

**Hinweise und Erläuterungen zum Anhang 56 der
Abwasserverordnung**

**Herstellung von Druckformen, Druckerzeugnissen
und grafischen Erzeugnissen**

Nur für den Dienstgebrauch

1 Anwendungsbereich	4
2 Abwasseranfall und Abwasserbehandlung	6
2.1 Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers	6
2.1.1 Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren	6
2.1.1.1 Satz- und Reproherstellung	6
2.1.1.2 Hochdruck	6
2.1.1.3 Flachdruck (Offsetdruck)	11
2.1.1.4 Durchdruck (Siebdruck)	17
2.1.1.5 Tiefdruck	20
2.1.1.6 Druckweiterverarbeitung (Nachbehandlung)	28
2.1.2 Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit	29
2.1.2.1 Satz- und Reproherstellung	29
2.1.2.2 Hochdruck	29
2.1.2.3 Flachdruck (Offsetdruck)	30
2.1.2.4 Durchdruck (Siebdruck)	32
2.1.2.5 Tiefdruck	32
2.1.2.6 Druckweiterverarbeitung	33
2.2 Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren	33
2.2.1 Maßnahmen zur Abwasservermeidung	33
2.2.1.1 Satz und Reproherstellung	33
2.2.1.2 Hochdruck	34
2.2.1.3 Flachdruck (Offsetdruck)	34
2.2.1.4 Durchdruck (Siebdruck)	34
2.2.1.5 Tiefdruck	35
2.2.1.6 Druckweiterverarbeitung	35
2.2.2 Maßnahmen zur Abwasserbehandlung	36
2.2.2.1 Satz- und Reproherstellung	36
2.2.2.2 Hochdruck	36
2.2.2.3 Flachdruck (Offsetdruck)	36
2.2.2.4 Durchdruck (Siebdruck)	37
2.2.2.5 Tiefdruck	37
2.2.2.6 Druckweiterverarbeitung	37
2.3 Abfallbehandlung und Abfallverwertung	37
3 Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind	39
3.1 Hinweise für die Auswahl der Parameter	39
3.2 Hinweise für die Auswahl der Parameter, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen	40
4 Anforderungen an die Abwassereinleitung	41
4.1 Anforderungen nach § 7a WHG	41
4.2 Weitergehende Anforderungen	41
4.3 Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregelungen	41
4.4 Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen	41
5 Übergangsregelungen und -fristen (§ 7a Abs. 3 WHG)	42
6 Hinweise zur Fortschreibung des Anhangs	42

7	Literatur	42
8	Erarbeitung der Grundlagen	42
9	Glossar	43

Nur für den Dienstgebrauch

Hinweise und Erläuterungen zum Anhang 56 der Abwasserverordnung Herstellung von Druckformen, Druckerzeugnissen und grafischen Erzeugnissen

1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für Abwasser, dessen Schadstofffracht im Wesentlichen aus den folgenden Bereichen einschließlich der Druckformenherstellung und der dazugehörigen Vor-, Zwischen- und Nachbehandlung stammt:

1. Satz- und Reproherstellung,
2. Hochdruck,
3. Flachdruck (Offsetdruck),
4. Durchdruck (Siebdruck) und
5. Tiefdruck.

Dieser Anhang gilt nicht für Abwasser aus Textildruckereien mit Ausnahme der Druckformenherstellung (z.B. Druckschablonen und Druckzylinder), aus der Silberhalogenid-Fotografie sowie aus indirekten Kühlsystemen und aus der Betriebswasseraufbereitung.

Dieser Anhang gilt ferner nicht für Abwasser aus Betrieben der Bereiche Satz- und Reproherstellung, Hochdruck, Flachdruck sowie Durchdruck, wenn der für die Produktion notwendige Frischwassereinsatz weniger als 250 m³ im Jahr beträgt, das Abwasser in einer biologischen Kläranlage behandelt wird und folgende Abwasserströme nicht eingeleitet werden:

1. Bereich Satz- und Reproherstellung
Chrom- oder zinkhaltiges Abwasser aus der Verarbeitung von Kartografiefolien oder Farbfolien;
2. Bereich Hochdruck
 - a) Abwasser aus Reinigungsvorgängen von Maschinen, Anlagen und Druckformen mit Druckfarbenanhaftungen oder Abwasser aus Reinigungsvorgängen bei Einsatz von Kohlenwasserstoffen,
 - b) Abwasser aus der Herstellung von Metallklischees;
3. Bereich Flachdruck
 - a) Abwasser aus der Ätzung von Mehrmetallplatten,
 - b) Abwasser aus maschinellen Reinigungsvorgängen von Maschinen, Anlagen und Druckformen mit Druckfarbenanhaftungen bei gleichzeitigem Einsatz von Reinigungschemikalien,
 - c) kupferhaltige Negativplattenentwickler,
 - d) Feuchtwasser;
4. Bereich Durchdruck
 - a) Abwasser aus Reinigungs- oder Entschichtungsverfahren bei Verwendung schwermetallhaltiger Einsatzstoffe (Ausnahme Kupfer aus Phthalocyaninpigmenten),
 - b) Abwasser aus Reinigungs- oder Entschichtungsverfahren bei gleichzeitigem Einsatz von Kohlenwasserstoffen, Halogenkohlenwasserstoffen oder Aktivchlor,
 - c) Abwasser aus der Herstellung von Metallsieben.

In Deutschland gibt es etwa 25.000 Druckereien. Die überwiegende Zahl dieser Betriebe (ca. 95 %) beschäftigt weniger als 50 Mitarbeiter, die Zahl der Betriebe mit mehr als 1.000 Mitarbeitern liegt zwischen 10 und 20. Fast alle Betriebe leiten ihr Abwasser in öffentliche Abwasseranlagen ein. Es ist zu erwarten, dass 90 – 95 % der Druckereien bereits jetzt oder nach geringen Änderungen der Abwasserverhältnisse nicht unter den Anwendungsbereich des Anhangs fallen.

Mit den vorgenannten Druckverfahren werden im Wesentlichen folgende Produkte hergestellt:

Hochdruck

Im Bereich Flexodruck (90 %) werden Verpackungen, Pappe, Wellpappe, Folien und Tapeten, im Bereich Zeitungshochdruck (10 %) Tageszeitungen und im Bereich Metalldruckformen (1 %) Geschäftskarten, Familiendrucksachen und Nostalgiegedrucke im Bleisatz hergestellt.

Flachdruck

Hier werden Kartaloge, Zeitschriften, Zeitungen, Werbedrucksachen, Bücher, Artikel aus dem Akzidenzbereich, Verpackungen, Postwertzeichen und Tapeten produziert.

Durchdruck

Mit diesem Verfahren werden Werbeartikel aller Art aus Kunststoff, Papier, Pappe, Glas und Metall bedruckt. Auch für Leiterplatten, Glas- und Keramikdekors, Formteile, Autoglas, Schilder, Lichtreklamen, Textilien und Tapeten wird dieses Verfahren eingesetzt.

Tiefdruck

Im Bereich Illustrationstiefdruck (90 %) werden Zeitschriften, Tapeten, Dekors und Kataloge mit hohen Auflagen, mit Verpackungstiefdruck (5 %) Pappe, Wellpappe und Folien produziert. Der Stichtiefdruck (5 %) dient zur Herstellung von Banknoten, Wertpapieren und Postwertzeichen.

Die Prozessabläufe und die jeweilige Druckformenherstellung in den einzelnen Druckverfahren sind sehr unterschiedlich. Einige wenige Betriebe stellen ausschließlich Druckformen her. Die im Bereich der Textilindustrie verwendeten Metalldruckformen werden überwiegend in derartigen Spezialbetrieben hergestellt. Bei der Herstellung von Metalldruckformen auf galvanischem Wege oder durch Ätzen können große Mengen stark schwermetallhaltiges Abwasser anfallen.

Auch in anderen Bereichen kommt Abwasser mit hohen Schadstoffgehalten vor. Einzelne Betriebe (z.B. Tiefdruckereien mit eigener Druckformenherstellung, Flexodrucker mit wasserbasierten Farben) leiten über 100 m³/d Abwasser mit teilweise hohen Schwermetallgehalten ab. Daneben gibt es noch eine relativ geringe Anzahl von Spezialbetrieben (Klischeeätzereien, Kartografiebetriebe), die sehr kleine Mengen (wenige m³/a) solchen Abwassers ableiten. In den meisten Betrieben treten sporadisch, häufig nur einmal wöchentlich oder in noch größeren Abständen, relativ kleine Abwasserströme mit höheren Metallgehalten auf (z. B. Feuchtwasser im Bogenoffset, Offset-Negativentwickler).

2 Abwasseranfall und Abwasserbehandlung

2.1 Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

2.1.1 Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren

2.1.1.1 Satz- und Reproherstellung

Satz- und Reproarbeiten sind Vorarbeiten der Druckformenherstellung. Im Satz werden die Textvorlagen, in der Repro die Bildvorlagen als Film oder Datensatz zur Herstellung der Druckform erzeugt. Fast jede Druckerei betreibt eine eigene Reproabteilung. In Kartografiebetrieben werden Folien verwendet, die als Bildvorlagen für den Kartendruck zum Einsatz kommen und deshalb in den Bereich Reproherstellung einzuordnen sind.

Die Satzherstellung für den Buchdruck, das Zusammenfügen von Bleibuchstaben bzw. Buchstabenzeilen mit Messinglinien und Metallklischees zu Druckseiten ist abwasserfrei.

Die Herstellung von **Kopiervorlagen** (im Tiefdruck Abtastvorlagen) für die Druckformenherstellung erfolgt häufig auf fotografischem Weg. Über elektronische Setzsysteme, Scanner oder Kamera werden die angegebenen Text-, Strich- und Bildinformationen entsprechend dem Layout auf Film oder Fotopapier ausgegeben und elektronisch oder manuell passgenau zu Seiten montiert. Hierbei sind im Mehrfarbdruck im Allgemeinen für jede Farbe separate Druckformen und somit Druckvorlagen erforderlich. Lediglich im Stichtiefdruck werden teilweise mehrere Farben mit einer Druckform verdruckt, indem eine partielle Einfärbung der Druckformen mit verschiedenen Farben erfolgt.

Beim Einsatz von Silberhalogenidfilmen gilt für das anfallende Abwasser Anhang 53 (fotografische Prozesse).

Bilder und Texte werden zunehmend digital erzeugt. Je nach dem, wie weit die Druckvorstufe digital durchgeführt wird, unterscheidet man mehrere Varianten des Digitaldrucks: Computer-to-Film (CtF), Computer-to-Plate (CtP) und Computer-to-Press. Hierbei fällt kein Abwasser an.

Für Spezialanwendungen, insbesondere in der Kartografie, werden als Kopiervorlagen teilweise noch nassentwickelte Folien eingesetzt. Bei den zur Fortschreibung von Karten verwendeten korrigierbaren Folien kommen auch chromathaltige Sensibilisatoren zur Erzeugung einer lichtempfindlichen Schicht zum Einsatz.

Die Satz- und Kopiervorlagen werden vor der Übertragung auf die Druckform hinsichtlich der gewünschten typografischen Ausführung (Proofs) und vorgegebenen Abmessungen (Anhaltskopien) produktionstechnisch kontrolliert. Hierzu werden Korrekturabzüge gefertigt, bei deren Herstellung nur in wenigen Fällen Abwasser anfällt (Farbfolienherstellung, nasse Entwicklung von Lichtpausen).

2.1.1.2 Hochdruck

Unter dem Begriff Hochdruck sind alle Druckverfahren zusammengefasst, bei denen die bildgebenden Stellen der Druckform höher als die nicht druckenden Stellen liegen. Für den Druckvorgang erhalten nur die erhöhten Stellen Farbe und geben diese an den Bedruckstoff ab, der nach dem Prinzip von Druck und Gegendruck über die Druckform hinweg geführt wird (Abbildung 1).

Die Druckbildübertragung erfolgt entweder direkt oder indirekt über einen Gummituchzylinder (Letterset) auf den Bedruckstoff. Die Druckformen werden aus verschiedenen Materialien hergestellt.

Im **Hochdruck** übernimmt eine Farbübertragungswalze (Rasterwalze) das Einfärben der Druckform. Durch die Aufeinanderfolge verschiedener Walzen (Farbwerke) wird für eine gleichmäßige Verteilung der Druckfarbe in der benötigten Schichtdicke gesorgt. Beim **Druckvorgang** wird ein Teil der Druckfarbe von der erhabenen Druckformoberfläche auf den Bedruckstoff übertragen.

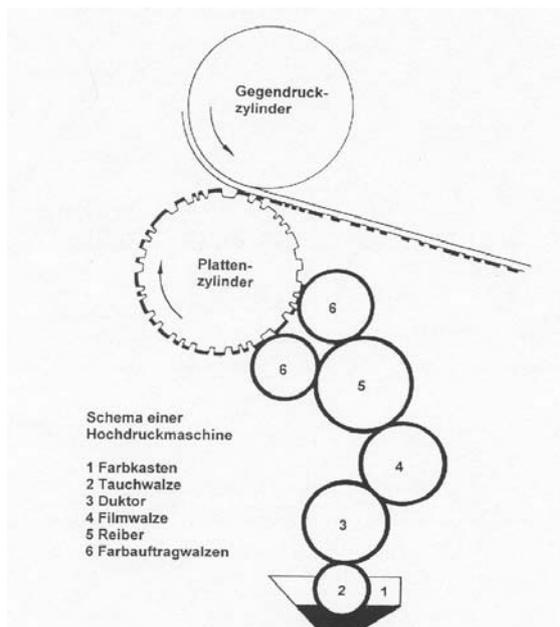


Abbildung 1: Prinzip des Hochdrucks

Im **Zeitungshochdruck** werden harte wasser- und alkoholauswaschbare fotopolymere Hochdruckplatten und -folien eingesetzt. Die UV-Belichtung von Fotopolymerplatten führt durch Polymerisation zum Aufbau des Druckbildreliefs. Beim daran anschließenden Auswaschprozess werden die unbelichteten Bestandteile mit Wasser bzw. einer Alkohol-Wasser-Mischung ausgewaschen.

Beim **Flexodruckverfahren** werden Fotopolymerplatten eingesetzt, die aus einem formstabilen Träger und einer relativ weichen lichtempfindlichen Reliefschicht bestehen. Die lichtempfindliche Fotopolymerschicht (Relief) besteht aus elastomeren Bindemitteln, polymerisationsfähigen Monomeren, Fotoinitiatoren, thermischen Stabilisatoren, Farbstoffen und weiteren Zusatzstoffen. Das Material kann flüssig (Liquid-System) oder fest (Solid-System) eingesetzt werden. Nach der Belichtung mit UV-Licht wird das nicht polymerisierte Material mit Lösemitteln (Kohlenwasserstoffe, Alkohole oder Gemische) ausgewaschen. Die Lösemittel werden mittels Destillation zurückgewonnen, dabei fällt kein Abwasser an.

Flexodruckverfahren mit Gummiklischees haben nur noch untergeordnete Bedeutung. Bei der Abformtechnik wird entweder mit einer geätzten Metallplatte (Zink oder Magnesium) aus einer ausvulkanisierten Gummiplatte ein Klischee gepresst oder aus plastischem Rohgummi unter Einsatz einer Mater in einer Prägepresse ausvulkanisiert. Anschließend werden die Gummiplatten rückseitig plangeschliffen. Dies erfolgt entweder trocken oder mit Wasser als Kühlmittel.

In geringem Umfang werden heute noch **Metallklischees** aus Magnesium oder Zink hergestellt, die meist zur Prägung von Gummiklischees für den Flexodruck zum Einsatz kommen oder für Prägearbeiten in der Druckweiterverarbeitung. Das üblicherweise vorbeschichtete lichtempfindliche Material wird mit dem Druckbild belichtet, mit Lösemitteln entwickelt und mit Wasser gespült. Zum Ätzen der Metallklischees wird eine Ätzemulsion aus verdünnter Salpetersäure (HNO_3) und wasserunlöslichem Flankenschutzmittel (z.B. langkettige Kohlenwasserstoffe) eingesetzt. Das Flankenschutzmittel dient dazu, dass das Ätzmittel das Metall nur senkrecht nach unten und nicht auch seitlich angreift. Anschließend wird die anhaftende Ätzemulsion gegebenenfalls neutralisiert und mit Wasser abgespült. Das Gemisch aus verbrauchter Ätzlösung und Spülwasser ist stark mit Metallen belastet und wird entweder als Sonderabfall entsorgt oder einer Abwasserbehandlung zugeführt.

In Abbildung 2 ist das Stoffflussdiagramm zur Herstellung von Metallklischees dargestellt.

