

## Ist Umweltschutz messbar?

Umweltziele und Kennzahlen  
für ein Umweltcontrolling  
in kleinen Bogenoffsetdruckereien

Freiburg, 1998 / 1999

Christian Tebert, Öko-Institut e.V.

**Öko-Institut e.V.**  
Geschäftsstelle Freiburg  
Postfach 6226  
D-79038 Freiburg  
Tel.: 0761-4 52 95-0

Christian Tebert

# Ist Umweltschutz messbar?

Umweltziele und Kennzahlen  
für ein Umweltcontrolling  
in kleinen Bogenoffsetdruckereien

Freiburg 1998/99  
Online-Version 2003  
Werkstattreihe Nr. 117  
ISBN 3-928433-98-9

Alle Rechte vorbehalten / Copyright by



Geschäftsstelle Freiburg  
Binzengrün 34a  
D-79114 Freiburg  
Tel. 0761-45 295-0  
Fax 0761-47 54 37

Büro Darmstadt  
Elisabethenstr. 55-57  
D-64283 Darmstadt  
Tel. 06151-81 91-0  
Fax 06151-81 91 33

Büro Berlin  
Novalisstr. 10  
D-10115 Berlin  
Tel. 030-28 04 868-0  
Fax 030-28 04 868-8

[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

## Vorwort

Die Druckindustrie unterliegt seit Jahren einem permanenten Wandel. Rasant fortschreitende technologische Entwicklung gepaart mit turbulenten Märkten und neuen gesellschaftlichen Anforderungen sind die wichtigsten Anforderungen an traditionelle Druckbetriebe. Mit diesen Anforderungen gehen massive organisatorische und strukturelle Veränderungen einher - Druckereien werden zu Mediendienstleistern, die neben dem eigentlichen Herstellen von Druckprodukten auch das Layouten oder die gesamte elektronische Datenverarbeitung den Kunden anbieten müssen.

Aber nicht nur die Anforderungen im Wettbewerb treffen auf die Unternehmen, sondern auch die Anforderungen aus dem Arbeits- und Umweltschutz. So sind beispielsweise die Lösemittlemissionen, die durch Druckereien verursacht werden, ein vordringliches Problem. Jährlich verwenden Offsetdruckereien in Deutschland zur Maschinenreinigung sowie als Prozesswasserzusatz ca. 39.000 t Lösemittel, von denen etwa 32.000 t verdunsten<sup>1</sup> - neben dem Arbeitsschutzproblem auch ein Umweltproblem wie Bodenozonbelastung und Treibhauseffekt. Ähnlich der Lösemittelproblematik sind auch Fragen zum Wasser- und Energiemanagement genauso evident, wie Fragen zur Auswahl von Farben und Papieren.

Zur Unterstützung bei diesen Aufgaben sind zwar inzwischen umfangreich allgemeine und spezielle Handlungsanleitungen vorhanden. Unsere Forschungsergebnisse zeigen aber, dass es den eher mittelständisch geprägten Betrieben der Druckindustrie Probleme bereitet, dieses allgemeine Wissen auf den eigenen Betrieb zu übertragen.

Hier setzt Christian Tebert mit seiner Arbeit an. Er schließt mit seinem hier vorgelegten Papier - das auch als Diplomarbeit an der TU Berlin eingereicht wurde - die Lücke zwischen allgemeinem und individuellem Handlungswissen durch ein speziell für Bogenoffset-Druckereien entwickeltes Controlling-System und erweitert die Kennzahlendiskussion auch auf die ökologischen Fragestellungen in der Druckindustrie.

Aufgrund der Vielzahl an theoretischen, politischen und praxisbezogenen Informationen, ist die Arbeit nicht nur für die wissenschaftliche „Gilde“ interessant. Vor allem das geschlossene Konzept des Controlling-Systems mit seiner modularen Aufbauweise ist auf die Anforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen angepaßt und bietet eine Reihe von Ansatzpunkten für die praktische Umsetzung. Ich hoffe, daß das hier vorgeschlagene System in Unternehmen der Druckindustrie eine häufige Anwendung findet.

---

<sup>1</sup> W. Fleck/D. Jepsen/W. Rauh: Lösungsmittel im Offsetdruck - Sachverhalte und Handlungshinweise zur Verminderung von Emissionen, Informationen Technik und Forschung Nr. III/97, Bundesverband Druck (Hrsg.), Wiesbaden, 1997.

## Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Frau Petra Eimer, die mir während der Erstellung des Textes als Diplomarbeit im Fachgebiet „Technischer Umweltschutz“ nicht nur seelische Stärkung war, sondern auch durch häufiges sorgfältiges Korrekturlesen und fachliche Anregungen zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat. Für weitere Textkorrekturen bedanke ich mich bei Petra Ehrenfordt, Claudia Naumann und Stephan Kelbert.

Bei Judy Libra, wissenschaftliche Mitarbeiterin von Prof. Wiesmann am Institut für Verfahrenstechnik, Fachbereiches 6 der Technischen Universität Berlin, möchte ich mich für die wertvolle fachliche Betreuung bei der Erstellung der Arbeit bedanken.

Des Weiteren danke ich allen Firmen und Institutionen, die mich bei der vorliegenden Arbeit unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt der Druckerei Javitz in Berlin, namentlich Frau Javitz, Herrn Dohrmann und Herrn Philipp, sowie dem Beratungsbüro ARGUS in Berlin, namentlich Jeanette Gödde und Andreas Osten, die mir die Teilnahme am EG-Öko-Audit-Arbeitskreis der Druckerei ermöglichten.

Ein Dankeschön möchte ich auch an das Öko-Institut Darmstadt, namentlich an Gudrun Both und Matthias Buchert richten. Sie gaben mir den Anstoß zur Bearbeitung des Themas und sorgten für „logistische“ Unterstützung, in dem sie mir die Literaturrecherche am Institut ermöglichten.

Freiburg, Dezember 1998

# Inhaltsübersicht

Tabellenverzeichnis .....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis .....	X
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
2.1 Controlling und Umweltcontrolling.....	4
2.2 Umweltkennzahlen als Umweltcontrollinginstrument .....	10
<b>3 Anwendungsbereich kleine Bogenoffsetdruckereien .....</b>	<b>15</b>
3.1 Die Druckerei-Branche .....	15
3.2 Produktionsstufen einer kleinen Bogenoffsetdruckerei .....	21
<b>4 Herleitung allgemeiner Umweltziele für kleine Bogenoffsetdruckereien .....</b>	<b>40</b>
4.1 Ausrichtung der Umweltziele und Herleitungsmethode.....	40
4.2 Identifizierung besonders mengenrelevanter und besonders gefährlicher Stoff- und Energieströme.....	41
4.3 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Papier.....	47
4.4 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Wasser .....	62
4.5 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Farben und Lacken .....	63
4.6 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Kohlenwasserstoffen.....	64
4.7 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Energie.....	68
<b>5 Entwicklung eines Kennzahlensystems.....</b>	<b>70</b>
5.1 Grundlagen.....	70
5.2 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier“ .....	76
5.3 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Primärfasern aus Holz, das aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammt“ .....	92
5.4 Kennzahlen zur Unterstützung der allgemeinen Umweltziele „Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern“ und „Vermeidung von Papiersorten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden“ .....	97
5.5 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Vermeidung von chloorgebleichten Papieren“ .....	107
5.6 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser“ .....	110
5.7 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken“ .....	113
5.8 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von	

	Kohlenwasserstoffen“ .....	122
5.9	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie“ .....	139
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>156</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>160</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>161</b>

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis .....	X
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
2.1 Controlling und Umweltcontrolling.....	4
2.1.1 Betriebswirtschaftliches Controlling.....	4
2.1.2 Umweltschutz als Unternehmensziel .....	5
2.1.3 Umweltcontrolling .....	6
2.2 Umweltkennzahlen als Umweltcontrollinginstrument .....	10
2.2.1 Definition von Umweltkennzahlen .....	10
2.2.2 Klassen und Arten betrieblicher Umweltkennzahlen.....	10
2.2.3 Umweltkennzahlensysteme.....	11
2.2.4 Ziele bei der Anwendung betrieblicher Umweltkennzahlen .....	13
2.2.5 Anforderungen an ein betriebliches Umweltkennzahlensystem.....	14
<b>3 Anwendungsbereich kleine Bogenoffsetdruckereien .....</b>	<b>15</b>
3.1 Die Druckerei-Branche .....	15
3.1.1 Wirtschaftliche Situation und Produktpalette.....	15
3.1.2 Druckverfahren .....	16
3.1.3 Betriebsgrößen und Beschäftigtenzahl.....	18
3.1.4 Auswahl und Definition des Anwendungsbereiches.....	19
3.2 Produktionsstufen einer kleinen Bogenoffsetdruckerei .....	21
3.2.1 Erstellung der Druckvorlage.....	22
3.2.2 Erstellung der Druckform.....	27
3.2.3 Druckprozeß.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
3.2.4 Weiterverarbeitung.....	38
<b>4 Herleitung allgemeiner Umweltziele für kleine Bogenoffsetdruckereien .....</b>	<b>40</b>
4.1 Ausrichtung der Umweltziele und Herleitungsmethode.....	40
4.2 Identifizierung besonders mengenrelevanter und besonders gefährlicher Stoff- und Energieströme.....	41
4.3 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Papier.....	47
4.3.1 Papierverarbeitung und Papierverwendung.....	47
4.3.2 Rohstoffgewinnung (Forstwirtschaft/Altpapiersammlung).....	50
4.3.3 Papierfaseraufschluß.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
4.3.4 Papierfaserbleiche .....	58
4.3.5 Papierherstellung.....	60
4.3.6 Papierentsorgung .....	61
4.4 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Wasser .....	62
4.5 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Farben und Lacken .....	63
4.6 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Kohlenwasserstoffen.....	64
4.7 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Energie.....	68

<b>5</b>	<b>Entwicklung eines Kennzahlensystems</b>	<b>70</b>
5.1	Grundlagen	70
5.1.1	Zieldefinition	70
5.1.2	Erhebungszeitraum	70
5.1.3	Informationsbeschaffung	71
5.1.4	Aufbau der Kennzahlendiskussion	74
5.2	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier“	76
5.2.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick	76
5.2.2	Kennzahlen 001, 002 - „Papierabfall“	77
5.2.3	Kennzahl 100 - „Papiereinkauf“	80
5.2.4	Kennzahl 200 - „Papierverbrauch“	82
5.2.5	Kennzahlen 101, 102, 201, 202 - „Papierabfall pro Papierinput“	83
5.2.6	Kennzahl 300 - „Menge hergestellter Druckerzeugnisse“	85
5.2.7	Kennzahlen 301, 302 - „Papierabfall pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“	88
5.2.8	Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen	89
5.3	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Primärfasern aus Holz, das aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammt“	92
5.3.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick	92
5.3.2	Kennzahl 003 - „Papiere mit Faserherkunftszertifikat“	95
5.3.3	Kennzahl 103 - „Menge eingekaufter Papiere mit Faserherkunftszertifikat pro Papiereinkauf“	96
5.4	Kennzahlen zur Unterstützung der allgemeinen Umweltziele „Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern“ und „Vermeidung von Papiersorten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden“	97
5.4.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick	98
5.4.2	Kennzahl 004 - „Eingekaufte Recyclingfasermenge“	99
5.4.3	Kennzahl 005 - „Papiereinkauf mit RAL-Umweltzeichen ‘Blauer Engel‘“	101
5.4.4	Kennzahl 104, 105 - „Menge eingekaufter Recyclingfasern bzw. Papiere mit RAL-Umweltzeichen ‘Blauer Engel’ pro Papiereinkauf“	103
5.4.5	Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen	105
5.5	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Vermeidung von chlorgebleichten Papieren“	107
5.5.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick	107
5.5.2	Kennzahl 006 - „Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere“	108
5.5.3	Kennzahl 106 - „Chlorgebleichte Papiere pro Papiereinkauf“	109
5.6	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser“	110
5.6.1	Konkretisierung des Umweltzieles und Kennzahlenüberblick	110
5.6.2	Kennzahlen 700, 800 - „Spezifischer Trinkwasserverbrauch in der Film- bzw. Druckplattenentwicklung“	111
5.7	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken“	113
5.7.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick	113



5.7.2	Kennzahl 007 - „Farb- und Lackabfall“ .....	114
5.7.3	Kennzahl 400, 500 - „Farb- und Lackeinkauf bzw. - verbrauch“ .....	115
5.7.4	Kennzahlen 407, 507 - „Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackinput“ .....	116
5.7.5	Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen .....	119
5.8	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen“ .....	122
5.8.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick.....	122
5.8.2	Kennzahl 900 - „Isopropanolanteil im Feuchtwasser“ .....	125
5.8.3	Kennzahl 008 - Isopropanolverbrauch.....	126
5.8.4	Kennzahlen 208, 308 - „Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch“ bzw. „pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“ .....	127
5.8.5	Kennzahlen 1010, 1020, 1030, 1040 - „VbF-Klassenanteile beim Reinigungsmittelleinkauf“ .....	129
5.8.6	Kennzahl 009 - „Reinigungsmittelverbrauch“ .....	130
5.8.7	Kennzahlen 309, 509 - „Reinigungsmittelverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“ bzw. „pro Farb- und Lackverbrauch“ .....	131
5.8.8	Anwendungsbeispiele für Umweltziele und Kennzahlen.....	132
5.9	Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie“ .....	139
5.9.1	Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick.....	139
5.9.2	Kennzahl 050 - „Abgasverlust der Heizungsanlage“ .....	140
5.9.3	Kennzahl 060, 070 - „Heizenergieverbrauch (gesamt/klimabereinigt)“ .....	141
5.9.4	Kennzahl 2000 - „beheizte Betriebsfläche“ .....	143
5.9.5	Kennzahlen 2060, 2070 - „Heizenergieverbrauch pro beheizter Betriebsfläche (ohne/mit Klimabereinigung)“ .....	144
5.9.6	Kennzahl 080 - „Stromverbrauch“ .....	145
5.9.7	Kennzahl 280, 380 - „Stromverbrauch pro Papierverbrauch“ bzw. „pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“ .....	146
5.9.8	Anwendungsbeispiele für Umweltziele und Kennzahlen.....	148
5.9.9	Beurteilung des Kennzahlensystems.....	152
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>156</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>160</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>161</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Vorläufige Standardliste der Umweltproblemfelder und anerkannte Leitsubstanzen .....	12
Tabelle 2-2: Ziele und Anwendungsmöglichkeiten betrieblicher Umweltkennzahlen .....	13
Tabelle 3-1: Produktionswerte der wichtigsten Druckerzeugnisse nach Produktgruppen .....	16
Tabelle 3-2: Betriebe und Beschäftigte im grafischen Gewerbe nach Betriebsgröße .....	19
Tabelle 4-1: Branchentypische Input-Analyse einer kleinen Bogenoffsetdruckerei .....	42
Tabelle 4-2: Branchentypische Output-Analyse einer kleinen Bogenoffsetdruckerei .....	43
Tabelle 4-3: Rohstoffbedarf (Fasern/Holz) für die in Deutschland verbrauchte Papiermenge .....	52
Tabelle 4-4: Charakterisierung von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln .....	66
Tabelle 5-1: Übersicht über die Informationsgrundlagen der Kennzahlendiskussion .....	73
Tabelle 5-2: Kennzahlen zur Minimierung der spezifischen Papierabfallmenge .....	77
Tabelle 5-3: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Papiereinsatz .....	90
Tabelle 5-4: Kennzahlen zum Einkauf von Papier mit Faserherkunftszertifikat .....	95
Tabelle 5-5: Kennzahlen zur Maximierung des Recyclingfaseranteils und zur Maximierung des Anteils an Papieren mit dem RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ beim Papiereinkauf .....	98
Tabelle 5-6: Anwendungsbeispiele der Kennzahlen zur Steigerung des Altpapierfasereinsatzes und Vermeidung von Papiersorten, die Gefahrstoffe enthalten oder zur Herstellung benötigten .....	106
Tabelle 5-7: Kennzahlen zur Minimierung des Anteils chlorgebleichter Papiere am Einkauf .....	107
Tabelle 5-8: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Wasserverbrauchs .....	111
Tabelle 5-9: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Farb- und Lackabfalls .....	113
Tabelle 5-10: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Farb- und Lackeinsatz .....	121
Tabelle 5-11: Kennzahlen zur Minimierung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser .....	124
Tabelle 5-12: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauchs .....	124
Tabelle 5-13: Kennzahlen zur Minimierung des Anteils an Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln mit niedriger VbF-Klasse am Reinigungsmiteleinkauf .....	124
Tabelle 5-14: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauches .....	124

