

GESETZLICHE BEGRENZUNG VON ABWASSEREMMISSIONEN AUS DER HERSTELLUNG VON CHEMIEFASERN

(AEV CHEMIEFASERN BGBl. II Nr. 217/2000)

1. Allgemeines

Das Wort Faser ist ein Sammelbegriff für langgestreckte Aggregate, deren Moleküle (oder Kristallite) in der Moleküllängsrichtung (oder einer Gittergeraden) überall gleichgerichtet sind. Fasern sind entweder Gebilde von begrenzter Länge (eigentliche Fasern oder Haare) oder von praktisch unbegrenzter Länge (Filamente). Sie können in einzelner oder gebündelter Form vorliegen.

Die Einteilung der Fasern kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. Mögliche Einteilungen sind Naturfasern, Synthesefasern, anorganische/organische Fasern etc.

DIN 60001 unterteilt die Textilfasern in Naturfasern und Chemiefasern. Die Naturfasern kann man in pflanzliche, tierische und mineralische unterscheiden. Zu den pflanzlichen Naturfasern zählen Baumwolle-, Bast-, Flachs-, Kokos-, Sisalfasern. Zu den tierischen Fasern gehören Wolle, Seide etc. Als wichtigste natürliche Mineralfaser ist Asbest zu erwähnen.

Bei den Chemiefasern kann zwischen anorganischen Chemiefasern (z.B. Mineral-, Glas-, Schlacken- oder Metallfasern) und organischen Chemiefasern unterschieden werden.

Die organischen Chemiefasern wiederum entstehen entweder durch chemische Modifikation von Naturfasern oder durch chemische Synthese.

Die Einsatzgebiete der verschiedenen Fasern oder Faserkombinationen (z.B. Natur-/Chemiefasern, Metall-/Glasfasern) hängt von den jeweiligen Materialcharakteristiken ab wie z.B. mechanische Festigkeit, Dehnbarkeit, Schrumpfverhalten, Beständigkeit gegen thermische oder chemische Einflüsse, optische und elektrische Eigenschaften. Bei Textilfasern spielt insbesondere auch das Wasserverhalten und Wasseraufnahmevermögen eine wichtige Rolle für die Gebrauchseigenschaften auf dem Bekleidungssektor. Die meisten Fasern lassen sich zu Vliesstoffen, Filzen, Geweben, Wirk- und Strickwaren, Geflechten und Seilerwaren verarbeiten. In Verbundwerkstoffen finden vor allem die anorganischen Fasern bedeutende Einsatzmöglichkeiten (z.B. Glasfaserverstärkte Kunststoffe).

1.1 Chemiefasern

Chemiefasern bestehen aus abgewandelten natürlichen Polymeren oder aus synthetischen Polymeren.

Wichtigstes natürliches Polymer, das für die chemische Modifikation eingesetzt wird, ist Cellulose. Folgende Chemiefasern werden daraus hergestellt:

- Acetat (CA, Rhodafil mit einem Gehalt von 74 bis 92 % Acetylgruppen)
- Cupro (CC, nach dem Kupfer-Ammoniak-Verfahren)
- Modal (Avril, Vincel nach dem abgewandelten Viskoseverfahren)
- Triacetat (CT, mit einem Gehalt an Acetylgruppen von größer als 92 %)
- Viskose (CV, nach dem Viskoseverfahren)
- Lyocell (NMMO-Verfahren).

Synthesefasern entstehen aus synthetisch hergestellten Polygrundstoffen. Die zur Herstellung der Faserrohstoffe angewandten Verfahren sind ident mit jenen, die zur Herstellung von Kunststoffen eingesetzt werden (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition).

Zu den Polymerisatfasern zählen:

- Chlorfasern (Fasern aus Polyvinylchlorid, die sich durch einen unterschiedlichen Gehalt an PVC in ihren Eigenschaften unterscheiden wie z.B. Leavil mit 50% PVC)
- Fasern aus Polyvinylidenchlorid (z.B. Saran)
- Fluorfasern (Fasern aus Polytetrafluoroethylen z.B. Teflon)
- Acrylnitrilfasern (Modacryl aus Copolymerisaten des Acrylnitril mit mehr als 50% ACN)
- Polyacrylnitrilfasern (PAC, aus Homo- oder Coploymerisaten des Acrylnitril mit mehr als 85% ACN)
- Vinalfasern (PVA, aus Polyvinylalkohol)
- Polyethylenfasern (aus PE-Homopolymerisat)
- Polypropylenfasern (aus PP-Homopolymerisat, z.B. Vestalen).

Zu den Polykondensationsfasern zählen:

- Polyamide (PA, aus Aminocarbonsäuren wie Perlon und Rilsan oder aus Diaminen und Dicarbonsäuren wie Nylon und Kevlar)
- Polyester (PES, aus Terephtalsäure und einem Diol wie Dacron, Diolen, Trevira)
- Polyimide.

Zu den Polyadditionsfasern zählen:

- Elastane (PUE, aus Polyurethanen durch Addition von Polyglykolen an Diisocyanate, Dorlastan, Lycra).

Als Komponentenfasern bezeichnet man solche Chemiefasern, die aus zwei oder mehreren verschiedenartigen Hochpolymeren bestehen und aus einem Düsenloch versponnen werden. Durch Modifikation der eingesetzten Polymere, der Verarbeitungsverfahren und des inneren Aufbaues lassen sich die Eigenschaften der Chemiefasern gezielt anpassen. In Analogie zu den Metallen spricht man von Chemiefaserlegierungen.

1.2 Herstellung von Chemiefasern

Die Herstellung der Chemiefasern ist eine physikalische oder physikalisch-chemische Umwandlung von linearen Polymeren hohen Molekulargewichtes in die Form dünner endloser Fäden. Der Rohstoff wird dazu in eine fließfähige Form gebracht und in diesem Zustand durch engporige Öffnungen in ein verfestigendes Medium gepresst (Spinnen). Die in den erhaltenen Fäden ungeordnet liegenden Molekülketten müssen anschließend in Richtung der Faserlängsachse ausgerichtet werden (Verstrecken) und von inneren Spannungen mit Hilfe einer thermischen Nachbehandlung (Fixieren) befreit werden.

Der zum Spinnen notwendige Fließzustand des Rohstoffes kann je nach den Eigenschaften der Polymere durch Aufschmelzen oder Lösen erzielt werden. Manche Polymere sind beiden Verfahren, die meisten aber mehr oder weniger ausschließlich einem der genannten Verfahren zugänglich. Die Verfestigung des Spinnfadens kommt beim Schmelzspinnen durch Abkühlung, beim Lösungsspinnen durch Verdampfen des Lösungsmittels (Trockenspinnen) oder durch Koagulation mit Hilfe geeigneter Fällbäder bzw. durch chemische Reaktion (Nassspinnen) zustande.

Ist das Polymer weder schmelzbar noch lösbar, so wird es mit Hilfe eines Spinnvermittlers aus einer Emulsion oder Suspension versponnen. Nach der Fadenbildung wird der Spinnvermittler verbrannt, wobei das fadenbildende Polymer zusätzlich zusammensintert.

