

GESETZLICHE BEGRENZUNG VON ABWASSEREMISSIONEN AUS GRAFISCHEN ODER FOTOGRAFISCHEN PROZESSEN

(AEV DRUCK - FOTO, BGBl. II Nr. 45/2002)

Inhalt	Seite
1 Allgemeines	3
1.1 Grafische Prozesse	3
1.1.1 Druckformenherstellung	4
1.1.1.1 Druckformenherstellung für Hochdruck	8
1.1.1.2 Druckformenherstellung für Flachdruck	9
1.1.1.3 Druckformenherstellung für den Tiefdruck	10
1.1.1.4 Druckformenherstellung für den Durchdruck	11
1.1.2 Druckvorgang	12
1.1.2.1 Hochdruck	12
1.1.2.2 Flachdruck	12
1.1.2.3 Tiefdruck	13
1.1.2.4 Durchdruck	13
1.1.3 Chemikalieneinsatz und Abwasseranfall	14
1.1.3.1 Hochdruck	14
1.1.3.2 Flachdruck	16
1.1.3.3 Tiefdruck	17
1.1.3.4 Durchdruck	18
1.2 Fotografische Prozesse	19
1.2.1 Fotografische Verfahren	20
1.2.1.1 Negativ – Positiv - Verfahren für Papier und Film	20
1.2.1.2 Umkehrverfahren für Papier und Film	21
1.2.1.3 Fotografische Materialien	21
1.2.2 Entwicklungstechniken	22
1.2.2.1 Schalenentwicklung	22
1.2.2.2 Tankentwicklungsmaschinen	22

	1.2.2.3	Durchlaufentwicklungsmaschinen	22
	1.2.3	Fotochemikalien	23
	1.2.3.1	Substanzen in Verarbeitungsbädern	23
	1.2.3.2	Substanzen in der Filmemulsion	24
	1.2.4	Abwasseranfall	25
2		Geltungsbereich	28
	2.1	Grafische Prozesse	28
	2.2	Fotografische Prozesse	29
3		Gegenwärtige Entsorgungssituation	30
	3.1	Grafische Prozesse	30
	3.2	Fotografische Prozesse	31
4		Stand der Technik	32
	4.1	Grafische Prozesse	32
	4.2	Fotografische Prozesse	34
5		Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen	35
	5.1	Parameterauswahl	35
	5.1.1	Grafische Prozesse	35
	5.1.2	Fotografische Prozesse	36
	5.2	Emissionsbegrenzungen	36
	5.2.1	Grafische Prozesse	37
	5.2.2	Fotografische Prozesse	38
6		Umsetzung wasserbezogener EU - Richtlinien	40
7		Fristen	41

1 Allgemeines

1.1 Grafische Prozesse

Unter grafischen Prozessen (Techniken) versteht man alle Verfahren des grafischen Gewerbes bzw. der grafischen Industrie, die der Wiedergabe und Vervielfältigung schriftlich oder bildlich festgelegter Informationen dienen. Die grafischen Verfahren umfassen die

- Satztechnik (Setzerei)
- Reproduktionstechnik
- Herstellung der Druckformen
- Druckverfahren.

Satztechnik oder Reproduktionstechnik gehen der Druckformenherstellung voraus.

Die Strukturen der grafischen Industrie bzw. des grafischen Gewerbes sind sehr heterogen. Sie sind gekennzeichnet durch eine Vielzahl kleiner und mittlerer Betriebe; die Personalstruktur erstreckt sich vom Einmannunternehmen bis zum Großbetrieb mit mehreren hundert Beschäftigten.

Mit einer ausgeprägten Vielfalt an eingesetzten grafischen Verfahren innerhalb und zwischen den Produktionsprozessen wird ein breites Spektrum an Produkten für höchst unterschiedliche Abnehmergruppen erzeugt. Die Palette der Erzeugnisse reicht von Zeitungen, Zeitschriften, Büchern, Geschäftspapieren bis zu Werbematerialien und Verpackungen. Das Tätigkeitsfeld der überwiegend mittelständischen grafischen Betriebe ist nicht eng an einen bestimmten Produktionsschwerpunkt geknüpft. Neben ein- und mehrstufigen Betrieben sind spezialisierte und solche mit breitem Produktspektrum zu finden, wobei unter Umständen mehrere Druckverfahren für den Produktionsprozess in einem Betrieb zum Einsatz kommen können. Technische Neuentwicklungen haben die Produktionsabläufe zur Herstellung grafischer Erzeugnisse in den letzten Jahren grundlegend verändert. Die Nutzung mikroelektronischer Bauteile für Produktionsanlagen hat zur Entwicklung neuer elektronisch ausgestatteter Produktionssysteme geführt, die neben der Substitution und Veränderung von Arbeitsabläufen auch zu Verschiebungen innerhalb der angewandten grafischen Verfahren führten. Diese Entwicklungen, die sich besonders in den dem Druck vorgelagerten Tätigkeiten vollzogen, lösten mechanische Bearbeitungsschritte durch Elektronikeinsatz ab. Dadurch ist im Einzelfall auch eine Verringerung des Anfalles von Abwasser und von Abwasserinhaltsstoffen erzielt worden.

Produktionsanlagen zur Herstellung grafischer Erzeugnisse nennt man allgemein auch Druckereien. Das Drucken ist ein Vervielfältigungsprozess, bei welchem zur Wiedergabe von Informationen (Text und/oder Bild) Druckfarbe auf einen Bedruckstoff (Papier, Holz, Glas, Kunststoff, Leder u.ä.) unter Verwendung eines Druckbildspeichers aufgebracht wird. Als Druckbildspeicher dient im allgemeinen eine Druckform. Die Druckform ist das Werkzeug, welches entsprechend der zu übertragenden Information bearbeitet wurde.

Vom Standpunkt der Abwassertechnik lassen sich die in grafischen Betrieben durchgeführten Tätigkeiten in zwei große Gruppen unterteilen:

- Druckformenherstellung (einschließlich der notwendigen Vor-, Zwischen- und Nachbehandlungen)
- Druckvorgang.

Beide Prozesse werden im folgenden beschrieben, soweit es aus abwassertechnischer Sicht erforderlich ist.

1.1.1 Druckformenherstellung

Die Herstellung des Druckbildspeichers umfasst alle Arbeitsvorgänge, die von der zu vervielfältigenden Vorlage (Text und/oder Bild) ausgehen und bei der fertigen Druckform enden. Es sind dies im wesentlichen folgende Vorgänge:

- a) Satzherstellung oder Reproduktionstechnik
- b) Herstellung der Kopiervorlagen
- c) Druckbildfixierung
- d) Endfertigung der Druckform.

Als Satztechnik bezeichnet man jenen Teil der grafischen Tätigkeiten, der sich mit der Herstellung eines Schriftsatzes befasst. Bei der Setzerei unterscheidet man zwischen Handsatz, Maschinensatz und Fotosatz. Beim Handsatz werden aus einem Setzkasten die Drucktypen (Lettern) entnommen und händisch in die Druckzeile eingefügt. Im Maschinensatz erfolgt die Letternauswahl und Zeilengestaltung maschinell (Setzmaschine). Der gesetzte Text wird korrigiert und der Satz zu Druckseiten umgebrochen. Der umgebrochene Satz dient entweder direkt als Druckform oder als Vorlage für Duplikatdruckformen des Buchdruckes oder zur Herstellung von Kopiervorlagen.

Als Fotosatz (Lichtsatz) bezeichnet man einen Satz, bei dem die Schriftzeichen nicht wie beim Hand- oder Maschinensatz als körperliche Buchstaben aneinandergereiht werden, sondern als Abbildung negativ auf Film oder Fotopapier übertragen werden. Die Textfassung erfolgt über ein Eingabegerät, das mit einer Belichtungseinrichtung gekoppelt ist. Der Satz wird während der Eingabe auf einem Bildschirm kontrolliert, korrigiert und verändert.

Bei der Reproduktionstechnik kommen manuelle, elektronische und fotografische Verfahren zum Einsatz.

Die manuellen Verfahren werden fast ausschließlich im künstlerischen Bereich angewendet und bleiben im Rahmen dieser Erläuterungen außer Betracht (Holzschnitt, Kupferstich, Radierung, Aquatinta, Lithographie).

Bei der elektronischen Reproduktionstechnik wird mittels Scannern die Bildinformation der Vorlage zeilenweise abgetastet und in optische Signale umgewandelt (Digital- oder Analogscanner). Im Scanner findet daran anschließend eine herkömmliche Belichtung von Fotomaterial statt. Texteingaben können auch über Satzcomputer erfolgen.

Fotografische Reproduktionstechniken sind chemische Verfahren, bei denen man entsprechend den eingesetzten Chemikalien zwischen silberanwendenden und silberfreien Verfahren unterscheidet. Bei den Verfahren mit Anwendung silberhaltiger Materialien sind folgende zu erwähnen:

- Silberhalogenidverfahren
- Direktumkehrverfahren
- Stabilisierungsverfahren
- Direktpositivverfahren
- Silberdiffusionsverfahren.

Zu den Reproduktionsverfahren mit Anwendung silberfreier Materialien zählen

- Lichtgerbung
- Fotopolymerisation
- Fotochromie
- Diazotypie
- Elektrofotografische Verfahren.

Unabhängig von den eingesetzten Chemikalien kann bei der Reproduktionsfotografie nach der Aufnahmetechnik zwischen Halbton-, Raster oder Strichreproduktion unterschieden werden.

Als Halbtonreproduktion wird die rasterlose Wiedergabe schwarz - weißer oder farbiger Vorlagen mit kontinuierlich sich ändernden Helligkeits- oder Farbwerten bezeichnet. Für die Halbtonreproduktion werden Filme verwendet, die sehr lichtempfindliche Emulsionen aufweisen.

Bei der Rasterreproduktion werden die geschlossenen Tonflächen einer Reprovorlage in Rasterpunkte unterschiedlicher Größe zerlegt. Die Rasterzerlegung wird durch Vorschalten eines Rasters bei der Belichtung erzielt. Auch für die Rasterreproduktion werden besondere Filme eingesetzt (Line - oder Lith - Filme).

Strichreproduktion ist die Wiedergabe schwarz - weißer oder farbiger Vorlagen ohne Halbtöne. Zur Herstellung einer Strichkopiervorlage werden die gleichen Filme und Entwickler benutzt, die auch in der Rasterproduktion Verwendung finden.

Bei der Verarbeitung von farbigen Vorlagen werden sogenannte Farbauszüge angefertigt, die als Kopiervorlagen für die einzelnen Teilfarben dienen oder zu solchen weiterverarbeitet werden können.

Bezüglich der fotografischen Verfahren mit Anwendung silberhaltiger Materialien ist an dieser Stelle das Stabilisierungsverfahren, das Direktpositivverfahren und das Silbersalzdifusionsverfahren zu erwähnen; bezüglich des Silberhalogenidverfahrens ist auf Kap. 1.2 zu verweisen.

Beim Stabilisierungsverfahren, welches für Halbton- und Strichreproduktionen eingesetzt wird, befindet sich die Entwicklersubstanz in der Emulsionsschicht, sodass der belichtete Film nur fixiert und gewässert werden muss. Ältere Verfahren arbeiten noch mit einem wässrigen Bad aus Ammoniumrhodanid.

Beim Direkt – Positivverfahren wird mit speziellem Fotomaterial ein positives Abbild der Vorlage erzeugt. Das Verfahren wird zum Anfertigen von Umrisslinien an Buchstaben und Schriftbildern, zum Einkopieren von Positiven, Negativen oder gerasterten Schriften verwendet.

Beim Silbersalzdifusionsverfahren werden Silberhalogenide, die ein latentes positives Abbild darstellen, in lösliche Thiosulfatkomplexe übergeführt, sodass sie durch Diffusion in eine zweite Bild-

empfangsschicht des Fotomaterials gelangen können. Das in der Empfangsschicht fein verteilte metallische Silber reduziert den Thiosulfatkomplex zu einem metallischen Silberpositiv.

Bei der Lichtgerbung als bewährtem silberfreiem Verfahren wird die Lichtempfindlichkeit von Kolloiden, die mit den Dichromaten des Kalium oder Ammonium oder mit Diazoniumverbindungen sensibilisiert werden, verwendet.