Tabelle 5-15: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung und Emissionsminderung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen .....	135
Tabelle 5-16: Kennzahl zur Minimierung des Abgasverlustes der Heizungsanlage .....	140
Tabelle 5-17: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs.....	140
Tabelle 5-18: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Stromverbrauches .....	140
Tabelle 5-19: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Energieeinsatz.....	150
Tabelle 6-1: Kennzahlvorschlag für kleine Bogenoffsetdruckereien .....	158

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Umweltcontrolling als Kreisprozeß.....	9
Abbildung 3-1: Druckvorlagenerstellung mit Input- und Outputströmen .....	26
Abbildung 3-2: Druckformerstellung mit Input- und Outputströmen.....	31
Abbildung 3-3: Druckprozeß mit Input- und Outputströmen .....	37
Abbildung 3-4: Weiterverarbeitung mit Input- und Outputströmen .....	39
Abbildung 4-1: Sortenanteile am Papierverbrauch (1996) in Deutschland.....	48
Abbildung 4-2: Pro-Kopf-Verbrauch an Papier (1995) im Vergleich.....	49
Abbildung 4-3: Altpapiereinsatzquoten der in Deutschland hergestellten Papiersorten .....	57
Abbildung 5-4: Marktanteile der Reinigungsmittelarten im Offsetdruck 1995 (Hochrechnung).....	137
Abbildung 5-5: Beispiel für die Kennzahlendarstellung eines Kalenderjahres.....	153
Abbildung 5-6: Kennzahlenvergleich zur Standortbestimmung und Zielgrößenermittlung .....	154

## Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare Organische Halogenkohlenwasserstoffe
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie, Bonn
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchVO	Bundesimmissionsschutzverordnung
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Bonn
BVD	Bundesverband Druck, Wiesbaden
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DIHT	Deutscher Industrie- und Handelstag, Bonn
ECF	Elementary Chlorine Free (ohne Elementarchlor)
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EDTA	Ethyldiamintetraacetat
EG	Europäische Gemeinschaft
EG-Öko-Audit	System für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung nach EG- Verordnung Nr. 1836/93
et al.	et altera (und andere)
FSC	Forest Steward Council (Weltforstrat), Oaxaca/Mexico
ICC	International Chamber of Commerce, Köln
ISO	International Standardization Organisation (Internationale Normungsorganisation), Genf/Schweiz
L/cm	Linien pro Zentimeter
NaBu	Naturschutzbund Deutschland, Bonn
NMVO	Non-Methane Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen außer Methan)
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung, Sankt Augustin
TCF	Totally Chlorine Free (vollständig ohne Chlor)
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
UV	Ultraviolett
VbF	Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
VCI	Verband der Chemischen Industrie, Bonn
VDI	Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf
VDP	Verband Deutscher Papierfabriken, Bonn
VOC	Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)
VwV	Verwaltungsvorschrift
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WWF	World Wide Fund for Nature, Frankfurt
ZDH	Zentralverband des Deutschen Handwerks, Bonn

# 1 Einleitung

Das Interesse an der Einführung betrieblicher Umweltcontrollingsysteme ist in Deutschland in den letzten Jahren stark gestiegen. Dies gilt insbesondere, seitdem sich Unternehmen freiwillig an der Einführung und Überprüfung eines EG-einheitlichen Umweltmanagementsystems beteiligen können [EG 1993]. Umweltcontrolling wird dabei als der Teil des Umweltmanagementsystems verstanden, der Umweltziele festlegt und betriebliche Umweltbelastungen sowie die Material- und Energieeinsätze analysiert, plant und kontrolliert [PÖLZL 1992, S. 48].

Die Einführung eines Umweltcontrollingsystems ist in der Regel mit dem Unternehmensziel verbunden, eine kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes zu erreichen. Zur Verwirklichung dieses Ziels muss das Umweltcontrollingsystem ein Instrument enthalten, das der Geschäftsführung und den Beschäftigten wesentliche umweltrelevante Informationen zur Verfügung stellt. Die Informationen müssen geeignet sein, um die Entscheidungsfindung, Koordination und Erfolgskontrolle in bezug auf Verbesserungsmaßnahmen zu erleichtern.

Die Ermittlung von Umweltkennzahlen wird in allen wegweisenden Konzepten des betrieblichen Umweltcontrollings als ein entscheidendes Instrument angesehen, seit von MÜLLER-WENK [1978] das erste Konzept eines „ökologischen Rechnungswesens“ veröffentlicht wurde [vgl. STAHLMANN 1988, S. 141ff; SEIDEL/MENN 1988, S. 312ff; HALLAY/PFRIEM 1992, S. 148ff; WAGNER 1992, S. 15ff; HOPFENBECK/JASCH 1993, S. 330ff; BMU/UBA 1995, S. 539ff].

Erfahrungen mit Umweltkennzahlen existieren momentan erst bei einzelnen ökologischen Vorreiterbetrieben, die etwa seit Anfang der 90er Jahre die Einführung eines Umweltcontrollingsystems mit der Ermittlung von Umweltkennzahlen verbunden haben. Neben Kennzahlen zu betrieblichen Input- und Outputströmen wurden teilweise bereits relative Kennzahlen gebildet, die sich auf die Produktionsleistung beziehen [LOEW/HJÁLMARSDÓTTIR 1996, S. 52ff]. Früheste Beispiele sind die Veröffentlichungen der Textilwarenfirma KUNERT [1992] und der Großdruckerei MOHNDRUCK [1994, S. 31]. Im Jahr 1992 forderte PFRIEM [1992, S. 50f] bereits eine Normierung von betrieblichen Umweltberichten mit der Pflicht zur Veröffentlichung von nachvollziehbaren Umweltkennzahlen.

Umweltkennzahlen werden zur Zeit vor allem von Betrieben veröffentlicht, die ein betriebliches Umweltmanagementsystem nach der EG-Öko-Audit-Verordnung einführen. Die Erhebung der Kennzahlen ist jedoch individuell gestaltbar und muss nicht nachvollziehbar veröffentlicht werden. Ohne weitere Konkretisierungen fordert die Verordnung lediglich eine „Zusammenfassung der Zahlenangaben über Schadstoffemissionen, Abfallaufkommen, Rohstoff-, Energie- und Wasserverbrauch und gegebenenfalls über Lärm und andere bedeutsame umweltrelevante Aspekte, soweit angemessen“. Umweltkennzahlen in Form von Zielgrößen fordert die Verordnung außerdem bei der Festlegung von Umweltzielen, die „wo immer dies in der Praxis möglich ist, quantitativ bestimmt“ werden sollen [EG 1993, Art. 5/Anh. I-A-4].

Im Rahmen der Diskussion über die für 1998 geplante Überarbeitung der EG-Öko-Audit-Verordnung wird in der umweltpolitischen Diskussion gefordert, die am System beteiligten Betriebe zur Ermittlung von Kennzahlen zu verpflichten [REINHARD 1996]. Insbesondere wird dabei die Veröffentlichung von branchenspezifischen Kennzahlen gefordert, die bezüglich der formulierten Umweltziele Maßstäbe setzen („Benchmarks“) und einen Betriebsvergleich ermöglichen („Benchmarking“) [ÖKOBRIEFE 1996b, S. 17; CLAUSEN 1997].

Auch Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium sehen in Umweltkennzahlen ein Instrument, um die Umweltleistung eines Betriebes im Vergleich mit Vorjahresdaten oder anderen Unternehmen

zu vergleichen. Einer Gegenüberstellung der eigenen Umweltkennzahlen mit denen anderer Betriebe („Benchmarking“) wird dabei ein besonderer Stellenwert beigemessen. Erst auf diese Weise sei eine Einschätzung darüber möglich, ob die Umweltleistung verhältnismäßig hoch oder niedrig ist. Eine derartige Standortbestimmung könne dazu dienen, Optimierungspotentiale aufzudecken und Zielgrößen abzuleiten. Als Grundvoraussetzung für eine objektive Gegenüberstellung der Kennzahlen wird die konsequente Vereinheitlichung der Datenerfassungs- und -abgrenzungsmethoden genannt [BMU/UBA 1997, S. 4/43f].

Die Erwartungen, die an betriebliche Umweltkennzahlensysteme gestellt werden, sind demnach hoch. Die Darstellung der Umweltleistung eines Unternehmens mit Umweltkennzahlen kommt dem allgemeinen Bedürfnis entgegen, komplexe Sachverhalte in einer leicht verständlichen Form zu kommunizieren. Bei der Verdichtung von Informationen wird jedoch notwendigerweise eine Vielzahl von Einflussfaktoren ausgeblendet. Dies kann dazu führen, dass bei der Interpretation der Kennzahlen vereinfachende Rückschlüsse gezogen werden, die der Vielschichtigkeit der Wirkungszusammenhänge nicht gerecht werden. Die „Suggestivkraft der Zahlen“ [CLAUSEN/RUBIK 1996] verleitet dazu, Umweltkennzahlen eine vermeintlich eindeutige Aussage zu unterstellen.

Erfahrungen mit einem branchenspezifischen Kennzahlensystem liegen momentan lediglich für den Bereich der Banken, Sparkassen und Versicherungen sowie im Bereich der chemischen Industrie vor [BMU/UBA 1997, S. 41; RAUBERGER 1996]. In der Druckindustrie wurden bereits Ende des Jahres 1994 auf regionaler Ebene verbandsinterne Diskussionen über Umweltkennzahlen für den Bereich des Zeitungsdrucks geführt [VDN 1996]. Im Mai 1997 erfolgte die Gründung eines bundesweiten Arbeitskreises, um für diesen Bereich Umweltkennzahlen festzulegen. Die Erweiterung auf andere Bereiche der Druckindustrie ist geplant [BVD 1997b].

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, ein Umweltkennzahlensystem für den Bereich kleiner Bogenoffsetdruckereien zu entwickeln. Im Rahmen eines Umweltcontrollings soll das System dazu geeignet sein, Umweltziele zu unterstützen. Es soll aufgezeigt werden, welche Schwierigkeiten bei der Vereinheitlichung von Datenerfassungsmethoden entstehen und welche Grenzen sich daraus für die Vergleichbarkeit der Umweltkennzahlen ergeben. Ziel ist die Auswahl solcher Kennzahlen, die für Vergleiche mit Vorjahresdaten oder Vergleiche mit den Daten anderer kleiner Bogenoffsetdruckereien geeignet sind.

Der Bereich des Bogenoffsetdrucks wurde ausgewählt, weil hier einerseits eine relativ einheitliche Produktionsstruktur vorliegt, mit der eine relativ ähnliche Produktpalette hergestellt wird. Zum anderen ist der Bogenoffsetdruck gemessen am Produktionswert eines der bedeutendsten Druckverfahren, das von etwa 10.000 Betrieben und somit der überwiegenden Mehrheit der Druckereien eingesetzt wird [BVD 1996, S. C-2-1]. Kleine Betriebe wurden ausgewählt, weil sie eine relativ einheitliche Unternehmensstruktur aufweisen und die Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten in der grafischen Branche einen Anteil von mehr als 94% aller 13.098 Unternehmen ausmachen [BVD 1997a].

Die Arbeit ist in vier Hauptteile gegliedert. In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen des Umweltcontrollings behandelt. Darauf aufbauend erfolgt eine allgemeine Definition von Umweltkennzahlen sowie eine Beschreibung der Aufgaben und Anforderungen, die mit einem Umweltkennzahlensystem verbunden sind.

In Kapitel 3 wird die Druckerei-Branche vorgestellt und der Stellenwert des Bereichs kleiner Bogenoffsetdruckereien analysiert. Es folgt eine Beschreibung der typischen Produktionsstufen, die insbesondere auf die Input- und Outputströme eingeht.

In Kapitel 4 werden allgemeine Umweltziele hergeleitet, die kleinen Bogenoffsetdruckereien

empfohlen werden können. Die Herleitung basiert auf einer ausführlichen Untersuchung der Umwelteinwirkungen der besonders mengenrelevanten und besonders gefährlichen Stoff- und Energieströme.

In Kapitel 5 werden die allgemeinen Umweltziele nach Möglichkeit derart konkretisiert, dass daraus konkrete, quantifizierbare Umweltziele formuliert werden können. Anhand eines Fragebogens wird bei kleinen Bogenoffsetdruckereien und beratenden Fachleuten ein Meinungsbild zu konkreten Umweltzielen eingeholt und die Akzeptanz von Kennzahlen untersucht, die zur Unterstützung der Ziele in Frage kommen. In tabellarischer Form werden anschließend Kennzahlen aufgeführt, die zur Unterstützung der quantifizierbaren Umweltziele geeignet erscheinen. Mögliche Datenerhebungsmethoden werden aufgezeigt und ihre Vor- und Nachteile abgewogen. Eine Eignung der Kennzahlen für den Vergleich verschiedener Kalenderjahre (Zeitreihen) bzw. für Betriebsvergleiche („Benchmarking“) wird untersucht. Abschließend wird ein Kennzahlensystem vorgeschlagen und beurteilt.

Kapitel 6 enthält eine Zusammenfassung der Arbeit, in Kapitel 7 wird abschließend ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf gegeben.

## 2 Theoretische Grundlagen

Umweltkennzahlen sind ein Instrument des Umweltcontrollings. Dieses wiederum ist auf das betriebswirtschaftliche Instrument des Controllings zurückzuführen. Die Begriffe werden im folgenden definiert.

### 2.1 Controlling und Umweltcontrolling

#### 2.1.1 Betriebswirtschaftliches Controlling

Controlling wird als „eine der großen Innovationen unseres Jahrhunderts im betrieblichen Führungssystem“ angesehen [SEIDEL 1994, S. 10]. Der Begriff leitet sich aus der englischsprachigen Managementliteratur ab und meint die „Beherrschung, Lenkung, Steuerung und Regelung von Prozessen“ [HORVÁTH 1994, S. 25]. Der Begriff „Controlling“ darf also nicht mit Kontrolle übersetzt werden, was in der deutschsprachigen betriebswirtschaftlichen Literatur allein den Vergleich zwischen geplanten und realisierten Werten meint [ebenda].

