

# Emissionsminderung bei Textilveredlungsanlagen Teil I

**Mit Muster-Auflagenvorschlägen zu Emissionsminderungsmaßnahmen bei Textilveredlungsanlagen (Teil II)**

© Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
Griesbachstr. 1, 76185 Karlsruhe

Referat 31 (Umwelttechnologie)

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

86177 Augsburg

Referat 1/4 (Immissionsschutz):  
Herr Dr. Schlachta, Frau Dr. Sedlmaier  
Referat 1/1 (Energieverwendung):  
Herr Dr. Hochhuber, Herr Dr. Hensler  
Referat 3/6 (Abfallwirtschaft):  
Frau Striebel, Herr Emmerig

# Emissionsminderung bei Textilveredlungsanlagen

## Inhaltsverzeichnis

### Teil I:

1.	Einführung.....	4
2.	Genehmigungsbedürftigkeit.....	6
3.	Luftreinhaltung.....	9
3.1	Emissionssituation (Überblick).....	9
3.2	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen (Immissionen): Prüfung der Schutzpflicht.....	16
3.3	Beurteilung der Emissionen (Vorsorgebereich).....	19
3.3.1	Das Emissionsfaktorenkonzept („LAI-Bausteinekonzept“) für Textilveredlungsanlagen.....	19
3.3.2	Warenbezogene Emissionsfaktoren als Emissionsgrenzwerte.....	21
3.3.3	Vorausberechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren anhand von Substanzemissionsfaktoren der Textilhilfsmittel.....	23
3.3.4	Emissionsmessungen nach dem Bausteinekonzept.....	29
3.3.4.1	Messmethode.....	29
3.3.4.2	Messumfang.....	31
3.3.4.3	Messung bestimmter Stoffe.....	34
3.3.4.4	Berechnung des warenbezogenen Emissionsfaktors.....	34
3.3.5	Nicht aus den Ausrüstungshilfsstoffen vorausberechenbare Emissionen.....	35
3.3.5.1	Faserinhaltsstoffe.....	35
3.3.5.2	Restpräparationen.....	36
3.3.5.3	Auswahl der textilen Rohware – Zusammenfassung primärer Emissionsminderungsmaßnahmen.....	39
3.3.5.4	Emissionen durch vorgeschaltete Behandlungsprozesse („Verschleppung von emissionsrelevanten Hilfsmitteln“), z.B. ....	40
3.3.5.4.1	Carrierfärbung.....	40
3.3.5.4.2	Gemeinsame Durchführung von Verarbeitungsprozessen.....	41
3.3.5.4.3	Chemische Reinigung von Textilien mit Tetrachlorethen - Verbot des Einsatzes von mit Tetrachlorethen (Per) gereinigter Textilien bei direkt beheizten thermischen Behandlungsaggregaten.....	41
3.3.5.4.4	Emissionsgrundlast thermischer Behandlungsaggregate.....	42
3.3.5.4.5	Feuerungsspezifische Emissionen bei direkt beheizten Behandlungsaggregaten.....	42
3.3.5.5	Tolerierbare Zusatz-Emissionsbeiträge für Restpräparationen und Verschleppung.....	44
3.3.6	Geruchsemissionen.....	47
3.3.7	Abgasreinigungseinrichtungen.....	49
3.3.8	Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen organischen Stoffen.....	50
3.3.9	Ableitbedingungen.....	51
3.3.10	Kontinuierliche Emissionsmessungen nach TA Luft.....	52
3.3.11	Verfahren, die vom Emissionsfaktorenkonzept nicht erfasst werden.....	54
3.3.11.1	Senge.....	54
3.3.11.2	Flammkaschieren.....	55

3.3.11.3	Anlagen zum Beschichten und Bedrucken.....	56
3.3.11.4	Färben.....	63
4.	Bodenschutz.....	64
5.	Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen.....	64
5.1	Spezifische Abfallarten in Textilveredlungsanlagen.....	65
5.2	Textilunspezifische Abfälle .....	73
5.3	Hintergründe .....	73
6.	Effiziente Energieverwendung.....	74

### **Anlagen:**

1. Übersicht der Besten Verfügbaren Techniken in der Textilindustrie
2. Übersicht emissionsrelevanter Schadstoffe in der Abluft von Textilveredlungsanlagen
3. Typische Emissionsdaten (Massenkonzentrationen und Emissionsfaktoren) von Textilveredlungsanlagen
4. Emissionspotenzial Carrier-gefärbter Ware
5. Emissionen beim Pigmentdruck
6. Emissionen von mit Tetrachlorethen gereinigten Textilien
7. Übersicht der Emissionen beim Sengen
8. Literatur
9. Übersicht Begriffe

### **Teil II:**

#### **Musterauflagenvorschläge zu Emissionsminderungsmaßnahmen bei Textilveredlungsanlagen**

## 1. Einführung

Der vorliegende Leitfaden wurde in Zusammenarbeit zwischen der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz sowie Fachleuten aus den betroffenen Textilverbänden (z.B. TVI-Verband, Verband TEGEWA, Verband der Nordwestdeutschen und Baden-Württembergischen Textil- und Bekleidungsindustrie) erstellt und soll den Betreibern von Textilveredlungsanlagen sowie dem für den Vollzug zuständigen umweltschutztechnischen Personal der Behörden als Erkenntnisquelle und Hintergrundinformation zu den Anforderungen der Umweltbereiche Luftreinhaltung und Abfallwirtschaft dienen. Er geht zurück auf das sog. Bausteinekonzept des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) aus dem Jahr 1994. Da sich die Anlagen zur Textilveredlung (Nr. 10.23 des Anhang zur 4. BImSchV) ganz wesentlich von den übrigen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftigen Anlagen unterscheiden, wurde damals von einem Arbeitskreis des Unterausschusses Luft/Technik des LAI das Bausteinekonzept zur Emissionsminderung und Emissionsüberwachung zusammen mit den betroffenen Verbänden erarbeitet. Die Fa. EnviroTex GmbH (Privates Institut für Produktsicherheit und Umweltschutz, <http://www.envirotex.de>) hat hierbei aufgrund ihres umfassenden Fachwissens hinsichtlich der Herstellung, der Zusammensetzung und der Anwendung der Textilhilfsmittel bei der Entwicklung des Bausteinekonzepts maßgeblich mitgewirkt. Aufgrund neuerer Erkenntnisse wurden im Jahr 1999 für den Vollzug in Bayern vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz sog. Muster-Auflagenvorschläge zu Emissionsminderungsmaßnahmen bei Textilveredlungsanlagen auf der Basis des Bausteinekonzepts herausgegeben. Durch die Novellierung der TA Luft im Jahre 2002 wurde es jedoch erforderlich, diese Auflagenvorschläge zu überarbeiten. Die diesem Leitfaden anliegenden aktualisierten Auflagenvorschläge sind hierbei spezifisch für die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg.

Unter dem Begriff Textilveredlung fasst man alle Arbeiten zur Verbesserung des Aussehens, zum Erreichen der gewünschten Eigenschaften sowie zur Erhöhung des Gebrauchswertes einer textilen Ware zusammen. Die Anwendung der zahlreichen Verfahren der Textilveredlung hängt von der Zusammensetzung und Form des textilen Rohstoffes und von seiner vorgesehenen Verwendung ab.

Mit Änderung der 4. BImSchV vom 28.08.1991 (Bundesgesetzblatt I, Nr. 52, Seite 1838) unterliegen seit dem 01.09.1991 wesentliche Teile von Textilveredlungsbetrieben dem Geltungsbereich der 4. BImSchV und sind somit immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig.

Die einschlägige Nr. 10.23 Spalte 2 des Anhangs zur 4. BImSchV hat folgenden Wortlaut:

"10.23 Anlagen zur Textilveredlung durch Sengen, Thermofixieren, Thermosolieren, Beschichten, Imprägnieren, Appretieren oder Trocknen, ausgenommen Anlagen, in denen weniger als 500 m<sup>2</sup> Textilien je Stunde behandelt werden."

Sie geht zurück auf einen entsprechenden Bundesratsbeschluss vom 05.07.1991, der wie folgt begründet wurde:

"Der Betrieb von Textilveredlungsanlagen, in denen die oben angeführten Prozesse vorgenommen werden, führt in aller Regel zu erheblichen Geruchsbelästigungen. Solche Textilveredlungsanlagen erfüllen somit das Kriterium des § 4 Abs. 1 Satz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und sind daher in den Katalog der genehmigungsbedürftigen Anlagen aufzunehmen. Die Einführung der Genehmigungspflicht bezweckt vor allem die Anwendung des Standes der Technik zur Emissionsbegrenzung. Durch die Einführung der Mengenschwelle werden Anlagen, in denen nur im handwerklichen Umfang Textilien veredelt werden, von der Genehmigungspflicht ausgenommen. Bei Anlagen über der Mengenschwelle wird deren Emissionsrelevanz sachgerecht berücksichtigt."

Nach der Nr. 12 des Anhangs des BImSchG zu § 3 Abs. 6 des BImSchG sind u.a. anderem als Kriterium bei der Bestimmung des Standes der Technik die im Rahmen des Artikels 16 Abs. 2 der IVU-Richtlinie (96/61/EG) von der EU-Kommission veröffentlichten Informationen heranzuziehen. Es handelt sich hierbei um die sog. BREF's (Best Available Techniques Reference Documents). Für die Anlagen der Nr. 6.2 des Anhangs der IVU-Richtlinie wurde von der EU-Kommission ein BREF (Best Available Techniques Reference Document) für die Textilindustrie erstellt (Stand August 2002; am 11./12.11.2002 vom Information Exchange Forum angenommen). In diesem Dokument werden die sog. Besten Verfügbaren Techniken (BAT) für die Textilindustrie dargestellt. Grundsätzlich handelt es sich bei den Anlagen der Nr. 6.2 des Anhangs der IVU-Richtlinie um „Anlagen zur Vorbehandlung (Waschen, Bleichen, Mercerisieren) oder zum Färben von Fasern oder Textilien mit einer Verarbeitungsleistung von 10 Tonnen oder mehr Fasern oder Textilien je Tag. Das o.g. BREF umfasst jedoch aufgrund der Tatsache, dass innerhalb der textilen Herstellungskette die Umweltprobleme erst später auftreten können (z.B. Freisetzung von organischen Stoffen bei der thermischen Behandlung von Textilien bei der Textilveredlung/-ausrüstung), nicht nur die klassische Textilveredlung, sondern auch die Textilveredlungsprozesse (z.B. Drucken, Beschichten, Ausrüsten). Obwohl das vorliegende BREF sich eigentlich nur auf Anlagen mit einer Verarbeitungskapazität von 10 Tonnen Textilien oder mehr je Tag bezieht, können aus fachtechnischer Sicht die dort genannten BAT grundsätzlich auch für genehmigungsbedürftige Anlagen mit einer kleineren Verarbeitungsleistung als Erkenntnisquelle genutzt werden.

Die Nr. 6.2 des Anhangs der IVU-Richtlinie wurde mit dem Artikelgesetz vom 27.07.2001 als Nr. 10.10 Spalte 1 des Anhangs der 4. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt.

In der Anlage 1 werden die Besten Verfügbaren Techniken des BREF Textilindustrie zusammengefasst.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf Textilveredlungsanlagen der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV. Die wesentlichen BAT aus dem oben genannten BREF Textilindustrie sowie die Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft werden dabei berücksichtigt. Zu Anlagen zur Textilveredelung oder zum Färben nach der Nr. 10.10 des Anhangs der 4. BImSchV werden Hinweise gegeben. **Es ist zu beachten, dass die im Teil II aufgeführten Auflagenvorschläge nur beispielhaften Charakter besitzen und auf den jeweiligen konkreten Einzelfall anzupassen sind.**

## 2. Genehmigungsbedürftigkeit

Von der Nr. 10.23 Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV werden Anlagen zur Textilveredelung durch nachstehende Verfahren erfasst, ausgenommen Anlagen in denen weniger als 500 m<sup>2</sup> Textilien je Stunde behandelt werden:

- Sengen:  
Abrennen von Faserenden mittels einer Flamme zur Erzielung einer glatten Textiloberfläche; insbesondere relevant bei Baumwolltextilien, jedoch auch bei Chemiefasern und Wolle
- Thermofixieren:  
Thermischer Behandlungsprozess von Textilien zur Erzielung einer Dimensionsstabilität; insbesondere relevant bei Textilien aus synthetischen Fasern, wie Polyester, Polyamid und Mischungen; in der Regel genehmigungsbedürftig bei Betriebstemperaturen des Spannrahmens oberhalb von 150 – 220 °C . siehe H.K. Rouette (Lexikon für Textilveredlung)  
Hinweis:  
Ab einer Warentemperatur > 110°C kann nicht mehr von einer Trocknung im eigentlichen Sinne gesprochen werden. Diese Temperatur stellt einen Übergang zur Thermofixierung dar.
- Thermosolieren:  
Spezielles Färbeverfahren, bei dem das Textil mit einer Farbstofflösung versehen, anschließend getrocknet und dann einer kurzen Trockenhitzebehandlung bei Temperaturen von ca. 200 – 220 °C ausgesetzt wird. Dabei diffundiert der Farbstoff ins Faserinnere und löst sich im Substrat.

- Beschichten:  
Ein- oder zweiseitiges Aufbringen von Streichmassen auf textile Träger.
- Imprägnieren:  
Durchtränken, Befeuchten, Benetzen von textilen Substraten durch Auftragsverfahren wie z.B. Foulardieren, Rakeln, Spritzen, Sprühen. Dem Imprägnieren können Thermofixier-, Thermosolier- und Trocknungsprozesse folgen.
- Appretieren:  
Die Appretur umfasst alle Veredlungsverfahren, die dazu dienen, den aus der Vorbehandlung, Färberei oder Druckerei kommenden Textilien die gewünschten Eigenschaften, wie etwa Griff und Warenbild zu verleihen. Bei dem Begriff Appretur" ist zwischen mechanisch-physikalischen sowie nach chemisch-thermischen Verfahren zu unterscheiden [4]. Für die Genehmigungsbedürftigkeit im Sinne der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV sind die chemisch-thermischen Prozesse von Bedeutung, z.B. Hydrophobieren, Hydrophilieren, Oleophobieren, Pflegeleichtausrüstung, flammhemmende Ausrüstung.

Die Verwendung der Maßeinheit „m<sup>2</sup>“ in Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV bedeutet, dass hier nur flächenhafte Textilien erfasst werden, die üblicherweise mit dieser Maßeinheit charakterisiert werden. Dazu gehören im Allgemeinen nicht z.B. Flocke, Garne, Kordelbänder, Kammzüge, Kettbäume, Seile, Tauwerke und Gurte. Ob z.B. Bänder oder Posamente nach der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV zu genehmigen sind, ist aufgrund der Vielfalt der in der Praxis vorkommenden Verfahrensvarianten im Einzelfall zu klären (Nr. 3.2 des Protokolls zur 9. Sitzung des Arbeitskreises "Textilveredlung" am 27./28.05.1997). "Grundlage für eine sachgerechte Entscheidung kann

- zum einen der Flächenbezug (> 500 m<sup>2</sup>/h) sein, d.h. es müssen flächenhafte Textilien veredelt werden,
- zum anderen die Emissionsrelevanz der Anlage, da es für die Umwelt unerheblich ist, ob die textile Fläche an einem Stück oder in Streifen geschnitten veredelt werden".

Der Anlagenbegriff ist beschränkt auf den der Textilveredlung dienenden Bereich eines Betriebes. Dies bedeutet konkret, dass alle notwendigen Einrichtungen, einzelne Anlagen, Anlagenteile, Maschinen und Apparate, die technisch zum Veredeln von Textilien geeignet sind und genutzt werden oder genutzt werden sollen, einschließlich der Nebeneinrichtungen im Sinn der Nr. 2. des § 1 Abs. 2 der 4. BImSchV vom Genehmigungserfordernis erfasst werden.

In diesem Zusammenhang ist auch das Trocknen zu sehen. Da es sich beim Trocknen allein nicht um einen Textilveredlungsvorgang im Sinne der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV handelt, kann

die Trocknung vom Genehmigungserfordernis nur dann umfasst sein, wenn sie im Zusammenhang mit den genannten Textilveredlungsvorgängen steht.

Eine Abgrenzung der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV zu den Nrn. 5.1, 5.2, 5.6 und 10.7 ist erforderlich. Kann eine Anlage (hier: Beschichtungs-, Imprägnier- oder Tränkanlage) vollständig verschiedenen Anlagenarten zugeordnet werden, so ist nach § 2 Abs. 2 der 4. BImSchV die speziellere Anlagenbezeichnung maßgebend. Bei Textilveredlungsanlagen ist dies regelmäßig die Nummer 10.23. Eine Prüfung, ob es sich bei den eingesetzten Stoffen z.B. um Leinöl handelt, ist somit nicht erforderlich. Weiterhin ist es dann bei Beschichtungen z.B. von PVC/Weichmachermischungen ohne Belang, ob der Auftrag durch Streichmaschinen oder andere Vorrichtungen erfolgt.

Werden Anlagen ausschließlich so betrieben, dass sie eindeutig den Anlagentypen nach Nr. 5.1, 5.2, 5.6 oder 10.7 des Anhangs der 4. BImSchV zugeordnet werden können, so sind diese Nummern maßgebend. Derartige Fälle können beispielsweise bei der Imprägnierung von Glasfasern mit Polyester- oder sonstigen Kunstharzen (Nr. 5.2), bei der Beschichtung von Teppichrücken mit Weichmacher/PVC-Mischungen (Nr. 5.6) oder bei der Kunstlederherstellung (Nr. 5.1) gegeben sein (7).

In den Fällen, bei denen Textilien unter Verwendung von organischen Lösemitteln behandelt werden, insbesondere zum Appretieren, Beschichten, Imprägnieren, Kaschieren, ist die Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV als die speziellere Regelung bei Überschreitung eines Lösemittelverbrauchs von 25 kg/h bzw. von 15 t/a heranzuziehen.

Typische Anlagenteile von Textilveredlungsanlagen sind die Auftragseinrichtungen (z.B. Foulard) und zugehörigen Trocknungseinrichtungen. Typische Nebeneinrichtungen sind z.B. Einrichtungen zur Erzeugung von Energie (z.B. Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Prozessdampf), Lager für Ausrüstungschemikalien sowie zugehörige Dosierstationen.

### Vlies- und Filzherstellung

Der Anwendungsbereich der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV bezüglich der Vlies- und Filzherstellung wurde in der 77. Sitzung des Unterausschusses Luft/Technik vom 26./28.09.1994 in Bonn behandelt. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass der gesamte Prozess bis zum Abschluss des Verfahrensschrittes Verfestigung der Herstellung eines Textils dient. Es handelt sich daher bei diesen Anlagen nicht um genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV.



Der o.g. Sachverhalt trifft jedoch nur für die ausschließliche Vlies- und Filzherstellung zu. Sofern die hergestellten Vliese im Sinne der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV noch veredelt werden, ist zu prüfen, ob die Vlies- bzw. Filzverfestigungsanlagen (Vlies- bzw. Filzherstellung) gemäß §1 (2) der 4. BImSchV als Nebeneinrichtungen der nach Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Vlies- bzw. Filzausrüstungsanlagen aufgefasst werden müssen.

Die Verfestigungsanlagen können mit den immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagenteilen und Verfahrensschritten der Vliesveredlung in einem engen räumlichen (z.B. gemeinsames Werksgelände) und betriebstechnischen Zusammenhang (z.B. gemeinsames Chemikalienlager, gemeinsame Wärmeversorgung) stehen und für das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen, die Vorsorge gegen Umwelteinwirkungen (z.B. hoher Emissionsbeitrag), oder das Entstehen erheblicher Belästigungen (z.B. Geruch) von Bedeutung sein.

Kann innerhalb des Verfahrensablaufs Herstellung und Veredlung nicht zweifelsfrei getrennt werden oder werden Herstellung und Veredlung eines Vlieses bzw. Filzes auf dem gleichen Aggregat oder Anlagenteil durchgeführt, so ist diese Anlage genehmigungsbedürftig, auch wenn nur vorübergehend die Herstellung eines Vlieses bzw. Filzes durchgeführt wird.

### **3. Luftreinhaltung**

#### **3.1 Emissionssituation (Überblick)**

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht der relevanten Verfahren in der Textilindustrie und deren Bewertung aus Sicht der Luftreinhaltung:

Prozess	Beschreibung	Emissionsrelevanz	Anmerkungen
Sengen	Abbrennen von Faserenden mittels einer Flamme zur Erzielung einer glatten Textiloberfläche; insbesondere relevant bei Baumwolltextilien, jedoch auch bei Chemiefasern und Wolle	Ja. Emissionen aus der Verbrennung/thermischen Zersetzung der Fasern bzw. der aufgetragenen Hilfsstoffe	Geruchsrelevant; beim Sengen von Chemiefasern wie PAN können erhebliche Mengen kritischer Schadstoffe, wie krebserzeugende Stoffe (z.B. Acrylnitril) emittiert werden.
Waschen	Entfernung von Präparations- und Hilfsmitteln und anderen Verunreinigungen zur Vorbereitung des Textils auf nachfolgende Prozesse sowie zur Nachbehandlung von durchgeführten Produktionsprozessen mittels Wasser und geeigneten Waschlösungsmitteln (oberflächenaktive Substanzen)	Nein <sup>1</sup> .	Optimierte Wäsche erforderlich (d.h. Wäsche mit hoher Wascheffizienz, Verwendung geeigneter oberflächenaktiver Waschmittel)
Chemische Reinigung	Entfernung von Verunreinigungen sowie von Präparations-/Hilfsmitteln und zur Echtheitsbehandlung von Gefärbtem durch Reinigung des Textils (z.B. Wolle, Wollmischungen, Elastanmischungen) mittels eines organischen Lösemittels, z.B. Tetrachlorethen (Per).	Ja. a) Emissionen bei der chemischen Reinigung b) Bei nachfolgenden thermischen Behandlungsprozessen können aufgrund des Speichervermögens des Textils für das organische Lösemittel zusätzliche Emissionen von dem Lösemittel auftreten.	„Geschlossene Kreislaufführung des Lösemittels“ mit Rückgewinnung durch Destillation; Einsatz einer geeigneten Abgasreinigung. Es gelten die Anforderungen der 2. BImSchV.
Entschlichten	Entfernung von Schlichtemitteln aus der Webware, insbesondere bei Baumwollwaren	Nein.	
Alkalische Reinigung (Abkochen)	Behandlung von Baumwolle mit stark alkalischen heißen Flotten zur Entfernung natürlicher Verunreinigungen (z.B. Wachse, Pektine, Proteine, Metallsalze).	Nein (Emissionen an org. Stoffen: ca. 0,1 g C/kg Textil (2)).	
Bleichen	Oxidative Entfernung von gefärbten Faserbegleitstoffen zur Erhöhung des Weißgrades und zur Vorbereitung auf das Färben und Bedrucken: 1. Bleichen mit Peroxid 2. Bleichen mit Hypochlorit 3. Bleichen mit Natriumchlorit	1. Nein (Emissionen an org. Stoffen: ca. 0,1 g C/kg Textil (2)). 2. Ja. Emissionen an Chlor 3. Ja. Emissionen an Chlor und Chlordioxid	Das Bleichen mit Peroxid sollte vorrangig durchgeführt werden; nach Anhang 38 der Abwasserverordnung ist das Einleiten von Abwasser aus dem Bleichen mit Hypochlorit nicht zulässig.
Mercerisierung	Behandlung von Baumwolltextilien mit starker Lauge unter Zugspannung zur Erhöhung der Farbstoffab-	Nein.	