Bei der Fotopolymerisation schließen sich organische Moleküle unter Lichteinwirkung zu größeren Komplexen zusammen (Fotopolymer – Materialien). Die Belichtung erfolgt mit UV - Licht.

Unter Fotochromie versteht man die Verfärbung eines Farbstoffes unter Lichteinwirkung. Dieser Prozess wird für die Herstellung von Korrekturabzügen in der Halbton-, Raster- und Strichreproduktion eingesetzt.

Diazotypie und elektrofotografische Verfahren kommen beim Sofortdruck (zB. Kopieren) zur Anwendung und spielen in den klassischen Druckverfahren keine maßgebliche Rolle.

In Abhängigkeit vom anzuwendenden Druckverfahren werden mit den fertiggestellten Kopiervorlagen die Druckformen hergestellt. Folgende Druckverfahren sind gegenwärtig in Gebrauch:

Hochdruck :

Die zu druckenden Bildstellen liegen höher als die Nichtbildstellen. Der Hochdruck wird in den Druckverfahren Buchdruck, Flexodruck, Letterset und Endlosdruck eingesetzt.

Flachdruck :

Bildstellen und Nichtbildstellen liegen praktisch auf einer Ebene. Der Flachdruck wird in den Druckverfahren Steindruck, Offsetdruck, Blechdruck, Lichtdruck und teilweise im Endlosdruck eingesetzt.

Tiefdruck :

Die Bildstellen liegen tiefer als die Nichtbildstellen. Der Tiefdruck wird verwendet für künstlerisch manuelle Techniken (Kupferstich, Radierung, Aquatinta etc.), aber auch für Rotationstiefdruck oder indirekten Tiefdruck.

Durchdruck (Siebdruck) :

Die Druckform ist ein Sieb mit einer Schablone; die Bildstellen sind im Sieb farbdurchlässig. Der Durchdruck wird als Siebdruck sowie als Serigrafie und als Filmdruck verwendet; auch als Rotationssiebdruck steht dieses Verfahren in Verwendung.

Die Herstellungsverfahren für die Druckformen der einzelnen Druckverfahren unterscheiden sich signifikant voneinander. Im folgenden wird – soweit abwassertechnisch bedeutsam – auf die Unterschiede in diesen Verfahren eingegangen.

1.1.1.1 Druckformenherstellung für Hochdruck

Da beim Hochdruck die farbübertragenden Stellen der Druckform (Bildstellen) höher liegen, wird für die Druckplatte ein Material benötigt, welches ein Herausätzen oder Herauslösen der nicht druckenden Stellen (Nichtbildstellen) zulässt. Es werden lichtempfindlich beschichtete Trägermaterialien aus Metall oder Kunststoff eingesetzt. Die Druckbildfixierung geschieht durch Übertragung der Kopiervorlage mittels Kontaktbelichtung auf das lichtempfindliche Material. Die fotosensible Schicht härtet an den belichteten Stellen aus, während die unbelichteten Stellen ungehärtet bleiben. Die nicht gehärteten Stellen werden anschließend mit Entwicklerlösung ausgewaschen. Dadurch entstehen Vertiefungen, während die Bildstellen erhaben bleiben.

Für den Buchdruck werden heute überwiegend fotopolymere Hochdruckplatten hergestellt, während Metalldruckplatten (Ätzklischees) nur mehr vereinzelt Anwendung finden.

Metallklischees bestehen meist aus Zink, Magnesium oder Kupfer, die mit Vorbeschichtungen aus Diazo- oder Fotopolymersystemen seitens der Hersteller angeboten werden. Der Einsatz von Platten mit Selbstbeschichtung (Chromatkolloidschichten) ist stark rückläufig.

Zinkklischees sind mit Polyvinylalkohol als Kolloidschicht überzogen; die Aushärtung erfolgt mit Chromsäure. Die Ätzung der Metallplatte erfolgt mit verdünnter Salpetersäure. Das Ätzmittel darf nur vertikal angreifen; um das seitliche Unterätzen zu vermeiden, werden Flankenschutzmittel eingesetzt.

Bei Magnesiumplatten besteht die lichtempfindliche Schicht aus sensibilisiertem Polyvinylcinnamat. Die Entwicklung erfolgt mit Trichlorethylen; die Ätzung wird mit Salpetersäure durchgeführt.

Bei der Kupferplattenherstellung werden Kolloidschichten aus Leim und Eiweiß verwendet, die mit Wasser entwickelt werden. Als Ätzmittel wird Eisenchloridlösung eingesetzt; die Entfernung der auf dem Metall gebildeten Oxidschichten vor der Ätzung wird mit Salzsäure durchgeführt.

Für Kunststoffhochdruckplatten werden lösliche Polymerschichten mit einem fotopolymerisierbaren di- oder multifunktionellen Monomeren eingesetzt. Die lichtempfindliche Schicht besteht entweder aus

- polymerisierbarem Harz und Fotosensibilisator oder
- polymerisierbarem Monomer, Bindemittelharz, Weichmacher und Fotoinitiator.

Die nichtbelichteten ungehärteten Stellen der Druckform werden in einem Auswaschverfahren in schwach alkalischer Lösung (Na_2CO_3 – Lösung) oder einem Wasser – Alkoholgemisch entfernt.

Im Bereich des Flexodruckes kommen auch Gummiklischees zum Einsatz. Diese werden in einem dreistufigen Arbeitsgang hergestellt. Zunächst wird eine Metallplatte geätzt, danach erfolgt die Übertragung auf eine Kunststoffmatrize (unter Hitzeeinwirkung) und darauffolgend wird mittels Vulkanisation auf einer Rohgummiplatte die Druckform erzeugt.

1.1.1.2 Druckformenherstellung für den Flachdruck

In der Flachdrucktechnik liegen die farbübertragenden Bildstellen und die farbabstoßenden Nichtbildstellen der Druckform praktisch in einer Ebene. Das Verfahren verläuft ähnlich dem im Hochdruck angewendeten Verfahren. In der Flachdrucktechnik besitzen die Kopierschichten im Vergleich zu den anderen Druckverfahren viel höhere Lichtempfindlichkeit; dementsprechend groß ist das Spektrum der zur Druckformenherstellung eingesetzten fotochemischen Reaktionen.

Die konventionelle chemisch – fotografische Druckformenherstellung erfolgt entweder mit selbstbeschichteten Platten (zB. Chromatkolloidverfahren) oder mit vorbeschichteten Druckplatten.

Zur Druckformenherstellung werden Ein- oder Mehrmetallplatten eingesetzt. Als Einmetallplatten kommen geraute elektrolytisch vorbehandelte (eloxierte) Aluminiumplatten zur Anwendung. Bei den Mehrmetalldruckplatten unterscheidet man zwischen Bi- und Trimetallplatten. Bei Bimetallplatten liegt eine Chromschicht auf Kupfer oder Messing; Trimetallplatten bestehen aus Schwarzblech, auf dem Kupfer und darüber Chrom galvanisch abgeschieden sind.

Auf die fotosensitiv beschichteten Metallplatten wird in der Regel ein Diapositiv der Kopiervorlage kopiert. Durch die Belichtung werden die im Film hellen lichtdurchlässigen Stellen für den Entwickler löslich und herauswaschbar; die nicht belichteten (im Film dunklen) Stellen bleiben als Druckelemente bestehen. Es kann auch mit Negativkopie gearbeitet werden. An den Belichtungsprozess schließt sich die Entwicklung der Druckplatte an, bei welcher das ungehärtete fotosensitive Material vollständig von der Trägerplatte entfernt wird. Der Entwicklungsschritt ist im Flachdruck äußerst wichtig, da die freigelegten Stellen des Trägermaterials die hydrophilen Nichtbildstellen der Druckform bilden.

Hauptbestandteile der Kopierschichten sind Diazochinone, Harze und Bindemittel aus Acrylaten etc. Die Entwickler bestehen aus Silikaten, Phosphorverbindungen, Alkalien, Netzmitteln, Seifen und Alkoholen in wässriger Lösung.

Eingesetzt werden auch filmlose Verfahren der Druckformenherstellung wie zB. Silbersalzdifusionsverfahren, elektrofotografische Verfahren etc.

1.1.1.3 Druckformenherstellung für den Tiefdruck

Die Druckform ist in der Regel ein Stahlzylinder, auf den eine Kupferschicht nahtlos aufgalvanisiert wird. Auf diese Kupferschicht wird die Kopiervorlage entsprechend ihren Helligkeitswerten mit Ätz- oder Graviervverfahren in Form unterschiedlich tiefer Näpfchen übertragen. Bei hohen Auflagenzahlen wird die weiche Kupferschicht des gravierten oder geätzten Druckzylinders durch eine mehrere Mikrometer starke Chromschicht elektrolytisch überzogen. Nach dem Druckvorgang kann der bildtragende Teil der Kupferschicht entfernt und durch neu aufgetragenes Kupfer ersetzt werden, sodass eine neue Druckform erarbeitet werden kann. Der Herstellungsprozess gliedert sich daher in die Teilabschnitte

- Vorbereiten der gebrauchten Druckform
- Formherstellung
- Vornahme von Korrekturen und Verchromen.

Bei der Aufbereitung der gebrauchten Druckformen arbeitet man mit Frästechnik; auf die früher übliche quecksilberhaltige Trennschicht zwischen Grundkupfer und Hauptaufkupferung wird heute verzichtet (Ballardhaut).

Bei der eigentlichen Druckformenherstellung verdrängt das umweltfreundliche elektronische Gravurverfahren zunehmend das klassische Ätzverfahren mit Eisen[III] - Chlorid. Bei der Gravur arbeitet man nach dem Prinzip, Bildpunkte nacheinander zu erkennen und zu gravieren. Dabei wird über eine fotografisch erstellte Vorlage die Oberfläche des rotierenden Druckzylinders mittels Stichel graviert; dieser Bearbeitungsschritt ist abwasserfrei. Zu gering vertiefte Formstellen werden mit verschiedenen konzentrierten FeCl_3 - Lösungen nachgearbeitet (Plus – Korrektur). Zu tief geratene Stellen werden galvanisch vernickelt und nachverkupfert (Minus – Korrektur). Anschließend wird die Druckform verchromt.

Die Chromschicht muss vor der Wiederverwendung der Druckform entfernt werden; dies erfolgt auf chemischem Weg durch Ablösung der Chromschicht mit Salzsäure. Oberflächenteile der Druckform, die geschont werden müssen, werden vor der Behandlung mit Asphaltlack abgedeckt, der nach der Behandlung mit Toluol abgelöst wird.

Die Herstellung von Tiefdruckzylindern ist aufwändig und teuer, daher wird die Tiefdrucktechnik nur für Produkte mit hoher Auflage und hoher Druckqualität eingesetzt.

1.1.1.4 Druckformenherstellung für den Durchdruck

Beim Durchdruck ist die Druckformenoberfläche als Sieb ausgebildet. Als Siebmaterial wird Metall oder Kunstfaser verwendet. Der Siebrahmen besteht aus Aluminium oder Holz.

Das gereinigte und gespannte Sieb wird beidseitig mit einer Kopierlösung beschichtet. Nach dem Trocknen erfolgt die Belichtung über Diapositive oder Schablonen und anschließend das Entwickeln – hier zumeist mit Wasser. Auch eine Lackstabilisierung der durch Licht gehärteten Kopierschicht ist möglich.

Beim Drucken wird die Farbe durch die freien Maschenöffnungen des Siebes gedrückt. Die Dicke der Farbschicht wird durch die Dicke von Faden und Schablone bestimmt. Nach dem Druckvorgang werden die Siebe mit Farblösungsmitteln gereinigt, sodass sie mehrfach verwendet werden können.

1.1.2 Druckvorgang

1.1.2.1 Hochdruck

Beim Hochdruck wird der Bedruckstoff unter äußerem Anpressdruck über die Druckform hinweggeführt und von den Bildstellen mit Druckfarbe eingefärbt. Die Einfärbung kann entweder direkt erfolgen oder indirekt. Beim indirekten Verfahren überträgt die Druckform die Druckfarbe auf einen Übertragungskörper (zB. Zylinder mit elastischem Gummituch), der in einem zweiten Druckvorgang die Druckfarbe an den Bedruckstoff weitergibt.