Zunächst orientierte sich der Controllingbegriff in seiner engsten Fassung an der Kontrolle der Wirtschaftlichkeit. Dieses Verständnis ist nach und nach erweitert worden, so dass auch die Unterstützung der Planung und Steuerung als Controllingaufgaben verstanden werden [REICHMANN 1990, S. 1f]. Controlling beinhaltet eine handlungsvorbereitende Analyse und die Kontrolle von Planabweichungen. Controlling stellt dabei sicher, dass eine erneute Planung erst nach der Auswertung von Kontrollergebnissen stattfindet. Durch den Lernprozess, der für alle Beteiligten mit dem Controlling verbunden ist, bewirkt Controlling eine bessere Beherrschung der Unternehmensprozesse [SEIDEL 1988, S. 311]. Die Unternehmensführung wird dadurch in die Lage versetzt, den Betrieb bei der Planung an Umweltveränderungen anzupassen und die dazu erforderlichen Steuerungsaufgaben wahrzunehmen. Somit sichert Controlling die Koordinations-, Reaktions- und Adaptionfähigkeit der Unternehmensführung [HORVÁTH/REICHMANN 1993, S. 112].

Controlling wird als ein „informationsversorgendes System zur Unterstützung der Unternehmensführung“ definiert [SERFLING 1983, S. 17]. Ziel ist es, der Führung die erfolgreiche Durchsetzung betrieblicher Oberziele zu ermöglichen [REICHMANN 1990, S. 3]. Controlling hat also um eine Art „Navigationsfunktion“, wobei der „Kompass“ des Controllers das Erfolgsziel der Unternehmung ist [HORVATH 1994, S. 237].

Die Auffassungen darüber, welche Sachverhalte die Informationsversorgung erfassen soll, haben sich im Laufe der Entwicklung stark gewandelt. In der Entstehungszeit der Controllingaufgaben ging es meist allein darum, die Buchführung zu straffen und ihren Informationsgehalt zu verbessern. Im Zuge der weiteren Entwicklung wurde die Kostenrechnung als Informationsinstrument entdeckt und spezielle Instrumente der Informationsversorgung wie Kennzahlensysteme entwickelt [HORVÁTH 1994, S. 345]. Nach GOLDMANN/SEIDEL [1995, S. 542] lässt sich Controlling heute auch als ein „Kennzahlenmanagement“ umschreiben, da es in der Hauptsache mit betrieblichen Kennzahlen arbeitet [REICHMANN 1990, S. 26].

Die Kennzahlensysteme werden dazu verwendet, Entscheidungsträger durch Verdichtung und Zusammenfassung von Informationen mit einer hinreichenden Genauigkeit und Aktualität zu informieren. Sie dienen der Unternehmenssteuerung als Instrument der Analyse sowie der Planung. Die analytische Komponente stellt darauf ab, durch innerbetriebliche Zeitreihen bzw. durch den Vergleich mit anderen Betrieben („Benchmarking“) eine Einschätzung über die Lage des Unternehmens zu ermöglichen. Die Kennzahlen haben dabei eine Erklärungsfunktion, da sie als Indikatoren für bestimmte Sachverhalte interpretiert werden. Auf dieser Basis wird der



Unternehmensleitung eine zielorientierte Planung ermöglicht. Die planerische Komponente der Kennzahlen selbst besteht darin, dass Soll- bzw. Plangrößen formuliert werden können, und die Unternehmensziele dadurch einen zahlenmäßig fassbaren Inhalt bekommen. Die Anwendung von Kennzahlen geht dabei von quantifizierbaren Oberzielen aus. Für Betriebsvergleiche wurden branchenspezifische Kennzahlensysteme mit einheitlichen Erhebungsgrundlagen entwickelt, wie zum Beispiel der Standard des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie. Weiterhin wird mit branchenübergreifenden Kennzahlen vor allem im finanzwirtschaftlichen Bereich gearbeitet. Die gebräuchlichste Kennzahl ist der „Return of investment“, der den Kapitalertrag ins Verhältnis zum investierten Betrag stellt [REICHMANN 1990, S. 19f/26ff].

Mit der Erweiterung des Controllingverständnisses um Planungskomponenten reichten die internen Zahlen des Rechnungswesens zur Informationsversorgung nicht mehr aus, um Erfolgspotentiale ausfindig zu machen. Zusätzlich wurden Informationen aus der Unternehmensumwelt (im gesellschaftswissenschaftlichen Sinne) benötigt, z. B. Prognosen über zukünftige Entwicklungen der Wirtschaftspolitik, der Technologie, der Geburtenrate etc. Das klassische operative Controlling wurde in diesem Sinne zum strategischen Controlling [HORVÁTH 1994, S. 345].

### 2.1.2 Umweltschutz als Unternehmensziel

In den letzten Jahren wurde der moralische Druck der Öffentlichkeit auf die Unternehmen ständig vergrößert, so dass heute in starkem Maße von Unternehmen die Unterstützung bei der Durchsetzung ökologischer Interessen gefordert wird [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. VI]. Auch Banken und Versicherungen stellen inzwischen erhöhte ökologische Ansprüche an Unternehmen [STROBEL/WAGNER 1995, S. 597].

Seit Mitte der achtziger Jahre ist innerhalb der deutschen Wirtschaft eine immer stärkere Bereitschaft zur Einbeziehung umweltrelevanter Aspekte in das betriebliche Management erkennbar [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 1]. Im gleichen Zuge wurden die ökonomischen Oberziele (z.B. Erfolg, Rentabilität, Produktivität, Liquidität [REICHMANN 1990, S. 3]) um ökologische Oberziele erweitert. Nach einer Studie von MEFFERT/KIRCHGEORG [1989, S. 12] hatten im Jahr 1987 bereits etwa 90% von 197 untersuchten Unternehmen Umweltschutzziele schriftlich (56,4%) oder implizit (28,4%) in ihr Zielsystem einbezogen.

Dies findet seinen Ausdruck z.B. im 1985 verfassten Kodex unternehmerischen Verhaltens des Bundesdeutschen Arbeitskreises für umweltbewusstes Management (B.A.U.M.), der zur Zeit etwa 500 Mitglieder hat [BAUM 1997]. Dort heißt es unter Punkt 1: „Wir ordnen den Umweltschutz den vorrangigen Unternehmenszielen zu und nehmen ihn in die Grundsätze zur Führung des Unternehmens auf“ [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 16]. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt der 1986 gegründete „Förderkreis Umwelt future e.V.“, in dem inzwischen rund 200 deutsche Unternehmer und Führungskräfte [KALVELAGE 1997] mit dem Ziel zusammengeschlossen sind, den Faktor Umwelt zum festen Bestandteil ihrer Unternehmensphilosophie zu machen [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 17f].

In der „Tutzinger Erklärung zur umweltorientierten Unternehmenspolitik“ vom April 1988 lauten die Punkte 2 und 3: „Umweltschutz ist Teil der Unternehmenspolitik; Umweltschutz ist eine Aufgabe der Unternehmensführung“. Die Erklärung wurde innerhalb eines Jahres u.a. von 80 Unternehmen sowie zahlreichen Verbänden und Kammern (u.a. BDI, VCI, ZDH, DIHT) unterstützt [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 27 f]. Die Internationale Handelskammer (ICC) erstellte im Jahr 1990 eine „Business Charta for Sustainable Development“, deren erster Grundsatzpunkt „Vorrangiges Unternehmensziel“ folgendermaßen definiert ist: „Umweltorientiertes Management als eines der vorrangigen Ziele der Unternehmenspolitik und als Schlüsselfaktor für eine umweltverträgliche Entwicklung anzuerkennen“ [nach SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 33 f].

### 2.1.3 Umweltcontrolling

Die Betriebswirtschaftslehre hat sich erst nach der Unternehmenspraxis dem Umweltschutzaspekt systematisch zugewandt [SCHULZ/SCHULZ 1994, S. 1]. Besonders stimulierend hat MÜLLER-WENK [1978] mit dem Konzept der „Ökologischen Buchhaltung“ gewirkt. Anlass zu weitreichenden Diskussionen gab auch die Forderung nach Produktlinienanalysen durch die „Arbeitsgruppe Ökologische Wirtschaft“ am ÖKO-INSTITUT [1987]. Wichtige Meilensteine bei der Einbeziehung von Umweltschutzaspekten in die betriebswirtschaftliche Theorie wurden durch STREBEL (Freie Universität Berlin) [1980], PFRIEM (Universität Oldenburg) [1986], SEIDEL (Gesamthochschule Siegen) [1988] und STAHLMANN (Fachhochschule Nürnberg) [1988] gesetzt. Eine ausführliche Bibliografie der frühen ökologieorientierten betriebswirtschaftlichen Literatur in deutscher Sprache findet sich bei SEIDEL/STREBEL [1991, S. 481 ff], eine umfassende Literaturstudie zum Thema ökologisches Rechnungswesen erfolgte durch SEIDEL/ZENSUS [1990].

Das klassische betriebswirtschaftliche Controllingkonzept wurde erstmals von SEIDEL/MENN [1988] zu einem Umweltcontrolling erweitert. Eine wichtige Pionierfunktion bei der Entwicklung einer systematischen Umweltcontrolling-Methode für Unternehmen ist dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) zuzuschreiben [z.B. HALLAY 1989a-c]. Eine weitere Umweltcontrolling-Methode ist das „Baseler Konzept“ von SCHALTEGGER/STURM [1991; 1995]. Eine ausführliche Zusammenfassung von Bausteinen eines Umweltcontrollings wurde 1995 unter Mitwirkung zahlreicher Experten im „Handbuch Umweltcontrolling“ vom Bundesumweltministerium und dem Umweltbundesamt herausgegeben [BMU/UBA 1995].

#### **Begriffsdefinition und Aufgaben**

„Umweltcontrolling“ leitet sich vom betriebswirtschaftlichen Begriff des Controllings ab. Im Gegensatz zur Betriebswirtschaftslehre wird „Umwelt“ nicht im gesellschafts-wissenschaftlichen sondern im naturwissenschaftlichen Sinne verstanden: Der Umweltbegriff ist auf Lebewesen bezogen und setzt Beziehungen und Abhängigkeiten voraus [DREYHAUPT 1994, S. 1225]. Unter der „belebten Umwelt“ wird die Gesamtheit aller Lebewesen (menschlich, tierisch, pflanzlich, mikrobiell) verstanden, bei der „unbelebten Umwelt“ wird Immaterielles (Licht, Wärme, Strahlung) und Materielles (Luft, Wasser, Boden, Gesteine) unterschieden. Die Dinge der materiellen, unbelebten Umwelt werden auch als „Umweltmedien“ bezeichnet, da sie die Trägersubstanzen darstellen, in denen sich andere Substanzen ausbreiten können. Lebewesen und ihre Umwelt werden als Ökosystem bezeichnet [DREYHAUPT 1994, S. 1225/1240]. Daher werden die Begriffe „Umweltcontrolling“ und „Öko-Controlling“ in der Literatur synonym verwendet.

PÖLZL [1992, S. 48] definiert Umweltcontrolling als „ein Teilsystem des betrieblichen Umweltmanagements, welches die Festlegung von Umweltzielen, die Analyse, Planung und Kontrolle der betrieblichen Umweltbelastungen sowie des Material- und Energieeinsatzes zum Inhalt hat. Dafür ist ein funktionspezifisches Informationsversorgungssystem zu koordinieren, um auf diese Weise eine rationelle, zielgerichtete Annäherung an die betrieblichen Umweltprobleme zu unterstützen“.

Auch HALLAY/PFRIEM [1992, S. 13] lehnen den Begriff an das klassische betriebswirtschaftliche Controlling an und meinen damit die „Analyse, Planung, Steuerung und Kontrolle aller ökologisch relevanten Aktivitäten eines Unternehmens“.

Ziel des Umweltcontrollings ist es, einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu erreichen. Die wesentliche Funktion des Umweltcontrollings besteht darin,

- den Umweltschutz als Zielgröße in die alltäglichen Entscheidungen zu integrieren

- als Frühwarnsystem bei der Erkennung ökologischer Ansprüche an Produktion und Produkte zu dienen
- Schwachstellen der betrieblichen Leistungserstellung aufzudecken
- Optimierungspotentiale aufzuzeigen und durchzusetzen  
[HALLAY/PFRIEM 1992, S. 33f; HALLAY 1995, S. 23].

Die Funktion eines Frühwarnsystems betonen SCHULZ/SCHULZ [1994, S. 275]. Für sie ist Umweltcontrolling „vereinfacht ausgedrückt die (vorbeugende) Kontrolle in die Zukunft, damit ein für das Unternehmen ungewolltes umweltrelevantes Ereignis nicht erst dann festgestellt wird, wenn es bereits eingetreten ist“.

Das Umweltbundesamt hebt neben den genannten Aspekten hervor, dass es sich beim Umweltcontrolling um eine abteilungsübergreifende Querschnittsfunktion handelt. Die Hauptaufgabe wird darin gesehen, Informationen zu beschaffen und entscheidungsorientiert aufzubereiten. Die Informationsbeschaffung bezieht sich dabei vor allem auf die Stoff- und Energiedaten des Betriebes und ihre ökologische Wirkung sowie deren rechtliche und gesellschaftliche Bewertung [BMU/UBA 1995, S. 622].

Als Kernaufgabe des ersten Umweltcontrollingkonzeptes wurde (in Anlehnung an MÜLLER-WENK [1978]) die „ökologische Buchhaltung“ definiert [SEIDEL/MENN 1988, S. 15]. Diese beinhaltet die Erfassung und nach Möglichkeit auch die Bewertung folgender Größen:

- Ressourcenverbräuche und deren Umwelteinwirkungen
- Umwelteinwirkungen von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen und ihrer Vorproduktion
- Emissionen des Betriebes im Normalfall/im Störfall
- Umwelteinwirkungen bei Ge- und Verbrauch sowie bei der Entsorgung der Produkte
- internalisierte Umweltkosten des Betriebes.

Das von HALLAY/PFRIEM [1992, S. 34 ff] erweiterte Umweltcontrollingkonzept basiert auf den genannten Größen. Sie werden als Bewertungskriterien verwendet, nach denen die betrieblichen Stoff- und Energieströme beurteilt werden. Die wesentlichen Elemente eines Umweltcontrollings werden dabei folgendermaßen benannt [vgl. HALLAY 1995, S. 23ff]:

- Informationsbeschaffung
- Analyse des Ist-Zustandes
- Planung und Steuerung  
(Festlegung von Soll-Größen, Ermittlung von Handlungsmöglichkeiten)
- interne und externe Kommunikation
- Kontrolle (Soll-Ist-Vergleich).

Zur Durchsetzung der Umweltschutzziele eines Unternehmens werden die einzelnen Elemente des Umweltcontrollings in einem kontinuierlichen Kreisprozess wiederholt.

## EG-Öko-Audit-Verordnung

Im Jahr 1993 wurde die EG-Verordnung Nr. 1836/93 verabschiedet, die eine freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung regelt [EG 1993]. Bei der Beteiligung am EG-Öko-Audit-System muss ein Unternehmen die kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes als Unternehmensziel formulieren [ebenda, Art. 3].

Um eine kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes zu erreichen, verlangt die Verordnung die regelmäßige Prüfung aller bedeutenden betrieblichen Umwelteinwirkungen (frühere, laufende und geplante) sowie das Ergreifen von Maßnahmen zur Umweltentlastung und die Festlegung von Kontrollmechanismen. Die Einhaltung dieser Bestimmungen erfordert nach der Interpretation von SCHULZ/SCHULZ [1994, S. 359] den Aufbau eines Umweltcontrollingsystems. Dabei können alle oben beschriebenen Elemente eines Umweltcontrollings zu wesentlichen Bestandteilen eines Umweltmanagementsystems gemacht werden, wie es von der EG-Öko-Audit-Verordnung gefordert wird. Abbildung 2-1 zeigt den Kreisprozess des Umweltcontrollings. Die Anforderungen der EG-Öko-Audit-Verordnung, die mit den jeweiligen Controlling-Elementen unterstützt werden können, sind kursiv aufgeführt.