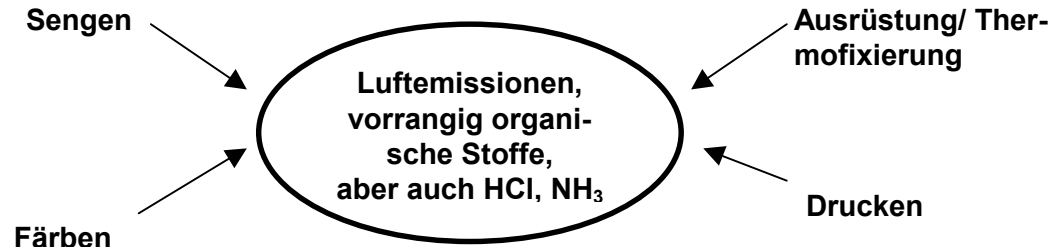
Prozess	Beschreibung	Emissionsrelevanz	Anmerkungen
	sorption (Anfärbarkeit), der Höchstzugkraft, der Dimensionsstabilität sowie der Griffverbesserung.		
Trocknen (<110°C <i>Waretemperatur</i> )	Entfernung der Feuchtigkeit nach Nassvorgängen.	Gering (Emissionen an org. Stoffen: <0,1 g C/kg Textil (2)).	
Färben	Behandlung mit Farbstoffen	Bei nachgeschalteten Trocknungs- oder Fixierprozessen können Hilfsmittel aus der Färbung emittiert werden. Im Allgemeinen sind die Emissionen aufgrund des niedrigen Dampfdruckes der Hilfsmittel im Farbbad gering. Ausnahmen stellen jedoch der Thermosolprozess (siehe unten) sowie das Trocknen carriergefärbter Textilien dar, bei denen hohe Emissionen auftreten können.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung von Polyesterfasern, die sich ohne Carrier färben lassen (sofern die marktwirtschaftliche Situation dies zulässt)</li> <li>• Färben unter Hochtemperatur (HT)-Bedingungen ohne die Verwendung von Carriern im geschlossenen System (wegen der Temperaturempfindlichkeit von Wolle ist die Verwendung von Carriern nur noch beim Färben von PES/Wo-Mischungen erforderlich)</li> <li>• Ersatz konventioneller Carrier durch emissionsoptimierte Verbindungen (z.B auf der Basis von Benzylbenzoat und N-Alkylphthalimid)</li> <li>• Das Färben von Baumwolle mit Schwefelfarbstoffen sowie die Farbstoffreduktion kann geruchsrelevant sein.</li> </ul>
Drucken <sup>2</sup>	Aufbringen von Farbstoff und/oder Chemikalien enthaltende Pasten mittels Drucksysteme (bevorzugt Flachfilm- und Rotationsdruckmaschinen)	Ja. Emissionen organischer Hilfsmittel aus den Druckpasten (Binder, Fixierer) sowie anorganischer Stoffe (Ammoniak) bei thermischen Behandlungsprozessen (Trocknen/Dämpfen/Kondensieren).	Geruchsrelevant Emissionsmindernde Maßnahmen beim Pigmentdruck: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsarme Verdicker mit einem niedrigen Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (oder keine organischen Lösemittel enthalten) und formaldehydfreie Binder. Emissionsbeitrag aus dem Druckprozess: &lt; 0,4 g C/kg Textil (bezogen auf ein Luft-Warenverhältnis von 20 m<sup>3</sup>/kg Textil) (es handelt sich um "verschleppte" Emissionen, die erst bei einer thermischen Behandlung des Textils auftreten; siehe auch Kap. 3.3.11.3).</li> <li>• Verwendung von APEO (Alkylphenoethoxylate) –freien Druckpasten und Druckpasten mit einem hohen Grad an Bio-</li> </ul>

Prozess	Beschreibung	Emissionsrelevanz	Anmerkungen
			<p>eliminierbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierter Ammoniakgehalt (Emissionsbeitrag aus dem Druckprozess: 0,6 g NH<sub>3</sub>/kg Textil (bezogen auf ein Luft-Warenverhältnis von 20 m<sup>3</sup>/kg Textil) (Ammoniak wird häufig als Mittel zur Viskositätseinstellung in dem Verdicker eingesetzt bzw. kann aus der thermischen Zersetzung von Harnstoff entstehen).</li> </ul>
Thermosolieren	Spezielles Färbeverfahren, bei dem das Textil mit der Farbstofflösung bzw. dem optischen Aufheller versehen, anschließend getrocknet und dann einer kurzen Trockenhitzebehandlung bei Temperaturen von ca. 200 – 220 °C ausgesetzt wird. Dabei diffundiert der Farbstoff ins Fasernere und löst sich im Substrat.	Ja. Emissionen an organischen Hilfsmitteln/Präparation aus vorgeschalteten Behandlungsprozessen.	Geruchsrelevant
Thermofixieren	Thermischer Behandlungsprozess von Textilien zur Erzielung einer Dimensionsstabilität (Beseitigung von Spannungen der Faserstoffe und Stabilisierung des neuen Zustandes); insbesondere relevant bei Textilien aus synthetischen Fasern, wie Polyester, Polyamid und Mischungen; in der Regel genehmigungsbedürftig bei Betriebstemperaturen <i>des Spannr Rahmens</i> von 150 - 220 °C	Ja. Emissionen an organischen Hilfsmitteln (Präparationen) und Faserinhaltsstoffen	Geruchsrelevant
Beschichten	Ein- oder zweiseitiges Aufbringen von Aufstrichmassen auf textile Träger;	Ja. Emissionen an organischen, ggf. anorganischen Stoffen	Geruchsrelevant
Imprägnieren	Durchtränken, Befeuchten, Benetzen von textilen Substraten durch Auftragsverfahren wie z.B. Foulardieren, Rakeln, Spritzen, Sprühen. Dem Imprägnieren können Thermofixier-, Thermosolier- und Trocknungsprozesse folgen.	Ja. Emissionen an organischen, ggf. anorganischen Hilfsmitteln	Geruchsrelevant

Prozess	Beschreibung	Emissionsrelevanz	Anmerkungen
Appretieren	Alle mechanisch-physikalischen und chemisch-thermischen Prozesse, die dazu dienen, den aus der Vorbehandlung, Färberei oder Druckerei kommenden Textilien die gewünschten Eigenschaften hinsichtlich des Warenbildes zu verleihen. In der Regel sind nur die chemisch-thermischen Prozesse von Emissionsrelevanz; ggf. kann aber aufgrund der Staubemissionen und dem anfallendem Abfall (z.B. Flusen, textile Stäube) sowie aus Sicht des Lärmschutzes auch das mechanische Appretieren (z.B. Rauhen, Scheren, Bürsten) von Bedeutung sein.	Ja. Mechanisches Appretieren: Staubemissionen Chemisches Appretieren: Emissionen an organischen, ggf. anorganischen Hilfsmitteln	Chemisches Appretieren geruchsrelevant

- 1) Ausnahme: Wäsche mit organischen Lösemitteln
- 2) Das Drucken von Textilien für sich unterliegt im Allgemeinen nicht der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsbedürftigkeit der 4. BImSchV (hierzu entscheidend ist die Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV)

Zusammengefasst ist festzuhalten, dass insbesondere folgende Prozesse emissionsrelevant sind (siehe auch nachstehendes Beispiel):



Beispiel: Mögliche Abluftemissionen entlang einer für den Pigmentdruck von Baumwolle beispielhaften Prozesssequenz (Vorbehandlung, Druck und Ausrüsten) [2]

Prozess	Organisch-C [g/kg Textil]	Staub <sup>1</sup> [g/kg Textil]	Geruch [GE/kg Textil]	Formaldehyd [g/kg Textil]	Ammoniak <sup>2</sup> [g/kg Textil]
Sengen	0,2	0,3	6000	< 0,01	-
Alkalisch abkochen	0,1	-	2300	-	-
Peroxidbleiche	< 0,1	-	900	-	-
Trocknen (Spannrahmen)	< 0,1	-	300	-	-
Pigmentdruck (Trocknen)	0,2	-	3500	0,02	0,7
Pigmentdruck (Kondensation)	0,1	-	2000	0,03	0,4
Ausrüsten (Weichmacher, Pflegeleicht) Trocknen	0,3	-	1400	0,04	-
Ausrüsten Kondensation	0,4	-	1000	0,09	-

1) Staub entsteht nur beim Sengen und wurde deshalb nur dort bestimmt

2) Ammoniak wurde nur beim Pigmentdruck bestimmt (wegen Zersetzung des Harnstoffs in den Druckpasten)

3) Formaldehyde wurde beim alkalisch abkochen, bei der Peroxidbleiche und beim Trocknen nicht bestimmt.

Im Folgenden werden nur die Emissionen aus den eigentlichen Textilveredlungsprozessen betrachtet; die Emissionen von Feuerungsanlagen als Nebeneinrichtung zur Energieerzeugung bleiben unberücksichtigt.

Bei einem typischen Ausrüstungsprozess (z.B. Appretieren, Imprägnieren, Beschichten), ausgenommen Fixiervorgänge und Sengen, werden die Hilfsmittel zur Erzielung des Veredlungseffektes durch verschiedene Techniken aufgebracht (z.B. Foulardieren, Rakeln, Spritzen oder Sprühen) und anschließend wird das Textil thermisch behandelt. Dieser Schritt ist vorrangig für das Auftreten von Emissionen verantwortlich. Bei Temperaturen ab ca. 100 °C ergeben sich Emissionen aus:

- Faserbestandteilen (z.B. Restmonomere, Faserlösemittel)
- Vorgelagerte Behandlungsstufen (z.B. Präparationen bei der Faser-, Garn- und textilen Flächenherstellung, vorgeschaltete Färbe- und Druckprozesse)
- Den bei dem Veredlungsprozess eingesetzten Hilfsstoffen (z.B. Restmonomere aus Polymer-, Polykondensations-, Polyadditionsprodukten, Reaktionsprodukte aus faserreaktiven Prozessen, Formulierungshilfsmittel mit hohem Dampfdruck, wasserdampfvlüchtige Stoffe mit niedrigem Dampfdruck)

Feuerungsabgase bei direktbeheizten Trocknungseinrichtungen:

Typische Emissionswerte:

<b>Substanz/Parameter</b>	<b>Emissionskonzentration [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>
Methan (als Gesamt-Kohlenstoff)	5 - 500
Propan/Butan (als Gesamt-Kohlenstoff)	5 - 600
Formaldehyd	0,1 - 60
Kohlenmonoxid	5 - 400
NO <sub>x</sub>	2 - 10

Bei den hier auftretenden Emissionen handelt es sich bei der Art der Schadstoffe vorrangig um organische Stoffe (siehe Anlage 2). Bei einigen Ausrüstungsverfahren können jedoch auch anorganische Stoffe wie Ammoniak, Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff auftreten. Bei den direkt beheizten Trocknungsaggregaten können insbesondere Formaldehyd, Kohlenmonoxid und Stickstoffoxide im Rauchgas des thermischen Behandlungsaggregates enthalten sein.

Bei Fixiervorgängen treten im Wesentlichen die gleichen o.g. Emissionen auf, nur die Emissionen aus der Ausrüstung mit Hilfsmitteln entfallen. Beim Sengen entstehen Emissionen aufgrund des dort auftretenden Verbrennungsvorgangs der Fasern, von Faserlösemitteln aufgrund der thermischen Belastung der Fasern sowie aufgrund der aufbrachten Hilfsmittel aus Vorbehandlungsstufen (siehe Anlage 7).

In der Anlage 3 sind typische Emissionsdaten von Textilveredlungsanlagen aufgeführt.

Zusammenfassend ist festzuhalten:

- Entscheidend im Bereich Textilindustrie: Auswahl emissionsarmer Hilfsstoffe/Präparationen!
  - Nach Möglichkeit Durchführung der Prozesse ohne Chemikalien
  - Gezielte Auswahl der Chemikalien unter dem Gesichtspunkt einer minimalen Umweltbelastung
- Bei der Ausrüstung von Textilien mit Hilfsmitteln kann der warenbezogene Emissionswert nach dem LAI-Bausteinekonzept (8) von 0,80 g C/kg Textil (bzw. von 40 mg C/m<sup>3</sup> bezogen auf ein Luft-Warenverhältnis von 20 m<sup>3</sup>/kg nach der Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft) aufgrund der Hilfsmittlemissionen im Regelfall eingehalten werden. Bei technischen Textilien und Beschichtungen trifft dies teilweise nur bedingt zu. Durch die TA Luft-Novellierung kann es zukünftig ggf. Probleme mit der Einhaltung der Emissionswerte für Stoffe der Nr. 5.2.5 Kl. I bzw. krebserzeugende Stoffe Nr. 5.2.7 geben (z.B. durch Änderung der Stoffeinstufung).
- Problematisch sind vor allem
  - Emissionen von Faserinhaltsstoffen bzw. Faserlösemitteln, Restpräparationen sowie Emissionen aus vorgeschalteten Behandlungsprozessen, z.B. Drucken, Färben („Verschleppung“)
  - Emissionen aus der Rohwareifixierung
  - Emissionen aus der Direktbefeuerung von thermischen Behandlungsaggregaten, d.h. unverbrannter Brennstoff (0,1 - größer 5 g/kg Textil), Formaldehyd (0,1 – 60 mg/m<sup>3</sup>)

### **3.2 Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen (Immissionen): Prüfung der Schutzpflicht**

Nach der TA Luft vom 24.07.2002, Nr. 4.1 ist bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nrn. 4.2 bis 4.5 der TA Luft festgelegt sind, die Bestimmung von Immissionskenngrößen

- a) wegen geringer Emissionsmassenströme (s. Nr. 4.6.1.1)
- b) wegen geringer Vorbelastung (s. Nr. 4.6.2.1) oder
- c) wegen einer irrelevanten Zusatzbelastung (s. Nr. 4.2.2 Buchstabe a, 4.3.2 Buchstabe a, 4.4.1 Satz 3, 4.4.3 Buchstabe a und 4.5.2. Buchstabe a)

nicht erforderlich. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 vor.

#### Bagatellmassenströme gemäß Tabelle 7, Nr. 4.6.1.1 der TA Luft

Die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen ist nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn



- a) die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (Massenströme) die in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und
- b) die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 vom Hundert der in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt. Der Massenstrom nach Buchstabe a) ergibt sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit den bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen.

In die Ermittlung des Massenstroms sind die Emissionen im Abgas der gesamten Anlage einzubeziehen; bei der wesentlichen Änderung sind die Emissionen der zu ändernden sowie derjenigen Anlagenteile zu berücksichtigen, auf die sich die Änderungen auswirken wird, es sei denn, durch diese zusätzlichen Emissionen werden die in Tabelle 7 angegebenen Bagatellmassenströme erstmalig

überschritten. Dann sind die Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

In der nachstehenden Tabelle werden die Emissionsmassenströme der in Tab. 7 der Nr. 4.6.1.1 der TA Luft genannten Schadstoffe aufgeführt, die für Textilveredlungsanlagen relevant sein können.

Stoff	Bagatellmassenstrom nach TA Luft [kg/h]
Staub (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe)	1
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angeben als NO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	20
Benzol <sup>1</sup>	0,05
Tetrachlorethen <sup>1</sup>	2,5
Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angeben als F <sup>2</sup>	0,15
Benzo(a)pyren (als Leitkomponente für polyzyklische anorganische aromatische Kohlenwasserstoffe)	0,0025

- 1) Die genannten Emissionsmassenströme werden im Regelfall bei Textilveredlungsanlagen nicht erreicht.
- 2) Emissionen an Fluorwasserstoff können im Zusammenhang mit dem Einsatz von fluorhaltigen Textilhilfsmitteln, z.B. bei Sinterprozessen entstehen und sind im Einzelfall zu betrachten.
- 3) Bei Textilveredlungsprozessen in der Regel nicht relevant.

Im jeweiligen konkreten Einzelfall ist zu überprüfen, ob die o.g. Bagatellmassenströme überschritten werden. Hierbei sind die Emissionen von Nebeneinrichtungen (z.B. Kesselhaus zur Energieerzeugung) ebenfalls zu berücksichtigen. Bei Unterschreitung der Bagatellmassenströme kann auf eine Bestimmung der Immissionskennzahlen verzichtet werden, sofern keine hinreichenden Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen. Im anderen Fall ist dann gemäß TA Luft Nr. 4 zu prüfen, ob die Immissionswerte der Tabellen 1- 6 eingehalten werden und der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sichergestellt ist.

Für die bei Textilveredlungsanlagen ebenfalls zu berücksichtigenden Emissionen an organischen Stoffen bzw. ggf. Ammoniak (z.B. bei Beschichtungsanlagen) sind in der o.g. Tabelle keine Massenströme genannt.

Gemäß Nr. 4.8 der TA Luft ist jedoch für luftverunreinigende Stoffe, für die keine Immissionswerte in den Nrn.4.2 bis 4.5 festgelegt sind und in den Fällen, in denen auf Nr. 4.8 verwiesen wird, eine Prüfung, ob schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, erforderlich, wenn hierfür hinreichende Anhaltspunkte bestehen.

Zur Interpretation des in Nr. 4.8 der TA Luft genannten Begriffes „hinreichende Anhaltspunkte“ wird für organische Stoffe hilfsweise der in der 74. Sitzung vom 16. - 18.05.1990 in Celle vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) zugestimmte Bericht „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“ (LAI-Schrift 392/90, 1990), in Analogie zur TA Luft 1986 herangezogen.

„Solche Anhaltspunkte liegen vor, wenn

- nach Art des Verfahrens,
  - der Einsatz-, End- und Nebenprodukte
  - den Ableitungsbedingungen (z.B. kurzzeitige hohe Freisetzungen durch Notkaminbetrieb)
- bestimmte Stoffe in einer Art und Menge emittiert werden, dass sie am Einwirkungsort zu Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen führen. Dabei kommt den Umgebungsverhältnissen im Einzelfall eine besondere Bedeutung zu. Die stoff- und anlagenbezogenen Informationen müssen mit den Umgebungsverhältnissen verknüpft werden.“

In dem o.g. Bericht sind Kriterien für hinreichende Anhaltspunkte für mögliche schädliche Umwelteinwirkungen genannt. Hierbei wird unterschieden in

- anlagenbezogene Kriterien: z.B. hohe Abgasmengen oder hohe Massenströme
- stoffbezogene Kriterien: z.B. Emissionen geruchsintensiver, kanzerogener Stoffe
- umgebungsbedingte Kriterien: z.B. besondere Schutzgüter im Einwirkungsbereich.

Für den jeweiligen Einzelfall ist eine diesbezügliche Prüfung durchzuführen. Hinreichende Anhaltspunkte, die eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 der TA Luft erfordern, dürften in der Regel nicht vorliegen; eine weitergehende Prüfung ist dann nicht erforderlich.

Für die Überprüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch die Einwirkung von Ammoniak gewährleistet ist, ist nach Nr. 4. 8 der TA Luft vorzugehen.

### 3.3 Beurteilung der Emissionen (Vorsorgebereich)

#### 3.3.1 Das Emissionsfaktorenkonzept („LAI-Bausteinekonzept“) für Textilveredlungsanlagen

Die Anlagen zur Veredlung von Textilien (Nr. 10.23 des Anhangs zur 4. BImSchV) unterscheiden sich in ihrer Betriebsweise ganz wesentlich von den meisten nach dem BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen. Charakteristisch für sie ist, dass

- auf dem Markt ca. 8000 Textilhilfsmittel (THM), basierend auf 400 – 600 Einzelstoffen, verwendet werden
- von den Betreibern der Anlagen bis zu mehrere 100 verschiedene Rezepturen angewandt werden, die auf unterschiedlichen Mischungen der Textilhilfsmittel beruhen
- die Art der Veredlung und damit die Zusammensetzung der verwendeten Rezepturen auf denselben Aggregaten an einem Arbeitstag mehrmals wechseln können,
- in einen Betrieb mit mehreren thermischen Behandlungsaggregaten (z.B. Spannrahmen) zwischen einer und einer Vielzahl von Emissionsquellen vorhanden sein können.

Entscheidende Rolle im Bereich der Textilindustrie nimmt daher die Auswahl emissionsarmer Hilfsstoffe/Präparationen (innerhalb der textilen Kette) ein:

- Nach Möglichkeit Durchführung der Prozesse ohne Chemikalien
- Gezielte Auswahl der Chemikalien unter dem Gesichtspunkt einer minimalen Umweltbelastung

Aus den o.g. Gründen ist es daher in dieser Branche im Sinne eines integrierten Umweltschutzes von ausschlaggebender Bedeutung, dass im Rahmen eines Umweltmanagements ein Erfassungs- und Kontrollsystem für die Prozessinput/-outputmassenströme, einschließlich der Inputs des textilen Rohmaterials, der Chemikalien, Wärme, Energie und von Wasser sowie der Outputs von Produkt, Abwasser, Luftemissionen, Schlämmen, festen Abfällen und Nebenprodukten implementiert wird. Die Kenntnis der Input/Outputströme ist Voraussetzung zur Identifizierung der Umweltprobleme und Verbesserung der Umweltleistung des Betriebes.

Die üblichen in der TA Luft beschriebenen Regelungen zur Definition, Einhaltung und Überwachung von Grenzwerten sowie die üblichen Festlegungen über emissionsbegrenzende Anforderungen können daher für Textilveredlungsanlagen nicht ohne weiteres übernommen werden, sondern mussten an die spezifischen Besonderheiten der Branche angepasst werden.

Im Frühjahr 1992 wurde vom Unterausschuss Luft/Technik ein Arbeitskreis zur Ermittlung des Standes der Technik zur Emissionsminderung für Textilveredlungsanlagen eingesetzt. In Zusammenarbeit mit dem Verband der Textilhilfsmittel-, Lederhilfsmittel-, Gerbstoff- und Waschrohstoffindustrie (TEGEWA-Verband) und dem Gesamtverband der deutschen Textilveredlungsindustrie (TVI-Verband) und unter der fachlichen Begleitung durch den Arbeitskreis begannen im Auftrag des TEGEWA-Verbandes systematische Untersuchungen zum Emissionsverhalten der eingesetzten Textilhilfsmittel (THM) und der die Emissionen bestimmenden Betriebsparameter.

Aufgrund der gewonnenen Teilergebnisse wurde in enger Zusammenarbeit mit den o.g. Verbänden, weiterer berührter Verbände sowie der betroffenen Industrie ein Konzept zur Emissionsminderung und Emissionsüberwachung bei emissionsrelevanten Anlagenteilen (ausgenommen Sengen) entwickelt, welches in den sogenannten Bausteinen (BSK) (8) seinen Niederschlag gefunden hat. Die wesentlichen Elemente dieses Konzeptes sind:

- Deklaration von Substanzemissionsfaktoren für die Textilhilfsmittel (THM) durch die Hersteller der Produkte
- Rechnerische Ermittlung der zu erwartenden Emissionen für die eingesetzten Rezepturen durch den Betreiber
- Definition der maximal zulässigen Emissionswerte nicht in Form von Konzentrationen, sondern in Form von warenbezogenen Emissionsfaktoren, die sich aus den Emissionsmassenströmen (g/h) pro kg zu veredelnder Ware (kg/h) ergeben.
- Überwachung der Anlagen anhand der berechenbaren Emissionen ergänzt durch stichprobenartige messtechnische Überprüfung der deklarierten Substanzemissionsfaktoren und der Gesamtemission einer Rezeptur durch die Überwachungsbehörde.

Mit dem Bausteinekonzept sollte die bislang unübersichtliche Emissionssituation bei Textilveredlungsanlagen so transparent gemacht und damit die Möglichkeit geschaffen werden, einen Austausch der Rezepturen zu emissionsärmeren Textilhilfsmitteln hin durchzuführen. Des Weiteren können die Einsatzmengen überprüft und ggf. reduziert werden. Basis dafür ist die rechnerische Bestimmung der zu erwartenden Emissionen anhand von Substanzemissionsfaktoren für jede Komponente der Textilhilfsmittel-Zubereitung. Durch die Vorausberechnung der bei der Veredlung auftretenden Emissionen können somit auch die für die Emissionsmessung am thermischen Behandlungsaggregat emissionsrelevantesten Rezepturen ermittelt werden.

Der Länderausschuss für Immissionsschutz hat von den Bausteinen über die Regelungen bei Textilveredlungsanlagen und deren Begründungen in seiner 87. Sitzung am 26. - 28.10.1994 in Stade zustimmend Kenntnis genommen. Mit UMS vom 08.11.1994, Az. 8102-775-61749, wurden in Bayern die Genehmigungsbehörden mit der Umsetzung des Bausteinekonzeptes aufgefordert. Die in den Bausteinen festgelegten Anforderungen müssen rechtlich verbindlich festgeschrieben werden. Dies kann erfolgen durch:

- Auflagen im Genehmigungsbescheid
- Nachträgliche Anordnung nach § 17 BImSchG
- Abschluss öffentlich-rechtlicher Verträge

### 3.3.2 Warenbezogene Emissionsfaktoren als Emissionsgrenzwerte

Die Emissionsgrenzwerte werden in Form eines warenbezogenen Emissionsfaktors festgelegt: warenbezogener Emissionsfaktor  $WF_{gr} = \text{Massenstrom des emittierten Stoffes [g] / Massenstrom der zu veredelnden Ware [kg]}$ .

Die Grenzwertfindung nach dem Bausteinekonzept erfolgt in der Weise, dass die Emissionswerte der TA Luft [in  $\text{g/m}^3$ ] mit einem Luft-Waren-Verhältnis von  $20 [\text{m}^3/\text{kg}]$  als Bezugsgröße multipliziert werden ( $WF_{gr} [\text{g/kg}] = \text{Emissionswert nach Nr. TA Luft } [\text{g/m}^3] * 20 [\text{m}^3/\text{kg}]$ ). Der Wert von 20 als Luftwarenverhältnis ist der Mittelwert aus der derzeitigen betrieblichen Praxis. Das Luft-Waren-Verhältnis ist der Quotient aus dem Gesamtabgasvolumenstrom ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) eines Behandlungsaggregats während eines Prozesses und dem Warendurchsatz des zu veredelnden Textils (in  $\text{kg/h}$ ).