Für das Verspinnen von hochmolekularen Polymeren stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

1. Verspinnen aus der Lösung
 - a) Trockenspinnverfahren
 - b) Nassspinnverfahren

2. Schmelzspinnverfahren (Verspinnen aus der Schmelze)
3. Spinnvermittelverfahren (Verspinnen aus der Emulsion oder Suspension).

Aus der Lösung verspinnt man, wenn der Schmelzpunkt des Rohstoffes über dem Temperaturbereich der thermischen Zersetzung des Rohstoffes liegt (wie z.B. bei Polyacrylnitril, Polyvinylalkohol oder Polymetaphenylisophthalamid) und ein geeignetes Lösungsmittel technisch verfügbar ist. Das Trockenspinnverfahren wird vorteilhafterweise nur eingesetzt, wenn eine ausreichende Thermostabilität der Polymeren im Siedebereich des Lösungsmittels vorhanden ist (z.B. Polyacrylnitril bei Dimethylformamid).

Das wirtschaftlichste Verfahren ist das Schmelzspinnverfahren. Es wird eingesetzt, wenn das Polymere in geschmolzenem Zustand ausreichend thermostabil ist (z.B. Polyester-, Polyamid- und Polypropylenfäden). Weit mehr als 50% der Weltproduktion an Chemiefasern wird nach dem Schmelzspinnverfahren erzeugt.

Nach dem Spinnen erreicht der Faden erst durch die Verstreckung die nötige Festigkeit und wird zu einem brauchbaren Faserstoff. Die mit den normalen Spinnengeschwindigkeiten ersponnenen Fäden weisen im unverstreckten Zustand aufgrund der geringen Vororientierung der Kettenmoleküle eine hohe Verformbarkeit auf. Durch die Ausrichtung bei der Verstreckung wird der Ordnungsgrad (die Kristallinität) des Fasergefüges verbessert, wodurch die Fäden die guten textiltechnologischen Eigenschaften erhalten.

In der Nachbehandlung durchläuft der verstreckte Faden noch mehrere Prozesse. Bei der Faserherstellung wird das Streckgut u.a. thermofixiert, gekräuselt, aviviert und geschnitten. Von diesen Prozessen übt besonders die Thermofixierung einen entscheidenden Einfluss auf die Gebrauchseigenschaften aus. Durch Verringerung der inneren Spannungen des Fasergefüges und durch eine weitere Erhöhung des Ordnungsgrades wird die Formbeständigkeit der Fäden verbessert. Durch Kräuselung und Avivierung wird schließlich die störungsfreie Verarbeitbarkeit der nach dem Schneiden vorliegenden Stapel- oder Spinnfasern ermöglicht.

Obwohl sich die Herstellungsverfahren für die verschiedenen Chemiefasertypen technologisch teilweise erheblich voneinander unterscheiden können, setzen sich die eingesetzten Maschinen aus den gleichen Elementen zusammen:

- | | |
|----------------|--|
| Spinnen: | Spinndüsen, Spinnpumpen, Aufspulmaschinen oder Kannenablagen zur Aufnahme der gesponnenen Filamente oder Spinnbänder |
| Verstrecken: | Streckzwirnmachines oder Streckgaletten |
| Nachbehandeln: | Trockner, Fixier-, Kräusel- und Schneidemaschinen. |

In der Technologie der Chemiefaserherstellung werden Fachbegriffe verwendet, die für das Verständnis der Vorgänge bzw. der AEV Chemiefasern wesentlich sind:

Als **Filamente** bezeichnet man eine auf chemisch-technischem Weg erzeugte endlose Faser als Bestandteile von Filamentgarnen oder Kabeln. **Filamentgarn** ist ein Garn, das aus einer gleichbleibenden Anzahl von Filamenten besteht und in dieser Form weiterverarbeitet wird. Filamentgarn aus mehreren unterschiedlichen Filamenten wird Multifilgarn, aus einem Filament als Monofilgarn genannt. **Stapelfaser**, auch Spinnfaser genannt, ist eine auf chemisch-technischem Weg erzeugte Faser begrenzter Länge, die meist als Flocke anfällt und nach einem der mechanischen Verfahren zu Stapelfasergarn (Spinnfasergarn) versponnen oder zu Filzen, Vliesstoffen, Watte oder Füll- und Isoliermaterial weiterverarbeitet wird. Als **Flock** bezeichnet man Fasern sehr kurzer Länge (unter 15 mm), die zur Herstellung von Flocktextilien eingesetzt werden.

Im Folgenden wird der Herstellungsvorgang an ausgewählten Chemiefasern dargestellt, soweit dies für die Darlegung in einer Abwasseremissionsverordnung erforderlich ist.

1.2.1 Polyamidfasern

Die wirtschaftlich bedeutendsten Polyamidfasern werden im Schmelzfluss bei Temperaturen bis ca. 300 °C ersponnen. Zu unterscheiden ist zwischen der Faserherstellung im unmittelbaren Konnex mit der Herstellung der Polyamide (Direktverspinnung) oder mit einer von der Polykondensation getrennten Herstellung. Bei letzterer muss das Polyamid zu Granulat verformt werden. Ausgangsstoffe für die Herstellung von Polyamidfasern sind entweder Aminocarbonsäuren (Polykondensation von ω -Aminocarbonsäuren mit mehr als 5 Kohlenstoffatomen, hydrolytische Polymerisation von Lactamen mit mehr als 6 Ringgliedern oder anionische Polymerisation von Lactamen unter Wasserausschluss) oder äquimolekulare Gemische aus Diaminen und Dicarbonsäuren (z.B. aus Adipinsäure und Hexandiamin-(1,6), genannt Polyamid 6,6). Auch Mischtypen aus beiden Grundvarianten werden hergestellt.

Beim Aufschmelzen des Granulates auf Schmelzrosten oder in Schneckenextrudern muss der Zutritt von Luftsauerstoff streng vermieden werden. Vor dem Austritt aus den Spindüsen wird die Schmelze von mechanischen Verunreinigungen befreit. Durch Zugabe von grenzflächenaktiven Substanzen wird die Oberflächenspannung reduziert und die Profilform verbessert. Die verwendeten Spindüsen haben Bohrungen mit Durchmessern von 200 bis 400 μm . Dünne Polyamidfäden werden in Luft versponnen; höhere Fadengewichte erreicht man durch Verspinnen in Wasser oder anderen Flüssigkeiten (organische Lösungsmittel wie Tetrachlorkohlenstoff etc.) Durch Verwendung von Düsen mit konzentrischen Bohrungen können Kombinationen von Fäden (Bifilarfäden) durch gleichzeitiges Zuführen verschiedener Polymerschmelzen hergestellt werden.

Beim Rostspinnverfahren wird das Granulat in reinem Stickstoff aufgeschmolzen. Unerwünschte Nachkondensationen werden durch Zugabe von überhitztem Wasserdampf verhindert.

