



## **Ermittlung des Standes der Technik und der Emissionsminderungspotentiale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Druckereien**

**Auftraggeber:**

Umweltbundesamtes  
FKZ 297 44 906/01

**Durchführung:**

Dirk Jepsen, Angelika Grauer und Christian Tebert.  
Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

**Laufzeit:**

1997 - 1999

### **Inhalt**

1. Kurzfassung
  - 1.1 Anlaß und umweltpolitischer Hintergrund für die Druckbranche
  - 1.2 Ermittlung einer qualifizierten und abgestimmten VOC-Datenbasis
  - 1.3 Bewertung praxisrelevanter VOC-Minderungsmaßnahmen
  - 1.4 Effekte der Umsetzung der EG VOC-RL in deutsches Recht
  
2. Empfehlungen an die Akteure
  - 2.1 Empfehlungen an die staatlichen Institutionen
    - 2.1.1 Im Bereich der umweltpolitischen Rahmenbedingungen
    - 2.1.2 Im Bereich der Betriebsbetreuung und -überwachung
  - 2.2 Empfehlungen an die Verbände
  - 2.3 Empfehlungen an die Anlagenbetreiber
  - 2.4 An die Farb- und Hilfsmittellieferanten
  - 2.5 An die Maschinenhersteller

### **1. Kurzfassung**

#### **1.1. Anlaß und umweltpolitischer Hintergrund**

Die VOC-Emissionen aus Lösemittelanwendungen liegen in der Bundesrepublik Deutschland seit Jahren in der Größenordnung von 1.000 kt/a. Aufgrund der Reduzierungserfolge in anderen Quellbereichen anthropogener VOC-Emissionen (insbesondere im Verkehrsbereich) tragen die Lösemittelanwendungen mittlerweile mit mehr als 55% zu den Gesamtemissionen bei. Insbesondere im Hinblick auf das auf europäischer Ebene vereinbarte Umwelthandlungsziel, die VOC-Emissionen in der Bundesrepublik bis zum Jahr 2010 um 70 - 80% gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren, besteht hier Bedarf an wirksamen Minderungsstrategien. In diesem Kontext steht u.a. die im März 1999 verabschiedete EG-Richtlinie 99/13/EG des Rates über die "Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in Anlagen bei der Verwendung organischer Lösemittel entstehen" (EG VOC-RL).

Nach bislang verfügbaren Untersuchungen trug die Druckbranche als einer der wesentlichen industriellen Anwender VOC-haltiger Produkte mit ca. 70 kt/a relevant zu den Gesamtemissionen in der Bundesrepublik bei. Aufgrund ihrer Emissionsrelevanz fallen einige Typen von Druckanlagen in den Geltungsbereich der EG VOC-RL. In diesen Anlagen sind die materiellen und organisatorischen Anforderungen der Richtlinie zu erfüllen, sobald diese in bundesdeutsches Recht umgesetzt ist.

Vor dem skizzierten Hintergrund war es Ziel des durchgeführten Vorhabens, die in der Druckindustrie bestehenden Maßnahmen zur Minderung von VOC-Emissionen zusammen zu stellen und in Bezug auf ihre Potentiale und ihre ökonomischen Effekte zu bewerten. Daneben sollten die Reichweite und die Minderungswirkungen der EG VOC-RL ermittelt und ggf. absehbare Probleme bei ihrem praktischen Vollzug in Druckbetrieben identifiziert werden.

Die Bearbeitung des Vorhabens wurde durch eine Reihe intensiver Fachgespräche mit einem Kreis von Verbandsvertretern und Branchenexperten begleitet.

Die im Rahmen der Gesamtuntersuchung bearbeiteten Themen und die angesprochenen Personengruppen weisen eine sehr großen Spannweite auf. Einerseits reichen die Themenfelder von technischen Detailfragen an einzelnen Druckaggregaten bis hin zur europaweiten Harmonisierung des Umweltrechtes. Andererseits wendet sich diese Untersuchung an betriebliche Druckspezialisten, an in der umweltpolitischen Debatte stehenden Verbands- und Politikvertreter sowie an branchenfremden Mitarbeitern der Umweltverwaltung. Um die Leser mit unterschiedlichem Informationsbedarf und unterschiedlichen (druckspezifischen) Vorkenntnissen, gezielt mit Informationen zu versorgen wurde eine deutliche Untergliederung des Gesamtberichtes in einen vergleichsweise komprimierten Hauptband und vier z.T. sehr umfangreiche Anlagenbände vorgenommen.

## 1.2. Ermittlung einer qualifizierten und abgestimmten VOC-Datenbasis für die Druckbranche

Um eine belastbare Basis für die Auswahl und Bewertung der verschiedenen Minderungsmöglichkeiten zu erhalten, erwies es sich als notwendig, eine deutlich differenziertere Datenbasis über den VOC-Einsatz und die VOC-Emissionen zu erstellen als sie bislang verfügbar war.

Durch eine bundesweite Fragebogenaktion, diverse Betriebsbesuche und durch Rückgriff auf bestehende Geschäftskontakte der Okopol GmbH konnten 190 detaillierte Betriebsdatensätze zusammengeführt werden. Über branchenweite Strukturdaten zum Farbeinsatz, zur installierten Maschinenbasis u.ä. konnten diese Detaildaten auf die gesamte Branche hochgerechnet werden.

Die Druckformherstellung sowie Lackierprozesse im Zuge von Drucktätigkeiten wurden in dieser Datenbasis berücksichtigt. Die ebenfalls emissionsrelevanten (Kaschier)-Klebeprozesse konnten hingegen nicht mit abgebildet werden. Für diesen Bereich weisen die derzeit verfügbaren Statistikdaten deutliche Detaillierungs-Defizite auf, so dass keine belastbare Zuordnung zwischen Klebe- und Druckprozessen für die Gesamtbranche möglich ist.