#### Hinweis zu Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft:

In dem anlagenspezifischen Teil für Textilveredlung sowie in den maßgeblichen Nummern der TA Luft sind die Emissionswerte für die emittierten Stoffe zwar als Massenkonzentrationen genannt, diese sind aber – wie im anlagenspezifischen Teil unter Bezugsgröße dargelegt – auf ein Luft-Waren-Verhältnis von  $20 \text{ m}^3/\text{kg}$  Textil zu beziehen. Daraus resultiert der jeweils zulässige spezifische Emissionsfaktor. Diese Vorgehensweise ist somit identisch mit der oben beschriebenen nach dem Bausteinekonzept. Im Folgenden werden daher nur die Emissionsfaktoren und nicht die zugrundeliegenden Emissionsmassenkonzentrationen verwendet.

### Übersicht der für Textilveredlungsanlagen maßgeblichen Emissionswerte

Stoffe Nr. TA Luft	Warenbezogene Emissionsfaktoren WF <sub>gr</sub> [g/kg]	Bei einem Emissionsmassenstrom der Gesamtanlage ≥
5.2.7.1.1 Klasse I	0,0010	0,15 g/h
II	0,010	1,5 g/h
III	0,020	2,5 g/h
5.2.5 Summe organischer Stoffe als Gesamt-Kohlenstoff <sup>1</sup> davon	0,80	0,80 kg C <sup>1</sup> /h
Klasse I	0,40	0,10 kg/h
5.2.4 <sup>2</sup> Klasse I	0,010	2,5 g/h
II	0,060	15 g/h
III	0,60	0,15 kg/h
IV	7	1,8 kg/h

- 1) Bei den Emissionsgrenzwerten auf Gesamt-Kohlenstoff-Basis sind die Responsefaktoren bei der Flammenionisationsdetektor (FID)-Messung bereits berücksichtigt und entsprechen quasi den Propanäquivalenten.
- 2) Grenzwertfestlegungen sind im Einzelfall aufgrund der eingesetzten Stoffe oder Verfahren vorzunehmen.

Die Anforderungen für die krebserzeugenden Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 der TA Luft sind als Mindestanforderungen zu verstehen. Des Weiteren sind nach Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft Stoffe der Nr. 5.2.7.1 („krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe“) unverzüglich durch weniger schädliche Stoffe und Zubereitungen zu ersetzen.

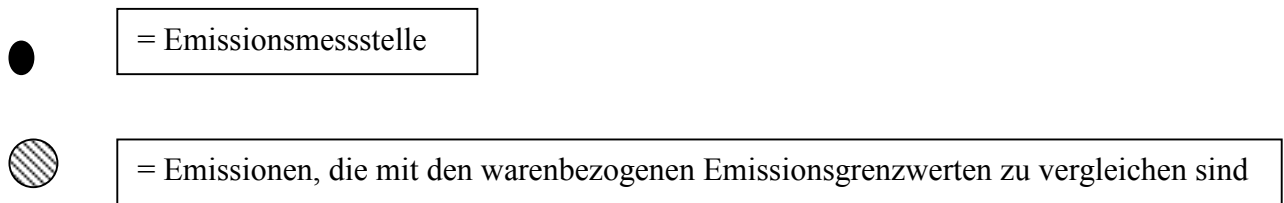
Soweit erbgutverändernde organische Stoffe oder Zubereitungen nicht von den Anforderungen für krebserzeugende Stoffe erfasst sind, ist für die Emissionen erbgutverändernder Stoffe im Abgas die Unterschreitung des Emissionsmassenstroms von 0,15 g/h oder des warenbezogenen Emissionsfaktors von 0,0010 g/kg Textil anzustreben.

Nach Nr. 5.2.7.1.3 der TA Luft sind die Emissionen reproduktionstoxischer Stoffe oder Zubereitungen, die nicht von den Anforderungen für krebserzeugende oder erbgutverändernde Stoffe erfasst sind, im Abgas unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes unter Berücksichtigung der Wirkungsstärke der Stoffe zu begrenzen. Davon betroffen sind Stoffe wie Dimethylformamid (Faserlösemittel bei Polyacrylnitrilfasern) und N,N-Dimethylacetamid (Faserlösemittel bei m-Aramid und PAN-Fasern), beide Stoffe der Reproduktionskategorie 2 mit R-Satz 61. Nachdem davon ausgegangen werden muss, dass eine Umstellung der Faserherstellung auf weniger umweltschädliche Faserlösemittel nur langfristig erfolgt, sind unabhängig von dem Substitutionsgebot nach Nr.

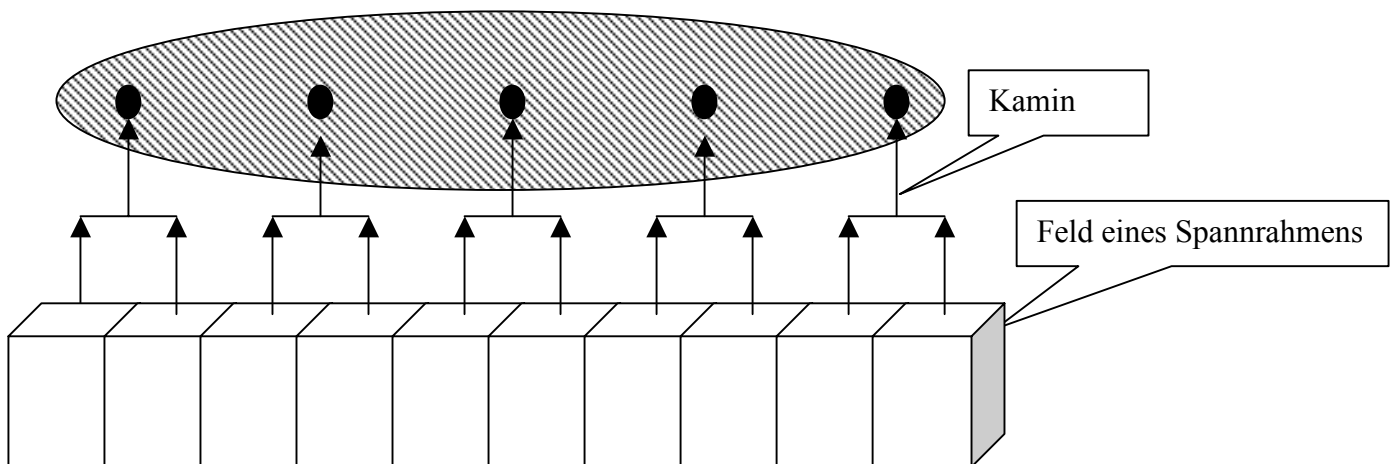
5.4.10.23.1 der TA Luft die Emissionen für den jeweiligen Einzelfall unter Beachtung des o.g. Minimierungsgebotes festzulegen.

Die o.g. Emissionsfaktoren sind jeweils auf die Gesamtemissionen des thermischen Behandlungsapparates während eines Prozesses zu beziehen. Verbundsysteme von thermischen Behandlungsaggregaten können Einzelfälle darstellen.

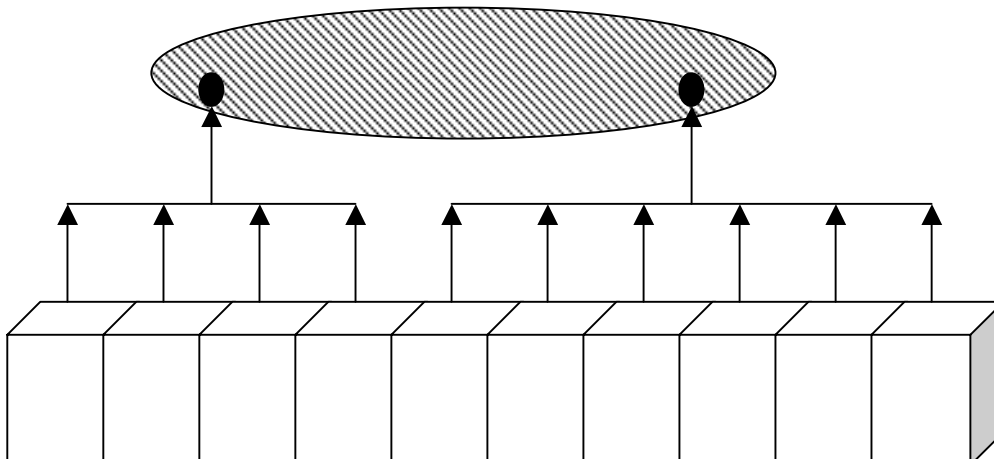
### Übersicht Geltungsbereich der warenbezogenen Emissionsgrenzwerte



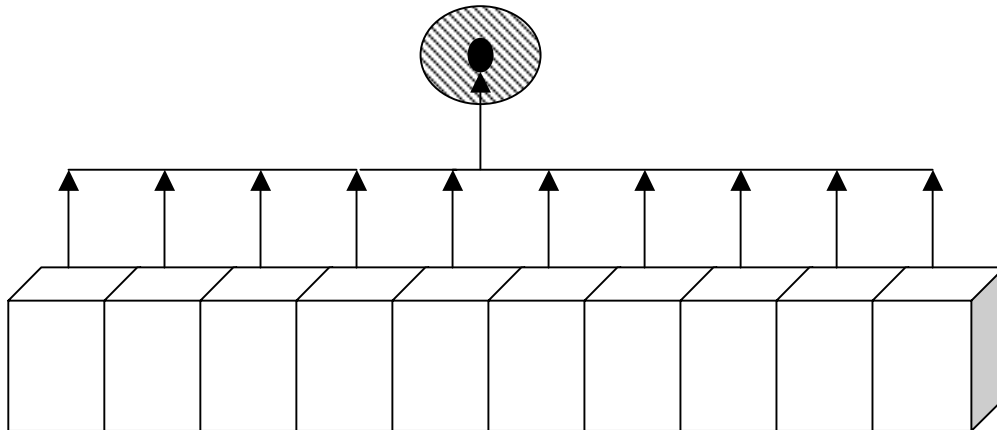
Fall 1: Ein Spannrahmen mit mehreren Feldern und mehreren Kaminen



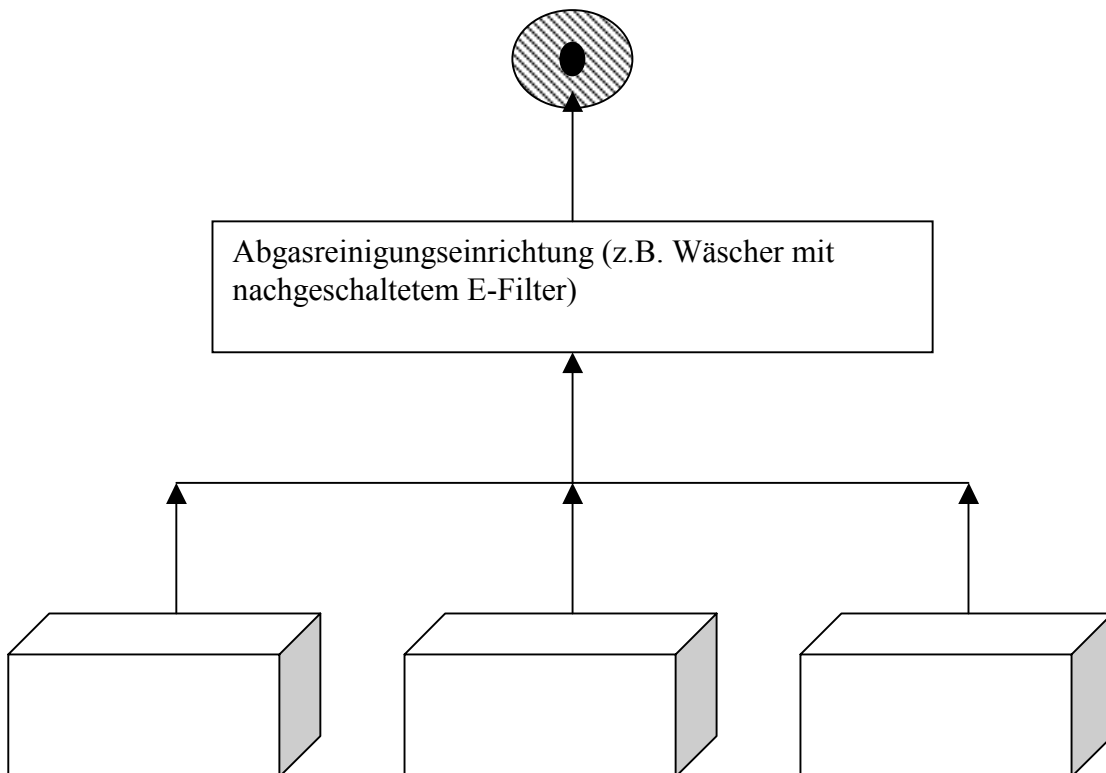
Fall 2: Ein Spannrahmen mit mehreren Feldern und zwei Kaminen



Fall 3: Ein Spannrahmen mit einem Kamin



Fall 4: Mehrere Spannrahmen mit einer dem Stand der Technik entsprechenden Abgasreinigungsanlage



### 3.3.3 Vorausberechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren anhand von Substanzemissionsfaktoren der Textilhilfsmittel

Anhand sog. Substanzemissionsfaktoren der bei einer Rezeptur eingesetzten Textilhilfsmittel können die warenbezogenen Emissionsfaktoren vorausberechnet werden. Der Substanzemissionsfaktor



ist definiert als die Menge an Stoff in Gramm, die bei definierten Prozessbedingungen (Verweilzeit, Temperatur, Substrat) von einem kg Textilhilfsmittel emittiert werden kann. Es wird unterschieden in

$f_c$  = Emission an organischen Stoffen, angegeben in Gesamt-Kohlenstoff/kg Textilhilfsmittel

$f_s$  = stoffspezifischer Emissionsfaktor, angegeben in g spezifische Substanz/kg Textilhilfsmittel.

Die Angabe des stoffspezifischen Emissionsfaktors ist erforderlich bei krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Stoffen der Nr. 5.2.7.1, bei Stoffen der Nr. 5.2.4 sowie der Nr. 5.2.5 Klasse I der TA Luft.

Die Substanzemissionsfaktoren werden vom Textilmittelhersteller als Produktinformation zur Verfügung gestellt. Dabei müssen die Textilmittelhersteller

- Stoffe der Nr. 5.2.5 Klasse I mit einem Gehalt von größer 500 ppm
- Stoffe der Nr. 5.2.7.1 mit einem Gehalt von größer 10 ppm
- Stoffe der Nr. 5.2.4 (gasförmige anorganische Stoffe)

deklarieren. Die Substanzemissionsfaktoren werden von den Textilmittelherstellern dabei entweder anhand eines Leitfadens berechnet oder messtechnisch ermittelt. Nach dem ursprünglichen LAI-Bausteinekonzept sollten alle Stoffe der Nr. 2.3 der TA Luft 1986 (krebserzeugende Stoffe) mit einem Gehalt von größer 10 ppm im Sicherheitsdatenblatt von dem Textilhilfsmittellieferanten angegeben werden. Aufgrund der TA Luft-Novellierung im Jahr 2002 sieht die Nr. 5.2.7.1 für krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe strengere Emissionswerte vor, z.B. Emissionsmassenkonzentration für Stoffe der Nr. 2.3 der TA Luft 1986:  $5 \text{ mg/m}^3$ ; Emissionsmassenkonzentration für Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1 Klasse III:  $1 \text{ mg/m}^3$ . Aus diesem Grund müsste die Deklarationsschwelle für den Gehalt dieser Stoffe von früher 10 ppm auf 2 ppm angepasst werden. Nachdem in der Textilveredlung jedoch relevante Stoffe wie Acrylamid und Acrylnitril in die Nr. 5.2.7.1.1 Klasse II (früher Nr.2.3 Klasse III) neu aufgenommen wurden und somit strengere Emissionswerte besitzen, wird die Deklarationsschwelle für die Stoffe der Nr. 5.2.7.1 (krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe) auf 1ppm ( $\text{mg/kg}$ ) festgesetzt.

Sind Stoffe der Nr. 5.2.7.1 der TA Luft in den einzelnen Textilhilfsmitteln enthalten oder können sie freigesetzt werden, und können diese mit einer Genauigkeit  $< 10 \text{ mg/kg}$  Produkt nicht angegeben werden, so ist bei der Emissionsprognose eine worst case Freisetzungsrate von  $10 \text{ mg/kg}$  Produkt als Berechnungsgrundlage zu verwenden.

Der warenbezogene Emissionsfaktor der eingesetzten Rezeptur kann nun anhand der Substanzemissionsfaktoren der einzelnen Textilhilfsmittel innerhalb der selben Klassen, der Konzentration der in der Ausrüstungsflotte eingesetzten Hilfsmittel und der Flottenaufnahme berechnet werden:

Warenbezogener Emissionsfaktor WFc/s [g Y/kg Textil] =

$$\sum(\text{Substanzemissionsfaktor [g Y/kg THM]} * \text{Flottenkonzentration [g THM/kg Flotte]} * \text{Flottenaufnahme [kg Flotte/kg Textil]}/1000)$$

Y = g organische Stoffe, angegeben als Gesamt-Kohlenstoff

Y = g Substanz

THM = Textilhilfsmittel

Nachstehend wird die Berechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren von zwei Rezepturen als Beispiel durchgeführt:

Flotte	Hilfsmittel	FK [g/kg]	FA [kg/kg]	Substrat	T [°C]	fs [g/g]	fc [g/g]	FK*FA*fs	FK*FA*fc	WFs [g/kg]	WFc [g/kg]
<b>Rezept 1</b>	Fettsäureester	20	0,65	CO	170	-	0,0152		0,2	-	-
	Polysiloxan	20	0,65	CO	170	-	0,0052	-	0,07	-	-
	Reaktantvernetzer mit Katalysator	100	0,65	CO	170	0,0041 FO	0,0009	0,27 FO	0,06	-	-
	Stearylarnstoffderivat mit Katalysator	20	0,65	CO	170	0,0165 FO	0,0162	0,21 FO	0,21	-	-
<b>Summe 1</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,48 FO</b>	<b>0,54</b>
<b>Rezept 2</b>	Weichmacher	50	1	CO	150	-	0,005		0,25	-	-
	Knitterfreiausrüstung (formaldehydfrei)	12	1	CO	150	-	0,010	-	0,12	-	
	Katalysator	12	1	CO	150	-	0,008	-	0,1	-	-
<b>Summe 2</b>										-	<b>0,47</b>

FK: Flottenkonzentration in g Hilfsmittel/kg Flotte

FA: Flottenaufnahme in kg Flotte/kg textiles Substrat

Substrat: Auszurüstende textile Ware

T: Temperatur bei der Ausrüstung in °C

fs: Substanzemissionsfaktor eines Hilfsmittels in g Stoff/g Hilfsmittel

fc: Gesamt-Kohlenstoff-Emissionsfaktor eines Hilfsmittels in g Organisch-C/g Hilfsmittel

WFs: Warenbezogener Emissionsfaktor für ein Rezept in g Stoff/kg Substrat =

$\Sigma(\text{FK} * \text{FA} * \text{fs})$  (innerhalb der selben Substanzklasse der TA Luft; hier: Nr. 5.2.5 Klasse I)

WFc: Warenbezogener Gesamt-Kohlenstoff-Emissionsfaktor für ein Rezept in g C /kg Substrat =  $\Sigma(\text{FK} * \text{FA} * \text{fc})$

FO: Formaldehyd; TA Luft Nr. 5.2.5 Klasse I

Durch die Vorausberechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren kann ein unmittelbarer Vergleich mit den Emissionsgrenzwerten erfolgen und ggf. weitergehende emissionsmindernde Optimierungsmaßnahmen getroffen werden (z.B. Verwendung emissionsärmerer Hilfsmittel, Veränderung der Flottenkonzentration, Erniedrigung der Trockentemperatur, Verringerung der Flottenaufnahme). Die Berechnung ist für neue Rezepturen vor deren erstmaligen Einsatz durchzuführen. Die Emissionsprognosen sind jährlich zu aktualisieren und der Behörde zu übersenden. Länderspezifisch sind hier andere Regelungen möglich, wie z.B. die Emissionsprognosen sind erst auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

Als Ergebnis von Untersuchungen ist bekannt, dass die Substanzemissionsfaktoren der Textilhilfsmittel bzw. Präparationen von zahlreichen Parametern (insbesondere Substrat, Temperatur, Aufenthaltszeit, Auflagenmenge, Luft/Warenverhältnis) abhängen (Forschungsprojekt der Fa. EnviroTex "Spezielle Fragestellungen bei der Ermittlung von Emissionsfaktoren", Februar 2003). Als Ergebnis dieses Projektes ist festzuhalten:

- Im Allgemeinen ergeben sich bei Mischgeweben mit hohem Baumwollanteil niedrigere Substanzemissionsfaktoren als im Vergleich zu reinen Polyestergeweben.
- Bei Viskose werden die niedrigsten Substanzemissionsfaktoren ermittelt
- Die Substanzemissionsfaktoren hängen nicht nur von der Temperatur und Aufenthaltszeit ab, sondern auch vom Materialgewicht und Inhaltsstoffen (leichtflüchtige, schwerflüchtige Komponenten) sowie insbesondere bei Schwersiedern von der Auflagenmenge und Luft-Waren-Verhältnis ("Oberflächeneffekte").
- Baumwolle kann weiterhin als Referenzsubstrat für polare Fasern bei der Bestimmung der Substanzemissionsfaktoren verwendet werden.
- Polyester kann weiterhin als Referenzsubstrat für unpolare Fasern bei der Bestimmung der Substanzemissionsfaktoren verwendet werden, obwohl die ermittelten Substanzemissionsfaktoren für verschiedene Hilfsmittel bei den Fasern Acetat und PAN höher waren.

Bislang wurden die Substanzemissionsfaktoren für Baumwolle (als Vertreter der polaren Fasern) und Polyester (als Vertreter der unpolaren Fasern) unter TEGEWA-Bedingungen für die Vorausberechnung und Überprüfung der Grenzwerteinhaltung gemäß dem LAI-Bausteinekonzept verwendet. In den vermutlich untergeordneten Fällen in der Praxis, dass in einem Betrieb als Reingewebe Polyacrylnitril bzw. Acetat eingesetzt wird, sollte der Betreiber nachweisen, dass bei seinen Verfahrensbedingungen in der Praxis, insbesondere bei berechneten warenbezogenen Emissionsfaktoren im Bereich der Emissionsgrenzwerte, keine höheren Emissionen als bei Polyester auftreten und somit

die Substanzemissionsfaktoren für Polyester zur Berechnung der warenbezogenen Emissionswerte der Rezepturen weiterhin verwendet werden können.

Aufgrund der o.g. Abhängigkeiten kann die Berechnung der warenbezogenen Emissionswerte anhand der Substanzemissionsfaktoren der Textilhilfsmittel lediglich als Abschätzung gewertet werden. Die Vorausberechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren dient somit einerseits als Kontrolle über das Niveau der zu erwartenden Emissionen bei Einsatz einer Rezeptur sowie zur Ermittlung der Betriebsbedingungen (Rezepturen), die zu den höchsten Emissionen führen und bei den bescheidgemäßen Emissionsmessungen durch eine § 26-Messstelle zu berücksichtigen sind (siehe TA Luft Nr. 5.4.10.23.1).

Durch die Verwendung der Substanzemissionen unter den Referenzbedingungen bei der Vorausberechnung des warenbezogenen Emissionsfaktors sollte der "worst case" bei **vergleichbaren** Betriebsbedingungen erfasst sein (Achtung bei leichtflüchtigen Inhaltsstoffen und kürzeren Verweilzeiten). Die Berechnung des warenbezogenen Emissionsfaktors aus den Substanzemissionsfaktoren ist mit einem Fehler von ca.  $\pm 25\%$  verbunden. Nach der TA Luft Nr. 5.3.2.4 Abs. 2 sind die Anforderungen dann eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit die im Genehmigungsbescheid festgelegte Emissionsbegrenzung nicht überschreitet. Lt. Abs. 3 ist jedoch die Messunsicherheit zugunsten des Betreibers zu berücksichtigen, wenn durch nachträgliche Anordnungen zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen gefordert werden. Nur bei verfahrenstechnischen Abweichungen (z.B. Verweilzeit, Temperatur, Substratart ist es erforderlich, dass der Betreiber sich bei einem rechnerischen Wert von 75% des Emissionsgrenzwertes über das Ausmaß der tatsächlichen Emissionen vergewissert (siehe auch Teil II, Auflagenziffer 2.12.2 der Musterauflagen; z.B. Ermittlung der Substanzemissionsfaktoren für die jeweiligen Rezepturen bei den Praxisbedingungen).

