

# GESETZLICHE BEGRENZUNG VON ABWASSEREMISSIONEN AUS DER HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON KUNSTSTOFFEN, GUMMI UND KAUTSCHUK

(BGBl. II Nr. 8/1999)

## 1. Allgemeines

Unter Kunststoffen versteht man Materialien, deren wesentliche Bestandteile aus makromolekularen organischen Verbindungen bestehen, die entweder synthetisch hergestellt oder durch Abwandlung von Naturprodukten gewonnen werden. Umgangssprachlich werden Gegenstände aus Kunststoff häufig als Plastik bezeichnet; vereinzelt trifft man auch in der Literatur die Bezeichnung Plaste an.

Als Überbegriff für Kunststoffe findet sich auch die Bezeichnung Polymere oder Polymerwerkstoffe. Man versteht darunter Produkte, die aus einem Kollektiv chemisch einheitlicher, sich in der Regel aber hinsichtlich Verbindungsgrad, Molmasse und Kettenlänge unterscheidender Makromoleküle (Polymermoleküle) bestehen.

Die Einteilung der Kunststoffe ist nach den verschiedensten Gesichtspunkten möglich. Folgende Unterscheidungen sind gebräuchlich:

- nach der Herkunft (natürlich oder synthetisch)
- nach den bei der Herstellung ablaufenden chemischen Hauptreaktionen (Polymerisate, Polykondensate, Polyaddukte)
- nach dem Herstellungsverfahren (z.B. Emulsions-, Suspensionspolymerisation)
- nach den charakteristischen Gruppen der Polymerketten (z.B. Polyester, Polyether, Polyamide etc.)
- nach den Basismonomeren (z.B. Polyethylen, Polyacrylate, Polyvinylacetat etc.)
- nach seitenständigen funktionellen Gruppen (z.B. Polyamine, Polyalkohole etc.)
- nach ihren technischen Eigenschaften (z.B. Elastomere, Thermoplaste etc.)

- nach ihrer Verwendung (z.B. Massenkunststoffe wie PE, PVC, Klebstoffe, Lacke, etc.).

Die Entwicklung von Polymersynthesen, die Untersuchung der Reaktionsmechanismen und der Strukturen sowie der Beständigkeit und Gebrauchseigenschaften (z.B. Licht-, Wärme- und Bestrahlungsbeständigkeit) sind Arbeitsgebiete der Makromolekularchemie.

## 1.1 Chemische Einteilung

Die für die Beurteilung von Abwasserfragen wesentlichste Einteilung im Zusammenhang mit den Kunststoffen ist jene nach den bei der Herstellung und Verarbeitung angewandten Verfahren und Stoffen. Die gebräuchlichste chemische Einteilung erfolgt nach den für die Synthesen eingesetzten Polyreaktionen. Man unterscheidet:

- a) Polymerisation: aus Monomeren, die reaktive Mehrfachbindungen oder Ringe enthalten, werden in einer stufenlosen Reaktion Polymere (Polymerisate) gebildet. Die Polymerisation wird ausgelöst durch Initiatoren (radikalische ionische oder Metallkomplex-Initiatoren), Wärme, ionisierende Strahlung oder Licht (Photopolymerisation). Bei der Polymerisation treten weder Abspaltungen noch Wanderungen oder Umlagerungen von Molekülbestandteilen während der Wachstumsphase auf. Die Polymerisation wird durch Abbruchreaktionen (Disproportionierung, Rekombination u.ä.) beendet.

Ausgangsstoffe für Polymerisationen sind Ethylen, Propylen, 1-Buten, Methylpenten, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Methylmetacrylat, Acrylnitril, Styrol, Vinylalkohol, Vinylacetat. Die Polymerisation kann mit nur einer Monomerenart erfolgen (Homopolymerisation), aber auch mit zwei oder mehreren Monomerenarten durchgeführt werden. Die entstehenden Produkte sind die klassischen thermoplastischen Massenkunststoffe.

- b) Polykondensation: in Stufen ablaufende Polyreaktion, bei welcher Kondensationen zwischen bi- oder höherfunktionellen Monomeren stattfindet. Die Verknüpfung der Monomeren erfolgt unter Abspaltung kleiner Molekülararten (Wasser, Alkohol, Halogenwasserstoffe), die aus den miteinander reagierenden funktionellen Gruppen stammen. Als Zwischenprodukte treten Oligomere auf, die die gleichen Endgruppen wie die Ausgangsstoffe besitzen.

Die Polykondensationen lassen sich in zwei Typen unterteilen. Unipolykondensationen finden zwischen Molekülen eines einzigen Monomerentypes oder zwischen lediglich zwei verschiedenen Monomerentypen statt; Copolykondensationen dagegen finden unter Beteiligung von mehr als 2 chemisch verschiedenen Monomerentypen statt. Die während der Polykondensation entstehenden niedermolekularen Reaktionsprodukte müssen laufend aus dem Reaktor entfernt werden. Produkte aus Polykondensationen sind die thermoplastischen Kunststoffe Polyamid, Polycarbonat, Polyester, Polyphenylenoxid, Polysulfon, Polyvinylacetat. Durch Polykondensation werden auch eine Vielzahl von Thermoduren hergestellt (z.B. Phenolharze, Harnstoffharze, Thioharnstoffharze, Melaminharze, Polyesterharze, Alkydharze u.ä.).

- c) Polyaddition: Durch vielfach wiederholte Addition von bi- oder polyfunktionellen Edukten (Monomeren) in unabhängigen Einzelreaktionen (Stufenreaktionen) über die Bildung von reaktiven Oligomeren erfolgt die Bildung des Polymeres. Die Additionen verlaufen ohne Abspaltung von niedermolekularen Verbindungen häufig unter Verschiebung von Wasserstoffatomen. Je nach der Anzahl der beteiligten Monomeren differenziert man zwischen Unipolyaddition (ausgehend von 2 Monomerentypen wie z.B. einem Diol und einem Diisocyanat) und der Copolyaddition (mehr als 2 unterschiedliche Monomerentypen). Produkte der Polyaddition sind die linearen Polyurethane und die chlorierten Polyether (als Thermoplaste) sowie die Epoxidharze und die vernetzten Polyurethane (als Thermodule).

Zu den Kunststoffen zählt man auch chemisch abgewandelte Naturstoffe wie z.B. Caseinkunststoffe (als Thermodule) oder Cellulosederivate (als Thermoplaste).

