

**Hinweise und Erläuterungen
zum Anhang 38**

Textilherstellung, Textilveredlung

**der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten
von Abwasser in Gewässer**

Nur für den Dienstgebrauch

1	ANWENDUNGSBEREICH	3
2	ABWASSERANFALL UND ABWASSERBEHANDLUNG	5
2.1	Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers	5
2.1.1	Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren.....	5
2.1.2	Herkunft des Abwassers	14
2.1.3	Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit.....	16
2.2	Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren	20
2.2.1	Maßnahmen zur Abwasservermeidung.....	20
2.2.2	Maßnahmen zur Abwasserbehandlung.....	28
2.3	Abfallbehandlung und Abfallverwertung	32
3	AUSWAHL DER PARAMETER, AN DIE ANFORDERUNGEN ZU STELLEN SIND	32
3.1	Hinweise für die Auswahl der Parameter	32
3.2	Hinweise für die Auswahl von Parametern, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen	33
4	ANFORDERUNGEN AN DIE ABWASSEREINLEITUNGEN	33
4.1	Anforderungen nach § 7a WHG	33
4.2	Weitergehende Anforderungen	33
4.3	Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregeln	33
4.4	Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen	34
5	ÜBERGANGSREGELUNGEN UND –FRISTEN (§ 7A ABS. 3 WHG)	34
6	HINWEISE ZUR FORTSCHREIBUNG	35
7	LITERATUR	35
8	ERARBEITUNG DER GRUNDLAGEN	36

1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für Abwasser, dessen Schadstofffracht im Wesentlichen aus der gewerblichen und industriellen Bearbeitung und Verarbeitung von Spinnstoffen und Garnen (Textilherstellung) sowie der Textilveredlung stammt.

Der Anwendungsbereich umfasst insbesondere folgende zwei Glieder der textilen Kette (siehe grau hinterlegte Kästen in Abbildung 1):

- Verarbeitung von Spinnstoffen (textile Fasern) und Garnen (Spinnerei) und Verarbeitung von Garnen oder Fasern zu Flächengebilden (Weberei, Strickerei, Wirkerei, Herstellung von Vliesen und Filzen),
- Veredlung textiler Rohwaren durch Färben, Bedrucken, Ausrüsten (einschließlich Beschichten und Kaschieren) und die dafür jeweils erforderliche Vorbehandlung.

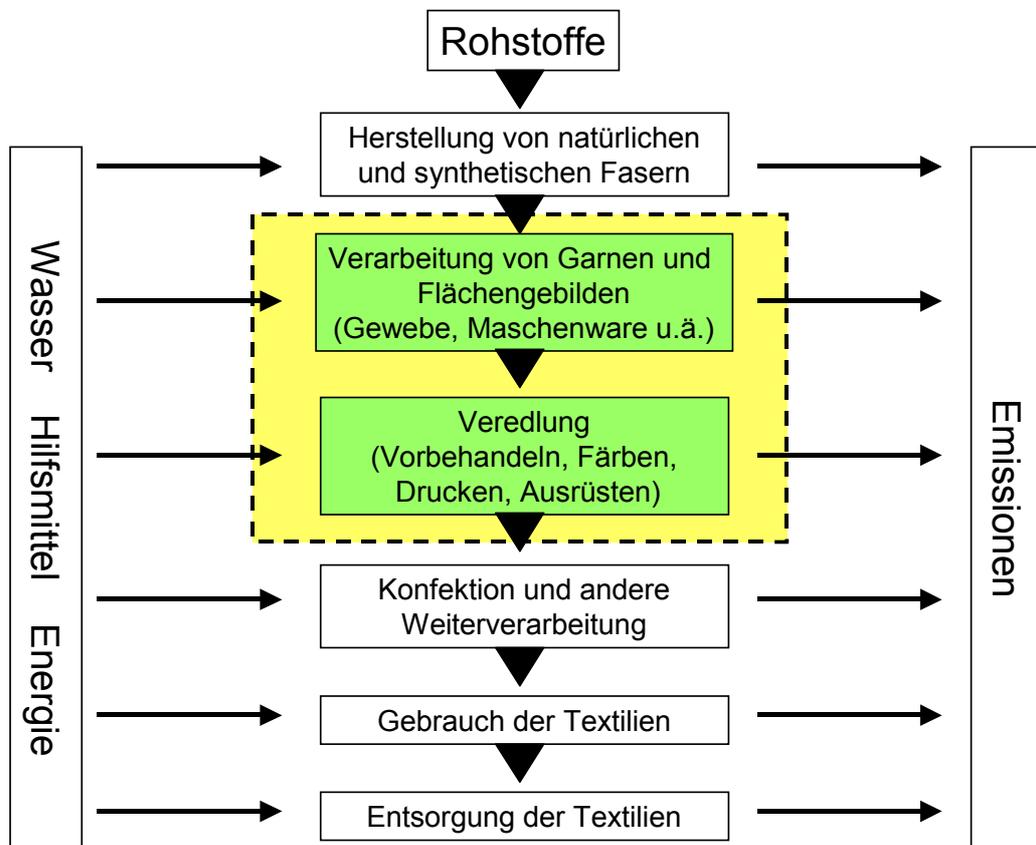


Abbildung 1:
Die Glieder der textilen Kette und der Anwendungsbereich des Anhangs 38

Dieser Anhang gilt nicht für Abwasser:

- aus der Wäsche von Rohwolle,
- aus dem Foto- und Galvanikbereich (z.B. Anfertigung von Druckschablonen und Druckzylindern),
- aus der Chemischreinigung von Textilien unter der Verwendung von Lösemitteln mit Halogenkohlenwasserstoffen gemäß der Zweiten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S.2694) und
- aus der Betriebswasseraufbereitung und indirekten Kühlsystemen.

Für Betriebe, die weniger als 5 m³ Abwasser je Tag aus dem Anwendungsbereich dieses Anhangs einleiten, gelten die allgemeinen Anforderungen an die Minimierung der Schadstofffracht nach Teil B sowie die Anforderung an den CSB nach Teil C. Davon betroffene Betriebe sind in der Regel Musterfärbereien, kleinere Pigmentdruckereien, sowie Webereien oder Hersteller von Kettbäumen mit Beschlichtungsanlagen.

Die **Textilbranche** verarbeitet textile Rohfasern zur Herstellung von Garnen, Flocken, linnenförmigen Gebilden, Geweben, Maschenwaren, Vliesen, textilen Bodenbelägen und anderen textilen Flächengebilden, einschließlich der Veredlung der textilen Rohwaren. Davon abzugrenzen ist die Chemiefaserindustrie, in der die synthetischen und halbsynthetischen Rohfasern hergestellt werden.

Die Produkte der Textilindustrie werden im Wesentlichen in drei Teilbereichen weiterverarbeitet. Bezogen auf den Rohfasereinsatz sind dies bei der:

- Bekleidungsindustrie ca. 30 %,
- Herstellung von Haus- und Heimtextilien ca. 37 %,
- Herstellung bzw. Weiterverarbeitung technischer Textilien ca. 33 %.

In Deutschland bestehen derzeit etwa 90 Betriebe zur Verarbeitung von Fasern und Garnen, etwa 325 Betriebe, die Flächengebilde herstellen und rund 400 Betriebe, die textile Rohwaren veredeln. Derzeit sind 20 der etwa 400 Textilveredlungsbetriebe Direkteinleiter, alle anderen leiten als Indirekteinleiter in kommunale Abwasserbehandlungsanlagen ein.

2 Abwasseranfall und Abwasserbehandlung

2.1 Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

2.1.1 Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren

Zur **Herstellung** textiler Rohwaren werden Naturfasern, halbsynthetische Fasern und synthetische Fasern eingesetzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Textile Faserstoffe

Naturfasern		Chemiefasern	
Pflanzliche Fasern (Cellulose)	Tierische Fasern (Eiweiß)	Fasern aus natürlichen Polymeren	Fasern aus synthetischen Polymeren
Samenfasern <ul style="list-style-type: none"> • Baumwolle • Kapok • Akon Bastfasern <ul style="list-style-type: none"> • Leinen • Hanf • Ramie • Jute • Sunn • Kenaf Hartfasern <ul style="list-style-type: none"> • Sisal • Manila • Alfagras • Kokos 	Wollen und feine Tierhaare <ul style="list-style-type: none"> • Schafwolle • Schafkamelwolle • Kamelwolle • Hasenhaar • Kaninhaar • Ziegenhaar Grobe Tierhaare <ul style="list-style-type: none"> • Ziegenhaar • Rinderhaar • Rosshaar Seiden <ul style="list-style-type: none"> • Maulbeerseide • Tussahseide 	Cellulosische Chemiefasern <ul style="list-style-type: none"> • Viskose • Cupro • Acetat • Triacetat • Modal Papierfasern <ul style="list-style-type: none"> • Spinnpapier • Cellulon Gummifasern <ul style="list-style-type: none"> • Gummi Pflanzeneiweißfasern <ul style="list-style-type: none"> • Zein • Ardein Tiereiweißfasern <ul style="list-style-type: none"> • Kasein 	Polykondensationsfasern <ul style="list-style-type: none"> • Polyester • Polyamid • Polyester-Ether Polymerisationsfasern <ul style="list-style-type: none"> • Polyethylen • Polypropylen • Polyacryl • Modacryl • Polyvinylchlorid • Vinal • Polystyrol • Polychlorid • Multipolymerisat • Elastodien Polyadditionsfasern <ul style="list-style-type: none"> • Elastan • Polyurethan

Halbsynthetische und synthetische Fasern werden als Stapelfasern (Spinnfasern) oder Filamentgarne in der Chemiefaserindustrie durch Spinnprozesse erzeugt, die als Primärspinnerei zusammengefasst werden. Die nachfolgende Herstellung von Garnen aus den Spinnfasern erfolgt durch Prozesse der Textilherstellung, die davon als Sekundärspinnerei abgegrenzt werden. Naturfasern liegen bereits als Stapelfasern vor, die zu Garnen versponnen werden.

Die Filamentgarne der Primärspinnerei und die Garne der Sekundärspinnerei werden zu einer Fülle von textilen Rohwaren weiterverarbeitet. Spinnfasern können außerdem als Flocke, Vlies oder Filz weiterverarbeitet werden. Bei der Textilherstellung fällt Abwasser im Wesentlichen bei der Maschinenreinigung und gegebenenfalls aus der Abluftbehandlung an. Vor der eigentlichen Textilveredlung sind darüber hinaus jedoch die Verfahrensschritte von Bedeutung, bei denen Stoffe eingesetzt werden, die erst durch Waschvorgänge bei der Vorbehandlung ins Abwasser gelangen und wesentlich zu dessen Schadstofffracht beitragen. Dazu gehören insbesondere die nachfolgend beschriebenen Prozesse.

Schon bei der Primärspinnerei können die hergestellten Fasern zur Unterstützung der nachfolgenden Weiterverarbeitung in der Textilindustrie durch sogenannte primäre Präparationen oder Avivagen mit Hilfsstoffen beaufschlagt werden.

Bei der Sekundärspinnerei von natürlichen und synthetischen Fasern werden ebenfalls Hilfsstoffe als sogenannte sekundäre Präparationsmittel, Schmälmittel, Spulöle sowie Garnbefeuchtungs- und Stabilisierungsmittel eingesetzt. Diese haben im Wesentlichen die Aufgabe, dem Fadengebilde Schutz gegen mechanische Beschädigung und gegen elektrostatische Aufladung, z. B. beim schnellen Umspulen zu verleihen. Davon sind auch entsprechende Vorgänge betroffen, die dem eigentlichen Spinnvorgang nachgeschaltet sind, z. B. das Zwirnen oder die Herstellung von Kettbäumen durch Schären.

Glatte Filamentgarne können einer Texturierung unterzogen werden. Dabei wird ihnen während eines Umspulvorganges durch Zugspannung und Wärmeeinwirkung eine bauschige Struktur verliehen. Auch hierfür sind entsprechende Hilfsstoffe erforderlich.

Bei der weiteren Verarbeitung von Garnen zu textilen Flächengebilden durch Stricken und Wirken werden Öle eingesetzt, um mechanisch stark beanspruchte Teile der Verarbeitungsmaschine zu schützen. Die Öle werden dabei auch auf das entstehende Produkt übertragen.

Die Art und Zusammensetzung der Präparationsmittel hängt von der Faserart und dem Verarbeitungsprozess ab. Chemiefasern enthalten häufig sogenannte Weißöle (hochausraffinierte Mineralöle), Polyurethanfasern auch Siliconöle (Polysiloxane) und weitere Zusätze wie Tenside und Anti-Elektrostatika. Im Falle von texturierten Chemiefasern werden z.B. Ethylenoxid-/Propylenoxid-Addukte (EO-/PO-Addukte) verwendet. Die Spul-, Schär- und Zwirnöle bestehen überwiegend aus Weißölen (70 - 95 %) sowie aus Tensiden.

Zu den Präparationen und andere Verarbeitungshilfsmitteln auf der Grundlage von thermostabilen Komponenten zählen insbesondere langkettige, sterisch gehinderte Fettsäureester, Polyethercarbonate und spezielle Polyolester.

Bei der Herstellung von Flächengebilden durch Weben müssen die Kettfäden vor zu starker mechanischer Beanspruchung geschützt werden. Den entsprechenden Schutzüberzug, der vom Weber oder vom Kettbaum-Hersteller vor dem Webvorgang aufgebracht wird, bezeichnet man als Schlichte.

Schlichtemittel bestehen aus natürlichen Polymeren und ihren Derivaten (Stärke, Stärkeether, Carboximethylstärke, Cellulosederivate, insbesondere Carboximethylcellulose (CMC) und Galaktomannane) oder synthetischen Polymeren (Polyvinylalkohol, Polyacrylat, Polyester, Polyvinylacetat).

Die Textilveredlung umfasst die Hauptstufen

- Vorbehandeln,
- Färben,
- Drucken,
- Ausrüsten (einschließlich Kaschieren und Beschichten).