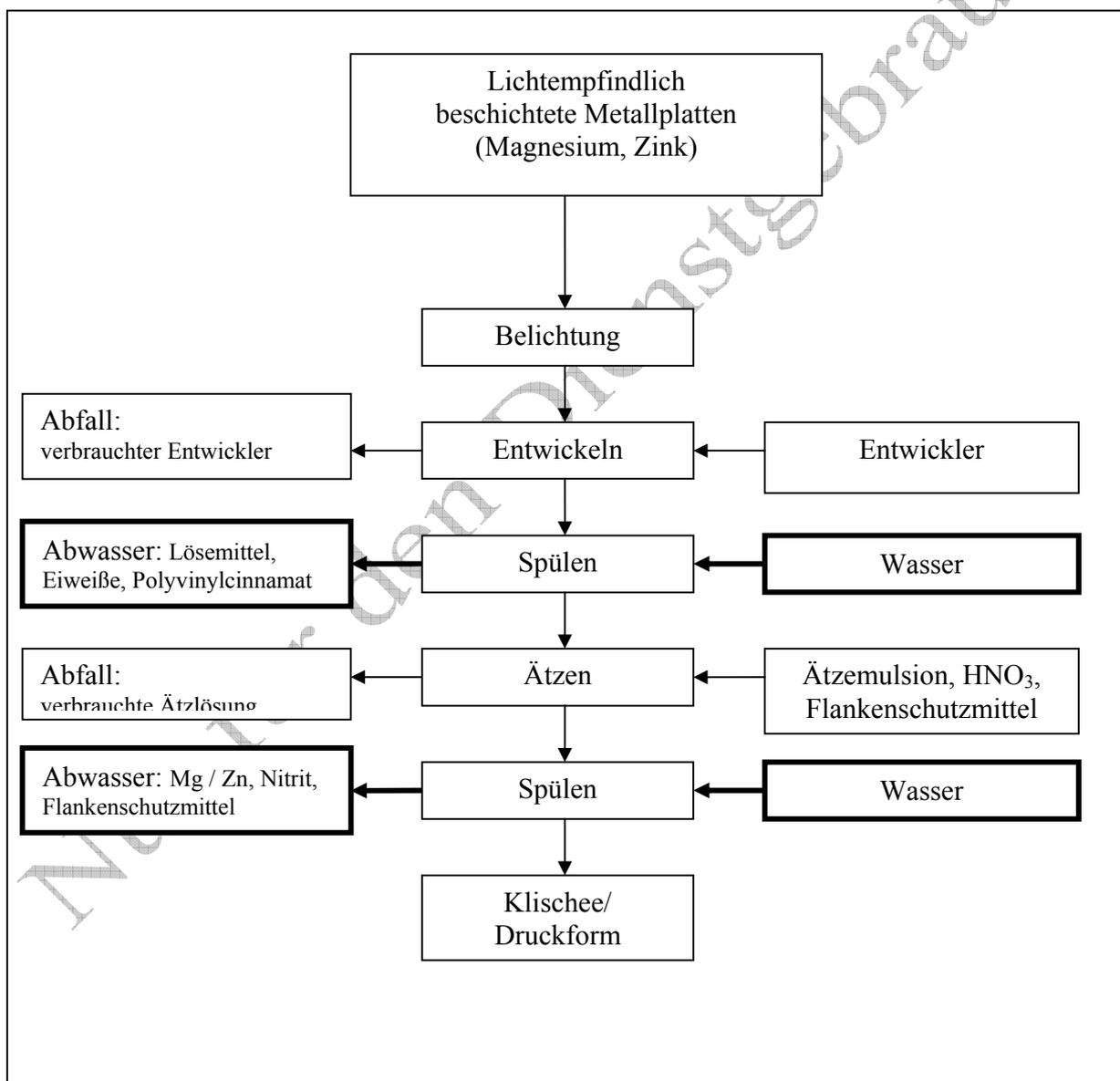


Abbildung 2: Stoffflussdiagramm zur Herstellung von Metallklischees

In Abbildung 3 werden die Arbeitsschritte im Flexodruck mit wasserbasierten Farben dargestellt.

Nur für den Dienstgebrauch

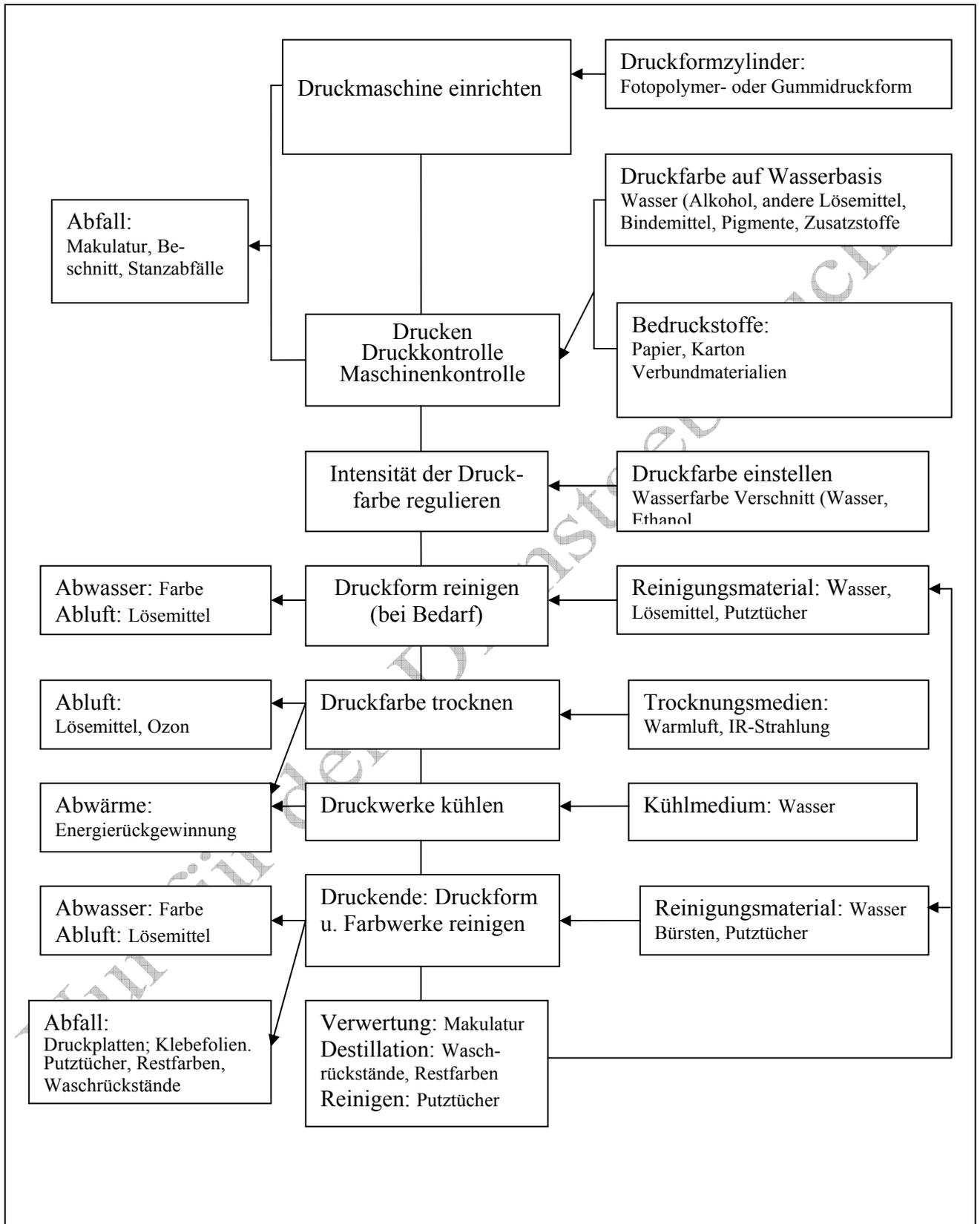


Abbildung 3: Flexodruck mit wasserbasierten Farben

Die Druckformen werden je nach eingesetztem Farbsystem (Lösemittel- oder Wasserbasis) mit den jeweils in den Druckfarben enthaltenen Lösemitteln oder Wasser gereinigt.

Beim Einsatz von wasserbasierten Farben (meist alkoholhaltig) entstehen bei der Reinigung von Farbwerken, Farbwannen und Druckformen erhebliche Abwassermengen mit hohem Verschmutzungsgrad. Bei sparsamem Wassereinsatz enthält das Abwasser 1 - 2% Farbe. Beim Einsatz von lösemittelbasierten Farben entsteht kein Abwasser.

2.1.1.3 Flachdruck (Offsetdruck)

Zum Flachdruck gehören die Druckverfahren, bei denen die druckenden und nichtdruckenden Stellen nahezu in einer Ebene liegen. Die Höhendifferenzen auf der Druckformenoberfläche betragen etwa 2 µm. Die Druckform besitzt auf ihrer druckenden Oberfläche lipophile druckende und lipophobe nicht druckende Oberflächenbereiche, wobei erstere die in Mineralöl gelösten Farben annehmen und letztere die Farben abstoßen:

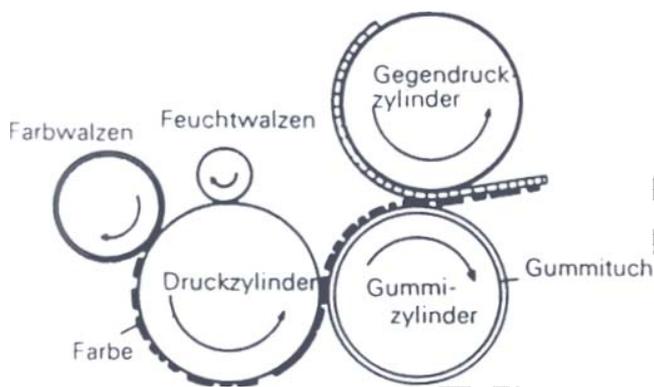


Abbildung 4: Prinzip des Flachdruckes

Von den Flachdruckverfahren hat der Offsetdruck als indirektes Flachdruckverfahren die größte Bedeutung. Die direkten Flachdruckverfahren wie Steindruck (Lithografie) und der Lichtdruck werden nur noch in sehr geringem Umfang, zum Beispiel im Kunstdruckbereich eingesetzt.

Für die **Druckformenherstellung** werden fast ausschließlich vorbeschichtete (lichtempfindliche) Druckplatten bzw. -folien eingesetzt. Als Trägermaterial kommt überwiegend Aluminium zum Einsatz. Im kleinformatischen Offsetdruck, der nicht die hohen Ansprüche an die Dimensionsstabilität der Platte stellt, werden auch Kunststoff und Verbundmaterialien verwendet. Mehrmetallplatten, die z.B. aus Stahlblech mit einer Auflage aus Messing und Chrom bestehen, wurden inzwischen weitestgehend substituiert.

Insbesondere im CtF-Bereich werden in zunehmendem Maße silberhalogenid-sensibilisierte Druckplatten eingesetzt, die ähnlich wie fotografische Filme entwickelt werden und damit unter den Anwendungsbereich des Anhanges 27 (Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufarbeitung) oder 53 (Fotografische Prozesse (Silberhalogenid-Fotografie)) fallen. Die farbführenden Bildteile bestehen hier aus elementarem Silber.

Einen Überblick über die eingesetzten **Plattenarten** für die Herstellung der Druckformen sowie über die jeweils eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffe enthält die Tabelle 1.

Plattenart	Präparate	Zusammensetzung
Positiv-, Negativ-, Umkehrplatte	Entschichter	Wasser, Alkalihydroxide, Alkalisilikate, Netzmittel, Alkohole, Wasser
	Korrekturmittel	Wasser, Säuren, Alkohole, Lösemittel, Fluoride
	Gummierung	Wasser, Gummiarabicum, Dextrin, Polymere, Biozide
	Einbrenngummierung	Wasser, Polymere, Tenside
Elektro- fotografische Platte	Toner	Isoparaffine, Polyacrylate, Ruß
	Entschichter	Wasser, Monoethanolamine, Alkohole, Natriumhydroxid, Tenside
	Gummierung	Wasser, Gummiarabicum, Dextrin, Polymere, Biozide
Wasserlos druckende Platte	Vorbehandlungsmittel	Isoparaffine, Polypropylenglycol, Diethylenglycol, Diglycolamin, Monobutylether
	Entwickler	Wasser zum Aufweichen (Bürstenreinigung)
	Nachbehandlungsmittel	Isoparaffine, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Butylcarbitol, Ethylcarbitol
	Plattenreiniger	Isoparaffine, Kohlenwasserstoffe, Polypropylenglycol
	Konservierer	Isoparaffine, Phenole
	Korrekturmittel	Silikon, Isoparaffine

Tabelle 1: Hilfs- und Betriebsstoffe bei der Druckformenherstellung

Positivplatten werden vorwiegend im Akzidenzbereich eingesetzt. Bei diesen Platten ist der Aluminiumträger mit einer 1 - 3 µm dicken Kopierschicht überzogen. Die Kopierschichten bestehen aus schichtbildenden Stoffen, meist Novolacke (Kresol-Formaldehydharz) und lichtempfindlichen Diaziden, häufig in Form von Harz-Diazo-Verbindungen. Farbstoffe bewirken den Bildkontrast auf der Druckform, sie dienen auch zur Einstellung der spektralen Empfindlichkeit der Kopierschicht. Kupferphthalocyanin-Pigmente werden im Unterschied zu Negativplatten hier nicht eingesetzt. Beim Belichten der Positivdruckplatte wird die vom Licht getroffene Kopierschicht entwicklerlöslich. Der Entschichtungsvorgang wird mit einer wässrigen alkalischen Lösung (im wesentlichen Silikate) durchgeführt. Anschließend wird die entschichtete Druckform gespült und gummiert.

Gummierungsmittel sind kolloidale Lösungen, die nach dem Entschichten aufgetragen werden und die Platte schützen (konservieren). Gummierungslösungen enthalten bis zu 30 mg/l AOX. Sie dienen außerdem zur Verbesserung der Feuchtmittelführung an den bildfreien Stellen und der Farbannahme an den Bildstellen. Mitkopierte Filmkanten, Schmutzteilchen oder andere unerwünschte Bildelemente werden mit pastösen Korrekturmitteln, die in der Regel Säuren oder wassermischbare Lösemittel enthalten, entfernt. Eine spezielle Art der Positivplatte ist die Umkehrplatte. Sie hat nur geringe Bedeutung.

Negativplatten werden vorwiegend im Zeitungsdruck eingesetzt. Bei diesen Platten können die Kopierschichten unterschiedlich aufgebaut sein. Als lichtempfindliche Bestandteile können Diazoverbindungen oder mittels Fotoinitiatoren polymerisierbare, niedermolekulare Verbindungen zur Anwendung kommen. Weitere Bestandteile sind Bindemittel und Farbstoffe (häufig Kupferphthalocyanin-Pigmente). Negativ-Kopierschichten härten durch Vernetzungsreaktion bei Bestrahlung aus. Die unbelichteten, unvernetzten Schichtstellen der Negativ-Druckform werden im wässrigen, tensidhaltigen Entschichter entfernt. Die Entschichter enthalten in der Regel einen geringen Anteil (unter fünf Prozent) Alkohol, um den Entschichtungsprozess zu stabilisieren. Das Spülen, Gummieren und Korrigieren erfolgt ähnlich wie bei der Positivkopie.

Abbildung 5 zeigt die Herstellung von Positiv- und Negativdruckformen.

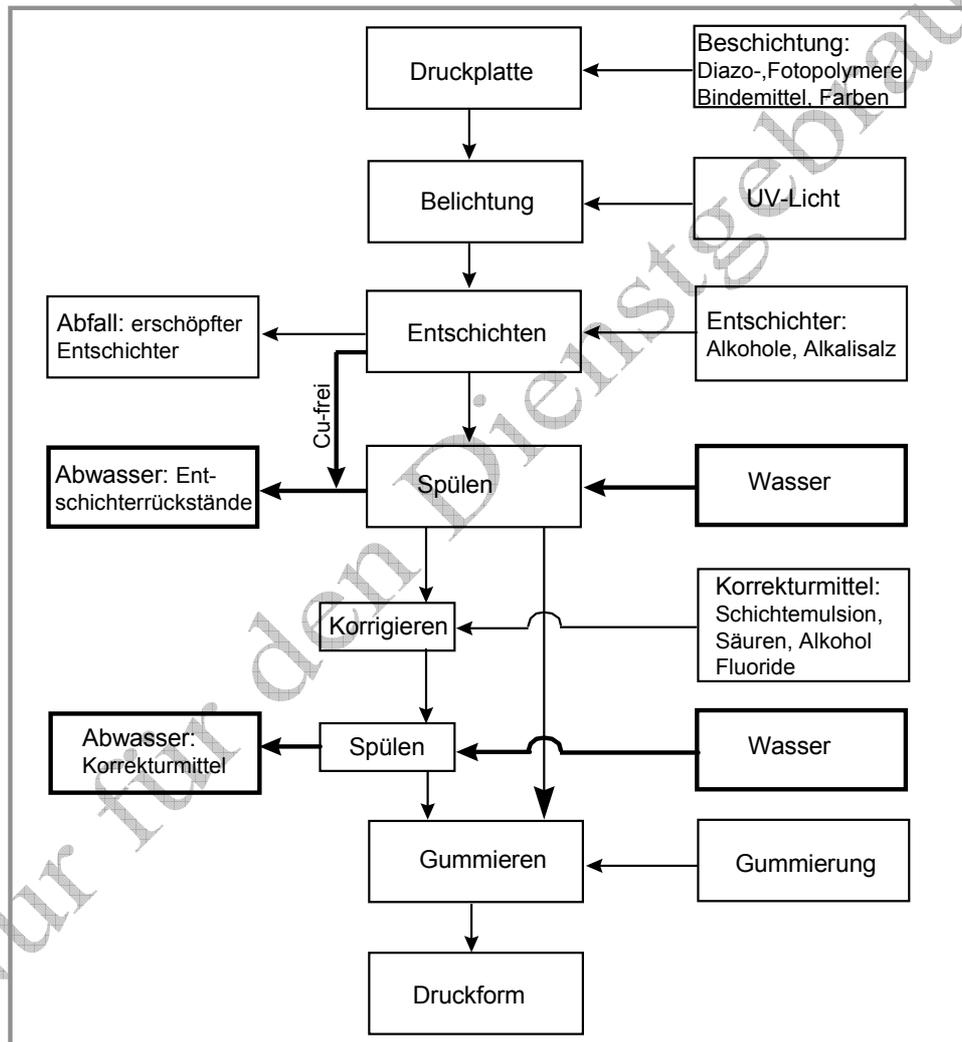


Abbildung 5: Herstellung von Positiv- und Negativ-Druckformen

Elektrofotografische Druckplatten finden Einsatz im Zeitungsdruck mit rückläufiger Tendenz. Sie enthalten als lichtempfindliche Komponente organische Fotohalbleiter, wie z. B. Oxazole, Oxadiazole, Carbazole. Vor der Belichtung müssen elektrofotografische Druckplatten durch e-

lektrostatische Aufladung sensibilisiert werden. Weitere Schichtbestandteile sind Bindemittel und Farbstoffe. Sie werden in speziellen Kameras belichtet. An den bildfreien Stellen, an denen Licht von der Vorlage über die Optik auf die Platte gelangt, wird die elektrostatische Ladung durch das auftreffende Licht in das geerdete Trägermaterial (Aluminium) abgeleitet. Es entsteht ein latentes Bild. Dieses Ladungsbild wird durch Tonerauftrag sichtbar, wobei sowohl Trocken- als auch Flüssigtoner verwendet werden können. Durch Wärmebehandlung wird das Tonerbild auf der Druckform fixiert und dient als Schablone im nachfolgenden Entschichtungsverfahren. Das Gummieren erfolgt ähnlich wie bei der Positivplatte.