Des Weiteren sollten die Textilhilfsmittelhersteller möglichst umfassend die Randbedingungen (z.B. Temperatur, Verweilzeit) angeben, bei denen der jeweilige Substanzemissionsfaktor des Textilhilfsmittels bestimmt wurde.

Für Präparationen sind keine Substanzemissionsfaktoren vorhanden.

Für die Berechnung der Rezepturemissionen bei Mischgeweben ist anhand des Mischungsverhältnisses der Ware der arithmetische Mittelwert aus den jeweiligen Substanzemissionsfaktoren zu bilden. Sofern Substanzemissionsfaktoren für PES, insbesondere für Vernetzer, nicht vorliegen, kann nähe-

rungsweise bei einem Gehalt des Mischgewebes  $> 50\%$  an Baumwolle der Substanzemissionsfaktor für reine Baumwolle, bei einem Gehalt des Mischgewebes  $> 50\%$  an Polyester der Substanzemissionsfaktor für reines Polyester zur Emissionsberechnung verwendet werden. Deutet sich eine mögliche Grenzwertüberschreitung an (ca. 75% des Emissionsgrenzwertes), sollte der Betreiber die Zusammensetzung der jeweiligen Rezeptur überprüfen und optimieren. Ergibt sich nach der Optimierung immer noch eine Grenzwertüberschreitung, sollte er sich vergewissern, dass die Emissionsgrenzwerte bei dem eingesetzten Mischgewebe in der Praxis tatsächlich eingehalten werden (z.B. Ermittlung der Substanzemissionsfaktoren bei den realen Betriebsbedingungen mit dem Mischgewebe als Substrat).

Im Zusammenhang mit der Vorausberechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren anhand der Substanzfaktoren sind bei der Beurteilung der Einhaltung des Emissionsgrenzwertes auch die Emissionsbeiträge aus der Grundlast und der Feuerung bei direkt beheizten Aggregaten sowie von Restpräparationen und aus Verschleppungsprozessen zu berücksichtigen.

### **3.3.4 Emissionsmessungen nach dem Bausteinekonzept**

#### **3.3.4.1 Messmethode**

Die Emissionswerte für die Summe organischer Stoffe nach Nr. 5.2.5 der TA Luft sind in Verbindung mit einer Messung mit einem Flammenionisationsdetektor (FID) zu betrachten. Das Messinstitut hat darauf zu achten, dass keine organischen Verbindungen "verloren" gehen. Verschiedene Verbindungen weisen einen hohen Siedepunkt auf und kondensieren zum Teil bereits im Abgasweg oder werden als Aerosole emittiert. Es sind also z.B. beheizte Leitungen zur Vermeidung von Wandeffekten zu verwenden. Aerosole spielen dann keine Rolle, wenn das Luftwarenverhältnis hoch ist und beheizte Probenahmeleitungen (ca.  $180^{\circ}\text{C}$ ) verwendet wurden. Das Problem der Aerosole ist ein allgemeines Problem der Emissionsmessungen, das vom Messinstitut zu beachten ist.

Die nach Abs. 2 der Nr. 5.3.2.3 der TA Luft geforderte Kalibrierung der FID erfolgt mittels Propan. Eine Berücksichtigung der Responsefaktoren bei komplexen Stoffgemischen kann im Fall der Textilveredlungsanlagen aus folgenden Gründen entfallen:

Um die Überwachung der Textilveredlungsanlagen zu erleichtern, wurde bei der Erarbeitung des Bausteinekonzeptes für die Stoffe der Klassen II und III der Nr. 3.1.7 der damaligen TA Luft 1986 zusammen ein einziger kohlenstoffbezogener warenbezogener Emissionsfaktor festgesetzt. Ausgangspunkt war hierbei die Annahme, dass die Stoffe der Klassen II und III im gleichen Verhältnis

in der Abluft auftreten würden. Dies führte zu einer mittleren zulässigen Emissionsmassenkonzentration von  $125 \text{ mg/m}^3$  an organischen Stoffen (Mittelwert aus  $150 \text{ mg/m}^3$  für Stoffe der Klasse III +  $100 \text{ mg/m}^3$  für Stoffe der Klasse II). Unter Verwendung eines Umrechnungsfaktors von 0,33, der die unterschiedlichen C-Anteile in der organischen Substanz und die verschiedenen Response-Faktoren berücksichtigt, ergab sich der warenbezogene Emissionsfaktor von  $0,8 \text{ g C/kg Textil}$  bzw. die Emissionsmassenkonzentration von  $40 \text{ mg C/m}^3$  für die Summe der organischen Stoffe der Klassen II und III. Dies bedeutet, dass bei diesen Emissionswerten nach dem LAI-Bausteinekonzept die Umrechnungsfaktoren von organischer Substanz auf Gesamtkohlenstoff und die Responsefaktoren bei der FID-Messung bereits berücksichtigt wurden. In anderen Worten, bei den Emissionswerten auf der Basis von Gesamtkohlenstoff handelt es sich um Gesamtkohlenstoffwerte in Form von Propanäquivalenten. Der Umrechnungsfaktor wurde damals im Arbeitskreis Textilveredlung des UA Luft/Technik in Absprache mit den Verbänden festgelegt.

Eine Kalibrierung des bei der Emissionsmessung eingesetzten FID auf Propan und die Angabe der gemessenen Gesamtkohlenstoffwerte als Propanäquivalente sind somit weiterhin erforderlich. Die gemessenen Emissionsfaktoren können dann mit den Emissionsgrenzwerten unmittelbar verglichen werden.

Bei der Bestimmung des Gesamtkohlenstoffwertes mittels FID wird auch unverbranntes Methan aus den Brennerabgasen bei direkt beheizten Behandlungsaggregaten miterfasst. Es ist deshalb erforderlich, den Methananteil explizit zu ermitteln. Dazu sind gängige validierte Methoden vom Messinstitut zu verwenden.

#### Hinweis:

Derzeit wird in der Regel eine Bestimmung des Methananteils durch eine FID-Messung mit vorgeschalteten Aktivkohlefiltern (teilweise können auch drei oder mehr Filter erforderlich sein) durchgeführt. Des Weiteren befindet sich eine Richtlinie VDI 3481 Blatt 1 zum Messen der Konzentration von Gesamt-C und Methan-C mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) im Entwurf (Stand Februar 2004).

Lt. dem Forschungsbericht der Fa. EnviroTex „Emissionen aus der Direktbefeuerung von Textilveredlungsanlagen“ können unabhängig von den übrigen Prozessemissionen die Emissionen aus der Direktbefeuerung des Spannrahmens mit Flüssiggas (Propan/Butan) durch Vorschalten einer gekühlten, durch Feuchtigkeit (Wasserdampf; Textilabluft ausreichend) aktivierten Kieselgelkartusche mit einem Flammenionisationsdetektor nachgewiesen werden. Empfohlen werden hierbei Silikagelröhrchen der Fa. Dräger, wobei die längere Adsorptionsschicht in Richtung Gasatmosphäre zeigt (es ist jedoch zu beachten, dass bei entsprechenden Abgasbedingungen und Messdauern es zu Durchbrü-

chen kommen kann). Es sollte die Ermittlung der Gesamtemissionen (Emissionen aus der Textilveredlung und Spannrahmenemission) parallel zu der Ermittlung der Emissionen aus der Direktbefeuerung des Spannrahmens mittels zweier Flammenionisationsdetektoren erfolgen. Hierbei wird nur Methan erfasst und nicht die übrigen organischen Stoffe sowie Propan/Butan.

### 3.3.4.2 Messumfang

Nach Nr. 5.3.2.2, Abs. 2, Satz 2, der TA Luft sind bei Anlagen mit überwiegend zeitlich veränderlichen Betriebsbedingungen Emissionsmessungen in ausreichender Zahl, jedoch mindestens 6 bei Betriebsbedingungen, die erfahrungsgemäß zu den höchsten Emissionen führen können, durchzuführen (pro Emissionsquelle).

Nach Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft können bis zu drei Einzelmessungen (pro Emissionsquelle) durch Berechnung der Emissionen auf der Basis von Substanzemissionsfaktoren ersetzt werden, sofern im Rahmen der erstmaligen sowie wiederkehrenden Emissionsmessungen die Substanzemissionsfaktoren der Komponenten von mindestens drei Rezepturen messtechnisch durch eine nach § 26 anerkannte Messstelle ermittelt werden. Dies entspricht vom Ansatz her dem LAI-Bausteinekonzept Nr. 5.3, wonach pro Anlage die Anzahl der gemessenen Flotten drei nicht unterschreiten darf.

Beispiel: 4 Spannrahmen mit jeweils einer Emissionsquelle

- Erforderliche Einzelmessungen nach Nr. 5.3.2.2, Abs. 2, Satz 2, der TA Luft:  
 $4 * 6 = 24$  Einzel-Emissionsmessungen über 30 Minuten wären erforderlich!
- Nach Nr. 5.4.10.23.1 in Verbindung mit der Regelung, dass von 3 Flotten die Substanzemissionsfaktoren messtechnisch bestimmt werden:  
 $4 * (6/2) = 12$  Einzel-Emissionsmessungen über 30 Minuten wären erforderlich!

Um den Messaufwand möglichst gering zu halten, soll in Konkretisierung der der TA Luft an der bisherigen Vollzugspraxis festgehalten werden und die Emissionsmessungen zur Kontrolle der mittels Substanzemissionsfaktoren berechneten warenbezogenen Emissionsfaktoren wie bisher nach dem LAI-Bausteinekonzept durchgeführt werden. Dies bedeutet:

- Die Substanzemissionsfaktoren der Komponenten von mindestens drei Rezepturen werden messtechnisch bei den tatsächlichen Betriebsbedingungen durch eine nach § 26 anerkannte Messstelle ermittelt.
- Es sind die Emissionen von jedem thermischen Behandlungsaggregat der Anlage bei Einsatz mindestens einer Flotte zu messen. Dies ist insbesondere deswegen erforderlich, da die Betriebsweise der thermischen Behandlungsaggregate selbst ebenfalls zu Emissionen beiträgt,

z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe aus der Verbrennung, Wiederverdampfung von Kondensaten, Memoryeffekte (Grundlast). Es darauf zu achten, dass während der Messung auf den thermischen Behandlungsaggregaten unterschiedliche Flotten eingesetzt werden. Des Weiteren darf nach Nr. 5.3 2. Abs. des LAI-Bausteinekonzepts die Anzahl der gemessenen Flotten 3 nicht unterschreiten.

- Pro Flotte werden in der Regel zwei (Einzel-)Emissionsmessungen zu mindestens 20 Minuten als ausreichend erachtet. In besonderen Ausnahmefällen kann sich die Emissionsmessung einer Flotte auf einen belastbaren Messwert beschränken. Dies ist dann vom Messinstitut im Messbericht zu begründen.
- Werden in der Anlage Rohwareifixierungen oder Thermofixierungen durchgeführt, so sind zusätzlich die Emissionen bei einem Rohwareifixierprozess oder einer Thermofixierung zu ermitteln.

Werden die Emissionen mehrerer thermischer Behandlungsaggregate einer Abgasreinigungsanlage zugeführt, so zählen diese Aggregate als ein Aggregat im o.g. Sinn. Als Abgasreinigungsanlage können in diesem Sinne Einrichtungen nur dann anerkannt werden, wenn der Emissionsgrenzwert sicher eingehalten werden kann und die Abgasreinigung über einen nach dem Stand der Technik möglichst hohen Wirkungsgrad, bezogen auf organische Stoffe und Gesamtkohlenstoff, besitzt. Der Wirkungsgrad ist im Rahmen der § 26-Messungen nachzuweisen. In der Praxis erreichen geeignete Abgasreinigungsanlagen, bestehend aus einer Kombination aus Abgaswäscher und E-Filter einen Wirkungsgrad in günstigen Fällen von ca. 70%, durchschnittlich ca. 50%.

Im Fall des o.g. Beispiels wären nach dem LAI-Bausteinekonzept nur folgende Emissionsmessungen erforderlich:

- Pro thermischen Behandlungsaggregat 2 Einzelmessungen über 20 Minuten  
=  $4 * 2 = 8$  Einzelmessungen; bei den Behandlungsaggregaten müssen unterschiedliche Flotten eingesetzt werden.
- Messtechnische Ermittlung der Substanzemissionsfaktoren der einzelnen Komponenten (Textilhilfsmittel) von 3 Flotten bei den tatsächlichen Betriebsbedingungen.

Eine messtechnische Überprüfung der Substanzemissionsfaktoren bei den tatsächlichen Betriebsbedingungen ist auch deswegen erforderlich, da die Substanzemissionsfaktoren derzeit von den Herstellern nur mit einem Fehler von ca.  $\pm 20\%$  ermittelt werden können. Außerdem können sich Abweichungen bezüglich der ursprünglich deklarierten Substanzemissionsfaktoren durch herstellerbedingte Veränderungen an der Zusammensetzung eines Hilfsmittels ergeben. Von den Herstellern



werden die Substanzemissionsfaktoren darüber hinaus in der Regel nur für Baumwolle (170°C, 4 Minuten) als Vertreter der polaren Fasern und Polyester (190°C, 1,5 Minuten) angegeben. Die Substanzemissionsfaktoren hängen jedoch stark von den betrieblichen Randbedingungen ab, wie z.B. Verweilzeit, Temperatur, Katalyse (z.B. pH-Wert bei Vernetzungsprozessen), Wechselwirkung mit Trägermaterial (z.B. Mischgewebe); ggf. können auch Gasphasenreaktionen eine Rolle spielen. Auch bei der Bestimmung der Flottenaufnahme können Ungenauigkeiten auftreten, die sich bei der Berechnung der warenbezogenen Emissionsfaktoren auswirken. Aus diesen Gründen sind daher Abweichungen zwischen den von den Herstellern angegebenen und den für die betriebliche Praxis relevanten Werten möglich. Nach derzeitigem Kenntnisstand verfügt als einzige Messstelle die Fa. EnviroTex GmbH, Augsburg, die messtechnischen Möglichkeiten, die Substanzemissionsfaktoren unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu ermitteln (Messung am Technikumsspannrahmen).

Die zu bestimmenden Substanzemissionsfaktoren legt die Genehmigungsbehörde in Abstimmung mit dem Betreiber und dem Messinstitut fest. Es sollten schwerpunktmäßig die besonders emissionsrelevanten und häufig verwendeten Rezepturen überprüft werden. Kann im Rahmen der Überprüfung der Substanzemissionsfaktoren durch die § 26-Messstelle ein Textilveredler durch Bestätigung seines Textilhilfsmittelherstellers und/oder des Messinstituts nachweisen, dass die zu bestimmenden Substanzemissionsfaktoren bei gleichen Betriebsbedingungen vor erst kurzem Zeitraum (< 2 Jahre) bestimmt und/oder nachweislich vom Textilhilfsmittelhersteller keine Änderungen an dem Textilhilfsmittel durchgeführt wurden, sind andere Substanzemissionsfaktoren zu bestimmen. Nicht sinnvolle Doppelbestimmungen bei gleichen Bedingungen sollen vermieden werden. Erscheint die Bestimmung anderer Substanzemissionsfaktoren wegen der kleinen Palette an Einsatzstoffen in einem Betrieb als unverhältnismäßig, kann die Genehmigungsbehörde die Auflagen zur Substanzemissionsfaktoren-Bestimmung mit Vorlage der v.g. Bestätigungen als erfüllt ansehen.

Ergibt die messtechnische Überprüfung der Substanzemissionsfaktoren eine deutliche Überschreitung (>20%), ist der Betreiber aufzufordern, sich über das Ausmaß seiner realen Emissionen Gewissheit zu verschaffen und die Diskrepanz zu klären. Die Genehmigungsbehörde ist über das Ergebnis zu unterrichten. Die eventuell festzulegende Frist liegt grundsätzlich im Ermessen der zuständigen Behörde. 4 – 6 Wochen dürften hierbei angemessen sein.

Zur Ermittlung der Betriebszustände mit den höchsten Emissionen im Rahmen der § 26-Messungen sind die aus den Substanzemissionsfaktoren berechneten warenbezogenen Emissionsfaktoren der Rezepturen heranzuziehen.

### 3.3.4.3 Messung bestimmter Stoffe

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit soll der Umfang der Messungen der Einzelstoffe nach den Nrn. 5.2.7.1 und 5.2.5 Klasse I der TA Luft beschränkt werden, d.h. die Einzelstoffbestimmung soll nur bei solchen Komponenten durchgeführt werden, bei denen die Berechnungen einen Beitrag größer 20% des Emissionsgrenzwertes ausweisen.

Formaldehyd ist immer zu messen, weil die entsprechende Emission nicht nur durch das eingesetzte Textilhilfsmittel, sondern auch durch Reaktionen entstehen kann. Insbesondere bei direkt beheizten Behandlungsaggregaten kann Formaldehyd durch die Verbrennungsbedingungen aus den Brennstoffen entstehen.

Lt. Projektbericht der Fa. EnviroTex GmbH „Analytik von Stoffen der Nrn. 2.3 und 3.1.7 Klasse I TA Luft in der Textilveredlung“ wird zur Bestimmung von Formaldehyd die Acetylaceton-Methode empfohlen (Hinweis: Es liegt die Richtlinie VDI 3862 Blatt 6 als Entwurf vor).

Tetrachlorethen ist ein Stoff der Nr. 5.2.5 Klasse I der TA Luft. Wenn es zur Reinigung der Ware eingesetzt wird, ist es als Einzelstoff zu messen und den Emissionen der anderen Stoffe der Nr. 5.2.5 Klasse I hinzuzurechnen. In der Summe darf dann der Emissionsgrenzwert für diese Stoffe nicht überschritten werden.

Das Verbot zum Einsatz von chlorhaltigen Färbebeschleunigern und Tetrachlorethen an direkt beheizten thermischen Behandlungsaggregaten ist im Rahmen der erstmaligen und wiederkehrenden Emissionsmessung von der § 26-Messstelle zu überprüfen. Das Ergebnis der Überprüfung ist im Emissionsmessbericht zu vermerken.

### 3.3.4.4 Berechnung des warenbezogenen Emissionsfaktors

Zuerst wird das Luft-Waren-Verhältnis LWV in  $\text{m}^3/\text{kg}$  aus dem gemessenen Abgasvolumenstrom  $V$  (in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) aller Emissionsstellen eines thermischen Behandlungsaggregates und dem Warendurchsatz  $W$  (in  $\text{kg}/\text{h}$ ) berechnet:

$$\text{LWV} = V/W$$

Wenn mehrere thermische Behandlungsanlagen an einer Abgasreinigungseinrichtung angeschlossen

sind, ist das gewichtete LWV in der Form zu ermitteln, dass der gesamte Abgasvolumenstrom durch den gesamten Warendurchsatz dividiert wird.

Die warenbezogenen Emissionsfaktoren errechnen sich dann aus den gemessenen Emissionsmassenkonzentrationen, multipliziert mit dem gemessenen Luft-Waren-Verhältnis.

### 3.3.5 Nicht aus den Ausrüstungshilfsstoffen vorausberechenbare Emissionen

#### 3.3.5.1 Faserinhaltsstoffe

Bei der thermischen Behandlung können Stoffe aus den Fasern, wie Fasermonomere und Faserlösemittel, freigesetzt werden:

Faserart	Art der Emittenten	Emissionen
PU (Elastan)	Faserlösemittel	N,N-Dimethylacetamid
m-Aramid	Reste an Faserlösemittel	N,N-Dimethylacetamid, N-Methylpyrrolidon
PAN	Reste an Faserlösemittel	N,N-Dimethylformamid, N,N-Dimethylacetamid
PA 6	Rest-Monomere	Epsilon-Caprolactam, Oligomere
PES	Rest-Monomere	Oligomere

Insbesondere bei der thermischen Behandlung von Polyamid 6 (z.B. Fasern, Pulverkleber) kann Caprolactam, Stoff der Nr. 5.2.5 Klasse I der TA Luft freigesetzt werden und zur Emissionsgrenzwertüberschreitung führen. Aufgrund der hohen Wasserlöslichkeit von Caprolactam können die Emissionen an Caprolactam durch eine intensive Vorwäsche des Textils oder durch eine Abgaswäsche reduziert werden.

Sofern Emissionsgrenzwertüberschreitungen durch Caprolactam resultieren, ist das Caprolactam separat zu bestimmen. In diesen Fällen sollten folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Prüfung, ob ein caprolactamarmes PA 6 eingesetzt werden kann
- Prüfung, ob die Menge an PA 6 reduziert werden kann (z.B. durch Einsatz von PA 6.6 oder anderer synthetischen Fasern)
- Prüfung, ob eine Optimierung bzw. die Installation von Wäschern (Abluft- bzw. Textilwäscher) möglich ist.

### 3.3.5.2 Restpräparationen

Der Begriff "Präparationen" wird sehr vielschichtig verwendet. Unter "Präparationen" werden sämtliche Textilhilfsmittel verstanden, die für die Herstellung und Verarbeitung sowohl von synthetischer als auch natürlichen Fasern/Garnen bzw. für Mischgewebe erforderlich sind (Erhöhung der Geschmeidigkeit und Gleitfähigkeit). Es ist zu unterscheiden zwischen sog. Primärpräparationen, die für die Faser-/Garnherstellung aufgetragen werden müssen (Auftragsmenge ca. 0,3 – 0,6 Gewichts%), und Sekundärpräparationen, die für die Verarbeitung der Faser/Garne nötig sind (Auftragsmenge: im Allgemeinen ca. 2 – 5 Gewichts%).

In der textilen Verarbeitungskette entstehen letztlich beim Textilveredlungsbetrieb die ökologischen Probleme:

- Dem Textilveredlungsbetrieb sind weder die Art noch Menge dieser Textilhilfsmittel bekannt.
- Hohe Abwasserbelastung durch das Waschen der Textilien.
- Bei Veredlungsschritten können die Restgehalte an Präparationen sich negativ auf die Qualität auswirken.
- Bei den thermischen Behandlungsschritten entstehen zusätzliche Emissionen durch die Restpräparationen.

Im Rahmen des durchgeführten Forschungsprojektes "Integrierter Umweltschutz in der Textilveredlungsindustrie" der Fa. EnviroTex wurden beispielsweise bei einem Betrieb, der vorwiegend Synthetikware veredelt und aufgrund seiner Substratzusammensetzung (PES und PES-Mischungen) Carrierfärbungen durchführt, folgende Emissionsfrachten im Abgas bilanziert:

- 32% Carrier
- 10% Ausrüstung
- 35 % Textile Rohware
- 23 % Methan aus der Spannrahmenbefuerung.

Zur Verminderung der zusätzlichen Emissionen durch Restpräparationen bei der thermischen Behandlung sind folgende Maßnahmen möglich:

- Einsatz von emissionsarmen (thermostabilen) Präparationen in der textilen Kette
- Reduzierung der Auftragsmenge an Präparationen

- Vor einer thermischen Behandlung sollen die Textilhilfsmittel/Präparationen, insbesondere auch von vorgeschalteten Behandlungsprozessen, wie Färben, durch Wasserwäschen entfernt werden.
- Optimierung der Vorreinigung durch z.B. Steigerung der Wascheffizienz durch
  - Wahl der richtigen Flottentemperatur (niedrige Temperaturen für Materialien aus Synthefasern)
  - lange Verweilzeiten
  - regelmäßigen Flottenaustausch
  - Einsatz des entsprechenden Waschmittels (unter Beachtung der Ladungseigenschaften der Präparationen)
- Installation einer Abgasreinigungsanlage; eine Rohwareifixierung von mit herkömmlichen Präparationen ausgerüsteten Textilien ohne eine Abgasreinigung ist im Allgemeinen nicht zulässig!

Alternativ zu den herkömmlichen Präparationen können bei der Garn- und Faserherstellung zur Emissionsminderung sog. thermostabile (= emissionsarme) Präparationen eingesetzt werden.

Definition thermostabiler (emissionsarmer) Präparationen:

„Präparationen werden als thermostabil bezeichnet, wenn sie bei der für die jeweilige Anwendung benötigten Auflage unter Thermofixierbedingungen an einem Spannrahmen (190°C, 1,5 min) mit nur maximal 0,80g C/kg Textil zur Abluftbelastung beitragen.“

Folgende ökologische Vorteile sind damit verbunden:

- Reduzierung der Emissionen sowie von Gerüchen beim thermischen Behandeln der Textilien
- Durch eine reduzierte Auftragsmenge zu den herkömmlichen Präparationen sowie der höheren biologischen Abbaubarkeit/Eliminierbarkeit wird die Abwasserbelastung reduziert.