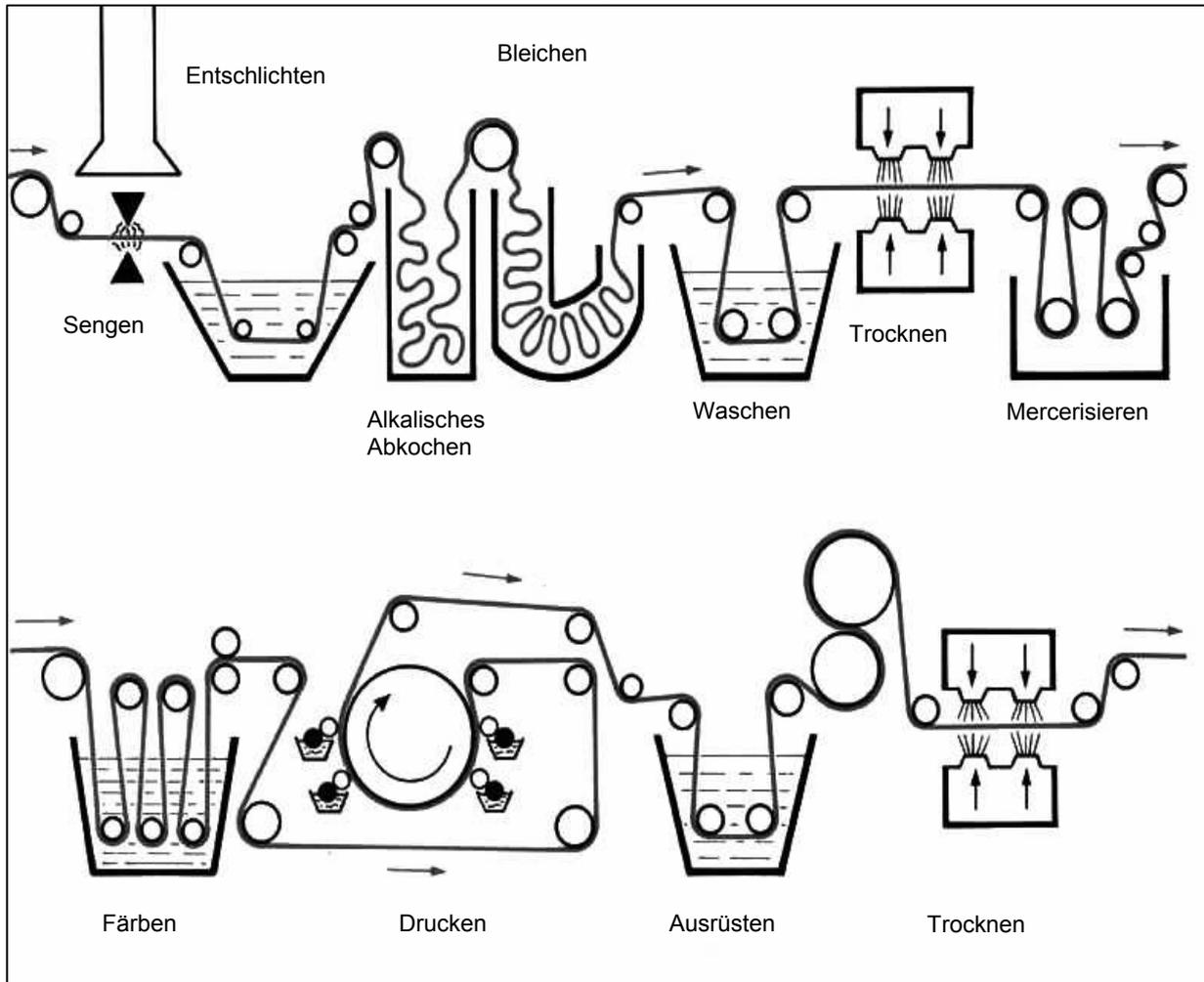


Abbildung 2: Typischer Prozessablauf bei der Veredlung von Baumwollgewebe

In Abbildung 2 ist beispielhaft ein typischer Prozessablauf bei der Veredlung von Baumwollgewebe dargestellt. Er umfasst die Vorbehandlung, hier die Verfahren Sengen, Entschlichten, alkalisches Abkochen, Bleichen, Waschen, Trocknen und Mercerisieren sowie das Färben, Drucken und Ausrüsten. Weitere mögliche Waschprozesse sind in der Abbildung 2 nicht aufgeführt.

Der Umfang bzw. die Sequenz der einzelnen Veredlungsprozesse, die eingesetzten Apparate, Maschinen und Anlagen, sowie die Art der benötigten Farbstoffe, Textilhilfsmittel und Grundchemikalien werden vor allem von folgenden Parametern bestimmt:

- Art des textilen Rohstoffes (Naturfasern, halbsynthetische und synthetische Fasern),
- Aufmachungsformen der Textilien (Flocke, Kammzug, Garn, Gewebe, Maschenware, Filz, Vlies, Teppich),
- Verwendungszweck (Bekleidung, Haus- und Heimtextilien, technische Textilien),
- Anforderungsmerkmale (Fabrikations- und Gebrauchseigenschaften, Formstabilität, Elastizität, Griff, Glanz, Rauigkeit, Glätte, Struktur, Design, Verhalten gegenüber Schädlingen, Schmutz, Feuchtigkeit, Hitze u.a.m.).

Dies bedingt die außerordentlich hohe Vielfalt an Produkten und Prozessen innerhalb der Textilveredlungsbranche und die Individualität der einzelnen Betriebe. Keine Textilveredlung ist mit einer anderen unmittelbar vergleichbar, auf der Prozessebene können dagegen die eingesetzten Verfahren durchaus verglichen werden.

Veredelungsprozesse

Das **Vorbehandeln** umfasst das Vorbereiten des Textilsubstrates auf die nachfolgenden Prozesse (Bedrucken, Färben). Die vorbehandelte Ware muss folgende Qualitätsanforderungen erfüllen:

- keine störenden Mengen an Schmutz, Präparationen, Schlichtemitteln und natürlichen Faserbegleitstoffen,
- genügend hoher Weißgrad,
- keine Schädigung des Textilsubstrates durch chemische Reaktionen und
- dimensionsstabile Web- und Maschenware.

Bei natürlichen Textilsubstraten wie Baumwolle, Leinen und Wolle ist ein höherer Aufwand erforderlich als bei Synthefasern oder cellulosischen Chemiefasern. Polyester-Rohgewebe kann Präparationen, Schlichtemittel und Schmutz enthalten, die durch einfache Waschprozesse entfernt werden können. Baumwolle dagegen kann mit bis zu 20 % Gewichtsanteil an störenden Begleitstoffen beladen sein (Schlichtemittel, Präparationen, Wachse, Hemicellulosen, Pektine, Proteine, anorganische Salze, Samenschalen), für deren Entfernung mehrere Verfahrensschritte notwendig sind.

Bei Importware können oft Art und Auflage der Schlichtemittel bzw. Präparationsmittel nicht einfach ermittelt werden. Zudem können die importierten Textilsubstrate aus Naturfasern weitere abwasserrelevante Stoffe enthalten, wie z.B. Pestizide (insbesondere auf Baumwolle und Wolle) oder Konservierungsmittel. Eine typische Prozessfolge für Baumwoll- und Baumwoll-Mischgewebe ist (siehe Abbildung 2):

- Sengen,
- Entschlichten,
- alkalisches Abkochen,
- Bleichen und
- Mercerisieren.

Diese Prozesskette wird in der Regel kontinuierlich durchgeführt, wobei häufig einzelne Schritte anlagentechnisch zusammengefasst werden. Bei Maschenware entfällt die Stufe "Entschlichten". Baumwolle wird häufig diskontinuierlich vorbehandelt. Für die Vorbehandlung von Chemiefasern ist die typische Prozessfolge:

- Waschen,
- Laugieren (Viskose),
- Thermofixieren und
- Bleichen.

Weißwaren und Waren mit hellen Färbe- bzw. Drucktönen werden gebleicht. Zum Bleichen wird überwiegend Wasserstoffperoxid eingesetzt. Für Chemiefasersubstrate wird zum Teil Natriumchlorit verwendet. Im Reduktionsbleichverfahren werden Natriumdithionit oder andere Derivate der Sulfinsäure verwendet.

Beim **Färben** wird das textile Substrat mit einer wässrigen Farbstofflösung in Kontakt gebracht, die neben den Farbstoffen weitere Zusätze wie Alkalien, Säuren, Neutralsalze oder Färbemittel enthalten können. Die Art dieser Chemikalien hängt im wesentlichen von der Faserart, der Aufmachungsform und dem Färbeverfahren ab. Textile Substrate werden in allen Aufma-

chungsarten gefärbt, z.B. als Flocke, Garn, Gewebe, Maschenware, Vlies, Filz und Teppichbahnen. Gemessen am Verbrauch haben in Deutschland die Reaktivfarbstoffe die größte Bedeutung, gefolgt von den Dispersions- und Direktfarbstoffen. Beim Färben sollen die im Wasser gelösten oder dispergierten Farbstoffe auf das Textilsubstrat aufziehen. Die Farbstofflösung wird als "Färbeflotte" oder "Färbebad" bezeichnet. Tabelle 2 zeigt die für die verschiedenen Substratarten zur Verfügung stehenden Farbstoffe.

Tabelle 2: Farbmittel zum Kolorieren von textilen Fasern

wasserlöslich		wasserunlöslich	
Kationisch	anionisch	löslich in organischen Lösemitteln	geringe Löslichkeit in organischen Lösemitteln
<u>basische Farbstoffe</u> PAN, PES, PA	<u>Säurefarbstoffe</u> WO, SE, PAN, PA <u>Beizenfarbstoffe</u> WO, SE <u>Reaktivfarbstoffe</u> CO, CV, LI, WO, SE, PA <u>Direktfarbstoffe</u> CO, CV, LI, WO, SE, PA <u>Küpenfarbstoffe</u> CO, CV, LI, WO, SE <u>Schwefelfarbstoffe</u> CO, CV, LI <u>1:1-, 1:2-Metallkomplexfarbstoffe</u> WO, PA, SE	<u>Dispersionsfarbstoffe</u> PES, PP, CA, PA <u>Beizenfarbstoffe</u> WO, SE, PA, CO, CV <u>Küpenfarbstoffe</u> CO, CV, LI, WO, SE, PA <u>Schwefelfarbstoffe</u> CO, CV, LI <u>Entwicklungsfarbstoffe</u> CO, CV	<u>Pigmente</u> (Textildruck)

Legende: Faserkurzbezeichnungen gemäß DIN 60001 Teil 4

CA	Acetat	HA	Hanf	PP	Polypropylen
CC	Kokos	HR	Rinderhaar	RA	Ramie
CF	Kohlenstoff	JU	Jute	SE	Seide
CLF	Polyvinylchlorid	LI	Flachs/Leinen	SI	Sisal
CMD	Modal	MAC	Modacryl	ST	Tussahseide
CO	Baumwolle	MTF	Metall	WM	Mohair
CTA	Triacetat	PA	Polyamid	WO	Wolle
CV	Viskose	PAN	Polyacryl	WP	Alpaka
EL	Elastan	PE	Polyethylen	WV	Schurwolle
GF	Textilglas	PES	Polyester		

Bei den Färbeverfahren sind grundsätzlich zwei Varianten zu unterscheiden:

1. Ausziehverfahren (diskontinuierliche Färbeverfahren):

Die in Wasser gelösten oder dispergierten Farbstoffe aus der Färbeflotte werden auf die Fasern aufgezogen und dort fixiert. Je nach Aufziehgrad wird die Färbeflotte dabei abgereichert bzw. ausgezogen. Für die unterschiedlichen Faserarten und Aufmachungsformen steht eine vielseitige Palette an Färbeaggregaten zur Verfügung (Tabelle 3):

- Bei den Färbeapparaten wird die Flotte bewegt.
- In den Färbemaschinen wird die Ware bewegt. (Beispiel Abbildung 3)
- Bei den Düsenfärbemaschinen werden das Textilgut und die Flotte bewegt.

2. Auftragsverfahren (kontinuierliche und semi-kontinuierliche Färbeverfahren):

Die Farbstofflösung wird durch Foulardieren (auch Klotzen genannt) auf das Textilsubstrat gebracht. Das Textilsubstrat wird durch einen Behälter (Färbetrog) mit Walzen geführt, der die Farbstofflösung enthält. Durch anschließendes Abquetschen wird die Lösung in das Substrat gepresst. Beim Färben mit Reaktivfarbstoffen im Klotz-Kalt-Verweilverfahren, einem semi-kontinuierlichen Färbeverfahren, erfolgt die Fixierung der Farbe auf der Faser nach dem Farbauftrag durch Verweilen der gefärbten Ware bei Raumtemperatur. Das Pad-Roll-Verfahren für die Färbung von Cellulosegewebe mit Direktfarbstoffen läuft nach einem ähnlichen Muster ab, jedoch wird die Fixierung des gefärbten Warenwickels in einer beheizten Kammer durchgeführt (Abbildung 4).

Tabelle 3: Überblick über Färbeaggregate (Beispiele)

Färbeaggregate			
Ausziehverfahren (diskontinuierlich)			Auftragsverfahren
Färbeapparate	Färbemaschinen	Düsen-Färbemaschinen	Foulard
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flocke-Packapparat ▪ Kammzug-Färbeapparat ▪ Stranggarn-Färbeapparat ▪ Kreuzspul-Färbeapparat ▪ Baum-Färbeapparat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haspelkufe ▪ Jigger 	<p>Hydrodynamisch</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jet ▪ Overflow <p>Aerodynamisch</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Airflow 	<p>semikontinuierlich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kalt-Klotz-Verweilverfahren (KKV) ▪ Pad-Roll-Verfahren <p>kontinuierlich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermosolverfahren

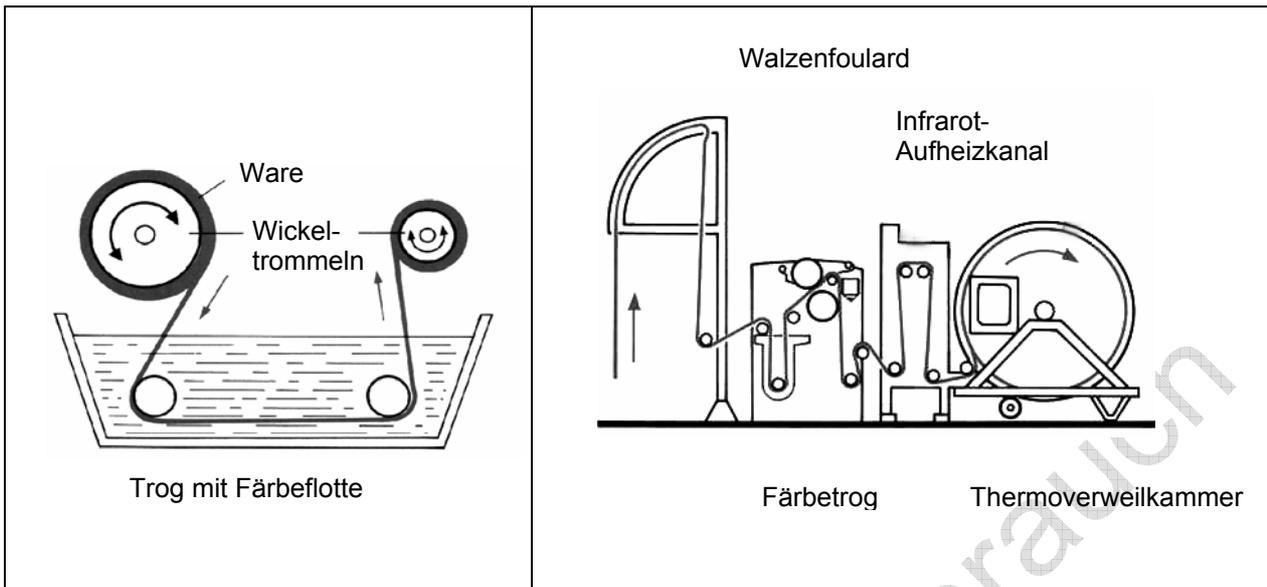


Abbildung 3:
Ausziehfärbung mit einem Jigger

Abbildung 4:
Farbauftrag durch Klotzen am Beispiel des Pad-Roll-Verfahrens

Auch bei anderen Färbeverfahren wird die Fixierung meist durch Anwendung von feuchter oder trockener Hitze, zum Teil unter Anwendung von Chemikalien, erreicht. Bei allen Färbeverfahren werden die nicht vollständig fixierten Farbstoffanteile durch nachgeschaltetes Waschen entfernt. Diskontinuierlich erfolgt dies in aufeinander folgenden Spülschritten im Färbeaggregat; kontinuierlich in speziellen Waschmaschinen.