Der Einstieg in den Kreislaufprozess eines Umweltcontrollings wird in der EG-Öko-Audit-Verordnung als *erste Umweltprüfung* bezeichnet. Die erste Umweltprüfung entspricht den Umweltcontrollingelementen „Informationsbeschaffung“ und „Analyse des Ist-Zustandes“. Bei der Teilnahme am EG-Öko-Audit-System ist jedoch zu beachten, dass die dabei zu behandelnden Gesichtspunkte vorgeschrieben sind [EG 1993, Art. 3b/Anh. I-C], während die Entscheidung darüber anderenfalls dem Unternehmen überlassen ist.

Durch die Analyse des Ist-Zustandes wird das Unternehmen in die Lage versetzt, allgemeine Umweltziele festzulegen. Die allgemeinen Umweltziele müssen nach der EG-Öko-Audit-Verordnung als *Umweltpolitik* des Unternehmens formuliert werden. Beim Umweltcontrolling stellen die allgemeinen Umweltziele die Leitlinien dar, an denen die weiteren Elemente des Umweltcontrollings ausgerichtet werden müssen.

Der nächste Schritt des EG-Öko-Audits ist die Planung und Dokumentation eines *Umweltprogramms*. Im Umweltprogramm werden die allgemeinen Umweltziele durch kurz-, mittel- und langfristig realisierbare Umweltziele konkretisiert. Die konkreten Umweltziele stellen den zu erreichenden Soll-Zustand dar. Der Schritt entspricht dem Umweltcontrollingelement „Planung und Steuerung“. Während die Art der Ziele beim Umweltcontrolling nicht vorgegeben ist, schreibt die EG-Öko-Audit-Verordnung vor, dass die Ziele möglichst quantifiziert und mit Zeitvorgaben versehen werden müssen. Die Planung von Mitteln zum Erreichen der Umweltziele ist im Umweltcontrolling sowie nach der EG-Verordnung frei wählbar. Die EG-Verordnung schreibt jedoch vor, dass das Umweltprogramm auch die Verantwortlichkeiten für die Umweltziele benennen muss.

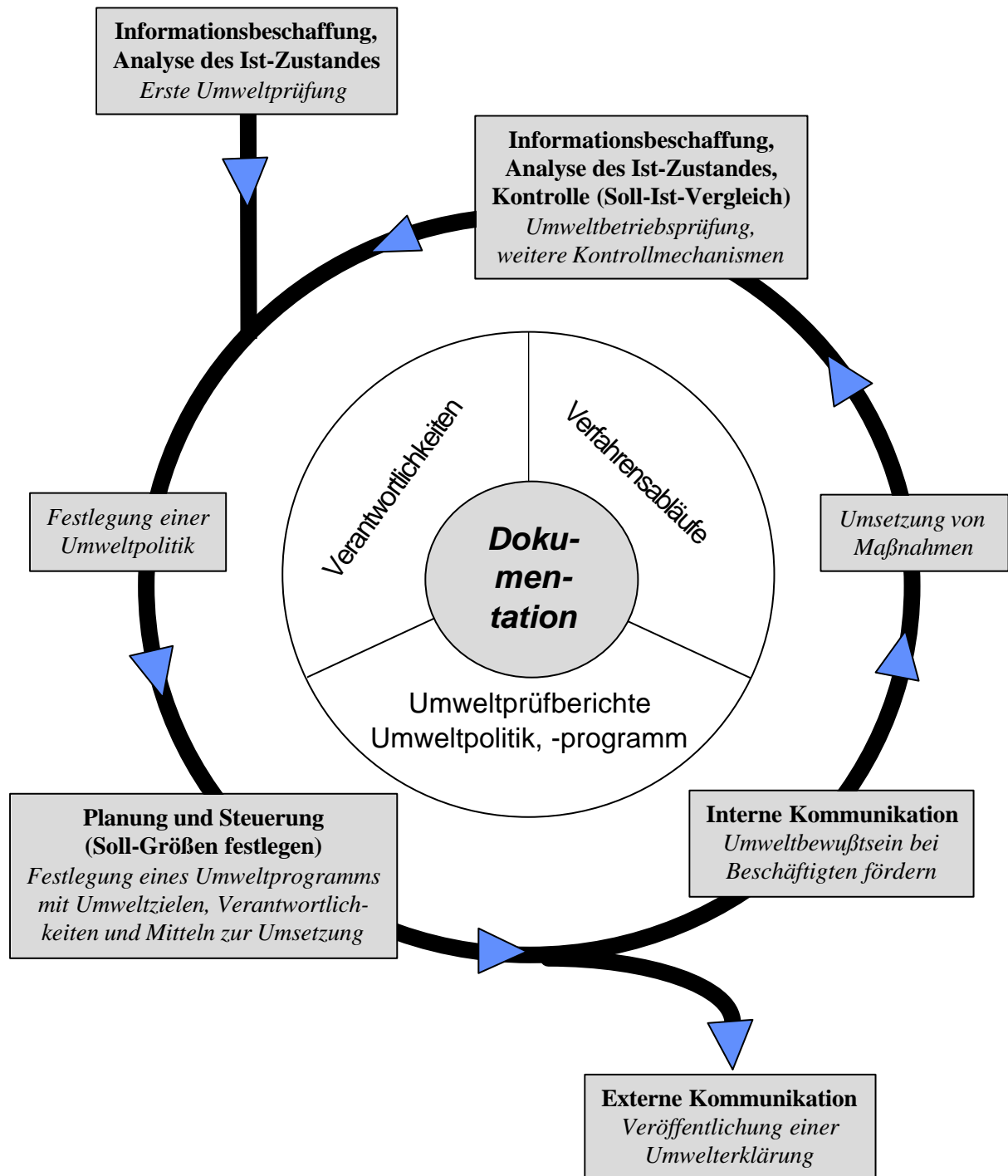
Die Anforderung der EG-Öko-Audit-Verordnung, Umweltbewusstsein bei den Beschäftigten zu gewährleisten, entspricht dem Umweltcontrollingelement der „internen Kommunikation“. Die Pflicht zur Veröffentlichung einer Umwelterklärung entspricht dem Umweltcontrollingelement der „externen Kommunikation“. Während beim Umweltcontrolling keine Vorgaben bezüglich der externen Kommunikation existieren, schreibt die Verordnung maximale Zeitabstände sowie minimale Anforderungen an den Inhalt der Umwelterklärung vor.

In der EG-Öko-Audit-Verordnung wird die regelmäßige Prüfung und Beurteilung der betrieblichen Umwelteinwirkungen gefordert. Das Umweltmanagementsystem muss die Einhaltung der Anforderungen kontrollieren, die durch Umweltpolitik und Umweltprogramm festgelegt wurden. Der

Schritt entspricht dem Controllingelement der „Kontrolle“. Dabei erfolgt ein Abgleich mit den geplanten Sollgrößen (Soll-Ist-Vergleich). Die Plangrößen sind sowohl stofflich-energetischer wie auch organisatorischer Art. Für den Vergleich werden wiederum die Controllingelemente „Informationsbeschaffung“ und „Analyse des Ist-Zustandes“ eingesetzt.

Abbildung 2-1: Umweltcontrolling als Kreisprozess

(kursiv: EG-Öko-Audit-Anforderungen, die durch Umweltcontrolling unterstützt werden können)



Weiterhin verlangt die Verordnung, dass im Abstand von nicht mehr als drei Jahren eine Umweltbetriebsprüfung durchgeführt wird. Die Umweltbetriebsprüfung muss die Wirksamkeit des gesamten Umweltmanagementsystems im Hinblick auf die Einhaltung von Umweltpolitik und Umweltprogramm überprüfen. Sie prüft demnach die Einhaltung des organisatorischen Soll-Zustandes. Die Umweltbetriebsprüfung wird als ein „wesentliches Instrumentarium des Umweltcontrollings“ angesehen [BMU/UBA 1995, S. 561]. Sie entspricht dem Element der „Kontrolle“. Dabei werden wiederum die Elemente „Informationsbeschaffung“ und „Analyse des Ist-Zustandes“ eingesetzt. Zusätzlich erfolgt ein Abgleich mit den geplanten Sollgrößen (Soll-Ist-Vergleich). Die Analyse schafft die Grundlage für eine erneute Planung. Dadurch wird der Controllingkreislauf geschlossen.

## 2.2 Umweltkennzahlen als Umweltcontrollinginstrument

„Was das herkömmliche Controlling mit seinen konventionellen Kennzahlensystemen für das ökonomische Oberziel der Unternehmung leistet, soll das Umweltcontrolling mit einem Umweltkennzahlensystem für das betriebliche Umweltschutzziel ermöglichen“ [GOLDMANN/SEIDEL 1995, S. 539].

### 2.2.1 Definition von Umweltkennzahlen

Umweltkennzahlen werden analog zu betriebswirtschaftlichen Kennzahlen definiert als „eine umweltrelevante Größe - in Form einer absoluten oder relativen Zahl -, die gezielt einen betrieblichen Sachverhalt mit erhöhtem Erkenntniswert beschreibt“ [LOEW/KOTTMANN 1996, S. 10]. Im betrieblichen Maßstab wird eine Kennzahl also dann zur Umweltkennzahl, „wenn sie einen betrieblichen Sachverhalt mit einem solchen der natürlichen Umwelt verknüpft“ [SEIDEL et al. 1994, S. 8].

Eine entsprechende Definition wird durch die Internationale Normungsorganisation (ISO) im Entwurf zur „environmental performance evaluation“ (Umweltleistungsbewertung) formuliert [ISO 1996]: „Environmental performance indicator (EPI): specific expression that is used to provide information about environmental performance“ [ISO 1996, S. 4]. Dabei sind unter „environmental performance“ (Umweltleistung) die Umwelteinwirkungen der betrieblichen Tätigkeit zu verstehen: „environmental performance: results of an organisation’s management of its environmental aspects“ [ebenda].

### 2.2.2 Klassen und Arten betrieblicher Umweltkennzahlen

Das Umweltbundesamt definiert drei Klassen von betrieblichen Umweltkennzahlen. „Umweltleistungskennzahlen“ werden in Anlehnung an den internationalen Begriff der „environmental performance“ definiert, wobei sowohl positive als auch negative Umwelteinwirkungen der Betriebstätigkeit als „Umweltleistung“ gelten [BMU/UBA 1997, S. 45]. Umweltleistungskennzahlen bestehen aus absoluten und relativen Stoff- und Energiedaten sowie Daten zur Infrastruktur und zum Personen- und Güterverkehr [BMU/UBA 1997, S. 5f]. Weitere betriebliche Umweltkennzahlen werden insbesondere für große Unternehmen vorgeschlagen und als „Umweltmanagement-“ und „Umweltzustandskennzahlen“ bezeichnet [ebenda, S. 7]. Umweltmanagementkennzahlen dienen z.B. zur Darstellung der Umweltkosten, der Anzahl der Schulungen/Arbeitsunfälle/Störfälle sowie der Anzahl der Lieferanten mit Umweltpolitik/Umweltmanagementsystem. Umweltzustandskennzahlen beschreiben die Umweltqualität in der unmittelbaren Umgebung des Unternehmens anhand von öffentlich ermittelten Daten [ebenda, S. 6].

Betriebliche Umweltkennzahlen können sich auf verschiedene Bereiche beziehen. Je nach festgelegter Systemgrenze können die Daten eines gesamten Unternehmens, eines Standortes oder einzelner Prozesse bzw. Abteilungen einbezogen werden [BMU/UBA 1997, S. 8].

Es wird zwischen absoluten und relativen Umweltkennzahlen unterschieden. Absolute Kennzahlen zeigen, wie stark die Umwelt eines Unternehmens durch Stoff- und Energieverbräuche, Flächennutzung und Emissionen belastet wird. Relative Kennzahlen werden in „Gliederungszahlen“ und „Beziehungszahlen“ unterteilt. Gliederungszahlen geben die Anteile innerhalb einer bestimmten Gesamtmenge wieder. Gleiche Anteile können dabei mit unterschiedlich hohen Umwelteinwirkungen verbunden sein. Beziehungszahlen setzen absolute Kennzahlen ins Verhältnis zu aussagekräftigen Bezugsgrößen. Sie ermöglichen Beurteilungen der Effizienz des Unternehmens und machen deutlich, ob Umweltschutzmaßnahmen greifen [SEIDEL/GOLDMANN 1995, S. 539; BMU/UBA 1997, S. 8].

Da relative Kennzahlen die Umweltleistung eines Unternehmens unabhängig von dessen Größe oder Produktionsleistung darstellen, können sie für innerbetriebliche Zeitreihen und Betriebsvergleiche („Benchmarking“) genutzt werden. Grundvoraussetzung für einen Vergleich ist eine Übereinstimmung der Erhebungsgrundlagen und eine Vergleichbarkeit der Produktionsstrukturen. Betriebsvergleiche dienen dabei weniger der Beurteilung einer höheren oder niedrigeren Umweltschutzleistung, sondern stellen vielmehr einen Anhaltspunkt für die gezielte Suche nach Optimierungspotentialen dar. Für Betriebsvergleiche sollten branchenbezogene Kennzahlen festgelegt werden, die alle wesentlichen Umweltthemen ansprechen. Durch die Berücksichtigung der Meinung interessierter Kreise (Umweltinitiativen) und unabhängiger Institute (Umweltforschung) wird die gesellschaftliche Akzeptanz der Kennzahlen erhöht [BMU/UBA 1997, S. 43f].

### 2.2.3 Umweltkennzahlensysteme

Von HALLAY/PFRIEM [1992, S. 149ff] wird im Rahmen der Einführung eines betrieblichen Umweltcontrollingsystems zunächst ein relativ einfaches Kennzahlensystem vorgeschlagen, das ausschließlich auf den betrieblichen Input-Output-Daten basiert (entsprechend den oben definierten „Umweltleistungskennzahlen“). Es soll gezielt als Hilfestellungsinstrument bei der Umsetzung von Maßnahmen eingesetzt werden. Der Aufbau eines umfassenden Kennzahlensystems wird als ein langfristiges Ziel angesehen. Die Input-Output-Daten können dann zum Beispiel um monetäre Größen ergänzt werden (entsprechend der oben definierten „Umweltmanagementkennzahlen“). Weiterhin wird die Möglichkeit genannt, eine Aggregation von Stoff- und Energiedaten durchzuführen, um dadurch Wirkungszusammenhänge mit einer geringen Anzahl an Kennzahlen darzustellen [HALLAY/PFRIEM 1992, S. 149].

Hinsichtlich einer Aggregation von Stoff- und Energiedaten ist umstritten, innerhalb welcher Kategorien die Daten aggregiert werden sollen und ob die Aggregation zu einer einzigen Kennzahl sinnvoll ist. Kritiker befürchten, dass die Betriebsangehörigen mit aggregierten Informationen nicht mehr umgehen können. Bei der Reduzierung auf wenige Größen könnten wichtige Aspekte unberücksichtigt bleiben. Gleichzeitig werde durch die aggregierten Kennzahlen eine scheinbare Eindeutigkeit suggeriert, die der Komplexität der Wirklichkeit nicht gerecht werde [CLAUSEN/RUBIK 1996, S. 13ff].