Der Ausdruck Kautschuk ist eine Sammelbezeichnung für unvernetzte aber vernetzbare Polymere mit hochelastischen Eigenschaften bei Raumtemperatur. Kautschuke können daher den Thermoplasten zugeordnet werden. Unter dem Einfluß deformierender Kräfte zeigt Kautschuk viskoses Fließverhalten. Kautschuke werden systematisch in Naturkautschuk und Synthesekautschuk unterteilt.

Naturkautschuke (engl. natural rubber, NR) wird fast ausschließlich aus dem Latex gewonnen, der beim Anritzen der Sekundärrinde der Stämme von Kautschukbäumen (Wolfsmilchgewächse z. B. *Hevea brasiliensis*) ausfließt. Latex ist eine Emulsion von NR-Tröpfchen (Teilchengröße 0,5 bis 1 µm) in Wasser; Eiweißstoffe dienen als Schutzkolloide. NR ist ein ungesättigtes nicht vernetztes Polymer, der als Grundeinheit Isopren (2-Methyl-1,3-butadien) enthält.

Synthesekautschuk dagegen (engl. synthetic rubber SR) ist Kautschuk, der durch organisch - chemische Synthesen aus ungesättigten Monomeren überwiegend durch Homo- oder Copolymerisation hergestellt wird. Wichtige Basismonomere für die SR-Herstellung sind Butadien und seine Homologen (Isopren, 2-3-Dimethyl-1,3-butadien) sowie Substitutionsprodukte (z.B. Chloropren, Styrol, Acrylnitril und Methacrylsäure).

Gummi ist ein Elastomer, welches durch chemische Vernetzung aus Kautschuk hergestellt wird. Als chemische Vernetzung (Vulkanisation) bezeichnet man die Öffnung der Doppelbindungen in den ungesättigten Kettenmolekülen und die Ausbildung von chemischen Brücken. Dadurch entsteht aus dem Thermoplasten Kautschuk ein Elastomer. Die Vulkanisation kann durch energiereiche Strahlung sowie durch den Einsatz von Chemikalien (Peroxide, Schwefel oder Schwefelverbindungen) bewirkt werden. Bei der Vulkanisation von Naturkautschuk als erstem großtechnisch eingesetztem Verfahren (Goodyear 1890) wurde Schwefel und Hitze angewandt.

## 1.2 Eigenschaften der Kunststoffe

Die technischen Kunststoffe bestehen überwiegend (zu mehr als 90 Masseprozent) aus den synthetischen oder durch Umwandlung von Naturstoffen gewonnenen organischen Polymeren des Kap. 1.1. Sie entstehen durch Polymerisation, Polykondensation oder

Polyaddition aus einfachen Molekülen (Monomere wie Ethylen, Propylen, Styrol, Vinylchlorid, Caprolactam, Isocyanate etc.). Die molaren Massen liegen im allgemeinen zwischen 10 000 und 1 000 000 g/mol. Je nachdem, ob die gleichartigen oder unterschiedlichen Makromoleküle aus gleichartigen oder unterschiedlichen Struktureinheiten bestehen, spricht man von Homopolymeren oder Copolymeren.

Bei ausreichend hoher Temperatur sind die Molekülketten der Polywerkstoffe beweglich und streben eine Knäuelform an. Die Stoffe sind dann knautschelastisch bis plastisch. Beim Abkühlen vermindert sich die Kettenbeweglichkeit und damit die Verformbarkeit der Polywerkstoffe. Unterhalb der Glasatemperatur (Einfriertemperatur) geht der Kunststoff in einen glasig harten Zustand über. Die Molekülketten bleiben dabei ungeordnet, d.h. der Kunststoff ist amorph. Durch sperrige Seitengruppen und polare Bindungen (z.B. C-Cl) und die daraus resultierenden Anziehungskräfte wird die Kettenbeweglichkeit herabgesetzt und die Glasatemperatur erhöht. Starre ringförmige Kettenglieder behindern die Beweglichkeit besonders stark und ergeben hochtemperaturbeständige Kunststoffe mit sehr hohen Glasatemperaturen (z.B. Polysulfone, Polyimide). Bei regelmäßiger Anordnung der Strukturelemente in der Molekülkette können Polymere kristallisieren (z.B. isotaktisches Polypropylen). Die regelmäßige Anordnung der Molekülketten wird allerdings durch ihre geringe Beweglichkeit behindert, sodaß meist amorphe Teilbereiche in Form von Schleifen und Windungen zwischen den geordneten Bereichen bestehen. Der Kunststoff ist dann teilkristallin. Flüssigkeitskristalline Kunststoffe bestehen aus starren Molekülketten, die in der Schmelze oder in Lösung parallel zueinander angeordnet sind. Wenn bei der Verarbeitung die parallele Ausrichtung der Molekülketten erhalten bleibt, entstehen Kunststoffe mit extrem hoher Formbeständigkeit und Festigkeit.

Die technische Klassifizierung der Kunststoffe erfolgt meist aufgrund des Verhaltens in der Wärme.

**Thermoplaste** sind amorphe oder teilkristalline Kunststoffe, deren Moleküle nicht untereinander vernetzt sind. Dadurch können oberhalb der Glasatemperatur ganze Kettenmoleküle ihren Platz tauschen, d.h. Thermoplaste sind in der Wärme plastisch verformbar, schmelzbar und schweißbar. Sie sind außerdem in geeigneten Lösungsmitteln quellbar und mehr oder weniger gut löslich. Zu den Thermoplasten gehören die Massenkunststoffe PE, PP, Polystyrol (PS) und PVC, aber auch wichtige technische Kunststoffe (Polyamide, Polycarbonate).

**Elastomere** (Elaste) sind vorwiegend amorphe Polymere mit Glasatemperaturen unter der Raumtemperatur, deren Moleküle weitmaschig miteinander vernetzt sind. Durch die lediglich geringe Vernetzung wird zwar der Platzwechsel der Moleküle und damit die plastische Verformbarkeit verhindert, die Beweglichkeit der Kettensegmente bleibt aber erhalten, sodaß elastische Formveränderungen möglich sind. Elastomere sind bei Gebrauchstemperatur gummielastisch, sie schmelzen nicht und sind unlöslich aber quellbar.