Neben dem Färben ist der **Stoffdruck** die wichtigste Veredlungstechnik. Die wichtigsten Drucktechniken sind der Rotationsfilmdruck, Flachfilmdruck und Thermo- oder Heißtransferdruck. Der Rouleauxdruck wird nur noch in seltenen Fällen eingesetzt.

Der Rotationsfilmdruck stellt eine Weiterentwicklung des maschinellen Flachfilmdrucks unter Realisierung eines kontinuierlichen Produktionsablaufes dar. Dabei wurden die flachen Schablonen durch Hohlzylinder aus Nickel ersetzt. Die druckenden Partien der Schablone sind perforiert (Abbildung 5). Bedingt durch den kontinuierlichen Produktionsablauf beträgt die Druckgeschwindigkeit je nach Dessin und Stoffqualität zehn bis hundert Meter pro Minute.

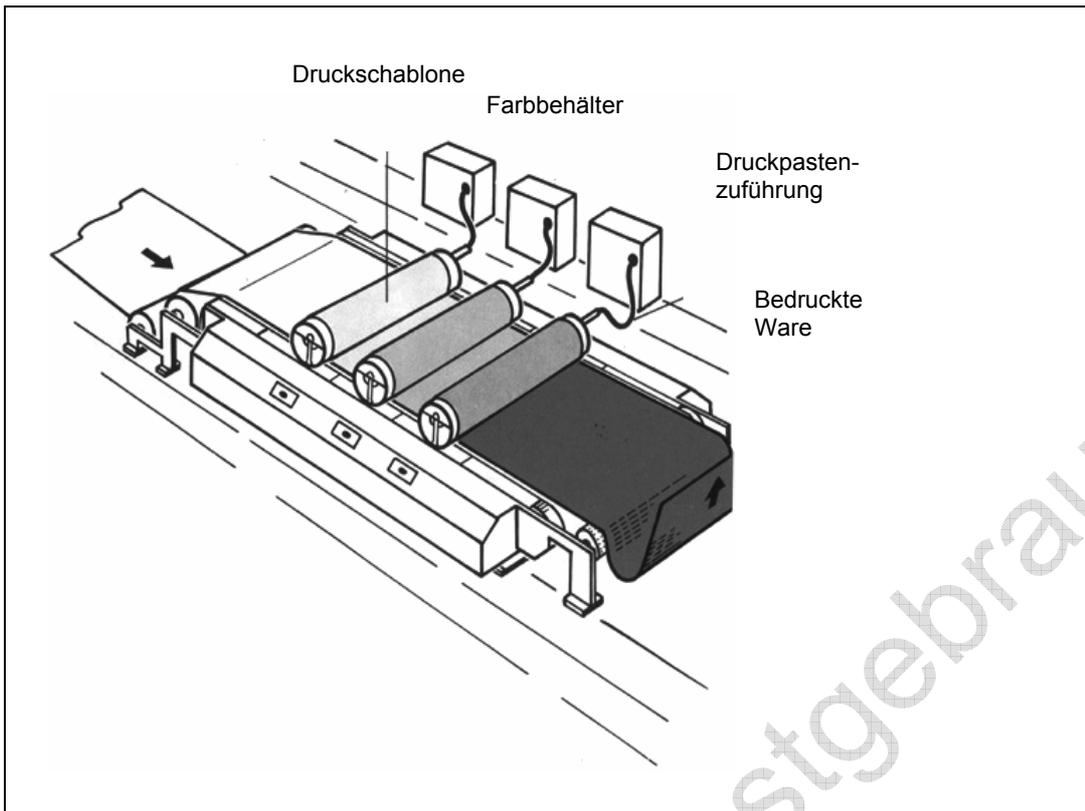


Abbildung 5: Rotationsfilmdruck

Der Filmdruck ist ein Siebdruck- oder Durchdruckverfahren. Man verwendet Schablonen, die aus einem Metallrahmen bestehen, der mit feiner Stoff- oder mit Metallgaze bespannt ist. Auf die Gaze wird eine lichtempfindliche Schicht aufgetragen und getrocknet. Anschließend wird das Druckmuster durch ein Fotoverfahren auf diese Schicht übertragen. Schablonen werden auch mittels Lasergravur hergestellt. Der Filmdruck ist besonders geeignet für großgemusterte, großzügig angelegte Dessins und für praktisch alle Warenqualitäten und Breiten. Beim maschinellen Flachfilmdruck wird die zu bedruckende Ware auf endlos umlaufende Transportbänder (Druckdecke) geklebt und automatisch jeweils um die Rapportlänge weiterbewegt. Während des Warenstillstandes wird mit stationär angebrachten Filmflachsablonen gedruckt. Die Produktionsgeschwindigkeit beträgt drei bis sechs Meter pro Minute.

Beim Thermodruckverfahren (Transferdruck) wird das Muster zunächst auf Papierbahnen gedruckt. Danach wird es in einem weiteren Arbeitsgang mittels eines beheizten Kalenders auf den Stoff übertragen. Dieses Verfahren ist vor allem für Stoffe aus Polyester-, Polyamid-, und Polyacrylfasern geeignet.

Die verwendeten Druckpasten werden nach den darin enthaltenen Farbmittelarten eingeteilt. Die wichtigsten sind Reaktiv-, Pigment-, Küpen- und Dispersionsdruckpasten. Beim Direktdruck werden die Pasten direkt auf das vorbehandelte weiße Textilsubstrat aufgebracht.

Beim Ätzdruck dagegen wird auf das vorgefärbte Substrat eine Druckpaste mit Reduktionsmitteln aufgedruckt, durch die die Farbstoffe aus der Färbung entsprechend dem Druckmuster zerstört werden. Enthält die Paste keinen Farbstoff, handelt es sich um Weißätze. Von Buntätze spricht man, wenn die Ätzpaste reduktionsmittelbeständige Farbstoffe (insbesondere Küpenfarbstoffe) enthält.

Beim Reservedruck wird das Textilsubstrat mit einem Reservierungsmittel bedruckt und anschließend gefärbt. Dabei entsteht das Druckmuster dadurch, dass die bedruckten Stellen nicht koloriert werden.

Der Begriff **Ausrüstung** wird im weiteren Sinn für die Textilveredlung als Ganzes gebraucht. Er bezeichnet aber im engeren Sinn den letzten Schritt der Textilveredlung, der häufig auch Appretieren genannt wird. Hier kann eine Vielzahl von Arbeitsvorgängen durchgeführt werden, die den aus Vorbehandlung, Färberei oder Druckerei kommenden textilen Substraten die gewünschten Gebrauchseigenschaften z. B. hinsichtlich des Warenbilds, des Griffs, der Pflege verleihen. Dazu werden verschiedene mechanische, thermische und chemische Verfahren eingesetzt. Chemikalien werden sowohl im Ausziehverfahren als auch über Foulards appliziert. Bei den kontinuierlichen Verfahren mit Spannrahmen werden die aufgetragenen Chemikalien nach dem Klotzen thermisch fixiert. In der Regel erfolgt nach dem Ausrüsten keine Wäsche mehr. In bestimmten Fällen wie zum Beispiel der Permanent-Flammschutzausrüstung oder der Bügelarmausrüstung wird das Substrat aber auch nachgewaschen, um nicht fixierte Chemikalien und chemische Hilfsmittel zu entfernen.

Mechanische Ausrüstungsvorgänge sind z.B. Pressen, Rauen, Schmirgeln, Schleifen, Scheren, Prägen, Krumpfen, Plissieren, Ratinieren, Kalandern.

Thermische Verfahren, die oft mit mechanischen Verfahren kombiniert werden, sind z.B. Spannen, Trocknen, Kalandern, Dämpfen.

Chemische Verfahren sind z.B. Weichmachen, Pflegeleicht-Ausrüsten, Flammfest-Ausrüsten, Bügelarm-Ausrüsten, Beschichten, Kaschieren, Bondieren. Diese Verfahren werden oft mit einer thermischen Behandlung kombiniert.

Bei den Beschichten werden Streichmassen oder Schaumfolien ein- oder beidseitig auf textile Flächegebilde aufgebracht. Von Kaschieren spricht man, wenn zwei oder mehr Lagen textiler Flächegebilde verklebt werden. Beschichtungsmassen können trocken oder nass aufgebracht werden. Bei den Trockenverfahren unterscheidet man im Wesentlichen:

- **Schmelzverfahren**
Auftragen von Granulaten, Pulver, Schaumstoff oder Folie (Bindung erfolgt durch (An-) Schmelzen),
- **Klebeverfahren**
Bindung von Schaumstoff oder Folie über eine Kleberschicht.

Bei den Nassverfahren werden wässrige Polymerdispersionen z. B. auf der Basis von Styrol, Butadien, Acrylestern, Isoprenen, Urethanen aufgetragen (Abbildung 6). Dafür bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Auftrag mit Raketstreichwerk (Direktbeschichtung, Transferbeschichtung),
- Gießauftragsverfahren,
- Imprägnierverfahren (Tauchtrog),
- Pflatschverfahren (Walzenauftragsbeschichtung).

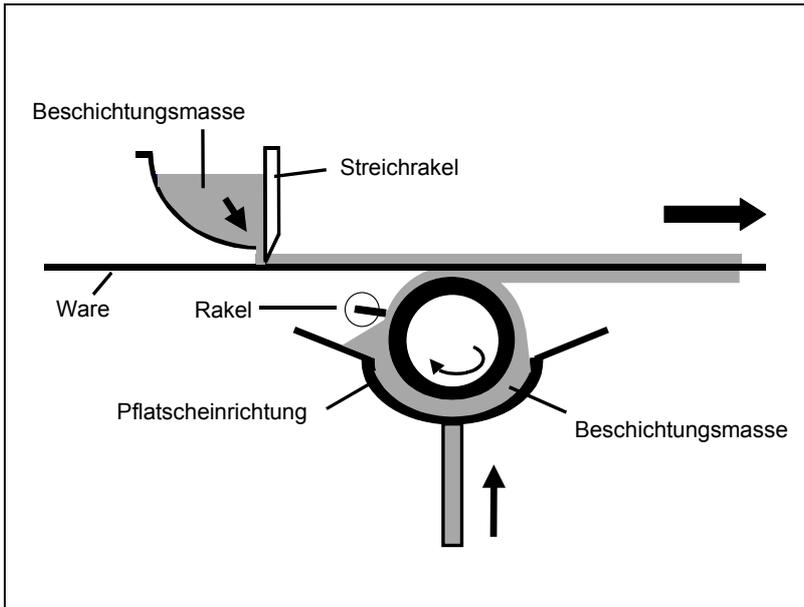


Abbildung 6: Beidseitige Beschichtung im Nassverfahren mittels Rakelstreichwerk (oben) und Pflatschverfahren (unten)

2.1.2 Herkunft des Abwassers

Bei der Textilveredlung sind die Stoffe im Abwasser zu erwarten, die

- bei der Herstellung der Fasern sowie von Garnen und Flächengebilden eingesetzt und bei der Vorbehandlung vom textilen Substrat zumindest teilweise entfernt werden,
- für die Veredlungsprozesse eingesetzt werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen:
 - Textilhilfsmitteln (die überwiegend organische Substanzen enthalten),
 - Textilgrundchemikalien (anorganische Stoffe, aliphatische organische Säuren, organische Reduktions- und Oxidationsmittel sowie Harnstoff) und
 - Farbstoffen (Farbstoffe und Farbpigmente).

Die meisten am Markt befindlichen Textilhilfsmittel sind im sogenannten Textilhilfsmittel-Katalog verzeichnet [10]. Er enthält über 6000 Marktprodukte (Übersicht siehe Tabelle 4).

Die wichtigsten Farbstoffe wurden bereits in Tabelle 2, strukturiert nach Applikationsklassen, Wasserlöslichkeit und Textilsubstraten (Faserarten) genannt. Die am häufigsten eingesetzten Farbstoffe sind Azofarbstoffe, Schwefelfarbstoffe und Küpfarbstoffe auf Indigo-/Anthrachinon-Basis.

Tabelle 4: Textilhilfsmittel für die einzelnen Anwendungsbereiche

	Gruppe	Anzahl		Gruppe	Anzahl
1.	Hilfs- und Veredlungsmittel für Fasern und Garne	406	4.	Ausrüstungsmittel	2484
1.1	Zusatzmittel für Spinnlösungen	3	4.1	Optische Aufheller (Weißtöner)	239
1.2	Zusatzmittel für Spinnenschmelzen	6	4.2	Mittel zur Verbesserung des Knitter- und Krumpfverhaltens	84
1.3	Spinnbadzusatzmittel	1	4.3	Additive zur Knitter- und Krumpffreiaus- rüstung	94
1.4	Präparationsmittel	257	4.4	Katalysatoren für die Knitter- und Krumpffreiausrüstung	39
1.5	Schmälzmittel	93	4.5	Griffgebende Mittel	109
1.6	Spulöle (Conöle, Schär- und Zwirnöle)	44	4.5.1	Beschwerungsmittel	9
1.7	Garnbefeuchtungs- und Stabilisierungsmittel	2	4.5.2	Füll- und Versteifungsmittel	74
2.	Vorbehandlungsmittel	712	4.5.3	Weichmachungsmittel	578
2.1	Faserschutzmittel in der Vorbehandlung	7	4.6	Antielektrostatika	93
2.2	Abkochhilfsmittel	90	4.7	Phobiermittel	31
2.3	Bleichhilfsmittel	200	4.7.1	Hydrophobiermittel	104
2.4	Mercerisier- und Laugierhilfsmittel	29	4.7.2	Oleophobiermittel	64
2.5	Karbonisierhilfsmittel	7	4.7.3	Mittel für die schmutzabweisende Ausrüstung	28
2.6	Schlichte- und Schlichtezusatzmittel	262	3.8	Mittel zur leichteren Schmutzauswasch- barkeit	12
2.7	Entschlichtungsmittel	93	4.9	Walkhilfsmittel	36
2.8	Hydrophilierungsmittel	24	4.10	Filzfrei-Ausrüstungsmittel	27
3.	Textilhilfsmittel für die Färberei und Druckerei	1741	4.11	Avivagemittel	217
3.1	Farbstofflösemittel und hydrotrope Mittel	20	4.12	Glanzausrüstungsmittel	39
3.2	Dispergiermittel und Schutzkolloide	126	4.13	Mattierungsmittel	-
3.3	Färbereinetzmittel, Entlüftungsmittel	74	4.14	Schiebefest- und Maschenfestmittel	50
3.4	Egalisierungsmittel	387	4.15	Flammschutzmittel	131
3.5	Färbebeschleuniger	44	4.16	Antimikrobiell wirksame Mittel	23
3.6	Lauffaltenverhinderer oder -verhüter	115	4.16.1	Ausrüstung	8
3.7	Farbstoffschutzmittel., Verkochungs- schutzmittel	9	4.16.2	Lagerkonservierung	9
3.8	Klotzhilfsmittel	20	4.17	Fraßschutzmittel	7
3.8.1	Antimigriermittel	18	4.18	Mittel und Zusatzmittel für die Faser- und Fadenbindung	73
3.8.2	Antifrosting-Hilfsmittel	16	4.19	Beschichtungsmittel sowie entsprechende Zusatzmittel	277
3.8.3	Prod. zur Erhöhung der Flottenaufnahme	10	4.20	Kaschiermittel sowie entsprechende Zu- satzmittel	29
3.9	Fixierbeschl. für Konti.färberei und Druck	29	5.	Universell einsetzbare anwendungstech- nische Hilfsmittel für die Textilindustrie	868
3.10	Nachbeh.m. zur Echtheitsverbesserung	210	5.1	Netzmittel	185
3.11	Bindemittel für die Pigmentfärberei und Pigmentdruckerei	90	5.2	Entschäumer (Schaumdämpfungsmittel)	153
3.12	Druckverdickungsmittel	229	5.3	Wasch-, Dispergier- und Emulgiermittel	344
3.13	Emulgiermittel für Benzindruck	18	5.4	Detachiermittel	40
3.14	Mittel zur Entfernung von Druckverdickun- gen	17	5.5	Komplexbildner	124
3.15	Druckerei- und Kantenkleber	41	5.6	Stabilisatoren (außer Bleichstabilisatoren der Nr. 2.3)	22
3.16	Oxidationsmittel	19	6.	Hilfsmittel für die Chemischreinigung	104
3.17	Reduktionsmittel	56	6.1	Reinigungsverstärker	18
3.18	Ätz- und Ätzhilfsmittel	8	6.2	Vordetachiermittel (Anbürstmittel)	12
3.19	Reservierungsmittel	37	6.3	Detachiermittel	29
3.20	Beizmittel	5	6.4	Antielektrostatika	8
3.21	Aufhellungs- und Abziehmittel	37	6.5	Ausrüstungsmittel	30
3.22	Faserschutzmittel in der Färberei	46	6.6	Entschäumer für die Lösemittel-Applikation	7
3.23	pH-Regulat., Säure- und Alkalispender	60	7.	Weitere "Hilfsmittel"	140

2.1.3 Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit

Textilveredlungsbetriebe sind in der Regel abwasserintensive Betriebe. In den vorgelagerten Stufen (vergl. Abb.1) fällt produktionsspezifisch verunreinigtes Abwasser nur in geringem Umfang, im Wesentlichen aus Reinigungsprozessen an.