Des Weiteren ergeben sich auch verfahrenstechnische Vorteile für den Betreiber:

- Häufige Auswaschbarkeit ohne Waschmittel (Einsparung von Waschmitteln, Energie)
- Vorwäschen können teilweise entfallen
- Eine Rohwarenixierung kann ohne Abgasreinigung durchgeführt werden.

Zur Verdeutlichung der Emissionseigenschaften von emissionsarmen im Unterschied zu herkömmlichen Präparationen soll nachstehender Vergleich dienen:

Präparationsmittel	Emissionsfaktor [g C/kg Textil]	Konzentration [mg C/m <sup>3</sup> ]
<b>Herkömmliche Produkte</b>		
Mineralöle	10 – 16	500 – 800
Klassische Fettsäureester	2 – 5	100 - 250
<b>Optimierte Produkte</b>		
Sterisch gehinderte Fettsäureester	1 – 2	50 – 100
Polyolester	0,4 – 4	20 – 200
Polyester-/Polyetherpolycarbonate	0,2 – 1	10 - 50

Präparationsauflage: 2%; Luft/Warenverhältnis: 20 m<sup>3</sup>/kg; Fixiertemperatur: 190 °C; Verweilzeit: 1,5 Minuten

Nachteile der mineralöhlhaltigen Präparationen sind vor allem:

- Hohe Auflagen notwendig
- Niedrige Temperaturstabilität
- Geringe biologische Abbaubarkeit/Eliminierbarkeit
- Hohe Emissionen beim Thermofixieren in Verbindung mit erheblichen Geruchsemissionen

### Rohwareifixierung/Thermofixierung

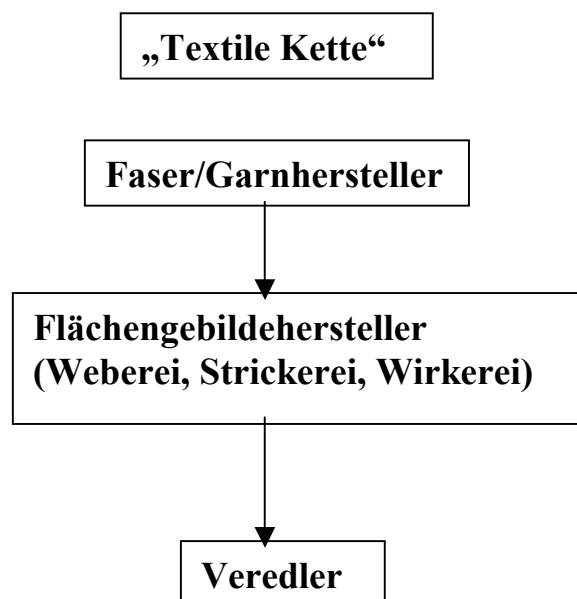
Bei der **Rohwarenixierung** (Thermofixierung ohne vorherige Wäsche der Ware) sind in der Regel sehr hohe Emissionen an organischen Stoffe zu erwarten (ca. 5 – 10 g C/kg Textil). Für die Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für organische Stoffe werden somit bei der Rohwarenixierung grundsätzlich Abgasreinigungseinrichtungen mit einem Wirkungsgrad von mindestens 80% benötigt. Hochwertige Abluftwäscher, Elektrofilter und Kombinationen beider Systeme oder Abgasverbrennungsanlagen können diesen Wirkungsgrad erreichen. Eine Alternative hierzu stellt der **ausschließliche** Einsatz thermostabiler Präparationen dar. Die erforderliche Emissionsminderung durch thermostabile Präparationen setzt dabei aber voraus, dass in allen Herstellung- und Verarbeitungsschritten durchgehend diese thermostabilen Präparationen eingesetzt werden, d.h. auch auf den Strick-/Wirkmaschinen durchgehend emissionsarme Nadelöle zur Anwendung kommen. Ob unter dem Einsatz der thermostabilen Präparationen bei Thermofixiervorgängen der Emissionsgrenzwert für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft eingehalten werden kann, hängt ab von

- der Art der gewählten thermostabilen Präparationen in der textilen Kette
- der Menge der aufgebrauchten Präparationen
- der Temperatur und Verweilzeit beim Thermofixieren
- einer dem Fixiervorgang vorgeschalteten Textilwäsche
- der Art und Menge des verwendeten Maschinenöls.

Sofern ein Textilveredlungsbetrieb keine Abgasreinigungsanlage betreibt, da er ausschließlich nur noch textile Ware mit thermostabilen Präparationen veredelt und seinen Veredlungsprozess an diese neuen Präparationen anpasst, so muss er sich hierzu ausdrücklich verpflichten (z.B. in Form einer entsprechenden Auflage im Genehmigungsbescheid, im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Vertrages). Einzelfallbetrachtung, d.h. länderspezifische Abweichungen sind möglich.

### **3.3.5.3 Auswahl der textilen Rohware – Zusammenfassung primärer Emissionsminderungsmaßnahmen**

Wie nach den vorausgegangenen Ausführungen hervorgeht, kommt der Auswahl der textilen Rohware eine grundlegende Bedeutung zu, da sich hier die Emissionen, im Gegensatz zu den Textilhilfsmitteln der Ausrüstungsrezepturen, nicht vorausberechnen lassen und durch die textile Rohware ein erheblicher Emissionsbeitrag möglich ist. Problematisch ist hierbei auch, dass letztlich die Emissionen von Stoffen aus vorgeschalteten Verarbeitungsstufen (z.B. Flächenherstellung) bei der thermischen Behandlung bei der Textilveredelung als letzte Stufe der textilen Kette freigesetzt werden.



Nach dem Kap. 5 des BREF wird daher als Beste Verfügbare Technik dargelegt:

- Zusammenarbeit mit den Vorlieferanten zur Schaffung eines Informationsaustausches über die Menge und Art der Hilfsmittel (z.B. Pestizide, Präparationen) (z.B. Erstellung eines Warenbegleitscheines)
- Auswahl von textilem Rohmaterial mit möglichst geringer Vorbelastung (z.B. Präparationen), z.B. bei Synthefasern: Verwendung emissionsarmer (thermostabiler) Präparationen

Die primären Emissionsminderungsmaßnahmen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Auswahl von Rohtextilien mit keiner/geringer Vorbelastung
- Minimierung des Gehaltes emissionsrelevanter Stoffe in oder auf der zu veredelnden Ware (z.B. Präparationen):
  - Einsatz thermostabiler Präparationen in der textilen Kette
  - Reduzierung der Auftragsmenge
  - Vorbehandlung des Textils durch Wäsche
  - Optimierung der Vorreinigung (z.B. Steigerung der Wascheffizienz)
- Minimierung des Einsatzes von Chemikalien; Anwendung des Emissionsfaktorenkonzeptes zur Vorausberechnung der Ausrüstungsemissionen und Optimierung der Ausrüstungsrezeptur

### **3.3.5.4 Emissionen durch vorgeschaltete Behandlungsprozesse („Verschleppung von emissionsrelevanten Hilfsmitteln“), z.B.**

#### **3.3.5.4.1 Carrierfärbung**

Carrier werden zur Erhöhung der Färbegeschwindigkeit und des Durchfärbevermögens von Synthefasern eingesetzt, insbesondere bei der Färbung von Polyester. Da die Carrier während des Färbeprozesses auf die Ware aufziehen und dort verbleiben, können bei thermischen Behandlungsprozessen die Carrier freigesetzt werden und zu erheblichen Emissionen (bis zu 20 g C/kg Textil) und Gerüchen führen (siehe Anlage 4).

Zur Vermeidung der Emissionsprobleme sollte der Einsatz schädlicher, emissionsrelevanter Carrier durch nachstehende Maßnahmen vermieden werden (in nachstehender Rangfolge):

- Verwendung von Polyesterfasern, die sich ohne Carrier färben lassen (sofern die marktwirtschaftliche Situation dies zulässt)
- Färben unter Hochtemperatur (HT)-Bedingungen ohne die Verwendung von Carriern im geschlossenen System
- Ersatz konventioneller Carrier durch emissionsoptimierte Verbindungen (z.B. auf der Basis von Benzylbenzoat und N-Alkylphthalimid)



Zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte kann jedoch im Regelfall davon ausgegangen werden, dass eine Abgasreinigungsanlage erforderlich ist.

#### 3.3.5.4.2 Gemeinsame Durchführung von Verarbeitungsprozessen

Aus verfahrenstechnischen oder energetischen Gründen werden zwei Veredlungsschritte zusammengezogen. Bei einigen Betrieben wird z.B. die Pigmentdruckfixierung zusammen mit dem anschließenden Veredlungsschritt einstufig durchgeführt; eine dem Ausrüstungsschritt vorgeschaltete Wäsche entfällt. In Abhängigkeit vom Bedeckungsgrad des Pigmentdruckes können somit aus dem Pigmentdruckverfahren von den organischen Pigmenten und den eingesetzten Verdickern erhebliche zusätzliche Emissionen freigesetzt werden (Ammoniak, Formaldehyd, Methanol und andere Alkohole, Ester, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Monomere, wie Acrylate, Vinylacetat, Styrol, Acrylnitril usw.) (siehe Anlage 5).

#### 3.3.5.4.3 Chemische Reinigung von Textilien mit Tetrachlorethen - Verbot des Einsatzes von mit Tetrachlorethen (Per) gereinigter Textilien bei direkt beheizten thermischen Behandlungsaggregaten

Bei direkt beheizten thermischen Behandlungsaggregaten können bei Einsatz halogenhaltiger Verbindungen halogenierte Dioxine und Furane entstehen. Mit chlorhaltigen Färbebeschleunigern gefärbte Ware sowie mit Tetrachlorethen gereinigte Textilien dürfen daher keiner thermischen Behandlung (z.B. Trocknung, Thermosolieren, Thermofixierung) mit direkt beheizten Behandlungsaggregaten zugeführt werden (Nrn 1.1 und 1.2 des LAI-Bausteinekonzeptes).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden bei drei Textilveredlungsanlagen bei Einsatz von mit Per gereinigter Ware bei direkt beheizten Spannrahmen der Gehalt an Per und Dioxinen in der Spannrahmenabluft untersucht. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass der Gehalt an Dioxinen in der Abluft den zulässigen Emissionsgrenzwert von 20 ng/kg Textil weit unterschreitet (Emissionswerte  $\leq 0,2$  ng/kg Textil). Eine Abhängigkeit der Bildung von Dioxinen von dem Per-Gehalt des Textils konnte nicht festgestellt werden. Bei zwei Projektpartnern traten jedoch erhebliche Grenzwertüberschreitungen für Per (Stoff der Nr. 5.2.5 Klasse I der TA Luft) bei Einsatz der Per-gereinigten Ware am direkt beheizten Spannrahmen auf. Daher sollte grundsätzlich am o.g. ursprünglichen Verbot gemäß Nr. 1.2 des LAI-Bausteinekonzeptes festgehalten werden. Auf begründeten Antrag des Betreibers kann aus fachtechnischer Sicht aufgrund vorliegender Erkenntnisse des Abschlussberichtes jedoch eine Ausnahme zugelassen werden, sofern der Betreiber den Nachweis erbringt, dass der

Emissionsgrenzwert für Per sicher eingehalten wird und die übrigen Bedingungen mit denen des Untersuchungsprojektes vergleichbar sind.

In der Anlage 6 werden die Emissionen an Tetrachlorethen bei der thermischen Behandlung von mit Tetrachlorethen gereinigten Textilien beispielhaft dargestellt.

#### 3.3.5.4.4 Emissionsgrundlast thermischer Behandlungsaggregate

Aufgrund von Kondensationsprozessen der Textilhilfsmittel in den Abluftleitungen sowie im Spannrahmen entstehen Ablagerungen, die zu einem späteren Zeitpunkt wieder emittiert werden können und damit einen unspezifischen Emissionsbeitrag liefern. Aus diesem Grund sind bei Emissionsmessungen häufig Substanzen feststellbar, die nicht von den Ausrüstungschemikalien der zu untersuchenden Ausrüstung selbst stammen, sondern von vorausgegangenen Ausrüstungs- und Fixierprozessen. Z.B. können bei einer emissionsarmen Ausrüstung die Schadstoffe von vorausgegangenen emissionsreichen Ausrüstungen aus Ablagerungen/Kondensationen freigesetzt werden und somit die Emissionssituation des gerade untersuchten Prozesses verfälschen. In einigen Fällen kann diese Grundlast bis zu ca. 40% der Gesamtemission ausmachen! Es ist daher eine regelmäßige Reinigung der thermischen Behandlungsaggregate einschließlich des Abluftsystems erforderlich.

#### 3.3.5.4.5 Feuerungsspezifische Emissionen bei direkt beheizten Behandlungsaggregaten

Bei neuen Spannrahmen mit optimierten Brennern treten in der Regel im Normalbetrieb nur geringe Emissionsmassenkonzentrationen an unverbranntem Brennstoff auf ( $2 - 10 \text{ mg C/m}^3$ ; in Abhängigkeit von der Trocknungsleistung). Der Emissionsgrenzwert für organische Stoffe umfasst daher bei neuen thermischen Behandlungsaggregaten die Emissionen aus unverbrannten organischen Brennstoffen ebenfalls wie die der Ausrüstung.

#### Altanlagenregelung

Bei Altanlagen jedoch sieht die Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft hierzu abweichend die Möglichkeit vor, einen Emissionsbeitrag an unverbrannten organischen Stoffen bis zu einer maximalen Massenkonzentration von  $20 \text{ mg/m}^3$ , angegeben als Gesamtkohlenstoff, unberücksichtigt zu lassen. Bei der Ermittlung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft darf nur der von dem thermischen Behandlungsaggregat tatsächlich emittierte Methananteil unberücksichtigt bleiben; eine Aussage der zugelassenen Messstelle nach § 26 BImSchG im Emissionsmessbericht ist hierzu erforderlich. Nachdem der „Brennstoffschlupf“ quasi eine Kenngröße des

Spannrahmenaggregates ist, sollte aus fachtechnischer Sicht die Grenzwertfestlegung als Emissionsmassenkonzentration und nicht als warenbezogener Emissionsfaktor vorgenommen werden, d.h. der Bezug auf ein Luft-Warenverhältnis von  $20 \text{ m}^3/\text{kg}$  sollte nicht durchgeführt werden. Es würden ansonsten Anlagen, auf denen leichte Textilwaren veredelt werden, generell durch den textilbezogenen Brennstoff-Emissionsfaktor zu hoch bewertet, während bei der Veredlung schwerer Textilwaren bei gleicher Abluftkonzentration an unverbranntem Brennstoff ein geringerer warenbezogener Emissionsfaktor berechnet würde.

Die Möglichkeiten, die Emissionen durch feuerungstechnische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen, z.B. durch Optimierung der Verbrennung, mindestens jährliche Wartung, weiter zu vermindern sind auszuschöpfen. Soweit ein Betreiber z.B. durch eine fachliche Stellungnahme des Brenner- oder des Spannrahmenherstellers, nachweist, dass für die Emissionen an organischen Stoffen die o.g. Emissionsmassenkonzentration an organischen Stoffen nicht eingehalten werden kann und diese Emissionen durch primärseitige Maßnahmen nicht weiter vermindert werden können, ist die Emissionsbegrenzung im Einzelfall festzulegen. Dies ist konform mit dem LAI-Bausteinekonzept für Textilveredlungsanlagen, in dem in der Begründung zum Punkt „Zu 2.“ ausgeführt wird, dass „die Forderung nach einem Austausch von Brennern zur Einhaltung des Wertes (Anmerkung: des Emissionswertes an unverbranntem Methan) in der Regel das Gebot der Verhältnismäßigkeit übersteigen wird“. Bei der Ermittlung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft darf dann nur der von dem thermischen Behandlungsaggregat tatsächlich emittierte Methananteil (Emissionsfracht bzw. Emissionsmassenstrom) unberücksichtigt bleiben (Nachweis durch die § 26 – Emissionsmessstelle ist erforderlich).

#### Anmerkung:

Bei Anlagen mit einem hohen Gehalt an Methan oder Flüssiggas im Abgas erniedrigt sich die Messgenauigkeit für die Emissionen der Stoffe der Nr. 5.2.5 aufgrund der Differenzbildung zwischen Gesamtemissionen und Methan- bzw. Flüssiggasemissionen; d.h. die Messungen für Stoffe der Nr. 5.2.5 sind mit einer im Vergleich zu sonstigen Messmethoden relativ hohen Messunsicherheit behaftet.

#### Hinweis:

Die o.g. Altanlagenregelung für unverbrannte Stoffe kann nicht von Beschichtungsanlagen in Anspruch genommen werden, die der 31. BImSchV unterliegen. Bei Beschichtungsanlagen, die nicht der 31. BImSchV unterliegen und für die abweichend von der anlagenspezifischen Bestimmung unter Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft für organische Stoffe die Nr. 5.2.5 unverändert gilt, kann die o.g. Altanlagenregelung berücksichtigt werden.

Des Übrigen treten in der Praxis nur geringe Emissionen an Stickstoffoxiden auf (ca.  $10 \text{ mg/m}^3$  (Forschungsbericht der Fa. EnviroTex, Emissionen aus der Direktbefeuerung von Textilveredlungsanlagen). Auf eine Emissionsbegrenzung im Genehmigungsbescheid kann daher in der Regel verzichtet werden.

### **3.3.5.5 Tolerierbare Zusatz-Emissionsbeiträge für Restpräparationen und Verschleppung**

Zusätzlich zum in der Nr. 5.4.10.23.1 genannten Emissionswert für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft gilt:

- a) aus Verschleppung und Restgehalten an Präparationen darf zusätzlich jeweils eine Emissionsmassenkonzentration von nicht mehr als  $20 \text{ mg/m}^3$  nicht überschritten werden. Unter Verschleppung werden hierbei Emissionen verstanden, die aus vorgeschalteten Verarbeitungsprozessen, wie Färben, Drucken, resultieren und bei der thermischen Behandlung zusammen mit den Emissionen aus dem eigentlichen Textilveredlungsschritt freigesetzt werden. Bei den Präparationen handelt es sich hier um die sog. Primär- und Sekundärpräparationen, die im Zusammenhang mit der Textilherstellung aufgetragen wurden.
- b) soweit aus verfahrenstechnischen Gründen ein oder mehrere von der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV erfasste Veredlungsschritte gleichzeitig mit einem dort nicht erfassten Veredlungsschritt in einem Behandlungsaggregat durchgeführt werden, ist insgesamt für die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas durch eine Optimierung des Prozesses die Emissionsmassenkonzentration von  $40 \text{ mg C/m}^3$  anzustreben. Soweit Anlagen, die die Anforderungen der 31. BImSchV, in der jeweils gültigen Fassung, zu erfüllen haben, gleichzeitig beschichten und bedrucken, dürfen entsprechend dieser Verordnung die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas die Emissionsmassenkonzentration von  $40 \text{ mg C/m}^3$  nicht überschreiten.

Auch wenn die Voraussetzungen der Buchstaben a) bis b) gegeben sind, dürfen die Gesamtemissionen an organischen Stoffen im Abgas insgesamt  $80 \text{ mg C/m}^3$  nicht überschreiten; soweit Anlagen, die die Anforderungen der 31. BImSchV zu erfüllen haben, gleichzeitig beschichten und bedrucken, dürfen – abweichend vom Teilsatz 1 und entsprechend der 31. BImSchV – die Emissionen an organischen Stoffen im Abgas insgesamt die Emissionsmassenkonzentration von  $60 \text{ mg C/m}^3$  nicht überschreiten (siehe hierzu Anhang IV Nr. 5; bei Anlagen der 31. BImSchV darf zusätzlich zu den Emissionen aus dem Beschichten und dem Bedrucken von  $40 \text{ mg C/m}^3$  der Beitrag an Emissionen aus Verschleppung **und** Restgehalten an Präparationen maximal  $20 \text{ mg C/m}^3$  betragen).

Für die Rohwareifixierung und Thermofixierung ist der Emissionswert für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft von 0,80 g C/kg Textil einzuhalten; eine zusätzliche Berücksichtigung eines Emissionsbeitrages nach Buchstabe a) ist nicht zulässig.

Beispiel 1: Textilveredlungsanlage, die nicht unter die 31. BImSchV fällt und bei der im Zusammenhang mit dem Textilveredlungsprozess bei der thermischen Behandlung Emissionen aus der Ausrüstung, von Restpräparationen und einem vorgeschaltetem Behandlungsprozess, z.B. Färbung, auftreten:

<b>Maximale akzeptierbare Emissionen: 1,60 g C/kg Textil,</b>	
<b>davon:</b>	<b>Emissionen aus der Ausrüstung: 0,80 g C/kg Textil</b>
+	
	<b>Emissionen an Restpräparationen: 0,40 g C/kg Textil</b>
+	
	<b>Emissionen aus Verschleppung: 0,40 g C/kg</b>

Beispiel 2: Textilveredlungsanlage, bei der aus verfahrenstechnischen oder energetischen Gründen ein oder mehrere von in Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV erfassten Veredlungsschritten gleichzeitig mit einem dort nicht erfassten Veredlungsschritt durchgeführt werden und die nicht der 31. BImSchV unterliegt. Es treten Emissionen aus dem eigentlichen Ausrüstungsprozess (Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV) auf sowie aus einem gleichzeitig durchgeführten anderen Verarbeitungsprozess, z.B. Pigmentdruckfixierung:

<b>Maximale akzeptierbare Emissionen: 1,60 g C/kg Textil,</b>	
<b>davon:</b>	<b>Anzustrebende Gesamtemissionen aus beiden Prozessen:: 0,80 g C/kg Textil</b>
+	<b>Sofern nach einer Verfahrensoptimierung die Gesamtemissionen von 0,80 g C/kg Textil nicht einhaltbar: Emissionen aus Verschleppung, hier dem gleichzeitig durchgeführten zweiten Verfahren: 0,40 g C/kg</b>
+	<b>Emissionen von Restpräparationen: 0,40 g C/kg Textil</b>

**Hinweis:**

Grundsätzlich ist der Emissionswert für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft von 0,80 g C/kg Textil einzuhalten. Nur aufgrund der besonderen Gegebenheiten bei der Textilveredlung können die o.g. maximalen Zusatzemissionsbeiträge akzeptiert werden. Soweit die o.g. Emissionszusatzbeiträge behördlich toleriert werden sollen, ist bei der Emissionsmessung durch das Messinstitut eine belastbare Aussage über die Ursache und Quantität der zusätzlichen Emissionen zu treffen. Nur in diesen begründeten Fällen können diese angerechnet werden. Die pauschale Anwendung des maximalen möglichen Emissionswertes von 1,60 g C/kg Textil bzw. eine Kompensation der einzelnen Emissionsbeiträge untereinander ist nicht zulässig!

Beispiel:

Emissionen aus der Ausrüstung:	0,50 g C/kg Textil
Emissionen von den Präparationen:	0,60 g C/kg Textil
Emissionen aus Verschleppung, z.B. Färbung:	0,50 g C/kg Textil
Summe an Emissionen:	1,60 g C/kg Textil

Obwohl der Emissionswert von 0,80 g C/kg Textil für die Ausrüstung deutlich unterschritten ist und die Gesamtemissionen den maximalen Wert von 1,60 g C/kg Textil einhalten, ist die Anlage zu be-  
 anstanden, da die maximal möglichen Zusatzemissionen an Präparationen und Emissionen aus der  
 Verschleppung hier überschritten werden. Vom Betreiber sind hierzu emissionsmindernde Maßnah-  
 men durchzuführen, z.B. Optimierung/Intensivierung der Textilwäsche vor dem Ausrüstungspro-  
 zess, Verwendung von Textilien mit thermostabilen Präparationen in der textilen Kette.

### 3.3.6 Geruchsemissionen

Selbst bei Einhaltung der festgelegten Emissionsgrenzwerte können schädliche Umwelteinwirkun-  
 gen durch erhebliche Geruchsbelästigungen nicht immer ausgeschlossen werden. Weitergehende  
 Maßnahmen sind daher zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen. Dies soll im Regelfall auf der  
 Basis eines Gutachtens erfolgen. Die Auflagenziffer 2.5.1, Teil II dieses Beitrags, ergänzt die Nr.  
 5.2.8 der TA Luft.