Bei der **wasserlos druckenden Offsetplatte** übernimmt eine farbabweisende, etwa 2 µm starke Dimethyl-Silikonschicht die Rolle der farbabstoßenden Oberfläche. Unter der Silikonschicht liegt die fotopolymere Kopierschicht. Bei der Belichtung von Positivplatten entsteht an den belichteten Stellen eine feste Verbindung zwischen der Silikon- und Polymerschicht. Die Polymerschicht härtet aus. Bei der Negativplatte dagegen wird der Verbund der beiden Schichten durch das Licht gelöst. Bei der Entwicklung werden die nicht mit der Unterlage verankerten Stellen der Silikonschicht daher abgezogen. Das Vorbehandlungsmittel quillt zunächst an den nicht verankerten Stellen die Silikon-Gummischicht an, dann reiben rotierende Bürsten die angequollenen Silikonanteile unter Wasserzufluss ab. Abschließend erfolgt eine Nachbehandlung der Druckform zur besseren Differenzierung der druckenden und nichtdruckenden Bildstellen.

Mehrmetalplatten bestehen aus mehreren Metallschichten. Man unterscheidet zwischen Bi- und Trimetalplatten. Bei der Bimetalplatte liegt eine Chromschicht auf Kupfer oder Messing, während bei der Trimetalplatte meist ein Stahlblech verwendet wird, auf dem z.B. Kupfer und darüber Chrom galvanisch abgeschieden sind. Meist beschichten die Anwender die Platten mit chromatsensibilisierten Fotolacken selbst. Nach der Belichtung wird die ungehärtete Kopierschicht mit Wasser abgelöst. Dann schließt sich das Tiefätzen oder Nachentwickeln an. Dabei wird das Chrom an den von der Schablone ungeschützten Stellen bis auf den Kupferträger entfernt. Als nächstes folgt das Ablösen der vom Fotolack gebildeten Ätزشablone. Die weiteren Verarbeitungsschritte, Fixieren und Gummieren, entsprechen denen der Monometalplattenherstellung. Vorbeschichtete Mehrmetallplatten können auch ohne Ätzen wie Monometalplatten (positiv und negativ) zur Druckform verarbeitet werden, wobei kein metallhaltiges Abwasser anfällt.

Beim **Offsetdruck** wird die Druckfarbe zunächst auf einen Zwischenträger übertragen, der seinerseits das Druckbild an den Bedruckstoff abgibt. Beim Druckvorgang wird die Druckform zunächst mit einem meist schwach sauren, wässrigen Feuchtmittel, das außer Puffersubstanzen, Feuchthalte- und Konservierungsmitteln auch Isopropanol enthalten kann, benetzt und anschließend mit der Druckfarbe eingefärbt. Das entstandene Druckbild wird über den Gummizylinder auf den Bedruckstoff übertragen. Anschließend wird die aufgetragene Farbschicht durch chemische Reaktion, Verdunsten oder Wegschlagen des Lösemittels in den Bedruckstoff fixiert (siehe Abbildung 6).

Beim wasserlosen Offsetdruck werden Druckwerke und -formen eingesetzt, die ohne Feuchtmittel auskommen. Die nichtdruckenden Stellen der Druckform bestehen aus Silikonkautschuk, welcher farbabstoßende Eigenschaften besitzt, so dass die Benetzung mit Feuchtmittel entfallen kann.

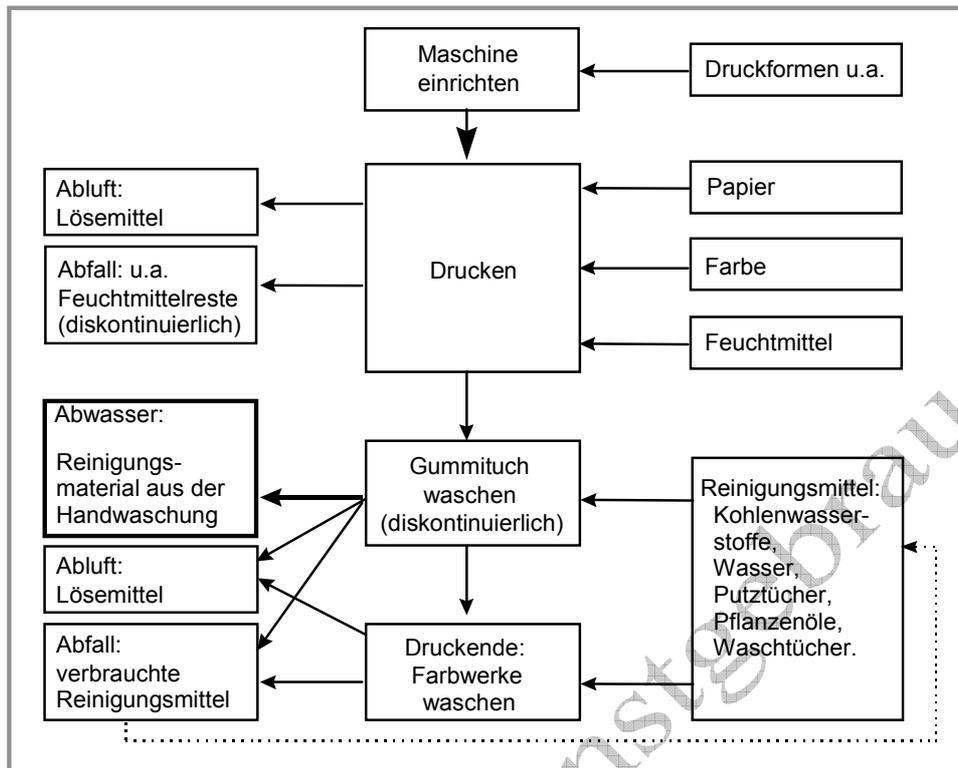


Abbildung 6: Materialfluss beim Offsetdruck mit Trockner

Das Druckwerk besteht aus Druckform, Gummituch und Gegendruckzylinder (siehe Abbildung 4). Aufgabe des Feuchtwerkes einer Offsetmaschine ist es, die Oberfläche der Druckform vor dem Einfärben mit einem gleichmäßigen Feuchtigkeitsfilm zu benetzen. Über Walzenantragsysteme wird aus Vorratseinrichtungen (Feuchtmittelkasten, Farbkasten) ein dünner Feuchtmittel- und Druckfarbenfilm kontinuierlich auf die Druckform übertragen. Filmfeuchtwerke sind am weitesten verbreitet. Sie arbeiten in den meisten Fällen mit Isopropanol als Feuchtmittelzusatz und nutzen die drucktechnisch günstigen Eigenschaften des Alkohols. Beim Einsatz wasserlos druckender Platten ist eine Feuchtung nicht erforderlich. Die Druckform bildet das Druckbild zunächst auf einem Gummituchzylinder ab, bevor die Informationen (Schrift, Bild) auf den zwischen Gummituch und Druckzylinder hindurchlaufenden Bedruckstoff übertragen werden.

Bei der **Gummituchreinigung** wird die Oberfläche regelmäßig von Papier- und Druckfarbenbestandteilen gereinigt, um die Druckqualität zu erhalten. In kleineren Druckereien werden die Gummitücher überwiegend manuell mit Schwamm, Putztüchern und Reinigungsmitteln gereinigt, bei größeren Druckereien kommen meist automatische Gummituchwaschanlagen zum Einsatz. Sowohl bei der manuellen als auch bei der automatischen Gummituchwäsche werden hauptsächlich Kohlenwasserstoffe und Wasser zum Anlösen der Papierverkrustungen auf dem Gummituch verwendet. Zur Reinigung werden folgende Verfahren angewandt:

- Bürstensystem mit Reiniger,
- Waschtuchsystem,
- Sprühsystem,
- Manuelle Reinigung.

Beim Bürsten- und beim Sprühsystem wird mit Wasser nachgewaschen. Die hierbei anfallenden Gemische von je etwa 50% Reinigungsmittel und Wasser werden als Abfall entsorgt oder aufgearbeitet. Hierbei hat sich die Reinigung der Lösemittel durch Mikrofiltration und Wiederverwendung bewährt.

Die beim Waschtuchsystem anfallenden Reinigungsvliese sind nur relativ gering verschmutzt und können mit dem normalen Gewerbemüll beseitigt werden.

Bei der normalen Handreinigung gelangen die Verschmutzungen zusammen mit den Reinigungsmitteln fast quantitativ in die Putztücher. Die teilweise noch praktizierte Methode der Reinigung mit Schwämmen und Entsorgung der gesamten Schmutzstoffe und Reinigungsmittel über das „Schwammwasser“ muss vermieden werden. Das Schwammwasser darf nur zu Befeuchtungszwecken verwendet werden, sonst ist es behandlungsbedürftiges Abwasser.

Bei der **Farbwerksreinigung** fällt kein Abwasser an, wenn Waschmittel auf Lösemittelbasis eingesetzt werden.

Bei der manuellen Druckformenreinigung wird abwasserfrei gearbeitet. Bei maschineller Plattenreinigung zur Archivierung wird bei Bedarf mit Wasser nachgewaschen. Im Bogenoffset kann eine Druckformenreinigung von Hand im Korrekturfall oder nach Maschinenstopp erforderlich sein. Außerdem werden Druckformen in der Maschine gummiert oder entgummiert. Reinigungswasser wird in Eimern an der Maschine vorgehalten und mit Schwämmen aufgetragen (Schwammwasser).

Die **Feuchtwalzenreinigung** erfolgt abwasserfrei mit Putztüchern und Lösemitteln. Textilbezogene Feuchtwalzen werden ohne Lösemittel mit Wasser unter hohem Druck gereinigt. Teilweise kommen hier auch Tenside zum Einsatz, da das Abwasser keine organischen Lösemittel enthalten darf.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die im Offsetdruck eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffe.

Präparate	Zusammensetzung
Farbverdünner	Leinöle, vegetabile Öle, Mineralöle
Firnisse	Alkydharze, Hartharze, Leinöle, Mineralöle
Scheuerschutzpaste	Paraffine, Polyethylen- und Polypropylenwachse
Antiblegepaste	Stärke, Bindemittel, Mineralöle
Trockenstoffe	Cobalt- und Mangansalze
Antitrockner	Cyclohexanonoxime, Phenole, Ketone
Feuchtmittelzusatz	Phosphorsäure, Zitronensäure, Glycerin, Netzmittel, Biozide
Silikon-Emulsion	Silikone, Korrosionsinhibitoren
Druckbestäubungspuder	Stärke, Calciumcarbonat, Kieselerde
Druckplattenreiniger	Phosphorsäure, Essigsäure, Bimsmehl, Lösemittel, Emulgatoren, Wasser

Tabelle 2: Überblick über die im Offsetdruck eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffe

2.1.1.4 Durchdruck (Siebdruck)

Beim Durchdruckverfahren ist der Träger der Druckform ein Gewebe (Polyester, Nylon, Metall), auch Sieb genannt, das straff auf einen Druckrahmen (Holz, Aluminium und Stahl) gespannt ist. Die bildfreien Stellen der Siebdruckform sind auf dem Gewebe durch die Siebdruck-Schablone abgedeckt, dagegen ist das zu reproduzierende Bild offen. Beim Druckvorgang wird die Farbe durch die offenen Stellen (Bildstellen) des Gewebes mittels einer etwas schräg gestellten Rakel in Reib- und Streichbewegung auf das zu bedruckende Material gedrückt.

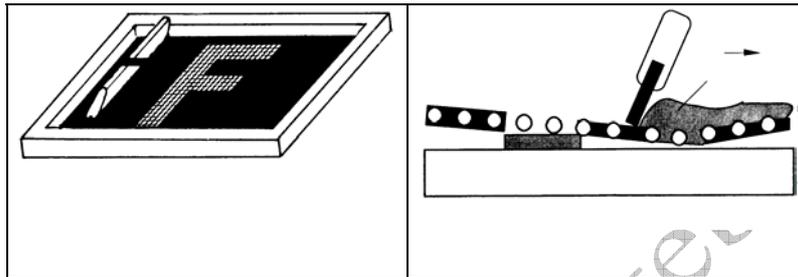


Abbildung 7: Prinzip der Durchdruckform

Die **Druckformenherstellung** aus textilen Geweben erfolgt über nachstehend beschriebene Arbeitsgänge:

- Herstellung der Rohformen durch Rahmenpräparation, Bespannung, Gewebeverklebung, Rahmenschutzlackierung,
- Vorbehandlung des Schablonenträgers durch Gewebeeinfettung, Gewebepräparation,
- Reinigung der Siebgewebe mit wässrigen, tensidhaltigen und biologisch gut abbaubaren Entfettungsmitteln. Die pH-Werte der Anwendungslösungen liegen in der Regel zwischen 6,5 und 9,5,
- Herstellung der Schablonen durch Schablonenträgerbeschichtung, Schablonenretusche, Schablonenträgerabdeckung. Die Siebgewebe werden mit Emulsionen oder Kapillarfilmen auf Basis von Polyvinylalkohol, Polyvinylacetat und Acrylharzen beschichtet. Vereinzelt werden auch Gelatinefilme eingesetzt. Als lichtempfindliche Sensibilisatoren dienen überwiegend Diazoniumverbindungen und Fotopolymere,
- Belichtung, Entwicklung mit wässrigen Lösungen, Spülen.

Im Textildruck werden gewebte Metallsiebe oder **Metallschablonen** verwendet, die galvanotechnisch aus Nickel hergestellt werden. Dabei wird auf einen Zylinder, der in der Regel mit einer chromathaltigen Trennschicht versehen ist, eine siebartige Form aufgalvanisiert und abgezogen. Das bei der Herstellung anfallende Abwasser enthält Chrom(III), Chrom(VI) und Nickel.

Abbildung 8 zeigt den Verfahrensablauf bei der Druckformenherstellung im Siebdruck.

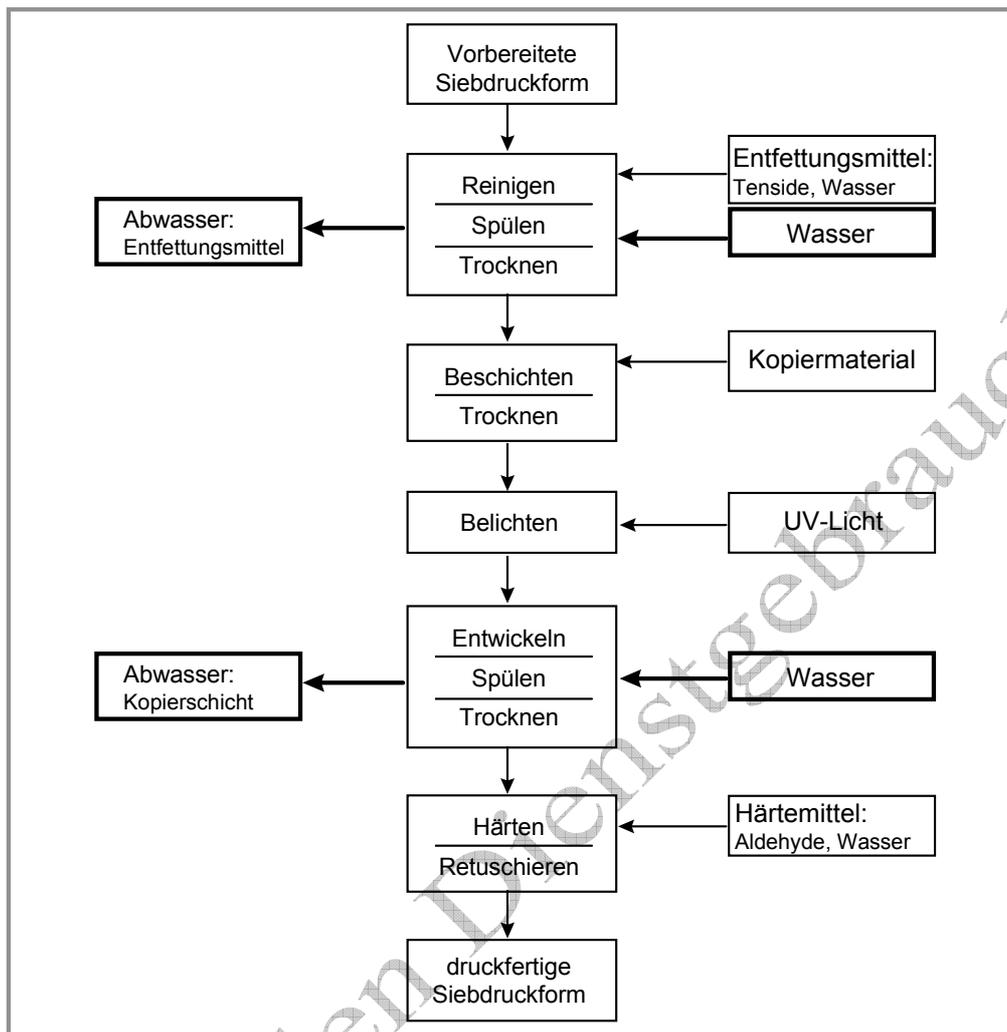


Abbildung 8: Verfahrensfließbild Druckformenherstellung im Siebdruck

Beim **Druck** wird die Druckfarbe mit einem Rakel durch die offenen Maschen der aufgelegten Schablone gedrückt, wodurch auf dem Bedruckstoff das gewünschte Bild erzeugt wird. Die herkömmlichen Siebdruckfarben sind lösemittelhaltig und trocknen üblicherweise anschließend an der Luft.

UV-Siebdruckfarben sind in der Regel lösemittelfrei. Unmittelbar nach dem Druck wird mit UV-Bestrahlung ausgehärtet. Eine weitere Trocknung ist nicht erforderlich.

Da die Druckschablonenträger (Siebe) meist mehrfach verwendet werden, also mehrmals mit einer Druckschablone versehen werden, müssen Restfarbe und die alte Schablone vom Sieb entfernt werden.

