnereien, Strickereien und Webereien in Abhängigkeit von der Faserart. ° = Ausreißer

sche Schutzmaßnahmen. Am Beispiel der Naturfaservliesfertigung soll Letzteres verdeutlicht werden. Üblicherweise wird beim Herstellen von Naturfaservliesen, z. B. als Trägermaterial für kunstharzverpresste Autoinnenverkleidungen, das in großen Rohfaserballen angelieferte Material mit abgekapselten oder zumindest abgesaugten Kardieremaschinen geöffnet, gestreckt, parallelisiert und in unterschiedlich dicken Lagen quergelegt. Hierbei resultieren branchenübliche Endotoxinkonzentrationen von im Median ca. 1 000 EU/m³ Luft. Ohne technische Staubreduktionsverfahren entstehen leicht um bis zu zwei Zehnerpotenzen höhere Konzentrationen. So wurden in einem Betrieb ohne entsprechende Schutzmaßnahmen bei laufender Produktion eine Konzentration von 85 000 und bei zusätzlichem „Abblasen“ der Kardieremaschinen sogar 110 000 EU/m³ Luft gemessen.

Diese Werte belegen eindrucksvoll den Nutzen von Staubreduzierenden Schutzmaßnahmen wie Abkapseln, Einhausung und/oder Absaugen. Sie zeigen zudem den negativen Einfluss bzw. die Erhöhung von Keim- und Endotoxinkonzentrationen durch das Verwenden von Druckluft zum Abblasen der Maschinen. Letzteres stellt somit keine Reinigung der Maschinen dar, sondern ist als zusätzliche Staub- und Keimaufrichtung aus lufthygienischer Sicht abzulehnen.

Primärpräventiv wird in der Textilindustrie technisch durch Einhausungen der Maschinen, mit Absaugungen oder mittels Fasertransport unter Unterdruck verhindert, dass Fasern und anhaftende Stäube in die Arbeitsplatzatmosphäre des Spinnereivorwerks austreten (Bild 5). Aber auch organisatorische Maßnahmen wie Säuberungs- bzw. Reinigungsarbeiten durch Absaugen oder generell jegliches Vermeiden von Staubaufwirbeln verringern die inhalative Belastung. Auch die aus fertigungstechnologischen Gründen in Textilbetrieben benötigten raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) reduzieren die Belastung durch Luftschadstoffe, insbesondere Faserstäube und Bioaerosole. Sie tragen durch ihre Funktionen Reinigen/Filtern, Befeuchten und Kühlen dazu bei, die Luftqualität deutlich zu verbessern. Hierzu ist eine regelmäßige hygienische Prüfung und Inspektion der RLT-Anlage erforderlich.

In der Baumwollspinnerei kann man den positiven Effekt der Raumlufttechnik auf die Luftkonzentration von Schimmelpilzen anhand der Messergebnisse in Bild 6 nachweisen: Die Messwerte für Schimmelpilze in der Zuluft direkt an den Austrittsöffnungen der RLT-Anlage sind deutlich geringer und reduzieren bzw. verdünnen die Belastung der Luft im Arbeits- und Atembereich der Beschäftigten in der Nähe der Vorwerks- bzw. Spinnereimaschinen. Dieser „Auswascheffekt“ für Schimmelpilze durch die Luftbefeuchtungsanlagen (im Fachjargon „Luftwäscher“) war jedoch für Endotoxine nicht so deutlich nachweisbar.



Bild 5. Technische Staubschutzmaßnahmen (Einhausung und Absaugung der Maschinen) im Spinnereivorwerk. Quelle: Fa. Trützschler

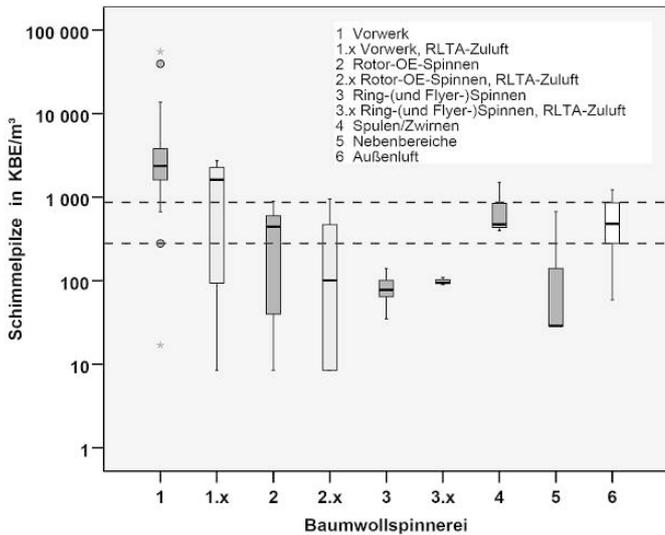


Bild 6. Effekt der RLT-Anlage auf Schimmelpilze in der Luft (Koloniebildende Einheiten, KBE/m³) in Baumwollspinnereien (Luft im Atembereich: dunkelgrau, Zuluft der RLT-Anlage: hellgrau, Außenluft: weiß). Die gestrichelten Linien markieren die 25%- und 75%-Perzentile der Schimmelpilzkonzentration in der Außenluft.