**Thermoplastische Elastomere** sind gummielastisch, können aber bei hohen Temperaturen wie Thermoplaste verarbeitet werden. Ihre Molekülketten bestehen aus Segmenten mit niedriger Glasatemperatur (z.B. Polybutadien) und Segmenten, die kristal-

lisieren oder die eine hohe Glastemperatur haben (z.B. Polystyrol). Diese „harten Blöcke“ wirken bei Gebrauchstemperatur vernetzend, brechen aber bei hoher Temperatur auf.

**Thermodule**, auch Duroplaste oder Duromere genannt, bestehen aus engmaschig vernetzten Molekülen, sodaß nur geringfügige Abstandsänderungen innerhalb der dreidimensionalen Molekülstruktur möglich sind. Duroplaste sind nicht plastisch verformbar, unschmelzbar, nicht schweißbar und unlöslich. Zu ihnen gehören die Kunstharze (Phenolharze, Aminoplastharze, Epoxidharze) und vernetzte Polyurethane.

**Polymerlegierungen**, auch Polymerblends genannt, sind mehrphasige Polymermischungen. Besondere Bedeutung haben schlagzähe Polymerlegierungen, bei denen in einer kompakten Polystyrol- oder Polyamid-Hartphase ein weiches Elastomer (z.B. Polybutadien) fein verteilt ist. Kunststoffe dieser Art neigen unter Stoßbelastung nicht zum Bruch, was besonders im Automobilbau (ABS-Polymerisate) von Bedeutung ist.

### 1.3 Herstellung von Kunststoffen, Gummi und Kautschuk

Die Bildungsmechanismen bei der Herstellung einer linearen Molekülkette aus einer Vielzahl von Struktureinheiten vollziehen sich immer durch Addition von bifunktionellen Monomeren, die sich nach der Reaktion als Struktureinheit der Kette wiederfinden. Die verschiedenen Arten der Polyreaktionen unterscheiden sich durch die Art und Weise, wie der bifunktionelle Charakter im Monomerenmolekül enthalten ist und den dadurch vorgegebenen Ablauf der Reaktionen. Man unterscheidet zwei Gruppen von Monomeren. Bei der einen Gruppe ist der bifunktionelle Charakter nur latent vorhanden und muß durch einen Initiator geweckt werden (z.B. bei der Polymerisation); bei der anderen Gruppe liegt die bifunktionelle Eigenschaft der Monomeren (z.B. durch funktionelle Gruppen) offen vor wie z.B. bei Polykondensationen.

#### 1.3.1 Polymerisation

Man unterscheidet radikalische, ionische und Metallkomplex - Polymerisation. Die weitaus meisten der für die Erzeugung von Kunststoffen hergestellten Monomeren polymerisieren radikalisch (z.B. Ethylen, Butadien, Styrol, Vinylchlorid, Acrylnitril). Manche dieser Monomeren können auch ionisch polymerisiert werden. Als Initiatoren für den Start der Polymerisation dienen zerfallende Monomere (hervorgerufen z.B. durch Wärme oder Bestrahlung) oder zerfallende Initiatoren (z.B. Peroxide). Bei der ionischen Polymerisation wird durch Anionen (z.B. alkaliorganische Verbindungen) oder Kationen (z.B. Metallchloride wie  $AlCl_3$ ,  $SnCl_4$  u.ä.) die Reaktion gestartet. Manche Monomere wie z.B. Propylen oder Cyclopenten lassen sich nur über Metallkomplexe polymerisieren (Aluminium- und Titanverbindungen, Ziegler-Natta-Katalysatoren).

Verfahrenstechnisch kann die Polymerisation auf mehrere Arten durchgeführt werden:

- a) Block- oder Substanzpolymerisation: das (die) Monomere(n) wird (werden) unverdünnt durch Erhitzen, Bestrahlen oder Initiatorzugabe polymerisiert. Verfahrenstechnisch schwierig kann die Abfuhr der Reaktionswärme sein. Styrol und Ethylen sind Beispiele, bei denen die Blockpolymerisation angewendet wird. Das

entstehende Polymer löst sich im Monomeren, sodaß sich die Viskosität des Reaktionsgemisches mit fortschreitender Polymerisation stark erhöht.

- b) Lösungspolymerisation: Polymerisation, die in Gegenwart eines nicht polymerisierenden Lösungsmittels durchgeführt wird (z.B. Ethylbenzol bei Polystyrol, Wasser bei Polyacrylsäure). Die Reaktionswärme kann über das Verdampfen des Lösungsmittels beherrscht werden. Nach Abschluß der Polymerisation muß das Lösungsmittel entfernt werden, sofern das Polymerisat nicht als Lösung weiter verwendet wird. Als Lösungsmittel kann Wasser oder ein organisches Lösungsmittel verwendet werden.
- c) Suspensions- oder Perlpolymerisation: Das(die) Monomere(n) wird(werden) in der mehrfachen Menge an Wasser suspendiert. Der Initiator ist im Monomer löslich, sodaß die Polymerisation im Inneren der Monomertröpfchen stattfindet. Zur Verhinderung von Koagulation muß ein Schutzkolloid zugegeben werden (Alginat, Carboxymethylcellulose etc.).
- d) Emulsionspolymerisation: gleiches Wirkungsprinzip wie lit. c. Das Monomer wird unter Zugabe eines Emulgators (z.B. Natriumpalmitat oder C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub> - Sulfonat) eingebracht. Der Initiator ist wasserlöslich. Die Polymerisation findet nicht in den Monomertröpfchen sondern in der Lösung statt. Das Polymer (z.B. Styrol - Butadien - Kautschuk) fällt als fein verteilte Dispersion an (Latex).