Gängige Verfahren des Hochdruckes sind der Buchdruck, der Flexodruck, der Linierdruck und der Letterset.

Die Druckmaschinen haben beim Hochdruck keinen direkten Wasserkontakt, daher trägt der Druckvorgang selbst nicht zur Abwasserbelastung bei.

1.1.2.2 Flachdruck

Beim Flachdruck unterscheiden sich die druckenden und nichtdruckenden Stellen der Druckform durch ihre physikalisch - chemische Beschaffenheit, insbesondere in ihrer Benetzbarkeit. Die Druckfarbe wird von den farbannehmenden Bildstellen der Druckform auf direktem oder indirektem Weg auf den Bedruckstoff übergeben, während die farbabstoßenden Nichtbildstellen frei von Druckfarbe bleiben.

Zu den direkten Flachdruckverfahren zählen der Steindruck (Lithografie), das Dilitho-Verfahren, der Lichtdruck und der elektrostatische Flachdruck.

Indirekte Flachdruckverfahren sind der Offsetdruck, der Kleinoffsetdruck und der wasserfreie Offset (Driografie). Der Offset ist die am weitesten verbreitete Flachdrucktechnik; die überwiegend eingesetzte Druckform ist die Monometallplatte. Beim Offset – Druck sind die nicht druckenden Stellen der Druckform hydrophil und können mit Wasser benetzt werden. Der Wasserfilm auf der Nichtbildstelle stößt die ölhaltige Druckfarbe ab und verhindert so eine Farbübertragung.

Die Begleitprozesse des Flachdruckes, welche auch zu Abwasseranfall führen, sind

- Reinigen, Korrigieren und Gummieren der Druckform
- Reinigen des Feuchtwerkes (speziell der Wischwalzen), Waschen und Regenerieren der Gummidrucktücher und Farbwalzen
- Entleeren der Feuchtmittelbehälter.

Als Feuchtwerk dienen Wasserbehälter, die einen Verreiber versorgen, mittels dem Wasser über Feuchtauftragswalzen auf die Druckformen gelangen. Bei den Feuchtwerken sind solche auf Wasserbasis und solche auf Alkoholbasis im Einsatz. Früher im Versorgungswasser übliche Chromatzusätze werden heute nicht mehr verwendet.

1.1.2.3 Tiefdruck

Beim Druckvorgang wird die Druckfarbe aus den Vertiefungen der Druckform unmittelbar auf den Bedruckstoff übertragen (Direktdruck) oder auf einen Zwischenträger übergeben, der die Druckfarbe an den Bedruckstoff abgibt (Indirektdruck).

Zu den Direktdruckverfahren zählt der Raket- oder Rastertiefdruck, der Stahlstichprägedruck, der Stichtiefdruck und der elektrostatische Tiefdruck. Zu den indirekten Verfahren zählt der Tampondruck.

Das Tiefdruckverfahren benutzt zum Drucken relativ dünnflüssige Druckfarben. Als flüchtige Bestandteile enthalten diese Druckfarben organische Lösungsmittel wie Toluol, seltener Xylol (bis 50 Masse %). Beim Trocknen der Druckerzeugnisse nach dem Drucken verdampft ein Großteil des Lösungsmittels und gelangt in die Abluft. Die Abluft wird zumeist mit Aktivkohle gereinigt. Die beladene Aktivkohle wird mit Wasserdampf regeneriert, wobei wieder verwendbare Lösungsmittel und ein mit Lösungsmittel gesättigtes wässriges Kondensat anfällt. Entwicklungen in Richtung des Einsatzes von wassermischbaren Tiefdruckfarben werden eingeleitet.

1.1.2.4 Durchdruck

Beim Druckvorgang im Siebdruck wird die Druckfarbe durch das siebförmige Gewebe der Druckform gepresst und auf den Bedruckstoff übertragen. Beim Durchdruck werden nur direkte Druckverfahren angewandt; man unterscheidet Siebdruck und elektrostatischen Durchdruck.

Beim Siebdruck sind die druckenden Stellen der Druckform siebartig geöffnet. Die Druckfarbe wird mit einer Rakel über die Druckform gezogen. Als Siebdruckfarben werden pastöse Zubereitungen verwendet; man unterscheidet zwischen physikalisch trocknenden lösungsmittelhaltigen Druckfarben und oxidativ trocknenden Druckfarben auf Ölbasis.

Beim elektrostatischen Durchdruck wird die Druckfarbenübertragung durch elektrostatische Ladungskräfte bewirkt.

Angedruckte Siebe lassen sich mit geeigneten Farblösern reinigen (chemischer Waschvorgang) und können somit mehrfach verwendet werden. Moderne Siebdruckereien sind mit automatisch arbeitenden Siebentschichtungs- und –waschanlagen ausgestattet.

1.1.3 Chemikalieneinsatz und Abwasseranfall

Alle modernen Druckverfahren sind mit einem hohen Verbrauch an Chemikalien verbunden, und zwar sowohl bei der Druckformenherstellung wie auch beim Druckvorgang. Ein Teil dieser Chemikalien gelangt ins Abwasser und muss zwecks Einhaltung der verordneten Emissionsbegrenzungen aus diesem entfernt werden. Im folgenden wird daher der Chemikalieneinsatz in den Druckverfahren beschrieben, soweit er abwasserrelevant ist.

1.1.3.1 Hochdruck

Im Hochdruck werden heute Metallklischees im Einstufenätzverfahren, Fotopolymerplatten im Auswahlverfahren sowie Gummidruckformen mittels Abformtechnik und Lasergravur hergestellt.

Bei den Metallklischees kommen vorbeschichtete Zink- und Magnesiumplatten zur Anwendung. Das Beschichtungsmaterial besteht bevorzugt aus Polyvinylalkohol, Polyvinylcinnamat oder Eiweiß; die Sensibilisierung erfolgt mit Dichromatsalzen oder Diazoniumsalzen. Nach der Belichtung erfolgt die Auswaschung mit Wasser oder organischen Lösungsmitteln. Die Ätzung von Metallklischees erfolgt mit Salpetersäure; als Flankenschutzmittel nimmt man Rizinusöl oder Glykolether.

Bei der Herstellung von Fotopolymerplatten besteht die lichtempfindliche Schicht aus polymeren fotoinaktiven Trägerstoffen (Polyamide, -acrylate, -urethane etc.) und fotovernetzenden Monomeren (Methacrylate, Vinylacetate, Styrol etc.). Als Fotoinitiatoren dienen die Chinone, Ketone etc. Variationen in der chemischen Zusammensetzung der lichtempfindlichen Schichten sind abhängig von den einzelnen Herstellungsverfahren (Flexodruckplatten, Letterflexplatten etc.).

Bei Gummiklischees besteht das Rohmaterial der Druckform meist aus Naturkautschuk oder synthetischen Gummisorten.

Einen wesentlichen Chemikalieninput stellen die Druckfarben dar. Jede Druckfarbe besteht aus einem Farbmittel (Pigmente oder Farbstoffe), einem Verdünnungsmittel, einem Bindemittel und Additiven. In allen Druckverfahren werden in den Druckfarben sowohl anorganische wie auch

organische Farbmittel eingesetzt. Als Verdünnungsmittel kommen beim Hochdruck bevorzugt hochsiedende Petroleumdestillate sowie Alkohole und Ketone zur Anwendung. Als Bindemittel stehen Leinöl, Naturharze, Resinate, Zellosederivate oder hochsiedende Mineralöle zur Auswahl. Als Additive kommen Asphaltlösungen in Mineralöl, Aluminiumsilikate, fettarme Salze, Wachse und Silicone zum Einsatz.

Als Wasch- und Reinigungsmittel für den Hochdruck (zB. für Rasterwalzen) werden organische Lösungsmittel verwendet, die auch in den Druckfarben enthalten sind (Ethanol, Isopropanol, Ethylenglykol). Beim Druck mit wasserhaltigen Druckfarben wird zur Reinigung der Rasterwalzen eine alkoholische Ammoniaklösung verwendet. Eingetrocknete Druckfarbenreste werden mit Toluol oder Toluol – Acetatgemisch entfernt.

Abwasser fällt im Hochdruck primär bei der Druckformenherstellung an; insbesondere die Entwicklung, Entschleierung und Korrektur der Kopierschichten sowie die Ätzerei (Konzentrate und Spülwässer) tragen zum Abwasseranfall bei. Das Abwasser ist hochbelastet mit Schwermetallen (bei Konzentraten oft mit mehreren 100 Milligramm Zinn oder Zink pro Liter, aber auch mehrere Milligramm Silber pro Liter), und mit nichthalogenierten oder halogenierten Kohlenwasserstoffen (brom- und chlorhaltig, insbesondere bei Einsatz von Druckformenträgern aus Kunststoffen), weist einen niedrigen pH-Wert auf und ist mit sehr hoher organischer Belastung behaftet.

Im Druckbetrieb fällt Abwasser nur an, wenn wasser- oder alkoholmischbare Druckfarben verwendet werden. In solchen Fällen fällt bei der Farbkastenreinigung Abwasser an, in dem – in Abhängigkeit von den eingesetzten Farbmitteln – erhöhte AOX-Gehalte festzustellen sind.

1.1.3.2 Flachdruck

Bei der Druckformenherstellung für Flachdruck mit Monometallplatten verwendet man heute fast ausschließlich diazosensibilisierte vorbeschichtete Druckplatten, deren lichtempfindliche Schicht aus dem synthetischen Kolloid Polyvinylalkohol und einer Diazoverbindung als Sensibilisator besteht. Die eingesetzten Diazoverbindungen variieren, je nachdem ob man mit dem Positiv- oder Negativverfahren arbeitet. Korrekturmittel auf der Basis schwacher Säuren, Alkohole, organischer Amine oder Ether werden in unterschiedlichem Umfang verwendet.

Bei Mehrmetallplatten ist die lichtempfindliche Schicht auf einer ca. 2 mm dicken Chromschicht aufgebracht, unter der sich eine Kupferplatte befindet. Nach der Belichtung wird die ungehärtete Kopierschicht mit Wasser entwickelt. Danach folgt das Tiefätzen oder Nachentwickeln mit Zink-

chlorid – Lösung. Durch die Ätzung wird das Chrom an dem von der Schablone ungeschützten Stellen entfernt. Als Entschichtungsmittel wird eine Lösung von Schwefelsäure und Methylglykol verwendet; zur Fixierung wird ein Gemisch aus Benzin, Phosphorsäure und Schwefelsäure eingesetzt. Es entsteht eine Druckplatte, deren druckende Stellen aus freigelegtem Kupfer und deren nichtdruckende Stellen aus Chrom bestehen.

Beim Silbersalzdifusionsverfahren kommen die in der Fotografie üblichen Entwickler- und Fixierlösungen zur Anwendung.

Bei der elektrofotografischen Druckformenherstellung wird mittels anorganischen oder organischen Fotohalbleitern ein latentes Ladungsbild der Kopiervorlage erstellt und mit elektrostatisch geladenem Tonerpuder oder Flüssigtoner entwickelt. Anorganische Fotohalbleiter sind Zinkoxid oder Cadmiumsulfid. Freiliegende Stellen der fotoleitenden ZnO - oder CdS - Schicht werden nach Wärmefixierung des Toners mit Kaliumhexacyanoferrat[II] hydrophiliert. Als organische Fotohalbleiter werden Oxazole, Benzthiazole oder Thiadiazole verwendet.

Flachdruckfarben enthalten neben den Farbstoffen (anorganisch und organisch) hoch bis niedrig raffinierte Petroleumdestillate als Verdünnungsmittel, Lein- oder Sojaöl oder modifizierte Isophthalsäureester als Bindemittel sowie Cobalt- und Mangansalze langkettiger Fettsäuren, Toluol, Chinone, Wachse, Kieselerde, Kaolin etc. als Additive.