Die Entfernung der Druckfarbe (auch bei wasserbasierten Druckfarben) nach dem Druck wird mit organischen Lösemitteln bzw. Lösemittelgemischen vorgenommen. Verwendet werden aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe sowie Gemische aus Alkoholen, Estern und Ketonen.

Bei wasserbasierten Farbsystemen wird auch mit Wasser gereinigt. Dabei fällt stark gefärbtes

Spülwasser an, das biologisch abbaubare organische Lösemittel wie Glykoether, Glykole, N-Methylpyrrolidon, Alkohole enthält.

Die zur Druckformenentschichtung (Schablonenentfernung) üblichen Entschichterlösungen enthalten Alkalimetaperiodate, Periodsäure, evtl. geringe Anteile von Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure) und in der Regel keine organischen Bestandteile. Bei der Entfernung von Schablonen auf Gelatinebasis werden Flüssigentschichter auf der Basis von Enzymen (Proteasen) eingesetzt, die einen biokatalytischen Abbau der Gelatineschichten bewirken.

Zur Druckformennachbehandlung (Entfernung von Farb- und Emulsionsresten vom Schablonenträger, sogenannte Geisterbildentfernung) werden biologisch abbaubare Reiniger auf Lösemittelbasis und/oder alkalischen Reinigungspasten eingesetzt. In Einzelfällen können zur Entfernung von Gewebefärbungen durch Diazoverbindungen aktivchlorhaltige Chemikalien verwendet werden.

Beim Bedrucken von **Keramik und Glas** werden ähnliche Arbeitsgänge durchgeführt wie im grafischen Bereich. Es werden auch die gleichen Entfetter, Schablonenmaterialien, Reiniger, Entschichter usw. wie oben beschrieben eingesetzt. Bei den keramischen Druckfarben gibt es für den Direkt- und Transferdruck jedoch wesentliche Unterschiede zu den grafischen Druckfarbensystemen.

Bei den möglichen keramischen Schmelzfarben handelt es sich um:

- Dekor- und Glasfarben,
- Farbkörper- und Edelmetallpräparate,
- Fritten, Glasuren und Dekorationshilfsmittel für Keramik, Glas, Email.

Für Bau- und Autoglas stehen weiterhin zur Verfügung:

- Autoglasfarben für Einscheiben-Sicherheitsglas, Verbundglas, Panoramadächer,
- leitfähige Silberpasten für heizbare Heck- und Frontscheiben, integrierte Autoantennen und Rückspiegel,
- 2-Komponentenfarben für den Direktdruck.

Die eingesetzten keramischen Druckfarben, Dekorfarben, Metallic- und Interferenzfarben, Transparentflüsse, Hochtemperatur- und Unterglasurfarben enthalten in der Regel:

- Bleiborsilikate, ggf. bariumhaltig aus anderen Inhaltsstoffen,
- Metalle wie Arsen, Cadmium, Chrom, Cobalt, Gold, Kupfer, Nickel, Silber, Titan, Zink, Zinn, Zirkon aus anorganischen Pigmenten.

Beim **Transferdruck** werden die Dekore mit einer Lack- bzw. Filmlösung überzogen, die Kunstharze, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ether und Terpene enthalten kann. Einzelne Goldpasten können neben Kampfer- und Terpentinölen auch aromatische Kohlenwasserstoffe (Toluol) bzw. Chlorkohlenwasserstoffe (Dichlormethan) enthalten. Neuerdings werden auch wasserlösliche, schwermetallfreie Druckfarbensysteme eingesetzt.

Beim **Textildruck** gibt es keine Unterschiede zu dem vorgenannten Druckverfahren. Hier erfolgt der Druck auf konfektionierte Ware oder Stückware, wie T-Shirts, Kappen, Wimpel und Flaggen/Fahnen, bzw. auf Endlosware, wie Kleider-, Deko- und Vorhangstoffe. Hauptsächlich wird das Rotationsdruckverfahren eingesetzt. Sofern in der Druckerei Abwasser anfällt, gelten die Anforderungen des Anhangs 38 (Textilherstellung, Textilveredlung), für das Abwasser aus der Herstellung der Druckformen gilt Anhang 56.

2.1.1.5 Tiefdruck

Zum Tiefdruck gehören diejenigen Druckverfahren, bei denen die druckenden Elemente vertieft in der Druckformoberfläche liegen. Beim Druckvorgang (Abbildung 9) wird die Druckfarbe aus den Vertiefungen der Druckform unmittelbar auf das zu bedruckende Material (direkter Druck) oder über einen Zwischenträger auf den Bedruckstoff übertragen (indirekter Druck).

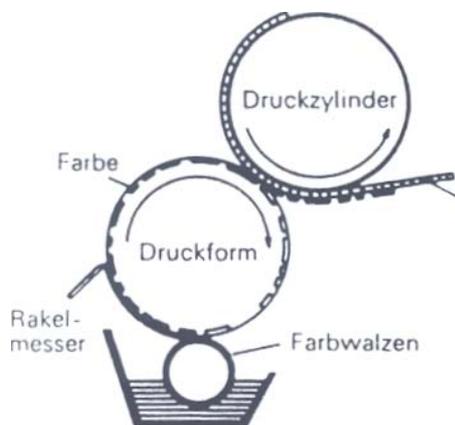


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Tiefdruckprinzips

Im Tiefdruck werden überwiegend Rollenrotationsmaschinen eingesetzt. Bogentiefdruckmaschinen werden meist für Sonderzwecke (z.B. Banknoten) benutzt. Im Unterschied zum Rastertiefdruck, bei dem die druckenden Elemente in den Druckzylindern in Form kleiner Nöpfchen eingätzt sind, die flächengleich aber unterschiedlich tief sind, sind die Nöpfchen beim Stichtiefdruck flächen- und tiefenvariabel.

Beim **Rastertiefdruck** unterscheidet man zwischen dem sogenannten Ballardhautverfahren sowie dem Dünn- und dem Starkkupferverfahren.

Beim **Ballardhautverfahren** wird die oberste Arbeitsschicht aus Kupfer, die das Druckbild trägt, erst nach Auftrag einer dünnen Trennschicht (Nickel, Silber) in einer Schichtstärke von 60 bis 80 μm aufgetragen. Sie kann nach Gebrauch komplett wieder abgezogen werden, wodurch man wieder einen Druckzylinder mit den ursprünglichen Grundmaßen erhält.

Bei der Dünn- bzw. Starkkupfermethode werden die Arbeitsschichten direkt auf die Grundverkupferung galvanisch aufgetragen. Bei der **Dünnkupfermethode** beträgt die Schichtdicke 60 bis 80 μm , die dann nach Gebrauch wieder abgeschliffen werden muss.

Bei der **Starkkupfermethode** beträgt die Schichtdicke etwa 320 µm, die dann nacheinander abgeschliffen werden kann, Damit ist der Zylinder ohne Zwischenaufkupferung mehrfach verwendbar. Zur Verbesserung der mechanischen Belastbarkeit der Zylinderoberfläche (Erhöhung der Auflagenzahl) werden die Zylinder nach der Bebilderung durch Gravur oder Ätzung verchromt.

Bei der **Zylindervorbereitung** wird unterschieden zwischen der Vorbereitung eines neuen Druckformzylinders, ausgehend von einem **Rohzylinder** (Stahl-Tiefdruckformzylinder), und von bereits gebrauchten Druckformzylindern (Kupferschicht vorhanden).

Zur Vorbereitung der Rohzylinder wird die Stahloberfläche galvanisch vernickelt und anschließend verkupfert.

Erstmalig zu verkupfernde Druckformzylinder können nicht sofort in dem üblichen schwefelsauren Kupferbad bearbeitet werden, da mit diesen Bädern keine feste Haftung auf Stahl erzielt werden kann. Es ist eine Zwischenschicht aus Nickel notwendig, die eine gute Bindung mit Stahl und Grundkupfer garantiert. Diese dünne Nickelschicht wird in einem schwach sauren Nickelbad auf die metallisch reine und entfettete Stahloberfläche aufgebracht. Die anschließende Grundverkupferung erfolgt vermehrt in vollautomatischen Produktionsabläufen und dient als Basis für weitere Metallniederschläge. Die Abscheidung des Kupfers erfolgt immer aus einer Kupfersulfatlösung, unabhängig davon, ob die Druckformzylinder nach dem Ballardhautverfahren, der Dünn- oder Starkverkupferungsmethode aufgekupfert werden.

Damit die Metallschichten auf dem Druckformzylinder haften und eine gute Qualität aufweisen, muss die darunter liegende Metalloberfläche gereinigt werden. Dazu wird heute im wesentlichen die maschinelle/elektrolytische Entfettung in einem Tauchbad und gelegentlich noch die Handentfettung angewandt. Nach dem Entfetten folgt der Dekapiervorgang, bei dem die Oberfläche von einer eventuellen Oxidschicht befreit wird und gleichzeitig die aus der Entfettung stammenden Alkalireste an der Metalloberfläche neutralisiert werden.

Beim **Ballardhautverfahren** wird nach Entfettung und Dekapieren eine Trennlösung in Form von Nickelsulfat aufgetragen, durch die sich eine Trennschicht ausbildet. Diese gewährleistet, dass die galvanisch aufgetragene Kupferhaut abziehbar bleibt.

Bei der Dünn- und bei der Starkverkupferungsmethode wird direkt auf das Grundkupfer galvanisch aufgetragen.

Bei gebrauchten Druckformzylindern muss zuerst das Druckbild des Vorauftrages entfernt werden. Beim Ballardhautverfahren geschieht dies durch Abreißen der Kupferhaut vom Druckformzylinder. Man hat dann wieder einen maßgenauen Zylinder, der nur noch gereinigt werden muss.

Abbildung 10 zeigt das Ballardhautverfahren, bei dem nach der Reinigung der benutzten Druckzylinder die gesamte verchromte Arbeitsschicht abgezogen werden kann. Die Entchromung und das Abschleifen entfallen.

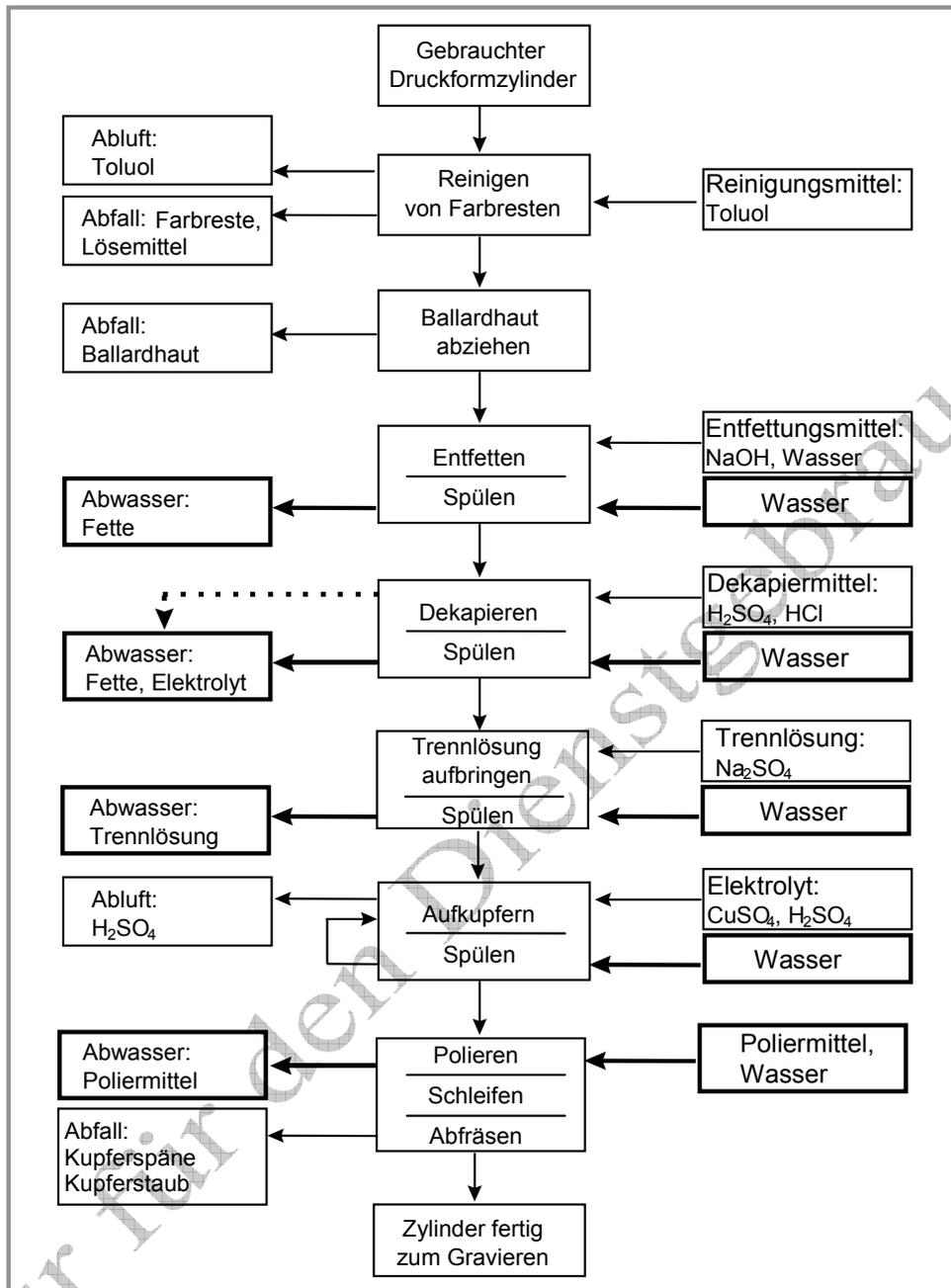


Abbildung 10: Verfahrensfließbild und Stoffflussdiagramm zur Zylindervorbereitung im Tiefdruck (Ballardhautverfahren)

Bei den beiden anderen Verkupferungsverfahren ist nach einer gründlichen Vorreinigung mit Lösemitteln zunächst eine Entchromung der Zylinderoberfläche erforderlich. Sie erfolgt überwiegend auf elektrochemischen Wege in einem Schwefelsäure- oder Natronlaugebad. Nach dem Entfernen der Chromschicht erfolgt ein Teilabtrag der Kupferschicht mit mechanischen Präzisionsmaschinen, um den Druckformzylinder auf bestimmte Maße zu bringen bzw. die gewünschte Oberflächenrauigkeit des Kupfers zu erhalten.

Abbildung 11 zeigt die Zylinderherstellung nach dem Starkkupfer- und Dünnkupferverfahren, bei dem bei der Verkupferung mehrere Arbeitsschichten galvanisch aufgetragen werden. Beim Dünnkupferverfahren entfällt nach dem Abfräsen die Prüfung der Kupferschichtstärke, da in jedem Fall verkupfert werden muss.

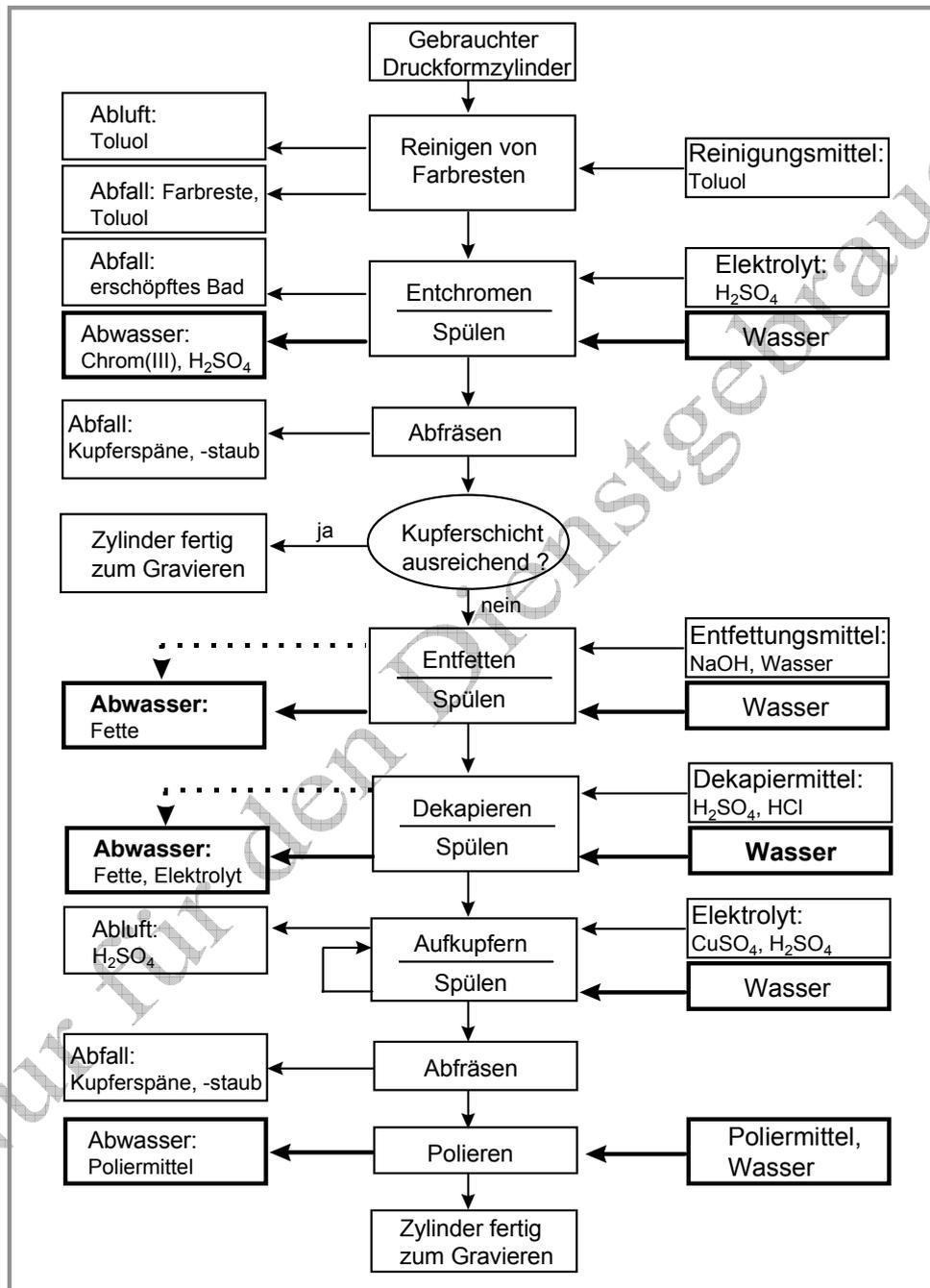


Abbildung 11: Verfahrensfließbild zur Zylinderherstellung im Tiefdruck (Starkkupfer- und Dünnkupferverfahren).