Abwasseranfallstellen

Abwasser fällt bei allen Hauptstufen der Textilveredlung an.

Bei der **Vorbereitung** ist das Abwasser mit Stoffen belastet, die aus der textilen Rohware stammen, wie Präparations- und Schlichtemittel sowie im Falle der Naturfasern natürliche Begleitstoffe, Pestizide und Konservierungsmittel. Das Abwasser enthält außerdem die eingesetzten Textilhilfsmittel und Textilgrundchemikalien. Die Art der im Einzelfall zu erwartenden chemischen Substanzen hängt im wesentlichen von der Faserart und vom Artikel ab.

Beim **Färben** gelangen nicht fixierte Farbstoffanteile durch ausgezogene Färbeflotten, Rest-Klotzflotten sowie Spülbäder und -wasser ins Abwasser. Weiterhin können Dispergier-, Egalisier- und Nachbehandlungsmittel sowie Textilgrundchemikalien im Abwasser enthalten sein.

Beim **Textildrucken** unterscheidet man zwischen Pigmentdruck und anderen Druckverfahren (Reaktivdruck, Kündendruck, Ätzdruck, Dispersionsdruck).

Beim Pigmentdruck erfolgt keine Drucknachwäsche, wohl aber bei den anderen genannten Verfahren. Somit ist der Abwasseranfall beim Pigmentdruck auf die Druckgeschirr- und Druckdecken- sowie Mansardentuchwäsche beschränkt. Beim Karussell-Pigmentdruck fällt Abwasser nur bei der Druckgeschirrwäsche an. Bei den anderen Druckverfahren gelangen die gesamten Bestandteile der Druckpasten mit Ausnahme der fixierten Farbstoffe über die Drucknachwäsche ins Abwasser. In Abhängigkeit von der Druckpastenart (die wiederum auf das Textilsubstrat abgestimmt ist) gelangen nicht fixierte Farbstoffe ins Abwasser. Dies geschieht in deutlich höherem Umfang als beim Färben. Außerdem gehen die in der Druckpaste eingesetzten Verdickungsmittel, Oxidationsmittel (insbesondere m-Nitrobenzolsulfonsäure), die anorganischen und organischen Reduktionsmittel sowie Carbonate ins Abwasser.

Bei der **Ausrüstung** mit chemischen Verfahren gelangen die eingesetzten Stoffe grundsätzlich auf die gleiche Art und Weise wie beim Färben ins Abwasser. Werden sie im Ausziehverfahren appliziert, so fällt die gesamte ausgezogene Flotte an. Bei den kontinuierlichen Verfahren sind es die Rest-Ausrüstungsklotzflotten aus Foulard, Leitungen und Ansatzbehälter, die ins Abwasser gelangen. Die Art der darin enthaltenen Stoffe hängt vom Substrat sowie vom angestrebten Ausrüstungsziel ab. Hier ist die Vielfalt an verfügbaren Rezepturen besonders groß (siehe Tabelle 4). Bei der Beschichtung im Trockenverfahren fallen keine nennenswerten Abwassermengen an. Bei den Nassverfahren fällt Reinigungswasser an. Außerdem sind die nicht mehr verwendbaren Reste der Beschichtungsmassen als Abfall zu entsorgen.

Abwasserbeschaffenheit

Die jeweilige Zusammensetzung des unbehandelten **Gesamtabwassers** eines Textilveredlungsbetriebes hängt von den unterschiedlichen Verhältnissen im Einzelfall ab. Wesentlich sind die mit der Rohware eingeschleppten Substanzen sowie die Farbstoffe, Textilhilfsmittel und Textilgrundchemikalien, die im Zuge der vorhandenen Veredlungsprozesse eingesetzt werden.

Eine Reihe von Abwasserinhaltsstoffen können Beeinträchtigungen des Kanal- oder Kläranlagenbetriebs verursachen. Der Einfluss und mögliche Abhilfemaßnahmen sind in Tabelle 5 näher erläutert. Eine Übersicht über wichtige schwer abbaubare Abwasserinhaltsstoffe ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 5: Beeinträchtigung von Kanal- und Kläranlagenbetrieb durch bestimmte Inhaltsstoffe

Abwasserinhaltsstoffe	Einfluss auf biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	Elimination in biologischer Kläranlage:	Bemerkungen
	- nicht relevant + mittel ++ hoch	l gering/ keine m mäßig h hoch	
Fasern, Flusen	-	h	Flusenentnahme empfehlenswert zur Vermeidung von Belägen und Verstopfungen
Pflanzliche Öle, Fette und Wachse	+	h	Zeitweise Betriebsprobleme können auftreten, gegebenenfalls gezielte Abscheidung erforderlich
Stärke und biologisch leicht abbaubare Derivate sowie Galaktomannane	++	h	Klumpenbildung kann in der Vorklä rung auftreten
Seife	++	h	-
Biologisch leicht abbaubare Tenside wie Fettalkoholethoxilate, Fettalkylsulfonate, etc.	++	h	In Belebungsbecken können Schaumprobleme auftreten
Enzyme	+	h	-
Essigsäure, Ameisensäure, Oxalsäure	++	h	Gegebenenfalls Neutralisation erforderlich
Thioharnstoff und -derivate	+	h	Ab bestimmten Konzentrationen kann die Nitrifikation gehemmt werden
H ₂ SO ₄ , HCl	-	l	Gegebenenfalls Neutralisation erforderlich
NaOH, KOH, Na ₂ CO ₃	-	l	Gegebenenfalls Neutralisation erforderlich
NaCl, Na ₂ SO ₄	-	l	Höhere Sulfatkonzentrationen können zu Korrosionsproblemen führen
Natrium-/Kalium-Silikate	-	l	-
Phosphate	-	m	-
Harnstoff, NH ₄ Cl	+(+)	(h)	Bei weitgehender Nitrifikation ist die Elimination sehr hoch, verbunden mit entsprechendem Sauerstoffbedarf
H ₂ O ₂	-	h	-
NaClO ₂	-	h	Konzentrationen über 10 mg/l können zur Bakterien-Hemmung führen
Na ₂ SO ₃ , Na ₂ S ₂ O ₃ , Na ₂ S ₂ O ₄ , Na ₂ S ₂ O ₅ , Hydroxymethansulfinsäure, Glucose	++	h	Sulfit-Konzentrationen über 10 mg/l können zu Hemmung der biologischen Aktivität des Belebtschlammes führen

Tabelle 6: Biologisch schwer abbaubare Inhaltsstoffe im Abwasser der Textilveredlung**Vorbehandlung**

- Synthetische Schlichtemittel (Carboxymethylcellulose, Polyvinylalkohole, Polyacrylate, Polyester)
- Mineralöl aus Faserpräparationen
- Nebenprodukte aus der Herstellung von linearen Alkylbenzolsulfonaten in Waschmitteln
- Ethylenoxid/Propylenoxid-Addukte in Präparationsmitteln für die Texturierung
- Polycarboxylate
- Alkylphenoethoxylate in Wasch-/Dispergiermittel

Vorbehandlung und Färben

- Niedermolekulare Polyacrylate
- Ethylendiamintetra(methylenphosphonsäure) (EDTMP) oder Diethylentriamin-penta(methylenphosphonsäure) (DTPMP)
- Ethylendiamintetraacetat (EDTA) oder Diethylentriaminpentaacetat (DTPA)
- optische Aufheller (Diaminostilbendisulfonsäure-Derivate und andere)

Färben

- Farbstoffe
- Kondensationsprodukte aus β -Naphthalinsulfonsäuren und Formaldehyd sowie Ligninsulfonate als Dispergiermittel vor allem für Küpen- und Dispersionsfarbstoffe
- N-Alkylphthalimide, Methylnaphthalinderivate, o-Phenylphenolderivate als Färbebeschleuniger
- Acrylsäure-/Maleinsäure-Copolymere als Dispergiermittel
- Cyanamid/Polyamin-Kondensationsprodukte zur Naßechtheitsverbesserung
- Quaternäre Ammoniumverbindungen als Retarder für kationische Farbstoffe
- Polyvinylpyrrolidon als Egalisiermittel
- Fettaminethoxilate als Egalisiermittel

Drucken

- Farbstoffe und Farbpigmente
- m-Nitrobenzolsulfonat und das korrespondierende Amin
- aromatische Amine mit Sulfonsäuregruppen aus der reduktiven Spaltung von Azofarbstoffen beim Ätzdruck

Ausrüstung

- Stoffe für die Hochveredlung mit N-Hydroxymethyl- oder N-Methoxymethylgruppen, z. B. Bis(hydroxymethyl)-dihydroxyethenarnstoff
- Dialkylphosphonopropionsäureamid-N-Methylol oder Tetrakis(hydroxymethyl)-phosphoniumchlorid aus dem Einsatz als Flammschutzmittel
- Aromatische bromierte Verbindungen aus dem Einsatz als Flammschutzmittel
- Polysiloxane und Derivate als Weichmacher
- Alkylphosphate und Alkyletherphosphate aus dem Einsatz als Antielektrostatika
- Optische Aufheller

In Tabelle 7 sind Untersuchungsdaten vom unbehandelten Gesamtabwasser von 50 Textilveredlungsbetrieben aus „Die gegenwärtige Verbrauchs- und Emissionssituation der Textilveredlungsindustrie in Deutschland“ [8] zusammengestellt. Die großen Schwankungsbreiten ergeben sich aus der Vielfalt der betrieblichen Verhältnisse. Für 50 Textilveredlungsbetriebe finden sich dort spezifische Emissionsdaten.

Tabelle 7: Schwankungsbreite der Beschaffenheit vom unbehandeltem Gesamtabwasser aus 50 Textilveredlungsbetrieben (1995-1999)

Parameter	Einheit	Wertebereich
pH-Wert	-	5 – 13
Leitfähigkeit	µS/cm	300 - 9500 ¹⁾
Temperatur	°C	15 – 60
CSB	mg O ₂ /l	400 – 5000
TOC	mg C/l	150 – 1600
BSB ₅	mg O ₂ /l	80 – 1500
CSB/ BSB ₅	-	2.3 – 7
AOX	mg Cl/l	0.05 – 8 ²⁾
Kohlenwasserstoffe	mg/l	< 0.1 – 110 ³⁾
organisch gebundener Stickstoff	mg N/l	6 - 80 ⁴⁾
Ammonium	mg N/l	<0.1 – 120 ⁵⁾
Anionische Tenside	mg/l	2 – 24
Nichtionische Tenside	mg/l	5 – 50
Trichlormethan	µg/l	0.3 – 170 ⁶⁾
Sulfit	mg/l	<0.5 - 90 ⁷⁾
Kupfer, gesamt	mg/l	<0.001 – 1.5 ⁸⁾
Zink, gesamt	mg/l	0.02 – 1,1
Chrom, gesamt	mg/l	<0.005 - 2 ⁹⁾

Legende:

- 1) Bei Abwasser überwiegend vom Färben von Cellulosefasern mit Reaktiv- oder Direktfarbstoffen, wofür große Neutralsalzmengen eingesetzt werden
- 2) Werte über 1 mg/l sind die Ausnahme; hohe Werte treten i.d.R. bei Einsatz von halogenierten Farbstoffen auf, die relativ niedrige Fixieraten haben (< 80 %). Werte > 1 mg/l werden auch durch den Einsatz von Chlor abspaltenden Bleichmitteln oder freiem Chlor aus dem Einsatz von Natriumhypochlorit verursacht. Das Abwasser darf außer Natriumchlorit zum Bleichen von Synthesefasern Chlor abspaltende Bleichmitteln nicht enthalten.
- 3) Hohe Werte treten in der Regel bei der Vorbehandlung von Polyester oder Polyamid durch ausgewaschene Präparationen mit Kohlenwasserstoffen auf.
- 4) Hohe Werte treten auf, wenn größere Mengen an Rest-Hochveredlungsflotten mit Ethylenharnstoffderivaten abgeleitet oder Knitterarm-Ausrüstungen (ebenfalls Ethylenharnstoffderivate) ausgewaschen werden.
- 5) Hohe Werte treten beim Reaktiv- und Kùpendrucken einschließlich Buntätzdrucken auf, wenn relevante Harnstoffmengen eingesetzt werden.
- 6) Hohe Werte treten bei Anwendung von NaOCl-Bleiche auf. Das Abwasser darf außer Natriumchlorit zum Bleichen von Synthesefasern Chlor abspaltende Bleichmitteln (z. B. NaOCl) nicht enthalten.
- 7) Hohe Werte treten bei Einsatz relevanter Mengen Natriumdithionit auf, z.B. beim Kùpenfärben oder aus der reduktiven Nachbehandlung von Polyesterfärbungen.
- 8) Werte über 0,5 mg/l sind die Ausnahme. Höhere Werte können beim Drucken auftreten
- 9) Werte über 0,2 mg/l sind die Ausnahme. Höhere Werte können beim Färben von Wolle oder Polyamid mit Chrom-Komplexfarbstoffen oder mit Nachchromierungsfarbstoffen auftreten

Das Gesamtabwasser eines Textilveredlungsbetriebes setzt sich aus unterschiedlich hoch belasteten **Teilströmen** zusammen. Wesentliche Teilströme sind Konzentrate aus den Veredlungsprozessen, die sehr hohe Belastungen aufweisen. Dies sind u.a.:

- Entschlichtungsflotten (CSB: 3.000 - 80.000 mg/l je nach Verfahrensführung/Waschtechnik),
- Abwasser aus der kontinuierlichen Vorbehandlung von Wirk-/Maschenware aus Synthefasern (Kohlenwasserstoffgehalte im g/l-Bereich),
- Rest-Farbklotzflotten (CSB sowie Farbstoffgehalt: 5.000 - 100.000 mg/l),
- Rest-Druckpasten (CSB: 100.000 - 350.000 mg/l),
- Rest-Ausrüstungsklotzflotten (CSB: 5.000 - 200.000 mg/l),
- Restflotten vom Beschichten und Kaschieren,
- Restflotten aus der Teppich-Rückenbeschichtung.