1.2.2 Polyesterfasern

Rohstoffe für die Herstellung von Polyesterfasern sind Dicarbonsäuren und Glykole. Bevorzugte Disäure ist Terephthalsäure, bevorzugtes Glykol ist Ethylenglykol, aber auch

Butylenglykol oder 1,4-Dimethylolcyclohexan werden eingesetzt. Dem Polykondensat werden Mattierungsmittel, Farbstoffe, Antistatika, Flammschutzmittel und Mittel zur Verringerung der Pillneigung beigegeben (sh. Erläuterungen zur AEV Kunststoffe).

Für die Herstellung von Polyesterfasern hat nur das Schmelzspinnen Bedeutung, welches in Form des Extruderverfahrens angewandt wird. Die aus der Polykondensation kommenden Rohstoffe müssen zunächst getrocknet werden, da der Polyester beim Aufschmelzen durch hydrolytische Spaltung geschädigt werden kann. Das Aufschmelzen erfolgt unter Stickstoffatmosphäre. Da das Polykondensat in der Schmelze nur eine kurze Zeit beständig ist, muß die Verarbeitung rasch erfolgen. Die aus den Spinndüsen austretenden hochplastischen Filamente werden durch einen Luftschacht mit definierten Bedingungen geführt (Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit, Strömungsrichtung). Die erstarrten Fasern werden mit Präparationen versehen (Öle, Wachse, Silicone etc.). Die ersponnenen Filamente besitzen noch keine geeigneten textilen Eigenschaften. Diese werden durch die Verstreckung erreicht. Danach werden die Filamente einer Wärmebehandlung unterzogen, die unter Anwendung von Heißluft, Dampf oder Druckwasser durchgeführt wird. Polyesterfasern lassen sich auch als Zweikomponentenfasern oder mit besonderer Texturierung herstellen.

1.2.3 Polyurethanfasern

Polyurethane werden bevorzugt als Elastomerfasern (Elasthane) eingesetzt. Sie zeichnen sich durch ihre hohe elastische Verformbarkeit und hohe Reißdehnung aus (höher als 200%, im Einzelfall bis 400%). Polyurethan - Elastomerfasern können im Trockenspinnprozess, Nassspinnprozess sowie nach dem Chemischspinnprozess erzeugt werden; den größten mengenmäßigen Anteil besitzt der Trockenspinnprozess. Ausgangsstoffe sind Polyaddukte aus Diisocyanaten (z.B. Diphenylmethandiisocyanat, Hexandiisocyanat) und Dihydroxyverbindungen (z.B. Polyesterdiöle).

Beim Trockenspinnverfahren werden die hochviskosen Spinnlösungen (z.B. gelöst in Dimethylformamid oder Dimethylacetamid) durch Mehrlochdüsen senkrecht in beheizte Spinnchächte gepresst, durch welche Heißluft geführt wird. Im Trockenspinnprozess werden bekannte Fasertypen wie Lycra, Dorlastan etc. hergestellt.

Beim Nassspinnverfahren werden die Elastomerlösungen in wässrige Fällbäder eingesponnen; durch Entzug des Lösungsmittels tritt Koagulation ein. Nach Durchlaufen von Waschbädern wird der Faden aufgespult. Die Nachbehandlung erfolgt mit Heißwasser oder Heißluft.

1.2.4 Polyolefinfasern (PE, PP, PS)

Polyolefinfasern werden durch Schmelzspinnen oder auch durch mechanische Verfahren (Spleißen, Fibrilisieren) hergestellt. Bei letzteren ist kein Spinnvorgang notwendig. Gegenstand der Erläuterungen sind aber nur Verfahren mit Spinnvorgang.

Bei Polyethylenen können sowohl jene mit hoher Dichte (HDPE) wie auch jene mit niedriger Dichte (LDPE) zu Fäden, Fasern oder Monofilamenten versponnen werden. Aufgrund seiner Stoffeigenschaften ist HDPE der weitaus bessere Faserwerkstoff. Die PE-Fäden werden

mittels Extrusionsspinnanlagen hergestellt; das Rohmaterial wird bei Temperaturen um 210 - 220 °C versponnen. Die Fäden können sowohl in Luft als auch in einer Kühlflüssigkeit (bevorzugt Wasser) gekühlt werden. Die Verstreckung wird im Heißwasserbad vorgenommen. Die fertigen Fäden können Spezialausrüstungen (Stabilisatoren, Gleitmittel, Antiblockmittel, Farbmittel) erhalten.

Polypropylenfasern werden aus isotaktischen Polypropylenschnitzeln im Schmelzspinnverfahren gewonnen. Bevorzugt wird die Schneckenextrusion eingesetzt. Häufig wird der Spinnmasse bereits ein gewünschtes Farbmittel zugesetzt, was aber gute Homogenisierung der Rohmasse bedingt. Die Fäden werden in einem Spinnenschacht, der in der Regel höher ist als 10 m, eingebracht, wo die Abkühlung erfolgt. Die Verstreckung erfolgt im Heißwasserbad.

Polysytrolfasern werden gleichfalls durch Schmelzspinnen bei Temperaturen zwischen 160 und 260 °C gewonnen. Für die Abkühlung werden Luft oder Kühlflüssigkeiten eingesetzt. PS-Fasern sind spröde und im Vergleich zu anderen Fasern weniger fest und dehnbar. Hervorstechend sind die ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften; sie werden daher bevorzugt in der Elektroindustrie eingesetzt.

1.2.5 Polyacrylnitrilfasern (PAN)

Das Ausgangsprodukt für die Faserherstellung (Polyacrylnitril) zersetzt sich, bevor es schmilzt. Es kann daher nur aus der Lösung, nicht aber aus der Schmelze versponnen werden. Geeignete Lösungsmittel sind Dimethylformamid (DMF), Dimethylacetamid und Rhodanid-Lösungen.

Unter dem Namen Polyacrylnitrilfasern werden alle Fasern zusammengefasst, die mindestens 85% polymerisiertes Acrylnitril enthalten. Die meisten PAN-Fasern bestehen aus 89 - 95% Acrylnitril und 4 - 10% eines nicht ionogenen Copolymeren mit einer Sulfo- oder Sulfonatgruppe. Gebräuchliche Copolymere sind Acrylsäuremethylester, Vinylacetat und Methacrylsäuremethylester. Die Zusammensetzung des Copolymerisates bestimmt auch das Färbeverhalten bei der Textilveredelung.

Das Lösungsspinnen von PAN kann im Trockenverfahren oder im Nassverfahren erfolgen. Beim Trockenverfahren wird nur DMF als Lösungsmittel eingesetzt, beim Nassverfahren werden auch Dimethylacetamid, Dimethylsulfoxid und wässrige Lösungen anorganischer Salze oder Säuren eingesetzt (z.B. Salpetersäure oder wässrige Zinkchloridlösungen). Das pulverförmige Polymerisat und das Lösungsmittel müssen klumpenfrei angeteigt werden.