○ = Ausreißer, * = extreme Ausreißer

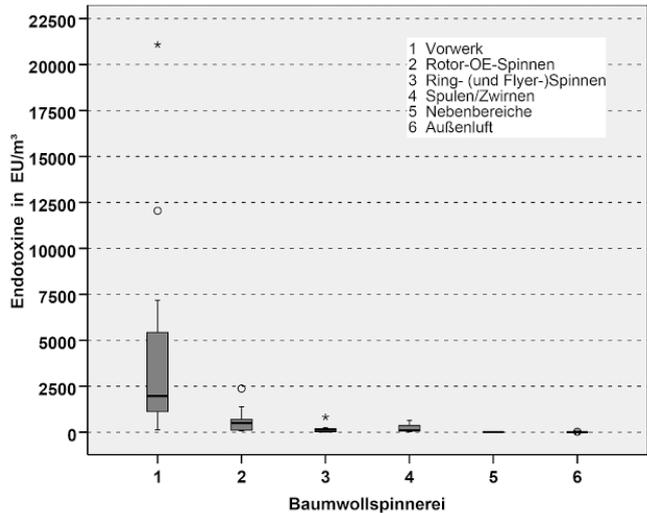


Bild 8. Endotoxinwerte in Baumwollspinnereien – in linearer Darstellung; Risikobereich „Vorwerk“ gut ersichtlich.

○ = Ausreißer, * = extreme Ausreißer

Berufskrankheiten-Dokumentation - TBBG
BK 4202

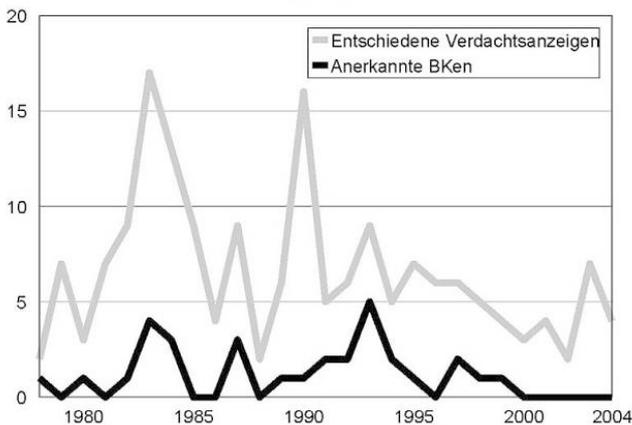


Bild 7. BK-Dokumentation zur BK 4202 „Byssinose“ in Deutschland.

Quelle: BK-DOK der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Ohne primärpräventive Maßnahmen wie Kapselung und Absaugung der Maschinen sowie die begleitende Konditionierung der Atemluft durch RLT-Anlagen wären weitaus höhere mikrobielle und Staubkonzentrationen in deutschen Textilbetrieben nachweisbar. Nur durch sinnvolles Zusammenwirken aller möglichen Schutzmaßnahmen und deren ständige Kontrolle sind die eingangs erwähnten Messergebnisse in Deutschland realisierbar. Ein weiteres Absenken der mikrobiellen Luftbelastung würde einen erheblich höheren technischen Aufwand bedeuten.

4.2 Arbeitsbedingte Gesundheitsstörungen durch Endotoxine und Erkrankungsgeschehen in der Textilindustrie

In der deutschen Textilindustrie ist nach der Berufskrankheiten- oder Krankenkassenstatistik kein im Vergleich zur Normalbevölkerung auffällig erhöhtes Erkrankungsgeschehen der Atemwege und der Lunge durch textile Naturfasern festgestellt worden.