Deutlich niedriger belastete Teilströme resultieren meist aus Waschvorgängen. Dabei kann das erste Spülwasser noch nennenswerte CSB-Gehalte enthalten, während das letzte Spülwasser oft sehr niedrige CSB-Konzentrationen (< 200 mg/l) aufweisen.

2.2 Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren

2.2.1 Maßnahmen zur Abwasservermeidung

Entsprechend den allgemeinen Anforderungen des Teils B ist die Schadstofffracht so gering zu halten, wie dies nach Prüfung der Verhältnisse im Einzelfall durch folgende Maßnahmen möglich ist:

- Aufbereiten und Wiedereinsetzen des Waschwassers aus der Druckerei, das bei der Druckdeckenwäsche sowie beim Reinigen des Druckgeschirrs (Schablonen, Walzen, Chassis, Ansetzkübel usw.) anfällt,
- Verzicht auf synthetische Schlichten, die einen DOC-Eliminierungsgrad nach 7 Tagen von 80 % nicht erreichen,
- Verzicht auf organische Komplexbildner, die einen DOC-Abbaugrad nach 28 Tagen von 80 % nicht erreichen. Ausgenommen ist die Verwendung von Phosphonaten, Polyacrylaten und Maleinsäure-Copolymerisaten zur Textilveredlung,
- Verzicht auf Tenside, die einen DOC-Eliminierungsgrad nach 7 Tagen von 80 % nicht erreichen.
- Verzicht auf chlorierende Druckvorbehandlung von Wolle und Wollmischsubstraten,
- Verzicht auf den Einsatz von Alkylphenoethoxilaten (APEO) außer Polymerdispersionen, die auf textile Flächengebilde aufgebracht werden und dort zu 99 % verbleiben,
- Minimierung der Menge und Rückhalten oder Wiederverwendung von:
 - synthetischen Schlichtemitteln aus der Entschlichtung,
 - Rest-Farbklotzflotten,
 - Rest-Ausrüstungsklotzflotten,
 - Restflotten vom Beschichten und Kaschieren,
 - Restflotten aus der Rückenbeschichtung von textilen Bodenbelägen und anderen Flächengebilden,
 - Restdruckpasten,

Ziel der allgemeinen Anforderungen ist es, den Einleiter zu einer systematischen, durch die Behörden nachvollziehbaren Überprüfung und Umsetzung des diesbezüglichen technischen Potentials zu veranlassen. Die o.g. möglichen Maßnahmen (Prüfkriterien) konkretisieren die in

§ 3 Abs. 1 der Abwasserverordnung aufgeführten Maßnahmen und präzisieren den für die Textilindustrie zu fordernden Prüfumfang. Die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen beinhaltet, dass der Nachweis im Sinne des Teils B des Anhangs 38 erbracht wird. Die technischen Möglichkeiten zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen befinden sich in ständiger Entwicklung. Eine erneute Überprüfung der Anforderungen nach Teil B ist spätestens dann erforderlich, wenn ein Wasserrechtsbescheid neu erteilt oder grundlegend angepasst wird.

Die Prüfung der allgemeinen Anforderungen des Anhangs 38 erfordert die Erhebung bestimmter Grunddaten. Umfang und Inhalt richten sich nach den o.g. möglichen Maßnahmen (Prüfkriterien). Die notwendigen Grunddaten sollten in dem geforderten innerbetrieblichen Abwasserkataster (Gesamtheit der Daten) so erhoben und dargestellt werden, dass sie zum Nachweis der Einhaltung der allgemeinen Anforderungen geeignet sind. In dem innerbetrieblichen Abwasserkataster werden die jeweiligen betrieblichen Verhältnisse bezüglich Produktion, Stoffeinsatz, Abwasseranfall, -beschaffenheit, -ableitung und -behandlung in dem dafür erforderlichen Umfang abgebildet. In gleicher Weise wird es herangezogen, um die Umsetzung der Anforderungen an das Abwasser vor der Vermischung nachzuweisen. Das Kataster kann folgendermaßen gegliedert werden:

- Allgemeine Angaben zum Betrieb (vollstufiger Betrieb, Eigenveredlungsbetrieb, Lohnveredlungsbetrieb u.ä.),
- Beschreibung der Produktion,
- Übersicht über die abwasserrelevanten Jahresmassenströme,
- Entwässerungsplan,
- Beschreibung der eingesetzten chemischen Produkte nach Art und Menge,
- Beschreibung der Prozess-Sequenzen und der Einzelprozesse,
- Maschinenaufstellungsplan,
- betriebliche Wasser- und Abwasserbilanz,
- Anfall und Beschaffenheit des Abwassers aus relevanten Einzelprozessen,
- Beschaffenheit des Gesamtabwassers,
- Maßnahmen zur Abwassermeidung und -behandlung.

Das Abwasserkataster stellt die Abwassersituation eines Betriebes in einer Weise dar, die es ermöglicht, die wesentlichen Handlungsschwerpunkte für die Vermeidung und Verminderung von Abwasserfrachten zu erkennen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Für bestehende Betriebe sollten die Daten für einen repräsentativen Zeitraum erhoben werden. Dieser sollte umso länger gewählt werden, je mehr der Betrieb durch wechselnde Verhältnisse geprägt ist (z.B. bei Lohnveredlung). Entsprechende Schwankungen können so erfasst und berücksichtigt werden.

Verarbeitung von Fasern und Garnen

Die bei der Weiterverarbeitung von Chemiefasern eingesetzten Präparationsmittel enthalten u.a. Tenside, die in den Textilveredlungsbetrieben zumindest teilweise ins Abwasser gelangen.

Im allgemeinen können Präparationsmittel mit Tensiden eingesetzt werden, die bei der Abwasserbehandlung entsprechend den Anforderungen, eliminiert werden können. Für einige Verfahren sind jedoch bisher noch Tenside erforderlich, die eine schlechtere Eliminierbarkeit aufweisen:

- Schnellspinnprozesse, insbesondere bei synthetischen Fasern auf der Basis von Polyester, Polyamid, Polypropylen-BCF (bulk continuous filament)
Einsatz: lineare alkoxylierte Siloxane und alkoxylierte perfluorierte C-Ketten.

- Texturierung
Einsatz: Ethylenoxid/Propylenoxid-Siloxane sowie Ethylenoxid/Propylenoxid-Addukte auf der Basis von Fettalkoholen und Polyolen.
- Antistatika
Einsatz: Alkylphosphate und Alkyletherphosphate.

Herstellung von Geweben

Vor dem Webvorgang werden die Kettfäden oft mit einem Schutzfilm aus Schlichtemitteln überzogen. Diese werden bei der Textilveredlung im Zuge der Vorbehandlung von der Rohware gezielt entfernt (Entschlichtung), da sie die weitere Veredlung stören würden. Bei der Gewebeerzeugung verursachen die Schlichtemittel einen bedeutenden Anteil (etwa 30 - 70 %) der organischen Schadstofffracht im Abwasser.

In manchen Fällen können durch geeignete Modifikationen des Spinnvorganges Garne hergestellt werden, die ohne oder mit geringerem Schlichteeinsatz verwebt werden können (z.B. Kompaktspinnverfahren für Stapelfasergarne, Intermingling-Verfahren für Filamentgarne).

In der Weberei werden in der Regel nur Schlichtemittel eingesetzt, die bei der Abwasserbehandlung entsprechend den Anforderungen eliminiert werden können. Diese Voraussetzung ist bei natürlichen Schlichten auf der Basis von Stärke gegeben, ebenso bei Carboxymethylstärke und Galaktomannanen. Allerdings können derartige Schlichtemittel nicht wiederverwendet werden. Sie besitzen in der Regel bei höherer Wirkstoffauflage einen geringeren Effekt als synthetische Schlichtemittel und können nicht für alle Faserarten eingesetzt werden. Polyvinylalkohole sind in Belebungsanlagen unter bestimmten Bedingungen (adaptierter Belebtschlamm, Temperatur > 15°C, Schlammbelastung < 0,15 kg BSB₅/kg TS x d) zu mehr als 90% biologisch abbaubar, während Polyacrylate und Polyester biologisch schwer abbaubar sind. Hydrophobe Polyacrylate auf Esterbasis können durch Adsorption an den Belebtschlamm in der Größenordnung 90 % aus dem Abwasser entfernt werden. Hydrophile Polyacrylate auf Säurebasis sowie Carboxymethylcellulose sind nicht adsorbierbar. Polyester-Schlichten liegen in ihrer Eliminierbarkeit dazwischen (50 – 70 % Adsorption am Belebtschlamm).

Für Herstellung von Samtgeweben sowie von Viskosefilament-Geweben für Futterstoffe sind noch synthetische Schlichtemittel erforderlich, die nicht die geforderte Eliminierbarkeit aufweisen.

Neben der Auswahl der Schlichte stellt der optimierte Auftrag von Schlichte eine weitere Maßnahme zur Minimierung der Schadstofffracht dar. Hierzu gehört die On-line-Überprüfung der Aufnahme von Schlichte und das Anfeuchten von Baumwolle und Baumwolle/Polyester-Stapelfasergarnen vor dem Auftrag von Schlichte. Damit kann eine Einsparung von etwa 25 bis 35 % gegenüber den herkömmlichen Verfahren erreicht werden. Bei manchen Webprozessen reicht es aus, die Schlichte aus einem Trog über eine Metallwalze einseitig auf die Kettfäden aufzutragen. Dieses Kaltschlichteverfahren ist gegenüber dem herkömmlichen Heißverfahren Energie und Material sparend.

Bei Betrieben, die Schlichte auftragen und entschlichten, werden aus der Entschlichtungsflotte geeignete Schlichtemittel (auf der Basis von Polyvinylalkohol, Polyacrylat, Carboxymethylcellulose und modifizierter Stärke) zurückgewonnen. Bei Einsatz der Ultrafiltration kann eine Recyclingrate von mindestens 80 % erreicht werden. Voraussetzung ist eine ausreichende Stabilität der Schlichte sowie eine geringe Anzahl an Schlichterezepturen. Mit zunehmendem Anteil an Fremdgewebe nimmt die Möglichkeit zum Schlichter recycling ab. Bei Baumwollgeweben enthält die Recyclingschlichte einen hohen Anteil an Salzen, die aus der Baumwolle (als Faserbegleitstoff) stammen. Dadurch wird das Schlichter recycling ebenfalls eingeschränkt.

Textilveredlung

Die nachfolgend aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen lassen sich nicht spezifisch einem Veredlungsprozess zuordnen, da die betroffenen Einsatzstoffe bzw. Verfahren für mehrere Prozesse relevant sein können.

Komplexbildner werden bei der Textilveredlung insbesondere als Sequestriermittel zur Chelatierung von Härtebildnern und anderen unerwünschten Kationen (z.B. Calcium, Eisen, Mangan) eingesetzt. Entsprechend der Anforderung ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob auf schwer abbaubare Komplexbildner verzichtet werden kann. Ausgenommen ist die Verwendung von Phosphonaten, Polyacrylaten und Copolymerisaten aus Acrylsäure und Maleinsäure. Das Abwasser darf schwer abbaubare Komplexbildner EDTA und DTPA sowie Phosphonate für die Enthärtung von Brauchwasser nicht enthalten. Für die Wasseraufbereitung stehen Verfahren wie Ionenaustausch oder Umkehrosmose zur Verfügung.

Tenside werden in zahlreichen Textilhilfsmitteln und Färbemitteln eingesetzt, um die Ausrüstung mit anderen Stoffen zu erleichtern oder zu verbessern, Schutzwirkung zu entfalten oder manche Prozesse mittels ihrer spezifischen Eigenschaften erst zu ermöglichen. Im Bereich der Textilveredlung gibt es spezielle Spezifikationen für Hilfs- und Farbstoffe, die derzeit nur durch Beimischungen von Tensiden erreicht werden können, die die Anforderungen an die Eliminierbarkeit nicht erfüllen. Beispiele sind nachfolgend genannt:

- Formaldehyd-Naphthalinsulfonsäure-Kondensate und Ligninsulfonate als Dispergiermittel für Dispersions- und Küpenfarbstoffe sowie in schwer löslichen Reaktivfarbstoffen,
- Fettaminethoxilate als Egalisiermittel für das Färben von Polyamid und Polyester, als Emulgatoren für spezielle Einsatzbereiche (Polyesteremulsionen) und als Spezialwaschmittel für elasthanhaltige Ware,
- Alkylphosphate und Alkyletherphosphate als Antistatika, Entlüftungs- und Netzmittel,
- Ethylenoxid/Propylenoxid-Addukte auf der Basis von Fettaminen als Dispergiermittel und Stabilisatoren für Farbpigmente und Pigmentpräparationen.

Als grenzflächenaktive Substanzen mit spezieller Funktionalität sind in vielen Farbstoffen bestimmte Tenside in geringen Konzentrationen (in der Regel deutlich unter 2 %) derzeit noch unverzichtbar:

- Alkoxilierte Phenolharze zur Stabilisierung hochkonzentrierter Farbstoffdispersionen,
- Kondensierte Arylpolyglykoether als Netzmittel und Entstaubungskomponenten in Farbstoffen,
- Alkoxilierte Siloxane als Entschäumer in Färbeapparaten,
- Fettsäure-Ethylenoxid/Propylenoxid-Addukte zur Schaumvermeidung in Färbeapparaten und zur Feinstaubminimierung in Pulverfarbstoffen,
- Alkylarylsulfonate als Dispergiermittel/Emulgatoren für Entstaubungsmittel in Festfarbstoffen,
- Ethoxilierte Arylglycerinether als Netzmittel für Pulverfarbstoffe zur Einstellung optimaler Lösungs- und Lösungsstabilitätseigenschaften,
- Dialkylsulfimide als Netz- und Entschäumungsmittel zur optimalen schaumfreien Benetzung von Festfarbstoffen,
- Alkindiole als Entschäumungs- und Netzmittel für spezielle Pulverfarbstoffe.