Beim Trockenverfahren wird die Spinnlösung in senkrecht stehende Spinnschächte versponnen. Im Spinnschacht verdampft das DMF und wird gemeinsam mit dem Spinn gas am unteren Schachtende abgesaugt. Je nach Feinheit des Fadens (Titer) werden Düsendruckmesser zwischen 100 bis 500 µm verwendet. Das abgesaugte DMF wird in Kühlern kondensiert, destilliert und erneut zur Spinnlösungsbereitung verwendet. Das Spinn gut enthält noch 7 bis 30% DMF, welches im Zuge der Nachbehandlung ausgewaschen und ebenfalls durch Destillation rückgewonnen wird. Beim Nassspinnverfahren besteht das Fällbad aus einem Gemisch des verwendeten Lösungsmittels mit Wasser. Bei Verwendung von Salpetersäure als Lösungsmittel muss die Temperatur der Polymerlösung unter 5 °C

gehalten werden, um Hydrolyse zu vermeiden. Bei der Koagulation im Fällbad entsteht ein hochgequollenes Gel. Die nassgesponnenen Fäden gelangen ohne Zwischenlagerung zur Nachbehandlung. In der Nachbehandlung werden Lösungsmittelreste und Restsalze mit Heißwasser ausgewaschen. Nach der Verstreckung erfolgt die Avivage (Verhinderung der elektrostatischen Aufladung durch Beigabe anionischer Verbindungen wie ethoxylierte Fettsäuren, Phosphorsäureester etc.), die Kräuselung (in Stauchkammern), die Trocknung, das Schneiden und die Verpackung.

1.2.6 Fasern aus Polyvinylalkohol

Polyvinylalkohol löst sich in Wasser zu niedrig- bis hochviskosen Lösungen, die nach dem Nass- oder Trockenspinnverfahren verarbeitet werden können. Die Polyvinylalkohole werden durch Verseifung von Polyvinylacetat gewonnen. Dieses kann durch Polymerisation gewonnen werden. Der Verseifungsgrad muß über 99% liegen, um den störenden Einfluß der restlichen Acetylgruppen bei der Stabilisierung der Fasern auszuschalten. Das gereinigte Polymer wird in heißem Wasser aufgelöst, die Lösung wird filtriert und entlüftet. Für bestimmte Verwendungszwecke werden Zusätze gegeben; z.B. für die Herstellung von Reifencord (hochfeste Fasern) werden Borverbindungen zugesetzt. Beim Trockenverfahren wird mit Spinnrücken bis 100 bar und Temperaturen bis 130 °C im Verdampfungsschacht gearbeitet. Beim Nassverfahren wird eine wässrige Lösung mit einem Polymergehalt von 10 - 18% versponnen. In den Fällbädern werden wässrige Salzlösungen (insbesondere Natrium- und Ammoniumsulfat) eingesetzt. Die Badkonzentration liegt bei rund 400 g/l Salz; als Spinnmaschinen werden ähnliche Apparate eingesetzt wie bei der Viskoseherstellung.

Die ersponnenen und getrockneten Filamente sind wasserlöslich. Für die üblichen textilen Verwendungen muß den Fasern absolute Wasserunlöslichkeit und Schrumpffestigkeit verliehen werden. Daher werden Aushärtungsverfahren eingesetzt, die auf der Vernetzung der Hydroxylgruppen des PVA durch Acetalbildung unter Einwirkung von Aldehyden und Säuren beruhen. Bevorzugt werden schwefelsaure zink- und formaldehydhaltige wässrige Salzbäder in einem oder mehreren Bearbeitungsschritten eingesetzt. Sowohl die wasserlöslichen als auch die wasserunlöslichen Fasern finden technische Verwendungen. Neben den acetalisierten Fasern im Textilbereich finden PVA-Fasern wegen ihrer guten Verträglichkeit mit Gummi Anwendung in faserverstärkten Gummiprodukten.

1.2.7 Fasern aus PVC und Polyvinylidenchlorid

Fasern aus reinem PVC können im Trockenspinnverfahren unter Einsatz eines Lösungsmittelgemisches (Schwefelkohlenstoff/Aceton) hergestellt werden. Die Spinnmasse wird in Spinnmächt gepresst, wo sie bei 125 °C unter Luftzirkulation erstarrt. Bei modernen Anlagen ist die Lösungsmittelrückgewinnung in den Spinnmächt integriert (geschlossener Kreislauf).

PVC-Fasern können auch aus nachchlorierten Polymeren hergestellt werden. Das PVC ist in der Regel gut in einem halogenorganischen Lösungsmittel (Tetrachlorkohlenstoff, Tetrachlorethan) suspendierbar. In diese Suspension wird Chlor eingeleitet. Versponnen wird die Suspension im Nassspinnverfahren.

Auch Copolymere mit hohem PVC-Gehalt werden versponnen. Als Copolymere kommen Gemische aus Acrylnitril und PVC oder Vinylacetat und PVC in Frage. Versponnen wird im Lösungsverfahren mit Aceton als Lösungsmittel und Wasser als Fällbad.

Polyvinylidenchlorid wird im Strangpressverfahren mit Wasser als Kühlbad versponnen; als Comonomere werden geringe Anteile an Vinylchlorid und Vinylacetat zugesetzt. Wesentlich bei der Herstellung von Polyvinylidenchloridfasern ist die Stabilisatorzugabe, da die Fasern unter Lichteinwirkung zur Vergilbung neigen. Eingesetzt werden Diphenyldiethylether sowie Ester der Benzoe- oder Salizylsäure.

1.2.8 Cellulose-Chemiefasern

Als Cellulose-Chemiefasern bezeichnet man alle auf Cellulosebasis hergestellten Chemiefasern. Man unterscheidet Celluloseregeneratfasern (Viskose-, Kupfer-, NMMO-Fasern) und Celluloseesterfasern (Acetat- und Triacetatfasern). Folgende Kurzbezeichnungen werden verwendet:

Viskose CV, Cupro CC, Lyocell NMMO, Acetat CA, Triacetat CT.

1.2.8.1 Celluloseregeneratfasern

Viskose

Ausgangsstoff für Filamente und Spinnfasern ist gebleichter Zellstoff; in Österreich bevorzugt Buchenzellstoff. Zur Herstellung der Spinnlösung wird der Zellstoff durch Behandlung mit Natronlauge in Alkalicellulose übergeführt. Nach Ablauf eines Vorreifeprozesses wird die Alkalicellulose mit Schwefelkohlenstoff zu Cellulosexanthogenat umgesetzt (Sulfidierung). Das Xanthogenat reagiert mit weiterer Natronlauge zu Spinnlösung (Viskose). Die Viskose wird einem weiteren Reifeprozess unterworfen. Durch Auspressen der ausgereiften Spinnlösung in ein Fällbad und Abziehen des koagulierten Viskosefadens erhält man einen Regeneratcellulosefaden.

Die Fasereigenschaften werden hauptsächlich durch das Spinnverfahren festgelegt. Durch Wahl der Viskose- und Spinnbadzusammensetzung, durch Einsatz geeigneter Hilfsstoffe und Spinntechnologien lassen sich die Fasereigenschaften in weitem Bereich variieren.