Druckprozesse in den Bereichen Textildruck, Möbeldekordruck, Tapetensiebdruck sowie Tampondruck wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber in dieser Untersuchung nicht betrachtet. Die Ausgrenzung dieser Druckverfahren erfolgte insbesondere aufgrund des vom übrigen Druckbereich weitestgehend getrennten Akteursfeldes.

Diese VOC-Datenbasis, die in einer Vielzahl von Fachgesprächen mit Branchenexperten ergänzt und abgestimmt wurde ist in Tabelle Z1 dargestellt.

Tabelle Z1: VOC-Datenbasis der deutschen Druckindustrie (Bezugsjahr 1997)<sup>1</sup>

| Anlagen-Typen                                  | Gesamt VOC-Input | Gesamt VOC-Emissionen        | Diffuse VOC-Emissionen       |
|--|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Maschinen-Konstellation                        | Menge [t/a]      | Menge [t/a]; Anteil am Input | Menge [t/a]; Anteil am Input |
| 60 - Illustrations-Tiefdruck                   | 167.477          | 7.802 4,7%                   | 4.539 2,7%                   |
| 110 - Zeitungs-Druck                           | 2.933            | 1.065 36,3%                  | 1.065 36,3%                  |
| 120 - Bogen-Druck Gemischte Formate            | 10.700           | 8.750 81,8%                  | 8.750 81,8%                  |
| 121 - Bogen-Druck großformatig                 | 5.310            | 4.576 86,2%                  | 4.576 81,8%                  |
| 122 - Bogen-Druck kleinformatig                | 1.702            | 1.300 76,4%                  | 1.300 76,4%                  |
| 150 - Heatset-Druck                            | 22.298           | 8.975 40,3%                  | 8.849 39,7%                  |
| 160 - Endlos-Druck                             | 1.119            | 953 85,1%                    | 953 85,1%                    |
| 200 - Buch-Druck                               | 339              | 237 70,0%                    | 237 70,0%                    |
| 311 - Verpackungs-Tiefdruck lösemittelbasiert  | 32.722           | 8.868 27,1%                  | 7.881 24,1%                  |
| 312 - Verpackungs-Tiefdruck wasserbasiert      | 3.249            | 3.225 99,3%                  | 3.225 99,3%                  |
| 321 - Verpackungs-Flexodruck lösemittelbasiert | 13.734           | 3.665 26,7%                  | 3.241 23,6%                  |
| 322 - Verpackungs-Flexodruck wasserbasiert     | 2.139            | 1.450 67,8%                  | 1.450 67,8%                  |
| 400 - Siebdruck                                | 6.392            | 2.427 38,0%                  | 2.427 38,0%                  |
| <b>Gesamt</b>                                  | <b>270.119</b>   | <b>53.293 19,7%</b>          | <b>48.492 18,0%</b>          |
|  |                  |                              |                              |
|  |                  |                              |                              |

[ÖKOPOL 1999]

Der Wert der Gesamtemissionen von 53,293 kt/a deckt sich relativ gut mit den Emissionsabschätzungen und Minderungsprognosen aus dem VCI/BMU-Dialog zu Umweltzielen am Beispiel VOC<sup>2</sup>, der eine vergleichbare Reichweite in Bezug auf die betrachteten Produktionsprozesse aufweist. Allerdings ergeben sich markante Verschiebungen der Emissionsschwerpunkte. Während die grafischen Druckverfahren nach der ÖKOPOL-Datenbasis<sup>3</sup> etwas weniger VOC emittieren als nach dem VCI/BMU-Dialog weist der Bereich der Verpackungsdruckverfahren hier deutlich höhere Emissionen auf<sup>4</sup>.

Nur die Anlagentypen 60, 150, 311, 312, 321 und gehören zu den Tätigkeitsbereichen, die von der EG VOC-RL erfaßt werden. Ein Teil der übrigen Anlagentypen (Maschinenkonstellationen) trägt ebenfalls relevant zu den gesamten VOC-Emissionen der Branche bei. Inwieweit es durch die unterschiedlichen Anforderungsstandards zu Wettbewerbsverzerrungen kommen wird, ist pauschal schwer abschätzbar, da eine Vielzahl von Teilmärkten zu betrachten wäre.

<sup>1</sup> Detaillierte Informationen finden sich im Kapitel 3.3 sowie im Anlagenband II zu diesem Gutachten

<sup>2</sup> Je nach Interpolationsmethode zwischen den Emissionswerten für 1988, 1995 und 2007 des VCI/BMU-Dialoges ergeben sich Abweichungen zu der ÖKOPOL-Datenbasis für 1997 von +/- 10%.

<sup>3</sup> Je nach Interpolationsmethode ca. 10-20% geringer als VCI/BMU

<sup>4</sup> Je nach Interpolationsmethode ca. 30-140% höher als VCI/BMU



Die im Anhang IIA der EG VOC-RL angeführten Schwellenwerte für den Gesamt-VOC-Einsatz, ab dem eine Anlage den Regelungen der Richtlinie unterliegt, werden von Druckanlagen schnell erreicht. Dies ist insbesondere den umfangreichen VOC-Einsätzen im Bereich der Hilfsstoffe geschuldet.

Die Tabelle Z2 zeigt eine Abschätzung, ab welcher jährlich verdruckten Farbmenge eine Anlage durchschnittlich in den Geltungsbereich der EG VOC-RL fällt.