Bei den vorgenannten chemischen und elektrochemischen Prozessschritten sind chemische Hilfs- und Betriebsstoffe erforderlich, die in Tabelle 3 genannt sind:

Präparate	Stoffe
Aufkupferungselektrolyt	Kupfersulfat, Schwefelsäure
Dekapierbad	Schwefelsäure, Salzsäure
Entchromungselektrolyt	Schwefelsäure, Alkalisalze, Wasser
Entkupferung, chemisch	Ätznatron, Ammoniak
Entfettungsmittелеlektrolyt	Natriumhydroxid, destilliertes Wasser
Nickelelektrolyt	Nickelsulfat, Nickelchlorid, Borsäure, destilliertes Wasser
Poliermaterial	Polierstein, Polierpapier
Reiniger	Toluol, Ethanol
Trennlösung	Nickelsulfatgemisch

Tabelle 3: Einsatzstoffe bei der Zylindervorbereitung

Im Anschluss an die Zylindervorbereitung erfolgt die eigentliche **Druckformenherstellung**. Auf dem vorbereiteten Druckformzylinder werden die druckenden Elemente in Form von vertieften Nöpfchen erzeugt. Dabei wird unterschieden zwischen der Technik des Ätzens und der elektro-mechanischen Gravur. Das Ätzen wird fast nur noch im Verpackungs- und Dekortiefdruck angewendet. Zunehmend ist dort aber auch die Gravurtechnik anzutreffen. Die Laserstrahlgravur befindet sich noch in der Entwicklung.

Ausgangspunkt für die Gravurdaten können digitalisierte Daten oder ein Opal (Spezialfilm auf Silberhalogenidbasis) sein. Bei Verwendung von Opalen als Abtastvorlage sind, wie bei jeder Kopiervorlagenherstellung, fotochemische Entwicklungsschritte erforderlich. Der Trend geht weg vom Opal zur Direktgravur mittels Diamantstichel aus dem digitalen Datenbestand. Entsprechend den Gravurdaten werden mit dem Diamantstichel die druckenden Elemente, die Nöpfchen, im Kupfer erzeugt. Die Eindringtiefe des Stichels bestimmt die Nöpfchengröße. Der gravierte Druckformzylinder wird zum Schutz der Kupferoberfläche gegen mechanische Beanspruchung elektrolytisch verchromt und ist damit druckfertig.

Für die **Ätzung des Druckbildes** auf die Tiefdruckform wird Pigmentpapier, bestehend aus einem Schichtträger und Gelatine, eingesetzt, das vor der Belichtung in einer Alkalidichromatlösung sensibilisiert wurde. Im Kopierprozess entsteht durch die Belichtung eine der Kopiervorlage entsprechend gehärtete Gelatinestruktur. Das belichtete Pigmentpapier wird maschinell unter Wasserzufuhr auf den entfetteten, gespülten und getrockneten Kupferzylinder geklebt. In einem Entwicklungsautomaten werden mit 40 bis 50 °C warmem Wasser Schichtträger und ungehärtete Gelatine vom Kupferzylinder gelöst. Als Ergebnis entsteht ein entsprechend dem Tiefdruckraster und der Kopiervorlage abgestuftes Auswaschrelief. Die Trocknung der Gelatine mit Alkohol ist Teil des Entwicklungsprozesses. Der Zylinder wird ätzreif gemacht, indem alle nicht-druckenden Stellen mit einem säurefesten Asphaltlack abgedeckt werden.

Als Ätzmittel dient eine Eisen(III)-chloridlösung. Für den Ätzprozess werden heute fast nur noch elektronisch gesteuerte Ätzautomaten eingesetzt. Nach dem Ätzen wird der Zylinder gespült,

der Asphaltlack mit Lösemittel (Toluol) entfernt und der Zylinder von den Gelatineresten gereinigt und getrocknet. Der geätzte Druckformzylinder wird elektrolytisch verchromt.

Zum Entfetten der Druckformzylinder dienen Entfettungselektrolyte auf Basis von Natriumhydroxid. Bei Arbeitsschritten wie Spülen, Pigmentpapierübertragung und Gelatineentwicklung fällt Abwasser an. Toluol wird als Reinigungsmittel verwendet.

Abbildung 12 zeigt die Druckbildübertragung durch Ätzen.

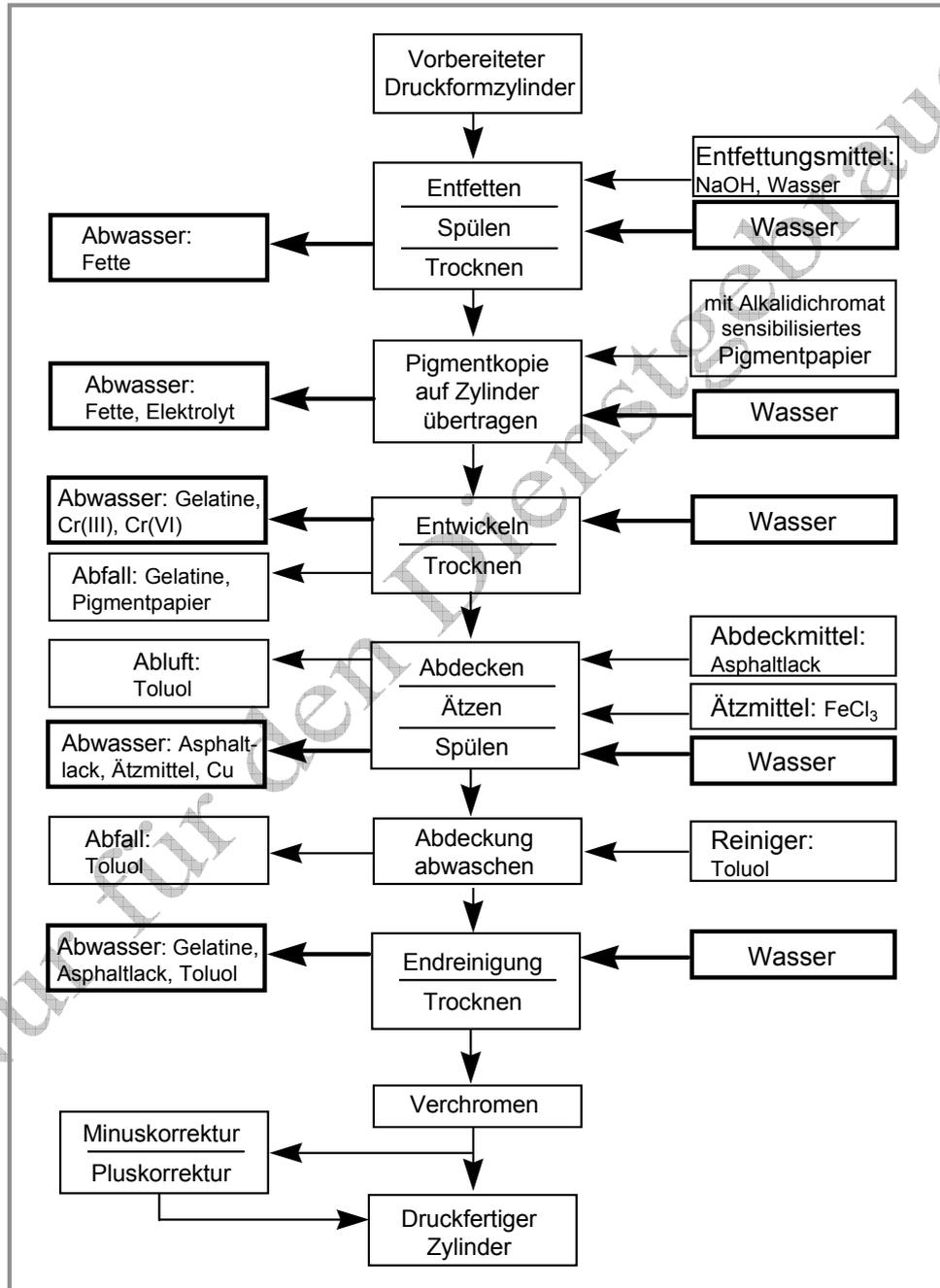


Abbildung 12: Druckbildübertragung durch Ätzen

Abweichungen in der Umsetzung der Druckvorlagen bei der Druckformenherstellung oder nachträgliche Kundenwünsche machen eine **Zylinderkorrektur** notwendig. Unterschieden wird zwischen Plus- und Minuskorrekturen. Bei der Pluskorrektur handelt es sich um eine Volumenvergrößerung, bei der Minuskorrektur um eine Volumenverkleinerung der Näpfchen. Als Vorbereitung zur Zylinderkorrektur wird der Druckformzylinder gereinigt, entfettet, dekapiert und getrocknet.

Zur Pluskorrektur wird der Druckformzylinder mittels säurefester Nachätzfarbe an allen nachzuätzenden Stellen eingewalzt und alle nicht zu korrigierenden Bildteile mit einem säurefesten Asphaltlack abgedeckt. Die Härtung der Nachätzfarbe erfolgt mit verdünntem Spiritus oder Methanol. Nachgeätzt wird in die Kupferschicht mit Eisen(III)-chloridlösung, in die Chromschicht mit Salzsäure.

Bei der galvanischen Minuskorrektur am verchromten Zylinder wird Kupfer partiell aufgebracht. Da Chrom das Kupfer nicht haftfest annimmt, wird dieses mit einer Nickelschicht aktiviert. Nach dem Abdecken der zu korrigierenden Stellen wird alles überflüssige Kupfer mit Eisen(III)-chlorid abgeätzt. Das auf den Stegen befindliche Kupfer wird abgeschliffen, so dass das Kupfer nur in den Näpfchen erhalten bleibt.

Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die bei der Zylinderkorrektur zum Einsatz kommenden Chemikalien.

Präparate	Stoffe
Abdeckmittel	Asphalt, Toluol
Aktivierungslösung	Nickelsulfat, Nickelchlorid, Borsäure
(Ab-)Ätzmittel (Kupfer)	Eisen(III)-chlorid, verdünnte Salpetersäure, Ammoniumpersulfat
Chromätzmittel	Salzsäure, Zinkchlorid, Phosphorsäure
Entfettungsmittel	verdünnte (wässrige) Essigsäure, Salzsäure oder Schwefelsäure
Farbhärter	Talkumpuder (asbestfrei)
Nachätzfarbe	Ruß, Bindemittel, Lösemittel
Reiniger	Toluol, Terpentinersatz, Petroleum, Salzsäure, Aceton
Schleifmittel	Holzkohle, Schleifpapier
Trocknungsbeschleuniger	wässrige Spiritus- oder Methanollösung

Tabelle 4: Mögliche Einsatzstoffe bei der Zylinderkorrektur

Mit der elektrolytischen **Verchromung** der gravierten oder geätzten Druckformzylinder wird eine Schutzschicht gegen die mechanische Beanspruchung der Zylinderoberfläche durch das Papier, harte Farbrückstände und andere Fremdkörper erzeugt. Chromniederschläge haften fest auf dem Kupfer. Vor dem Verchromen sind die Zylinder zu entfetten und zu dekapiieren. Bei der elektrolytischen Verchromung wird ein Elektrolyt, bestehend aus Chrom(VI)-oxid, entmineralisiertem Wasser und einer Fremdsäure, meist Schwefelsäure, eingesetzt. Um das Aufsteigen von Badnebeln zu minimieren, werden Fluortenside eingesetzt. Sie bilden eine schwach schäumende Deckschicht auf der Elektrolytoberfläche.

Beim **Illustrationstiefdruck** wird der Druckformzylinder während der Drehung im Druckwerk vollkommen mit dünnflüssiger Farbe (Tiefdruckfarbe mit Toluol als Lösemittel) eingefärbt. Die

Rakel streift die überschüssige Farbe von der Oberfläche ab, so dass nur noch Farbe in den vertieften Nöpfchen verbleibt. In der Druckzone wird die in den Nöpfchen befindliche Farbe an das Papier abgegeben. Anschließend erfolgt die Lufttrocknung in einer Trockenkammer. Das bei der Lufttrocknung freiwerdende Toluol-Luft-Gemisch wird der Adsorption zugeführt und das Toluol zurückgewonnen.

Im **Verpackungstiefdruck** ist der Druckvorgang gleich. Als Lösemittel werden Ethanol und Ethylacetat eingesetzt. Diese werden nicht zurückgewonnen.

Abbildung 13 zeigt den Verfahrensablauf im Illustrationstiefdruck.

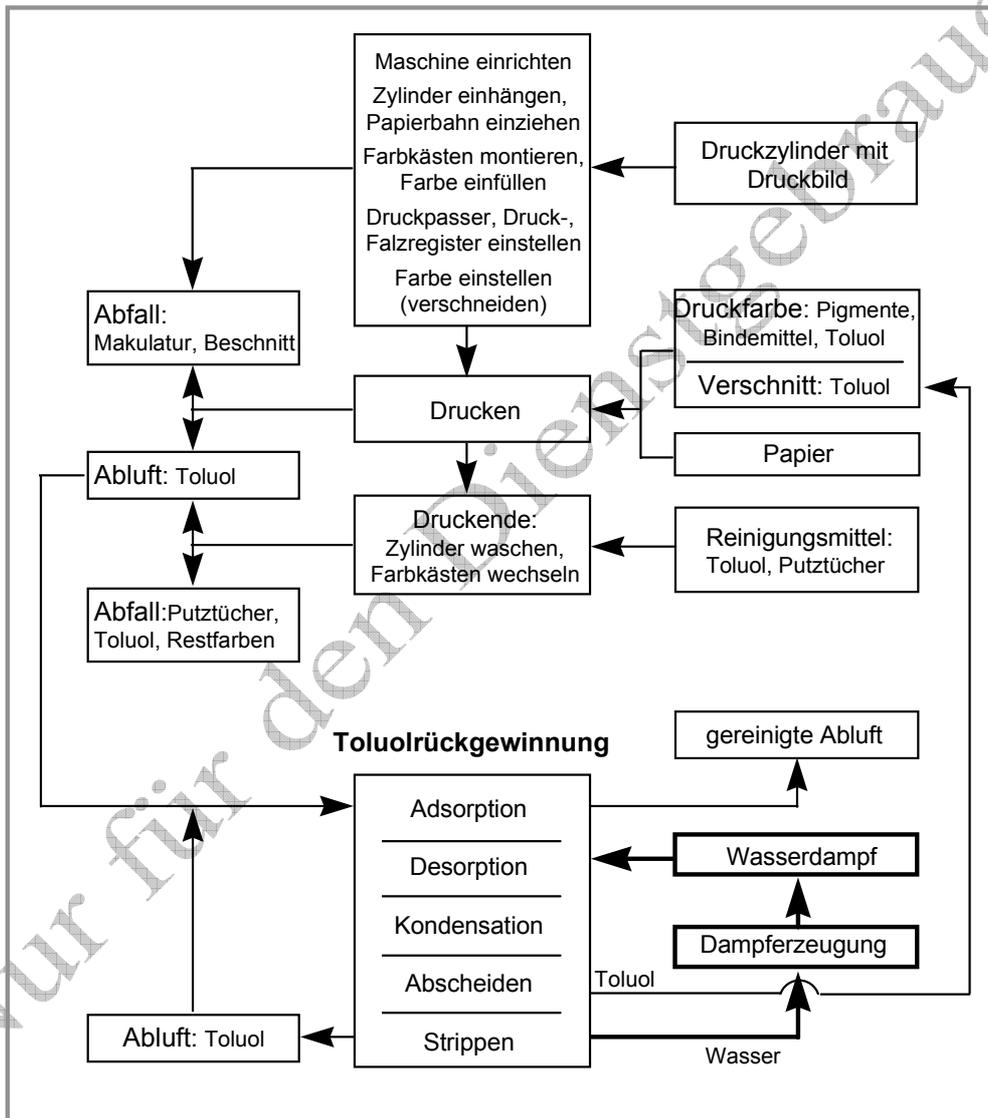


Abbildung 13: Verfahrensfließbild und Stoffflussdiagramm im Illustrationstiefdruck

Im **Stichtiefdruck** werden von einem in der Regel handgravierten Stahlstich ausgehend auf verschiedenen Wegen die zum Druck verwendeten Formen hergestellt. Zum Beispiel wird bei

Postwertzeichen die handgravierte Molette gehärtet und mit dieser das Druckbild vielfach bis zu Bogengröße in eine Nickelform geprägt. Die geschliffene und polierte Form wird dann verchromt. Wertpapiere werden mit verchromten Nickelplatten gedruckt, die durch galvanische Abformung hergestellt werden.

Arbeitsschritte bei Stahlstich-Verfahren (Handgravur) sind:

- Handgravur in Stahl (Druckplattenoriginal),
- Kunststoffprägung (Vervielfältigung),
- Montage (zur Originalplattengröße),
- Galvanoplastik,
- Aktivierung (Spritzversilberung),
- Aufkupferung (Matrize),
- Trennung Kupfer-Kunststoff,
- Trennschicht aufbringen (Trennschichten aus eiweiß- oder chromathaltigen Komponenten),
- Aufnickelung und Aufkupferung zum Arbeitsrelief,
- Trennschicht aufbringen (Trennschichten aus eiweiß- oder chromathaltigen Komponenten),
- Aufnickelung zur Druckplatte,
- Verchromung.

Das Druckplattenoriginal kann auch durch Ätzen von Kupferplatten hergestellt werden (Hand- oder Maschinenätzung). Dazu werden vorbeschichtete Platten belichtet, mit Lösemittel entwickelt, mit Eisen(III)-chlorid geätzt und anschließend vom Fotoresist entschichtet (Chemigraphie).