Eine Aggregation sämtlicher Inputdaten (in Masseinheiten) zu einer einzigen absoluten Umweltkennzahl ist beispielsweise nach der Methode des Wuppertal Instituts für Klima, Verkehr, Energie vorgesehen [SCHMIDT-BLEEK 1994]. Der Bezug auf die bereitgestellte Funktion bzw. Dienstleistung führt dann zu einer relativen Umweltkennzahl („MIPS“ - Materialintensität pro Serviceeinheit).

Die Beurteilung von Umwelteinwirkungen innerhalb standardisierter Kategorien („Umweltproblemfelder“) wird zur Zeit auf internationaler und nationaler Ebene diskutiert. Dabei ist die Aggregation von Input- und Outputdaten mit Hilfe von Leitsubstanzen („Indikatoren“) vorgesehen [BMU/UBA 1995, S:141]. Da zur Zeit kein gesellschaftlicher Konsens besteht, welche Umweltproblemfelder von zentraler Bedeutung sind, hat das Umweltbundesamt eine vorläufige Standardliste entwickelt (Tabelle 2-1). Wissenschaftlich gut begründete, unumstrittene Indikatoren liegen bisher lediglich in den Kategorien Treibhauseffekt, Stratosphärischer Ozonabbau, Eutrophierung, Sauerstoffzehrung und Versauerung vor [IFEU 1996, S. 30ff].

Tabelle 2-1: Vorläufige Standardliste der Umweltproblemfelder und anerkannte Leitsubstanzen

Treibhauseffekt -> CO <sub>2</sub> als Leitsubstanz	Photochemische Oxidationbildung („Sommersmog“)
Stratosphärischer Ozonabbau -> FCKW R 11 als Leitsubstanz	Gesundheitsschäden und gesundheitliche Beeinträchtigung des Menschen
Eutrophierung und Sauerstoffzehrung -> PO <sub>4</sub> und CSB als Leitsubstanzen	Schädigung und Beeinträchtigung von Ökosystemen (aquatische/terrestrische)
Versauerung (aquatische/terrestrische) -> SO <sub>2</sub> als Leitsubstanz	Belästigung von Mensch, Pflanze, Tier (Geruch, Lärm, Licht)
Ressourcenbeanspruchung	Strahlung (elektromagnetische/radioaktive ...)
Flächennutzung	Allgemeine Risiken (Störfälle, Transportunfälle...)

[IFEU 1996, S. 30ff]

Betriebliche Anwendung findet die Aggregation von Stoff- und Energiedaten im Rahmen eines Umweltcontrollings zum Beispiel seit 1994 in der Großdruckerei Mohndruck [MOHNDRUCK 1994, S. 34ff/1997, S. 18]. Die betrieblichen Umwelteinwirkungen werden dabei zunächst anhand der Emission von Luftschadstoffen (Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Kohlendioxid, Methan, NMVOC) naturwissenschaftlich beurteilt. Dazu werden die Emissionsdaten innerhalb der vier Kategorien Treibhauseffekt, Eutrophierung, Versauerung und Sommersmog aggregiert und mit Vorjahresdaten sowie der Produktionsleistung verglichen (Bezugsgröße ist die bedruckte Fläche). Parallel dazu wird eine „umweltpolitische“ Beurteilung von Input- und Outputdaten durchgeführt, in dem eine Vielzahl von Daten in „Belastungspunkte“ umgerechnet wird und anschließend eine Aggregation zu einer einzigen Kennzahl erfolgt („Schadschöpfungs-Index“ nach SCHALTEGGER/STURM [1991/1995]). Die einbezogenen Daten sind Methan, Kohlendioxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, fossiles Kohlendioxid, NMVOC, AOX, Zink, Nickel, Kupfer, Gefahrstoffe, Reststoffe sowie Energieäquivalente. Die Umrechnung in Belastungspunkte erfolgt durch die Multiplikation mit Gewichtungsfaktoren. Die Berechnung der Gewichtungsfaktoren geschieht anhand „umweltpolitischer Prioritäten“, die nicht veröffentlicht werden. Es wird lediglich angegeben, dass die Faktoren durch die Beziehung zwischen einer politisch maximal tolerierbaren Fracht (z.B. Kohlendioxid-Emissionsziel auf nationaler Ebene für 2000) und der tatsächlichen Fracht eines Stoffes (z.B. bisher national erreichte Emissionsreduzierung) definiert sind [SCHALTEGGER/STURM 1995, S. 104f; MOHNDRUCK 1994, S. 34f].

Im „Leitfaden für betriebliche Umweltkennzahlen“ wird vom Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt betont, dass bei der Auswahl der Umweltkennzahlen darauf geachtet werden muss, „dass sie die Umweltsituation eines Unternehmens adäquat wiedergeben. Die Beschränkung auf wenige hoch-aggregierte oder gar eine einzige Kennzahl ist im Umweltbereich nicht sinnvoll“ [BMU/UBA 1997, S. 15]. Auch für SEIDEL et al. [1994, S. 42] stellen sich „zur Zeit noch unlösbare fachwissenschaftliche und gesellschaftspolitische Bewertungsfragen“ zur Aggregation von Daten zu



einer einzigen Umweltkennzahl. Sie sehen jedoch auch in wenig aggregierten Umweltkennzahlen „ein zugleich einfaches und wirksames betriebsinternes Umweltinformationssystem“ [ebenda, S. 6].

HALLAY [1992, S. 2] betont, dass die Aussage- und Steuerungsfähigkeit eines Kennzahlensystems wie bei klassischen Kennzahlensystemen des Finanz-Controllings in der Form wachse, wie das Managementwissen um die Einflüsse der Veränderungen einzelner Kennzahlen auf den Gesamtzusammenhang zunimmt. Ein solches System gewinne damit in dem Maße an Funktionsfähigkeit, wie im Unternehmen die Erfahrung über Wirkungszusammenhänge einzelner ökologischer Faktoren wächst.

#### 2.2.4 Ziele bei der Anwendung betrieblicher Umweltkennzahlen

Die Entscheidung eines Unternehmens, Umweltkennzahlen im Rahmen eines Umweltcontrollings zu ermitteln und zu verwenden, muss zunächst mit einer Zieldefinition für das Umweltcontrolling verbunden werden. Mögliche Ziele bei der Verwendung von Umweltkennzahlen zeigt Tabelle 2-2.

Tabelle 2-2: Ziele und Anwendungsmöglichkeiten betrieblicher Umweltkennzahlen

Ziel	Anwendungsmöglichkeiten	
1) <b>Analyse</b> des Ist-Zustandes	Ermittlung ökologischer <b>Schwachstellen</b> und ökonomischer <b>Kostensenkungspotentiale</b>	<b>Betriebsvergleiche</b> zur Standortbestimmung, als Anhaltspunkt für mögliche Optimierungspotentiale
2) Innerbetriebliche <b>Kommunikation</b>	<b>Information</b> von Entscheidungsträgern zur Sensibilisierung für betriebliche Umwelteinwirkungen	<b>Information</b> der Mitarbeitenden zur Sensibilisierung für betriebliche Umwelteinwirkungen
3) Innerbetriebliche <b>Entscheidungsgrundlage</b> zur Steuerung ökologischer und effizienter Maßnahmen	Festlegung von ökologischen <b>Planzielen</b> und entsprechenden Maßnahmen	Festlegung von kombinierten ökologisch-ökonomischen <b>Planzielen</b> und entsprechenden Maßnahmen
4) Innerbetriebliche <b>Kontrolle</b> einer kontinuierlichen Verbesserung	<b>Soll-Ist-Vergleiche</b> , Erkennen von Veränderungen durch den Vergleich von Ist- und Plangrößen	Aufstellung von <b>Zeitreihen</b> , Erkennen von Veränderungen durch den Vergleich mit Vorjahresdaten
5) Außerbetriebliche <b>Kommunikation</b>	<b>Information</b> von Kunden, interessierter Öffentlichkeit	<b>Information</b> von Banken, Versicherungen, Behörden

[nach SEIDEL/GOLDMANN 1995, S. 541; HALLAY 1992, S. 2f]

Umweltkennzahlen ermöglichen die Unterstützung der genannten Ziele, da sie eine Vereinfachung komplexer Zusammenhänge bzw. ein Stück „verdichteter Realität“ darstellen [SEIDEL/GOLDMANN 1995, S. 541].

SEIDEL/GOLDMANN [1995, S. 541f] vermuten, dass insbesondere Betriebsvergleiche mit Kennzahlen auf lange Sicht immer wichtiger werden. Einerseits könne ein Betriebsvergleich als Informationsgrundlage bei strategischen Entscheidungen dienen, andererseits durch Vergleiche die Entwicklung ökologischer Branchenstandards ermöglichen. HOPFENBECK/

JASCH [1993, S. 331] sehen im externen Vergleich vor allem eine Erleichterung für die Beurteilung der betrieblichen Kennzahlen.

## 2.2.5 Anforderungen an ein betriebliches Umweltkennzahlensystem

Folgende Anforderungen sind an ein betriebliches Umweltkennzahlensystem zu stellen [vgl. BMU/UBA 1997, S. 9/16/43; HALLAY/PFRIEM 1992, S. 149]:

### **Vergleichbarkeit**

Als Voraussetzung für einen Kennzahlenvergleich müssen einheitliche Erhebungsgrundlagen definiert werden. Zusätzlich müssen die Erhebungsgrundlagen bei der Ermittlung der Kennzahlen ausreichend nachvollziehbar dokumentiert werden, damit die Vergleichbarkeit der Daten beurteilt werden kann. Soll das Umweltkennzahlensystem dem Vergleich mit anderen Betrieben dienen, muss der Bereich festgelegt werden, in dem ein Vergleich durchgeführt werden kann. Wird ein Bezug zur Produktionsleistung hergestellt, muss sich der Anwendungsbereich auf Betriebe beziehen, in denen vergleichbare Produkte hergestellt werden. Dabei muss festgelegt werden, ob das Kennzahlensystem unabhängig von der Unternehmensgröße und dem Herstellungsverfahren angewendet werden soll oder ob einheitliche Unternehmens- und Produktionsstrukturen verglichen werden sollen.

### **Zielorientierung und Unterstützung der Planung**

Das Umweltkennzahlensystem muss an den allgemeinen Umweltzielen eines Betriebes ausgerichtet sein. Die Definition von allgemeinen Umweltzielen ist daher eine Grundvoraussetzung für die Erstellung eines Umweltkennzahlensystems. Um Kennzahlen in Planungsprozessen einsetzen zu können, müssen sie zu Unterstützung konkreter, quantifizierbarer Umweltziele geeignet sein.

### **Unterstützung der Kontrolle von Umweltzielen**

Die Umweltkennzahlen müssen so konzipiert werden, dass sie in regelmäßigen Zeitabständen die Überprüfung der definierten Zielgrößen ermöglichen. Weiterhin müssen die Kennzahlen geeignet sein, Veränderungen der Umwelteinwirkungen widerzuspiegeln und die Überprüfung der Wirksamkeit von Umweltschutzmaßnahmen zu ermöglichen.

### **Unterstützung bei der Steuerung der Unternehmenstätigkeit**

Die Kennzahlen sollten häufig genug ermittelt werden, um rechtzeitig Korrekturmaßnahmen bei unerwünschten Entwicklungen einleiten zu können.

### **Wirtschaftlichkeit**

Aufwand und Nutzen des Umweltkennzahlensystems müssen in einem sinnvollen Verhältnis zueinander stehen. Es sollen nur in den Bereichen Kennzahlen ermittelt werden, in denen konkrete Umweltziele unterstützt werden können. Aufwand und Nutzen müssen regelmäßig überprüft und diskutiert werden. Dabei ist bezüglich des Nutzens sowohl ein direkter ökonomischer Nutzen durch Kosteneinsparungen zu berücksichtigen, wie auch ein indirekter ökonomischer Nutzen durch langfristige Imageverbesserung, erhöhte Kreditfähigkeit etc.

### **Mitarbeitermotivation**

Das Umweltkennzahlensystem soll bei der Erfassung und Kommunikation von Daten zu einer Sensibilisierung für Umweltschutzbelange bei allen Beteiligten führen. Das Ziel der Kennzahlenerhebung muss den Anwendern gegenwärtig sein. Die Ermittlung der Kennzahlen soll einen Anlass zu betriebinternen Diskussionen über Umweltschutzaspekte darstellen und einen Anreiz schaffen, Verbesserungen im betrieblichen Umweltschutz zu erreichen.

### 3 Anwendungsbereich kleine Bogenoffsetdruckereien

In Kapitel 3.1 erfolgt zunächst eine Beschreibung der Druckerei-Branche. Dabei wird in Kapitel 3.1.1 auf die wirtschaftliche Bedeutung und die Produktpalette von Druckereien eingegangen. Anschließend wird in Kapitel 3.1.2 der Stellenwert des Offsetdruckverfahrens unter den Drucktechniken aufgezeigt. In Kapitel 3.1.3 wird auf die Betriebsgrößen und Beschäftigtenzahlen der Branche eingegangen. Die Ausführungen münden im Kapitel 3.1.4 in einer Begründung für die Auswahl kleiner Bogenoffsetdruckereien als Anwendungsbereich für das zu entwickelnde Umweltkennzahlensystem. Im gleichen Kapitel wird erläutert, welche Betriebe als „kleine Bogenoffsetdruckereien“ definiert werden. In Kapitel 3.2 erfolgt eine Darstellung der typischen Produktionsstufen einer kleinen Bogenoffsetdruckerei mit einer Beschreibung der Input- und Outputströme.

#### 3.1 Die Druckerei-Branche

Das grafische Gewerbe wird statistisch unter der Branchenummer 22.2 erfasst. Zu den registrierten Betrieben zählen neben Druckereien und Verlagen auch rechtlich selbstständige Satz- und Reprobetriebe sowie Buchbinder. Ihre Tätigkeit umfasst die Vorlagenerstellung vor dem Druckprozess bzw. die Weiterverarbeitung von Druckerzeugnissen.

##### 3.1.1 Wirtschaftliche Situation und Produktpalette

Im Jahr 1994 wurde von 18.048 steuerpflichtigen Betrieben des grafischen Gewerbes ein Umsatz von 45,7 Milliarden DM (ohne Steuern) erzielt. Nur 0,7% der Betriebe (121 Unternehmen) erwirtschafteten einen Jahresumsatz über 50 Millionen DM, was einem Marktanteil von 34% entsprach. Der überwiegende Teil des Umsatzes (82%) wurde in kleinen Betrieben mit einem Jahresumsatz unter 2 Millionen DM erzielt [STABU 1997].

Eine genauere statistische Aufschlüsselung der Produktpalette des grafischen Gewerbes existiert nur für Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten. Im Jahr 1995 wurden in dieser Größenklasse 2.096 Betriebe mit einem Umsatz von 32,2 Mrd. DM statistisch erfasst [BvD 1996, S. 12]. Das grafische Gewerbe machte damit 1,6% des Umsatzes des gesamten verarbeitenden Gewerbes (bezogen auf Betriebe ab 20 Beschäftigte) aus [STABU 1996, S. 202]. Der Bruttoproduktionswert der Druckerzeugnisse aus Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten lag im Jahr 1995 bei 29,0 Mrd. DM (Tabelle 3-1). Vier Fünftel der Produktion machen die vier dominierenden Produktgruppen aus (Kataloge und andere Werbedrucke, Zeitungen und Anzeigenblätter, Geschäftsdrucksachen, Zeitschriften).