### 1.3.2 Polykondensation, Polyaddition

Die für Polykondensationen und Polyadditionen verwendeten Monomeren besitzen die Fähigkeit, lange Ketten zu bilden, bereits von sich aus und müssen nicht erst durch ein Radikal, ein Ion oder einen Metallkomplex von außen dazu veranlaßt werden. Man unterscheidet zwischen Monomeren, die 2 gleiche funktionelle Gruppen im Molekül haben (z.B. 2 OH-Gruppen wie Ethylenglykol oder Butandiol, 2 NH<sub>2</sub>-Gruppen bei Hexamethylen-diamin oder Phenylendiamin) und Monomeren, die 2 verschiedene funktionelle Gruppen im gleichen Molekül aufweisen (z. B.  $\omega$ -Aminocarbonsäuren). Die erste Gruppe benötigt in der Regel zur Polyaddition einen Reaktionspartner, der auch 2 funktionelle Gruppen im Monomermolekül aufweist. Es gibt eine große Anzahl von bifunktionellen Monomeren, die miteinander kombiniert werden können und damit die große Vielfalt der technischen Kunststoffe ermöglichen. (Polyamide, Polyimide, Polyester, Polycarbonate, Polyphenyl-ether, Polyurethane). Verfahrenstechnisch wird zwischen 3 Arten unterschieden:

- a) Schmelzkondensation: Die Art der Durchführung entspricht jener der Blockpolymerisation. Die Monomeren werden ohne Zusatz von Verdünnungsmitteln auf Temperaturen zwischen 200 und 300 °C erwärmt. Die Reaktion wird mehrstufig geführt, wobei in der 1. Stufe häufig höherer Druck angewandt wird um das Entweichen eines Monomeres mit hohem Dampfdruck zu verhindern. Die Reaktionsprodukte, insbesondere Wasser, müssen laufend entfernt werden. Zur Vermeidung von unerwünschten Verfärbungen kann zusätzlich Inertgas eingesetzt werden.

- b) Lösungskondensation: Die Polyreaktion kann bei niedrigen Temperaturen, allenfalls unter Einsatz eines Katalysators, durchgeführt werden. Das eingesetzte Lösungsmittel (z.B. Benzol oder Toluol) wird mittels Inertgas kontinuierlich verdampft, kondensiert und getrocknet und erneut dem Reaktor zugeführt. Dadurch kann Reaktionswasser azeotrop entfernt werden und der Wassergehalt des Ansatzes gering gehalten werden.
- c) Grenzflächenkondensation: Die Monomeren werden in 2 miteinander nicht mischbaren Lösungsmitteln gelöst, z.B. das eine Monomer in Wasser, das andere in Methylenchlorid. Die Polykondensation findet an den Grenzflächen der beiden Lösungsmittel statt. Die Konzentration der Monomeren in den verschiedenen Lösungsmitteln werden entsprechend dem Monomerenverbrauch durch die Grenzflächenreaktionen eingestellt. Bevorzugt wird dieses Verfahren zur Polykondensation von Dicarbonsäurechloriden mit Diaminen oder Diolen (z.B. Herstellung von Polycarbonat aus Bisphenol A und Phosgen). In der wäßrigen Phase muß bei Anfall von Halogenwasserstoffen als Kondensationsprodukt ein alkalisches Neutralisationsmittel zugesetzt werden.

### 1.3.3 Ausgewählte Beispiele

Es ist nicht möglich, im Rahmen dieser Erläuterung auf alle angewandten Verfahren zur Kunststoffherstellung und alle hergestellten Kunststoffe im Detail einzugehen. An Hand von ausgewählten Beispielen soll daher der Verfahrensgang erläutert werden.

#### **Polypropylen (PP)**

Propen läßt sich radikalisch und anionisch kaum und kationisch nur in geringem Umfang polymerisieren. Durch Einsatz von Metallkomplex-Katalysatoren (Ziegler – Natta – Katalysatoren) kann hochmolekulares Polypropylen erzeugt werden. Propen wird großtechnisch durch Steamcracken von der Petrochemie bereitgestellt (sh. AEV Petrochemie). Als Rohstoff für die Polymerisation muß das Propen in hochreiner Form vorliegen, da die Aktivität der Metallkomplekkatalysatoren durch Nebenprodukte des Steamcrackens wie Sauerstoff, Wasser, Schwefelverbindungen oder Acetylene stark beeinträchtigt wird. Über Molekularsiebe wird daher die notwendige Reinheit des Propens erreicht.

PP läßt sich durch Block-, Gasphasen-, Lösungs- und Suspensionspolymerisation herstellen. Bei den letztgenannten Verfahren werden gesättigte Kohlenwasserstoffe mit 6 bis 11 C-Atomen als Verdünnungs- und Lösungsmittel eingesetzt, an deren Reinheit ähnlich hohe Anforderungen gestellt werden wie an die des Propens. Als Katalysatoren werden Titanchloride und Dialkylaluminiumchloride eingesetzt (Ziegler – Natta - Katalysatoren).

Gegenwärtig ist das hauptsächlich angewandte Verfahren jenes, bei welchem kontinuierlich unter Temperaturen zwischen 30 - 80 °C und unter niedrigem Druck (1 bis 5 bar) durch stereospezifische Polymerisation überwiegend isotaktisches PP (alle Seitengruppen auf der gleichen Seite des Kettenmoleküles) gebildet wird, welches sich durch hohe Festigkeit und einen hohen Erweichungspunkt auszeichnet.

Die PP-Herstellung erfolgt in den Stufen Polymerisation, Zersetzung, Trocknung und Granulierung. In der Zersetzungsstufe wird der Katalysator deaktiviert und abgetrennt. In der Trocknungsstufe werden Lösungs- und Verdünnungsmittel abgetrennt. Das gereinigte und getrocknete PP wird in der Granulierungsstufe mit Stabilisatoren und anderen Zusatzstoffen vermischt und granuliert.

### **Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)**

SBR kann durch Lösungs- oder Emulsionspolymerisation hergestellt werden. Das überwiegend angewandte Verfahren ist die Emulsionspolymerisation. Das Verfahren hat den Vorteil, daß das Polymerisationsprodukt in wäßriger Lösung als feinverteilte Dispersion anfällt (Latex) und ohne zusätzlichen Verfahrensschritt Ausgangsprodukt für konzentrierte Latices oder Kautschuk-Masterbatches ist. Die Emulsionspolymerisation erfordert eine Vielzahl von Polymerisationshilfsmitteln.

Die Emulsionspolymerisation wird überwiegend im Kaltverfahren durchgeführt. Dabei werden die Ausgangskohlenwasserstoffe mit Wasser im Massenverhältnis 1:2 gemischt; als Emulgatoren dienen Alkalisifen von Harz- und Fettsäuren. Initiiert wird die Polymerisation durch Radikale, die aus der Umsetzung von Eisen(II)-Salzen mit organischen Peroxiden entstehen. Zusätzlich müssen Aktivatoren (z.B. Chelatkomplexbildner wie EDTA) zugegeben werden. Zur Einstellung der Molekularmasse werden Reglersubstanzen zugesetzt (z.B. Dodecylmercaptan). Die Polymerisationsreaktion wird durch Zugabe von Stoppnern (z.B. Dithionit, Dialkyldithiocarbonate u.ä.) bei Erreichen des gewünschten Polymerisierungsgrades abgebrochen. Die nicht umgesetzten Kohlenwasserstoffe werden destillativ von dem milchig weißen Kautschuk-Latex abgetrennt. Durch Zugabe von Schwefelsäure und einem Koagulationshilfsmittel kann aus dem Latex der Kautschuk gewonnen werden; als Koagulationsmittel werden anorganische Salze (NaCl) oder organische Produkte wie Leim oder Polyamine zugesetzt.