Im Bereich der Baumwollspinnerei kam in der Vergangenheit als klassische Berufskrankheit (BK) die Baumwollstaublunge „Byssinose“ (Nr. BK 4202 der Liste zur Berufskrankheiten-Verordnung) vor. Diesem Erkrankungsbild widmet sich ausführlich der Artikel „Byssinose – eine aktuelle Übersicht“ [6]. Wertet man die hierzu angezeigten BK-Verdachtsanzeigen und die davon als berufsbedingt anerkannten Erkrankungsfälle der Jahre 1978 bis 2004 näher aus, so ist die Byssinose in den letzten 30 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland mit nur wenigen anerkannten Berufskrankheiten pro Jahr schon immer eine sehr seltene Berufskrankheit gewesen. Aufgrund der Abnahme der Baumwollverarbeitung und verbesserter Arbeitsbedingungen sind insbesondere in den letzten Jahren sowohl BK-Anzeigen als auch -Anerkennungen rückläufig (Bild 7). Die Forderung im zugehörigen Merkblatt für Berufskrankheiten [7], dass der erforderliche Rohbaumwollkontakt durch die Tätigkeit im Vorwerk von Baumwollspinnereien gegeben ist, wird durch die oben dargelegten mikrobiologischen Messergebnisse für Bakterien und Endotoxine unterstrichen und in Bild 8 verdeutlicht. Nur die Messergebnisse aus dem Vorwerk von Baumwollspinnereien zeigen eine deutlich erhöhte Endotoxinbelastung im Vergleich zu den folgenden Verfahrensschritten oder im Vergleich zur weiteren Garnverarbeitung.

4.3 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die Beschäftigten im Vorwerk von Baumwollspinnereien sind vor diesem Hintergrund trotz technisch-organisatorischer Schutzmaßnahmen sekundärpräventiv fortlaufend durch arbeitsmedizinische Vorsorge zu überwachen und insbesondere über die Gesundheitsrisiken zu informieren und zu unterweisen.

Endotoxine spielen bei der Verursachung der Berufskrankheit „Byssinose“ eine wesentliche Rolle, sind aber wohl nicht der einzige Auslöser. Durch Endotoxine verursachte Erkrankungen im Sinne eines Organic Dust Toxic Syndroms (ODTS) werden unabhängig von der Byssinose als irritativ verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen der BK-Nr. 4302 zugeordnet.

Der TBBG sind drei akute Erkrankungsfälle im Sinne eines ODTs von Arbeitern gemeldet worden, die Luftzuführungsschächte der RLT-Anlage in einer Baumwollspinnerei gereinigt haben. Dies führte trotz Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) am Ende der Arbeitsschicht zu starken fieberhaften Allgemeinsymptomen, Husten, Schüttelfrost, Gliederschmerzen und bei zwei Personen zur Krankenhauseinweisung [8]. Es stellt sich somit die Frage, ob die PSA richtig angewendet wurde.

Die Ablagerungen im Inneren der Klimakanäle wiesen einen hohen Gehalt an Endotoxinen auf. Das Reinigungspersonal von Klimaanlage in der Textilindustrie ist als Risikogruppe zu bezeichnen, die sowohl ausreichender persönlicher Schutzmaßnahmen als auch laufender arbeitsmedizinischer Vorsorge bedarf.

5 Fazit

Konzentrationen von Endotoxinen und Mikroorganismen in der Textilindustrie variieren stark in Art und Höhe. Die Emissionen hängen wesentlich von den unterschiedlichen Ausgangs-/Naturfasermaterialien und den einzelnen Verarbeitungsschritten ab. Vergleichende Untersuchungen zeigten insgesamt stark schwankende Endotoxinwerte ohne Korrelation zu den Konzentrationen von E- oder A-Staub oder Ultrafeinpartikeln. Die Messung der Luftkonzentrationen von A-, E- oder Ultrafeinstäuben sind kein Ersatz für mikrobiologische Untersuchungen oder für die Bestimmung von Endotoxinen in der Luft.

In Baumwollspinnereien und bei der Fertigung von Vliesen aus Rohpflanzfasern wurden die höchsten Endotoxinkonzentrationen im Vorwerk bzw. im Bereich der ersten Verarbeitungsschritte (Öffnen, Reißen, Parallelisieren, Strecken) nachgewiesen. Aufgrund der vielfältigen Messergebnisse steht der TBBG ein Kataster zur Verfügung, das bei der Expositionserfassung und zur Risikoabschätzung wertvolle Hilfestellung geben kann.

Das Erkrankungsrisiko durch langjährig einwirkende Bioaerosole, einschließlich Endotoxinen, ist im Vorwerk der Baumwollspinnerei erhöht. Dahingegen trat in den letzten Jahrzehnten in der deutschen Textilindustrie kein auffällig gesteigertes Erkrankungsgeschehen der Atemwege und der Lunge durch textile Naturfasern auf.

Für Personen, die RLT-Anlagen in Textilbetrieben reinigen, besteht die Gefahr, akut an einem ODTs zu erkranken.