Tabelle Z2: Abschätzung der Farbverbrauchsmengen ab denen eine Anlage unter die EG VOC-RL fällt

| <b>Anlagen-Typen</b><br>Maschinen-<br>Konstellation    | <b>VOC-Schwelle</b><br>Gesamt VOC<br>Einsatz nach<br>Anhang IIA [t/a] | <b>Farb-Schwelle</b><br>errechnete<br>jährliche<br>Farbmenge [t/a] | <b>Anteil</b><br>an der insges.<br>verdruckten<br>Farbmenge |
|--|---|--|---|
| 60<br>Illustrations-<br>Tiefdruck                      | > 25  | > 15   | 100%  |
| 150<br>Heatset-<br>Rollenoffset                        | > 15  | > 30   | 100%  |
| 311<br>Verpackungs-<br>Tiefdruck<br>lösemittelbasiert  | > 15  | > 10   | 100%  |
| 312<br>Verpackungs-<br>Tiefdruck<br>wasserbasiert      | > 15  | > 60   | 100%  |
| 321<br>Verpackungs-<br>Flexodruck<br>lösemittelbasiert | > 15  | > 10   | 90%   |
| 322<br>Verpackungs-<br>Flexodruck<br>wasserbasiert     | > 15  | > 60   | 75%   |

Ökopol 99 / EG VOC-RL, 99]

Auffällig ist, dass auch Anlagen, die mit wasserbasierten Farbsystemen arbeiten, bereits bei vergleichsweise geringen verdruckten Farbmengen der EG VOC-RL unterliegen. Neben den VOC-Gehalten in den Farbsystemen selbst liegt dies im VOC-Einsatz in den Hilfsprozessen der Maschinenreinigung begründet.

Die Reichweite der EG VOC-RL stellt sich demnach wie folgt dar:

Tabelle Z3: Reichweite der EG VOC-RL

| Maschinen-Konstellation                      | Von der EG VOC-RL erfaßt |                     | Nicht von der EG VOC-RL erfaßt |                      |
|--|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
|  | VOC-Emissionen [t/a]     | Betriebe [ca. Stck] | VOC-Emissionen [ t/a]          | Betriebe [ca. Stck]  |
| 60 Illustrations-Tiefdruck                   | 7.802                    | 16                  | -                              | -                    |
| 110 Zeitungsdruck                            | -                        | -                   | 1.065                          | 200                  |
| 120 Bogendruck gemischte Formate             | -                        | -                   | 8.750                          | In 121/122 enthalten |
| 121 Bogendruck groß- und mittelformatig      | -                        | -                   | 4.576                          | ca. 1.000            |
| 122 Bogendruck kleinformatig                 | -                        | -                   | 1.300                          | ca. 8000             |
| 150 Heatset-Rollenoffset                     | 8.975                    | 160                 | -                              | -                    |
| 160 Endlosdruck                              | -                        | -                   | 953                            | 250                  |
| 200 Buchdruck                                | -                        | -                   | 237                            | 2                    |
| 311 Verpackungs-Tiefdruck lösemittelbasiert  | 8.868                    | ca. 100             | -                              | -                    |
| 312 Verpackungs-Tiefdruck wasserbasiert      | 3.225                    | In 311 enthalten    | -                              | -                    |
| 321 Verpackungs-Flexodruck lösemittelbasiert | 3.299                    | ca. 150             | 366                            | 800                  |
| 322 Verpackungs-Flexodruck wasserbasiert     | 1.088                    | In 321 enthalten    | 362                            | ca. 500              |
| 400 Siebdruck (gewerblich)                   | -                        | -                   | 2.427                          | 550                  |
| <b>Gesamt:</b>                               | <b>33.257</b>            | <b>ca. 426</b>      | <b>20.036</b>                  | <b>ca. 11.300</b>    |
| Anteil der Gesamtemissionen:                 | 62,4%                    | -                   | 37,6%                          | -                    |

[ÖKOPOL 1999]

### 1.3 Bewertung praxisrelevanter VOC-Minderungsmaßnahmen

Im Abgleich mit der detaillierten VOC-Datenbasis wurden nach den folgenden Kriterien prioritär zu bewertende Minderungsmaßnahmen ausgewählt:

Mengenrelevanz, d.h. die Minderungsmaßnahme setzt an emittierenden Prozessen an, die bezogen auf die Gesamtemissionen der Branche relevant sind (> 1% der Gesamtemissionen der Branche, d.h. Emissionen des Prozesses > 530t/a)

Realisierbarkeit, d.h. nach Einschätzung von Branchenexperten ist es wahrscheinlich, dass die betreffende Maßnahme in den nächsten 10 Jahren technisch/ökonomisch in der Lage ist, einen relevanten Beitrag zur VOC-Minderung zu leisten.

Die so ausgewählten Maßnahmen wurden im Rahmen einer 10-Jahresprognose hinsichtlich ihrer Minderungswirkung, ihrer (technischen) Umsetzbarkeit und des ökonomischen Aufwandes bewertet.<sup>5</sup>

Nernstweg 32-34  
22765 Hamburg  
Foni: +49 / 40 / 391 002-0  
Fax: +49 / 40 / 391 002-33  
info@oekopol.de  
www.oekopol.de

<sup>5</sup> Differenziertere Ausführungen sind den ausführlichen Maßnahmenbeschreibungen im Anlagenband I zu entnehmen. Diese sollten



Für die Berechnung der ökonomischen Effekte wurden praxisnahe "Modellmaschinen"<sup>6</sup> verwendet, an denen die Minderungsmaßnahmen auf Basis konkreter Produkte und Marktpreise durchkalkuliert wurden.

Die folgende Tabelle Z4 zeigt summarisch die Wirkung der ausgewählten und untersuchten Minderungsmaßnahmen gruppiert nach den Hauptemissionsprozessen.