#### 1.2.4 Zusätze (Konfektionierung)

Die in den Herstellungsanlagen gewonnenen Kunststoffe verfügen in der Regel nicht über jene Eigenschaften, die für ihren langzeitigen Gebrauch erforderlich sind. Daher wird im Anschluß an den eigentlichen Herstellungsprozeß durch Zugabe einer Vielzahl von Zusätzen und durch mechanische Bearbeitung die gewünschten Gebrauchseigenschaften eingestellt. Folgende Gruppen von Zusätzen können genannt werden:

- a) Stabilisatoren gegen die Einwirkung von Licht, Wärme und Oxidation
- b) Gleitmittel
- c) Trennmittel
- d) Antistatika
- e) Flammenschutzmittel
- f) Weichmacher



- g) Farbmittel
- h) Kautschukchemikalien

Die Zugabe von **Stabilisatoren** soll den Kunststoff vor dem oxidativen Angriff des Luftsauerstoffes, vor der Depolymerisation, vor Abspaltung von Substituenten der Hauptkette etc. schützen. Spezifisch für den jeweiligen Kunststoff muß dabei aus einer großen Anzahl von zur Verfügung stehenden Chemikalien ausgewählt werden. Hauptgruppen von Stabilisatoren sind sterisch gehinderte Phenole, Peroxid-Zersetzer, Metall-Desaktivatoren, UV-Absorber, sterisch gehinderte Amine etc. Beispielsweise werden für PVC als Stabilisatoren eingesetzt: Metallseifen des Blei, Cadmium, Zink, Calcium oder Strontium (und deren Gemische), Organozinn-Verbindungen und organische Basen.

**Gleitmittel** sollen bei allen Arten von Kunststoffen die Verarbeitung erleichtern. Bei der schmelzenden Weiterverarbeitung bewirken die Gleitmittel die Ausbildung einer homogenen fließfähigen Masse und verhindern das Verkleben der Schmelze mit den Verarbeitungsmaschinen. Als Gleitmittel werden bevorzugt Kohlenwasserstoffe, Fettalkohole und Fettsäuren, Metallseifen, Ester und Säureamide eingesetzt.

**Trennmittel** dienen der Herabsetzung der Adhäsion zwischen Kunststoffoberflächen und den Wänden der Verarbeitungswerkzeuge (Formtrennmittel) oder den Oberflächen anderer Kunststoffe (Antiblockmittel). Als Trennmittel werden Fettsäureamide, Organosiliciumverbindungen, Polyethylenglykole etc. angewandt.

**Antistatika** sollen elektrostatische Aufladungen von Kunststoffoberflächen vermindern. Man unterscheidet innere und äußere Antistatika. Innere Antistatika sind Bestandteil der Kunststoffrezeptur und werden homogen in der Kunststoffmasse verteilt. Sie diffundieren mit der Zeit an die Kunststoffoberfläche und bilden dort einen antistatisch wirksamen Film. Äußere Antistatika dagegen werden aus einer (meist wäßrigen Lösung) im Tauch- oder Sprühverfahren auf die Oberfläche aufgebracht. Als Antistatika kommen Ruß, mehrwertige Alkohole und Ether, Fettsäureester, Amine und Säureamide sowie quarternäre Ammoniumverbindungen und anionenaktive Paraffinsulfonate oder -phosphate zum Einsatz.

Zahlreiche Kunststoffe sind, wenn sie keine flammfest machenden Zusätze enthalten, brennbar (z.B. Polyolefine, Polystyrol, Polyacetale, Polymethacrylate, PVC etc.). Die Haupteinsatzgebiete für **Flammschutzmittel** sind Kunststoffe, die als Schaumstoffe, Bauelemente, Möbelteile, Textilinneneinrichtungen, Automobilzubehör etc. verwendet werden. Flammschutzmittel bestehen meist aus anorganischen Stoffen (z.B. Antimontrioxid bei PVC, Aluminiumoxidhydrat bei Polystyrol, Polyolefinen, Epoxiden), halogenierten organischen Verbindungen (bio - inerte Aromaten, chlorierte Paraffine), organische Phosphorverbindungen oder halogenierten organischen Phosphorverbindungen.

**Weichmacher** sind flüssige oder feste chemisch indifferente organische Substanzen mit geringem Dampfdruck, die ohne chemische Reaktion durch ihr Löse- oder Quellvermögen mit hochpolymeren Stoffen in physikalische Wechselwirkung treten und ein homogenes physikalisches System mit diesem bilden. Weichmacher verleihen den ihnen zugesetzten

Kunststoffen bestimmte angestrebte Eigenschaften wie z. B. erniedrigte Glastemperatur, höheres Verformungsvermögen, verbesserte elastische Eigenschaften, verringerte Härte oder gesteigertes Haftvermögen. An erster Stelle bei den Weichmachern stehen die Phtalsäureester, welche fast 2/3 des gesamten Weichmacherbedarfes decken. Danach kommen die Phosphorsäureester sowie die Ester aliphatischer oder aromatischer Mono-, Di- oder Tricarbonsäuren. Auch Ketone, Acetale, Kohlenwasserstoffe oder Sulfonsäureamide spielen eine gewisse Rolle.

**Farbmittel** werden Kunststoffen beigegeben, um die bei den Gebrauchsartikeln gewünschten Färbungen zu erzielen. Die Färbung wird in der Regel durch Pigmentbeigabe erreicht. Bevorzugt sind Titanoxid-, Zinksulfid-, Eisenoxid-/Chrom-oxidpigmente in Verwendung, aber auch Mischphasenpigmente (Ni/Sb/Cr, Cr/Sb/Ti), Cadmiumpigmente und organische Pigmente.