Der Umsatz der Druckindustrie ist zu zwei Dritteln von Werbung und anderen Formen der Marktkommunikation abhängig (mittelbar über Adress- und Telefonbücher, Anzeigenblätter, Anzeigen in Zeitungen, Zeitschriften, oder unmittelbar über Werbedruckschriften). Die wirtschaftliche Entwicklung der Druckindustrie wird daher maßgeblich von Wachstum und Struktur der Werbeausgaben bestimmt.

In der Vergangenheit konnte die Druckindustrie erheblich von den steigenden Werbeausgaben von Wirtschaft, Staat und anderen Institutionen profitieren. Von 1976 bis 1995 stiegen die Werbeumsätze in Deutschland um 295%, das Bruttoinlandsprodukt dagegen um 209%. Das Wachstum der Druckindustrie lag mit 264% im gleichen Zeitraum ebenfalls deutlich über dem Bruttoinlandsprodukt, obwohl die Druckmedien durch das Vordringen der elektronischen und audiovisuellen Medien seit Ende der 80er Jahre Marktanteile bei Werbeausgaben verlieren (von 1986 bis 1995 Abnahme von 90,5% auf 83,0%). Der Umsatz an Druckmedien wuchs jedoch im

gleichen Zeitraum mit 6% pro Jahr in gleicher Höhe wie das Bruttoinlandsprodukt [BvD 1996a, S. 5; BvD 1996b, S. 25].

Die im Vergleich zur allgemeinen Wirtschaftslage relativ günstige Konjunktur der Werbebranche bewirkte noch im 1. Quartal 1996 eine Zuwachsrate von 4,8% bei werbeabhängigen Druckerzeugnissen, während die übrigen Druckerzeugnisse (Anteil = 36,2%) eine Zuwachsrate von 2,4% verzeichneten [BvD 1996a, S. 5].

Tabelle 3-1: Produktionswerte der wichtigsten Druckerzeugnisse nach Produktgruppen

Druckerzeugnisse	Produktionswert	Anteil
Werbedrucke/Kataloge	9.928 Mio. DM	34,2%
davon: Kataloge	1.869 Mio. DM	18,8%
Plakate	861 Mio. DM	8,7%
Geschäftsberichte	150 Mio. DM	1,5%
Geschäftsdrucksachen	4.955 Mio. DM	17,1%
davon: Endlosformulare	1.726 Mio. DM	34,8%
Wertpapiere	800 Mio. DM	16,1%
Zeitschriften	4.499 Mio. DM	15,5%
Zeitungen/Anzeigenblätter	3.729 Mio. DM	12,9%
davon: Tageszeitungen	2.349 Mio. DM	63,0%
Wochen-, Sonntagszeitungen	732 Mio. DM	19,6%
Anzeigen-, Annoncenblätter	648 Mio. DM	17,4%
Bücher/kartografische Erzeugnisse	2.241 Mio. DM	7,7%
davon: Adress-, Telefonbücher	280 Mio. DM	12,5%
kartografische Erzeugnisse	88 Mio. DM	3,9%
andere Bücher	1.873 Mio. DM	83,6%
Bedruckte Etiketten	1.673 Mio. DM	5,8%
Kalender/Karten	514 Mio. DM	1,8%
Sonstige Druckerzeugnisse	1.468 Mio. DM	5,1%
Summe Druckerzeugnisse	29.007 Mio. DM	100,0%

(nur Druckerzeugnisse aus Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten erfasst)

[BvD 1996a, S. 5]

### 3.1.2 Druckverfahren

Druckverfahren werden nach der Art der verwendeten „Druckform“ eingeteilt. Mit der Druckform wird das gewünschte Druckbild auf das zu bedruckende Material übertragen. Es werden vier Obergruppen unterschieden:

- **Hochdruck:** druckende Stellen liegen erhaben in der Druckform (Buch-, Flexodruck);
- **Tiefdruck:** druckende Stellen liegen vertieft in der Oberfläche des Druckformzylinders (Rakel-Tiefdruck, Stich-Tiefdruck);
- **Flachdruck:** druckende und nicht druckende Stellen der Form liegen nahezu in einer Ebene (Siebdruck, Offsetdruck);

- **Endlosformulardruck:** Druckmaschinen, die mehrere der genannten Druckverfahren mit Laserdruckverfahren kombinieren.

Die Auftragung jeder Farbe erfordert eine eigene Übertragungseinrichtung („Druckwerk“) in der Maschine. Während früher überwiegend flache Druckformen verwendet wurden, sind heute fast ausschließlich Druckformen im Einsatz, die auf rotierenden Walzen arbeiten („Rotationsdruck“). Die zu bedruckenden Materialien können bei jedem Druckverfahren entweder in Form von aufgerollten Bahnen („Rollendruck“), oder als formatgeschnittene Bogen („Bogendruck“) in die Druckmaschine geführt werden.

Der Marktanteil der Druckverfahren kann am Produktionswert der Druckerzeugnisse abgelesen werden. Im Jahr 1994 hatte der Flachdruck einen Anteil von 65,5%, der Hochdruck 19,0% und der Tiefdruck 15,4%. Gemessen am Papierverbrauch beträgt der Marktanteil des Tiefdruckes etwa 24%, da in Tiefdruckereien ein besonders hoher Anteil an Papieren nicht von der Druckerei gekauft sondern von Kunden gestellt wird [BVD 1996, S. C-3-1; BVD 1997a].

Den Flachdruckverfahren (Offset- und Siebdruck) kommt mit zwei Dritteln des Produktionswertes die größte Bedeutung zu. In der Gruppe dominiert das Offsetdruckverfahren (Rollen- und Bogenoffset), das mit einem Marktanteil von 63% das wirtschaftlich bedeutendste aller Druckverfahren ist. Sein Anteil zeigt weiterhin steigende Tendenz. Im Rollenoffset-Verfahren wird etwa ein Drittel des Produktionswertes aller Druckerzeugnisse produziert, im Bogenoffsetdruck ein weiteres Drittel [BERNER et al. 1996, S. 204; BVD 1996, S. C-2-1].

## Hochdruck

Nur noch ganz wenige Betriebe arbeiten ausschließlich mit Verfahren des Hochdruckes. Das älteste Druckverfahren, der „Buchdruck“, wird noch von einigen Dutzend Verlagsdruckereien für die Herstellung von etwa einem Drittel aller Zeitungen verwendet. Der Buchdruck wird jedoch zunehmend durch Offsetdruckverfahren ersetzt. Da statt der ursprünglich verwendeten Metallplatten heute flexible, polymerisierfähige Kunststoffplatten eingesetzt werden können, ist der Rückgang des Buchdrucks etwas gebremst worden. Der „Flexodruck“ ist ein Verfahren des Hochdrucks, bei dem ausschließlich flexible Druckformen verwendet werden sowie - im Gegensatz zum Buchdruck - lösemittelhaltige Druckfarben. Es werden qualitativ hochwertige Druckerzeugnisse hergestellt; insbesondere der Großteil der Papiere und Folien für den Verpackungssektor wird im Flexodruck bedruckt [BVD 1996, S. C-4-1].

## Tiefdruck

Tiefdruckverfahren werden aufgrund der hohen Investitionskosten nur von etwa 17 überwiegend großen Betrieben eingesetzt, von denen etwa die Hälfte an Verlage angegliedert ist. Es wird mit Papierbahnen von über 2,20 m Breite auf insgesamt etwa 850 Druckwerken gearbeitet. Die Druckform besteht beim „Rakel-Tiefdruck“ aus einem verchromten Kupferzylinder, in den das Druckbild eingraviert ist. Es wird auch von „Illustrations-Tiefdruck“ gesprochen, da vor allem Zeitschriften, Versandhauskataloge und Werbedrucksachen in hoher Auflage hergestellt werden. Bei Auflagen bis zu 300.000 Exemplaren kann inzwischen jedoch häufig kostengünstiger im Offsetdruck gearbeitet werden, da die Druckformerstellung weniger aufwendig ist. Weitere Produkte des Tiefdrucks sind Dekordrucke, Furniere und Tapeten. Beim „Stich-Tiefdruck“ besteht die Druckform aus Stahl; es werden v.a. Banknoten, Briefmarken und Wertpapiere bedruckt. Es werden überwiegend Druckfarben eingesetzt, die durch das Verdunsten eines Lösungsmittels trocknen [ebenda, S. C-3-1; TESCHNER 1990, S. 64f].

## **Sieb-Flachdruck**

Der Siebdruck ist ein Verfahren des Flachdrucks. Es wird von etwa 550 Betrieben eingesetzt, von denen 90% weniger als 50 Beschäftigte haben. Die Druckform besteht aus einem Siebgewebe. Über eine Schablone erfolgt der Farbauftrag. Hauptprodukte des Siebdrucks sind Selbstklebefolien, bedruckte Kunststoffe, Papiere, Textilien und Metalle überwiegend in kleiner Auflage. Vielfach werden neben dem Siebdruck in den Betrieben auch andere Verfahren, v.a. der Offsetdruck, eingesetzt [BVD 1996, S. C-5-1].

## **Offset-Flachdruck**

Offsetdruckverfahren zählen zum Flachdruck. Es wird zwischen Rollenoffset- und Bogenoffsetdruck unterschieden.

Im Rollenoffsetdruck ist das zu bedruckende Material auf Rollen gewickelt. Aufgrund der hohen Investitionskosten wird das Verfahren vor allem von mittleren und größeren Betrieben eingesetzt. Etwa 200 Betriebe arbeiten mit ca. 4.400 Druckwerken im „Coldset“, bei dem die Trocknung der Druckfarben durch Eindringen in das Papier sowie durch Oxidation erfolgt. Vor allem Zeitungen und Anzeigenblätter werden im Coldset-Verfahren hergestellt. Etwa 160 Betriebe arbeiten mit ca. 2.900 Druckwerken im „Heatset“, bei dem die Trocknung der Druckfarbe in einem Heizkanal beschleunigt wird. Hauptprodukte sind Kataloge, Zeitschriften, Werbedrucksachen und Bücher [BVD 1996, S. C-2-1].

Das Bogenoffsetdruckverfahren wird von der Mehrheit der über 10.000 Druckereibetriebe verwendet [ebenda]. Das zu bedruckende Material wird in Form von einzelnen, gestapelten Bogen eines bestimmten Formates in die Maschine gelegt. Die Anzahl der Bogenoffset-Druckwerke wird auf etwa 37.000 geschätzt. Etwa drei Viertel der Maschinen hat ein Format kleiner „III b“ (72 cm x 102 cm). Hauptprodukte sind kleine und mittlere Auflagen von Werbedrucksachen wie Prospekte, Geschäftsberichte und Plakate. Zweitwichtigste Produktgruppe sind Einzelformulare für geschäftliche und private Zwecke, Des Weiteren Bücher, Verpackungen und Etiketten. Neben einer Vielzahl von reinen Bogenoffset-Betrieben arbeiten einige Druckereien zusätzlich noch mit anderen Verfahren, v.a. dem Rollenoffset- oder dem Siebdruck [ebenda].

## **Endlos-Formulardruck**

Etwa 250 Betriebe arbeiten mit Endlos-Rotationsmaschinen, in denen unterschiedliche Druckverfahren kombiniert werden. Etwa drei Viertel der eingesetzten Druckwerke arbeiten nach dem Offsetdruckverfahren. Weiterhin werden vor allem das Laserdruckverfahren sowie Buch- und Flexodruckverfahren verwendet. Das zu bedruckende Material wird als aufgerollte Bahn in die Maschine gelegt. Überwiegend wird mit Bahnbreiten bis zu 56 cm gearbeitet. Die Anzahl der Druckwerke, die nach dem Coldsetverfahren arbeiten (ohne Unterstützung der Druckfarbentrocknung) wird auf etwa 4.400 geschätzt, mit UV-Trocknung werden etwa 850 Druckwerke betrieben. Das Produktspektrum ist eng begrenzt und besteht vor allem aus Formularen wie Tabellenpapieren und Schnelltrennsätzen [ebenda].

### **3.1.3 Betriebsgrößen und Beschäftigtenzahl**

Nach der Umsatzsteuerstatistik existierten in Deutschland im Jahr 1994 im grafischen Gewerbe 18.048 steuerpflichtige Betriebe [STABU 1997]. Die Bundesanstalt für Arbeit erfasste am 30.6.1996 eine Anzahl von 13.894 grafischen Betrieben mit mindestens einem sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten. In den Betrieben waren zu dieser Zeit 225.301 Beschäftigte tätig [BVD 1997a].

Die Branche ist überwiegend durch Klein- und Mittelbetriebe gekennzeichnet. Tabelle 3-2 zeigt die Anzahl der Betriebe mit mindestens einem sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten. Die Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten machen einen Anteil von 85% aus; die Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten haben einen Anteil von 94% entsprechend 13.098 Betrieben. Dabei ist zu beachten, dass in diese Größenklasse auch etwa 1.600 reine Satz- und Reprobetriebe sowie eine unbekannte Anzahl Buchbindereien in die Statistik eingehen [BVD 1996, S. C-1.1]. Damit belaufen sich die Druckereien mit weniger als 50 Beschäftigten auf 10.000 bis 11.000 Betriebe.

Die Größenklassen mit weniger als 10, 20 und 50 Beschäftigten verzeichneten zwischen 1985 und 1995 die höchsten Zuwachsraten (Tabelle 3-2). Die Gesamtzahl der grafischen Betriebe ist jedoch konjunkturbedingt seit dem Jahr 1993 rückläufig (z.B. 1994-1995 in Westdeutschland um 0,5%); die Anzahl der Konkursanträge war 1995 in Westdeutschland mit 210 Betrieben so hoch wie in keinem Jahr zuvor und stieg in Ostdeutschland ebenfalls an. Bezogen auf die Abnahme der Betriebe in den einzelnen Größenklassen bilden kleine Betriebe mit bis zu neun Beschäftigten eine Ausnahme; ihre Anzahl wächst nach wie vor kontinuierlich [BVD 1996a, S. 4; BvD 1996b, S. 12].

Tabelle 3-2 zeigt, dass in kleinen Betrieben mit bis zu 50 Beschäftigten nahezu die Hälfte aller statistisch erfassten Beschäftigten der Branche arbeitet (44%). Der Rückgang der Produktion und eine angespannte Ertragslage veranlassten in den vergangenen Jahren viele Unternehmen der Druckindustrie zu verstärkten Rationalisierungsmaßnahmen. Dazu gehörte insbesondere der Abbau von Personal, so dass die Summe der Beschäftigten seit 1992 abnimmt. Allein zwischen 1994 und 1995 verringerte sich die Beschäftigtenzahl in Westdeutschland um 4,5% (ca. 10.200 Personen), in Ostdeutschland um 6,1% (ca. 1.000 Personen) [BVD 1996a, S. 6f].

Tabelle 3-2: Betriebe und Beschäftigte im grafischen Gewerbe nach Betriebsgröße

Betriebsgröße nach Beschäftigtenzahl	Beschäftigte (30.6.1996)		Betriebe* (30.6.1996)		Veränderung (1985-1995, nur Westdeutschland)
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
1 bis 9	31.377	14%	9.830	71%	+ 13,3% (+ 1.027)
10 bis 19	26.304	12%	1.941	14%	+ 8,8% (+ 149)
20 bis 49	40.506	18%	1.327	10%	+ 7,4% (+87)
50 bis 99	29.403	13%	429	03%	+ 2,2% (+ 9)
100 bis 499	63.980	28%	331	02%	+ 2,5% (+8)
500 bis 999	15.917	07%	24	00%	- 2,9% (-1)
1.000 und mehr	17.414	08%	12	00%	0,0% ( 0 )
Gesamtzahl:	224.901	100%	13.894	100,0%	+ 11% (+ 1.279)
* nur Betriebe mit mind. einem sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (gemäß Bundesanstalt für Arbeit)					

[BVD 1997a; BVD 1996, S. 4]

### 3.1.4 Auswahl und Definition des Anwendungsbereiches

Zur Entwicklung und Beurteilung eines branchenspezifischen Umweltkennzahlensystems ist die Festlegung eines Bereiches notwendig, in dem Voraussetzungen für eine Vergleichbarkeit der Daten gegeben ist (vgl. Kapitel 2.2.5). Für die vorliegende Untersuchung wurde als Anwendungsbereich die Branche der „kleinen Bogenoffsetdruckereien“ gewählt. Das Kennzahlensystem wird demnach für Betriebe entwickelt, die ausschließlich nach dem Bogenoffsetdruckverfahren arbeiten und weniger als 50 Beschäftigten haben (im folgenden als „kleine Bogenoffsetdruckereien“ bezeichnet).