In der Flachdrucktechnik wird die Druckplatte mittels eines Feuchtwerkes mit einem gleichmäßigen Feuchtfilm überzogen, der alle Nichtbildstellen farbfrei hält. Die Feuchtmittel bestehen aus Wasser mit puffernden Zusätzen, grenzflächenaktiven Stoffen und Alkoholzusätzen. Im Offsetdruck nimmt der Einsatz von alkoholischen Feuchtwerken und damit die eingesetzte Alkoholmenge immer mehr zu. Die Art der Wischwasserzusätze richtet sich nach der Qualität des eingesetzten Wischwassers. Zur Entfernung der Carbonathärte des Wischwassers werden Puffersubstanzen (Phosphate, Citrate) zugesetzt.

Im Flachdruck wird eine große Anzahl verschiedenartiger Lösungsmittel (-gemische) verwendet. Hauptgruppen sind Benzine, CKW, ester- und aromatenhaltige Lösungsmittel und Lösungsmittel für UV - trocknende Druckfarben. Feuchtwalzen, Farbwalzen, Gummidrucktücher und Nummerierwerke müssen regelmäßig gereinigt werden. Die dafür verwendeten Reinigungsmittel sind bevorzugt Wasser, Kohlenwasserstoffe (auch halogenierte), Alkohole, Aromaten und Ketone.

Abwasser fällt im Flachdruck bei der Entwicklung der Druckplatten (Konzentrate und Spülwasser aus der Entwicklung, bei Mehrmetallplatten auch aus der Ätzung) an. Es enthält toxische Schwermetalle (Kupfer, Chrom, Zink), aber auch Eisen, Mangan und Aluminium, halogenierte Kohlenwasserstoffe und teilweise sehr hohe organische Frachten.

Beim Druckbetrieb fallen Feuchtwässer und Reinigungswässer aus der Reinigung der Druckformen, Walzen und Gummitücher an. Diese Wässer sind organisch hochbelastet, u.a. mit Kohlenwasserstoffen (auch halogeniert oder aromatisch). Nach längerer Standzeit können die Feuchtwässer auch hohe Schwermetallgehalte aufweisen (Zink, Kupfer, Cobalt, Eisen etc.)

1.1.3.3 Tiefdruck

Im Tiefdruck wird heute die Druckformenherstellung ohne Chemikalieneinsatz mittels elektronischer Bildverarbeitung und Gravurverfahren bevorzugt. Vereinzelt werden noch ätztechnische Verfahren auf der Basis fotochemischer Bildreproduktionen eingesetzt. Bei der Ätztechnik besteht die lichtempfindliche Beschichtung der Druckplatte aus einem Gelatinefilm, der mit Dichromatsalzen oder Silberhalogenidsalzen fotosensibilisiert ist. Nach der Belichtung wird die ungehärtete Gelatineschicht mit Wasser ausgewaschen. Zum Schutz der Nichtbildstellen und Fehlstellen wird auf die bildgemäß gehärtete Schicht ein Asphaltlack aufgetragen, der nach der Ätzung mit einem organischen Lösungsmittel (meist Toluol) entfernt wird. Als Ätzmittel dient Eisenchlorid. Der gravierte oder geätzte Druckzylinder wird zur Erzielung hoher Auflagen galvanisch verchromt. Dazu werden wässrige Chrom[VI] - Lösungen verwendet, die unterschiedlichste Katalysatoren wie Schwefelsäure, Schwefelsäure – Fluorokomplexe oder sonstige Säuremischungen enthalten. Die Entchromung des Kupferzylinders nach dem Druck erfolgt chemisch mit konzentrierter Salzsäure oder elektrolytisch. Der Kupferzylinder wird nach dem Druck abgefräst und glattpoliert; vor einem erneuten Einsatz wird er neu galvanisch verkupfert.

Die chemische Zusammensetzung der Druckfarben für Tiefdruck schwankt stark mit dem angepeilten Haupteinsatzgebiet. Beim Illustrationstiefdruck besteht das Lösungsmittel in der Druckfarbe ausschließlich aus Toluol; als Bindemittel eignen sich Zellosederivate und als Additive synthetische Wachse, Paraffine, Silicone sowie Epoxide, Phenole und Amine. Beim Verpackungstiefdruck sind die Lösungsmittel überwiegend Alkohole, Ester und Ketone, die Bindemittel Nitrocellulose und die Additive jene des Illustrationstiefdruckes.

Beim Tampondruck verwendet man als Lösungsmittel für Druckfarben Glykolether und andere Ether mit aromatischen Zusätzen, als Bindemittel Leinöl, Kunstharze oder Zellulosederivate und als Additive Silicone, Phthalate und synthetische Wachse.

Zum Waschen und Reinigen der Druckmaschinen und Druckwalzen verwendet man neben aromatischen Kohlenwasserstoffen (insbesondere Toluol und Xylol) auch verschiedene Ester, Alkohole und Waschbenzine.

Abwasser fällt beim Tiefdruck insbesondere in der Druckformenherstellung bei der Aufkupferung und Verchromung, aber auch bei der Zylindervorbereitung, der Plus- und Minuskorrektur sowie bei der Abluftreinigung an. Quecksilberhaltige Trennlösungen werden heute nicht mehr eingesetzt; stattdessen verwendet man Nickel- oder Silbersalzlösungen. Konzentrate aus der Galvanisierung (zB. verworfene Chrombäder) wiesen extrem hohe Schwermetallgehalte auf (einige Gramm pro Liter). Weiters fallen Entfettungs-, Nickel- und Kupferbäder an. Alle derartigen Abwässer sind wie Abwässer aus der Behandlung metallischer Oberflächen zu behandeln.

Während des Druckbetriebes können beim Tiefdruck Wischlaugen anfallen, die einemulgierte Druckfarben in großer Menge enthalten; sie müssen einer Emulsionsspaltung unterzogen werden.

1.1.3.4 Durchdruck

Bei der Druckformenherstellung im Durchdruck werden diazosensibilisierte oder dichromatsensibilisierte Kolloide (Polyvinylalkohole oder Polyvinylalkohol/Polyvinylacetat) auf das Siebgewebe aufgebracht. Diese Kolloidlösungen sind meist mit Kunstharzdispersionen wie Polymethacrylat oder Polyvinylchlorid sowie Farbpigmenten versetzt. Nach der Belichtung und Entwicklung der Kopierschicht erfolgt in der Regel eine Nachhärtung durch Behandlung der Schichte mit wässriger Lösung von Formaldehyd und Ammoniumdichromat.

Siebdruckfarben besitzen gegenüber den Druckfarben für andere Druckverfahren erhöhte Viskosität. Als Lösungsmittel werden mittelflüchtige Glykolether, Ester mit Zusätzen von Kohlenwasserstoffen sowie Aromaten oder Ketone verwendet. Als Bindemittel kommen Leinöl und Kunstharze (Alkyl-, Phenol- oder Epoxidharze) sowie Zellulosederivate zur Anwendung. Additive auf der Basis von Silikonen, Phthalaten, Wachsen oder Naphtenaten sind enthalten.

Für die Wiederverwendung der Siebdruckschablonen benötigt man eine größere Anzahl von Chemikalien. Für die Siebreinigung in offenen oder geschlossenen Siebwaschanlagen verwendet man

Ethylglykol, Butylglykol, Cyclohexanon oder deren Gemische; auch Butylacetat wird eingesetzt. Für die Siebentschichtung benötigt man alkalische Lösungen als Entfettungsmittel, Kaliumpermanganat und Peroxidverbindungen zur Oxidation der PVA - Schichten, als Eliminationsmittel für Geisterbilder Gemische aus Natron- oder Kalilauge mit Cyclohexanon und Wasser als Hochdruckreinigungs- und Spülmittel.

Abwasserproduzierende Vorgänge beim Druck sind vor allem die Druckformenherstellung mit organisch hochbelasteten Lösungen (kresol-, phenol-, dichromat- und ammoniumhältig) sowie die Siebreinigungsvorgänge. Der Einsatz chlorabspaltender Chemikalien in der Siebentschichtung ist nicht mehr Stand der Technik. Die verbrauchten organischen Lösungsmittel aus der Siebwaschung sind einer Rückgewinnung zuzuführen.

1.2 Fotografische Prozesse

Als Fotografie bezeichnet man die Herstellung dauerhafter Abbildungen von Gegenständen etc. durch Einwirkung von Strahlung auf Material, welches durch die Strahlungsenergie chemisch und physikalisch verändert wird. Die Fotografie beruht im wesentlichen auf der fotochemischen Veränderung lichtempfindlicher Substanzen unter dem Einfluss elektromagnetischer Strahlung (zB. sichtbares Licht, Röntgen-, UV- oder Elektronenstrahlen). Abgesehen von einigen speziellen Anwendungszwecken, in denen andere fotochemisch empfindliche Materialien herangezogen werden, spielt fotografisches Material auf Silbersalzbasis derzeit nach wie vor die größte wirtschaftlich – technisch bedeutsame Rolle (Silberhalogenidfotografie).

1.2.1 Fotografische Verfahren

Zwei Grundtypen von Verfahren stehen zur Verfügung, nach denen der Großteil aller Fotomaterialien verarbeitet wird:

- Negativ – Positiv - Verfahren
- Umkehrverfahren.

Diese beiden Verfahren sind sowohl bei Schwarz - Weiß- wie auch bei Farbfotografie anwendbar.

Ausgangspunkt aller Verfahren ist belichtetes Filmmaterial. Es enthält eine Bildinformation, die durch die Einwirkung von Licht (oder Röntgenstrahlung) auf die in einer Emulsionsschicht feinverteilten Silberhalogenidkristalle übertragen wurde.

1.2.1.1 Negativ – Positiv - Verfahren für Papier und Film

Das Negativ – Positiv - Verfahren hat für die Schwarz - Weiß- wie auch für die Farbfotografie größte praktische Bedeutung. Belichtetes Silberhalogenid in der Emulsionsschicht des Films wird mit Hilfe einer Entwicklersubstanz im Entwicklerbad zu metallischem Silber reduziert. Dabei entsteht ein primäres Silberbild; der Entwickler wird dabei oxidiert. Nach diesem Entwicklungsvorgang wird bei Schwarz – Weiß - Fotografie das unbelichtete Silberhalogenid durch einen Fixiervorgang aus der Emulsionsschicht entfernt. Das auf dem Bildmaterial verbliebene Silberbild (Negativ) wird durch Belichten auf Positivmaterial übertragen. Letzteres wird durch einen gleichen Entwicklungsvorgang und anschließende Fixierung zum fertigen Aufsichtbild oder Positivfilm verarbeitet.

Das Negativ – Positiv - Verfahren findet auch in der Farbfotografie Anwendung (chromogener Prozess). Die Entwicklersubstanz führt dort – wie bei Schwarz – Weiß - Entwicklung – das Silberhalogenid der belichteten Kristalle in die metallische Form über und erzeugt das primäre Silberbild. Während jedoch bei der Schwarz – Weiß - Technik der in oxidierte Form vorliegende Entwickler unbrauchbar wird, bilden die Farentwickler in der chromogenen Entwicklung gemeinsam mit den in der Emulsionsschicht befindlichen Farbkupplern die Farbstoffe. Das Silberbild wird durch einen Bleichvorgang entfernt, weil es die Farbqualität beeinträchtigt. Als Bleichsubstanzen dienen Oxidationsmittel, zB.in der Farbfotografie Komplexe des dreiwertigen Eisens (Ammonium – EDTA – Kaliumhexacyanoferratkomplexe), die das elementare Silber zu Silberionen reduzieren. In dieser Form wird es, ebenso wie das unbelichtete Silberbromid, im Fixierbad als löslicher Silber-Komplex aus dem Trägermaterial herausgelöst. Das Negativ – Positiv - Verfahren liefert nach diesem Prinzip zunächst ein Farbnegativ und nach Belichtung des Negativs auf entsprechendes Positiv - Material und nochmaligem Durchlaufen der gleichen Entwicklungsschritte eine farbrichtige Wiedergabe des Originals.