Tabelle Z4: Minderungspotentiale der Hauptemissionsprozesse

| Haupt-Emissionsprozesse                  | Minderungs- Potential [ ca. t/a ] |                         |               |
|--|-----------------------------------|-------------------------|---------------|
|  | EG VOC-RL Anlagen                 | Nicht-EG VOC-RL Anlagen | Gesamt        |
| Illustrationstiefdruck - Gesamtsystem    | 1.500                             | -                       | 1.500         |
| Offsetdruck – Maschinenreinigung         | 1.200                             | 7.800                   | 9.000         |
| Offsetdruck – Isopropanolfeuchtung       | 4.800                             | 5.200                   | 10.000        |
| Verpackungsdruck - Reinigungsprozesse    | 1.720                             | 80                      | 1.800         |
| Verpackungsdruck - Farb- und Lackauftrag | 3.750                             | 150                     | 3.900         |
| Siebdruck – Gesamtsystem                 | -                                 | 730                     | 730           |
| <b>Gesamt</b>                            | <b>12.970</b>                     | <b>13.960</b>           | <b>26.930</b> |

[ÖKOPOL 1999]

Im Rahmen der durchgeführten 10-Jahresprognose ließen sich demnach die VOC-Emissionen aus der deutschen Druckindustrie von ca. 53,29 kt/a (Bezugsjahr 1997) um gut 50% auf ca. 26,36 kt/a reduzieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine Summation der maximalen Erwartungswerte in den einzelnen Minderungsbereichen handelt. Weniger als die Hälfte dieses Minderungspotentials entfällt auf Anlagen, die im Geltungsbereich der EG VOC-RL liegen (EG VOC-RL Anlagen)<sup>7</sup>. Beim letzten Viertel dieser Minderungsmenge sinkt der Grenznutzen der zu ihrer Realisierung eingesetzten Finanzmittel deutlich.<sup>8</sup>

#### 1.4 Effekte der Umsetzung der EG VOC-RL in deutsches Recht

Aufbauend auf den angeführten Basisberechnungen wurde eine Gegenüberstellung der verschiedenen Minderungsschwerpunkte und -mengen, der 10-Jahresprognose, der Anforderungen des Anhang IIA und der

---

bei der Beurteilung einzelner Maßnahmen in jedem Fall berücksichtigt werden, da den diversen wechselseitigen technisch-ökonomischen Abhängigkeiten in den sehr vielfältigen Produktionsprozessen der Druckbranche bei einer verkürzten Darstellung nicht ausreichend Rechnung getragen werden kann.

<sup>6</sup> Es handelt sich dabei jeweils um weitverbreitete Aggregate innerhalb der untersuchten Maschinenkonstellationen, die mit durchschnittlichen Stoffverbräuchen aus der Datenbasis belegt wurden. (Vergl. hierzu Kapitel 4.2.2 Tab. 12)

<sup>7</sup> Bezüglich der Minderungswirkung der EG VOC-RL selbst vergl. die Abschätzungen in den Tabellen 20-22 im Kapitel 4.3.7.

<sup>8</sup> Ein Teil dieser "nicht-kosteneffizienten Maßnahmen", die meist in den Bereich der Maschinenautomation fallen, wird in den nächsten 10 Jahren dennoch realisiert, da ihr Hauptnutzen in der Reduzierung von Rüst- und Hilfszeiten liegt..

Anforderungen eines Reduzierungsplanes nach Anhang IIB EG VOC-RL erstellt.<sup>9</sup>

Tabelle Z5: Summarische Zusammenfassung der Minderungspotentiale und der Minderungsanforderungen in EG VOC-RL

| EG VOC-RL Anlagen                                 | IST-Stand              | VOC-Minderung<br>in [t/a] und [% von IST] |  |   |
|---|------------------------|---|--|---|
|   |                        | Minderungs-<br>potential                  | Minderungs-<br>anforderung<br>Anhang IIA<br>UBA#11 | Minderungs-<br>anforderung<br>Anhang IIB<br>UBA <sup>10</sup> |
| Maschinen-<br>konstellation                       | Emissionen<br>nach (1) |   |  |   |
| 60<br>Illustrationst Tiefdruck                    | 7.802                  | 1.500<br>19.2%                            | -  | -   |
| 150<br>Heatset-Rollenoffset                       | 8.975                  | 6.000<br>66.9%                            | 2.416<br>26.9%                                     | 2.478<br>27.6%  |
| 311<br>Verpackungstiefdruck<br>lösemittelbasiert  | 8.868                  | 3.240<br>36.5%                            | 3.484<br>39.3%                                     | 3.301<br>37.2%  |
| 312<br>Verpackungstiefdruck<br>wasserbasiert      | 3.225                  | 580<br>17.9%                              | -  | -   |
| 312<br>Verpackungsflexodruck<br>lösemittelbasiert | 3.299                  | 1.460<br>44.3%                            | 971<br>20.4%                                       | 908<br>27.5%  |
| 322<br>Verpackungsflexodruck<br>wasserbasiert     | 1.088                  | 190<br>17.5%                              | -  | -   |
| <b>EG VOC-RL Anlagen<br/>gesamt</b>               | 33.257                 | 12.970<br>38.9%                           | 6.871<br>20.7%                                     | 6.686<br>20.1%  |
| Nicht-EG VOC-RL<br>Anlagen                        | 20.035                 | 13.060<br>69.7%                           |  |   |
| <b>Druckbranche<br/>gesamt</b>                    | 53.292                 | 26.930<br>50.5%                           | 12.9%  | 12.5%   |

[Ökopol 1999)

(1) Ökopol-Datenbasis 1999


Diese Auswertung zeigt die folgenden wesentlichen Ergebnisse:

- Die im Entwurf des Umweltbundesamtes zur Umsetzung der VOC-Richtlinie in deutsches Recht vorgenommene Anpassung der Multiplikatoren zur Errechnung der Bezugs- und Zielemissionen von Reduzierungsplänen nach Anhang IIB<sup>11</sup> an den erreichten Emissionsminderungsstandard ist sinnvoll und notwendig. Sie stellt sicher, dass der in der Richtlinie formulierte Grundsatz der Gleichwertigkeit der beiden Instrumente "Erfüllung der Emissionsminderungsstandards nach Anhang IIA" oder aber "Durchführung eines VOC-Reduzierungsplanes nach Anhang IIB" erfüllt wird.
- Selbst eine vollständige Umsetzung der Anforderungen der EG VOC-RL in ihrer derzeitigen Form würde die branchenweiten VOC-Emissionen um

<sup>9</sup> Aufgrund der Problematik einer derart pauschalen Zusammenstellung von eigentlich auf Einzelanlagen bezogenen Anforderungen und Potentialen kann es sich hierbei ausdrücklich nur um eine Orientierungshilfe handeln.

<sup>10</sup> Unter Verwendung von Multiplikatoren, die an den erreichten Stand der Emissionsminderung angepaßt wurden. Aus dem Entwurf des UBA für die Umsetzung der EG VOC-RL vom 20.09.99, ergänzt um einen Vorschlag der Gutachter für den Heatsetbereich (0,65).

<sup>11</sup> Die Multiplikatoren beschreiben in sehr komprimierter Form die VOC-Effizienz des Feststoffauftrages der verschiedenen Druckverfahren. Hier fließt der erreichte Stand der produkt- und anlagenbezogenen Minderungstechnik ein.



maximal 12,9% vermindern. Während im Bereich der "EG-VOC-RL Anlagen" die bestehenden Minderungspotentiale durch die Umsetzung der Richtlinie erschlossen werden können, werden die bedeutenden Minderungspotentiale in den "Nicht EG-VOC-RL Anlagen" nicht erfaßt. Soll das eingangs benannte Umwelthandlungsziel in der Druckbranche realisiert werden, so ist es unverzichtbar, dass diese Minderungspotentiale in den "Nicht EG VOC-RL Anlagen" ebenfalls erschlossen werden.

Die exemplarische Anwendung der EG VOC-RL auf real existierende Betriebe hat gezeigt, dass insbesondere die Ermittlung der Daten in den Betrieben zu Problemen führt. Die bislang in der überwiegenden Zahl der Druckereien verfügbaren Informationen über die betrieblichen Lösemittelflüsse reichen bei weitem nicht aus, um den Dokumentationsanforderungen der Lösemittelbilanzen nach Anhang III der EG VOC-RL gerecht zu werden.

Diese Probleme reichen von der mangelnden Kenntnis über die VOC- und Feststoffgehalte der eingesetzten Vorprodukte und Hilfsstoffe, über Unschärfen der Verteilung von Hilfsstoffen auf verschiedene Einsatzzwecke bis zu Unsicherheiten über die tatsächlichen Erfassungs- und Zerstörungsgrade installierter Abluftreinigungsanlagen.

Durch Rückfragen bei den Chemikalienlieferanten, den Rückgriff auf praxisnahe Verteilungsfaktoren aus vergleichbaren Betrieben und die Verwendung praxistypischer Wirkungsgrade konnten diese Datenlücken für den Verlauf der Pilotuntersuchungen temporär geschlossen werden. Bei einem Vollzug der in deutsches Recht umgesetzten EG VOC-RL besteht hier allerdings noch deutlicher Beratungs- und Implementationsbedarf in Hinblick auf "alltagstaugliche" betriebliche Bilanzierungssysteme. Hierzu gehört u.a. auch der Ausweis der VOC-Gehalte durch die Chemikalienlieferanten in Produktinformationen und Sicherheitsdatenblättern.

## 2. Empfehlungen an die Akteure

Bei den im Projektrahmen durchgeführten intensiven Fachgesprächen mit den verschiedenen Akteuren in der Druckbranche zeigte sich, dass zwischen allen Beteiligten ein breiter Konsens über die Notwendigkeit gemeinsamer Anstrengungen zur Erreichung der Emissionsminderungsziele besteht. Von allen Akteuren wurden darüber hinaus bereits in der Vergangenheit konstruktive Beiträge zur Umsetzung von Minderungsmaßnahmen geleistet.

Die nachfolgenden Empfehlungen der Gutachter an die verschiedenen Akteursgruppen sind ausdrücklich als Beiträge zur Fortführung dieses erfolgreichen und konstruktiven Branchendialoges zu verstehen.

During intense expert discussions with the different stakeholders in the printing industry in the course of this project it became obvious that there is a broad consensus among all parties that it is necessary to put in joint efforts to achieve the emission reduction targets. Moreover, the stakeholders have already contributed constructively to the implementation of reduction measures in the past.

The following recommendations of the authors for the different groups of stakeholders are to be understood explicitly as contributions to continue this successful and constructive dialogue.



## 2.1 Empfehlungen an die staatlichen Institutionen

### 2.1.1 Im Bereich der umweltpolitischen Rahmenbedingungen

- Abschluß einer Zielvereinbarung mit den Branchenverbänden über die Umsetzung einer summarischen VOC-Reduktion in Höhe von 40-50% in den nächsten 10 Jahren mit konkret terminierten und quantifizierten Meilensteinen, die eine sinnvolle Gesamtoptimierung der VOC-Reduktion sicher stellen<sup>12</sup>. Die jeweilige Zielerreichung sollte durch ein entsprechendes Monitoring transparent gemacht werden.