Auswahlkriterien waren

- einheitliche Produktionsstruktur
- relativ einheitliche Auftragsstruktur
- einheitliche Unternehmensstruktur
- relative wirtschaftliche Bedeutung
- hohe Anzahl an Betrieben.

Die einheitliche Produktionsstruktur des Anwendungsbereiches wird als Auswahlkriterium herangezogen, um die Umweltleistung verschiedener Betriebe mit dem zu entwickelnden Kennzahlensystem vergleichen zu können. Dabei wird festgelegt, dass das Kennzahlensystem nicht verwendet werden soll, um die Umwelteinwirkung bei der Erstellung eines bestimmten Druckproduktes *unabhängig* vom verwendeten Verfahren zu vergleichen (Produktvergleich). Das Kennzahlensystem soll ausschließlich für Druckereien gelten, die das Verfahren des Bogenoffsetdrucks anwenden.

Voraussetzung für eine Vergleichbarkeit ist die Erstellung einer relativ einheitlichen Auftragsstruktur (Produktpalette). Kleine Bogenoffsetdruckereien stellen überwiegend bedruckte Papiere her (außerdem Satz- und Reproduktionsdienstleistungen etc.). Es werden in erster Linie Werbedrucksachen produziert, z.B. Kataloge, Preislisten, Prospekte, Geschäftsberichte, Plakate und Handzettel, Des Weiteren Einzelformulare für geschäftliche und private Zwecke sowie Bücher, Zeitschriften mit geringer Auflage, Verpackungen und Etiketten [BVD 1996a, S. C-2-1-1].

Das Auswahlkriterium einer einheitlichen Unternehmensstruktur stellt sicher, dass die Beurteilung des Kennzahlensystems auf der Grundlage typischer Organisations- und Arbeitsabläufe erfolgt. Bei der ausschließlichen Betrachtung kleiner Betriebe werden diese Voraussetzungen erfüllt. Typisch für deren Unternehmensstruktur ist neben der Beschäftigtenzahl (weniger als 50 Beschäftigte), dass sie z. B. keine Beauftragten beschäftigen, die sich ausschließlich mit Umweltschutz befassen, und dass die Druckaufträge eine vergleichsweise geringe Auflagenhöhe haben.

Damit die Anwendung des Kennzahlensystems zu einer wesentlichen Umweltentlastung beitragen kann, wurde als weiteres Auswahlkriterium eine relative wirtschaftliche Bedeutung des Anwendungsbereiches gewählt. Dies stellt einen Anhaltspunkt für hohe Stoff- und Energieströme mit entsprechend hohen Einwirkungen auf die Umwelt dar. Die Druckerei-Branche hat einen Anteil von 2,6 % am Umsatz des verarbeitenden Gewerbes; der Bogenoffsetdruck gehört mit einem Drittel des Produktionswertes aller Druckerzeugnisse zu den bedeutendsten Druckverfahren. Der gewählte Anwendungsbereich der kleinen Betriebe erwirtschaftet den überwiegenden Anteil am Umsatz (im gesamten grafischen Gewerbe machen Betriebe mit einem jährlichen Umsatz von weniger als 2 Millionen DM über 80 % des Gesamtumsatzes aus [STABU 1997]).

Eine hohe Anzahl an Betrieben war ein weiteres Kriterium für die Auswahl des Anwendungsbereiches. Einerseits liegt darin wiederum ein Anhaltspunkt für hohe Stoff- und Energieströme mit entsprechend hohen Umwelteinwirkungen. Andererseits wird damit die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass das Kennzahlensystem betriebliche Anwendung findet und damit zu Umweltentlastungen beiträgt. Nach dem Bogenoffset-Druckverfahren arbeiten mehr als 10.000 Betriebe, entsprechend der überwiegenden Mehrheit aller Druckereien. Ein Großteil davon setzt ausschließlich Maschinen ein, die nach dem Bogenoffsetverfahren arbeiten.

Einen ähnlich hohen wirtschaftlichen Stellenwert wie der Bogenoffsetdruck besitzt nur der Rollenoffsetdruck, der jedoch von einer wesentlich kleineren Anzahl von Betrieben eingesetzt wird. Da Rollenoffsetdruckereien in der Regel mittlere und große Betriebe sind, existieren häufig weitere



Maschinen, die nicht nach dem Rollenoffset-Druckverfahren arbeiten. Dadurch ist in diesem Bereich weder eine Vergleichbarkeit der Produktionsstruktur noch eine der Auftragsstruktur gegeben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass kleine Bogenoffsetdruckereien eine vergleichsweise große wirtschaftliche Bedeutung haben, so dass ihre Stoff- und Energieströme eine relative Umweltrelevanz vermuten lassen. Aufgrund der Ähnlichkeit der Unternehmens- und Produktionsstrukturen erfüllen sie wichtige Voraussetzungen für die angestrebte Vergleichbarkeit des branchenspezifischen Umweltkennzahlensystems. Bezüglich der Auftragsstruktur gilt, dass in etwa das gleiche Produktspektrum gedruckt wird. Es ist jedoch eine genauere Betrachtung des Einzelbetriebes notwendig, um detailliertere Aussagen über eine Vergleichbarkeit machen zu können.

## 3.2 Produktionsstufen einer kleinen Bogenoffsetdruckerei

Im folgenden Kapitel werden die Produktionsstufen beschrieben, die für kleine Bogenoffsetdruckereien typisch sind. Dabei werden die Input- und Outputströme von der Annahme eines Kundenauftrages bis zur Fertigstellung des verpackten Druckproduktes beschrieben. Die Angaben stützen sich vor allem auf die Ausführungen von TESCHNER [1990], BUCHERT et al. [1997], des Bundesverbandes Druck [BVD 1996] und der Landesgewerbeanstalt Baden-Württemberg [LGA 1997]. Der Arbeitsablauf wird in vier Hauptschritte unterteilt, auf die in den Unterkapiteln näher eingegangen wird.

### 1) Erstellung der Druckvorlage

- Kunde liefert Text-, Strich- und Bildvorlagen an die Druckerei oder einen beauftragten Satz- und Reprobetrieb (Manuskripte, Grafiken, Bilder, Dateien);
- Bearbeitung der Vorlagen (z. B. Satz, Text-/Strich-/Bild-Reproduktion, Farbauszugerstellung, konventionelle oder elektronische Druckvorlagenerstellung);

### 2) Erstellung der Druckform

- Lieferung von Filmen oder Dateien als Druckvorlage an die Druckerei
- Montage der Druckvorlage zu Seiten und Druckbogen (auf einer Folie oder am Bildschirm)
- Umkopierung montierter Druckbogen auf einen Film („seitenglatt“)
- Kopie des seitenglatten Filmes oder des am Computer erstellten Druckbogens auf Druckplatten;

### 3) Druckprozess

- Einspannen der Druckplatten in die Druckmaschine
- Einlegen der vom Kunden gewünschten Papiere
- Einspachteln der Druckfarben
- Zuführen des Feuchtwassers (außer bei wasserlosem Druckverfahren);
- Andruck (Einstellen des richtigen Farbbildes)
- Fortdruck (Druck und Lackierung der vom Kunden gewünschten Auflage)
- Maschinenreinigung;

### 4) Weiterverarbeitung

- Bearbeitung der bedruckten Papierbogen entsprechend dem Kundenauftrag durch die Druckerei oder einen beauftragten Weiterverarbeitungsbetrieb/Buchbinder (Kaschieren, Schneiden, Prägen, Nuten, Falzen, Binden)
- Verpacken des fertigen Druckproduktes.

### 3.2.1 Erstellung der Druckvorlage

Die Erstellung der Druckvorlage umfasst die Vorbereitung von Texten, Grafiken und Bildern für die Übertragung auf eine Druckplatte („Druckform“).

Die Druckvorlage wird in der sogenannten „Druckvorstufe“ gefertigt. Viele kleine Bogenoffsetdruckereien verfügen nicht über eine eigene Druckvorstufe, oder die Abteilung genügt nicht den Anforderungen des Kundenauftrages. Entsprechend wird von Kunden und Druckereien mit externen Satz- und Reprobetrieben zusammengearbeitet. Bei einer externen Fertigung der Druckvorlagen entfallen in der Druckerei die entsprechenden Inputs und Outputs. Der Anteil der Druckvorlagen, die kleine Bogenoffsetdruckereien selbst erstellen, ist von Druckerei zu Druckerei sehr unterschiedlich. Er ist abhängig von der Auftrags- und Kundenstruktur sowie den technischen Möglichkeiten des Betriebes.

Aufgrund der wachsenden Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung unterliegt die Druckvorstufe einer rasanten technischen Entwicklung. Einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten zur Druckvorlagenerstellung gibt Abbildung 3-1 (Seite 26).

#### **Satz, Text- und Grafik-Reproduktion**

Vom Kunde gelieferte Texte werden am Computer gesetzt und mit Druckern auf Papier gedruckt. Ebenso wird mit Grafiken („Strichvorlagen“ ohne Helligkeitsabstufungen) verfahren. Im herkömmlichen Prozess werden die derart hergestellten Vorlagen mit Hilfe eines Reprogerätes (Reprokamera, Kontaktkopiergerät) auf ein lichtempfindliches Filmmaterial übertragen.

Digitale Bildverarbeitungstechniken können heute die konventionellen Reprogeräte ersetzen. Sie ermöglichen das Einscannen von Texten und Grafiken. Eingescannte Abbildungen oder am Computer entwickelte Darstellungen können dann direkt an einen Belichter übermittelt und auf ein Filmmaterial übertragen werden („Computer-to-film“). Diese Technik ist aufgrund der hohen Kosten in kleinen Bogenoffsetdruckereien selten vorhanden.

Die bei diesem Schritt eingesetzten Inputs sind Strom für die Geräte, Papier und Toner für die Erstellung der Ausdrucke sowie Filme für die Fertigung der Druckvorlagen (zur Filmentwicklung weiter unten). Als Output entstehen in diesem Arbeitsschritt lediglich Papierabfälle aufgrund der Ausdrucke. Bei der Verwendung spezieller Filmmaterialien muss mit UV-Lampen gearbeitet werden, so dass Luftemissionen in Form von Ozon entstehen.

#### **Bild-Reproduktion (Rasterung)**

Eine Druckplatte kann nur zwei verschiedene Information übertragen: vollständig transparent (unbedruckt) oder vollständig mit einer einzigen Farbe bedeckt (bedruckt). Enthält das zu druckende Bild Helligkeitsabstufungen („Halbtöne“), muss daher für die Erstellung der Druckvorlage zunächst ein „gerastertes“ Bild erzeugt werden. Das Rasterbild besteht aus Punkten unterschiedlicher Größe. Die ungleiche Bedeckung der bedruckten Fläche führt dazu, dass das Auge Schattierungen wahrnimmt. Die „Rasterweite“ gibt die Anzahl der Rasterlinien pro Zentimeter an; je feiner der Raster, desto detailreicher und weniger sichtbar können Helligkeitsabstufungen („Tonwerte“) der Vorlage wiedergegeben werden. Für Zeitungen wird in der Regel ein 32er Raster (32 Linien/cm) verwendet, für Kunstdrucke ein Raster von 60-80 L/cm (entsprechend 3.600-6.400 Punkten pro Quadratzentimeter).

Bis vor einigen Jahren war es üblich, das zu rasternde Bild mit einer Reprokamera auf ein Filmmaterial zu kopieren, wobei ein Gitter die Zerlegung des Bildes in Rasterpunkte bewirkt (zur konventionellen Filmentwicklung weiter unten). Durch die Möglichkeit, Bilder über einen Scanner in elektronische Daten umzuwandeln, werden Raster heute überwiegend elektronisch erzeugt. Dabei

wird lediglich Strom für die Geräte als Input benötigt.

### Farbauszugerstellung

Ist das zu druckende Bild mehrfarbig, müssen „Farbauszüge“ erstellt werden. Dabei wird entweder für alle Farbtöne eine eigene Druckvorlage erstellt, oder es erfolgt eine Zerlegung sämtlicher Bildfarben in vier genormte Grundfarbtöne (Europa-Skala nach DIN 16539), was entsprechend die Erstellung von genau vier Druckvorlagen erfordert. Letzteres wird als Vierfarbdruck bezeichnet, bei dem die Rasterpunkte der vier Grundfarben Cyan (Blau-Grün-Pigment), Magenta (Rot-Blau-Pigment), Gelb und Schwarz übereinander oder nahe nebeneinander gedruckt werden. Dadurch werden die gewünschten Bildfarben durch das Auge wahrgenommen, z.B. ein Grün bei Gelb und Cyan übereinander („subtraktive Farbmischung“) oder bei Gelb und Cyan eng nebeneinander („additive Farbmischung“). Die Überprüfung des Bildes kann durch den Druckprozess selbst erfolgen („Andruck“). Alternativ dazu ist die Erstellung eines Prüfbildes („Proof“) möglich, das auf einem speziellen Papierfilmmaterial erstellt wird und als weiteren Input Wasser zur Entwicklung benötigt. Das Wasser fällt als Spülwasser-Output an und wird über die öffentliche Kanalisation entsorgt.

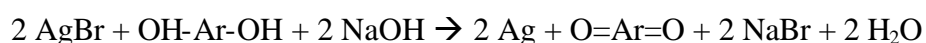
### Konventionelle Druckvorlagenerstellung (Filmentwicklung)

Im herkömmlichen Verfahren besteht der eingesetzte Schwarz-Weiß-Film aus einer Polyesterschicht als Trägermaterial (0,08-0,21 mm). Darauf befindet sich eine Gelatineschicht (5-15 µm), in der lichtempfindliche Silberhalogenidsalze emulgiert sind, sowie eine abriebfeste Gelatine-Schutzschicht. Unterhalb des Trägermaterials befindet sich eine Rückschicht mit lichtabsorbierendem Farbstoff, durch den bei der Belichtung Reflexionen verhindert werden.

Die Belichtungsmaschine (Reprokamera, Kontaktkopiergerät) überträgt die Text-, Grafik- und Bildvorlagen auf den Film. An den belichteten Stellen werden die Silberhalogenid-Bestandteile des Filmes zu elementarem, schwarzem Silber („Silberkeime“) reduziert, so dass ein unsichtbares („latentes“) Bild entsteht. Als Inputs werden Strom und Filmmaterialien benötigt, als Output kann es zu Ozonemissionen bei der Belichtung kommen.

Zur Entwicklung wird der Film maschinell oder manuell mit einem Entwickler- und Fixierbad sowie einem Spülbad in Berührung gebracht. Entwickler- und Fixiererlösung sind Inputs, die als Konzentrate eingekauft und mit dem Input Wasser verdünnt werden. Die leeren Behältnisse werden in der Regel im Pfandsystem vom Lieferanten zurückgenommen und wiederverwendet, ansonsten müssen sie der Sondermüllentsorgung zugeführt werden.