In der folgenden Tabelle werden die beispielhaft die Ursachen und Vermeidungsmöglichkeiten für  
 Geruchsemissionen dargestellt (2):

Geruchsstoffe	Verfahren	Abhilfemaßnahmen
ε-Caprolactam	Thermofixieren von PA 6-Textilien und PA 6-Mischungen; Pasten- und Pulverbeschichtung mit PA 6 und PA 6-Copolymere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgaswäscher</li> <li>Reduktion des Restmonomergehaltes</li> </ul>
Paraffine, Fettalkohole, Fettsäuren, Fettsäureester	Thermofixieren von Rohware und unzureichend gewaschenen Textilien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermostabile Präparationen</li> <li>Optimierung der Vorreinigung</li> <li>Reduzierung der Präparationsauflage</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Isopropylbenzol, methylierte Benzole)	Benzindruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umstellung auf emissionsarme Druckverfahren</li> <li>Minimierung bzw. Substitution der Geruchsträger</li> </ul>
	Carrierfärbung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution der Geruchsträger</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Essigsäure, Ameisensäure	Verschiedene Prozesse (z.B. Waschlottenzusatz in Vorbehandlung und Färberei)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution der Geruchsträger</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Alkohole (z.B. n-Butanol, Octanol)	Verschiedene Prozesse (z.B. als Netzmittel in Ausrüstung, Entschäumer, Nebenprodukt in Textilhilfsmitteln)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution der Geruchsträger</li> </ul>
n-Butylacetat	Ausrüsten mit Fluorchemikalien (Carbonharzen); Nebenprodukt in Textilhilfsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> </ul>
Ammoniak	Drucken (thermische Zersetzung von Harnstoff)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperaturreduzierung</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
	Beschichtung (z.B. Vlies- und Teppichherstellung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Acrylate, Vinylcyclohexen, Cyclohexenylbenzol	Beschichtung, Vliesausrüstung – und herstellung, Teppichherstellung, Drucken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> </ul>
Formaldehyd	Pflegeleichtausrüstung, Ausrüstung von Vliesstoffen, Feuerungsabgase bei direkt beheizten Behandlungsaggregaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Terpene (z.B. d-Limonen)	Reinigungsmittel, Lösemittel in verschiedenen Bereichen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> </ul>
Amine	Verschiedene Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>
Phthalate	Egalisier- und Dispergiemittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung bzw. Substitution</li> <li>Abgasreinigung</li> </ul>

Generell sollte der Einsatz geruchsintensiver Stoffe primärseitig vermieden werden. Hierzu dient insbesondere

- Einsatz thermostabiler Präparationen in der textilen Kette
- Optimierte Vorwäsche der Textilien
- Prozessoptimierung (z.B. Temperaturniedrigung, Verringerung der Auftragsmenge, Substitution geruchsintensiver Substanzen).

Die Rohwareifixierung ohne Abgasreinigung von Textilien, die mit Präparationen herkömmlicher Art ausgerüstet wurden, ohne Abgasreinigung ist regelmäßig mit erheblichen Gerüchen verbunden („blaue Abgasfahne“). Abhilfemaßnahmen sind hier die Installation einer geeigneten Abgasreini-



gung oder die Verwendung von Textilien mit thermostabilen Präparationen (siehe auch Kap. Rohwanrenfixierung). Des Weiteren gehen häufig Geruchsbeschwerden von Thermofixier- und Trocknungsprozessen mit verschleppten Emissionen (z.B. Carrierfärbung) aus.

Beim Auftreten von Geruchsbeschwerden sind die Ursachen zu ermitteln, die Geruchstoffe in Zusammenarbeit mit dem Textilmittel- bzw. Faserhersteller zu identifizieren und diese zu minimieren bzw. substituieren.

Sofern die Entstehung geruchsintensiver Abgase durch Primärmaßnahmen nicht vermieden werden kann, sind diese entweder einer Abgasreinigung zuzuführen bzw. – sofern die Emissionsgrenzwerte eingehalten werden – die Kamine entsprechend zu erhöhen.

### **3.3.7 Abgasreinigungseinrichtungen**

Die Auswahl der geeigneten Abgasreinigungseinrichtung richtet sich jeweils nach den spezifischen Gegebenheiten des Textilveredlungsbetriebes. Im Wesentlichen kommen folgende Abgasreinigungseinrichtungen in Frage:

- **Kondensation:**  
Durch Abkühlung des Abgasstroms mittels Wärmetauscher sollen die Schadstoffe auskondensieren. Als Abgasreinigungseinrichtung besitzt diese Technik nur einen geringen Wirkungsgrad, insbesondere leichtflüchtige Schadstoffe können damit nicht aus dem Abgas entfernt werden. In der Praxis können Probleme mit Ablagerungen/Verkrustungen der Austauschkörper auftreten. Primär steht bei diesem Verfahren die Energierückgewinnung im Vordergrund und die Kondensation wird in der Regel zusammen mit anderen Abgasreinigungsverfahren (z.B. Wäscher) eingesetzt.
- **Abgaswäscher**  
Bei diesem Verfahren werden die Schadstoffe in der Waschflüssigkeit absorbiert, teilweise kondensieren wenig lösliche Schadstoffe durch die Temperaturabkühlung des Abgases. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens hängt stark von der Wasserlöslichkeit der im Abgas enthaltenen Schadstoffe ab. Häufig werden in der Textilveredlung Wirkungsgrade von ca. 40 – 60% gefunden. Aus diesem Grund sind zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen im Allgemeinen erforderlich.
- **Elektrofilter:**  
Elektrofilter dienen vorrangig zur Abscheidung von Stäuben und Aerosolen. Gasförmige Substanzen lassen sich mit dieser Methode nicht entfernen. Aus diesem Grund besitzt ein

Elektrofilter alleine nur einen geringen Wirkungsgrad zur Emissionsminderung bei Textilveredlungsanlagen.

- Oxidationsverfahren:

Oxidationsverfahren, wie die thermische, regenerative, katalytische Nachverbrennung, wären angesichts des hohen Wirkungsgrades (> 99%) insbesondere unter dem Aspekt auch der Geruchsminderung die idealen Abgasreinigungseinrichtungen für Textilveredlungsanlagen.

Aufgrund der bei Textilveredlungsanlagen in der Regel vorliegenden geringen Belastung der Abgasvolumenströme mit Schadstoffen wird der autotherme Bereich nicht erreicht und es werden verhältnismäßig hohe Mengen an Zusatzbrennstoff benötigt, so dass aus gesamtökologischen Gesichtspunkten (hoher Primärenergieverbrauch mit Sekundäremissionen, wie Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid) diese Verfahren weniger zu tragen kommen. Des Weiteren können bei der Verbrennung von anderen als Kohlenwasserstoffen, wie z.B. halogen-, schwefel-, stickstoff-, siliziumhaltigen Stoffen, die häufig in Textilhilfsmitteln vorkommen, zusätzliche Emissionen an kritischen Schadstoffen, wie Halogenwasserstoffe, Schwefel- bzw. Stickoxiden und Stäuben in Form von Siliziumdioxid sowie an halogenierten Dioxinen/Furanen auftreten. Insbesondere bei der katalytischen Nachverbrennung ist hierbei eine Vergiftung des Katalysators zu beachten.

#### Zusammenfassung:

Damit eine Abgasreinigung im Sinne des Bausteinkonzeptes (Nr. 5.3) anerkannt werden kann, muss sie einen nach dem Stand der Technik möglichst hohen Wirkungsgrad besitzen. Mit Ausnahme der oxidativen Verfahren lässt sich dieser Wirkungsgrad mit den o.g. Methoden nicht alleine erreichen. In der Praxis hat sich die Kombination aus Abgaswäscher und nachgeschaltetem Elektrofilter, ggf. unter Vorschaltung einer Kondensationseinheit, als erfolgreich erwiesen.

In seltenen Fällen kann die Abluft als Verbrennungsluft in das Kesselhaus zur Energieerzeugung eingeleitet werden. Hierbei sind aber die o.g. Probleme bei Oxidationsverfahren bei anderen als Kohlenwasserstoffen zu beachten (z.B. Bildung von Dioxinen/Furanen).

### **3.3.8 Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen organischen Stoffen (siehe Nr. 5.2.6 der TA Luft)**

Zur Vermeidung diffuser Emissionen können folgende Maßnahmen im Einzelfall erforderlich sein: :

- Einsatz automatischer Dosiersysteme für die Textilhilfsmittel. In Verbindung mit den kontinuierlichen Messungen der Flottenaufnahme und der durchgesetzten Substratmenge kann die Flottenmenge exakt berechnet und dosiert werden.
- Transport der Textilhilfsmittel über Rohrleitungen zum Ausrüstungsgefäß

- Besondere emissionsmindernde Maßnahmen an Flanschen, Absperrarmaturen, Lagerbehältern und Pumpen gemäß TA Luft gemäß Nr. 5.2.6
- Beim Umfüllen von Textilhilfsmitteln: Verwendung der Gaspindelungstechnik

### 3.3.9 Ableitbedingungen

Nach Nr. 5.5.1 und 5.5.2 der TA Luft sollen die Abgase so in die Atmosphäre abgeleitet werden, dass ein ungestörter Abtransport der Emissionen mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Werden die Abgase über einen Schornstein abgeleitet, ist dessen Höhe nach den Nrn. 5.5.3 und 5.5.4 zu bestimmen. Der Schornstein soll entsprechend Nr. 5.5.2 mindestens eine Höhe von 10 Meter über der Flur und eine den Dachfirst um 3 Meter überragende Höhe haben. Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad (20 Grad-Regel) zu berechnen; die Schornsteinhöhe soll jedoch das 2fache der Gebäudehöhe nicht übersteigen.

Ergeben sich mehrere etwa gleich hohe Schornsteine mit gleichartigen Emissionen, so ist zu prüfen, inwieweit diese Emissionen bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe zusammenzufassen sind. Dies gilt insbesondere, wenn der horizontale Abstand zwischen den Schornsteinen nicht mehr als das 1,4 fache der Schornsteinhöhe beträgt oder soweit zur Vermeidung von Überlagerungen der Abgasfahnen verschieden hohe Schornsteine erforderlich sind.

In der nachstehenden Übersicht werden die Emissionsmassenströme für die relevanten Stoffe im Abgas dargelegt, ab wann die Anwendung des Nomogramms nach Nr. 5.5.3 zu überprüfen ist, d.h. das Verhältnis aus dem Emissionsmassenstrom der zu beurteilenden Emissionsquelle und dem S-Wert (aus Tabelle 22, Anhang 7 der TA Luft)  $> 10$  ist:

Stoff Nr. der TA Luft	S-Wert	Emissionsmassenstrom bei dem $Q/S > 10$ [kg/h]	Zum Vergleich: Bagatellmassenstrom [kg/h]	Emissionswert <sup>1</sup>	Abgasvolumenstrom [m <sup>3</sup> <sub>n,tr./h</sub> ]
5.2.5	0,1	1 kg C/h	0,80 kg C/h <sup>2</sup>	40 mg C <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	25.000
5.2.5 I	0,05	0,5	0,10	20 mg/m <sup>3</sup>	25.000
5.2.7.1.1 III (z.B. Benzol, 1,3-Butadien)	0,005	0,05	0,0025	1 mg/m <sup>3</sup>	50.000
5.2.7.1.1 II (z.B. Acrylamid, Acrylnitril)	0,0005	0,005	0,0015	0,5 mg/m <sup>3</sup>	10.000
5.2.4 III (Gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl)	0,1	1	0,15	30 mg/m <sup>3</sup>	33.333
Kohlenmonoxid	7,5	75	-		

1) Die Emissionsmassenkonzentration bezieht sich auf ein Luft-Waren-Verhältnis von 20 m<sup>3</sup>/kg

2) Es handelt sich hierbei um Propanäquivalente; ein repräsentativer Responsefaktor ist noch zu berücksichtigen

Ist das Nomogramm gemäß Nr. 5.3.3 der TA Luft-Novelle nicht anwendbar, dann sind die Mindestanforderungen gemäß Nr. 5.5.2 der TA Luft-Novelle einschlägig (s.o.). Zur Beurteilung der Ableitbedingungen der organischen Stoffe kann hierbei insbesondere bei Flachdächern und Wohngebäuden im Umkreis von 50 m der Anlage auch die Richtlinie VDI 2280 E (Stand 12.2003) verwendet werden:

- 5 m über Flach- und Shed-Dächern
- 5 m über Firsthöhe der Wohngebäude im Umkreis von 50 m
- mindestens 10 m über Erdgleiche

Eine Verbesserung der Ableitungsbedingungen ist des Weiteren möglich z.B. durch:

- Zusammenfassung von mehreren Einzelquellen zu einer größeren, aber dafür mit besseren Auftriebsbedingungen
- Senkrechte Ableitung ins Freie
- Keine Verwendung von Abdeckhauben (der vertikale Auftrieb der Abluft wird verhindert; Verhinderung des Einfalls von Regenwasser durch Deflektoren)

Eine Verbesserung der Ableitbedingungen verbessert den Abtransport der Emissionen mit der freien Luftströmung und verringert die Immissionsbelastung, insbesondere durch Gerüche.

### **3.3.10 Kontinuierliche Emissionsmessungen nach TA Luft**

Gemäß Nr. 5.3.3.2 der TA Luft sollen bei Anlagen die relevanten Quellen mit Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Kontrolle des Gesamtkohlenstoffgehaltes ausgerüstet werden, bei denen der Massenstrom organischer Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff, für

- Stoffe nach Nr. 5.2.5 Kl. I                    1 kg/h
- Stoffe nach Nr. 5.2.5                        2,5 kg/h

überschreitet.

Unter Berücksichtigung, dass bei dem Bausteinekonzept bei der Emissionsgrenzwertfestlegung für organische Stoffe der Responsefaktor und Umrechnungsfaktor auf das Molekulargewicht berücksichtigt wurde, ergibt sich eine kontinuierliche Überwachungspflicht für Stoffe der Nr. 5.2.5 bei 1,7 kg C/h, hier als Propanäquivalent (Anmerkung: Die neue TA Luft geht von einem Faktor 2 bei der Umrechnung von dem Gesamtkohlenstoffgehalt in Bezug auf das Molekulargewicht aus, d.h. es

resultiert ein Schwellenmassenstrom von 5 kg an organischen Stoffen/h. Bezogen auf das Baustein-konzept ergibt sich nach Multiplikation mit dem Faktor 0,33 somit ein Schwellenmassenstrom für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 von aufgerundet 1,7 kg C/h).

Eine Emissionsquelle ist dann als relevant zu betrachten, wenn ihre Emission mehr als 20% des gesamten Massenstroms der Anlage beträgt.

Nach Abs. 4 der Nr. 5.3.3.1 der TA Luft kann auf eine kontinuierliche Messung der Emissionen verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, z.B. der Zusammensetzung von Brenn- oder Einsatzstoffen oder der Prozessbedingungen, mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Emissionsbegrenzungen eingehalten werden.

Die Emissionen der eingesetzten Rezepturen werden anhand der Substanzemissionsfaktoren vorausgerechnet und somit ist eine vergleichbare Überwachung für die organischen Stoffe der Nr. 5.2.5 und Nr. 5.2.5 Klasse I gewährleistet. Dies trifft im Wesentlichen auch auf andere Stoffe, wie Chlorwasserstoff, oder Stoffe der Nr. 5.2.7 zu, da diese Emissionen aus der Ausrüstung ebenfalls anhand von Substanzemissionsfaktoren berechnet werden können. Die Emissionsbeiträge

- Restpräparationen
- Faserbestandteile (Restmonomere und Faserlösemittel)
- Beitrag von unverbrannten Brennstoffen bei direkt beheizten Spannrahmen
- Anlagengrundlast (z.B. Ablagerungen im thermischen Behandlungsaggregat)

werden jedoch hierbei nicht berücksichtigt. Aufgrund der wechselnden Betriebsbedingungen (z.B. Verwendung von Waren unterschiedlichster Herkunft und Vorbehandlung) lassen sich diese zusätzlichen Emissionen in der Regel nur schwer vorhersagen.

Mit der Installation einer kontinuierlichen Messeinrichtung, z.B. Flammenionisationsdetektor (FID), für organische Stoffe ergeben sich in der Praxis folgende Probleme:

- Störanfälligkeit (Kondensatbildung, Wandeffekte etc.), regelmäßige Wartung ist erforderlich
- Hohe Anschaffungskosten des Messgerätes einschließlich der Auswerteeinheit
- Je nach Abgasführung wären mehrere FID's erforderlich (teilweise existieren für ein thermisches Behandlungsaggregat mehrere Abluftkamine; pro thermisches Behandlungsaggregat ohne gemeinsamen Abluftkamin wäre mindestens ein FID erforderlich)
- Zur Beurteilung der warenbezogenen Emissionsfaktoren als Emissionsgrenzwerte müsste das Luft-Warenverhältnis gleichzeitig durch Messung des Abgasvolumenstromes und des Warendurchsatzes ermittelt werden. Insbesondere die Erfassung des Warendurchsatzes ist mit einem hohen Aufwand verbunden (für jede zu veredelnde Ware müssten die erforderlichen

Werte zur Ermittlung des Warendurchsatzes in den Auswertungsrechner eingegeben werden).

Unter der Berücksichtigung, dass die Emissionen aus den Rezepturen anhand der Substanzemissionsfaktoren vorausberechnet werden, und der mit der Installation kontinuierlicher Messeinrichtungen auftretenden o.g. Problemen kann aus Gründen der Verhältnismäßigkeit derzeit im Regelfall bei den organischen Stoffen der Nr. 5.2.5 und 5.2.5 Klasse I sowie anorganischen gasförmigen Stoffen der Nr. 5.2.4 der TA Luft auf die Durchführung kontinuierlicher Emissionsmessungen verzichtet werden.

### **Hinweis:**

Die o.g. Ausführungen gelten nicht für Textilveredlungsanlagen, die eine Ausnahme nach Nr. 5.4.10.23.1, Organische Stoffe, letzter Absatz, darstellen, z.B. bei Beschichtungen und technischen Textilien; d.h. nicht für diejenigen Fälle, bei denen kein Bezug der Emissionswerte auf das Luft-Waren-Verhältnis erfolgt. Bei diesen Anlagen ist nach Nr. 5.3.3 der TA Luft zu überprüfen, ob die Installation kontinuierlicher Messeinrichtungen erforderlich ist.

## **3.3.11 Verfahren, die vom Emissionsfaktorenkonzept nicht erfasst werden**

### **3.3.11.1 Senge**

Vom LAI-Bausteinekonzept wurden die Sengen ausgenommen. Unter „Sengen“ wird das Abbrennen aus der Warenoberfläche herausragender Einzelfasern bezeichnet. Das Sengen kann sowohl auf einer als auch auf beiden Seiten der textilen Fläche erfolgen. Über dem eigentlichen Sengbereich ist eine Absaugung vorhanden. In der Regel wird die Abluft zum Funkenlöschen und zur Flusenabscheidung über einen Nassfilter bzw. Wäscher (im allgemeinen nicht optimiert bzw. ausgelegt zur Abgasreinigung) geleitet. Das Sengen wird vor allem bei der Baumwollveredlung verwendet. Beim Sengen werden insbesondere organische Stoffe durch flüchtige Substanzen auf der textilen Ware, aufgrund der thermischen Zersetzung der textilen Fasern bzw. der Ausrüstungschemikalien sowie an unverbranntem Brennstoff (in der Regel Methan) freigesetzt. Aufgrund der unvollständigen Verbrennung des Heizgases sowie der thermischen Zersetzung von Cellulosefasern können Aldehyde entstehen (z.B. Formaldehyd, Acetaldehyd, beide Stoffe der Nr. 5.2.5 Klasse I). Staubförmige Emissionen fallen ebenfalls an (ca. 6 mg/m<sup>3</sup>). Allerdings sind bei der Reinigung der Ware vor oder nach dem Sengen höhere Staubkonzentrationen möglich. Beim Sengen von Baumwolle bzw. Mischgeweben bei

zu hohen Temperaturen können Geruchsprobleme auftreten. Außerdem können beim Sengen von Mischgeweben und synthetischen Fasern (technischen Textilien wie m-Aramid) auch schädliche Stoffe emittiert werden (z.B. aus Polyacrylnitril: Acrylnitril, Dimethylformamid, Cyanwasserstoff).

Die Emissionen hängen insbesondere von der Position des Brenners zum Textil, vom Gasdruck sowie von der Abgaserfassung (in Bezug auf die Verweilzeit des Abgases hinsichtlich der unvollständigen Verbrennung) ab.

Häufig werden nur an wenigen Betriebsstunden im Jahr Sengvorgänge durchgeführt. Es ist daher im Einzelfall zu prüfen, ob für den Betrieb der Sengen, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit, Auflagen zur Luftreinhaltung (z.B. Kaminhöhe nach Nr. 5.5 der TA Luft, einmalige und wiederkehrende Emissionsmessungen an Staub, Gesamt-C, Formaldehyd) erforderlich sind. Der Einsatz mit Tetrachlorethen vorgereinigter Textilien bzw. mit chlorhaltigen Färbebeschleunigern gefärbter Ware ist nicht zulässig. Zur Verringerung der Emissionen sollte die Senge mindestens jährlich gewartet und gereinigt werden.

Für die Senge wird von den Anlagenherstellern eine katalytische Abgasreinigungseinheit angeboten.

### **3.3.11.2 Flammkaschieren**

Unter Kaschieren versteht man generell das Herstellen von textilen Verbundstoffen durch Verkleben verschiedener Schichten. Beim Flammkaschieren erfolgt das Verkleben durch Erhitzen der zu verbindenden Schichten an der direkten Flamme. Die Abgase werden abgesaugt und ins Freie geleitet. Das LAI-Bausteinekonzept ist in der Regel in diesem Fall nicht anwendbar. Auflagen sind im Einzelfall festzulegen und können sich aus den Anforderungen der TA Luft (z.B. Nr. 5.5 Kaminhöhe, Nr. 5.2.5 Organische Stoffe, Nr. 5.2.4 Gasförmige anorganische Stoffe, Nr. 5.2.7 und Nr. 5.2.1 Staub) ergeben. Des Weiteren ist der Einsatz von mit Tetrachlorethen vorgereinigter Textilien bzw. mit chlorhaltigen Färbebeschleunigern gefärbter Ware nicht zulässig.

Bei der Flammkaschierung von Polyurethanschäumen, insbesondere flammgeschützte Polyurethanschäume, können Emissionen an Cyanwasserstoff, Acrylnitril, andere Nitrile, Isocyanate, Aldehyde, Halogenkohlenwasserstoffe sowie an Benzol und 1,2-Dichlorethan (aus Flammschutzmittel) auftreten.

Es wird angemerkt, dass derzeit sich Verfahren in der Entwicklung befinden (z.B. von der Fa. Cognis), die zum Ziel haben, das Flammkaschieren durch umweltfreundliche Verfahren (z.B. Einsatz von lösemittelarmen Klebstoffen) zu ersetzen.

### **3.3.11.3 Anlagen zum Beschichten und Bedrucken**

Unter Beschichten wird das ein- oder beidseitige Aufbringen von Streichmassen oder Folien auf Gewebe, Maschenware, Faservliese oder Garne mittels Streichmaschinen verstanden (4; siehe auch 31. BImSchV, Anhang II, Nr. 0.2). Das Beschichten verleiht Textilien neue Eigenschaften, z.B. als Kunstleder, Regenschutzbekleidung, Zeltstoffe, Buchbandstoffe, technische Artikel und hochwertige gewebte Teppichböden.

Anlagen zum Beschichten oder Bedrucken von Textilien oder Geweben werden von der 31. BImSchV ab einem Lösemittelverbrauch von 5 t/a erfasst (Nr. 10.1 des Anhangs I und Anhangs II). Die Anforderungen der 31. BImSchV gehen hierbei den unter den Nrn. 5.1 – 5.4 der TA Luft genannten Anforderungen vor (siehe Nr. 1, Abs. 4 der TA Luft).

Es gilt der Lösemittelbegriff der 31. BImSchV. Gemäß Nr. 25 des § 2 wird darunter eine flüchtige organische Verbindung verstanden, die, ohne sich chemisch zu verändern, allein oder in Kombination mit anderen Stoffen Rohstoffe, Produkte oder Abfallstoffe auflöst oder als Reinigungsmittel, Dispersionsmittel, Konservierungsmittel, Weichmacher oder als Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung verwendet wird. Eine flüchtige organische Verbindung nach Nr. 11 des § 2 der Verordnung ist eine organische Verbindung, die bei 293,15 K einen Dampfdruck von 0,01 kPa oder mehr hat oder unter den jeweiligen Verarbeitungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweist. Für die Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sind die Lösemittel zur Reinigung der Geräte und Aggregate zu berücksichtigen.

Unabhängig von den speziellen Anforderungen des § 4 der 31. BImSchV sind von den Anlagen die Allgemeinen Anforderungen des § 3 der 31. BImSchV einzuhalten, z.B.:

- Substitution sog. organischer CMR-Stoffen in kürzestmöglicher Zeit so weit wie möglich. Die Emissionen dieser Stoffe dürfen einen Massenstrom von 2,5 g/h oder im gefassten Abgas eine Emissionsmassenkonzentration von 1 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.
- Die Emissionen an organischen Stoffen mit R 40 bzw. Stoffen der Nr. 5.2.5 Klasse I der TA Luft dürfen einen Emissionsmassenstrom von 100 g/h oder im gefassten Abgas eine Emissionsmassenkonzentration von 20 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.