Die Alkalisierung der Cellulose erfolgt mit hochprozentiger Natronlauge (> 15%) unter Quellung und Wärmeabgabe. Die alkalisierte Cellulose wird bei gleichzeitiger Kühlung zerkleinert. Die zerkleinerte Alkalicellulose wird in Gegenwart von Luft exotherm abgebaut (Reifung). Mit CS₂ reagiert die vorgereifte Alkalicellulose exotherm unter Bildung des Xanthogenates. Für die Herstellung von 1 Tonne Faser benötigt man rund 250 - 400 kg CS₂. Die Sulfidierungszeit beträgt bei Temperaturen zwischen 20 und 35 °C rund 1,5 bis 2,5 Stunden. Nach Auflösen des Xanthogenates in 40%-iger Natronlauge unter gleichzeitiger Kühlung erfolgt die Nachreife zur sirupartigen, zähflüssigen Viskose. Die Koagulation erfolgt in einem schwefelsäure- und natriumsulfathaltigen Fällbad; dabei zersetzt sich das Xanthogenat, der eingesetzte CS₂ wird frei. Bei hochwertigen Spezialfasern werden

Koagulation und Zersetzung in getrennten Bädern vorgenommen. Sulfate mehrwertiger Metalle (z.B. Zinksulfat) verzögern die Zersetzung.

Die bei der Faserherstellung eingesetzten Chemikalien sind größtenteils wiederverwendbar. Beim Abpressen der Alkalicellulose anfallende Natronlauge kann mit Dialyseverfahren regeneriert werden. Mit der Regenerierung der Spinnbäder ist die Rückführung der Schwefelsäure und des Zinksulfates verbunden. Die Spinnbäder werden filtriert, unter Vakuum entgast (hauptsächlich wegen H_2S). Gleichzeitig wird Wasser verdampft und anfallendes Natriumsulfat entfernt. Freiwerdender Schwefelkohlenstoff kann an Aktivkohle oder Öl absorbiert und zu mehr als 95% rückgewonnen werden; dabei erhält man Natriumsulfid oder elementaren Schwefel.

Sondertypen der Viskose sind die Modalfasern (polynosische Fasern, Hochnassmodulfasern). Die Viskose für diese Fasern besitzt vor der Verspinnung einen höheren CS_2 -Gehalt und wird in ein stark koagulierendes Salzbad mit reduziertem Zinksulfatgehalt gepreßt. Durch zusätzlichen Eintrag von Formaldehyd oder aldehydabspaltenden Substanzen in das Spinnbad lassen sich Fasern mit hoher Streckgrenze gewinnen.

Kupferseide (Cuoxam-Verfahren)

Als Rohstoff werden Baumwolle oder Zellstoff von Nadelholz oder Buche verwendet. Der Zellstoff wird in eine wässrige ammoniakalische Lösung, die basisches Kupfersulfat oder -chlorid enthält, eingebracht. Der Vorgang der Auflösung ist exotherm; die Reaktionswärme muß abgeführt werden. Die fertige Spinnlösung enthält 4 - 11% Cellulose, 4 - 6 % Cu und 6 - 10% NH_3 . Die Ausfällung der Kupferseide aus der Spinnlösung erfolgt im Wasserbad. Die noch kupferhaltigen Fäden müssen in der Nachbehandlung entkupfert werden. Dies geschieht ebenso wie die Verstreckung in neutralen oder sauren wässrigen Bädern.

Zur Chemikalienrückgewinnung wird das Kupfer aus den ammoniakalischen Spinnwässern an Ionentauschern gebunden. Die Spinnsäuren aus der Absäuerung der Fäden werden ebenfalls über die Ionentauscher geführt. Durch NaOH-Einsatz wird sodann basisches Kupfersulfat ausgefällt; damit ist eine über 99%-ige Rückgewinnung des Kupfers möglich. Der eingesetzte Ammoniak kann zu circa 50% durch Destillation der Spinnwässer in Abtreibkolonnen zurückgewonnen werden.

Lyocellfasern

Die Cellulose wird in einem Gemisch aus N-Methyl-Morpholinoxid (NMMO) und Wasser gelöst (Spinnlösung). Die Auflösung der Cellulose kann nur erfolgen, wenn sich das Massenverhältnis Wasser/NMMO in einem eng definierten Mischungsbereich bewegt; außerhalb dieses Mischungsbereiches wird die Cellulose wieder unlöslich und fällt aus. Dieser Effekt wird zur Faserherstellung genutzt.

Durch Einpressen der Spinnlösung in ein wässriges Spinnbad mit einem gegenüber der Spinnlösung veränderten NMMO-Wasser-Verhältnis wird die Koagulation eingeleitet und ein Filament erzeugt. In einer anschließenden Wäsche wird das an der Faser anhaftende NMMO entfernt. Zur Erhöhung der Faserstabilität wird danach ein Schritt der chemischen Fixierung

durchgeführt, bei welchem die Zelluloseketten mit NHDT (2-Hydroxy-4,6-Dichlor-1,3,5-Triazin) vernetzt werden. Das NHDT wird vor Ort durch Hydrolyse von Cyanurchlorid (2,4,6-Trichlor-1,3,5-Triazin) hergestellt. Die Reaktion erfolgt bei Temperaturen um 95 °C in alkalischem Milieu. In einer Waschstufe wird überschüssiges NHDT und Alkali ausgewaschen.

Danach wird die Faser erforderlichenfalls gebleicht (Hypochloritbleiche). Es folgt die Hilfsmittelaufbringung (Avivage) und die Fasertrocknung. Das NMMO-haltige Abwasser aus dem Spinnprozeß wird nach Filtration und Reinigung über Ionentauscher durch Eindampfung aufkonzentriert und erneut für die Spinnlösungsbereitung eingesetzt.

1.2.8.2 Celluloseesterfasern

Cellulose enthält drei reaktionsfähige Hydroxylgruppen in der Struktureinheit, so dass prinzipiell eine große Anzahl von Veresterungsmöglichkeiten bestehen. Praktische Bedeutung haben nur die Ester der niederen Carbonsäuren erlangt (bis C₄).

Von technischer Wichtigkeit ist das Celluloseacetat. Seine Herstellung erfolgt über das Lösungsverfahren (unter Verwendung von Eisessig oder Methylenchlorid) oder über die heterogene Acetylierung (als Faseracetat). Die Cellulose wird zuerst durch Trocknung auf einen Feuchtigkeitsgehalt von rund 4% eingestellt. Danach wird in einem Reaktor die Cellulose mit Schwefelsäure, Eisessig und Essigsäureanhydrid zur Reaktion gebracht (Cellulose-Veresterung). Die Reaktion verläuft stark exotherm. Während beim Lösungsverfahren der gebildete Celluloseester im Laufe der Veresterung in Lösung geht und anschließend partiell oder vollständig hydrolysiert wird, wird Faseracetat in Gegenwart von Nichtlösern gebildet (ähnlich der Nitrierung von Cellulose). Eine Hydrolyse ist nach letztem Verfahren nicht möglich. Als Lösungsmittel für das gebildete Celluloseacetat fungiert beim Lösungsverfahren je nach eingesetzter Prozesstechnologie Eisessig oder Methylenchlorid; bei Faseracetat werden Tetrachlorkohlenstoff, Benzol oder Toluol als Nichtlöser zur Aufrechterhaltung der Faserstruktur verwendet.