Ersatzweise: Ausweitung der ordnungsrechtlichen Regelungen der in bundesdeutsches Recht umgesetzten EG VOC-RL auf die Tätigkeitsbereiche: Bogenoffsetdruck, Zeitungsoffsetdruck und Nicht-Rotationssiebdruck.

Hintergrund dieser essentiellen Basisempfehlung ist, dass sich nur durch eine gleichmäßige VOC-Reduktion in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen / Anlagentypen / Maschinenkonstellationen Marktverzerrungen und überhöhte Grenzkosten bei der Umsetzung des übergeordneten Umwelthandlungszieles vermeiden lassen

- Prüfung von Vermarktungs- und Verwendungsbeschränkungen leichtsiedender Hilfsstoffe (z.B. von A I-Reinigern) als flankierende Maßnahmen im Bereich der sehr kleinen, auch für die Branchenorganisationen selbst nur schwer erreichbaren Anlagen
- Verwendung der an den erreichten Emissionsstandard angepaßten "Multiplikatoren" für die Bestimmung der Bezugs- und Zielemissionen im Anhang IIB der EG VOC-RL aus dem Entwurf des Umweltbundesamtes für die Umsetzung der EG VOC-RL in bundesdeutsches Recht vom 20.9.1999
- Einführung eines praxisnahen Multiplikators für die Bestimmung der Bezugs- und Zielemissionen im Anhang IIB der EG VOC-RL für den Heatsetdruck von 0,65
- Erstellung von Musterreduzierungsplänen als Handlungshilfe für Anlagenbetreiber und Vollzugsbehörden
- Anpassung der in mg Cges/Nm<sup>3</sup> angegebenen Emissionsgrenzwerte des Anhang IIA an die auf mg Substanz/Nm<sup>3</sup> bezogenen Emissionsgrenzwerte der TA-Luft, auf Basis der typischerweise eingesetzten Lösemittel-(gemische)
- Verwendung eindeutiger Begriffsdefinitionen bei der Umsetzung der EG VOC-RL in deutsches Recht. Dies betrifft u.a. die Mengenstromabgrenzungen im Rahmen der Lösemittelbilanzierung (Anhang III), die durch praxisnahe Erhebungsbögen für den praktischen Vollzug operationalisiert werden sollten
- Klärung der Frage, wie eine eindeutige Festlegung der Abluftvolumina (Abgase im Sinne der EG VOC-RL) bei Druckanlagen erfolgen soll, so dass Prüfungen der Emissionsgrenzwerte nach Anhang IIA möglich werden
- Festlegung des Einsatzes sogenannter "resttoluolreduzierender Farben" als Stand der Technik in Illustrationstiefdruckanlagen
- Prüfung der Frage, ob der Einsatz der sogenannten "Umlufttechnik" im Illustrationstiefdruck im Rahmen einer medienübergreifenden Gesamtbeurteilung (IVU-Betrachtung) als umweltfreundlichere

<sup>12</sup> Hier kann auf erfolgreich begonnenen "Dialog des BMU und des VCI zu Umweltzielen am Beispiel VOC" zurückgegriffen werden, der auf diese Weise zu einem konkreten Abschluß geführt wurde.

Alternative zu bewerten und damit ebenfalls zum Stand der Technik für Neuanlagen erhoben werden sollte

- Festlegung eines Isopropanolgehaltes von < 8% im Wischwasser von Heatset-Rotationen als Stand der Technik, ggf. unter Einsatz entsprechender Meß- und Regelungstechniken
- Definition des Einsatzes gekapselter und an die Abluftreinigungsanlage angeschlossener Teilereinigungsanlagen als Stand der Technik in Verpackungsdruckanlagen
- Gezielte Ergänzung<sup>13</sup> und Fortschreibung der gewonnenen Datenbasis um ein sinnvolles Monitoring der Umsetzung und der Wirkung der VOC-Richtlinie durchführen zu können und um eine belastbare Basis für die staatlichen Berichtspflichten aus der EG VOC-RL (insbesondere Artikel 8 Abs. 5 und Artikel 11 Abs. 1,2) verfügbar zu haben.

#### 2.1.2 Im Bereich der Betriebsbetreuung und -überwachung

- Gezielte Überwachung und Information von Kleinbetrieben im Hinblick auf die Umsetzung emissionsmindernder Maßnahmen durch die Gewerbeaufsicht und die Berufsgenossenschaft, ggf. im Rahmen gezielter anlagenbezogener Programme
- Qualifizierung der Behördenmitarbeiter über fortgeschrittene, technisch-organisatorische Minderungsmöglichkeiten, damit sie ihrer Rolle als Informationsvermittler gerecht werden können. Das Fachwissen kann im Rahmen entsprechender Fortbildungsveranstaltungen durch Branchenexperten von Maschinenherstellern, Chemikalienlieferanten und Anlagenbetreibern vermittelt werden. Derartige Veranstaltungen sollten flächendeckend initiiert und ggf. aus Bundes- und Landesmitteln ihrer Bedeutung entsprechend finanziell unterstützt werden
- Gezielte Förderung von Qualifizierungs-, Schulungs- und Unterweisungsmaßnahmen für Anlagenbetreiber und Beschäftigte im Zusammenhang mit dem sorgfältigeren Umgang mit VOC-haltigen Einsatzstoffen sowie dem Umstieg auf Substitutionsalternativen
- Förderung von Techniken, die eine Reduzierung des Isopropanol-Einsatzes beim Offsetdruck in Kleinbetrieben unterstützen.