Nach § 3 der Verordnung sind die im Anhang III festgelegten Emissionsgrenzwerte für Anlagen zum Beschichten und Bedrucken von Textilien und Geweben (Nr. 10.1 des Anhangs I der 31. BImSchV) einzuhalten:

	Lösemittelverbrauch [t/a]		Bemerkungen
	> 5 – 15	> 15	
Emissionsgrenzwert für gefasste Abgase	100 <sup>1</sup> mg/m <sup>3</sup>	50 <sup>1</sup> mg/m <sup>3</sup> 20 <sup>1,2</sup> mg/m <sup>3</sup> 75 <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	1) Für Beschichten bzw. Bedrucken und Trocknen 2) Bei Anwendung von Abgasreinigungseinrichtungen mit thermischer Nachverbrennung 3) Gilt für Anlagen mit Wiederverwendung organischer Lösemittel
Grenzwert für diffuse Emissionen	15 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	4) % der eingesetzten Lösemittel

Alternativ kann für diese Anlagen hierzu ein Reduzierungsplan nach Anhang IV Abschnitt B oder ein Vereinfachter Nachweis nach Abschnitt C Nr. 5. verwendet werden. Im Fall des Vereinfachten Nachweises gelten die Zielemissionen nach Abschnitt B auch als eingehalten, soweit die Emissionsfaktoren

- a) für das Beschichten und das Bedrucken 0,8 g C/kg Textil und
- b) aus Verschleppung und Restgehalt der Präparationen 0,4 g C/kg Textil nicht überschreiten.

<b>Maximale akzeptierbare Emissionen:</b>	
<b>1,20 g C/kg Textil,</b>	
<b>davon:</b>	
	<b>Gesamtemissionen aus der Beschichtung und – sofern gleichzeitig durchgeführt – dem Bedrucken:</b> 0,80 g C/kg Textil
+	<b>Emissionen von Restpräparationen und aus Verschleppung, insgesamt:</b> 0,40 g C/kg Textil

Gemäß der Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft sind die dort genannten Anforderungen für organische Stoffe eine Konkretisierung und Ergänzung des Vereinfachten Nachweises. Für die Praxis bedeutet dies, dass sofern sich ein Betreiber einer Anlage zum Beschichten oder Bedrucken von Textilien oder Geweben der Nr. 10.1 des Anhangs I der Verordnung für den Vereinfachten Nachweis nach Abschnitt C Nr. 5 der 31. BImSchV entscheidet, er die für Textilveredlungsanlagen spezifischen Auflagen zu erfüllen hat („Bausteinekonzept“).

Für die anderen Anlagen der Nr. 10.1 des Anhangs I der 31. BImSchV sind die Anforderungen nach Anhang III oder der Reduzierungsplan nach Abschnitt B einzuhalten.

Im Übrigen wird darauf hingewiesen, dass Beschichtungsanlagen, die der 31. BImSchV unterliegen, mindestens jährlich eine Lösemittelbilanz nach Anhang V der Verordnung als Nachweis der maßgeblichen Anforderungen erstellen müssen. Auch wenn der Betreiber sich für den vereinfachten Nachweis nach Abschnitt C des Anhangs IV der 31. BImSchV entscheidet, ist eine Bilanzierung der Emissionen im Sinne des Substanzemissionsfaktorenkonzeptes (siehe Nr. 3.3.3) vorzunehmen.

Für Beschichtungsanlagen, die nicht der 31. BImSchV unterliegen, sind die Anforderungen unter Nr. 5.4.10.23.1 der TA Luft ebenfalls maßgeblich. In begründeten Ausnahmefällen, wie bei Beschichtungen und technischen Textilien, kann der Bezug auf ein Luft-Warenverhältnis von  $20 \text{ m}^3/\text{kg}$  entfallen und somit die Nr. 5.2.5 der TA Luft für organische Stoffe sowie auch die Nummern der TA Luft für andere Stoffe unverändert angewendet werden. Unabhängig vom Flächengewicht der textilen Ware wird häufig die gleiche Menge an Beschichtungsmasse aufgetragen, was bei Anwendung eines warenbezogenen Emissionsfaktors dazu führt, dass der Emissionsfaktor bei schwerem Gewebe eingehalten und bei leichtem Gewebe nicht eingehalten wird, obwohl die tatsächlichen Emissionen die gleichen sind. Darüber hinaus werden bei der Berechnung des warenbezogenen Emissionsfaktors mittels der Substanzemissionsfaktoren häufig höhere Emissionen prognostiziert als tatsächlich wegen Schichtbildungseffekten („Hautbildung an der Oberfläche“) messtechnisch ermittelt wird.

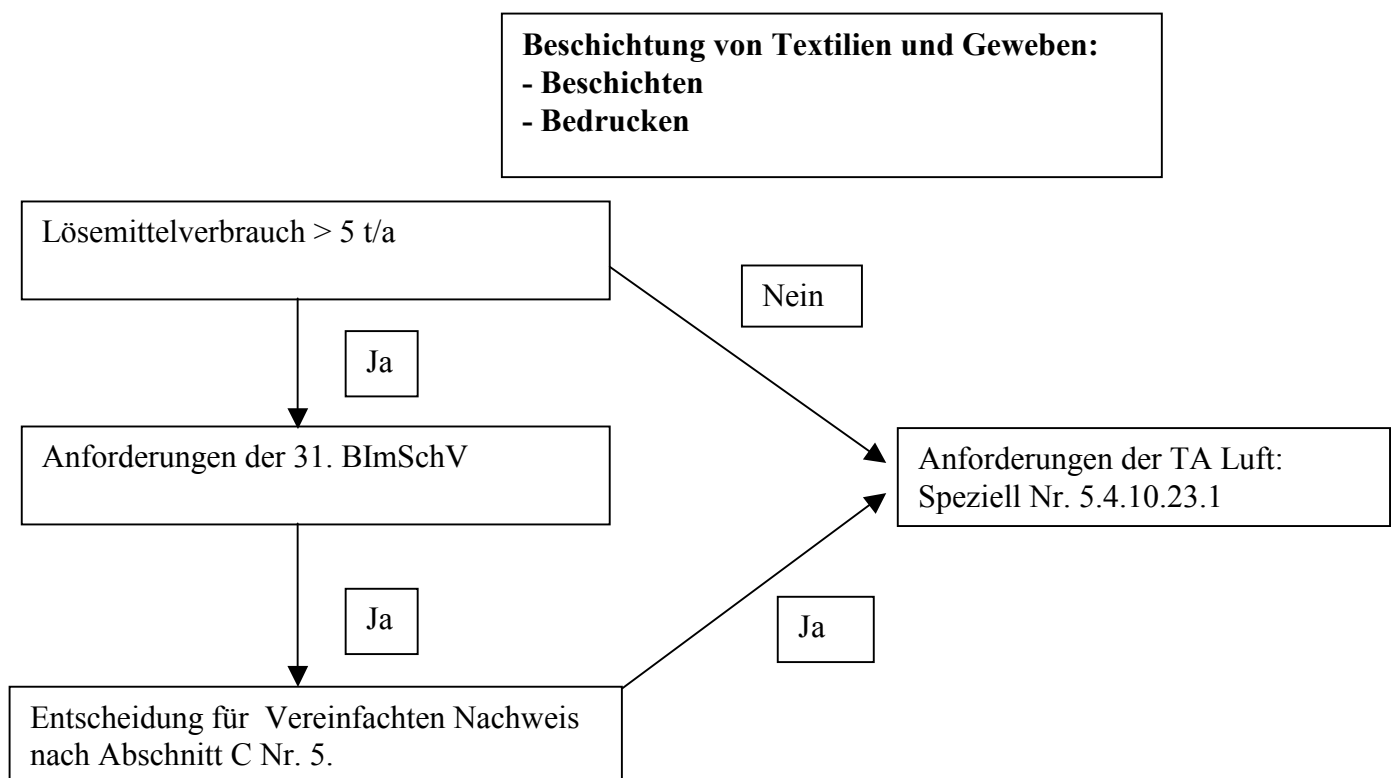
Andererseits ist dann zu beachten:

- Eine Berücksichtigung eines zusätzlichen Emissionsbeitrages aus Restpräparationen bzw. Verschleppungsprozessen ist nicht zulässig
- In dem Emissionswert von  $50 \text{ mg C}/\text{m}^3$  für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 sind die Responsefaktoren nicht berücksichtigt; bei der Emissionsmessung ist Abs. 2 der Nr. 5.3.2.3 der TA Luft zu beachten (Berücksichtigung des Responsefaktors)
- Es dürfen maximal  $50 \text{ mg C}/\text{m}^3$  für organische Stoffe der Nr. 5.2.5 der TA Luft als Emissi-

onsmassenkonzentration emittiert werden (auch bei gleichzeitiger Durchführung verschiedener Verfahrensprozesse)

- Innerhalb des Emissionswertes von  $50 \text{ mg C/m}^3$  für die Summe der organischen Stoffe sind die Anforderungen für Stoffe der Nr. 5.2.5 Klassen II und I zu berücksichtigen
- Kontinuierliche Emissionsmessungen gemäß Nr. 5.3.3 der TA Luft können ggf. erforderlich werden

### Übersicht Anwendung der 31. BImSchV bei Anlagen zur Beschichtung und Bedrucken von Textilien und Geweben (Anlagen der Nr. 10.1 des Anhangs I der 31. BImSchV)



## **Exkurs: Bedrucken von Textilien und Geweben**

Zum Bedrucken von Textilien werden der Rouleauxdruck (Tiefdruckverfahren), der Flachsablendruck (Filmdruck, Siebdruck) und der Rotationsschablonendruck eingesetzt. In der Drucknachbehandlung werden die Arbeitsschritte Trocknen, Fixieren des Farbstoffes (Dämpfen) und Waschen durchgeführt (4).

### Übersicht des Druckverfahrens

- Drucken
- Trocknen
- Dampf- und /oder Heißluftfixieren
- Waschen (entfällt bei Pigmentdruck)
- Trocknen (entfällt bei Pigmentdruck)
- Beim Pigmentdruck: Nach dem Drucken erfolgt eine Heißluftbehandlung (Fixierung). Das bedruckte Gewebe wird direkt, d.h. ohne zu Waschen der Ausrüstung zugeführt (häufig auch einstufiger Kombiprozess Druck- und Ausrüstungsfixierung)

### Genehmigungsbedürftigkeit des Druckens

Anlagen zum Drucken von Textilien oder Geweben sind immissionsschutzrechtlich nach Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV genehmigungsbedürftig, wenn:

- a) der Verbrauch an organischen Lösungsmitteln von 150 kg oder mehr je Stunde oder von 200 Tonnen oder mehr je Jahr beträgt: Nr. 5.1 Spalte 1 des Anhangs der 4. BImSchV.  
Anmerkung: Unter Lösungsmittel werden hierbei Stoffe verstanden, die ohne sich chemisch zu verändern andere Stoffe auflösen. Die Ermittlung des Lösemittelverbrauchs ist dabei unabhängig von dem Dampfdruck des Lösemittels.
- b) beim Bedrucken von bahnen- oder tafelförmigen Materialien mit Rotationsdruckmaschinen die Farben oder Lacke
  - organische Lösungsmittel mit einem Anteil von mehr als 50 Gew.% an Ethanol enthalten und in der Anlage insgesamt 50 kg bis weniger als 150 kg je Stunde oder 30 Tonnen bis weniger als 200 Tonnen je Jahr an organischen Lösungsmitteln verbraucht werden oder
  - sonstige organische Lösungsmittel enthalten und in der Anlage insgesamt 25 kg bis weniger als 150 kg organische Lösungsmittel je Stunde oder 15 Tonnen bis weniger als 200 Tonnen je Jahr an organischen Lösungsmitteln verbraucht werden,
 ausgenommen Anlagen, soweit die Farben oder Lacke ausschließlich hochsiedende Öle (mit einem Dampfdruck von weniger als 0,01 kPa bei einer Temperatur von 293,15 K) als organische Lösungsmittel enthalten.

### Emissionen beim Textildruck

Verfahren	Emissionen org. Stoffe [g C/kg Textil]	Geruch [GE/kg Textil]	Emissionen sonstiger Stoffe [g/kg Textil]	Emissionen Formaldehyd [g/kg Textil]
<b>Dispersionsdruck</b>				
Trocknen	1,34	1.700		-
HT-Dampf-Fixierung	0,01	3.500		-
<b>Pigmentdruck</b>				
Druckmansarde	0,16	3.500	0,71 NH <sub>3</sub>	0,02
Druckkondensation	0,12	2.000	0,36 NH <sub>3</sub>	0,03
<b>Küpen-2-Phasen Druck</b>	0,55	5.700		-
Fixierung	1,28	17.000		-
<b>Küpen-Ätzdruck</b>	0,28	4.600	< 0,01 SO <sub>2</sub>	0,36
<b>Trocknung</b>				
Dämpfen	0,97	-		-

Aus Forschungsbericht der Fa. EnviroTex Leitfaden für ein Umwelt-Qualitätsmanagement in der Textilveredlungsindustrie, 1998

### Anforderungen an den Textildruck

Grundsätzlich ist für den jeweiligen Fall zu prüfen, ob das Drucken der Nr. 10.1 des Anhangs II der 31. BImSchV unterliegt. Wird die Lösemittelverbrauchsschwelle von 5 t/a überschritten, so hat die Anlage die Anforderungen der 31. BImSchV einzuhalten; siehe hierzu die Ausführungen unter Beschichten.

Im Allgemeinen sind die Textildruckverfahren aufgrund des Lösemittelverbrauchs nicht genehmigungsbedürftig. Bei dem „reinen“ Druckverfahren (d.h. ohne gleichzeitige Durchführung genehmigungsbedürftiger Textilveredlungsprozesse, z.B. Thermofixieren, Appretieren) handelt es sich nicht um eine Nebeneinrichtung der genehmigungsbedürftigen Textilveredlungsanlage. Für den Teil der genehmigungsbedürftigen Textilveredlungsanlage sollte gefordert werden, dass vor der Ausrüstung/Veredlung eine intensive Wäsche des bedruckten Textils erfolgen soll (Ausnahme: Pigmentdruck), damit der Emissionsbeitrag durch den vorgeschalteten Druckprozess minimiert wird. Grundsätzlich ist jedoch eine Verschleppung der Druckhilfsmittel in den Textilveredlungsprozess möglich. In diesem Fall sollte der Druckprozess analysiert und die Druckrezeptur optimiert werden (Substitution der emissionsrelevanten Komponenten).

Aufgrund der o.g. dargestellten Emissionsrelevanz sollten in Abhängigkeit vom Einzelfall, auch für Anlagen zum Textildruck, die nicht unter die 31. BImSchV fallen, Anforderungen zur Luftreinhaltung im Sinne der TA Luft, Kap. 5, gestellt werden; ggf. kann das Emissionsfaktorenkonzept angewendet werden.

### Pigmentdruck

Der früher übliche Benzinpigmentdruck entspricht nicht mehr dem Stand der Technik und sollte nicht mehr angewendet werden. In dem BREF Textilindustrie wird als Beste Verfügbare Techniken aufgeführt:

- Einsatz von lösemittelfreien oder emissionsarmen Verdickern mit niedrigem Gehalt an flüchtigen organischen Stoffen
- Einsatz von formaldehydfreien Bindern
- Einsatz von Druckpasten mit reduziertem Ammoniakgehalt
- Einsatz von APEO-freien Druckpasten mit hohem Grad an Bioeliminierbarkeit

Mit heute verfügbaren emissionsoptimierten Druckpasten kann somit der Emissionsbeitrag, der in die Textilveredlung verschleppt wird, reduziert werden auf:

- Organische Stoffe: < 0,4 g C/kg Textil
- Formaldehyd: < 0,4 g/kg Textil
- Ammoniak: < 0,6 g/kg Textil.

In der nachstehenden Tabelle wird ein Beispiel für den emissionsarmen Pigmentdruck gegeben:

	Rezeptur I [g C/kgTextil]	Rezeptur II [ g C/kg Textil]	Rezeptur III [g C/kg Textil]
Trocknen	2,33	0,46	0,30
Fixierung	0,04	0,73	0,06
<b>Summe</b>	<b>2,37</b>	<b>1,19</b>	<b>0,36</b>

Bei einstufiger Durchführung von Druckfixierung und Ausrüstung kann, wenn die Emissionsbegrenzung für die Ausrüstung nicht eingehalten werden kann und eine weitere Optimierung nicht möglich ist, ein Zusatzbeitrag von 0,40 g C/kg Textil aus dem Pigmentdruck zugelassen werden.

#### **3.3.11.4 Bleichen**

Nach dem BREF Textilindustrie ist die Beste Verfügbare Technik beim Bleichen die Verwendung von Wasserstoffperoxid als bevorzugtes Bleichmittel (Kap. 4.5.6 des BREF) in Verbindung mit Techniken zur Minimierung von Wasserstoffperoxidstabilisatoren oder bioabbaubaren/bioeliminierbaren Komplexbildnern (Kap. 4.3.4 des BREF).

Sofern die Bleiche mit Wasserstoffperoxid nicht durchgeführt werden kann, sind bei der Verwen-

dung von Chlorit folgende Emissionswerte einzuhalten:

Chlor:

Emissionsmassenkonzentration von  $3 \text{ mg/m}^3$

oder

Emissionsmassenstrom (bezogen auf die gesamte Anlage) von  $15 \text{ g/h}$

Gasförmige anorganische Chlorverbindungen (außer Chlor):

Emissionsmassenkonzentration von  $30 \text{ mg/m}^3$

oder

Emissionsmassenstrom (bezogen auf die gesamte Anlage) von  $0,15 \text{ kg/h}$

#### **3.3.11.4 Färben**

Beim Trocknen und Fixieren nach dem Färben können grundsätzlich organische Verbindungen emittiert werden. Nach dem Färbeprozess sollte das Textil daher gründlich gewaschen werden, damit bei den anschließenden Trocknungs- und Veredelungsprozessen keine relevanten Emissionen auftreten (Vermeidung von „verschleppten Emissionen“). Im Übrigen sind im Regelfall die Emissionen beim Färben bzw. dem nachgeschalteten Trocknen aufgrund des geringen Dampfdruckes der eingesetzten Hilfsmittel und der verhältnismäßig niedrigen Trocknungstemperaturen eher von geringer Relevanz. Dies gilt aber nicht für besondere Verfahren, wie den Thermosolprozess – bei diesem Färbeprozess soll das Emissionsfaktorenkonzept angewendet werden – sowie das Trocknen carriergefärbter Textilien. Für die beiden zuletzt genannten Prozesse wird auf die Ausführungen zum Emissionsfaktorenkonzept verwiesen.

Wie aus den verschiedenen Emissionsberichten und dem Forschungsbericht der Fa. EnviroTex "Geruchsintensive Inhaltsstoffe von Textilhilfsmitteln und deren Verschleppung" hervorgeht, sind Verschleppungen von Färbehilfsmitteln, z.B. Phthalate, zum Veredelungsprozess möglich und Verursacher von erheblichen Gerüchen bei der thermischen Behandlung. In solchen Fällen muss zusätzlich zum Veredelungsprozess auch der vorgeschaltete Färbeprozess analysiert und die emissionsverursachenden Färbehilfsmittel substituiert werden. Problematisch ist insbesondere die Carrierfärbung; es wird diesbezüglich auf das Kap. 3.3.5.4 verwiesen.

#### **4. Bodenschutz**

Entsprechend Nr. 4.5.1 der TA Luft ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich der Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen sichergestellt, soweit

- a) die nach Nr. 4.7 ermittelte Gesamtbelastung an keinem Beurteilungspunkt die in Tabelle 6 bezeichneten Immissionswerte überschreitet und
- b) keine hinreichenden Anhaltspunkte dafür bestehen, dass an einem Beurteilungspunkt die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte nach Anhang 2 der Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BBodSchV) aufgrund von Luftverunreinigungen überschritten sind.

Die in der Tabelle 6 des Kap. 4.5.1 der TA Luft genannten Stoffe sind in der Regel in den verwendeten Ausgangsstoffen weder in relevanten Mengen enthalten noch können sie reaktionsbedingt entstehen. Hinreichende Anhaltspunkte, dass die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte des Anhang 2 der BBodSchV (z.B. für Arsen, DDT, Phenole, Benzol, Mineralölkohlenwasserstoffe) aufgrund von Luftverunreinigungen überschritten sind, dürften im Regelfall nicht gegeben sein. Im Einzelfall kann bei relevantem Einsatz von unter a) und b) genannten Stoffen eine weitergehende Prüfung bezüglich des Schutzes vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe erforderlich sein.

#### **5. Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen**

In Textilveredlungsanlagen der Nr. 10.23 des Anhangs der 4. BImSchV mit chemischen und thermischen Prozessen können neben den alltäglichen Abfallarten (z.B. Verpackungen, verbrauchte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle, Aufsaug- und Filtermaterialien) auch textilspezifische Abfallarten anfallen.

Es ist hierbei zu beachten, dass die hierzu zusammengetragenen Angaben bezüglich Abfällen und Abwässern nicht umfassend vollständig sein können, und dass andererseits nicht in jedem Betrieb alle Abfallarten auftreten werden.



## 5.1 Spezifische Abfallarten in Textilveredlungsanlagen

Textilspezifische Abfallarten können prinzipiell in nachfolgende Gruppen eingeteilt werden:

### A) Textile Abfälle:

Textilreste fallen u.a. als nicht mehr verwendbare Vorläufer, Kantenschnitte und Enden an, Abfälle von Rauhen und Scheren, aber auch als Ausschussware und Versuchsprodukte.

Sortenrein anfallende textile Abfälle sind in der Regel wiederzuverwerten. Exemplarisch können hier einige Möglichkeiten der stofflichen Verwertung genannt werden:

- Verwendung als Putzlappen,
- Weiterverarbeitung zu Textilien minderer Qualität, Teppichen, etc.,
- Verarbeitung zu Formteilen für Lärmschutzeinrichtungen, zu Geotextilien oder zu Wärmedämmmaterialien,
- sortenreine Kunstfasern können evtl. durch Einschmelzen zur Neuproduktion von Fasern niederer Qualität genutzt oder auch einem anderen Kunststoffrecycling zugeführt werden.

Mischtextilien können auch durch ihr unterschiedliches chemisches Verhalten, z.B. ihre unterschiedliche Löslichkeit in Säuren oder Lösemitteln, in ihre ursprünglichen Komponenten getrennt und dann verschiedenen Recyclingwegen zugeordnet werden.

Die energetische/thermische Verwertung stellt neben der Nutzung der stofflichen Eigenschaften eine denkbare Verwertungsart für Textilien dar. Gerade für Reste von Verbundstoffen aus verschiedenen Textilien und anderen Materialien (z.B. Schaumstoff) kann es problematisch sein, einen stofflichen Verwertungsweg zu finden.

Wenn die Textilabfälle vor Ort energetisch verwertet werden, können sie einen Beitrag zur Energieversorgung der jeweiligen Prozesse leisten. Aber auch der Einsatz als Zusatzbrennstoff z.B. für die Zementindustrie ist zu prüfen.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen textilen Abfallarten und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

Abfall-Schlüssel	-Bezeichnung	-Gruppe
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung<sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
04 02 21	Abfälle aus unbehandelten Textilfasern	04 02 - Abfälle aus der Textilindustrie
04 02 22	Abfälle aus verarbeiteten Textilfasern	
04 02 09	Abfälle aus Verbundmaterialien (imprägnierte Textilien, Elastomer, Plastomer)	
04 02 10	Organische Stoffe aus Naturstoffen (z.B. Fette, Wachse)	
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung) vom 10. 12.2001</small>		

### B) Restansätze wie Restfarbklotzflotten, Restausrüstungsklotzflotten und Restdruckpasten:

Hochbelastete Restansätze von Veredlungsflotten, wie Restausrüstungsflotten, Restfarbklotzflotten und Restdruckpasten werden entweder mit dem Abwasser abgeleitet oder als Abfall entsorgt. Bisher wurden sie in der Regel durch Einleiten in eine öffentliche Sammelkanalisation oder eine betriebliche Kläranlage entsorgt. Dafür ist eine Indirekteinleitergenehmigung bzw. eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Von der Wasserrechtsbehörde (und dem amtlichen Sachverständigen) wird nach den Vorgaben des Anhangs 38 der Abwasserverordnung anhand eines Abwasserkatasters unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Einzelfalls geprüft, ob die nach dem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Verminderung der Schadstofffracht im Abwasser (Minimierung, Rückhaltung, Wiederverwendung oder gezielte Behandlung der Restansätze) umgesetzt sind. Diese können auch die Entsorgung entsprechender Restansätze über den Abfallpfad beinhalten, z.B. durch energetische/thermische Verwertung. Dieser Entsorgungsweg unterliegt den abfallrechtlichen Bestimmungen und wird daher in der wasserrechtlichen Gestattung nicht geregelt. Fachliche Hinweise zur Umsetzung der wasserrechtlichen Anforderungen gibt das Merkblatt 4.5/2-38 des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft ([www.lfw.bayern.de](http://www.lfw.bayern.de)).