Technisch-organisatorische Schutzmaßnahmen sind zur Reduktion von Stäuben und anhängenden Keimen bzw. Endotoxinen erforderlich und nachweislich der Messergebnisse effektiv. RLT-Anlagen sind hygienisch zu betreiben, fortlaufend zu kontrollieren und zu warten. Arbeitsmedizinische Vorsorge ist in den Risikobereichen wie Baumwollspinnereivorwerk und für das Wartungspersonal von RLT-Anlagen erforderlich [9]. Information und Unterweisung zu Risiken, Schutzmaßnahmen sowie Angebotsuntersuchungen bei der betriebsärztlichen Betreuung von Betrieben in der Naturfaserverarbeitung sind angezeigt [10].

Trotz der oben angeführten primär- und sekundärpräventiven Maßnahmen ist die Endotoxinexposition in deutschen Textilbetrieben in einigen Arbeitsbereichen und bei speziellen Tätigkeiten mit Naturfasern noch so hoch, dass entsprechend der internationalen Literatur [4] arbeitsbedingte Erkrankungen befürchtet werden müssen. Technische Schutzmaßnahmen und arbeitsmedizinische Vorsorge sind deshalb

weiterhin erforderlich und eher praktikabel als nicht einhaltbare gesundheitsbasierte Grenzwerte.

Die prinzipiell denkbare Ableitung von technischen Kontrollwerten je nach Naturfaserart bzw. Arbeitsverfahren in den unterschiedlichen betroffenen Branchen erscheint zwar theoretisch möglich, wäre jedoch für den betrieblichen Anwender nicht nachvollziehbar. Zudem würde die Fokussierung auf Endotoxine andere Bestandteile der Bioaerosole – die je nach Branche unterschiedlich bedeutsam sein können – nicht berücksichtigen.

Ungeachtet der Grenz- bzw. Richtwertediskussion sind Erkrankungsfälle oder gesundheitliche Probleme bei Naturfaserexposition einzeln zu beleuchten und entsprechend den international vorliegenden arbeitsmedizinischen und epidemiologischen Erkenntnissen zu bewerten.

Literatur

- [1] Verfahren zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration (Schimmelpilze, Bakterien) in der Luft am Arbeitsplatz. In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA. Berlin: Erich Schmidt, 1989 – Losebl.-Ausg. www.bgia-arbeitsmappedigital.de
- [2] Lane, S. R.; Sewell, R. D. E.: Correlative measurement of four biological contaminants on cotton lint, and their implications for occupational health. *Int. J. Occup. Environm. Health* 12 (2006) Nr. 2, S. 120-125.
- [3] Lane, S. R.; Sewell, R. D. E.: The bacterial profile of cotton lint from worldwide origins, and links with occupational lung disease. *Am. J. Ind. Med.* 50 (2007) Nr. 1, S. 42-47.
- [4] Christiani, D. C.; Ye, T. T.; Zhang, S.; Wegman, D. H.; Eisen, E. A.; Ryan, L. A.; Olenchock, S. A.; Pothier, L.; Dai, H. L.: Cotton dust and endotoxin exposure and long-term decline in lung function: results of a longitudinal study. *Am. J. Ind. Med.* 35 (1999), S. 321-331.
- [5] Begründungen zum allgemeinen Staubgrenzwert in TRGS 900. Hrsg.: Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 2001. www.baua.de/nn_38856/sid_6F6881EE6EBCDEB375E354E4EDCF2A0D/nsc_true/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/900/900-allgemeiner-staubgrenzwert.pdf
- [6] Liebers, V.; Kraus, G.; Brüning, T.; Raulf-Heimsoth, M.: Byssinose – eine aktuelle Übersicht. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* (eingereicht 2007).
- [7] Merkblatt zur BK-Nr. 4202 „Byssinose“. Bekanntmachung des Bundesministeriums für Arbeit vom 16. August 1989. *BArbBl.* (1989) Nr. 11.
- [8] Kraus, G.: Achtung Keime! – Sichere Wartung, Reinigung und Instandhaltung Raumluftechnischer Anlagen. *Mitteilungsblatt der Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft „der sicherheitsschirm“* (2003) Nr. 4, S. 8-9.
- [9] Irritativ-toxische Wirkungen von luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen am Beispiel der Endotoxine. Kapitel 9, Tabelle 1: Branchenspezifische Maßnahmen. Hrsg.: Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS). *BArbBl.* (2005) Nr. 6, S. 49-59. www.baua.de/nn_5846/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/ABAS/aus-dem-ABAS/pdf/Endotoxinpapier.pdf
- [10] Irritativ-toxische Wirkungen von luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffen am Beispiel der Endotoxine. Kapitel 8: Präventive Maßnahmen. Hrsg.: Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS). *BArbBl.* (2005) Nr. 6, S. 49-59. www.baua.de/nn_5846/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/ABAS/aus-dem-ABAS/pdf/Endotoxinpapier.pdf