Nach Beendigung der Veresterung wird der Prozess durch Zugabe von Wasser oder Essigsäure unterbrochen, wobei die Veresterung durch Hydrolyse teilweise rückgängig gemacht wird. Danach werden die Veresterungsprodukte in Form von Flocken oder Pulver ausgefällt. Anschließend wird zerkleinert und gewaschen, wobei die dabei anfallende verdünnte Essigsäure in den Produktionsprozess zurückgenommen werden kann. Auch Essigsäureanhydrid und Methylenchlorid werden in den Prozess zurückgeführt.

Die Cellulosefasern stellt man aus Spinnlösungen her, die Celluloseetriacetat oder Celluloseacetat und geeignete Lösungsmittel enthalten. Bei Einsatz von Triacetat dient ein Gemisch aus 90% Methylenchlorid und 10% Methanol als Lösungsmittel, bei Einsatz von Acetat wird ein Gemisch aus Aceton und Alkohol verwendet. Gesponnen wird im Trockenspinnverfahren. Der Faden erstarrt in einer beheizten Spinnzelle in warmer Luft; das Lösungsmittel wird kondensiert und wiedergewonnen.

1.2.9 Polyimidfasern

Polyimidfasern bestehen aus Polyheterocyclen und gehören zu den hochtemperaturbeständigen Hochleistungsfasern. Sie zeichnen sich durch hohe Festigkeit in einem weiten Temperaturbereich, hohe Thermostabilität und Flamsicherheit aus. Sie sind beständig gegen verdünnte Säuren und Laugen, gegen Lösungsmittel sowie Fette und Öle.

Polyimidfasern werden durch Polykondensation von aromatischen Diaminen (z.B. 4,4'-Oxidianilin) oder aromatischen Diisocyanaten (z.B. 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan) mit aromatischen Tetracarbonsäuredianhydriden (z.B. Pyromellithsäuredianhydrid) gewonnen. Da die meisten Polyheterocyclen in organischen Lösungsmitteln nicht löslich sind, muss z.B. aus konzentrierten Säuren versponnen werden. In einigen Fällen kann mit polaren organischen Lösungsmitteln gearbeitet werden (z.B. Dimethylacetamid oder N-Methylpyrroliden).

Die Herstellung der Polyimidfasern erfolgt in der Regel in einem Zweistufenprozess. In der ersten Reaktionsstufe wird ein hochmolekulares Präpolymer gebildet, das zu Fäden versponnen wird. In der zweiten Reaktionsstufe bilden sich die Heterocyclen in den Fäden entlang der Polymerketten (Polyheterocyclisierung). Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist, dass sich die Heterocyclen mit hoher Ausbeute bilden, weil die nicht cyclisierten Präpolymeren Strukturen mit geringer thermischer und chemischer Beständigkeit bilden.

1.3 Abwasseranfall bei der Chemiefaserherstellung

Abwasser fällt bei der Herstellung von Chemiefasern an den verschiedensten Stellen an und ist - in Abhängigkeit von angewandten Verfahren - in unterschiedlichem Ausmass belastet. Während beim Einsatz des Schmelzspinnverfahrens oder des Trockenspinnverfahrens mit nicht wässrigen Lösungsmitteln der Abwasseranfall lediglich aus der nassen Abluftreinigung, dem Anfall von wässrigen Kondensaten oder in geringfügigem Umfang aus der Anlagenreinigung stammt, können beim Nassspinnverfahren oder beim Spinnvermittlervorgang aus wässrigen Spinnlösungen, wässrigen Fällbädern, aus der Verstreckung und Nachbehandlung, aus der nassen Abluftreinigung u.s.w. große und hochbelastete Abwassermengen resultieren. Darüber hinaus fallen bei den meisten Chemiefaserherstellungsverfahren thermisch belastete Kühlwässer an, die im wesentlichen zur Maschinenkühlung oder für die Abfuhr von Reaktionswärme benötigt werden. Derartige Kühlwässer aus der indirekten Kühlung enthalten jedoch keine produktionsbedingten Verunreinigungen.

2. Geltungsbereich

Entsprechend den in Kap. 1 geschilderten Herstellungsverfahren muss der Geltungsbereich der AEV Chemiefasern einerseits von der Tätigkeit der Herstellung der Rohstoffe für die Fasern (Kunststoffe, gebleichter Zellstoff) und andererseits von den daran anschließenden Tätigkeiten der Textilveredelung und -behandlung abgegrenzt werden. Der Geltungsbereich der AEV Chemiefasern wird daher wie folgt festgelegt:

1. Herstellen von Chemiefasern aus Cellulose (Cellulose-Chemiefasern) nach dem Viskose-, NMMO- und Acetatverfahren
2. Herstellen von Chemiefasern aus Homo- oder Copolymerisaten von Olefinen einschließlich des Styrol, Acrylnitril, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid und des Vinylalkohol
3. Herstellen von Chemiefasern aus Polykondensaten und Polyaddukten (z.B. Polyamide, Polycarbonate, Polyester, Polyimide, Polyurethane)
4. Verarbeiten von gemäß Z 1 bis 3 hergestellten Chemiefasern zu Garnen, Kabeln, Bändern oder Vliesen im unmittelbaren Anschluss an die Faserherstellung.

Im Zusammenhang mit der Chemiefaserherstellung treten in der Regel beträchtliche Abluftprobleme auf, zu deren Beherrschung wässrige Reinigungssysteme betrieben werden müssen. Das Abwasser aus diesen Abluftwäschern weist in der Regel die gleichen Inhaltsstoffe auf wie das Produktionsabwasser. Eine Teilstrombetrachtung für dieses Abwasser ist sachlich nicht gerechtfertigt, daher werden derartige Abwässer dem Geltungsbereich der AEV Chemiefaserherstellung zugezählt. § 4 Abs. 7 AAEV ist in diesem Fall nicht anzuwenden.

Nachstehend genannte Abwässer, die im Zusammenhang mit der Chemiefaserherstellung auftreten können, fallen nicht in den Geltungsbereich der AEV Chemiefasern:

- Abwasser aus Kühlsystemen und Dampferzeugern
- Abwasser aus der Wasseraufbereitung
- Abwasser aus der Herstellung von Glasfasern und künstlichen Mineralfasern
- Abwasser aus der Herstellung von Rohstoffen für die Chemiefaserherstellung (z.B. Zellstoff, Kunststoffe)
- Abwasser aus der Textilveredelung und -behandlung
- häusliches Abwasser.

Auf die genannten Herkunftsbereiche sind eigene Abwasseremissionsverordnungen anzuwenden. Bei Mischung und gemeinsamer Behandlung gelten die Mischungsregeln nach § 4 Abs. 5 und 6 AAEV sowie die Teilstromanforderungen des § 4 Abs. 7 und 8 AAEV.