1.2.1.2 Umkehrverfahren für Papier und Film

Umkehrverfahren liefern in der Fotografie sofort ein Positiv - Bild. Hierzu wird das Bild zunächst bis zum Negativ entwickelt. Das entstandene Silber wird im Umkehrbad herausgelöst. Das verbleibende unbelichtete Silberbromid wird mit einem Reduktionsmittel behandelt und nachbelichtet. Danach erfolgt die Entwicklung zum Positiv - Silberbild.

Umkehrverfahren werden in der Schwarz – Weiß - Fotografie vor allem bei der Mikrofilmentwicklung und in der Reprografie eingesetzt. Dabei nützt man vor allem die schnelle Verfügbarkeit des Positiv - Materials aus.

Beim Farbumkehrverfahren erfolgt zunächst eine konventionelle Schwarz – Weiß - Entwicklung, wobei ein negatives Silberbild entsteht. Dann wird das bei der Aufnahme unbelichtete Silberhalogenid einer Zweitbelichtung ausgesetzt. Es entsteht im selben Material ein den natürlichen Helligkeitsverhältnissen entsprechendes, also positives Bild, welches im nachfolgenden chromogenen Farbentwicklungsvorgang zu einem Farb - Positiv führt. Anschließend wird das Silberbild durch einen Bleichvorgang entfernt.

Das Umkehrverfahren wird in verschiedenen technischen Variationen ausgeführt, wobei jeder große Anbieter von Colorfilmmaterial seine eigenen Verfahrensspezialitäten entwickelt hat (chemisches Umkehrverfahren, Kodachrome, Agfachrome, Ektachrome, Cibachrome etc.).

1.2.1.3 Fotografische Materialien

Fotografische Materialien (Filme) besitzen eine auf Papier oder Kunststoffunterlage aufgetragene Emulsionsschicht auf Gelatinebasis, die die lichtempfindlichen Silberhalogenidkristalle, Farbkuppler im Colorbereich und zahlreiche Hilfsstoffe enthält. Je nach Material hat diese Schicht eine Dicke von 0,5 bis 30 Mikrometer. Bei Farbfilmen besteht die Emulsionsschicht aus bis zu 15 Einzellagen. Röntgenfilme sind sehr silberreiche Filme (bis 5 Gramm Silber pro Quadratmeter).

1.2.2 Entwicklungstechniken

Zur Verarbeitung des belichteten Filmmaterials wird dieses in wässrige Prozessbäder eingebracht, aus denen die fotografisch wirksamen Substanzen in die Emulsionsschichten eindiffundieren. Gleichzeitig werden im Verlauf der Verarbeitung Stoffe aus den Emulsionsschichten herausgelöst – ein Vorgang, der bei den meisten Substanzen beabsichtigt ist (zB. Silber im Fixierbad), bei manchen Stoffen aber unerwünscht ist.

Die Entwicklungsprozesse sind heute weltweit standardisiert, sodass die Filme unterschiedlicher Hersteller auch in den Verarbeitungsbädern der Konkurrenz entwickelt werden können; die Badinhaltstoffe sowie deren Konzentrationen sind nahezu ident.

1.2.2.1 Schalenentwicklung

In kleinen Betrieben sowie bei der Herstellung spezieller Reproduktionen ist auch heute noch die Handentwicklung im Einsatz. Hierbei werden die Entwickler in meist unterschiedlicher Konzentration in Fotoschalen angesetzt und hierin der belichtete Film solange in der Lösung bewegt, bis die Schattierungen zufriedenstellend durchgezeichnet sind. Bei dieser Methode kann immer nur ein Film entwickelt werden. Nachteile dieser Methode sind der große Zeitaufwand und das schnelle Unbrauchbarwerden der Bäder, die sodann stoßweise zur Ableitung gelangen.

1.2.2.2 Tankentwicklungsmaschinen

Tankentwicklungsmaschinen sind in der Regel manuell zu bedienende Anlagen, in welche die auf Rahmen gespannten Filme entweder händisch oder mechanisch eingebracht werden (Hängemaschinen). Die Filme hängen bewegungslos in den Tanks. Um die Ausbildung von Bromidablaufstreifen zu verhindern, muss die Badflüssigkeit in Bewegung gehalten werden; dies geschieht in der Regel durch Einblasen von Stickstoff in die Tanks. Nach der Entwicklung erfolgt die manuelle Überführung des Bildmaterials in das Stoppbad, das Fixier- und Wässerungsbad sowie eine konventionelle Trocknung im Trockenschrank.

1.2.2.3 Durchlaufentwicklungsmaschinen

Bei der Durchlaufentwicklung wird der Film automatisch durch den gesamten Entwicklungsprozess bis zur Trocknung gefördert (Vollautomaten). Den Transport übernehmen Rollen, Kunststoffbänder oder Trommeln. Die Automaten werden nach der Art des Filmtransportsystems unterschieden.

1.2.3 Fotochemikalien

Damit der Vorgang des Belichtens und Entwickelns von fotografischen Materialien erfolgreich abläuft, muss eine Vielzahl physikalischer - chemischer Prozesse stattfinden, in denen Fotochemikalien als Hauptkomponenten oder Hilfsstoffe eine entscheidende Rolle spielen.

1.2.3.1 Substanzen in Verarbeitungsbädern

Entsprechend den in Kap. 1.2.1 beschriebenen Grundtypen der fotografischen Verfahren werden in den verschiedenen Prozessen der Fotografie folgende Gruppen von Chemikalien verwendet:

- *Entwicklungsbäder*

Als Entwicklersubstanzen (Reduktionsmittel) kommen Hydrochinon-, Phenylpyrazolin- oder Aminophenolderivate sowie bei Farbentwicklern p - Phenylendiaminderivate (CD₃, CD₄) zur Anwendung.

Als Nebenbestandteile verwendet man pH - Regulatoren (Sulfite, Carbonate, Borate), Antischleiermittel (3,5 - Dinitrobenzoesäure, Thiocyanate, Bromid) und Oxidationsschutzmittel (Hydroxylamine etc.).

Als Reaktionsprodukte treten umgesetzte Entwicklersubstanzen (Sulfonate, Carbonsäuren) und als Verunreinigungen Silber, Gelatine und andere organische Verbindungen auf.

- *Bleichbäder*

Als Bleichsubstanzen (Oxidationsmittel) verwendet man Ammonium – Eisen - EDTA, Hexacyanoferrat[III], Dichromat etc.

Als Nebenbestandteile werden Antischleiermittel eingesetzt (zB. Bromide, Polyethylenglykol, Phosphat, Nitrat, Schwefelsäure).

Als Reaktionsprodukte treten auf Eisen[III] - Komplexe, Silberbromid oder Chromat. Als Verunreinigungen werden Entwicklersubstanzen aus Verschleppungen beobachtet.

- *Fixierbäder*

Als Fixiersubstanz wird überwiegend Ammoniumthiosulfat eingesetzt.

Als Nebenbestandteile verwendet man pH - Regulatoren (Borsäure, Sulfat, Chlorid) und Oxidationsschutzmittel (zB. Hydrogensulfid).

Als Reaktionsprodukte treten Silber – Thiosulfat - Komplexe auf.

- *Umkehrbäder*

Als Umkehrsubstanzen verwendet man zweiwertige Zinnverbindungen.

Als pH-Regulatoren kommen Propionate zur Anwendung. Vierwertige Zinnverbindungen liegen als Reaktionsprodukte vor.

- *Stoppbäder*

Als Härtersubstanzen werden Aluminiumalaune und Formaldehyd verwendet. Zur pH - Regulation verwendet man Essigsäure.

- *Stabilisierungsbäder*

Als Härter verwendet man Borsäure oder Formaldehyd. Als Netzmittel werden höhere Alkohole eingesetzt (zB. Polyethylentridecylalkohol).

Als Verunreinigungen treten Silber sowie Inhaltsstoffe der Fixier- und Bleichfixierbäder auf.

- *Spülwasser*

Als pH - Regulatoren verwendet man mineralische Säuren (zB. Monochloressigsäure).

1.2.3.2 Substanzen in der Filmemulsion

Die Emulsion selbst besteht meist aus Gelatine. Sie fungiert nur als Bindemittel für die lichtempfindlichen Substanzen.

Als lichtempfindliches Agens wird fast ausschließlich Silberhalogenid - Kristall verwendet. Neueste Entwicklungen gehen in die Richtung lichtempfindlicher Einweißstoffe (Bakteriorhopzine), die von Halobakterien erzeugt werden. Die Entwicklungen stehen erst am Anfang.

Farbstoffkuppler bilden mit dem oxidierten Farbentwickler den Farbstoff. Eingesetzt werden folgende Gruppen:

Gelbkuppler:	Benzoylessigsäurederivate
Purpurkuppler:	Pyrazolone, Cyanoacetophenone
Blau – Grün - Kuppler:	Phenol- und Naphtolderivate.

Als Sensibilisatoren, die auf die Empfindlichkeit der Silberhalogenidkristalle einwirken, verwendet man Edelmetallsalze oder Polymethinfarbstoffe (zB. Cyanine).

Als Emulsionszusätze kommen Härter (Alaune, Divinylsulfone, Dichlortriazine etc.), Verstärker (Kupfersalze, Cobaltverbindungen), Stabilisatoren (Azole, Pyrimidine), Konservierungsmittel (Phenole), Antischleiermittel (Bromide, Azole) etc. zum Einsatz.

1.2.4 Abwasseranfall

Bei fotografischen Prozessen fallen – entsprechend den vorbeschriebenen Tätigkeiten – zwei Gruppen von Abwässern an :

- Wasch- und Spülwässer
- Verbrauchte Bäder.

Mengenmäßig stellen die Wasch- und Spülwässer den größten Anteil des Abwassers dar. Sie kommen aus Wasch- und Spüloperationen, die zwischen die einzelnen Entwicklungsschritte geschaltet werden sowie großteils aus der Schlusswässerung. Ihre Aufgabe ist es, eine Verschleppung von Chemikalien aus einem Bad in das nächste zu verringern bzw. bei der Schlusswässerung möglichst alle unerwünschten Bestandteile aus der Emulsionsschicht zu entfernen. Im Wasch- und Spülwasser sind praktisch all jene Chemikalien enthalten, die im fotografischen Prozess verwendet werden. Die Konzentrationen reichen von Spuren bis in den Bereich von mehreren Gramm pro Liter.

Die Abwassermengen aus Wasch- und Spülprozessen bewegen sich bei sparsamem Umgang bei 10 Liter pro Quadratmeter für Schwarz – Weiß - Ausarbeitung und bei 50 Liter pro Quadratmeter für Farbmaterial. Durch Kreislaufführung über Filter etc. kann der Spülwasserverbrauch auf bis zu 1 Liter pro Quadratmeter gesenkt werden.

Die Konzentrationen für Silber liegen im Spülwasser zwischen 0,5 und 50 mg/l, können aber bei enger Kreislaufführung oder schlechtem Anlagenzustand auf bis über 100 mg/l ansteigen. Komplexbildner (EDTA, DTPA oder NTA als Eisenkomplexe) können bis zu 500 mg/l im Spülwasser auftreten.

Bei den verbrauchten fotografischen Bädern schwanken die Zusammensetzungen entsprechend der Badfunktion.