Beim **Druckvorgang** wird die auf den Zylinder aufgetragene überschüssige Farbe mittels einer Wischlauge angelöst und abgerakelt. Die Druckfarbe kann auch durch eine gegenläufige Papierbahn abgewischt werden (Papierwischung). Dabei entsteht eine entsprechend große Menge Papierabfall.

2.1.1.6 Druckweiterverarbeitung (Nachbehandlung)

In der Druckweiterverarbeitung und Buchbinderei kann Abwasser in der Regel nur bei Reinigungsprozessen im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Klebstoffen, z.B. beim Klebebinden für Bücher und Broschüren und Buchrückenbeleimung sowie bei der Lackierung entstehen. Als Klebstoffe werden Dispersionsklebstoffe, Schmelzklebstoffe und PUR-Schmelzklebstoffe eingesetzt. Daneben werden in geringerem Umfang noch Stärkekleister, Dextrine, tierische Heißeime (Gallerten) und Mischleime verwendet.

Das Binden von Büchern und mehrlagigen Broschüren wird vielfach mit Klebebindern durchgeführt, die in Verbindung mit Zusammentragmaschinen, Trocknersystemen und Dreimessermaschinen als Klebebindestraßen vollautomatisch arbeiten. In den Beleimungseinrichtungen werden die Kleber über Walzen oder andere Werkzeuge aufgetragen oder aufgesprüht. Teilweise werden die Druckprodukte lackiert. Beim Lackieren auf eigens konstruierten Lackiermaschinen wird der zu lackierende Bogen bzw. die Bahn zwischen einen Gegendruckzylinder und einer Lackauftragswalze geführt. Beim Drucklackieren, das sowohl im Hoch- als auch im Offset- und im Tiefdruck erfolgen kann, wird der Bogen bzw. die Bahn mit einer Druckform in einem separaten oder aber kombinierten Druckvorgang (In-line-Lackierung) bedruckt und lackiert. Der Lackauftrag erfolgt in der Regel über eine UV-Lackierung oder durch Auftrag von Dispersionslack.

2.1.2 Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit

2.1.2.1 Satz- und Reproherstellung

Im Wesentlichen fällt bei der Satz- und Reproherstellung Abwasser aus der Silberhalogenidfotografie an, hierfür gilt Anhang 53. Bei den Produktionskontrollen und bei der Herstellung von Kartografiefolien kann behandlungsbedürftiges Abwasser bei folgenden Produktionsschritten anfallen:

- Pro Jahr werden in Deutschland ca. 600.000 m² **Proofs** (Korrekturabzüge) angefertigt. Hierbei entfallen rund ein Drittel auf Trocken- und zwei Drittel auf Nassverfahren. Die Toner-Proofsysteme sowie das Farbfolienverfahren sind Trockenprozesse und arbeiten abwasserfrei. Abfälle entstehen durch die Trägerfolien und Tonerreste. Bei der Abschätzung des Entwickler- und Spülwasserverbrauchs der nassentwickelbaren Farbfolienverfahren sind die Entwicklungsvorgänge für die Filme aller Teilfarben (i.d.R. Gelb, Cyan, Magenta, Schwarz) zu berücksichtigen, so dass insgesamt ca. 1.600.000 m² Farbfolien im Nassverfahren abwasserrelevant sind. Das Abwasser aus den Entwicklern enthält Natriumcarbonat, Natriumhydroxid, Natriumsilikat, nichtionische Tenside und die abgelösten Farbschichten. Der Entwicklerverbrauch liegt zwischen 0,1 und 0,8 l/m² entwickelter Film und Teilfarbe, der Spülwasserverbrauch beträgt 10 bis 14 l/m² entwickelter Film und Teilfarbe.
- Die Entschichtung der **Anhaltskopien** erfolgt wässrig-alkalisch (positiv arbeitende Farbfolien) oder unmittelbar mit dem Spülwasser (negativ arbeitende Farbfolien). Der Entschichter bzw. das Spülwasser kann Zink und Kupfer enthalten. Der Gesamtabwasseranfall beträgt ca. 5 l/m². Bei Lichtpausverfahren mit Feuchtentwicklung fallen geringe Mengen Restentwickler an. Die charakteristischen Inhaltsstoffe der wässrigen Entwickler für das Feuchtlichtpausverfahren sind Di- und Trihydroxybenzol (sog. Kupplungskomponenten zur Bildung des Farbstoffes mit den in der Papierbeschichtung enthaltenen Diazoniumverbindungen) und organische Alkalisalze, wie z.B. Benzoate, Citrate, Sorbate, Succinate. Auch beim sogenannten Trockenlichtpausverfahren können sehr geringe Mengen ammoniakalischer Abfalllösungen anfallen. Moderne Maschinen sind abwasserfrei.
- Bei der Beschichtung, Entwicklung, Ätzung und Entschichtung von **Kartografiefolien** mit chromatsensibilisierten Schichten kann stark saures Abwasser mit Chrom(III), Chrom(VI) und Zink anfallen. Zusammen mit dem ebenfalls metallhaltigen Spülwasser liegt der Gesamtabwasseranfall in der Größenordnung von 10 l/m² entwickelter Folie und Gehalten an Chrom 5 - 10 mg/l und Zink 10 - 50 mg/l.

2.1.2.2 Hochdruck

Flexodruck

Als Auswaschlösung beim Solid-System wird ein Gemisch aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen verwendet. Die Verarbeitung der Druckformen erfolgt in geschlossenen Auswaschanlagen ohne Über- oder Ablauf. Es entsteht kein Abwasser. Wasserauswaschbare Plattensysteme sind Gegenstand neuester Entwicklungen.

Beim Liquid-System enthält die erschöpfte Auswaschlösung ab gespültes unpolymersiertes Material und Hilfsmittel wie lipophile Stoffe, die einen hohen CSB-Wert erzeugen. Im Flexodruck werden lösemittelhaltige Farben, UV-Farben und wasserbasierte Farben eingesetzt. Der Druckvorgang selbst ist nicht abwasserrelevant. Behandlungsbedürftiges Abwasser fällt nur bei der

Reinigung der Farbwerke (Rasterwalze, Farbwanne, Farbrakel) an, wenn wasserbasierte Farbsysteme zum Einsatz kommen.

Zeitungshochdruck

Nach Belichtung werden die unbelichteten, nicht polymerisierten Bestandteile der Druckform mit Wasser oder Alkohol ausgewaschen. Die noch anhaftende Auswaschlösung wird durch Abblasen oder Abtupfen vollständig entfernt; teilweise wird mit Wasser nachgewaschen. Das Abwasser (ca. 20 l/m²) enthält gelöste Bestandteile der fotopolymeren Schicht (im Mittel $\leq 1,5$ Gew.-%), die sehr hohe organische Belastungen (CSB bis 50.000 mg/l) verursachen. Der CSB ist in biologischen Kläranlagen eliminierbar. Die Auswaschlösungen enthalten AOX-Konzentrationen von bis zu 5 mg/l. Bei Verwendung alkoholhaltiger Auswaschlösungen fallen Abfälle zur Beseitigung oder Verwertung (z. B. durch Destillation) an. Spülwasser aus diesen Bereichen ist nicht behandlungsbedürftig. Beim eigentlichen Druckvorgang fällt kein Abwasser an.

Das aus der Entwicklung der **Metallklischees** anfallende Abwasser enthält Lösemittel sowie Schichtbestandteile (Eiweiße, Polyvinylcinnamat). Beim Ätzzvorgang fällt eine verbrauchte Ätzlösung an, die mit 30 bis 35 g/l des eingesetzten Metalls angereichert ist, ca. 2-3 % Flankenschutzmittel (z.B. sulfatiertes Rizinusöl) und hohe Nitrit-Konzentrationen enthalten kann. Das übrige Abwasser aus Spülvorgängen, Entschleierung, Neutralisation und Korrektur enthält auch diese Inhaltsstoffe in niedriger Konzentration.

Beim Druck mit Metallklischees fällt kein Abwasser an, da Druckfarben auf der Basis von Lösemittel verwendet werden und die Druckform- bzw. Farbwerkreinigung dementsprechend mit Lösemittel erfolgt.

Bei der Herstellung von **Gummiklischees** kann Schleifwasser mit Gummistaub anfallen. Dieser Schlamm wird bereits an der Maschine zurückgehalten (Kreislaufbecken) und als Abfall entsorgt.

2.1.2.3 Flachdruck (Offsetdruck)

Druckformenherstellung

Die zur Herstellung der Druckformen erforderlichen Verarbeitungsbäder und Behandlungsmittel enthalten je nach Plattensystem unterschiedliche Chemikalien. Die meisten Präparate sind sauer oder alkalisch.

Bei Monometallplatten besteht der Positiventschichter aus einer wässrigen, alkalischen Lösung, deren Hauptbestandteile Alkalisilikate und Alkalihydroxide sind. Der Verbrauch an Entschichter liegt bei ca. 200 ml/m² Druckplatte. Beim Nachschärfen mit Regenerat kann der Verbrauch auf ca. 100 ml/m² gesenkt werden.

Der Negativentschichter besteht aus einer wässrigen, neutralen bis alkalischen Lösung, deren Hauptbestandteile Tenside und Alkalisalze sind. Außerdem sind Alkohole (< 5 %) zur Stabilisierung des Entschichtungsprozesses enthalten. Der Verbrauch an Entschichter beträgt ca. 100 ml/m². Ein Nachschärfen von Negativentschichter ist im Allgemeinen nicht möglich. Gebrauchte Negativentschichter können Kupferphthalocyanin enthalten.

Der Entschichter elektrofotografischer Druckplatten (organische Fotohalbleiterplatten) besteht aus einer wässrigen alkalischen Lösung, die einige mg/l AOX enthält und deshalb nicht abgeleitet werden darf.

Die Entschichter für wasserlos druckende Platten (positiv und negativ) bestehen aus einer wässrigen Dispersion der abgelösten Silikonschicht.

Bei der Druckformenherstellung entsteht mit wenigen Ausnahmen Spülwasser. Die Spülwassermengen sind verschieden und hängen unter anderem von der maschinellen Einrichtung ab. Bei der Verarbeitung von Positiv- und Negativplatten überwiegt die Fließspülung. Bis zu 15 l Spülwasser fallen bei der Verarbeitung eines Quadratmeters Druckplatte an, dabei wird 15 ml Entschichterlösung pro Quadratmeter Druckplatte ins Spülwasser verschleppt, die eine CSB-Belastung von ca. 50 mg/l (positiv) bzw. 300 mg/l (negativ) erzeugt.

Bei der Herstellung von **Mehrmetalplatten** kann zwischen Entwicklung und Entschichtung eine Nachentwicklung (Ätzen) mit hochkonzentrierter Zinkchlorid-Lösung erfolgen. Hierbei wird die Chromschicht mit einer Salzsäurelösung mit hoher Zinkkonzentration bis auf die Kupferschicht abgeätzt. Das hierbei anfallende Abwasser einschließlich Spülwasser enthält hohe Konzentrationen an Säure und den Schwermetallen Chrom(III) und Zink und muss daher einer Behandlung unterzogen werden. Bei der Selbstbeschichtung mit chromatsensibilisierenden Substanzen ist im Abwasser Chrom(VI) enthalten.

Gummierungen sind in der Regel schwach saure wässrige Lösungen von Dextrin oder Gummi arabicum. Lösungen dieser Art sind leicht verderblich und müssen gegen Mikrobenbefall durch Biozidzusätze geschützt werden. Auch für diese Anwendung geeignete und aus Sicht des Arbeitsschutzes akzeptable Biozide sind nicht frei von organisch gebundenen Halogenen, wie z. B. Kathon und Bronopol. Bei geeigneter Biozidwahl kann die Dosierung so niedrig gehalten werden, dass eine ausreichende Wirkung erzielt wird, ohne in der Gummierung eine höhere AOX-Konzentration als etwa 30 mg/l zu erreichen. Die eingesetzten Konservierungsstoffe sind nicht persistent. Beim Reinigen von Gummierungssystemen resultieren sehr geringe Mengen Spülwasser, in denen erfahrungsgemäß ca. 10 % Gummierung entsprechend ca. 3 mg/l AOX enthalten sein können.

Beim **Druck** entsteht Abwasser nur beim Reinigen der Feuchtmittelkästen bzw. Feuchtmittelaufbereitungsanlagen (Feuchtwasser), bei der maschinellen und der manuellen (Schwammwasser) Gummituch- und Druckformenreinigung sowie bei der Reinigung textilbezogener Feuchtwalzen. Dieses Abwasser kann mit Kohlenwasserstoffen (Waschmittel), Papier- und Druckfarbenbestandteilen verunreinigt sein.

Bei der Reinigung der Feuchtmittelsysteme fällt eine geringe Abwassermenge an, die auch bei großen Druckereien bei wenigen 100 l pro Jahr liegt.

Die Feuchtmittelkreisläufe müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Die Abstände liegen hier je nach System und Druckerei zwischen 4 Wochen und einigen Monaten. Im Zeitungsdruck werden Standzeiten bis zu über einem Jahr erreicht. Die Feuchtwasserreste enthalten normalerweise nur geringe Verunreinigungen aus Papierstaub und Druckfarbe. Im Feuchtwasser des Bogenoffsets können jedoch auch mehrere 100 mg/l Cobalt enthalten sein, die aus den hier eingesetzten Trockenzusatzstoffen im Feuchtwasser oder in den Druckfarben stammen. Neuerdings werden die organischen Cobaltsalze vermehrt durch Mangansalze ersetzt. Normalerweise werden Feuchtwasserreste als Abfall entsorgt, der Wiedereinsatz nach Filtration (Papierfilter, Mikrofiltration) ist durch Beimischen zum Neuansatz jedoch meist ohne Probleme möglich. Zur Reinigung der Feuchtwassersysteme werden normalerweise biologisch abbaubare Reiniger eingesetzt oder es wird ganz auf Chemikalien verzichtet.

Das bei der Gummituchreinigung anfallende Handreinigungsabwasser (Schwammwasser) enthält bei sachgerechter Arbeitsweise durch abwasserfreie Vorreinigung mit Putztüchern (siehe 2.1.1.3) nur geringe Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen (sogenannte Waschmittel), Papier- und Druckfarbenbestandteile.

Erfolgt bei Gummituch- oder Druckformenwaschanlagen (Bürstenwaschanlagen) die Reinigung mit Kohlenwasserstoffen und Wasser, fällt ein Kohlenwasserstoff-Wasser-Gemisch an, das entweder aufgearbeitet, vor Ableitung behandelt oder als Abfall entsorgt wird.

In einigen Offsetfarben kann EDTA in Form von Natriumsalzen enthalten sein. Sie werden im Zuge der weiteren Entwicklung durch bereits verfügbare oder neue EDTA-freie Produkte ersetzt.

2.1.2.4 Durchdruck (Siebdruck)

Im Siebdruck werden die Siebe (Schablonenträger) im Allgemeinen mehrfach verwendet. Nach dem Druck wird das Sieb gereinigt und entschichtet. Es kann dann wiederverwendet werden. Bei dem anfallenden Prozesswasser handelt es sich um Mischabwasser aus den Bereichen:

- Schablonenträgervorbehandlung (Gewebeentfettung, -präparation),
- Schablonenherstellung (Belichtung, Entwicklung),
- Formenentschichtung (Schablonenentfernung),
- Formennachbehandlung (Farbrest- und Geisterbildentfernung vom Schablonenträger, Gewebeentfettung).

Die Formenreinigung erfolgt mit Lösemitteln und ist daher abwasserfrei. Der CSB-Wert des typischen Mischabwassers (Prozessabwassers ohne Kreislaufwasserführung) liegt in der Regel zwischen 1000 und 1500 mg/l. Er wird im Wesentlichen verursacht durch die eingesetzten Reinigungsmittel (Tenside, Alkohole, Ester, Ketone und die abgelösten Schichten). Das CSB/BSB₅-Verhältnis liegt zwischen 3:1 und 4:1. Durch Kreislaufwasserführung, z.B. in automatischen Druckformenentwicklungs- und Entschichtungsautomaten, wird der Abwasseranfall um bis zu 70 % reduziert und die Schadstoffkonzentration entsprechend erhöht.

Durch Verschleppungen von aromatenhaltigen Siebreinigern in das Abwasser, bedingt durch ungenügende Trocknung der Druckformen nach der Farbentfernung mit organischen Lösemitteln, können Kohlenwasserstoffe, Benzol und dessen Derivate auftreten. Schwermetalle kommen vor allem im keramischen Siebdruck vor sowie in den Bereichen, in denen Kupfer-Phthalocyaninpigmente eingesetzt werden. Die Kupferkonzentrationen im Abwasser sind relativ gering. Das Abwasser aus der Herstellung von Metallsieben enthält Nickel und aus der Trennschicht Chrom. Bei konventioneller Druckformenbehandlung ohne Kreislaufführung fallen pro m² Siebgewebefläche 60 - 90 l Abwasser an. Bei kleinen Siebdruckereien ist mit einem Abwasseranfall von mehr als 1m³ pro Tag zu rechnen. Durch wassersparende Verfahren können bis zu 70% Frischwasser eingespart werden.

2.1.2.5 Tiefdruck

Abwasser aus der **Zylindervorbereitung** besteht im Wesentlichen aus Reinigungswasser und kann folgende Stoffe in teilweise hohen Konzentrationen enthalten: Toluol, Chrom(VI), Schwefelsäure, Kupfer, Natriumhydroxid, Ammoniak, Schleifmittel, emulgierte und verseifte Fette. Die anfallende Abwassermenge ist gering.

Bei der **Druckbildübertragung** durch Gravur fällt kein Abwasser an.

Beim Entwickeln der chromatsensibilisierten Gelatineschicht im **Ätzverfahren** entsteht Abwasser mit Gelatine, Cr(III) und Cr(VI).

Beim **Ätzvorgang** fällt in der Regel nur Spülwasser an, das neben Gelatine und Asphaltlackresten auch Eisen, Spuren von Kupfer, Chrom(III) und Chrom(VI) enthält. Die beim Badwechsel

anfallenden Konzentrate (Standzeiten bis zu mehreren Jahren) werden zusammen mit dem Spülwasser in eigenen Anlagen behandelt. Größere Mengen werden als Abfall entsorgt.