**Kautschukchemikalien:** Sowohl natürlich wie auch synthetisch hergestellte Kautschuke lassen sich durch Zusatz von Chemikalien weitestgehend modifizieren. Durch inaktive Füllstoffe wie Kreide, Kaolin oder Ruß etc. läßt sich die Härte, Festigkeit und Elastizität verändern. Zur besseren Verteilung dieser Füllstoffe werden Mineralöle, Stearinsäure, Lanolin etc. eingesetzt. Wärmebeständigkeit wird durch Zusatz von sekundären aromatischen Amininen und Merkaptobenzimidazol erreicht. Für die Vulkanisation kommt eine Vielzahl von Stoffen zum Einsatz. Primär werden Schwefel und Organoschwefelverbindungen eingesetzt. Als Beschleuniger dienen Organozinkverbindungen, Thiocarbamate und Triazine; als Vernetzungsmittel für Kautschuk ohne Doppelbindung werden Peroxide eingesetzt.

#### 1.3.5 Abwasseranfall bei der Kunststoffherstellung

Abwasser fällt bei der Herstellung von Kunststoffen als Reaktionswasser (bei Polykondensationen), als Lösungs- oder Verdünnungsmittel bei Lösungs-, Emulsions- oder Suspensionsverfahren, bei der Produktreinigung, als Kondensat aus Destillationen, als Waschwasser aus der Abluftreinigung und der Anlagenreinigung sowie aus Spritz- und sonstigen Verlusten an.

#### 1.4 Verarbeitung von Kunststoffen, Gummi und Kautschuk

Die gemäß Kap. 1.3 hergestellten Kunststoffe werden zu einer großen Anzahl von Halbzeugen und Fertigprodukten weiterverarbeitet.

Bei den Verarbeitungsverfahren für Thermoplaste unterscheidet man zwischen druckloser Verarbeitung und Verarbeitung unter Druck. Zu den drucklosen Verfahren zählen Gießen, Tauchen, Streichen, Sintern und Schäumen. Ausgangsmaterialien sind Thermoplaste, die ohne zusätzlichen Kraftaufwand unter Einwirkung der Schwerkraft fließfähig und ausformbar sind. Bei den Verfahren mit Druckanwendung wird zuerst durch Wärme einwirkung eine Schmelze hergestellt, die anschließend unter Druckaufwand verformt und durch Abkühlung fixiert wird. Der Druckaufwand ist bedingt durch die hohe Viskosität des Schmelzgußes. Zu den Druckverfahren zählen das Pressen, Walzen, Kalandrieren, Walzenschmelzen, Extrudieren, Hohlkörperblasen und Spritzgießen.

Umformverfahren (Recken, Thermoformen etc.) dienen der Festigkeitssteigerung von Kunststoffen durch Einwirken von äußeren Kräften oder von Wärme.

Bei Natur- und Synthekautschuken ist der eigentlichen Verarbeitung die Mastikation, Vulkanisation und (allenfalls) chemische Modifizierung vorgeschaltet. Dabei werden unter Anwendung von mechanischer Energie und Beigabe von Chemikalien (Mastikation) oder durch chemische Umwandlung (Vulkanisation, Chlorierung, Hydrochlorierung, Cyclisierung mit Schwefelsäure etc.) die gewünschten Gebrauchseigenschaften herbeigeführt.

Zahlreiche Verfahren der Kunststoffverarbeitung können heute trocken ausgeführt werden, sodaß aus dem Verarbeitungsprozeß selbst kein Abwasser anfällt. Abwasser stammt primär aus der nassen Abluftreinigung und in geringem Umfang aus der Anlagenreinigung. Prozeßabwasser fällt bei der Kunststoffverarbeitung jedenfalls bei der Folienproduktion an, wo Kunststofflösungen, Dispersionen oder Schmelzen auf ein Trägermaterial (Papier, Textil, Metalltrommeln, umlaufende Bänder) in ein Fällbad gegossen werden. Das Lösungsmittel wird verdampft und rückgewonnen; bei dieser Aufarbeitung und bei der Abluftreinigung fällt Abwasser an.

Häufig fällt Kühlwasser an, welches zur Abfuhr überschüssiger Prozeßwärme benötigt wird. Dieses Kühlwasser kommt mit dem zu verarbeitenden Produkt nicht in Berührung und gilt daher nicht als Prozeßabwasser.

## **2. Geltungsbereich**

Die Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen, Gummi und Kautschuk ist ein überaus weit verzweigtes Arbeitsgebiet. Es ist nicht möglich, dieses Gesamtgebiet mit der AEV Kunststoffe abzudecken. Bei der Abgrenzung des Geltungsbereiches der Verordnung wurde auf die gegenwärtig in Österreich stattfindenden Produktionen und die vorhersehbaren Entwicklungen abgestellt. Dementsprechend gilt die AEV Kunststoffe für folgende Tätigkeiten:

1. Herstellen einschließlich Konfektionieren von Kunststoffen durch
  - a) Homo- oder Copolymerisation von Alkenen (Ethen, Propen, Buten, Isobuten)
  - b) Homopolymerisation von Vinylchlorid oder Vinylidenchlorid
  - c) Homo- oder Copolymerisation von Styrol, Methylstyrol, Acrylnitril, Methacrylsäuremethylester
  - d) Copolymerisation von Monomeren der lit. a bis c
  - e) Polykondensation von Dicarbonsäuren und mehrwertigen Alkoholen (Polyester)

- f) Polykondensation von Dicarbonsäuren und Diaminen, Aminocarbonsäuren oder deren Säureamiden (Polyamide)
  - g) Polyaddition von mehrwertigen Alkoholen und mehrwertigen Isocyanaten (lineare Polyurethane)
2. Herstellen von Synthetikgummi (einschließlich Latex) durch Homo- oder Copolymerisation von Isobuten, Butadien, Isopren oder Chloropren oder durch deren Copolymerisation mit Vinylverbindungen (Styrol, Acrylnitril, Methacrylsäure) einschließlich des Konfektionierens
  3. Chemisches Modifizieren (Halogenieren, Sulfonieren, Sulfohalogenieren) von Synthetikgummi gemäß Z 2 oder von Naturgummi
  4. Herstellen von Gummi durch chemisches Vernetzen (Vulkanisieren) von Natur- oder Synthetikgummi
  5. Verarbeiten von gemäß Z 1 bis 4 hergestellten Stoffen zu Folien, Platten, Hohlkörpern, Tauch-, Gieß-, Extrusions- oder Formartikeln, Schäumen etc.
  6. Reinigen von Abluft und wässrigen Kondensaten aus Tätigkeiten der Z 1 bis 5 unter Einsatz wässriger Medien.