Verbrauchte Entwicklungsbäder aus der Schwarz – Weiß - Entwicklung weisen zB. folgende Schwankungsbreiten der Konzentrationen auf (Tabelle1):

Tabelle 1 Schwankungsbreite der Konzentration von Inhaltsstoffen in Entwicklungsbädern aus der Schwarz – Weiß – Entwicklung :

Silber (als Ag)	bis 10 mg/l
Sulfit (als SO ₃)	2 000 – 10 000 mg/l
Phenole (substituiert)	1 000 - 8 000 mg/l
Bromid (als Br)	1 000 - 3 000 mg/l
CSB (als O ₂)	bis 100 000 mg/l
BSB ₅ (als O ₂)	10 000 - 60 000 mg/l
pH - Wert	10 – 13

Verbrauchte Fixierbäder aus der Schwarz – Weiß - Entwicklung zeigen folgende Schwankungsbreiten der Konzentrationen (Tabelle 2):

Tabelle 2 Schwankungsbreite der Konzentration von Inhaltsstoffen in Fixierbädern aus der Schwarz – Weiß – Entwicklung :

Silber (als Ag)	500 - 20 000 mg/l
Sulfit (als SO ₃)	1 000 - 30 000 mg/l
Thiosulfat (als S ₂ O ₃)	bis 150 000 mg/l
Sulfat (als SO ₄)	5 000 - 10 000 mg/l
CSB (als O ₂)	bis 120 000 mg/l
Ammonium (als N)	12 000 - 32 000 mg/l
BSB ₅ (als O ₂)	10 000 - 25 000 mg/l
pH - Wert	3,5 - 7,5

Bei verbrauchten Bleich-, Bleichfixier- und Fixierbädern aus der Farbentwicklung werden folgende Konzentrationen beobachtet (Tabelle 3):

Tabelle 3 Schwankungsbreite der Konzentration von Inhaltsstoffen in Bleich-, Bleichfixier- und Fixierbädern aus der Farbentwicklung :

Benzylalkohol	50 – 150 mg/l
EDTA	100 – 300 mg/l
Hydroxylamin	5 – 15 mg/l
Silber (als Ag)	1 – 2 mg/l
Bromid (als Br)	40 – 130 mg/l
Thiocyanat	1 – 3 mg/l
Ammonium (als N)	30 – 120 mg/l
Sulfit (als SO ₃)	50 – 150 mg/l
Thiosulfat	100 – 300 mg/l

Bei Kleinbetrieben können bei fehlendem Recycling die Konzentrationen der Inhaltstoffe verbrauchter Bäder noch wesentlich höher liegen.

Durch Vermeidungsmaßnahmen können die anfallenden Abwassermengen signifikant reduziert werden. Vor allem bei den Spülwassermengen sind beachtliche Reduktionen möglich. Folgende Verfahren bieten sich an:

- Kaskaden- oder Gegenstromwässerung
- Low – flow - Wässerungen mit Aufteilung des Spülwassers in einen hoch und einen niedrig belasteten Anteil mit Aufkonzentrierung bzw. Regeneration des hoch belasteten Spülwasseranteiles
- Temperatursteigerung im Spülbad zur Beschleunigung der Lösevorgänge
- Reduktion der Verschleppungsraten durch Einsatz mechanischer oder pneumatischer Abstreifvorrichtungen
- Einsatz von Recyclingverfahren wie Ionentausch oder Membranverfahren (Ultrafiltration, Umkehrosmose).

Für die Rückgewinnung von Inhaltsstoffen des Abwassers sowie zur Abwasserbehandlung bieten sich folgende Verfahren an:

- Entfernung und Rückgewinnung von Silber aus Fixier- und Bleichfixierbädern sowie aus Wasch- und Spülwasser (Ionentausch, Chemische Fällung, Zementation, Elektrolyse)
- Regeneration verbrauchter Bäder (zB. Entwickler- oder Bleichbäder)
- Behandlung mit physikalisch - chemischen Abwasserreinigungsverfahren wie zB. Oxidation (mit Sauerstoff, Peroxid, Ozon oder anodisch), Fällung/Flockung, Filtration oder deren Kombinationen

- Eindampfung und Verbrennung der Eindampfrückstände.

2 Geltungsbereich

Entsprechend den in Kapitel 1 dargestellten Tätigkeiten der Branche wird der Geltungsbereich der AEV Druck - Foto festgelegt wie folgt:

2.1 Grafische Prozesse

1. Herstellen von Druckformen für Hochdruck, Tiefdruck, Flachdruck und Durchdruck einschließlich der zugehörigen Vor-, Zwischen- und Nachbehandlungen
2. Bedrucken von Glas, Holz, Kunststoff, Leder, Metall, Pappe und Papier mittels Hochdruck-, Tiefdruck-, Flachdruck- oder Durchdruckverfahren.

Bei manchen Tätigkeiten der Z 1 und 2 fällt belastete Abluft an, die mit nassen Verfahren gereinigt werden muss. Abwasser aus dieser Abluftreinigung sowie wässrige Kondensate werden vom Geltungsbereich der AEV Druck - Foto mitumfasst und unterliegen nicht der AEV Abluft und wässrige Kondensate. In der Regel enthalten diese Wässer die gleichen Inhaltsstoffe wie das Abwasser aus dem Produktionsvorgang, sodass die Forderung nach Teilstrombehandlung fachlich nicht gerechtfertigt ist.

In Betrieben oder Anlagen der grafischen Industrie können auch Abwässer anfallen, die nicht dem Geltungsbereich der AEV Druck - Foto unterliegen. Es sind dies:

- a) Abwasser aus Kühlsystemen und Dampferzeugern
- b) Abwasser aus der Wasseraufbereitung
- c) Abwasser aus der Herstellung von Druckfarben
- d) Häusliches Abwasser.

Für Abwässer der lit. a bis d gelten eigene AEVen. Bei gemeinsamer Ableitung derartiger Wässer mit Abwasser aus grafischen oder fotografischen Prozessen sind die Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln nach § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV zu beachten. Diese Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln sind auch zu beachten, wenn in Betrieben oder Anlagen nach Z 1 oder 2 nachstehende Tätigkeiten ausgeübt werden:

- e) Bedrucken von Textilien
- f) Herstellen von Kopiervorlagen für die Druckformenherstellung mit Verfahren der Silberhalogenidfotografie.

Die Festlegung zu lit. f bedeutet, dass in einem grafischen Betrieb, der bei der Anfertigung von Kopiervorlagen für die Druckformenherstellung mit einem Verfahren der Silberhalogenidfotografie arbeitet, das Abwasser aus diesem Prozess als Teilstrom im Sinne des § 4 Abs. 7 AAEV zu behandeln ist – was sachlich insofern gerechtfertigt ist, als für dieses Abwasser eine eigene Entsorgungs- und Reinigungsphilosophie definiert ist.

2.2 Fotografische Prozesse

- 1. Herstellen von Fotoausarbeitungen mit Verfahren der Silberhalogenidfotografie
- 2. Behandeln von Bädern und deren Überläufen aus fotografischen Prozessen der Z 1.

Das Behandeln von fotografischen Bädern und deren Überläufen wird im Hinblick auf die Forderung des § 1 Abs. 2 der AEV (Erfassung von Bädern und ihren Überläufen getrennt von den Spülwässern) als separate Tätigkeit im Rahmen der fotografischen Prozesse gewertet.

Bei fotografischen Arbeiten können auch Abwässer anfallen, die nicht dem Geltungsbereich der AEV Druck - Foto unterliegen. Es sind dies:

- a) Abwasser aus Kühlsystemen und Dampferzeugern
- b) Abwässer aus Laboratorien
- c) Abwasser aus der Wasseraufbreitung
- d) Häusliches Abwasser.

Für die Abwässer der lit. a bis d gelten jeweils eigene AEVen. Bei gemeinsamer Ableitung derartiger Abwässer mit Abwasser aus fotografischen Prozessen sind die Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln des § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV zu beachten. Dies bedeutet insbesondere, dass in Laboratorien, in welchen fotografische Prozesse eingesetzt werden, das Abwasser aus diesen fotografischen Prozessen als Teilstrom des Laborabwassers zu behandeln ist.

3 Gegenwärtige Entsorgungssituation

3.1 Grafische Prozesse

Die genaue Anzahl der in Österreich tätigen grafischen Betriebe oder Anlagen ist im Hinblick auf die Heterogenität der Sparte nicht exakt eruierbar; sie wird auf 3000 bis 4000 geschätzt. In diesen Zahlen enthalten sind auch Anwender oder Branchen von grafischen Prozessen in anderen Produktionsparten (zB. Hersteller von Verpackungen, Werbemitteln oder Tapeten, Hausdruckereien).

Bei der überwiegenden Anzahl der Abwassereinleitungen handelt es sich um Kleineinleitungen, bei denen die Tagesabwassermenge 100 Liter kaum übersteigt; selbst bei manchen Betrieben mit mehreren hundert Beschäftigten gibt es Fälle, wo die Tagesabwassermenge aus den grafischen Prozessen 10 Kubikmeter nicht übersteigt. Bei Großbetrieben allerdings beträgt die Produktionsabwassermenge mitunter mehrere hundert Kubikmeter pro Tag.

Druckereibetriebe sind in Österreich durchwegs Indirekteinleiter in öffentliche Kanalisationen. Aufgrund der eingeleiteten Abwassermengen unterliegt ein Großteil nur der wasserrechtlichen Mitteilungspflicht an das Kanalisationsunternehmen, nicht jedoch der wasserrechtlichen Bewilligungspflicht (32b Abs. 2 und 5 WRG 1959). Die bloß mitteilungspflichtigen Indirekteinleiter sind verpflichtet, die nach § 33b Abs. 3 WRG 1959 verordneten Emissionsbegrenzungen ohne Tätigwerden der Behörde einzuhalten. Die Beschaffenheit des abgeleiteten Abwassers ist durch einen Befugten im Auftrag des Indirekteinleiters zu erheben und dem Kanalisationsunternehmen in zweijährlichen Intervallen bekannt zu geben (§32b Abs. 3 WRG 1959).

Die verordneten Emissionsbegrenzungen sind seit 1992 in der Verordnung BGBl. Nr. 611/1992 festgelegt. Die Verordnung wurde am 24. September 1992 kundgemacht und trat am 25. September 1992 in Kraft. Sie sah eine Anpassungsfrist für bestehende Einleitungen von 5 Jahren vor; für Kleinbetriebe (Tagesabwassermenge nicht größer als 2 Kubikmeter, Druckfarbenverbrauch nicht größer als 300 kg/Jahr und 30 kg/Woche) war eine Anpassungsfrist von 7 Jahren festgelegt. Beide Anpassungsfristen sind mittlerweile abgelaufen.

3.2 Fotografische Prozesse

Die fotografische Sparte ist ähnlich strukturiert wie das grafische Gewerbe. Die überwiegende Anzahl der Abwassereinleitungen sind Kleineinleitungen mit Tagesabwassermengen von kaum über 100 Liter. Daneben existieren aber auch Großbetriebe mit Abwassereinleitungen von mehreren hundert Kubikmetern pro Tag.

Abgesehen vom Herkunftsbereich Fahrzeugtechnik gibt es unter den Abwasserherkunftsbereichen s § 4 Abs. 2 AAEV keinen, der mit einer größeren Anzahl von Einleitungen vertreten ist als der Bereich Fotografische Prozesse. Die Gesamtanzahl der Einleiter beträgt in Österreich vorsichtig geschätzt etwa 15 000; darin enthalten sind auch die Anwender aus dem medizinischen Bereich (allein etwa 3 000 Zahnpraxen) und auch die Druckereien nach Kap. 3.1. Die Gesamtmenge des pro Jahr verarbeiteten Film- und Fotopapiermaterials wird auf 10 bis 15 Mio. Quadratmeter geschätzt.

Folgende Anfallstellen für Abwasser aus fotografischen Prozessen können identifiziert werden:

- Arztpraxen (z.B. Orthopäden, Zahnärzte, Röntgenärzte)
- Einrichtungen des Gesundheitswesens (Ambulatorien, Krankenhäuser)
- Filmstudios und –ateliers
- Militärdienststellen (Radar- und Flugüberwachung)
- Druckereien, Verlage
- Fotolaboratorien (Fotografen, Reporter uä.)
- Öffentliche Lichtbildstellen
- Leiterplattenhersteller
- Unternehmen der Mikrofilmtechnik
- Repro - Anstalten
- Textildruckereien
- Betriebe anderer Branchen (zB. Materialprüfung).

Zu erwähnen sind auch die gewerblichen Sammler und Verarbeiter verbrauchter fotografischer Bäder, weil auch sie in den Geltungsbereich der AEV Druck - Foto fallen.

Vor Inkrafttreten der Erstfassung der AEV Druck - Foto am 25. September 1992 (BGBl. Nr. 611/1992) wurde von Behördenseite der Abwasserbeseitigung aus fotografischen Prozessen (insbesondere bei Kleineinleitungen) in der Regel keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt – vermutlich auch, weil einheitliche bundesweite Vorgaben nicht existierten. In manchen Bundesländern wurde die Sammlung und ordnungsgemäße Beseitigung der Konzentrate als flüssiger Abfall bzw. als Wirtschaftsgut gefordert; um die Wasch- und Spülwässer kümmerte man sich häufig nicht.