In Großbetrieben zur Herstellung von Chemiefasern sind häufig die Anlagen zur Herstellung des Faserrohstoffes mit den Anlagen zur Faserherstellung in verfahrenstechnischem und räumlichem Verbund (z.B. Herstellung von gebleichtem Zellstoff mit Viskoseherstellung oder Herstellung von Polyacrylnitril mit PAN-Faserherstellung). In solchen Fällen ist die gemeinsame Reinigung der Abwässer aus den unterschiedlichen Verfahrensschritten die Methode der Wahl. Die wechselseitige Anwendung von § 4 Abs. 7 AAEV (Teilstrombetrachtung) auf die Abwässer der jeweiligen Herkunftsbereiche ist in einem

solchen Fall nicht sinnvoll und wird daher in der Verordnung nicht gefordert (sh. § 1 Abs. 5 AEV Chemiefasern). Davon unberührt ist aber die Einhaltung einer Teilstromanforderung in einer Spartenverordnung für die Faserrohstoffherstellung oder in der AEV Chemiefasern.

3. Bestehende Entsorgungssituation

In Österreich werden derzeit an 4 Standorten Produktionsanlagen zur Chemiefaserherstellung betrieben. Produziert werden Viskose-, Polyimid-, Polyethylen-, PVC- und Lyocell – Fasern. Von den Produktionsanlagen gehen - bedingt durch die wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen am jeweiligen Produktionsstandort - unterschiedliche Beeinträchtigungen des jeweils betroffenen Vorfluters aus. Ziel der AEV Chemiefaser ist es, den allgemein für Österreich geltenden Stand der Technik zu definieren. Ob darüber hinaus im Einzelfall zusätzlicher Aufwand für den Gewässerschutz notwendig ist, muß von der Wasserrechtsbehörde unter Anwendung von § 33b Abs. 6 WRG 1959 entschieden werden.

4. Stand der Technik

Nachstehend genannte Maßnahmen nach dem Stand der Technik können in der Chemiefaserherstellung eingesetzt werden, um die Emissionsbegrenzungen der Anlage A der AEV einhalten zu können:

1. Durch Einsatz von Faserrohstoffen mit geringem Gehalt an Rückständen aus der Faserrohstoffherstellung kann die Abwasserbelastung signifikant reduziert werden. Beispielsweise kann durch Einsatz von gebleichtem Zellstoff, der weniger als 150 g AOX/t Zellstoff enthält, der Gehalt des Abwassers an halogenorganischen Verbindungen gering gehalten werden.
2. Durch Einsatz von kontinuierlich arbeitenden automationsüberwachten Herstellungsverfahren in geschlossenen Systemen können Abwasser- und Stoffverluste minimiert werden (z.B. Badverluste beim Nassspinnverfahren)
3. Bei der Auswahl des Herstellungsverfahrens ist darauf zu achten, dass eingesetzte Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe sowie entstehende Herstellungsrückstände einer weitestgehenden stofflichen Verwertung zugänglich sind (z.B. Rückgewinnung von Säuren, Laugen und Salzen sowie Schwefelkohlenstoff beim Viskoseverfahren, Rückgewinnung von Essigsäure und Aceton beim Celluloseacetatverfahren, Rückgewinnung von NMMO beim Lyocellverfahren).
4. Hochkonzentrierte organisch belastete Abwässer, deren Inhaltsstoffe keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden können, sind einer thermischen Verwertung zuzuführen (z.B. der Destillationssumpf aus der Lösungsmitteldestillation).

5. Bei Wasch- und Reinigungsvorgängen können wassersparende Verfahren den Abwasseranfall signifikant reduzieren (z.B. Spulen-, Kabel- oder Filtrerrückwäsche mittels Gegenstromwäsche oder Waschwasserkreislaufführung); schwachbelastete Abwässer können an anderer Stelle weiterverwendet werden.
6. Bei der Brüdenkondensation (z.B. für die Spinnbadaufbereitung) kann durch Einsatz indirekter Kühlverfahren der Anfall von Prozeßabwasser vermieden werden.
7. Bei der Auswahl der einzusetzenden Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe ist auf deren ökotoxikologisches Verhalten zu achten. Bevorzugt anzuwenden sind Stoffe, die selbst keine gefährlichen Eigenschaften nach § 33a WRG 1959 aufweisen (giftig, langlebig, anreicherungsfähig, kanzerogen, mutagen, teratogen), bei denen möglichst keine gefährlichen Reaktionsprodukte in den Herstellungsverfahren entstehen und welche bevorzugt durch biologische Abwasserreinigungsverfahren entfernt werden können.

Auf den Einsatz von halogenhaltigen oder halogenabspaltenden Bleichmitteln, halogenorganischen Flammenschutzmitteln sowie von Tensiden, Komplexbildnern oder Präparationen mit schlechter biologischer Abbaubarkeit (gefordert nicht kleiner als 60% nach 28 Tagen) sollte weitestgehend verzichtet werden.

8. Durch Einsatz von Misch- und Ausgleichsbecken können Abfluss- und Schmutzfrachtspitzen gekappt werden.
9. Die Emissionsbegrenzungen können durch Einsatz physikalischer, physikalisch-chemischer oder chemischer Abwasserreinigungsverfahren (z.B. Neutralisation, Sedimentation, Fällung/Flockung, Filtration, Oxidation, Membranverfahren) am Abwasserteilstrom oder am Gesamtabwasser, beim Direkteinleiter auch durch Einsatz biologischer Abwasserreinigungsverfahren zuverlässig eingehalten werden.
10. Die bei der Produktion und bei der Abwasserreinigung anfallenden Rückstände sind gesondert zu erfassen und zu verwerten oder extern als Abfall zu entsorgen.

5. Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen

5.1 Parameterauswahl

Das Abwasser aus der Chemiefaserherstellung ist überwiegend organisch belastet. Die Inhaltsstoffe des Abwassers stammen aus den eingesetzten Faserrohstoffen, den Lösungs-, Fäll- und Spinnmitteln sowie den Ausrüstungs-, Avivage- und sonstigen Mitteln. Die Vielzahl der verwendeten chemischen Einzelstoffe gestattet nicht die Anwendung der Einzelstoffanalytik in der Abwasserüberwachung. Die Abwasserbeschaffenheit wird bevorzugt durch chemische Summenparameter kontrolliert.

Die Temperaturbelastung des Abwassers resultiert aus den für die Chemiefaserherstellung notwendigen höheren Prozesstemperaturen (z.B. Schmelzspinnen, Nassspinnen), aber auch von der bei Lösungsprozessen freiwerdenden Reaktionswärme. Der Parameter Toxizität (hier als G_T) soll eine summarische Überwachung toxischer Inhaltsstoffe des Abwassers ermöglichen. Abfiltrierbare Stoffe stammen primär aus Produktverlusten, die ins Abwasser gelangen. Der Parameter pH-Wert dient der Überwachung des Einsatzes von Säuren, Laugen oder Salzen.