#### 2.2 Empfehlungen an die Verbände

- Aktive Information der Mitgliedsfirmen über den Regelungsumfang der kommenden Verordnung. Dies gilt insbesondere für den Bereich des Verpackungsdruckes, wo viele der Flexo- und Tiefdruckbetriebe, die überwiegend mit wasserbasierten Farbsystemen arbeiten, bislang davon ausgehen, dass sie nicht in den Regelungsbereich der EG VOC-RL fallen
- Abschluß einer Zielvereinbarung mit dem Bundesumweltministerium über die Umsetzung einer summarischen VOC-Reduktion in Höhe von 40-50% in den nächsten 10 Jahren mit konkret terminierten und quantifizierten Meilensteinen. Die jeweilige Zielerreichung sollte durch ein entsprechendes Monitoring transparent gemacht werden

<sup>13</sup> Da die aktuelle Untersuchung zeigt, dass im Bereich des Verpackungsdruckes deutlich höhere Emissionen auftreten als bisherige Untersuchungen ausweisen, sollte insbesondere hier sowohl die Repräsentativität der Datenbasis weiter gesteigert (zu den bestehenden Schwachstellen vergl. Kapitel 3.3) als auch mit Nachdruck nach Möglichkeiten zur sinnvollen Quantifizierung der VOC-Emissionen aus dem Bereich der Klebprozesse gesucht werden.



- Erarbeitung praxisnaher Erhebungsbögen für die Lösemittelbilanzierung in den verschiedenen Maschinenkonstellationen. Dies kann sinnvollerweise auch in Form von einfachen EDV-Lösungen erfolgen, in denen die entsprechenden Berechnungsfaktoren der EG VOC-RL, Stoffmerkmale typischer Einsatzstoffe sowie praxisnahe Erfassungs- und Zerstörungsgrade von Abluftreinigungsanlagen hinterlegt sind
- Erarbeitung von Musterreduzierungsplänen für die verschiedenen Maschinenkonstellationen
- Offensive Information der Mitgliedsunternehmen über die fortgeschrittenen Möglichkeiten der Emissionsminderung und Durchführung entsprechender Schulungsmaßnahmen im Rahmen des überbetrieblichen Ausbildungswesens
- Fortschreibung der definierten Anforderungen der Brancheninitiative "lösemittelarmes Drucken". Dies gilt insbesondere für das Ausweiten der Bemühungen auf eine Isopropanol-Reduzierung an Offsetmaschinen. Hier ist, ggf. gestaffelt nach verschiedenen Anlagentypen und mit Ausnahmen für bestimmte problematische Produkte, ein Richtwert für die Isopropanolgehalte festzulegen. Denkbar wäre z.B. für Neuanlagen ein Grenzwert von < 5% im Wischwasser während für Altanlagen Werte zwischen 8 – 10% realisierbar sind.

Für den Bereich der Reinigungsmittel sollte eine eindeutigere und progressivere Zieldefinition gewählt werden als "Umstellung auf A III-Mittel". Aktuell und zielführend wäre die Angabe eines Höchst-Dampfdruckes der eingesetzten Mittel, wie z.B. Dampfdruck < 1 hPa<sup>14</sup>. Voraussetzung für die praxisnahe Umsetzung ist der leicht erkennbare Ausweis der entsprechenden Angaben in den Produktinformationen und Sicherheitsdatenblättern.

### 2.3 Empfehlungen an die Anlagenbetreiber

- Gezielte Information und Motivation der Mitarbeiter im Hinblick auf den sorgfältigen Umgang mit VOC-haltigen Einsatzstoffen. Unterstützend sind konkrete Arbeitsanweisungen für die Lösemittelhandhabung in verschiedenen Anwendungsprozessen zu formulieren, die die zu berücksichtigenden Aspekte des Gesundheits- und Umweltschutzes in kurzer verständlicher Form zusammenfassen<sup>15</sup>.
- Periodisch wiederkehrende Prüfung von Substitutionsmöglichkeiten durch VOC-ärmere oder VOC-freie Einsatzstoffe
- Umgehende Nutzung der material- und kosteneffizienzsteigernden Minderungsmöglichkeiten im Bereich der VOC-haltigen Hilfsstoffe, insbesondere bei der Isopropanolreduzierung im Offsetdruck und bei der Vermeidung umweltöffener Waschprozesse mit Leichtsiedern.
- Berücksichtigung der Emissionsminderungsmöglichkeiten (Kapselung, Anwendbarkeit hochsiedender Reiniger, ...) als Auswahlkriterium bei der Beschaffung neuer Produktionsanlagen
- Kontinuierliche Prüfung und Wartung der Emissionsminderungsanlagen auf optimale Funktion

<sup>14</sup> Dies würde dem Praxistrend zur Umstellung auf hochsiedende A III-Mittel Rechnung tragen. Derartige Mittel mit Flammpunkten zwischen 80 und 100°C haben, je nach konkreter Rezeptur Dampfdrücke von ca. 1 hPa.

<sup>15</sup> Derartige Arbeitsanweisungen sollten im Zuge der betrieblichen Umsetzung den Regelungen des Arbeitsschutzgesetzes, des Gefahrstoffrechtes und bei der Implementation von Umweltmanagementsystemen nach EMAS eigentlich flächendeckend vorliegen, dies ist in der Praxis aber nur in Ausnahmen der Fall.



- Umstellung der Einkaufs- und Materialwirtschaftssysteme, so dass Einsatzstoffe (wie z.B. Druckfarben) mit deutlich unterschiedlichen VOC-Gehalten getrennt bilanziert werden können. Dafür ist es zusätzlich notwendig, dass neben den Preisen auch die Liefer-/Verbrauchsmengen in diesen Systemen ausgewiesen werden
- Installation von Durchfluß-Meßuhren an Rückgewinnungsanlagen und in den verschiedenen Bereichen der Lösemittelanwendung, um die Datenbasis für die Erstellung von Lösemittelbilanzen zu verbessern
- Optimierung der Anlagenfahrweise im Hinblick auf die Emissionsminderung (z.B. Reduzierung der Farbwechsel, Vermeidung VOC-haltiger Lackierungen in Anlagen ohne Abluftreinigungsanlage,...).