Wie im grafischen Bereich sind auch die fotografischen Betriebe oder Anlagen ganz überwiegend Indirekteinleiter in öffentliche Kanalisationen. Aufgrund der abgeleiteten Tagesabwassermengen

handelt es sich in der großen Anzahl der Fälle um bloß mitteilungspflichtige Einleitungen (§ 32b Abs. 2 und 5 WRG 1959). Die bloß mitteilungspflichtigen Indirekteinleiter sind ex lege und ohne Tätigwerden der Wasserrechtsbehörde verpflichtet, die gemäß § 33b Abs. 3 WRG 1959 verordneten Emissionsbegrenzungen einzuhalten. Seit 1992 gelten die Grenzwerte der Anlage B des BGBl. Nr. 611/1992; bei Inkrafttreten der novellierten AEV Druck - Foto am 31. Jänner 2003 werden sie durch die neuen Emissionsbegrenzungen abgelöst.

BGBl. Nr. 611/1992 sah eine Anpassungsfrist für bestehende Einleitungen von 5 Jahren vor; für Kleinbetriebe (Tagesabwassermenge nicht größer als 2 Kubikmeter, Verbrauch an Filmmaterial nicht größer als 100 m²/Jahr oder Fotopapier nicht größer als 1000 m²/Jahr) war eine Anpassungsfrist von 7 Jahren festgelegt. Beide Anpassungsfristen sind mittlerweile abgelaufen.

4 Stand der Technik

Folgende Maßnahmen können in Erwägung gezogen werden, um die Emissionsbegrenzungen der AEV Druck - Foto gesichert einzuhalten:

4.1 Bei grafischen Prozessen

- a) beim Hochdruckverfahren weitestgehender Verzicht auf den Einsatz von Galvanos und von Metallklischeeätzung, von organischen Lösungsmitteln bei der Herstellung von Kunststoffklischees und von schwermetallhaltigen oder halogenierten Arbeits- und Hilfsstoffen bei wassergebundenen Farbsystemen;
- b) beim Tiefdruckverfahren in Abhängigkeit von Produktionsart und -verfahren Übergang vom Ätzverfahren auf wasserfreie Methoden der Druckformenherstellung (zB. Gravur); Verzicht auf den Einsatz quecksilberhaltiger Trennmittel bei der Zylinderherstellung; Vermeidung der Mischung von Abwasser und organischen Lösungsmitteln bei der Zylinderkorrektur; gesonderte Erfassung und Verwertung aromatenhaltiger Kondensate aus der Abluftreinigung; Kreislaufführung des Wischwassers im Stichtiefdruck erforderlichenfalls unter Einsatz von Zwischenreinigungsmaßnahmen;
- c) beim Durchdruckverfahren Verzicht auf den Einsatz chlorabspaltender oder permanganathaltiger Chemikalien bei der Druckformenherstellung; weitestgehender Verzicht auf den Einsatz schwermetallhaltiger Roh-, Arbeits- und Hilfsstoffe (ausgenommen Eisen oder Kupfer aus Phthalocyaninpigmenten); Verzicht auf den Einsatz von Reinigungsmitteln, die halogenorganische oder aromatische Lösungsmittel enthalten; bei unvermeidbarem Ein-

- satz von organischen Lösungs- oder Reinigungsmitteln weitestgehende Verhinderung des Kontaktes zu Wisch- und Reinigungswasser;
- d) beim Flachdruckverfahren in Abhängigkeit von Produktionsart und –verfahren Einsatz vorbeschichteter Monometallplatten; weitestgehender Verzicht auf den Einsatz von Mehrmetallplatten oder Chromatschichten; weitestgehender Ersatz von Feuchttexilwalzen durch Feuchthartwalzen; Verzicht auf den Einsatz von organischen Lösungsmitteln zur Reinigung von Feuchttexilwalzen; Kreislaufführung von Reinigungswasser erforderlichenfalls unter Einsatz von Zwischenreinigungsmaßnahmen; Verzicht auf den Einsatz von Reinigungsmitteln, die halogenorganische oder aromatische Lösungsmittel enthalten; bei unvermeidbarem Einsatz von organischen Lösungs- oder Reinigungsmitteln weitestgehende Verhinderung des Kontaktes zu Wisch- oder Reinigungswasser;
 - e) Erfassung und Behandlung von bei der Herstellung der Kopiervorlagen, der Übertragung und Fixierung von Druckbildern sowie bei der Druckformenherstellung anfallenden hochbelasteten Bädern, Entwicklern, Fixierern etc., die nicht extern als flüssiger Abfall entsorgt werden, sowie von hochbelastetem Abwasser aus dem Druckereibetrieb getrennt von niedrig belastetem Spül- oder sonstigem Abwasser;
 - f) Mehrfachnutzung von Spülwässern mittels geeigneter Verfahren wie Kaskadenspülung, Spitzspülung, Kreislaufführung mittels Ionentauscher etc.; Rückgewinnung oder Rückführung dafür geeigneter Badinhaltsstoffe aus Spülbädern in die Prozessbäder;
 - g) Weitestgehende Umstellung von Handbetrieb auf Bearbeitungsmaschinen;
 - h) Weitestgehende Einschränkung des Einsatzes von Ammoniak; gesonderte Erfassung und Behandlung von schwermetallhaltigen und ammoniakalischen Bädern zwecks Verhinderung der Bildung von Schwermetall - Aminkomplexen;
 - i) Soweit aufgrund der eingesetzten Produktionsverfahren möglich Verzicht auf den Einsatz von Roh-, Arbeits- oder Hilfsstoffen mit wassergefährdenden Eigenschaften; Beachtung der ökotoxikologischen Angaben in den Sicherheitsdatenblättern der eingesetzten Stoffe; weitestgehender Verzicht auf den Einsatz von Druckfarben, die toxische Schwermetallverbindungen enthalten; Einsatz von organischen Komplexbildnern, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von nicht kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827 Februar 1996);
 - j) Bevorzugter Einsatz physikalischer oder physikalisch - chemischer Verfahren zur Zerstörung von Komplexbildnern oder zur Cyanid- und Nitritoxidation; bei Einsatz chemischer Verfahren bevorzugte Anwendung von Ozon, Wasserstoffperoxid oder anderer Persauerstoffverbindungen; Verzicht auf den Einsatz von halogenhaltigen oder halogenabspaltenden Chemikalien in der Abwasserreinigung;

- k) Gesonderte Erfassung und Reinigung saurer, basischer, chromat-, cyanid-, nitrit-, komplexbildner- und sulfathaltiger Abwasserteilströme;
- l) Einsatz von Pufferbecken zur Abminderung von Abwassermengen- und Schmutzfrachtspitzen;
- m) Einsatz physikalischer, physikalisch - chemischer oder chemischer Abwasserreinigungsverfahren für einzelne Teilströme (zB. Oxidation/Reduktion, Fällung/Flockung, Emulsionspaltung, Zementation, Extraktion, Membrantechnik, Elektrolyse) und für das Gesamtabwasser (zB. Neutralisation, Sedimentation, Filtration, Fällung/Flockung, Ionentausch);
- n) Vom Abwasser gesonderte Erfassung und Verwertung der bei der Produktion oder bei der Abwasserreinigung anfallenden Rückstände oder deren externe Entsorgung als Abfall (Abfallwirtschaftsgesetz BGBl. Nr. 325/1990);

4.2 bei fotografischen Prozessen

- a) Erfassung von Fixier-, Entwickler-, Bleich- und Bleichfixierbädern sowie deren Überläufe zur Behandlung und Reinigung völlig getrennt von den Spülwässern;
- b) Verminderung von Badverschleppungen durch geeignete Verfahren wie zB. Spritzschutz, verschleppungsarme Transporttechniken für Filme oder Fotopapier;
- c) Verminderung des Spülwasserverbrauchs durch Einsatz von Verfahren wie z.B. Kaskadenspülung, Wassersparschaltung oder Kreislaufführung über Ionentauscher;
- d) Einsatz von Bearbeitungsmaschinen; Arbeiten im Handbetrieb nur bei Herstellung von Kleinstmengen;
- e) Kreislaufführung von Entwicklungs-, Fixier-, Bleich- und Bleichfixierbädern nach vorhergehender Regeneration;
- f) Einsatz von Rückgewinnungs- und Verwertungstechniken für die in den verbrauchten Fixier-, Entwickler-, Bleich- und Bleichfixierbädern enthaltenen Wertstoffe, insbesondere Rückgewinnung von Silber aus Fixier- oder Bleichfixierbädern;
- g) Rückgewinnung von Silber aus dem Regenerat der Ionentauscher für die Spülwasserentsilberung;
- h) Beachtung der ökotoxikologischen Angaben in den Sicherheitsdatenblättern der eingesetzten Arbeits- und Hilfsstoffe; Verzicht auf den Einsatz von halogenhaltigen oder halogenabspaltenden Chemikalien bei der Behandlung von verbrauchten Bädern; Einsatz von organischen Komplexbildnern, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von nicht kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827 Februar 1996);

- i) Einsatz von Pufferbecken zur Abminderung von Abwassermengen- und Schmutzfrachtspitzen;
- j) Einsatz physikalischer, physikalisch - chemischer oder chemischer Abwasserreinigungsverfahren für einzelne Teilströme (zB. Oxidation/Reduktion, Fällung/Flockung, Zementation, Membrantechnik, Elektrolyse) und für das Gesamtabwasser (zB. Neutralisation, Sedimentation, Filtration, Fällung, Flockung, Ionentausch);
- k) Vom Abwasser gesonderte Erfassung und Verwertung der bei der Produktion oder bei der Abwasserreinigung anfallenden Rückstände oder deren externe Entsorgung als Abfall (Abfallwirtschaftsgesetz BGBl. Nr. 325/1990).

5 Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen

5.1 Parameterauswahl

5.1.1 Grafische Prozesse

Die Inhaltsstoffe des Abwassers aus grafischen Prozessen stammen sowohl aus der Druckformenherstellung wie aus dem Druckbetrieb; wesentliche Anfallursachen sind das Druckplattenmaterial, die eingesetzten Foto- und Entwicklerchemikalien sowie die Druckfarben und die beim Druckbetrieb eingesetzten Hilfs- und Reinigungsmittel. Eine detaillierte Beschreibung enthält Kap. 1.1.3.

Während Parameter wie Temperatur, Toxizität, Abfiltrierbare Stoffe, pH - Wert, Aluminium, Eisen, Ammonium, Nitrit, Phosphor - Gesamt, Sulfit, TOC, CSB, BSB₅, AOX und Summe der Kohlenwasserstoffe von allgemeiner Bedeutung für die Abwasserbeschaffenheit aus grafischen Tätigkeiten sind, können für die einzelnen Druckverfahren nachstehend genannte Parameter zusätzlich wichtig sein:

- Zink, Kupfer, Chrom - Gesamt, Chrom VI, und BTXE für Hochdruck
- Zink, Silber, Nickel, Kupfer, Cyanid leicht freisetzbar, Chrom - Gesamt, Chrom VI und BTXE für Tiefdruck
- Zink, Kupfer, Cobalt, Chrom - Gesamt, Chrom VI und BTXE bei Flachdruck
- Zink, Silber, Kupfer, Cobalt, Chrom - Gesamt, Chrom VI, Cadmium, Blei und BTXE bei Durchdruck (Siebdruck).

5.1.2 Fotografische Prozesse

Die Inhaltsstoffe des Abwassers stammen aus den im Filmmaterial enthaltenen Substanzen und aus den beim Entwicklungsvorgang eingesetzten Chemikalien bzw. den bei der Entwicklung entstehenden Reaktionsprodukten. Eine detaillierte Aufstellung enthalten Kap. 1.2.3 und 1.2.4.

Bei der Parameterauswahl für die Überwachung ist zu unterscheiden zwischen der Einleitung von behandelten fotografischen Bädern und der Einleitung von Wasch- und Spülwasser. Während für die Überwachung der Einleitung verbrauchter Bäder unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Maßgeblichkeit (§ 4 Abs. 1 AAEV) alle Parameter der Anlage B der AEV Druck – Foto in Frage kommen, kann die Überwachung des Wasch- und Spülwassers lediglich an Hand des Parameters Silber erfolgen.