Abluftreinigungsanlagen sind meist in die Produktions- und Verarbeitungsanlagen bzw. deren Entsorgungssysteme integriert; das Abluftwaschwasser aus den Waschsyste-men wird gemeinsam mit sonstigem Abwasser behandelt. Da die Reinigung des Abluftwaschwassers am Teilstrom ein nicht gerechtfertigter Aufwand ist, wird auf die diesbezügliche Teilstromanforderung des § 4 Abs. 7 AAEV verzichtet.

In Kunststoffherstellungs- und Verarbeitungsbetrieben können folgende Abwässer anfallen, die nicht vom Geltungsbereich der AAEV Kunststoffe abgedeckt sind:

- Abwasser aus Kühlsystemen und Dampferzeugern
- Abwasser aus der Wasseraufbereitung
- Abwasser aus der Herstellung jener Monomeren, welche für die Kunststoffherstellung als Vorprodukte dienen
- Abwasser aus der Herstellung von  
Kunstharzen, Klebstoffen, Druckfarben, Farben und Lacken sowie  
Holzschutz- und Bautenschutzmitteln  
Chemiefasern, für welche die unter Z 1 bis 4 genannten Kunststoffe als  
Faserrohstoffe dienen
- Abwasser aus der Kunststoffgalvanisierung

- häusliches Abwasser.

Für die genannten Abwässer gelten jeweils eigene Abwasseremissionsverordnungen. Auf Mischungen dieser Abwässer mit Abwasser aus der Kunststoffherstellung sind die Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln des § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV anzuwenden.

### **3. Gegenwärtige Entsorgungssituation**

In Österreich existieren gegenwärtig an 5 Standorten Anlagen zur Herstellung von Kunststoffen in großtechnischem Umfang, davon ist eine gegenwärtig stillgelegt (PVC-Anlage Hallein). Die Zahl der Kunststoffverarbeiter wird auf rund 400 geschätzt. Obwohl gesamtwasserwirtschaftlich betrachtet das Abwasser aus der Kunststoffherstellung zu keinen gravierenden Problemen in Gewässern und öffentlichen Kanalisationen führt, können im Einzelfall lokal Beeinträchtigungen beobachtet werden. Die behördlichen Anordnungen an die einzelnen Einleiter der Sparte sind örtlich stark unterschiedlich. Die AAEV Kunststoffe wird zur Vereinheitlichung der Anforderungen, zur Nachführung bestehender Anlagen an den Stand der Technik und in Einzelfällen zu einer Reduktion der Gewässerbelastungen führen.

### **4. Stand der Technik**

Nachstehend genannte Maßnahmen des Standes der Technik können eingesetzt werden, um die Grenzwerte der Anlage A der Verordnung zu erreichen:

1. Bei der Auswahl der Herstellungsverfahren sowie der Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe sind jene zu bevorzugen, die eine stoffliche Verwertung der im Abwasser enthaltenen Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe sowie der Produktionsrückstände ermöglichen (Katalysatoren, Lösungsmittel, Restmonomere).
2. Bei Einsatz optimierter Herstellungsverfahren und Katalysatoren kann die Ausbeute der Vernetzungsreaktionen derart gesteuert werden, daß Isomerenmische, die abwasserintensive Trennprozesse verursachen, nur in geringem Umfang entstehen.
3. Hochkonzentrierte wäßrige Rückstände und Abwässer, die keiner stofflichen Verwertung zugänglich sind, sind bevorzugt thermisch zu verwerten.
4. Schwachbelastete Spül- und Reinigungswässer können einer Kreislaufführung und Mehrfachverwendung zugeführt werden, erforderlichenfalls unter Einsatz von Zwischenreinigungsstufen. Bei der Produktreinigung oder der Anlagenreinigung können wassersparende Verfahren angewandt werden (z.B. Gegenstromwäsche, Hochdruckreinigung).

5. Die Auswahl der eingesetzten Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe soll unter Beachtung der ökotoxikologischen Angaben in deren Sicherheitsdatenblättern erfolgen. Bevorzugt einzusetzen sind Stoffe, die selbst keine gefährlichen Eigenschaften aufweisen, bei denen möglichst keine gefährlichen Reaktionsprodukte aus den Synthesen zu erwarten sind und welche sich bevorzugt durch biologische Abwasserreinigungsverfahren entfernen lassen. Auf den Einsatz von metallorganischen Verbindungen oder Cadmiumverbindungen als Stabilisatoren, Weichmacher oder Antioxidantien und von halogenierten organischen Verbindungen als Flammschutzmittel sollte nach Möglichkeit verzichtet werden.
6. Zur Vakuumerzeugung sollten nach Möglichkeit wasserfreie Verfahren verwendet werden (Verzicht auf Wasserringpumpen, Dampfkondensatoren u.ä.).
7. Abluftreinigungsverfahren, bei denen die Gefahr des Kontaktes zwischen dem Waschwasser und wassergefährdenden Abluftinhaltsstoffen besteht, sollten vermieden werden.
8. Spitzen von Abwassermengen und Schmutzfrachten können durch den Einsatz von Misch- oder Ausgleichsbecken abgefangen werden.
9. Mittels der gängigen physikalisch-chemischen Abwasserreinigungsverfahren (Neutralisation, Sedimentation, Fällung/Flockung, Filtration, Oxidation etc.) können durch Behandlung von Teilströmen oder des Gesamtabwassers die Grenzwerte nach dem Stand der Technik bei der Einbindung in eine öffentliche Kanalisation zuverlässig unterschritten werden; bei Direkteinleitern wird in der Regel zusätzlich die biologische Abwasserreinigung anzuwenden sein.
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**

Das Abwasser aus der Kunststoffherstellung enthält eine unüberblickbare Anzahl von chemischen Einzelverbindungen, die aus dem Einsatz von Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffen sowie aus den Reaktions- und Reaktionsnebenprodukten stammen. Die Stoffe sind überwiegend organischer Natur und können im Einzelnen nicht überwacht werden. Daher kommen toxikologische und chemische Summenparameter zur Anwendung.