#### 2.4 An die Farb- und Hilfsmittellieferanten

- Installation of gauges for flow measurements in solvent recycling installations and the different areas of solvent use thus improving the database necessary for working out solvent management plans.
- Information der Kunden über die VOC-Gehalte der verkauften Produkte (z.B. als Zusatzinformation in den Sicherheitsdatenblättern und in den Produktinformationen). Es sollte sich dabei um Angaben in Gew.% handeln. Darüber hinaus sind Dichteschlüssel für die Produkte auszuweisen, so daß Massenumrechnungen erfolgen können. Noch günstiger wäre der direkte Ausweis der VOC-Mengen in kg oder t in den Lieferscheinen/Rechnungen oder aber die summarische Auflistung der Jahreseinkaufsmengen der jeweiligen Kunden.
- Aufnahme verständlicher und praxisnaher Hinweise zur VOC-mindernden Handhabung der Stoffe in die Produktinformationen. In diesem Kontext wäre eine umfassende Strategie hilfreich, wie Produktinformationen so gestaltet werden können, dass sie neben anwendungstechnischen Informationen auch die zentralen Hinweise für die Bereiche Arbeits- und Umweltschutz enthalten. Derartige qualifizierte Produktinformationen könnten zu einem wesentlichen Hilfsmittel bei der Umsetzung betrieblicher Arbeitsanweisungen werden.
- Die Lieferanten von Klebern, Verdünnern und Lacken sollten sowohl hausintern als auch innerhalb ihrer jeweiligen Verbände umgehend Lieferstatistiken aufbauen, aus denen u.a. die Liefermengen (einschl. der jeweiligen VOC-Mengen) in die verschiedenen Anwendungsbereiche der EG VOC-RL unmittelbar ablesbar sind. Erst auf einer derartigen Basis sind sowohl der IST-Stand als auch die Wirkung von Minderungsmaßnahmen für die entsprechenden Tätigkeitsbereiche transparent darstellbar und damit sowohl in der Fachöffentlichkeit als auch im politischen Raum sinnvoll diskutierbar.
- Durchführung einer Qualifizierungsoffensive bei den Außendienstmitarbeitern (Vertrieb, Service, Instruktoren, ...), so dass diese in die Lage versetzt werden, auch fortgeschrittene Maßnahmen der Emissionsminderung fundiert zu vermitteln.
- Kunden, die VOC-haltige Einsatzstoffe beziehen, sind offensiv über Substitutionsalternativen zu beraten.
- Die Entwicklung VOC-armer Einsatzstoffe (z.B. UV-Farbsysteme im Verpackungsdruckbereich) für weitere Anwendungsbereiche ist mit Nachdruck voranzutreiben.

#### 2.5 An die Maschinenhersteller

- Die Druckmaschinenhersteller sollten als zentrale Systemführer ihre umweltbezogene Herstellerverantwortung für das Gesamtsystem Druckmaschine und Druckprozess wahrnehmen. Dies könnte sich u.a.

darin manifestieren, dass sie sich im Rahmen einer freiwilligen Vereinbarung dazu verpflichten, im europäischen Markt nur noch Anlagen zu vermarkten, die mindestens den folgenden Emissionsminderungsstandards genügen:

#### Bei Offsetdruck-Aggregaten

Alle Reinigungsoperationen können uneingeschränkt mit VOC-freien Reinigungsmitteln durchgeführt werden.

Stabile Druckbedingungen werden bei verschiedensten Produktanforderungen mit einem Isopropanolgehalt von < 5% erreicht.

#### Bei Verpackungsdruck-Aggregaten

Die Erfassungsgrade für eingesetzte VOC durch die Abluftanlagen liegen im Durchschnitt über alle produktionsrelevanten Prozesse (einschließlich Zwischen- und Grundreinigungen) bei > 95%. Hierzu ist neben einer verbesserten Absaugung insbesondere auch der Reinigungsbedarf an den Aggregaten durch konstruktive Verbesserungen deutlich zu senken.

Die Realisation der vorstehend skizzierten Projekte sollte in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit den Chemikalienlieferanten und den Druckbetrieben erfolgen.

- Ebenfalls im Rahmen der Herstellerverantwortung sollten die Maschinenhersteller eine Qualifizierungsoffensive bei ihren Außendienstmitarbeitern (Vertrieb, Service, Instruktoren, ...) durchführen, so dass diese in die Lage versetzt werden, auch fortgeschrittene Maßnahmen der Emissionsminderung fundiert zu vermitteln.
- Preise und Marketing sind so zu gestalten, dass keine unvermeidbaren Barrieren gegen die kundenspezifische Nach-/Umrüstung auf emissionsmindernde Techniken und Hilfsstoffe bestehen. So sollte z.B. der Einbau IPA-freier Feuchtwerke von Drittanbietern unter Gutschrift der Original-Feuchtwerke und in transparenter Rechnungstellung des zusätzlichen Montageaufwandes erfolgen. Auch die Kosten für eine nachträgliche Maschinenumstellung auf emissionsmindernde Einsatzstoffe sind weitest möglich zu reduzieren.

#### **Ihre Ansprechperson**

Dirk Jepsen  
Christian Tebert

[jepsen@oekopol.de](mailto:jepsen@oekopol.de)  
[tebert@oekopol.de](mailto:tebert@oekopol.de)