Kupfer und Zink werden als Arbeits- oder Hilfsstoffe in Fäll- und Spinnbädern eingesetzt. Sie sind die einzigen Schwermetalle, die bei der Chemiefaserherstellung technische Bedeutung haben. Ammoniumverbindungen werden als Lösungsmittel (z.B. Cuoxamverfahren) oder als Hilfsstoffe in Spinn- und Fällbädern (z.B. PVA-Fasern) eingesetzt. Chloride stammen aus dem Einsatz von Säuren oder Salzen in wässrigen Bädern. Cyanid kann aus dem Restmonomergehalt nitrilhaltiger Faserrohstoffe ins Abwasser gelangen. Gesamter gebundener Stickstoff (TN_b) erfasst alle über die Faserrohstoffe und die eingesetzten Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe im Abwasser eingetragenen Stickstoffverbindungen. Phosphorverbindungen stammen aus dem Einsatz von phosphorhaltigen Hilfsstoffen in der Faserherstellung, aber auch aus dem Einsatz in der Abwasserreinigung. Sulfat stammt aus dem Schwefelsäureeinsatz in Fäll- und Spinnbädern (z.B. Viskose-Verfahren). Sulfid und CS_2 gelangen primär beim Viskoseverfahren ins Abwasser; sie werden durch den CS_2 - Einsatz bei der Xanthogenierung verursacht.

Die organische Belastung des Abwassers wird durch die Summenparameter CSB und BSB_5 erfasst. Halogenorganische Verbindungen aus dem Einsatz derartiger Stoffe bei der Chemiefaserherstellung oder durch Einsatz von Bleichverfahren mit halogenhaltigen oder halogenabspaltenden Chemikalien werden mit dem Parameter AOX erfasst. Schwerflüchtige lipophile Stoffe und Kohlenwasserstoffe im Abwasser stammen primär aus Avivagen und sonstigen Fasernachbehandlungen. Leichtflüchtige halogenierte organische Verbindungen aus dem Einsatz in der Chemiefaserherstellung (z.B. Methylenchlorid beim Acetatverfahren) werden durch den Parameter POX überwacht. Tenside werden im Nassspinnverfahren vor allem in Wasch- und Spülwasser in großem Umfang eingesetzt. Aromaten (erfasst als BTXE) stammen aus dem Lösungsmiteleinsetz in der Faserherstellung (z.B. bei den Celluloseacetatverfahren).

5.2 Emissionsbegrenzungen

Die Emissionsbegrenzungen der Anlage A der AEV Chemiefasern gelten für die Beschaffenheit des Gesamtabwassers an der Einleitungsstelle in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation. Beim Viskoseverfahren ist für Zink zusätzlich zum Grenzwert für das Gesamtabwasser eine Teilstromanforderung für das Abwasser aus der Spinnerei, der Nachbehandlung und der Spinnbadaufbereitung festgelegt. Sie soll die Überwachung der Rückgewinnung der Spinnbäder etc. sicherstellen. Die Teilstromanforderung ist als produktionsspezifische Fracht definiert; der Grenzwert bezieht sich auf die installierte Produktionskapazität für Viskosefaser.

Die Emissionsbegrenzungen sind durchwegs als Konzentrationen definiert. Lediglich beim Parameter CSB sind - in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des anfallenden Abwassers -

abweichende Regelungen getroffen. Bei Anfall eines hochkonzentrierten Abwassers (CSB-Konzentrationen größer als 800 mg/l im Zulauf zur biologischen Stufe der Abwasserreinigungsanlage) kann anstelle der starren Konzentration von 120 mg/l ein Mindestwirkungsgrad der Elimination von 85% für die biologische Reinigungsstufe in Anspruch genommen werden. Bei Abwasser aus der Herstellung von Chemiefasern aus Cellulose sind anstelle der Begrenzungen für Konzentrationen produktionspezifische Frachtbegrenzungen in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren festgelegt; diese beziehen sich auf die installierte Produktionskapazität für Chemiefasern, welche bei der wasserrechtlichen Bewilligung für die Abwassereinleitung dem Wasserrechtsbescheid zugrunde gelegt wird.

6. Umsetzung wasserbezogener EU-Richtlinien

6.1. Richtlinie 76/464/EWG

Gemäß Richtlinie 76/464/EWG legt die EU Programme zur Vermeidung oder Verminderung der Gewässerbelastung durch Stoffe der Liste I (Schwarze Liste) fest. Für Stoffe der Liste II (Graue Liste) legen die Mitgliedstaaten Programme zur Vermeidung der Gewässerbelastung fest; weiters legen sie für jene Stoffe der Liste I, die seitens der EU noch nicht geregelt sind, interimistisch autonome Regelungen fest.

Für den Herkunftsbereich Chemiefasersherstellung hat die EU bisher noch keine Emissionsbegrenzungen für Einzelstoffe der Liste I erlassen. In der RL 86/280/EWG erfolgt ein Hinweis auf die Notwendigkeit der Festlegung einer Emissionsbegrenzung für Tetrachlorkohlenstoff, wenn dieser als Lösungsmittel in einem technischen Prozeß verwendet wird. Dem wird durch die Festlegung von Grenzwerten für POX in der AEV Chemiefasern Rechnung getragen.

Für nachstehend genannte Stoffe der Listen I und II, die für Abwasser aus der Chemiefaserherstellung maßgeblich sind, haben die Mitgliedstaaten eigenständige Regelungen gemäß Art. 7. der RL zu erlassen:

Kupfer, Zink, Freies Chlor, Ammonium, Cyanid leicht freisetzbar, Sulfid, Kohlenstoffdisulfid, Halogenierte organische Verbindungen (als AOX), SKW, Ausblasbare organisch gebundene Halogene (POX) und Aromaten (als BTXE).

Die Emissionsgrenzwerte der AEV Chemiefaserherstellung stellen die Umsetzung der von der EU geforderten Aktionsprogramme zur Vermeidung und Verminderung von Emissionen der genannten Stoffe dar.

6.2. Richtlinie 96/61/EG (IPPC)

Am 24. September veröffentlichte die EU eine Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung aus Industrieanlagen. In Anhang I der Richtlinie werden unter Z 4.1 lit. h Chemieanlagen zur Herstellung von Chemiefasern und Fasern auf

Cellulosebasis genannt, für welche ein integriertes Bewilligungsverfahren durchgeführt werden muß. Bei der integrierten Bewilligung sind für alle Umweltanforderungen, also auch für Gewässer Schutzmaßnahmen auf dem Niveau des Standes der Technik (BAT) vorzusehen.

Die EU organisiert einen Informationsaustausch betreffend die von den Mitgliedstaaten angewandten Verfahren nach dem Stand der Technik (Art. 16). Auf der Basis der Ergebnisse dieses Informationsaustausches können erforderlichenfalls gemeinschaftseinheitliche Emissionsgrenzwerte erlassen werden (Art. 18). Derartige Emissionsgrenzwerte können für den Abwasserbereich in der AEV Chemiefasern in nationales Recht umgesetzt werden.

7. Fristen

Die AEV Chemiefasern wurde am 18. Juli 2000 im Bundesgesetzblatt kundgemacht. Sie tritt ein Jahr nach der Kundmachung in Kraft. Am Tag des Inkrafttretens rechtmäßig bestehende Abwassereinleitungen müssen innerhalb von 5 Jahren den Anforderungen der AEV entsprechen.