Auch in Polymerdispersionen für die Imprägnierung, Verfestigung und Beschichtung werden derzeit noch bestimmte Tenside eingesetzt:

- Alkyl(C₁₁₋₃₅)oxethylat,
- Arylpolyglykoether,
- Castoröl, ethoxyliert (10-40 EO),
- Copolymere aus Propylenoxid/Ethylenoxid,
- Fettalkoholethoxilat-Phosphorsäureester,
- Dodecyliertes Diphenyletherdisulfonat,
- Formaldehyd-Naphthalinsulfonsäure-Kondensate,
- Natrium-di-cyclohexylsulfosuccinat,
- Natrium-di-isohehexylsulfosuccinat,
- Natrium-di-octylsulfosuccinat,
- Di-Natrium-N-alkyl(C₁₀₋₁₈)sulfosuccinamat,
- Sulfobernsteinsäure-bisalkyl(C₄₋₁₆)ester, Na-Salz,
- Sulfobernsteinsäurefettalkohol(C₁₀₋₁₂)polyglykoether, Na-Salz.

Alkylphenoethoxilate (APEO) werden bei der Rückenbeschichtung textiler Bodenbeläge (siehe Abschnitt „Beschichten/Kaschieren“) eingesetzt. Dabei darf nur 1 % der eingesetzten Polymerdispersionen mit APEO in das Abwasser gelangen. Im Übrigen soll auf den Einsatz von APEO verzichtet werden. APEO aus Wasch- und Reinigungsmitteln dürfen nicht im Abwasser enthalten sein, für den Einsatz zu Wasch- und Reinigungszwecken stehen APEO-freie Mittel zur Verfügung.

Nach den Bestimmungen der 2. BImSchV darf für Textilausrüstungsanlagen als **halogeniertes Lösemittel** nur Tetrachlorethen eingesetzt werden.

Farbstoffe für die Färbung und den Textildruck (insbesondere Reaktiv-, Dispersions- und Küpenfarbstoffe) können eine wesentliche Quelle für AOX sein. Von den Schwermetallen können vor allem Chrom, Kupfer, Nickel und in einigen Fällen auch Kobalt in den Farbstoffen enthalten sein. In Direkt-, Reaktiv- und Säurefarbstoffen wird z.B. Kupfer- oder Nickelphthalocyanin als Chromophor verwendet. Da die Phthalocyanine weniger stark am Textil fixiert werden als andere Farbstoffe, gelangen sie zu einem größeren Teil ins Abwasser.

Für das Färben von Wolle und Polyamid können Chromkomplexfarbstoffe verwendet werden, für Wolle auch Chromierungsfarbstoffe im Verfahren der Nachchromierung.

Nicht angewandte, unverbrauchte Reste von Chemikalien, Farbstoffen und Textilhilfsmitteln dürfen nicht über den Abwasserpfad entsorgt werden. Es entspricht dem Stand der Technik, sie nach Möglichkeit wiedereinzusetzen oder nach den abfallrechtlichen Bestimmungen zur Verwertung oder Beseitigung abzugeben.

Vorbehandlung

Bleichmittel werden eingesetzt, um die Eigenfärbung der Rohware zu beseitigen. Naturfasern (z.B. Baumwolle, Wolle) können mit Wasserstoffperoxid gebleicht werden. In Ausnahmefällen wird auch Peressigsäure eingesetzt. Für Synthefasern wird mit diesen Mitteln keine nennenswerte Bleichwirkung erzielt. Dort ist daher zum Teil noch der Einsatz von Natriumchlorit als Bleichmittel erforderlich. Bei diesem Verfahren entsteht im Vergleich zur Verwendung von Hypochlorit nur etwa 10 bis 20 % der AOX-Menge. Chlor abspaltende Bleichmittel wie Hypochlorit dürfen nicht im Abwasser enthalten sein.

Färben

Carrier sind Färbebeschleuniger, die dem Färbebad zugesetzt werden, um ein schnelles und gleichmäßiges Aufziehen des Farbstoffes auf Polyester- bzw. Wolle/Polyesterfasern zu er-

reichen. Bei reinen Polyesterfasern ist es Stand der Technik durch Anwendung des Hochtemperatur-Färbeverfahrens auf Carrier zu verzichten. Bei Mischungen von Polyester und Wolle ist dieses Verfahren jedoch wegen der Temperaturempfindlichkeit der Wolle nicht anwendbar. In diesem Fall kann auf Carrier nicht verzichtet werden. Es dürfen allerdings nur Halogen freie Carrier im Abwasser enthalten sein.

Chrom(VI)-Verbindungen als Oxidationsmittel für die Färbung mit Schwefel- und Küpenfarbstoffen dürfen nicht im Abwasser enthalten sein. Stattdessen stehen Alternativverfahren wie der Einsatz von Wasserstoffperoxid bei schwach saurem pH-Wert zur Verfügung.

Restfarbklotzflotten fallen bei kontinuierlichen und semi-kontinuierlichen Färbungen nach dem Auftragsverfahren als Reste im Färbetrog des Foulards, in den Zuführungsleitungen und im Ansatzbehälter in vergleichsweise geringen Mengen nach Abschluss des Färbeprozesses an. Sie enthalten jedoch eine hohe Fracht an organischen Verbindungen, gegebenenfalls an Schwermetallen und AOX. Sie tragen auf Grund der hohen Farbstoffkonzentrationen wesentlich zur Färbung des Abwassers bei. Ihr Anfall ist durch eine optimierte Organisation und Anlagentechnik zu minimieren. Dazu sollten die technischen Einrichtungen zum Farbauftrag auf die kleinstmöglichen Volumina an Farbflotten reduziert werden.

Zur Optimierung der Organisation und Anlagentechnik gehören:

- die Straffung der Rezeptvielfalt,
- die Optimierung der Partienfolge,
- die Reduzierung der Systemverluste an der Färbeapparatur durch Zwickelfärbung, Sparchassis, Verdrängungskörper im Färbetrog des Foulards; je nach Warenbreite können Restvolumen von etwa 5 l (Zwickelfärbung) bis 30 l (Färbung von schweren Geweben im Tauchfoulard mit Verdrängungswalzen) erreicht werden.
- die Reduzierung des Restvolumens im Zuführsystem (Ansatzbehälter, Pumpe, Leitung),
- vollständige Aufnahme und Entleerung des Foulardtroges durch Gewebe-Nachläufer oder durch Absaugsysteme,
- die verbrauchsoptimierte Zubereitung der Klotzflotten durch automatische Ansatzstationen mit on-line-Dosierung der Flottenkomponenten in die Färbeanlage.

Durch diese Maßnahmen kann das insgesamt je Färbung anfallende Volumen der Restklotzflotte auf 20 bis 50 l begrenzt werden.

Durch Wiederverwendung von Restflotten wird Abwasser vermieden. Dafür ist eine ausreichende Lagerstabilität der Farbzubereitung erforderlich. Reaktivfarbstoffe, die bereits Alkali enthalten, sind nicht lagerstabil, da im alkalischen pH-Bereich die für die Fixierung erforderlichen Reaktivgruppen der Farbstoffe hydrolysiert werden.

Bei **Ausziehfärbungen** hängt das pro kg Ware anfallende Abwasservolumen wesentlich vom verfahrenstechnisch vorgegebenen Flottenverhältnis ab. Während bei modernen Anlagen für die Stückfärbung das Flottenverhältnis auf bis zu 1 : 2 gebracht werden kann (Düsen-Färbeanlagen nach dem Airflow-Prinzip), liegt es bei älteren Systemen (Haspelkufe) bei etwa 1 : 25. Das Flottenverhältnis anderer Apparate- und Maschinentypen wie Baumfärbeapparate, Jigger oder Overflow-Düsenfärbemaschinen liegen innerhalb dieses Bereichs. Die Anwendbarkeit einer Färbeapparatur hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie:

- den Wareneigenschaften (mechanische Belastbarkeit),
- dem Färbeverfahren (geschlossenes System bei Hochtemperaturverfahren),
- der Partiegröße (für kleine Partien kontinuierliche Verfahren nicht geeignet).

Ebenfalls wesentlich für den Abwasseranfall ist die jeweilige Auslastung der Apparatur (Packung) je Färbevorgang. Bei stark wechselnden Metragen, insbesondere in der Lohnveredlung, sind daher mehrere Apparategrößen je Verfahren von Vorteil für eine optimale Ausnutzung bei minimiertem Abwasseranfall.

Bei der Indigofärberei wird die Ultrafiltration als Verfahren für die Rückgewinnung von Farbstoffen mit Erfolg eingesetzt.

Die Möglichkeiten für die Umsetzung der genannten Vermeidungsmaßnahmen in der Färberei hängen sowohl beim Auszieh- als auch beim Auftragsverfahren von den Verhältnissen des Einzelfalls ab.

Textildruck

Druckpasten bestehen im Wesentlichen aus Farbstoffen und Verdickungsmitteln sowie weiteren Bestandteilen, die von der Druckpastenart abhängen. Sie enthalten auch hydrotrope Mittel, die das Eindringen des aufgedruckten Farbstoffes in die Fasern während des Dämpfvorganges nach dem Bedrucken ermöglichen. Dafür wird der bedruckte Stoff vor dem Dämpfen mit harnstofffreiem Schaum befeuchtet.

Restdruckpasten werden weitgehend wiederverwendet. Die Hersteller automatischer Farbküchen bieten - teilweise automatisierte - Module an, die dies ermöglichen. Verfahrenstechnische Gesichtspunkte können die Wiederverwendbarkeit allerdings einschränken. Voraussetzung ist eine ausreichende Haltbarkeit der Druckpasten. Wesentlich dafür ist die Stabilität der Farbstoffe. Alkalihaltige Reaktivfarbstoffpasten sind wegen der raschen Hydrolyse der Reaktivgruppen der Farbstoffe grundsätzlich nicht wiederverwendbar. Ebenso ist zu beachten, dass die Verdickungsmittel in der Druckpaste mikrobiell abgebaut werden können und dadurch die Paste wegen der verminderten Viskosität unbrauchbar werden kann.

Moderne Druckmaschinen für den Rotationsfilmdruck sind mit einem Molchsystem zur Rückgewinnung der Druckpaste aus dem Zuführungssystem ausgerüstet. Das Zuführungssystem umfasst die Förderschläuche, die Pumpe, das Rakelrohr sowie die Rundschablone. Mit Hilfe des Schwammkugel-Molches kann bei Umkehrung der Pumprichtung das Restvolumen im Zuleitungssystem nach Beendigung des Druckvorganges in den Farbkübel zurückgefördert und der Wiederverwendung oder Entsorgung zugeführt werden. Bei älteren Maschinen gelangt das Restvolumen beim Reinigen des Druckgeschirrs (Schablone, Rakelrohr, Zuführungsleitung einschließlich Pumpe) vollständig ins Abwasser. Minimierte Systemvolumina im Druckgeschirr (z. B. kurze Leitungen) tragen ebenfalls zu einer Verminderung des Restvolumens bei.

Der zu bedruckende Stoff wird für den Druckvorgang auf die **Druckdecke**, ein endloses, gummiertes Gewebe, reversibel fest geklebt. In die Druckmaschine ist ein Waschwerk integriert, mit dem die Farb- und Hilfsmittel abgewaschen werden, die nach Entfernung des bedruckten Stoffes gegebenenfalls auf der Druckdecke verblieben sind (insbesondere bei leichten, dünnen Geweben). Bei fortschrittlichen Maschinen wird dazu das wassersparende Gegenstromprinzip eingesetzt, wobei weniger belastetes Washwasser zum Vorwaschen der stärker verschmutzten Bereiche der Druckdecke eingesetzt wird. Die gesonderte Rückhaltung und Aufbereitung ist für das Abwasser aus der Druckdeckenwäsche sinnvoll, wenn es eine wesentliche Schadstofffracht aus dem Druckprozess enthält.

Zusätzlich fällt Abwasser bei der Reinigung des **Druckgeschirrs** (Schablonen, Walzen, Chassis, Ansatzkübel usw.) an. Die Reinigung erfolgt außerhalb der Druckmaschine manuell zur weitgehenden Entfernung der Rest-Druckpaste sowie in speziellen Maschinen oder Apparaten zur ab-

schließenden Reinigung. Der Abwasseranfall kann durch Optimierung des Reinigungsprozesses (z. B. durch Einsatz von Hochdruckreinigern, Bürstwerken) minimiert werden. Das anfallende Reinigungswasser kann, insbesondere bei nicht optimierter Vorreinigung, in vergleichsweise geringen Mengen eine wesentliche Schadstofffracht enthalten. Durch gezieltes Erfassen und Behandeln wird diese Fracht minimiert. Wird das Abwasser aus der Druckdecken- und Druckgeschirrwäsche einer Behandlung zugeführt, so sollte dies mit dem Ziel der Wiederverwendung geschehen, da hierdurch eine weitere Verminderung der Schadstofffracht erreicht wird.

Für das Bedrucken von Wollartikeln ist eine spezielle Vorbehandlung erforderlich. Bei Wollmischgeweben ist die Verwendung chlorfreier Oxidationsmittel möglich (z.B. Peroxodisulfat). Auch bei 100 %igen Wollartikeln soll nach Möglichkeit Dichlorisocyanurat (**chlorierende Druckvorbehandlung**) ersetzt werden.

Ausrüstung

Bei der Ausrüstung von Gewebe und Maschenware erfolgt der Auftrag der Ausrüstungsflotte in der Regel, wie bei der Färbung nach dem Auftragsverfahren, auf einem Foulard. Es sind die gleichen Minimierungsmaßnahmen möglich, wie für die Rest-Farbklotzflotten aufgezeigt. Nach Beendigung des Ausrüstungsvorganges fallen dann relativ geringe Mengen an Restvolumen als **Rest-Ausrüstungsklotzflotten** an. Diese können jedoch eine hohe Fracht insbesondere an organischen Verbindungen enthalten, die biologisch nicht leicht abbaubar sind. Eine Wiederverwendung ist nur bei bestimmten Flotten möglich, z. B. Flotten, die ausschließlich Weichmacher enthalten. Hochveredlungsflotten und solche, die Fluorchemikalien, Fungizide, Biozide oder reaktive Flammenschutzmittel enthalten, sind dagegen in der Regel nicht wiederverwendbar.

Konservierungsmittel werden eingesetzt, um Textilien vor Zerstörung durch Bakterien- und Pilzwachstum bzw. vor Fraßschäden durch Insekten zu schützen. Arsen, Quecksilber und ihre Verbindungen sowie zinnorganische Verbindungen dürfen nicht im Abwasser enthalten sein.

Für die Flammfestausrüstung werden auch organische Phosphorverbindungen eingesetzt, die nach dem Verfahren Nr. 108 der Anlage „Analysen- und Messverfahren“ der AbwV (nach Anschluss) erfasst werden, jedoch aufgrund ihrer Stoffeigenschaften, nicht gezielt durch Fällung eliminiert werden können. Hochbelastete Restflotten und Spülwasser aus der Flammfestausrüstung mit organischen Phosphorverbindungen sind zurückzuhalten, getrennt zu behandeln oder als Abfall zu entsorgen.

Beschichten/Kaschieren

Für das **Beschichten** von Textilien sind technische Möglichkeiten zur weitgehenden Rückführung der Restansätze aus den Auftragseinheiten in Lagerbehälter realisiert. Voraussetzung ist eine ausreichende Lagerstabilität der eingesetzten Stoffe. Dies gilt in ähnlicher Weise für das **Kaschieren**, wenn dort als Klebemittel pastenartige Ansätze im Nassverfahren aufgetragen werden.