Von den allgemeinen Parametern kommt der Toxizität besondere Bedeutung zu. Die unüberschaubare Vielfalt der Einzelstoffe im Abwasser kann ausschließlich durch Einsatz summarisch anzeigender biologischen Wirkgrößen überwacht werden. In Abhängigkeit von der jeweiligen Produktionssituation entfalten die Abwasserinhaltsstoffe auf die Organismen verschiedener trophischer Niveaus unterschiedliche toxische Wirkungen. Für die Überwachung ist bei der wasserrechtlichen Bewilligung daher jener Test auszuwählen, bei welchem die Testorganismen am empfindlichsten auf die Wasserinhaltsstoffe reagieren. Bei Einleitung in eine öffentliche Kanalisation ist die Hemmwirkung der

Abwasserinhaltsstoffe auf die Biozönose der öffentlichen Abwasserreinigungsanlage mit den in Anlage A der AAEV genannten Methoden zu überwachen.

Schwermetalle und Aluminium werden als Katalysatoren bei der Kunststoffherstellung, aber auch als Zusatzstoffe bei der Kunststoffkonfektionierung eingesetzt. Cadmiumverbindungen (erfaßt als Cd) werden vereinzelt als Stabilisatoren (z.B. bei der PVC-Herstellung) eingesetzt und müssen aus Gründen der Umsetzung des EU-Rechtes eine Begrenzung in der AAEV Kunststoffe enthalten, obwohl ihr Einsatz in Folge der Bestimmungen des Chemikalienrechtes weitgehend untersagt ist (sh. BGB. Nr. 855/1993). Bei der Auswahl der Metalle wurden nur jene berücksichtigt, die häufig angewandt werden. Dazu zählen Aluminium und Zinn als Katalysatoren; Zinn wird in Form zinnorganischer Verbindungen auch als Stabilisator und Weichmacher verwendet. Zink findet auch bei der Herstellung von Gummi Anwendung. Chlorverbindungen stammen aus dem Einsatz chlorhaltiger Oxidationsmittel zur Cyanidoxidation. Ammonium stammt aus dem Einsatz von N-haltigen Rohstoffen (Amine, Lactame, Urethane), aber auch aus Arbeits- und Hilfsstoffen (z.B. Ammoniumsulfat aus der Latexherstellung). Chlorid stammt aus dem Einsatz von Chlorwasserstoffsäure, aber auch aus Polykondensationen. Cyanid kann im Abwasser bei Einsatz von nitrilhaltigen Rohstoffen auftreten (z.B. Acrylnitril, Acetonitril). Phosphor stammt aus dem Einsatz von Hilfsstoffen für Kondensationsreaktionen, aber auch aus Zusatzstoffen. Sulfat stammt aus dem Schwefelsäureeinsatz als Lösungsmittel, Starter oder Sulfonierungsmittel.

Die organischen Inhaltsstoffe des Abwassers werden summarisch durch die Parameter TOC, CSB und BSB<sub>5</sub> erfaßt. Bei der Kunststoffherstellung kommen halogenierte organische Verbindungen in großer Menge und Vielfalt als Starter, Lösungs-, Reinigungs- und Quellmittel zum Einsatz; Reaktionen in chloridhaltigen Lösungsmitteln führen ebenfalls zur Bildung von halogenorganischen Verbindungen. Diese halogenorganischen Verbindungen werden durch die Parameter AOX und POX erfaßt. Schwerflüchtige lipophile Stoffe stammen aus dem Einsatz von Fetten und Ölen bei der Kunststoffherstellung und -verarbeitung. Kohlenwasserstoffe sind Roh- und Arbeitsstoffe für die Kunststoffherstellung, werden aber auch bei Konfektionierung und Verarbeitung in großem Umfang verwendet. Phenole stammen primär aus den eingesetzten Rohstoffen, aber auch aus Kunststoffzusätzen und der Anwendung phenolischer Lösungsmittel. Große Bedeutung haben bei der Kunststoffherstellung die Aromaten (Benzol, Styrol, Divinylbenzol etc.) als Rohstoffe, Verdünnungs- und Lösungsmittel und als Zusatzstoffe.

Die Anforderungen der Anlage A beziehen sich auf die Beschaffenheit des Gesamtabwassers vor Einleitung in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation; Teilstromanforderungen werden nicht gestellt.

## **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 folgende Stoffe der Liste I hat die EU Einzelregelungen erlassen, die bei Abwasser aus der Herstellung von Kunststoffen von Bedeutung sein können:

RL 83/514/EWG                      Ableitung von Cadmium, sofern es in Stabilisatoren Anwendung findet.

RL 88/347/EWG                      Ableitung von Hexachlorbenzol (HCB) aus der Kautschukverarbeitung (erfaßt als AOX)

RL 88/347/EWG                      Ableitung von Hexachlorbutadien (HCBD) aus der Kunststoff- und Gummiherstellung (erfaßt als AOX).

Für nachstehend genannte Stoffe der Listen I und II, die für Abwasser aus der Herstellung von Kunststoffen, Gummi und Kautschuk von Bedeutung sind, haben die Mitgliedstaaten eigenständige Regelungen gemäß Art. 7 zu treffen:

Blei, Chrom-Gesamt, Quecksilber, Zink, Zinn, Gesamtchlor, Ammonium, Cyanid leicht freisetzbar, Halogenierte organische Verbindungen (als AOX und POX), Summe der Kohlenwasserstoffe, Phenolindex und Aromaten (als BTXE).

Die AEV Kunststoffe, Gummi und Kautschuk stellt die Umsetzung des von der EU geforderten nationalen Aktionsprogrammes (Art. 7 der RL) zur Verminderung der Abwasseremissionen der genannten Stoffe dar.

## 6.2      RL 96/61/EG

Am 24. September 1996 veröffentlichte die EU eine Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC). In Anhang der Richtlinie werden unter Z 4.1 folgende Anlagen genannt, für welche ein derartiges integriertes Verfahren durchzuführen ist:

lit h:      Herstellung von Polymeren (Basiskunststoffen)

lit i:      Herstellung von synthetischen Kautschuken.

Bei der integrierten Bewilligung sind für alle Umweltmedien, also auch für die 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 Kunststoffe in nationales Recht umgesetzt werden.



## **7. Fristen**

Die AEV Kunststoffe wurde am 12. Jänner 1999 kundgemacht. Sie tritt ein Jahr nach der Kundmachung in Kraft. Am Tag des Inkrafttretens rechtmäßig bestehende Abwasserleitungen müssen innerhalb von 5 Jahren den Anforderungen der AEV entsprechen.