Wie bei der Zylindervorbereitung schließt sich auch bei der **Zylinderkorrektur** an viele Arbeitsschritte ein Spülgang des Druckformzylinders mit Wasser an. Im Abwasser der Zylinderkorrektur können Toluol, Chrom, Kupfer, Nickel, Farbreste und Asphaltlack vorkommen. Das Abwasser wird gesammelt und gereinigt.

Die Inhalte der Chrombäder gelangen nicht in das Abwasser. Beim Spülen des Zylinders nach dem **Verchromen** wird der anhaftende Chromelektrolyt abgespült. Das chromhaltige Spülwasser wird dem Verchromungsbad wieder zugeführt.

Beim **Druck (Rastertiefdruck)** selbst fällt kein Abwasser an. Abwasser kann lediglich bei der Toluolrückgewinnung durch Regeneration der Aktivkohle mit Dampf entstehen. Dieses Abwasser wird nach Abtrennen des Toluols in einem Abscheider und anschließendem Stripper als Kesselspeisewasser wiederverwendet oder in einen Kühlturmkreislauf eingespeist.

Die Lösemittel und die verbrauchten Ätzlösungen aus **Galvanoplastik und Chemigrafie** werden als Abfall entsorgt. Das Spülwasser wird vorbehandelt.

Bei der Laugenwischung im **Stichtiefdruck** fallen verbrauchte Wischlösungen an. Die alkalischen wässrigen Lösungen enthalten bis zu 0,6 % sulfatiertes Rizinusöl und ca. 1 % Feststoffanteile. Sie werden nach Ausfällung der Farbanteile wieder eingesetzt. Beim Aufarbeiten des Fällschlammes fällt Abwasser an.

Bei der **Entchromung** fällt nur Spülwasser an, das dem Elektrolyt wieder zugeführt wird. Das verbrauchte Entchromungsbad wird üblicherweise als Abfall der Verwertung zugeführt, seltener in eigenen Abwasseranlagen behandelt.

2.1.2.6 Druckweiterverarbeitung

Abwasser entsteht bei der Reinigung von Klebstoffbehältern oder -becken. Der Abwasseranfall richtet sich weitgehend nach der Art und Weise der Reinigungsmethode. Die dabei anfallenden Klebstoffreste werden zum Teil in Absetzbehältern (ggf. mit Filtereinsätzen) entfernt, zum Teil gelangen sie stark verdünnt in das Abwasser. Sofern Kleber Kohlenwasserstoffe und Halogenkohlenwasserstoffe enthalten, kann eine Behandlung des Abwassers erforderlich sein.

Beim Lackieren entsteht lediglich Abwasser durch Reinigungsarbeiten, wenn Dispersionslack eingesetzt wird. Alle anderen Bereiche sind nicht abwasserrelevant.

2.2 Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren

2.2.1 Maßnahmen zur Abwasservermeidung

2.2.1.1 Satz und Reproherstellung

Bei der Herstellung von **Proofs** sollten soweit wie möglich Trocken- bzw. Digitalverfahren bevorzugt eingesetzt werden. Bei der Anfertigung von **Anhaltskopien** sollte auf den Einsatz zinkhaltiger Farbfolien verzichtet werden. Bei der Fertigung von **Lichtpausen** sollten soweit wie möglich abwasserfreie Trockenlichtpausmaschinen eingesetzt werden. Bei der Herstellung von **Kartografiefolien** sollte auf den Einsatz chromathaltiger Kopierschichten und zinkhaltiger Ätzlösungen sollte verzichtet werden.

2.2.1.2 Hochdruck

Zur Herstellung von Kunststoffklischees befinden sich Auswaschgeräte in der Entwicklung, die den Abwasseranfall durch Kreislaufführung über Filteranlagen erheblich vermindern sollen. Durch geeignete Spültechniken (z.B. Einbau von Sparspülen oder Spülkaskaden) können Abwasseranfall und Abwasserverunreinigung gering gehalten werden.

Bei der Herstellung von Metallklischees ist die Verwendung chromathaltiger Einsatzstoffe zu vermeiden. Das Kühlwasser der Ätzmaschinen sollte über Wärmetauscher im Kreislauf geführt werden. Der Einsatz Kupfer- und AOX-freier Pigmente ist anzustreben.

Im Flexodruck sind Farbwerke und Druckformen soweit möglich mit Rakeln und Putztüchern mechanisch vorzureinigen. Bei wasserbasierten Farbsystemen ist der Wasserverbrauch zu minimieren. Die Rückgewinnung von Farben aus dem Reinigungsabwasser mittels Mikrofiltration ist in Einzelfällen möglich. Bei sparsamem Wasserverbrauch liegt die Farbkonzentration im Abwasser bei etwa 2%.

2.2.1.3 Flachdruck (Offsetdruck)

Bei der Herstellung von Monometallplatten sind die Standzeiten der Entschichterlösungen zu optimieren. Das Spülwasser sollte weitgehend im Kreislauf gefahren werden.

Auf den Einsatz von Mehrmetallplatten sollte wegen des beim Ätzen entstehenden stark sauren, schwermetallhaltigen Abwassers verzichtet werden. Sie sollten durch vorbeschichtete Monometallplatten ersetzt werden. Soweit technisch möglich, sollten Negativplatten eingesetzt werden, deren Kopierschicht mit kupferfreien Pigmenten ausgerüstet ist.

Bei allen Spülprozessen (auch nach Korrekturen) sollte der Einsatz von Wasser auf ein Minimum reduziert werden. Bei durchfließenden Spülen ist der Wasserzufluss soweit wie möglich zu drosseln. Effektiv sind Geräte mit Kreislaufführung, die die Abwassermenge deutlich vermindern. Nach der Korrektur genügt oft die Nachreinigung mit Schwamm und Putztüchern.

Zur Behandlung größerer Mengen von verbrauchten Lösemittel-Wassergemischen, z.B. aus der Gummituchreinigung, können Recyclinganlagen zur Trennung und Wiederverwendung von Wasser und Lösemittel eingesetzt werden. Derartige Anlagen werden sowohl extern betrieben oder in den Reinigungsprozess integriert.

Bei der manuellen Gummituchreinigung sind die Reinigungsmittel und Schmutzstoffe im Wesentlichen mit Putztüchern aufzunehmen und dürfen nicht über die Schwammwassereimer entsorgt werden. Die bei der Reinigung des Feuchtmittelkreislaufs anfallenden Feuchtmittelreste können in der Regel nach Filtration wieder eingesetzt werden.

Bei der Reinigung der Feuchtwassersysteme und textilbezogenen Feuchtwalzen werden keine Lösemittel verwendet, da diese im Abwasser nicht enthalten sein dürfen.

2.2.1.4 Durchdruck (Siebdruck)

Eine abwasserfreie Betriebsweise ist nur durch Einsatz thermischer Verfahren (Verdampfung) möglich.

Maßnahmen zur Abwasserverminderung sind:

- wassersparende Spültechnik,
- Kreislaufführung von Spül- und Prozesswasser,

- Verwendung von gereinigtem Abwasser.

Maßnahmen zur Minimierung der Schadstofffracht sind:

- Vermeidung von schwermetallhaltigen Stoffen, aktivchlorhaltigen Entschichtern sowie Lösemitteln mit Gehalt an Kohlenwasserstoffen oder Halogenkohlenwasserstoffen,
- Vermeidung von AOX bei der Anwendung hypochlorithaltiger Geisterbildentferner durch möglichst lange Einwirkungszeit (mehrere Stunden),
- Minimierung von Verschleppungsverlusten,
- Vollständige Trocknung der Druckformen nach der Reinigung mit Lösemittel,
- Sparsamer Einsatz von Chemikalien,
- Mechanische Vorreinigung der Arbeitsgeräte vor der Spülung,
- Verzicht auf den Einsatz von schwer abbaubaren Konservierungstoffen.

2.2.1.5 Tiefdruck

Beim **Rastertiefdruck** werden die Anlagen zur Zylindervorbereitung weitgehend im Kreislauf betrieben. Die Bäder besitzen eine lange Standzeit. Entchromungsbäder werden regelmäßig nachgeschärft. Ebenso wird mit den Aufkupperungs- und Chrombädern verfahren. Ein Austausch der Bäder erfolgt nur in großen Zeitabständen oder bei Havarie.

Bei der Druckformenherstellung werden ausschließlich quecksilberfreie Trennlösungen eingesetzt. Die Gravur ist dem Ätzen vorzuziehen. Der Spülwasserverbrauch kann durch Einsatz von entmineralisiertem Wasser und Zuführen in die Arbeitsbäder deutlich reduziert werden. Desorbate aus der Regeneration der Aktivkohlefilter werden in der Regel nach Abtrennung der Lösemittelphase (Abscheider) gestrippt und wiederverwendet (z.B. als Zusatzspeisewasser für die Dampferzeugung oder zur Kühlung).

Beim **Stichtiefdruck** können in der Galvanoplastik wie bei allen Wirkbädern die Platten über den Arbeitsbädern vorgespült (Handbrause mit entmineralisiertem Wasser) und anschließend in einer Fließspüle nachgespült werden. Verchromte Platten werden in einer Standspüle vorgespült, aus der die Verdunstungsverluste des Chrombades ersetzt werden. Anschließend wird in einer Fließspüle gespült. Wischlaugen werden gesammelt und nach Reinigung (z.B. in einer Ultrafiltrationsanlage) wiederverwendet.

Im **Verpackungsdruck** mit wasserverdünnbaren Farben kann das bei der Farbumstellung anfallende Reinigungsabwasser durch konventionelle Abwasserbehandlungsverfahren (Flockung, Fällung oder Ultrafiltration) aufbereitet werden. Durch Ultrafiltration können einzelne Farben zurückgewonnen werden. Das Filtrat kann ggf. nach einer Nanofiltration vollständig in den Produktionsprozess zurückgeführt werden. Eine solche Kreislaufführung von gereinigtem Abwasser kann auch durch Mikrofiltration mit nachfolgender Ozonisierung erreicht werden.

2.2.1.6 Druckweiterverarbeitung

Bei der Reinigung von Klebstoffbehältern wird im Wesentlichen folgende Vorgehensweise praktiziert:

- Produktreste werden den Arbeitsgeräten weitgehend entnommen, wieder eingesetzt, verwertet oder als Abfall entsorgt,
- Mechanische Vorreinigung z.B. mit Putztüchern, Entsorgung als Abfall,
- Schlussreinigung mit Wasser, Einleitung in den Schmutzwasserkanal.

Durch Verwendung von geschlossenen Klebstoffbehältern bzw. -becken und Auftrag der Klebstoffe mit Düsen anstatt mit Walzen lassen sich erforderliche Reinigungszyklen verlängern. Bei offenen Behältern hat sich ein Abdecken mit feuchten Tüchern bewährt. Gereinigtes oder teilgereinigtes Abwasser kann meist zum Ansatz von Klebern verwendet werden.

2.2.2 Maßnahmen zur Abwasserbehandlung

2.2.2.1 Satz- und Reproherstellung

Das Abwasser wird abhängig von seiner Menge entweder getrennt oder gemeinsam mit anderem Abwasser behandelt oder als Abfall entsorgt. Eine eigene Behandlung lohnt nur, wenn ohnehin eine Abwasserbehandlung durchgeführt wird.

Folgende Abwasserströme sind relevant bei den:

- Proofs: Schwermetallhaltige Pigmente aus den Entwicklern,
- Anhaltskopien: Zink- oder kupferhaltige Entwickler aus den Entschichtern sowie Spülwasser aus den Entschichtungsprozessen,
- Lichtpausen: Ammoniumhaltige Kondensate und Restentwickler,
- Kartografiefolien: Chromat- und schwermetallhaltige Konzentrate und Spülwasser der Kopierschicht.

Folgende Behandlungsverfahren können eingesetzt werden:

- Chromatreduktion,
- Fällung, Flockung, Sedimentation.

2.2.2.2 Hochdruck

Bei der Herstellung von Metallklischees fallen geringe Abwassermengen an, die meist als Abfall entsorgt werden. Bei einer Abwasserbehandlung wird zunächst das Flankenschutzmittel durch einen Schwerkraftabscheider abgetrennt, die Schwermetalle durch Fällung und Flockung entfernt und gegebenenfalls eine Nitrit-Entgiftung (üblicherweise mit Amidosulfonsäure) durchgeführt.

Das Abwasser aus der Farbwerkreinigung im Flexodruckbereich wird durch Fällung und Flockung behandelt. Das Reinigungswasser von wasserbasierten Farbsystemen kann auch durch ein zweistufiges Membrantrennverfahren in Form einer Ultrafiltration mit nachgeschalteter Nanofiltration behandelt werden. Das Permeat wird in die biologische Kläranlage abgeleitet oder in den Produktionsprozess zurückgeführt.

2.2.2.3 Flachdruck (Offsetdruck)

Druckformenherstellung

Positiventschichter, Abwasser aus der Herstellung wasserlos druckender Platten und Spülwasser aus der Plattenherstellung (positiv und negativ) werden ohne Vorbehandlung in eine biologische Kläranlage abgeleitet. Negativentschichter werden, abhängig vom Kupfergehalt, durch Fällung / Flockung behandelt oder als Abfall entsorgt. Die beim Ätzen von Mehrmetallplatten entstehen schwermetallhaltigen Konzentrate und das Spülwasser werden neutralisiert, gefällt und

geflockt. Das Abwasser von selbstbeschichteten, chromatsensibilisierte Mehrmetallplatten wird vorher einer Chromatreduktion (z.B. Eisen(II)-Salze, Sulfid) unterzogen.

Druck

Das Abwasser von der Reinigung der Gummitücher, der Textilfeuchtwalzen und Druckformen kann mittels Koaleszenzabscheider und Membrantrennverfahren behandelt oder, abhängig von der Abwassermenge, als Abfall entsorgt werden. Feuchtmittelreste verschlechtern die Abscheidewirkung des Koaleszenzabscheiders. Sie sollten z. B. mittels Filterverfahren getrennt behandelt und wieder eingesetzt werden.

2.2.2.4 Durchdruck (Siebdruck)

Das Abwasser von Siebdruckereien kann bei konsequenter Anwendung der Vermeidungstechniken ohne Vorbehandlung in eine biologische Behandlungsanlage abgeleitet werden, da es lediglich einen hohen CSB aufweist.

Bei hohen Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen, AOX und Schwermetallen im Abwasser ist eine Vorbehandlung (Fällung/Flockung) erforderlich. Für 1 m³ Abwasser werden durchschnittlich 1 - 1,5 kg Spaltchemikalien eingesetzt. Dabei entstehen 8 - 10 kg Feuchtschlamm.

2.2.2.5 Tiefdruck

Beim **Rastertiefdruck** werden Dekapier- und Entfettungsbäder, ggf. Entchromungsbäder, Spülwasser und Desorbate aus der Aktivkohleregeneration einer Abwasservorbehandlung (Leichtflüssigkeitsabscheider, Chromatreduktion, Neutralisation, Fällung und Filtration) unterzogen. Zur Entfernung des Toluols kann eine Strippung erforderlich sein. Unbrauchbar gewordene Vernickelungs-, Verchromungs-, Entchromungs- und Aufkupperungsbäder werden als Abfälle einer Verwertung zugeführt.

Beim **Stichtiefdruck** werden Fließspülen nach metallhaltigen Wirkbädern im Kreislauf über Ionenaustauscher geführt und die Regenerate der Ionenaustauscher in Chargenbehandlungsanlagen gereinigt. Das Abwasser aus dem Silberspritzstand wird zusammen mit dem fotografischen Abwasser (Spülwasser) über einen Ionenaustauscher abgeleitet und das Retentat von Ultrafiltrationsanlagen zur Behandlung der Wischlaugen in Chargenanlagen behandelt.

2.2.2.6 Druckweiterverarbeitung

Das Abwasser wird durch Flockung/Fällung vorbehandelt.

2.3 Abfallbehandlung und Abfallverwertung

Folgende Maßnahmen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Abfallvermeidung und -verminderung:

- automatische Farbmischsysteme beim Bogenoffset und Siebdruck zur Vermeidung von Fehlmischungen,
- Einsatz von Mehrweggebinden,
- Mehrfachverwendung von Mischbehältern zum Mischen von Farben, Hilfs- und Betriebsstoffen,

- Verwendung von Mehrwegputztüchern,
- bedarfsgerechtes Anmischen der Druckfarbenmenge,
- Schlamm aus der Abwasserreinigung kann verringert werden, wenn eine ausreichende Entwässerung erfolgt und die Zudosierung von Selektivflockungsmitteln optimiert wird.

Abfälle im Hochdruck

- Recycling (Destillation) von erschöpften Auswaschlösungen und Waschmittelabfällen aus dem Zeitungsdruck (Basis: Ethanol und Kohlenwasserstoffe),
- Gegebenenfalls hydrometallurgische Verwertung verbrauchter Ätzlösungen aus der Metallklicheherstellung,
- Verwendung verschmutzter Restfarben als Zusatz für Schwarzfarbe.

Abfälle im Flachdruck (Offsetdruck)

- Einsatz von Membran- und Filteranlagen zur Standzeitverlängerung des Feuchtmittelkreislaufs,
- Aufbereitung von verschmutzten Reinigungsmitteln auf Lösemittelbasis durch Filtration / Destillation,
- Aufbereitung verschmutzter Reiniger auf Basis vegetabiler Öle.

Abfälle im Tiefdruck

- Verwertung von Kupferspänen und abgezogenen Ballardhäuten,
- Einsatz von Titananoden statt Bleianoden in Verchromungsbädern (Vermeidung von Bleichromat-Schlamm),
- Standzeitverlängerung von Verchromungsbädern durch Einsatz von Ionenaustauschern,
- Aufbereitung von Waschlösung und Wiederverwertung von Restfarben, siehe Flachdruck.

Nur für den Dienstgebrauch

3 Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind

3.1 Hinweise für die Auswahl der Parameter

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

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

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

Phosphor (P_{ges}) wurde aufgenommen, weil er als Pflanzennährstoff das Algenwachstum fördert. Phosphor ist in vielen Gewässern limitierender Faktor für die Eutrophierung. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Kohlenwasserstoffe sind typische Abwasserinhaltsstoffe aus Druckereien. Sie liegen in gelöster, emulgierter oder in ungelöster Form vor und können die Gewässerbeschaffenheit in verschiedener Hinsicht beeinträchtigen.