Die zur **Rückenbeschichtung von textilen Bodenbelägen** verwendeten wässrigen Polymerdispersionen werden in der Regel über eine Emulsionspolymerisation hergestellt und im Nassverfahren aufgetragen. Bei den eingesetzten technischen Verfahren fällt Abwasser nur bei Reinigungs- und Spülvorgängen an. Es enthält weniger als 1 % der eingesetzten Polymerdispersion.

Von den derzeit in der **Entwicklung und Erprobung befindlichen innovative Verfahren** sind insbesondere der Ersatz chemischer Veredlungsverfahren durch biochemische Prozesse (z. B. Enzymeinsatz für Bleiche u.ä.) sowie durch physikalische Verfahren (Plasma- und Ultraschalltechnologien, verbesserte Membranverfahren), die Färbung in überkritischen Fluiden und der digitale Inkjet-Textildruck zu nennen.

2.2.2 Maßnahmen zur Abwasserbehandlung

Die auch bei Anwendung von Vermeidungsmaßnahmen noch ins Abwasser gelangende Schadstofffracht wird durch eine Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik minimiert. Die verfahrenstechnischen Möglichkeiten hierfür sind vielfältig. Die Textilveredlung ist Energie und Wasser intensiv, so dass es aus ökologischer und ökonomischer Sicht geboten ist, die Wiederverwendung von behandeltem Abwasser und die Rückgewinnung von Wärmeenergie in das jeweilige innerbetriebliche Abwasserbehandlungskonzept zu integrieren.

Es ist zu entscheiden, welche Behandlungsmaßnahmen innerbetrieblich am Ort des Anfalls bzw. vor Vermischung mit Abwasser anderer Herkunft erfolgen sollen, welche Reinigungsleistung durch eine (gemeinsame) Endbehandlung erreicht werden kann und welche Restansätze/-flotten besser als Abfall entsorgt werden können. Bei bestehenden Einleitungen müssen optimale Lösungen unter Berücksichtigung der vorhandenen technischen und baulichen Gegebenheiten gefunden werden. Wesentlich für die Entscheidungsfindung sind die über das Abwasserkataster erhobenen Daten.

Nachfolgend können daher nur allgemeine Hinweise und Rahmenbedingungen für die Gestaltung der jeweiligen Einzelfalllösung genannt werden, die im Regelfall eine Kombination verschiedener Behandlungsmaßnahmen umfasst. Die Aussagen betreffen im Wesentlichen die **Textilveredlung** als den eigentlich abwasserrelevanten Teil.

Bei der **Textilherstellung** (z. B. Weberei) fällt durch Vermeidungsmaßnahmen Abwasser als Spül- und Reinigungswasser nur in relativ geringer Mengen an.

Die **Restansätze und Restflotten** fallen generell in geringen Mengen an, weisen jedoch einen wesentlich höheren Schadstoffgehalt auf als die übrigen Teilströme. Daher ist es sinnvoll, diese Teilströme getrennt vom übrigen, niedriger belasteten Abwasser zu erfassen und einer gezielten Behandlung bzw. Entsorgung zuzuführen. Eine getrennte Erfassung ist dann nicht erforderlich, wenn aufgrund der Zusammensetzung der Restansätze und Restflotten regelmäßig eine gleichwertige Verminderung der Schadstofffracht auch bei gemeinsamer Behandlung mit anderem Abwasser zu erwarten ist.

Für die zu eliminierende Schadstofffracht ist nach Prüfung der Verhältnisse im Einzelfall für den CSB bzw. TOC 80% zu erreichen. Bei Rest-Farbklotzflotten und Rest-Druckpasten ist die Färbung um 95 % zu reduzieren (s. Anhang 38, Teil B Nr. 8). Über das Abwasserkataster kann ermittelt werden, welcher Abwasseranfall, gegebenenfalls nach Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen (s. Kapitel 2.2.1 und Anhang 38, Teil B Nr.7), aus den genannten Bereichen zu erwarten ist und welche Schadstofffracht, ermittelt als CSB oder TOC bzw. Färbung darin zu behandeln ist. Im Zuge der Prüfung der Verhältnisse des jeweiligen Einzelfalles ist zu entscheiden, ob die bestehende oder geplante Behandlung hinsichtlich Kapazität und Reinigungsleistung ausreichend ist.

Bei schwermetallhaltigen Rest-Farbklotzflotten, hochbelasteten Rest-Ausziehflotten und Rest-druckpasten ist eine gezielte Schwermetalleliminierung erforderlich.

Aus dem Abwasserkataster ist der zu erwartende Abwasseranfall für die dort genannten Bereiche zu ermitteln. Gemäß den Anforderungen für Chrom, Kupfer und Nickel (Konzentrationen aus Teil D Abs. 2 Anhang 38 AbwV) ergibt sich die zulässige abzuleitende Fracht, die durch geeignete Maßnahmen einzuhalten ist. Der Nachweis für die Einhaltung der Anforderungen ist in einem Abwasserkataster zu erbringen.

Zur **Vermeidung der Bildung von AOX** darf das Abwasser freies Chlor aus dem Einsatz von Natriumchlorit am Ort des Anfalls nicht enthalten. Wird für das Bleichen von Synthesefasern Natriumchlorit eingesetzt, so ist der Bleichprozess so zu steuern, dass im Abwasser des Prozesses

kein freies Chlor mehr nachweisbar ist. Restgehalte an freiem Chlor sind z. B. durch Reduktion mit Natriumthiosulfat zu entfernen. Als freies Chlor wird die Summe aus gelöstem, elementarem Chlor, unterchloriger Säure und dem Hypochlorit-Ion bezeichnet. Auch durch andere Einsatzstoffe kann es zu erhöhten AOX-Gehalten im Abwasser kommen. In diesem Fall sind die Eintragsquellen zu identifizieren und geeignete Minimierungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Konzentration an **Chrom(VI)** im Abwasser darf einen Wert von 0,1 mg/l in der Stichprobe nicht überschreiten. Bei der Färbung mit Chromierungsfarbstoffen kann nicht auf Chrom(VI)-Verbindungen verzichtet werden. Durch eine geeignete Behandlung (z.B. Reduktion mit Natriumsulfid zu Chrom III) kann sichergestellt werden, dass der Wert von 0,1 mg/l nicht überschritten wird.

Bei der **Entschlichtung** gelangen die Schlichtemittel durch Waschprozesse, gegebenenfalls nach enzymatischer oder oxidativer Behandlung in löslicher Form ins Abwasser. Das Belebtschlammverfahren ist bei biologisch gut abbaubaren Schlichtemitteln wie Stärke, bestimmten Stärkederivaten, Galaktomannanen sowie Polyvinylalkoholen zur Behandlung geeignet. Dies gilt auch für gut eliminierbare Schlichtemittel (hydrophobe Polyacrylate), die sehr weitgehend an den Belebtschlamm adsorbieren. Die Behandlung erfolgt in der Regel zusammen mit dem übrigen Abwasser in einer betrieblichen Kläranlage oder in der kommunalen Kläranlage.

Bei schlecht eliminierbaren Schlichtemitteln (hydrophile Polyacrylate und Carboxymethylcellulose) ist eine aerobe biologische Behandlung erst nach einer Vorbehandlung möglich oder eine Entsorgung erforderlich. Durch Verfahren wie Ultrafiltration oder Eindampfung kann eine konzentrierte Lösung erreicht werden, die durch Nassoxidation oder Verbrennung weiter behandelt wird.

Für die Abwasserbehandlung ist die Information des Lohnveredlers zu den eingesetzten Schlichtemitteln erforderlich. Diese Information ist in der Regel beim Auftraggeber verfügbar.

Rest-Farbklotzflotten aus den Färbetrogen und den Ansatzbehältern sollten wegen der unterschiedlichen Anforderungen an die Behandlung gegebenenfalls in zwei Fraktionen als schwermetallhaltige und schwermetallfreie Restflotten erfasst werden. Bestehende Klotz-Färbemaschinen besitzen meist kein Ableitungssystem, das unmittelbar für die gezielte Erfassung der Restflotte aus den Färbetrogen geeignet ist, können jedoch in vielen Fällen dafür umgerüstet werden.

Die am häufigsten verwendeten Farbstoffe sind Azofarbstoffe. In den meisten Fällen sind die farbgebenden Azogruppen reaktiv spaltbar, wodurch die Farbstoffe weitgehend ihre Farbigkeit verlieren. Über diesen Mechanismus kann eine 95 %ige Entfärbung durch eine Anaerobbehandlung erreicht werden, wobei in der Regel die Versäuerungsphase bereits eine ausreichende Entfärbung bewirkt.

Eine anaerobe Behandlung von Rest-Farbklotzflotten ist auch durch Zugabe der Flotten im Faulbehälter einer Kläranlage möglich. Dabei dürfen die Umweltbelastungen nicht in andere Umweltmedien wie Luft und Boden entgegen dem Stand der Technik verlagert werden (§ 3 AbwV). Bei schwermetallhaltigen Flotten kann dieser Weg nur beschritten werden, wenn die Entsorgung des Klärschlammes ordnungsgemäß erfolgt. Gegebenenfalls ist, insbesondere bei schwermetallhaltigen Flotten und bei geringem Anfall, eine Entsorgung als Abfall ohne weitere Vorbehandlung günstiger.

Eine reduktive Entfärbung entsprechender Farbstoffe ist auch durch Behandlung mit Fe(II)-Salzen bei einem pH-Wert von etwa 9 möglich.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Niederdrucknassoxidation unter Verwendung von Wasserstoffperoxid/Fe(II) (Fenton's Reagenz), Ozon, Wasserstoffperoxid/UV, Ozon/UV, der Hochdrucknassoxidation oder der Verbrennung.

Durch Fällung/Flockung mit Eisen(III)- oder Aluminiumsalzen können insbesondere schlecht wasserlösliche Farbstoffe eliminiert werden. Anionische Farbstoffe können selektiv durch kationische Flockungsmittel entfernt werden.

Im Gegensatz zu Rest-Farbklotzflotten, die nach Abschluss des Färbevorganges noch den ursprünglichen Gehalt an Farbstoffen aufweisen, stellen **hochkonzentrierte Restflotten aus der Ausziehfärbung (Ausziehfлотten)** einen abgereicherten Restansatz dar, der nur noch den nicht auf die Ware aufgezogenen Farbstoff enthält. Der Restgehalt hängt ab vom Gehalt der Färbeflotte (angegeben als g Farbstoff je kg Ware, ausgedrückt in %: 30 g Farbstoff je kg Ware entspricht einer 3 %igen Ausziehfärbung) und der Fixierate des eingesetzten Farbstoffes (Anteil des auf der Ware fixierten Farbstoffanteils bezogen auf den Gesamt-Farbstoffeinsatz, ausgedrückt in %). Färbefлотten von mehr als 3 %igen Ausziehfärbungen mit einer Fixierate von weniger als 70 % enthalten eine signifikante Restfracht an Farbflotten.

Handelt es sich um Farbstoffe, die Chrom, Kupfer oder Nickel enthalten, sind diese Flotten einer gezielten Behandlung zur Schwermetalleliminierung gemäß Teil D Abs. 2 zu unterziehen. Derartige Restflotten fallen in vergleichsweise großen Volumina in den Färbemaschinen und -apparaten an. Für eine getrennte Erfassung der Ausziehfлотten als Voraussetzung für eine gezielte Behandlung ist daher jeweils ein Anschluss an ein eigenes Leitungssystem erforderlich. Dies ist bei bestehenden Einleitungen nachträglich oft nur mit hohem Aufwand möglich.

Für die Behandlung der Restflotten kommen insbesondere Membranverfahren (Ultrafiltration, Nanofiltration, Umkehrosmose) in Frage, da sie sowohl eine Entfärbung als auch einen quantitativen Rückhalt der Schwermetalle im Retentat ermöglichen. Das Permeat kann innerbetrieblich weiterverwendet werden, z.B. der Ablauf der Nanofiltration zum Ansetzen der für die Reaktivfärbung benötigten Salzsole. Der Ablauf der Umkehrosmose kann universell wiederverwendet werden. Das Retentat kann gegebenenfalls durch Eindampfen weiter aufkonzentriert und als Abfall entsorgt werden. Bei Vorliegen der oben genannten Rahmenbedingungen ist auch eine weitere Behandlung über den Faulbehälter einer Kläranlage möglich.

Auch die Erfassung von **Rest-Druckpasten** sollte getrennt nach schwermetallhaltigen und schwermetallfreien Ansätzen erfolgen. Die Entfärbung kann grundsätzlich in gleicher Weise erreicht werden, wie für Rest-Farbklotzflotten beschrieben. Eine anaerobe Behandlung von Pigmentdruckpasten ist nicht sinnvoll, da die wesentlichen Inhaltstoffe nicht anaerob abbaubar sind und zudem die Bindemittel zu Belagbildungen in den Faulbehältern führen können.

Werden für die Ausrüstung biologisch schwer oder gar nicht eliminierbare Stoffe eingesetzt, so kann eine ausreichende CSB/TOC-Eliminierung der **Rest-Ausrüstungsklotzflotten** nur durch oxidative Behandlung (Nassoxidation oder Verbrennung) erreicht werden, gegebenenfalls nach Konzentrierung der Restflotte, z.B. durch Eindampfung. Werden nur biologisch gut eliminierbare Substanzen (z.B. Weichmacher auf Fettsäurebasis) verwendet, kann eine ausreichende Elimination in einer biologischen Behandlung erreicht werden.

Nicht wieder verwendbare **Restflotten vom Beschichten und Kaschieren und aus der Rückenbeschichtung** werden als Abfall entsorgt.

Behandlung von Waschflotten

Die bei der Faserverarbeitung eingesetzten Präparationen gelangen bei der Vorbehandlung entsprechender Textilien mit der Waschflotte ins Abwasser. Enthalten die Präparationen Schmierstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis, so liegen diese bei der kontinuierlichen Vorwäsche (Gegenstromverfahren) im Abwasser als Emulsion mit Kohlenwasserstoffgehalten in einer Größenordnung von mehreren g/l vor. Derartige Waschflotten (**aus der kontinuierlichen Vorbehandlung von Wirk-/Maschenwaren mit überwiegendem Synthefaseranteil**) sind gezielt so zu behandeln, dass eine Restkonzentration von 20 mg/l in der behandelten Flotte erreicht wird. Die Ab-

trennung der Kohlenwasserstoffe kann z. B. durch Emulsionsspaltung und nachfolgende Leichtstoffabscheidung erreicht werden.

Eine gleichwertige Frachtverminderung kann grundsätzlich auch durch eine geeignete Behandlung des Gesamtabwassers erreicht werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn in den Präparationen nur biologisch gut eliminierbare Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden.

Bestimmte thermostabile Präparationen, wie z. B. Polyetherpolycarbonate und Polyolester, sind gut wasserlöslich und weisen eine gute biologische Abbaubarkeit auf. Bei derartigen Präparationen ist eine Vorbehandlung des Abwassers aus der kontinuierlichen Wäsche nicht erforderlich. Teilweise kann aufgrund der Thermostabilität auch auf diese Wäsche verzichtet werden.

Vor Einleitung des **Gesamtabwassers** in ein Gewässer wird es entweder in einer betrieblichen Kläranlage oder, bei den meisten Betrieben in einer kommunalen biologischen Kläranlage abschließend behandelt.