5.2 Emissionsbegrenzungen

Gemäß § 33b Abs. 3 WRG 1959 hat der BMLFUW bei der Festlegung der Emissionsbegrenzungen auf die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, den Stand der Abwasserreinigungstechnik und die Möglichkeiten zur Abwassermengenreduktion Bedacht zu nehmen. Darüber hinaus darf nach § 33b Abs. 2 WRG 1959 die Einleitung gefährlicher Stoffe nur soweit gestattet werden, als nach dem Stand der Technik die Vermeidung nicht möglich ist.

Sowohl bei grafischen wie auch bei fotografischen Prozessen wird eine größere Anzahl von Stoffen verwendet, die unter den Begriff „gefährlich“ im Sinne der Definition des § 33a WRG 1959 fallen. Neben den üblichen Emissionsbegrenzungen in Form von Konzentrationen oder spezifischen Frachten werden künftig Ableitungsverbote (Nullemissionen) für derartige Stoffe gelten, da Vermeidungs- oder Substitutionstechniken verfügbar sind.

5.2.1 Grafische Prozesse

Die Ableitung nachstehend genannter Stoffe mit dem Abwasser ist künftig verboten:

1. organische Komplexbildner, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Medium von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (ÖNORM EN ISO 7827 Februar 1996)
2. Arsen oder Quecksilber und deren Verbindungen

3. Farbpigmente, welche die Schwermetalle Blei, Cadmium oder Chrom oder deren Verbindungen enthalten (ausgenommen Blei oder Cadmium oder deren Verbindungen bei keramischem Durchdruck)
4. Roh-, Arbeits- oder Hilfsstoffe mit chlorhaltigen oder chlorabspaltenden Substanzen
5. Organische Lösungsmittel aus dem Einsatz als Reinigungsmittel für Feuchttexilwalzen aus dem Flachdruck

Die Emissionsbegrenzungen des Anhanges A der AEV Druck - Foto beziehen sich auf die Beschaffenheit des Abwassers an der Einleitungsstelle in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation. Erfolgt Druckformenherstellung und Drucken an einem Standort, so sind Abwässer aus diesen beiden Tätigkeiten als Teilströme im Sinne des § 4 Abs. 7 AAEV zu behandeln.

Für Kleineinleiter des grafischen Gewerbes, die ihr Abwasser in eine öffentliche Kanalisation ableiten, enthält die AEV Druck - Foto vereinfachte Überwachungsbestimmungen. Eine Emissionsbegrenzung für einen Abwasserparameter der Anlage A der AEV Druck - Foto gilt danach auch als eingehalten, wenn:

1. der wasserrechtlichen Bewilligung
 - a) eine Tagesabwassermenge entsprechend einem Tageswasserverbrauch von nicht größer als 5 Kubikmeter (bestimmt als arithmetisches Mittel des Tageswasserverbrauches eines Monats) und
 - b) ein Verbrauch an Druckfarben von nicht größer als 100 kg pro Monat zugrunde liegt und
2. die ständige Beachtung der in Betracht kommenden Maßnahmen nach dem Stand der Technik gemäß Kap. 4.1 erfolgt und
3. regelmäßige und zeitlich durchgehende Aufzeichnungen betreffend
 - a) den Wasser- und Druckfarbenverbrauch nach Z 1 und
 - b) die Einhaltung der in Betracht kommenden Maßnahmen nach dem Stand der Technik nach Z 2, insbesondere auch hinsichtlich der ordnungsgemäßen Entsorgung der anfallenden festen und flüssigen Abfällegeführt werden, diese Aufzeichnungen zur jederzeitigen Einsichtnahme durch die Behörde bereitgehalten werden und in zweijährlichen Intervallen auf der Grundlage dieser Aufzeichnungen ein Bericht betreffend die Einhaltung der Festlegungen der Z 1 und 2 der Behörde vorgelegt wird.

Bei Durchführung der Überwachung nach den Bestimmungen der Z 1 bis 3 ist eine Überwachung mittels Abwasserprobenahme und –analyse nicht erforderlich. Diese Festlegungen sollen Kostenentlastungen für Kleinbetriebe bewirken; sie sind in Kongruenz mit den Bestimmungen des § 4 Abs. 5 Z 3 Indirekteinleiterverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998) für all jene Einleiter in öffentliche Kanalisationen anwendbar, deren Einleitung lediglich mitteilungs-pflichtig ist.

5.2.2 Fotografische Prozesse

Organische Komplexbildner, die eine Gesamtabbaubarkeit durch aerobe Mikroorganismen in einem wässrigen Milieu von kleiner als 80% nach einer Testdauer von 28 Tagen aufweisen (Prüfung gemäß ÖNORM EN ISO 7827 Februar 1996), dürfen im Abwasser aus der Behandlung von Bleichbädern oder Bleichfixierbädern nicht enthalten sein. Derartige Komplexbildner sind schwer abbaubar und nach der Definition des § 33a WRG 1959 als gefährlich einzustufen (.....langlebig und anreicherungsfähig.....).

Die Emissionsbegrenzungen des Anhanges B der AEV Druck - Foto beziehen sich auf die Beschaffenheit des Abwassers an der Einleitungsstelle in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation. Wasch- und Spülwasser ist strikt getrennt von den Bädern und ihren Überläufen zu erfassen und zu reinigen. Die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen für gefährliche Stoffe (siehe die Aufzählung in § 2 der AEV) ist zwingend vor Vermischung mit dem jeweils anderen Teilstrom nachzuweisen (siehe auch die Forderung in § 1 Abs. 2 der AEV).

Bei Wasch- und Spülwasser beziehen sich die verarbeitungsspezifischen Emissionsbegrenzungen für Silber auf die pro Monat verarbeitete Film- oder Fotopapiermenge. Die höchstzulässig verarbeitbare Menge ist von der Behörde bei der wasserrechtlichen Bewilligung zu definieren. Abweichend von den sonstigen AEVEN wird nicht die Verarbeitungskapazität der Maschinen als Berechnungsgrundlage verwendet, sondern die tatsächlich verarbeitete Menge. Zu begründen ist dies damit, dass zahlreiche Betriebe hohe Maschinenkapazitäten installiert haben, diese Maschinen aber oft nur ein bis zwei Stunden pro Arbeitstag in Betrieb sind.

Für die Kleineinleiter des fotografischen Gewerbes, die ihr Abwasser in eine öffentliche Kanalisation abgeben, enthält die AEV Druck - Foto vereinfachte Überwachungsbestimmungen. Eine Emissionsbegrenzung für einen Abwasserparameter des Anhanges B der AEV Druck - Foto gilt danach auch als eingehalten, wenn:

1. der wasserrechtlichen Bewilligung

- a) eine Tageswassermenge entsprechend einem Tageswasserverbrauch von nicht größer als 5 Kubikmeter (bestimmt als arithmetisches Mittel des Tageswasserverbrauchs eines Monats) und
- b) eine Verarbeitungsmenge an Filmmaterial von nicht größer als 30 m² pro Monat oder eine Verarbeitungsmenge an Fotopapier von nicht größer als 300 m² pro Monat

zugrunde liegt und

- 2. die ständige Beachtung der in Betracht kommenden Maßnahmen nach dem Stand der Technik gemäß Kapitel 4.2 erfolgt und
- 3. kein Abwasser aus der Behandlung von fotografischen Bädern oder deren Überläufen abgeleitet wird und
- 4. regelmäßige und zeitlich durchgehende Aufzeichnungen betreffend
 - a) den Wasserverbrauch sowie die verarbeiteten Mengen an Filmmaterial und Fotopapier nach Z 1 und
 - b) die Einhaltung der in Betracht kommenden Maßnahmen nach dem Stand der Technik nach Z 2, insbesondere auch hinsichtlich der ordnungsgemäßen Entsorgung der anfallenden festen Abfälle
 - c) die ordnungsgemäße Entsorgung der fotografischen Bäder und deren Überläufe entsprechend der Anforderung der Z 3

geführt werden, diese Aufzeichnungen zur jederzeitigen Einsichtnahme durch die Behörde bereitgehalten werden und in zweijährlichen Intervallen auf der Grundlage dieser Aufzeichnungen ein Bericht betreffend die Einhaltung der Festlegungen der Z 1 bis 3 der Behörde vorgelegt wird.

Bei Durchführung der Überwachung nach den Bestimmungen der Z 1 bis 4 ist eine Überwachung mittels Abwasserprobenahme und -analyse nicht erforderlich. Diese Festlegungen sollen Kosteneinsparungen für Kleinbetriebe bewirken; sie sind in Kongruenz mit den Bestimmungen des § 4 Abs. 5 Z 3 Indirekteinleiterverordnung (IEV, BGBl. II Nr. 222/1998) für all jene Einleiter in öffentliche Kanalisationen anwendbar, deren Einleitung lediglich mitteilungsspflichtig ist.

6. Umsetzung wasserbezogener EU-Richtlinien

Gemäß RL 76/464/EWG legt die EU Programme zur Vermeidung oder Verminderung der Gewässerbelastung durch Stoffe der Liste I (Schwarze Liste) fest. Für die Stoffe der Liste II (Graue Liste) legen die Mitgliedstaaten autonome Programme zur Verminderung der Gewässerbelastung

fest; weiters legen die Mitgliedstaaten für jene Stoffe der Liste I, für welche die EU noch keine Regelungen erlassen hat, interimistisch autonome Regelungen fest.

Für den Bereich grafische und fotografische Prozesse hat die EU bisher noch keine abwasserrelevanten Grenzwerte für Stoffe der Liste I erlassen.

In nachstehend genannten Tochterrichtlinien zu 76/464/EWG sind allerdings Hinweise gegeben, dass die Mitgliedstaaten verpflichtet sind, eigenständig tätig zu werden:

RL 83/514/EWG	Einsatz von Cadmium oder Cadmiumverbindungen
RL 84/156/EWG	Einsatz von Quecksilber oder Quecksilberverbindungen
RL 86/280/EWG	Einsatz von Tetrachlorkohlenstoff als Lösungsmittel
RL 88/347/EWG	Einsatz von Chloroform als Lösungsmittel
RL 90/417/EWG	Einsatz von 1,2-Dichlorethan, Trichlorethen und Tetrachlorethen als Lösungsmittel.

Die Anwendung halogenorganischer Lösungsmittel ist auf Grund der Regelungen des Chemikalienrechtes großteils untersagt. Durch die Festlegung von Emissionsbegrenzungen für die Parameter AOX und POX ist den Forderungen der EU auch im Abwasserbereich entsprochen.

Für nachstehend genannte Stoffe der Listen 1 und 2 der RL 76/464/EWG haben die Mitgliedstaaten eigenständige Regelungen zu treffen:

Blei, Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Silber, Zink, Zinn, Ammonium/Ammoniak, Cyanid leicht freisetzbar, Cyanid - Gesamt, Nitrit, Phosphor - Gesamt, AOX, Kohlenwasserstoffe, POX und Aromaten (BTXE).

Die Emissionsbegrenzungen der AEV Druck - Foto stellen die Umsetzung der von der EU geforderten Aktionsprogramme (Art. 7 der RL) zur Vermeidung oder Verminderung der Ableitung der genannten Stoffe aus grafischen und fotografischen Prozessen dar.

7 Fristen

Die AEV Druck - Foto wurde am 31. Jänner 2002 mit BGBl. II Nr. 45/2002 kundgemacht. Sie tritt ein Jahr nach der Kundmachung in Kraft. Für Einleitungen aus dem Bereich Druck - Foto, die nach

dem 25. September 1992 erstmalig wasserrechtlich bewilligt wurden, gilt ein Anpassungszeitraum von 5 Jahren zur Erfüllung der Anforderungen der AEV (Einleitungsverbote und Emissionsgrenzwerte nach den Anhängen A und B).

Mit Inkrafttreten von BGBl. II/.... tritt die Verordnung BGBl. Nr. 611/1992 sowie Abschnitt VIII der Verordnung BGBl. 537/1993 (Korrekturverordnung) außer Kraft.