Eine gezielte Behandlung von hochbelasteten Restansätzen kann je nach Zusammensetzung durch betriebliche Maßnahmen (z.B. Fällung/Flockung, Nassoxydation, anaerobe biologische Behandlung) oder durch Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage erfolgen. In letzterem Fall kann eine Zuleitung über die Sammelkanalisation erfolgen, wenn für die Restansätze eine ausreichende Eliminierung der Schadstoffe auch nach Vermischen mit dem übrigen Kommunalabwasser zu erwarten ist (z.B. bei bestimmten Entschlichtungs- und Restausrüstungsklotzflotten). Für andere Ansätze kann der Transport zur Kläranlage per LKW und die gezielte Zugabe in den Faulbehälter zur anaeroben Behandlung ein geeigneter Entsorgungsweg sein (z.B. für bestimmte Restdruckpasten). Der während des Transports zunächst gegebene Abfallstatus erlischt in diesem Fall gem. § 2 Nr. 6 KrW-/AbfG,

sobald die Restansätze in eine Abwasseranlage eingeleitet werden. Für manche Restansätze bleibt jedoch wegen der geringen Anfallsmengen bzw. der durch gängige Abwasserbehandlungsverfahren nicht ausreichend eliminierbaren Inhaltsstoffe im Regelfall nur die vollständige Entsorgung als Abfall (z.B. bei schwer abbaubaren Restausrüstungsklotzflotten oder Resten von Beschichtungsmassen). Der aus wasserwirtschaftlicher Sicht im Einzelfall optimale Entsorgungsweg ist im Rahmen der o.g. wasserrechtlichen Prüfung nach den Vorgaben des Anhangs 38 der Abwasserverordnung zu ermitteln. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Umweltbelastungen nicht entgegen dem Stand der Technik in andere Umweltmedien verlagert werden dürfen (§ 3 Abwasserverordnung).

Werden Restansätze als Abfall entsorgt bzw. transportiert, so ist zu beachten, dass darunter besonders überwachungsbedürftige Abfälle sein können, z.B.:

- Restdruckpasten aus dem Benzindruck (wird im Regelfall nicht mehr durchgeführt)
- Restausrüstungsflotten aus der Flammschutzausrüstung
- Restausrüstungsflotten aus der Antimikrobiell-Ausrüstung
- Restausrüstungsflotten aus dem Aufbringen von Fraßschutzmitteln oder zur Lagerkonservierung
- Restflotten vom Beschichten und Kaschieren zur Eliminierung von CSB/TOC
- Restflotten aus der Rückenbeschichtung von Textilien und anderen Flächengebilden zur Eliminierung von CSB/TOC

Das Abfallaufkommen kann minimiert werden, wenn die Restansätze einer ordnungsgemäßen Abwasserbehandlung zugeführt werden können. Dafür ist die gezielte Auswahl von ausreichend eliminierbaren Einsatzstoffen für die entsprechenden Veredlungsflotten eine wesentliche Voraussetzung. Auch die Wiederverwendung von Restansätzen trägt zur Abfallminimierung bei. Sie ist allerdings grundsätzlich nur bei chemisch stabilen, lagerfähigen Stoffen möglich.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen Arten von Restansätzen und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung <sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
04 02 14 <sup>*(3)</sup>	Abfälle aus dem Finish, die organische Lösemittel enthalten <b>(Restausrüstungsklotzflotten)</b>	04 02 - Abfälle aus der Textilindustrie
04 02 15 <sup>(3)</sup>	Abfälle aus dem Finish mit Ausnahme derjenigen, die unter 04 02 14 fallen <b>(Restausrüstungsklotzflotten)</b>	
04 02 16 <sup>*(3)</sup>	Farbstoffe und Pigmente, die gefährliche Stoffe enthalten <b>(Restfarbklotzflotten)</b>	
04 02 17 <sup>(2) (3)</sup>	Farbstoffe und Pigmente mit Ausnahme derjenigen, die unter 04 02 16 fallen <b>(Restfarbklotzflotten)</b>	
08 03 08 <sup>(2)</sup>	Wässrige flüssige Abfälle, die Druckfarben enthalten <b>(Restdruckpasten)</b>	08 03 - Abfälle aus HZVA von Druckfarben
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis ( AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung ) vom 10. 12.2001  (2) Einstufung als überwachungsbedürftiger Abfall zur Verwertung gemäß Verordnung zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung (Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung – BestüVAbfV) vom 10.09.1996, geändert am 10.12.2001  (3) Für Abfallarten, für die sog. Spiegeleinträge vorliegen, wird als Hilfestellung für die Zuordnung vom Abfalltechnikausschuss der LAGA eine „Handlungshilfe für die „Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ erarbeitet – der derzeitige Entwurfsstand datiert vom 04.12.2001. Dieser wurde in Bayern mit UMS vom 25.07.2002 zur Anwendung empfohlen; in Baden-Württemberg wurden auf der Grundlage des Entwurfes die „Vorläufigen Vollzugshinweise“ vom 28.10.2002 (Reihe Abfallheft 69) veröffentlicht.</small>		

### C) Rückstände aus der Abwasserbehandlung:

Bei chemisch- physikalischen Abwasserbehandlungsverfahren, die Schadstoffe nicht abbauen, sondern aus dem Abwasser eliminieren, fallen schadstoffhaltige Rückstände an, die als Abfall entsorgt werden müssen (z.B. Schlämme aus der Flockung/Fällung, Retentate aus dem Einsatz von Membranverfahren). Rückstände fallen auch bei mechanischen Behandlungseinrichtungen an (Schlämme aus Absetzbecken, Fasermaterial aus Flusenfilter u.ä.), sowie bei der biologischen Behandlung (Klärschlämme). Ist eine entsprechende betriebliche Abwasserbehandlung vorhanden, können die dort anfallenden Rückstände einen wesentlichen Teil der anfallenden betrieblichen Abfälle ausmachen.

Sie sind in der Regel überwachungsbedürftig, es kann aber je nach Gefährlichkeit der Inhaltsstoffe auch die Einstufung als besonders überwachungsbedürftig erforderlich sein.

Die im Betrieb anfallenden Rückstände werden meist deponiert, allerdings wird dies ab dem Jahr 2005 aufgrund der Zuordnungswerte der Ablagerungsverordnung (AbfAbIV) nicht mehr möglich sein.

Klärschlamm mit textilspezifischen Rückständen sollten aus Vorsorgegründen nicht in die landwirtschaftliche Verwertung gelangen. Die Verbrennung der Rückstände nach dem Stand der Technik (z.B. in einer Sonderabfallverbrennungsanlage) führt zu deren vollständiger Mineralisierung und vermeidet so den Eintrag problematischer organischer Stoffe in andere Medien.

Für bestimmte Rückstände können sich Recyclingwege wie die Verwendung bei der Ziegelherstellung ergeben.

Die zu entsorgende Abfallmenge kann durch ausreichende Entwässerung bzw. den Einsatz von Selektivflockungsmitteln, die eine geringe Zudosierung erlauben, verringert werden.

Das Vorschalten eines Feinfilters kann den Schwebstoffanteil, meist Textilfasern, abtrennen. Diese können dann einer getrennten (meist einfacheren) Entsorgung zugeführt werden.

Generell führt die Wiederverwendung von hochbelasteten Restansätzen und die Auswahl von schadstoffarmen Einsatzstoffen auch hier zu einer Vermeidung von schädlichen Abfällen.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen Abfallarten und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung <sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
04 02 19 <sup>*(3)</sup>	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	04 02 - Abfälle aus der Textilindustrie
04 02 20 <sup>(3)</sup>	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 04 02 19 fallen	
07 03 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	07 03 – Abfälle aus HZVA von organischen Farbstoffen und Pigmenten (außer 06 11)
19 08 01 <sup>(2)</sup>	Sieb- und Rechenrückstände	19 08 - Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a.n.g.
19 08 09 <sup>(3)</sup>	Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern, die ausschließlich Speiseöle und -fette enthalten	
19 08 10 <sup>*(3)</sup>	Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 09 fallen	
19 08 11 <sup>*(3)</sup>	Schlämme aus der biologischen Behandlung von industriellem Abwasser, die gefährliche Stoffe enthalten	
19 08 12 <sup>(2)(3)</sup>	Schlämme aus der biologischen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 11 fallen	
19 08 13 <sup>(3)</sup>	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	
19 08 14 <sup>(2)(3)</sup>	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	
<p>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis ( AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung ) vom 10. 12.2001</p> <p>(2) Einstufung als überwachungsbedürftiger Abfall zur Verwertung gemäß Verordnung zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung (Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung – BestüVAbfV) vom 10.09.1996, geändert am 10.12.2001</p> <p>(3) Für Abfallarten, für die sog. Spiegeleinträge vorliegen, wird als Hilfestellung für die Zuordnung vom Abfalltechnikausschuss der LAGA eine „Handlungshilfe für die „Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ erarbeitet – der derzeitige Entwurfsstand datiert vom 04.12.2001. Dieser wurde in Bayern mit UMS vom 25.07.2002 zur Anwendung empfohlen; in Baden-Württemberg wurden auf der Grundlage des Entwurfes die „Vorläufigen Vollzugshinweise“ vom 28.10.2002 (Reihe Abfallheft 69) veröffentlicht.</p>		

### D) Ölhaltige Abfälle:

Aus der Abluft am Spannrahmen und bei der Wärmerückgewinnung (mit Ölabscheider) fallen ölhaltige Kondensate an. Die Ölanteile auf den Fasern z.B. aus der Anwendung von Präparationsmitteln (Ölen) werden in den Trocknern z.T. ausgetrieben und gelangen so in die Abluft.

Bei der Abluftwäsche wird das Rohgas (z.B. Spannrahmen-Abluft) in intensiven Kontakt mit Waschflüssigkeit (z.B. Wasser mit Additiven wie Säuren, Alkalien oder Oxidationsmitteln) gebracht.

Diese ölhaltigen Kondensate und die schadstoffbelasteten Waschflüssigkeiten können mit Öl/Wasserabscheidern oder anderen Techniken getrennt und aufbereitet werden.

Es handelt sich bei der ölhaltigen Phase um einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall, der aus Ölen, Fetten, Paraffinkohlenwasserstoffen und den Crackprodukten aus den thermischen Prozessen besteht. Die wässrigen Emulsionen können dagegen i.d.R. mit dem Abwasser ausgeleitet werden.

Die ölhaltigen Abfälle, die bis zu 50 % organische Substanzen enthalten können, sind im allgemeinen als besonders überwachungsbedürftige Abfälle zu beseitigen, meist ist der Heizwert geringer als 11.000 kJ/kg. Verwertungswege sind zu prüfen, die Vorgaben der Altölverordnung sind hierbei einzuhalten.

Ein immer mehr genutztes Vermeidungspotential liegt im Einsatz neuer Chemikalien, z.B. thermostabiler Substanzen, zur Präparation der Fasern vor der Verarbeitung zu Flächen und auch im Einsatz der Rohware von Herstellern, die schadstoffarme, ölfreie Hilfsmittel verwenden.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen ölhaltigen Abfallarten und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung <sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
13 05 06*	Öle aus Öl-/ Wasserabscheidern	13 05 – Inhalte von Öl-/ Wasserabscheidern
13 08 02	andere Emulsionen (mit Wasser)	13 08 - Ölabfälle a.n.g.
13 08 99*	Abfälle a. n. g. (z.B.: Ölkondensat aus der Abluftreinigung)	
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis ( AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung ) vom 10. 12.2001</small>		

### E) Textilhilfsmittel, Klebstoff- und dichtmassenhaltige Abfälle / Fehlchargen:

Als Textilhilfsmittel eingesetzte Beschichtungs- und Kaschierstoffe, Kleber und Lacke wie natürliche oder synthetische Polymere, viskose Polymerlösungen oder –dispersionen, Schmelzen sowie thermoplastische Schäume können als Abfall auftreten.

Restbestände, Fehlchargen und unbrauchbare Anteile der genannten Stoffe sind einem Verwertungsweg zuzuführen oder zu beseitigen. Im Prozess eingesetzte Anteile dieser Materialien stellen Komponenten der Restansätze dar (siehe Pkt. B).

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen Abfallarten und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung <sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
08 01 11 <sup>*(3)</sup>	Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	08 01 - Abfälle aus HZVA und Entfernung von Farben und Lacken
08 01 12 <sup>(3)</sup>	Farb- und Lackabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 01 11 fallen	
08 04 09 <sup>*(3)</sup>	Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	08 04 - Abfälle aus HZVA von Klebstoffen und Dichtmassen (ein- schließlich wasserab- weisende Materialien)
08 04 10 <sup>(3)</sup>	Klebstoff- und Dichtmassenabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 04 09 fallen	
08 04 11 <sup>*(3)</sup>	Klebstoff- und dichtmassenhaltige Schlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	
08 04 12 <sup>(3)</sup>	Klebstoff- und dichtmassenhaltige Schlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 04 11 fallen	
16 03 03 <sup>*(3)</sup>	anorganische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	16 03 - Fehlchargen und ungebrauchte Erzeugnisse
16 03 04 <sup>(3)</sup>	anorganische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 03 fallen	
16 03 05 <sup>*(3)</sup>	organische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	
16 03 06 <sup>(3)</sup>	organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen	
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis ( AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung ) vom 10. 12.2001  (3) Für Abfallarten, für die sog. Spiegeleinträge vorliegen, wird als Hilfestellung für die Zuordnung vom Abfalltechnikausschuss der LAGA eine „Handlungshilfe für die „Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ erarbeitet – der derzeitige Entwurfsstand datiert vom 04.12.2001. Dieser wurde in Bayern mit UMS vom 25.07.2002 zur Anwendung empfohlen; in Baden-Württemberg wurden auf der Grundlage des Entwurfes die „Vorläufigen Vollzugshinweise“ vom 28.10.2002 (Reihe Abfallheft 69) veröffentlicht.</small>		

### F) Gebrauchte Chemikalienreste:

Chemikalienabfälle können z.B. aus Bemusterungen oder als Altprodukte anfallen sowie bei Reinigungsarbeiten und beim Chargenwechsel auftreten.

Als Abfall anfallende Chemikalienreste sind entsprechend den Angaben in den Stoffdatenblättern einzustufen. Im Prozess eingesetzte Anteile der Chemikalien stellen Komponenten der Restansätze dar (siehe Pkt. B).

Das Verarbeiten von großen Chargen, sowie der Einsatz effektiver Dosiergeräte kann das Abfallaufkommen an Chemikalienresten erheblich verringern.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl an möglichen Abfallarten und deren Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:

<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung <sup>(1)</sup></b>		
<small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
16 05 07 <sup>(3)</sup>	gebrauchte anorganische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten	16 05 - Gase in Druckbehältern und gebrauchte Chemikalien
16 05 08 <sup>(3)</sup>	gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten	
16 05 09 <sup>(3)</sup>	gebrauchte Chemikalien mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 05 06, 16 05 07 oder 16 05 08 fallen	
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis ( AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung ) vom 10. 12.2001            (3) Für Abfallarten, für die sog. Spiegeleinträge vorliegen, wird als Hilfestellung für die Zuordnung vom Abfalltechnikausschuss der LAGA eine „Handlungshilfe für die „Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ erarbeitet – der derzeitige Entwurfsstand datiert vom 04.12.2001. Dieser wurde in Bayern mit UMS vom 25.07.2002 zur Anwendung empfohlen; in Baden-Württemberg wurden auf der Grundlage des Entwurfes die „Vorläufigen Vollzugshinweise“ vom 28.10.2002 (Reihe Abfallheft 69) veröffentlicht.</small>		

#### G) Kontaminiertes Verpackungsmaterial:

Kontaminiertes Verpackungsmaterial kann hauptsächlich durch Anlieferung der Hilfsmittel und Chemikalien anfallen.

Diese Gebinde und Emballagen sind, soweit sie nicht vollständig entleert oder gesäubert werden können, als Verpackungsmaterial mit schädlichen Restanhaftungen, entsprechend den ursprünglichen Inhalten als besonders überwachungsbedürftige Abfälle der Entsorgung zuzuführen. Hierzu sind sie möglichst sortenrein zu erfassen

Möglichkeiten der Vermeidung sind: Mehrwegsysteme einsetzen, auf Mengenminderung achten, umweltfreundliche Materialien verwenden oder Materialmix vermeiden.

Die folgende Tabelle zeigt eine Möglichkeit der Einstufung nach AVV bzw. BestüVAbfV:



<b>Abfall-Schlüssel</b>	<b>-Bezeichnung</b>	<b>-Gruppe</b>
<b>nach AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung<sup>(1)</sup></b> <small>(Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallschlüssel kennzeichnen einen besonders überwachungsbedürftigen Abfall)</small>		
15 01 10*	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	15 01 - Verpackungen
<small>(1) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV – Abfallverzeichnis-Verordnung) vom 10. 12.2001</small>		

## 5.2 Textilunspezifische Abfälle

Ferner können noch Abfälle anfallen, die nicht spezifisch für die Textilveredlungsindustrie sind, wie z.B.: Glasabfälle, Papier, Kartons, Holz, Schrott (Rohre, Maschinen, etc.), Elektrokabel, Kunststoff-fässer, nicht verunreinigte Kunststoffverpackungen, Bauschutt sowie Öl-abfälle, ölverschmutzte Putztücher, nicht-halogenierte Lösemittelabfälle, Elektronikschrott, und auch halogenierte Lösemit-telabfälle.

Anteile an Verpackungsabfällen sollten generell minimiert werden (z.B. Verwendung von Rück-nahmebehältern, Reduktion des Verpackungsmaterials). Unvermeidbare feste und flüssige Abfälle sollten separat gesammelt und den einschlägigen Recyclingsystemen zugeführt werden.

## 5.3 Hintergründe

Nicht vermeid- bzw. verminderbare Abfälle sollen, um eine Einsparung an Rohstoffen zu erreichen und um Deponieflächen zu schonen, einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt wer-den. Es stehen damit zunächst die stoffliche und die energetische Verwertung gleichrangig neben-einander. Vorrang hat im Einzelfall die umweltverträglichere Verwertungsart. Eine Abfallbeseiti-gung kommt nur dann in Frage, wenn dies die umweltfreundlichere Lösung darstellt, bzw. eine Ver-wertung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich unzumutbar ist.

Um die Abfallentsorgung zu planen, kann es sinnvoll sein, ein Abfallwirtschaftskonzept einzufüh-ren.

Ein Erfassungsbogen für die zur Entsorgung anfallenden Rückstände u.a. mit Angaben zu Abfallart, Abfallschlüssel nach AVV, Anfallort, Verbleib: Entsorgungsunternehmen – Verwertungs- oder Be-seitigungsverfahren und der Angabe von Begründungen kann die Organisation und Effektivität der abfallwirtschaftlichen Maßnahmen unterstützen.

Unternehmen, in denen jährlich mehr als 2 t besonders überwachungsbedürftige Abfälle oder mehr als 2000 t überwachungsbedürftige Abfälle pro Abfallart anfallen, sind zu einem Konzept gesetzlich verpflichtet (Verordnung über Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen – AbfKoBiV).

Daneben unterliegt die Abfallentsorgung grundsätzlich einer Dokumentationspflicht, d.h. für die zuständige Behörde muss der Entsorgungsweg (Verwertung oder Beseitigung) eines Abfalls für jeden Entsorgungsvorgang nachvollziehbar sein. Der Entsorgungsnachweis bestätigt die Zulässigkeit des geplanten Entsorgungsweges. Den Verbleib des Abfalls dokumentiert der Begleitschein (für besonders überwachungsbedürftige Abfälle) oder der Übernahmeschein (bei Sammelentsorgungsnachweisen und bei vereinfachten Entsorgungsnachweisen).

Für nicht überwachungsbedürftige Abfälle ist i.d.R. bei der Entsorgung kein Nachweisverfahren notwendig. Im Einzelfall kann die Behörde, z.B. aufgrund einer Gefährdung der Allgemeinheit, ein Nachweisverfahren verlangen.

Den rechtlichen Rahmen hierzu bildet die Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise, Nachweisverordnung – NachwV.

## **6. Effiziente Energieverwendung**

Gemäß § 5 Abs. 4 des BImSchG sind Anlagen so zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt u.a. Energie sparsam und effizient verwendet wird.

Mit folgenden Maßnahmen lassen sich der Energieverbrauch und somit auch die Emissionen an Kohlendioxid und Verbrennungsabgasen reduzieren (siehe auch Bericht des LfU: CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale durch rationelle Energienutzung in der Textilveredlungsindustrie, Dez. 2000, pdf-Datei erhältlich unter

[www.bayern.de/lfu/luft/veroeffentlich/umweltforsch/textil/endbericht\\_textil.pdf](http://www.bayern.de/lfu/luft/veroeffentlich/umweltforsch/textil/endbericht_textil.pdf)):

- Überprüfung der durchgeführten Prozesse, ob Energieeinsparungen durch das Zusammenlegen von Prozessen oder durch deren Verzicht möglich sind (z.B. kann durch den Einsatz thermostabiler Präparationen ggf. auf eine Vorwäsche der Ware verzichtet werden).
- Bei der Verwendung von Druckluft: regelmäßige Kontrolle des Druckluftsystems auf Leckagen (Faustregel: max. 10% Leckageverluste); Optimierung von Druckniveau, Luftzufuhr und Anlagenlaufzeiten; regelmäßige Wartung (vor allem von Filtern) und möglichst Nutzung der Kompressorenabwärme (z.B. für Lufterwärmung, Brauchwasser).

- Durchführung thermischer Behandlungsprozesse bei einem möglichst niedrigen Luft-Waren-Verhältnis sowie minimierten thermischen Behandlungstemperaturen und Verweilzeiten.
- Minimierung der Wareneingangsfeuchte vor dem thermischen Behandlungsschritt durch mechanische Methoden (z.B. Abquetschwalzen, dem Foulard nachgeschaltete Saugbalken).
- Verwendung moderner Mess- und Regelungstechnik für Temperatur, Luftdurchsatz, Luftfeuchtigkeit (Abluft) und Warenfeuchte (Warentemperatur) zur Regelung der Warenverweilzeit sowie Verwendung differenzierter Prozesstemperaturen bei der thermischen Behandlung.
- Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung nach einer sorgfältigen Untersuchung zur aktuellen und zukünftigen Energiesituation.
- Wareneingangsfeuchte so hoch wie möglich, wie die Qualitätsanforderungen es zulassen.
- Optimierte Luftströmungs- und Verteilungssysteme im thermischen Behandlungsaggregat.
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft durch Wärmetauscher (z.B. Luft/Luftwärmetauscher zur Aufheizung der Frischluft, Luft/Wasserwärmetauscher zum Erwärmen von Brauchwasser).
- Optimierte Wärmedämmung von Rohrleitungen, Ventilen, Tanks und Apparaten, z.B. des Spannrahmengerätes, zur Vermeidung von Abstrahlungsverlusten.
- Installation von Brennern mit niedrigem Gasschlupf und Abgasemissionswerten und regelmäßige Wartung.
- Verwendung von Wärmerückgewinnungsanlagen für Abwasser.
- Regelmäßige Wartung und Reinigung von Wärmetauschern.
- Verwendung von elektrischen Motoren mit Energieeffizienzklasse 1 (eff 1) und drehzahlregulierten Motoren, die auf den jeweiligen Anwendungsfall (z.B. bei der Warenförderung) hinsichtlich Leistung und Energiebedarf optimiert sind.
- Installation von Einrichtungen zur Überwachung des Energieverbrauchs insbesondere bei den Anlagenteilen mit hohem Energieverbrauch und Aufzeichnen des Energieverbrauchs.
- Bei Bedarf von Prozesskühlwasser zuerst Kühlung mit gleichzeitiger Vorwärmung von Frischwasser, dann Möglichkeit von Kühlung mit Grundwasser und Kühlung mit Kühltürmen prüfen und nur im Ausnahmefall mit Kältemaschinen kühlen.
- Verwendung von Heißwasser statt Dampf als Wärmeträgermedium.
- Gezielte und richtig dimensionierte Schadstoffabsaugung am Entstehungsort, verbunden mit energetisch günstiger Luftzuführung unter Ausnutzung von Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten.
- Einsatz energiesparender Beleuchtung z.B. mit Spiegelrasterleuchten, elektronischen Vorschaltgeräten und bedarfsabhängiger Regelung