In der Regel wird für die Behandlung das **Belebungsverfahren** eingesetzt. Der Gehalt an organischen Schadstoffen liegt im Textilabwasser etwa zwei- bis dreifach über dem von häuslichem Abwasser. Der Gehalt an Phosphor und Stickstoff liegt dagegen meist deutlich niedriger.

Bei Textildruckereien können hohe Stickstofffrachten aus dem Reaktivdruck anfallen. Die organische Fracht beinhaltet außerdem regelmäßig einen signifikanten Anteil, der deutlich schlechter biologisch abbaubar ist im Vergleich zu den Inhaltsstoffen des häuslichen Abwassers. Diese Verhältnisse müssen bei der Auswahl und Bemessung der Behandlungseinrichtungen berücksichtigt werden. Um einen möglichst hohen Abbau zu erreichen, sind Anlagen mit geringer Schlammbelastung und hohem Schlammalter, mehrstufige Anlagen, Anlagen mit einem nachgeschalteten aeroben Festbett u.ä. Verfahrenskonzepte geeignet, die die Ausbildung einer adaptierten Biozönose und eine ausreichend lange Aufenthaltszeit der schwer abbaubaren Stoffe im System gewährleisten. Ebenfalls berücksichtigt werden muss, dass signifikante Sulfitgehalte im Abwasser zu einem entsprechend höheren Sauerstoffbedarf in aeroben Behandlungsanlagen führen.

Ergänzend zur aeroben Behandlung können Verfahren zur Verbesserung der Reinigungsleistung eingesetzt werden wie:

- adsorptive Behandlung (z.B. simultane Aktivkohle- oder Braunkohlekoks-Behandlung),
- reduktive Behandlung (Fe(II)/Ca(OH)_2),
- Fällung-Flockung (z.B. Fe(III) - oder Al -Salze).

gegebenenfalls verbunden mit einer Flotation. Derartige Verfahren gehen jedoch immer mit einem erhöhten Schlammanfall einher. Als abschließende Reinigungsstufe kann eine Filtration (z.B. Sandfilter) und eine abschließende Aktivkohlebehandlung nachgeschaltet werden.

Soll das Abwasser innerbetrieblich wiederverwendet werden, kann in Abhängigkeit vom Verwendungsbereich eine zusätzliche Reinigungsstufe zur Abtrennung der Neutralsalze und der Restfärbung erforderlich sein. In der Regel wird hierfür die Umkehrosmose eingesetzt.

Mit dem Belebungsverfahren wird, abhängig von der Art der Farbstoffe und der jeweiligen Verfahrenskonzeption, eine **Verminderung der Färbung** mit einem mittleren Wirkungsgrad von etwa 55 – 75 %, bezogen auf den Gesamtzulauf, erreicht. Dies liegt unter dem Wirkungsgrad der CSB-Eliminierung, reicht jedoch meist aus, um die Restfärbung im Gesamtablauf auf die in Teil C festgesetzten Werte zu begrenzen, wenn innerbetrieblich eine ausreichende Vorbehandlung der hochbelasteten Färbeansätze und -flotten vorgenommen wurde. Ist eine Verbesserung der Ent-

färbung im Rahmen der Endbehandlung des Gesamtabwassers notwendig, sind die dafür geeigneten ergänzenden Verfahren (s.o.) unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der zu erwartenden Farbstoffe im Einzelfall anzuwenden. Dies gilt auch für den Fall, dass das Gesamtabwasser so weit gereinigt werden soll, dass eine (teilweise) Wiederverwendung möglich wird.

2.3 Abfallbehandlung und Abfallverwertung

Die anfallenden Abfälle sind nach den abfallrechtlichen Vorschriften zu entsorgen.

3 Auswahl der Parameter, an die Anforderungen zu stellen sind

3.1 Hinweise für die Auswahl der Parameter

Der **chemische Sauerstoffbedarf** (CSB) ist ein Maß für die chemisch oxidierbaren Inhaltsstoffe. Der CSB wurde aufgenommen, weil er als Summenparameter die Beurteilung der Abbauleistung der Abwasserbehandlungsanlage ermöglicht. Mit dem CSB werden auch die schwer abbaubaren organischen Stoffe erfasst. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Mit dem **biochemischen Sauerstoffbedarf** (BSB₅) werden die im Abwasser vorhandenen, biologisch abbaubaren, organischen Inhaltsstoffe erfasst. Der BSB₅ wurde aufgenommen, weil er ein geeigneter Summenparameter zur Beurteilung der biologischen Reinigungsleistung ist. Er ist ein Maß für die durch die Einleitung zu erwartende Sauerstoffzehrung im Gewässer.

Phosphor, gesamt wurde aufgenommen, weil er als Pflanzennährstoff das Algenwachstum fördert. Phosphor ist in vielen Gewässern limitierender Faktor für die Eutrophierung. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff wurde aufgenommen, weil Stickstoffverbindungen als Nährstoffe das Algenwachstum fördern und neben Phosphor limitierender Faktor für die Eutrophierung werden können. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Ammoniumstickstoff (NH₄-N) wurde aufgenommen, weil er bei der Nitrifikation in Gewässern einen erheblichen Sauerstoffbedarf aufweist. Bei einer Erhöhung des pH-Wertes kann Ammoniak entstehen, das auf Wasserorganismen schädigend wirkt.

Sulfit fällt im Abwasser aus Färbeprozessen an und wurde aufgenommen, weil es fischgiftig ist und als anorganischer oxidierbarer Stoff zum CSB beiträgt.

Die **Fischgiftigkeit** wird als Maß für die Schädlichkeit des Abwassers für Fische durch ein biologisches Testverfahren bestimmt. Sie ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Die **Färbung** erfasst als Summenparameter den Restgehalt an Farbstoffen im Abwasser, die in einer großen Vielfalt eingesetzt werden. Sie wurde aufgenommen, um möglicherweise vorhandene schädliche Einzelstoffe zu begrenzen und eine Beeinträchtigung des natürlichen Erscheinungsbildes des aufnehmenden Gewässers zu vermeiden.

Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) erfassen als Summenparameter schädliche Stoffe, die insbesondere aus Bleichprozessen, Druckpasten und Färbeansätzen in das Abwasser gelangen können. AOX ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Sulfid wurde aufgenommen, weil gelöste Sulfide und Schwefelwasserstoff toxisch gegenüber Wasserorganismen sind.

Die Parameter **Chrom, gesamt, Kupfer** und **Nickel** wurden aufgenommen, weil diese Schwermetalle im Abwasser der Färberei auftreten können. Sie wirken toxisch auf Wasserorganismen und sind für die Abwasserabgabe maßgebende Parameter.

Chrom(VI)-Verbindungen wurden aufgenommen, weil sie bei der Färbung mit Chromierungsfarbstoffen eingesetzt werden und krebserregend, fruchtschädigend und erbgutschädigend wirken.

Die Schwermetalle **Zink** und **Zinn** werden als Katalysatoren bei der Hochveredlung eingesetzt, Zink ist in Farbmitteln enthalten. Zinn kann in Form von Tributylzinnverbindungen aus Konservierungsmitteln auftreten. Diese Schwermetalle wurden aufgenommen, da sie schädlich für Wasserorganismen sind.

Mit dem Parameter **Kohlenwasserstoffe, gesamt** werden entsprechende Stoffe erfasst, die bei der kontinuierlichen Vorbehandlung von Wirk- und Maschenware aus überwiegend Synthefasern in relativ hohen Konzentrationen ins Abwasser gelangen. Sie können die Gewässerbeschaffenheit in verschiedener Hinsicht beeinträchtigen.

3.2 Hinweise für die Auswahl von Parametern, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten kann es erforderlich sein, im Einzelfall in der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnis weitere Parameter wie Temperatur und pH-Wert oder auch bestimmte, für die Einleitung relevante Einzelstoffe zu begrenzen.

4 Anforderungen an die Abwassereinleitungen

4.1 Anforderungen nach § 7a WHG

Siehe Anhang 38 zur Abwasserverordnung.

4.2 Weitergehende Anforderungen

Keine.

4.3 Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregeln

Keine.

4.4 Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen

Die Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) legt integrierte, medienübergreifende Regelungen für die Genehmigungsverfahren für bestimmte industrielle Tätigkeiten und Anlagen fest. Zu den im Anhang 1 der Richtlinie festgelegten Tätigkeiten und Anlagen gehören auch Anlagen zur Vorbehandlung (Waschen, Bleichen, Mercerisieren) oder zum Färben von Fasern oder Textilien, deren Verarbeitungskapazität 10 t pro Tag übersteigt sowie Anlagen zur Behandlung von Oberflächen von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung von organischen Lösungsmitteln, insbesondere zum Appretieren, Bedrucken, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken, mit einer Verbrauchskapazität von mehr als 150 kg Lösungsmitteln pro Stunde oder von mehr als 200 t pro Jahr.

Die Mitgliedstaaten haben durch diese Richtlinie sicherzustellen, dass die der Richtlinie unterliegenden Anlagen gemäß den besten verfügbaren Techniken (BVT) genehmigt und betrieben werden. Zu den besten verfügbaren Techniken werden von der Kommission BVT-Referenzdokumente (BAT-Reference Documents – BREF) herausgegeben. Die in den vorliegenden Hinweisen und Erläuterungen zum Anhang 38 beschriebenen Techniken sind nach Vorliegen des BREF-Dokuments hinsichtlich der besten verfügbaren Techniken zu prüfen.

Die Entscheidung Nr.2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG ist am 21. November 2001 in Kraft getreten (ABl. EG vom 15.12.2001 Nr. L 331 S. 1). Damit sind die prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe des Anhangs X der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60 EG) festgelegt. Nach Artikel 16 werden Strategien gegen die Wasserverschmutzung von der Kommission und dem Europaparlament festgelegt. Für prioritäre gefährliche Stoffe müssen Maßnahmen zur Beendigung oder schrittweisen Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten festgelegt werden. Der Zeitplan für die Beendigung der Emissionen der prioritär gefährlichen Stoffe darf nach Verabschiedung entsprechender Maßnahmen auf europäischer Ebene 20 Jahre nicht überschreiten. Für prioritäre Stoffe zielen die Maßnahmen auf eine schrittweise Reduzierung ab.

Für die Herstellung und Veredlung von Textilien haben von der Liste der prioritären Stoffe folgende Stoffe Bedeutung:

- Nickel ist als prioritärer Stoff und
- Tributylzinnverbindungen und Quecksilber als prioritär gefährliche Stoffe

In der HELCOM-Empfehlung (Helsinki Commission) 16/10 (Empfehlung zur Beschränkung der atmosphärischen Emissionen und Abwassereinleitungen bei der Produktion von Textilien, angenommen am 15.03.1995 unter Bezug auf Art. 13 § b der Helsinki-Konvention) sind für die Abwassereinleitungen aus der Textilproduktion ebenfalls Regelungen für die Konzentrationen an CSB, Gesamtphosphor, Färbung, AOX, Chrom, Kupfer und Zink getroffen worden. Die Anforderungen des Anhangs 38 entsprechen diesen Empfehlungen. Der PARCOM-Empfehlung (Paris Commission) 94/5 trägt der Anhang 38 ebenfalls Rechnung, soweit die jeweiligen Anforderungen vergleichbar sind.

5 Übergangsregelungen und –fristen (§ 7a Abs. 3 WHG)

Soweit die Anforderungen noch nicht eingehalten sind, erscheint für die Errichtung oder Erweiterung der Abwasserreinigungsanlagen unter Berücksichtigung der Planungs- und Ausführungsfristen ein Zeitraum bis zu fünf Jahren angemessen.

6 Hinweise zur Fortschreibung

Der Anhang 38 ist fortzuschreiben, sobald erkennbar ist, dass sich der Stand der Technik geändert hat oder die Überwachungsergebnisse eine Verschärfung rechtfertigen.

Die Verbände TEGEWA und TVI haben sich 1997 gegenüber dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit verpflichtet, eine Klassifizierung von Textilhilfsmitteln nach ihrer Gewässerrelevanz vorzunehmen. Danach berichten sie alle zwei Jahre an das Bundesministerium über die Einstufung der Textilhilfsmittel durch die Mitgliedsfirmen in einem dreistufigen Bewertungsschema, die Überprüfung der Einstufung sowie über den Einsatz dieser Stoffe. Durch die Berichte wird der Fortschritt des Einsatzes weniger abwasserbelastender Textilhilfsmittel dokumentiert.

7 Literatur

- [1] Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 7.2.23: Zur Farbigkeit von Abwasser der Textilveredlungsindustrie, GFA Verlag für Abwasser, Abfall und Gewässerschutz, Hennef, Mai 1999
- [2] Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 7.2.23: Abwässer der Textilindustrie, Korrespondenz Abwasser (1989) Nr. 9, S. 1074 – 1084
- [3] Ausbildungsmittel – Unterrichtshilfen des Arbeitgeberkreises Gesamttextil, Frankfurt/Main
 - a) Appretieren (1991)
 - b) Textilveredlung (1992)
 - c) Beschichten (1992)
 - d) Textilveredlung (physikalische und chemische Abläufe) (1996)
 - e) Drucken (1991)
 - f) Färben (1990)
- [4] Deutscher Bundestag, Drucksache 12/8260 vom 12.07.1994: Bericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt – Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft"
- [5] Gesamttextil e.V., Jahrbuch der Textilindustrie 1999 / 2000, Frankfurt am Main
- [6] Rath, H., Lehrbuch der Textilchemie, Springer Verlag, Berlin, 1972
- [7] Rouette, H.K., Lexikon für Textilveredlung, Laumann Verlag, Dülmen, 1995
- [8] Schönberger, Kaps: „Reduktion der Abwasserbelastung in der Textilindustrie“ UBA-Texte 3/94 (1994)
- [8] Schönberger, H., Die gegenwärtige Verbrauchs- und Emissionssituation der Textilveredlungsindustrie in Deutschland, UBA-Texte 28/01 (2001)
- [9] Schönberger, H.; Kaps, U., Reduktion der Abwasserbelastung in der Textilindustrie, UBA-Texte 3/94 (1994)
- [10] TEGEWA, Textilhilfsmittelkatalog (THK) 2000, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 2000

- [11] TVI Verband e.V. et al., Broschüre: „Wissen kleidet“
- [12] TVI-Verband e.V., Dreijahresbericht 97 – 99 und Jubiläumsschrift: "Im gemeinsamen Interesse", (1999)
- [13] Ullmann; Enzyklopädie der technischen Chemie - elektronische Fassung 2000, VCH-Verlag Wiley, Weinheim
- [14] Gesamttextil e.V.: „Jahrbuch der Textilindustrie 1999“
- [15] BVT- Referenzdokument über die besten verfügbaren Techniken im Bereich der Textilindustrie – (Das aktuelle Dokument kann von der Internet-Seite <http://eippcb.jrc.es> abgerufen werden.)
- [16] Schäfer, T., Schönberger, H., „Beste verfügbare Techniken in Anlagen der Textilindustrie“, Integrierter Umweltschutz bei bestimmten industriellen Tätigkeiten, UBA-Texte ../02 (2002).
- [17] Abwasserrecht, Verlag Bundesanzeiger

8 Erarbeitung der Grundlagen

Die Grundlagen für den Anhang 38 wurden in einer Arbeitsgruppe von Behörden- und Industrievertretern unter der Leitung von Herrn Leitenden Baudirektor Tiedtke (Bezirksregierung Münster) erarbeitet.