Eisen und **Aluminium** können bei ordnungsgemäßem Betrieb in relevanten Konzentrationen anfallen, so dass auch hier eine Begrenzung auf ein gewässerverträgliches Maß erforderlich ist.

Die **Fischgiftigkeit (G_F)** ist ein Maß für die Schädlichkeit. Sie ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Abfiltrierbare Stoffe sind ein Leitparameter für partikulär vorliegende Schwermetalle im keramischen Siebdruck.

Der **AOX** ist ein Maß für die Summe an **adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen**. Ferner ist er ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter. Eine wesentliche Quelle sind Gelbpigmente bei wasserbasierten Farbsystemen und Siebdruckabwasser. Siebdruckabwasser kann Periodat enthalten, daher sind die Hinweise und Erläuterungen Nummer 501 der Anlage zu §4 AbwV zu beachten.

Blei und **Cadmium** kommen in Pigmenten, Blei auch in Glasuren des keramischen Siebdrucks vor. Sie sind auch für die Abwasserabgabe maßgebende Parameter.

Chrom(III) kann als Pigmentbestandteil bzw. Reduktionsprodukt in Entchromungsbädern oder entwickelten Schichten vorkommen. **Chrom(VI)** kann in galvanischen Bädern und in Kopierschichten (vorwiegend Textildruck, Kartografie) vorkommen. Chrom ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Cobalt kommt im Feuchtwasser des Bogenoffset-Verfahrens (aus Trockenstoffen von Druckfarben) und im Abwasser des keramischen Siebdruckes (aus Pigmenten) vor.

Kupfer und **Nickel** werden in galvanischen Bädern eingesetzt. Kupfer ist im Kupfer-Phthalocyaninpigment enthalten. Nickel und Kupfer sind für die Abwasserabgabe maßgebende Parameter.

Silbersalze kommen als Trennmittel bei der Herstellung von Tiefdruckzylindern nach dem Ballardhautverfahren vor. Silber wird in metallischer Form im Siebdruck bei der Keramik- und Glasindustrie verwendet.

Zink fällt beim Ätzen von Metallklischees und Mehrmetallplatten, der Verarbeitung von Farb- und Kartografiefolien sowie beim Einsatz von Zinkpigmenten in Druckfarben an.

Benzol und Derivate: werden im Illustrationstiefdruck als Lösemittel (meist Toluol) für Druckfarben und als Reinigungsmittel eingesetzt. Sie können wegen ihrer ökotoxikologischen Eigenschaften die Gewässerbeschaffenheit in verschiedener Weise beeinträchtigen.

Cyanide, leicht freisetzbar, können in galvanischen Bädern im Bereich Tiefdruck vorkommen. Sie wurden aufgenommen, weil sie toxisch gegenüber Wasserorganismen sind.

3.2 Hinweise für die Auswahl der Parameter, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten kann es erforderlich sein, zusätzlich den pH-Wert, die Temperatur und den Nitritgehalt des Abwassers zu begrenzen.

Nur für den Dienstgebrauch

4 Anforderungen an die Abwassereinleitung

4.1 Anforderungen nach § 7a WHG

Siehe Anhang 56 der Abwasserverordnung.

4.2 Weitergehende Anforderungen

Keine.

4.3 Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregelungen

Siehe Anhang 56 Teil B Absatz 2.

4.4 Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen

Die Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) legt integrierte, medienübergreifende Regelungen für die Genehmigungsverfahren für bestimmte industrielle Tätigkeiten und Anlagen fest. Zu den im Anhang 1 der Richtlinie festgelegten Tätigkeiten und Anlagen gehören auch Anlagen zur Behandlung von Oberflächen von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung von organischen Lösemitteln, insbesondere Appretieren, Bedrucken, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken, mit einer Verbrauchskapazität von mehr als 150 kg Lösemitteln pro Stunde oder von mehr als 200 t pro Jahr. Damit ist grundsätzlich auch der Sektor Druckereien erfasst. Die Mitgliedstaaten haben durch diese Richtlinie sicherzustellen, dass die der Richtlinie unterliegenden Anlagen gemäß den besten verfügbaren Techniken (BVT) genehmigt und betrieben werden. Zu den besten verfügbaren Techniken werden von der Kommission BVT-Referenzdokumente (BAT-Reference Documents – BREF) herausgegeben. Die in den vorliegenden Hinweisen und Erläuterungen zum Anhang 56 beschriebenen Techniken sind nach Vorliegen des BREF-Dokuments hinsichtlich der besten verfügbaren Techniken zu prüfen.

Die Entscheidung Nr.2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) ist am 21. November 2001 in Kraft getreten (ABl. EG vom 15.12.2001 Nr. L 331 S. 1). Damit sind prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe als Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aufgelistet worden. Die Überprüfung, Anpassung und Erweiterung dieser Stoffliste kann neuen Erkenntnissen angepasst werden. Nach Artikel 16 festzulegende Strategien gegen die Wasserverschmutzung werden vom Europäischen Parlament und dem Rat festgelegt. Dies betrifft Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung der prioritären Stoffe sowie zur Beendigung oder schrittweisen Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten prioritär gefährlicher Stoffe.

Der Zeitplan für die Beendigung der Emissionen der prioritär gefährlichen Stoffe darf nach Verabschiedung entsprechender Maßnahmen auf europäischer Ebene 20 Jahre nicht überschreiten. Für prioritäre Stoffe zielen die Maßnahmen auf eine schrittweise Reduzierung ab.

Folgende Stoffe von der Liste der prioritären Stoffe haben für die Herstellung von Druckformen,

Druckerzeugnissen und grafischen Erzeugnissen Bedeutung:

- Benzol und Nickel sind als prioritäre Stoffe,
- Cadmium ist als prioritärer gefährlicher Stoff und
- Blei ist als möglicher prioritärer gefährlicher Stoff festgelegt.

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

Soweit die Anforderungen noch nicht eingehalten sind, erscheint für die Errichtung oder Erweiterung der Abwasserbehandlungsanlagen unter Berücksichtigung der Planungs- und Ausführungsfristen ein Zeitraum von bis zu 5 Jahren angemessen.

6 Hinweise zur Fortschreibung des Anhangs

Der Anhang 56 ist fortzuschreiben, sobald erkennbar ist, dass der Stand der Technik sich geändert hat oder die Überwachungsergebnisse eine Anpassung rechtfertigen.

7 Literatur

Bundesverband Druck (Hrsg.): Umweltschutz in der Druckindustrie - Handbuch, 2 Bände; Wiesbaden, 1996

Baumann, W. / Herberg-Liedtke, B.: Druckereichemikalien: Daten und Fakten zum Umweltschutz; Berlin / Heidelberg / New York, 1991

Bundesverband Druck (Hrsg.): Ausbildungslitfadens Reproduktionstechnik; Wiesbaden, 1995, Druckweiterverarbeitung; Wiesbaden, 1996

Bundesverband Druck (Hrsg.): Abfälle in der Druckindustrie; Wiesbaden, 1998

Deck, Werner: Umweltschutzhandbuch für die Siebdruckbranche; REMCO-CHEMIE Rentzsch GmbH, Heidelberg, 1994

DIN 8730: Druckmaschinen, Begriffe; Beuth-Verlag, Berlin

DIN 16 500: Drucktechnik, Grundbegriffe; Teil 2: Drucktechnik, Verfahrensübergreifende Begriffe; Beuth-Verlag, Berlin

DIN 16 514: Begriffe für den Hochdruck, Druckform, Satz und Druck; Beuth-Verlag, Berlin

DIN 16 514 Teil1: Farbbegriffe im grafischen Gewerbe, Drucktechnik; Beuth-Verlag, Berlin

Bundesanzeiger Verlag, Abwasserrecht, 3. Auflage 2003, ISBN 3-89817-285-6

Stiebner, E.: Drucktechnik heute – ein Leitfadens; Bruckmann-Verlag, München, 1994

8 Erarbeitung der Grundlagen

Die Grundlagen des Anhangs 56 der Abwasserverordnung wurden in der Zeit von 1992 bis 1999 in einer Arbeitsgruppe von Behörden- und Industrievertretern unter der Leitung von Jürgen Fricke vom Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Heilbronn erarbeitet.

9 Glossar

9.1 Allgemeines

Druckform

Die Druckform enthält das Druckbild, das mittels Druckfarbe auf den Bedruckstoff übertragen wird.

Druckplatte

Unverarbeiteter, mit lichtempfindlicher Emulsion beschichteter Metall-, Kunststoff- oder Papierträger.

Kopiervorlage

Auf eine Trägerfolie montierte Filme oder Papierteile (positive oder negative), von denen die Druckform kopiert wird.

Rakel

Vorrichtung zum Abstreifen überschüssiger Druckfarbe.

Waschmittel

In der Druckbranche gebräuchliche Bezeichnung für Reiniger, meist mit Lösemitteln.

Kupferphthalocyanine

Kupferphthalocyanine sind organische Pigmente, die in Druckfarben, Kopiermaterialien und Kopierschichten von Druckplatten enthalten sein können. Kupferphthalocyanine sind aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften weitgehend stabile Verbindungen und außerdem biologisch schwer abbaubar.

9.2 Satz- und Reproherstellung

Anhaltskopie

Folie, die zur Überprüfung der montierten Kopiervorlagen auf Passergenauigkeit dient. Dadurch lassen sich bei weiteren Montagen die Filme nach einem farblich differenzierten Anhalt gut und schnell montieren.

Computer-to-Film (CtF)

Die digitalisierte Druckvorstufe reicht bis zur Herstellung der Filme.

Computer-to-Plate (CtP)

Unter Umgehung der Filmherstellung wird die Druckplatte digital generiert.

Computer-to-Press

Weder Film noch Platte sind nötig, die digitalisierte Vorlage wird an die Druckmaschine gesandt und direkt auf Folien ausgeschossen, die je nach Farbauszug von der Maschine auf die jeweiligen Rollen gespannt werden. Dieses Prinzip wird auch Direct Imaging (DI) genannt.

Farbsatz, -auszüge

Durch Farbauszugstechniken in der Repro hergestellte Negativ- oder Positivfilme von einer farbigen Bildvorlage. Einzelne Farbauszüge für die Druckfarben Cyan, Gelb, Magenta und Schwarz ergeben beim Zusammendruck das farbige Bild der Vorlage.

Halbtonfilm

Film, in dem das Bild in kontinuierlichem Ton ohne jegliche Bildzerlegung (z. B. stufenlos von Weiß über Grau nach Schwarz) wiedergegeben wird.

Layout

Vorgesehene Positionierung und Formatierung von Texten und Bildern zur Herstellung von Drucksachen.

Passer

In der Drucktechnik die Genauigkeit, mit der der vorgesehene Stand der zu reproduzierenden Details bei einer Folge von Arbeitsgängen erreicht bzw. eingehalten wird, z. B. beim Übereinanderdruck der einzelnen Teilfarben.

Proof

Das von Farbauszügen mit druckfarbsimulierenden Teilfarben zusammengestellte Gesamtbild, das zur Beurteilung der Bildqualität dient.

Rasterfilm

Film, in dem das Bild in viele kleine, für das Auge nicht auflösbare und dem jeweiligen Halbton entsprechend verschieden gestaltete Elemente (z. B. Rasterpunkte) zerlegt ist.

Reproherstellung

Fotografische Umsetzung einer Bildvorlage (Foto, Dia) in einen kopierfähigen Film (Rasterfilm für Offset-, Sieb-, Flexo-, Zeitungsdruck; Opalfilm für Tiefdruck) - zum Teil auch auf Fotopapier.

Repos

Endprodukt der Reproherstellung: Rasterfilme zum Kopieren der Druckform oder Halbtonfilme zum Gravieren der Tiefdruckzylinder.

Satzherstellung

Manuelles (Bleisatz) oder elektronisches (Fotosatz) Zusammenfügen von Schrift-, Linien- und Flächenelementen zu Druckseiten nach den Angaben des Manuskripts. Beim Fotosatz wird ein Film erzeugt, der zur Anfertigung der Druckform dient.

Tonwert

Ist beim Halbtonfilm die Graustufe, bei einem Rasterfilm der prozentuale Anteil der schwarzen Flächen (Punkte).

9.3 Hochdruck

Akzidenzdruck

Druckarbeiten, die nicht zum Zeitungs-, Zeitschriften- und Buchdruck gehören, z. B. Briefbogen, Prospekte, Rechnungen, Formulare, Visitenkarten.

Buchdruck

Verfahren des Hochdrucks, bei dem überwiegend zähflüssige Druckfarbe von der Druckform auf den Bedruckstoff übertragen wird.

Flexodruck

Verfahren des Hochdrucks, bei dem die Druckform aus Gummi oder elastischem Kunststoff besteht und das Druckbild unter Verwendung von Druckfarben, die durch Verdunsten von Lösemitteln trocknen, auf den Bedruckstoff übertragen wird.

Flexografie

Teilgebiet der Druckformenherstellung, in dem Druckformen für den Flexodruck sowie für die Stempelherstellung erstellt werden.

Indirekter Hochdruck (Letterset)

Verfahren des Hochdrucks, bei denen die Druckfarbe von der Hochdruckform über einen Zwischenträger (Gummituchzylinder) auf den Bedruckstoff übertragen wird.

Klischee

Allgemeine Bezeichnung für alle Arten von Hochdruckplatten oder Druckstöcken.

9.4 Flachdruck

Druckplatte

Ausgangsmaterial zur Herstellung der Druckform, das noch nicht belichtet und entschichtet ist.

Drucktuch (Gummituch)

Verbundkörper, bestehend aus beschichtetem Trägermaterial (z. B. Gewebe) zur Übertragung der Druckfarbe von der Druckform auf den Bedruckstoff.

Druckwerk

Aus Farbwerk, Feuchtwerk, Plattenzylinder, Gummituchzylinder und Gegendruckzylinder bestehende Einheit der Druckmaschine.

Feuchtmittel

Flüssigkeit zum Benetzen der Flachdruckform vor dem Einfärben zum Aufrechterhalten der farb-abstoßenden Eigenschaften der nichtdruckenden Stellen.

Feuchtwerk

Gesamtheit aller Druckmaschinenteile, die der Benetzung der nichtdruckenden Stellen einer Flachdruckform mit Feuchtmittel dienen.

Flachdruck

Druckverfahren, bei denen die druckenden und nichtdruckenden Stellen der Druckform nahezu in einer Ebene (Höhendifferenz $< 5 \mu\text{m}$) liegen.

Flachdruckform

Druckform, bei der die druckenden Stellen die Druckfarbe annehmen und die nichtdruckenden Stellen die Druckfarbe abstoßen. Als Flachdruckformen finden Verwendung:

- Metalldruckplatten (Mono- und Mehrmetall),
- Folien aus nichtmetallischen Werkstoffen.

Offsetdruck

Flachdruckverfahren, bei dem die Druckfarbe von der Flachdruckform auf einen Übertragkörper (z. B. auf einen mit Drucktuch bespannten Zylinder) und von dort auf den Bedruckstoff übertragen wird (indirekter Flachdruck).

9.5 Durchdruck (Siebdruck)

Geisterbild

Im Siebdruck ungewollte, partielle Veränderung der Farbtiefe innerhalb des Druckbildes durch Einfluss eines früher gedruckten Motivs auf dem selben Siebdruck-Schablonenträger.

Sieb

Flächengebilde mit gleichartigen Öffnungen in Anordnung. Umgangssprachlich wird der Begriff Sieb sowohl für das Siebgewebe als auch für die ganze Siebdruckform verwendet.

Siebdruckform

Durchdruckform, bei der die druckenden Stellen siebartig geöffnet sind.

Siebdruckrahmen

Vorrichtung zum Befestigen des Siebdruck-Schablonenträgers.

Siebdruck-Schablone

Sperrschicht, die sich auf oder im Siebdruck-Schablonenträger befindet und ihn an den Stellen, die nicht drucken sollen, farbundurchlässig macht. Die Siebdruck-Schablone und der Schablonenträger bilden gemeinsam die Siebdruckform.

Serigraphie

Künstlerischer Siebdruck.

9.6 Tiefdruck

Ballardhautverfahren

Aufbringen einer durch eine Trennschicht abziehbaren Kupferschicht auf das Grundkupfer des Rohzylinders.

Gravur

Verfahren zur Herstellung von Tiefdruckformen, bei welchem die Rasternäpfchen im Gegensatz zum Ätzzvorgang durch Werkzeug- (Stichel-) oder Energie- (Laser-, Elektronenstrahl-)einwirkung erzeugt werden.

Molette

Vom Stichoriginal abgeformte gewölbte Stahlform, die ein positives Druckbild trägt und zur Übertragung des Druckbildes auf die Druckform dient (z. B. zur Herstellung von Postwertzeichen).

Opal

Fotografisches Aufsichtsbild (positiv oder negativ) als Abtastvorlage für die Gravur.

Rasternäpfchen

Vertieftes, die Druckfarbe aufnehmendes und abgebendes Druckbildelement einer Tiefdruckform.

Rastersteg

Trennwand, die die Rasternäpfchen einer Tiefdruckform voneinander abgrenzt und beim Ab-rakeln als Auflage dient.

Rastertiefdruck

Tiefdruck-Verfahren, bei dem eine Druckform verwendet wird, die in druckfarbführende Rasternäpfchen und in ein diese Rasternäpfchen trennendes Gitternetz (Rastersteg) aufgeteilt ist.

Stichtiefdruck (Intagliodruck)

Tiefdruck-Verfahren, das eine Druckform verwendet, in die die einzelnen Druckbildelemente ohne Überlagerung eines bildzerlegenden Systems (z. B. Raster) vertieft eingearbeitet sind.

Tiefdruckform

Druckform zum Übertragen von Druckfarbe auf den Bedruckstoff, wobei die druckenden Stellen der Druckform vertieft liegen.

Zylinderkorrektur

Korrigieren der Näpfchengröße durch Verstärken oder Verflachen der Volumengröße.

Nur für den Dienstgebrauch