Der Entwickler enthält Reduktionsmittel (in der Regel Hydrochinon und/oder andere Benzolringe mit mindestens 2 OH- oder NH<sub>2</sub>-Substituenten). Die Reduktionsmittel bewirken die Reduktion weiterer Silberhalogenidkristalle, die sich an den vorhandenen Silberkeimen abscheiden und so das Bild sichtbar werden lassen. Da bei der Reaktion H<sup>+</sup>-Ionen freigesetzt werden, enthält der Entwickler zur Neutralisation alkalische Bestandteile, die auch „Aktivatoren“ genannt werden (z. B. Natrium-, Kaliumhydroxid). Die Reaktionsgleichung für das überwiegend eingesetzte Silberbromid lautet folgendermaßen (Abkürzung „Ar“ für Benzolring):



Um eine Oxidation des Entwicklers durch Luftsauerstoff zu verhindern, enthält der Entwickler ein Konservierungsmittel, z.B. Natriumsulfit (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). Um die Entwicklung der nicht vom Licht getroffenen Silberhalogenide zu verhindern, beinhaltet der Entwickler Kaliumbromid. Für die Entwicklungsmaschine wird Strom benötigt, der u.a. für die Erwärmung des Entwicklerbades sorgt, so dass die Entwicklungszeit herabgesetzt werden kann. Das Entwicklerbad wird in der Regel auf

einer Betriebstemperatur von etwa 20-40°C in Bereitschaft gehalten.

Ist die Wirksamkeit des Entwicklerbades vermindert, kann es mit Konzentrat aufgefrischt werden. Durch eine Kreislaufführung über ein Reinigungssystem kann die Standzeit zusätzlich erhöht werden. Ist die Wirkung zu stark vermindert, muss das Bad als Sondermülloutput entsorgt werden. In der Regel wird es vom Entsorger einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage zugeführt. Dort wird der Wasseranteil verdampft, die Salzzrückstände werden in einer Untertagedeponie entsorgt und das Kondensat einer Abwasserreinigung unterzogen.

Im Fixierbad werden die in der Gelatineschicht verbliebenen Silberhalogenidsalze ausgewaschen, damit unter Lichteinwirkung keine weitere Schwärzung des Filmes erfolgt. Der Fixierer enthält Thiosulfat (z.B.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), so dass mit Silberionen ein löslicher Komplex entsteht (z.B.  $\text{Na}_5[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]$ ). Zur Neutralisation von Resten des alkalischen Entwicklers enthält der Fixierer saure Bestandteile wie z.B. Kaliumdisulfit. Zur Härtung der Gelatineschicht beinhaltet der Fixierer Kaliumaluminiumsulfat.

Verliert das Fixierbad aufgrund zu hoher Anteile an ausgewaschenem Silber seine Wirksamkeit, kann es druckereintern regeneriert werden. Dabei wird elektrolytisch Silber abgeschieden. In Entwicklungsmaschinen kann eine kontinuierliche Silberrückgewinnung integriert werden, oder das Fixierbad wird manuell in ein Regeneriergerät umgefüllt. Ist die Wirksamkeit des Fixierers erschöpft, muss das Bad als Sondermüll-Output entsorgt werden. Vom Entsorgungsbetrieb wird in der Regel eine Silberrückgewinnung durchgeführt, anschließend erfolgt in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage eine Verdampfung des Wasseranteils, die Salzzrückstände werden in einer Untertagedeponie entsorgt, das Kondensat wird einer Abwasserbehandlung zugeführt.

Das Spülbad hat die Funktion, aus der Gelatineschicht des Filmes die Silbersalzkomplexe und Reste des Fixierers zu entfernen. Die Schwefelbestandteile des Fixierers würden ansonsten unter Luftsauerstoff zu elementarem Schwefel reduziert und könnten mit dem bildgebendem Silber reagieren. Maschinelle Spülbäder arbeiten mit unterschiedlich hohem Wasserverbrauch, je nachdem ob sie mit einer Durchflussspülung oder einer Kaskadenspülung ausgerüstet sind. Das Spülwasser von geschlossenen Systemen kann zum Ansatz von Entwickler- oder Fixiererbädern benutzt werden. Ansonsten muss eine Entsorgung als Sondermüll-Output entsprechend dem Fixierer erfolgen.

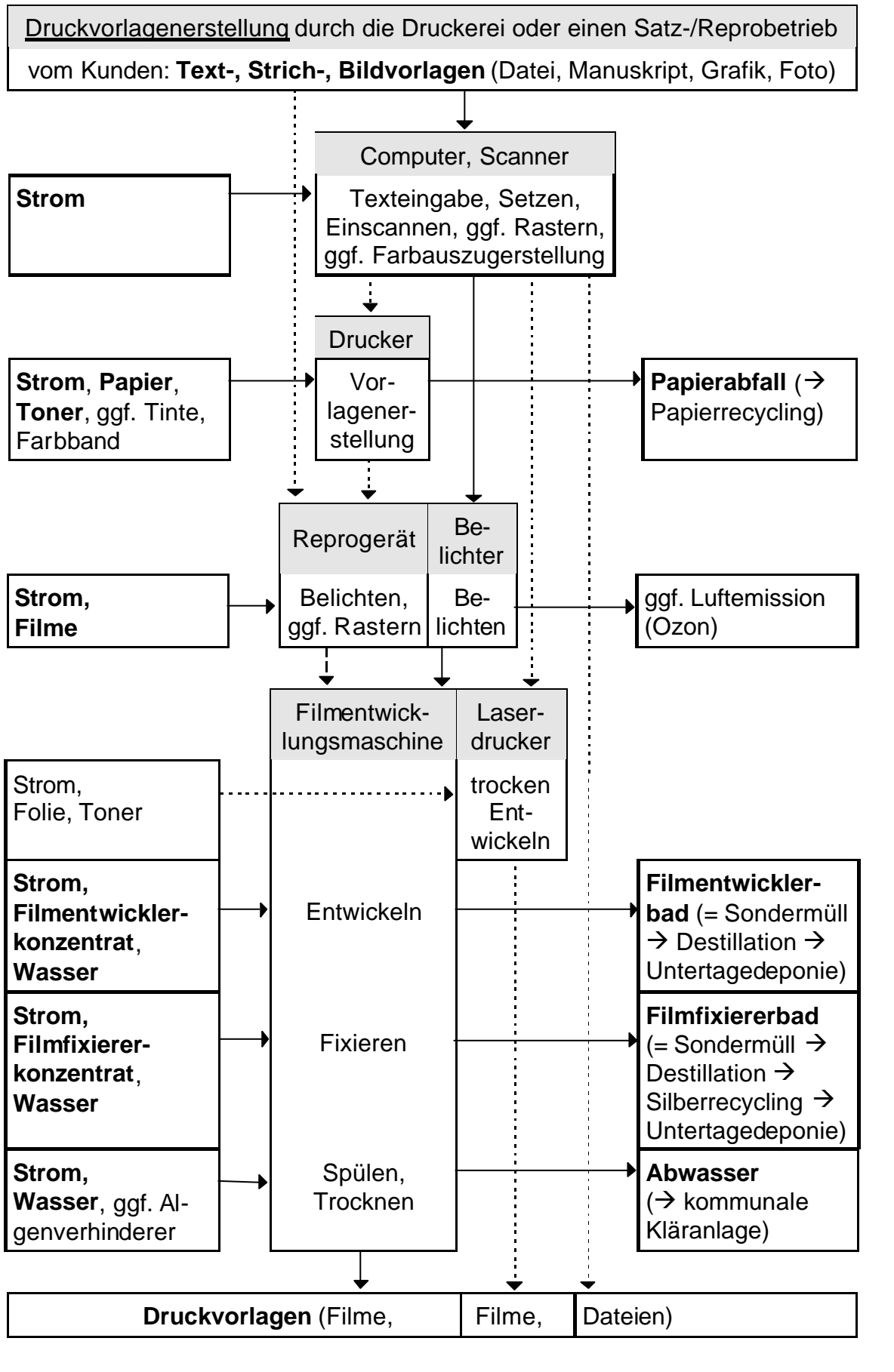
Bei einer maschinellen Filmentwicklung werden relativ geringe Mengen der Entwickler- und Fixierlösung in das Spülbad getragen, da der Film über Quetschrollen von einem Bad zum nächsten transportiert wird. Dem Spülbad werden in der Regel Biozide zugesetzt, um eine Algenbildung zu verhindern. Biozide können z.B. in Form von Tabletten eingekauft werden, die sich im Spülbad langsam auflösen (z.B. Trichlorisocyanursäure). Die Spülabwässer offener Systeme werden als Output der öffentlichen Abwasserreinigung zugeführt.

## **Trockene Filmentwicklung**

Statt der herkömmlichen Belichtung und nasschemischen Entwicklung eines Filmes sind seit Mitte der 90er Jahre Trockenfilm-Systeme auf dem Markt. Das Filmmaterial besteht aus einer Polyesterfolie, die bei der Belichtung in einem Laserdrucker mit Kohlenstoffteilchen (Tonerpulver) beschichtet wird. Mit einem Infrarot-Laser wird der Toner auf der Folie eingebrannt. Da bei diesem Verfahren elektronische Daten direkt vom Computer auf einen Film übertragen werden, zählt die trockene Filmentwicklung zu den „Computer-to-film“-Verfahren. Dabei entfällt im Vergleich zur konventionellen Filmentwicklung der Einsatz von Spülwasser, die Entsorgung von verbrauchten Entwickler- und Fixierbädern sowie die Abwasserbelastung durch verschleppte Chemikalien und Biozide. Trockenfilm-Systeme wurden 1995 erstmals vorgestellt und befinden sich noch in der Entwicklung. In kleinen Bogenoffsetdruckereien sind sie daher noch relativ selten anzutreffen, da die

Anschaffungskosten hoch sind und qualitative Grenzen bestehen.

Abbildung 3-1: Druckvorlagenerstellung mit Input- und Outputströmen



## Erstellung von elektronischen Druckvorlagen

Bis vor wenigen Jahren war bei der Erstellung von Druckvorlagen eine Filmentwicklung unabdingbar. Seit Mitte der 80er Jahre sind Systeme auf dem Markt, mit denen die Erstellung der Druckvorlage einschließlich der Anordnung der Elemente (Montage) auf dem Bildschirm durchgeführt werden kann. Damit entfällt die Filmentwicklung der Vorstufe sowie die entsprechenden Input- und Outputströme. Auf das Verfahren wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

### 3.2.2 Erstellung der Druckform

Die Erstellung der Druckform beinhaltet die Montage der Druckvorlagen zu Seiten, die Zusammenstellung von Seiten auf einer Folie („Druckbogen“), sowie die Kopie auf eine Druckplatte. Eine Übersicht der Prozessstufen sowie der Input- und Outputströmen zeigt Abbildung 3-2 (Seite 31).

#### Montage

Bei der herkömmlichen Erstellung von Druckformen wird Filmmaterial als Druckvorlage eingesetzt. Die Filme werden auf das benötigte Maß zurechtgeschnitten, als Seiten zusammengestellt und auf eine Folie geklebt („Seitenmontage“). Als Trägermaterial dient eine Polyethylenfolie („Montagefolie“). Die Montagefolie wird dabei auf einen Leuchttisch mit Millimeterraster aufgelegt. Die Inputs dieses Schrittes bestehen aus der Montagefolie, durchsichtigem Klebeband zum Aufkleben der einzelnen Filmelemente („Tesafilm“), Filmkleber zum Aufkleben kleinflächiger Filmstücke (flüssig oder als Spray), Abdeckfarbe zur Erzeugung undurchsichtiger Stellen und schnell verdunstendem Filmreiniger (z.B. Testbenzin, Isopropanol).

Sind die Seiten fertig montiert, werden sie auf einer weiteren Montagefolie zu Druckbogen zusammengestellt und aufgeklebt („Bogenmontage“). Dadurch können mehrere Seiten gleichzeitig gedruckt werden. Die Größe der Montagefolie entspricht in etwa dem Papierformat der Druckmaschine. Für den mehrfarbigen Druck wird pro Druckfarbe je ein Druckbogen erstellt.

In der Regel werden die Bogenmontagen nachträglich zu Filmen „seitenglatt“ umkopiert (Filmentwicklung wie oben). Die Filme dienen dann als Vorlage für die Belichtung der Druckplatte. Beim Umkopieren entstehen erneut die zur Druckvorlagenerstellung nötigen Input- und Outputströme der konventionellen Filmentwicklung.

Die Montagefolien werden nach Gebrauch mit einem Reiniger von Verschmutzungen befreit und bis zu 40 mal wiederverwendet [FRERICHS 1995, S. 43]. Filmmaterial wird archiviert oder als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall entsorgt (Deponierung oder Verbrennung). Es besteht die Möglichkeit, das Filmmaterial einer Verbrennung mit Silberrückgewinnung zuzuführen. Montagefolienabfall sowie Klebebandreste werden als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall entsorgt (Deponierung oder Verbrennung).

Elektronische Bildverarbeitungssysteme sind in der Lage, Text- und Bilddaten intern zu bearbeiten und zu positionieren, so dass direkt seitenglatte Filme über eine angeschlossene Belichtungsmaschine hergestellt werden können („Computer-to-film“). Damit entfällt der Input und Output an Montage-Filmmaterial, Montagefolie, Klebeband, Filmkleber, Abdeckfolie und Filmreiniger.

## Konventionelle, nasschemische Druckformerstellung

Offsetdruckplatten bestehen seit den 60er Jahren überwiegend aus einem mikrofein gekörnten, 0,15-0,3 mm starken Aluminiumblech. Die Aluminiumoberfläche ist elektrochemisch aufgeraut und hat daher feine, schwammartige Poren, die eine gute Benetzbarkeit durch Wasser ermöglichen. Auf das Blech ist eine 1-3  $\mu\text{m}$  starke Beschichtung aufgebracht, die einen lichtempfindlichen Stoff, ein Bindemittel und einen Farbstoff als Kontrastmittel enthält. Es werden überwiegend Druckplatten des Positivkopierverfahrens eingesetzt, bei denen das Bindemittel aus einem synthetischen Harz (z.B. Kresol-Formaldehydharz) und der lichtempfindliche Stoff aus einer Diazoverbindung besteht (o-Diazochinon).

Die Kopierschicht reagiert nur auf starke UV-Strahlung, so dass nicht in einer Dunkelkammer gearbeitet werden muss. Die Bogenmontage wird auf die Druckplatte aufgelegt. Im „Kopierrahmen“ wird ein einwandfreier Kontakt durch ein elektrisch erzeugtes Vakuum erzeugt. Eine „Kopierlampe“ mit etwa 5.000 Watt elektrischer Leistungsaufnahme belichtet die Druckplatte. Dabei kommt es durch die Zersetzung von Sauerstoff unter UV-Strahlung zur Bildung von Ozon. Da ein häufiges Ein- und Ausschalten der Lampe schadet, wird sie zwischen den Belichtungen in der Regel bei verminderter Stromzufuhr im Stand-by-Zustand gehalten. An den Stellen der Kopierschicht, auf die UV-haltiges Licht trifft, wird die Diazoverbindung in Carbonsäure und gasförmigen Stickstoff umgewandelt. Anstelle der Kopie eines Druckbogens kann die Vorlage elektronisch erstellt und mit einem speziellen Belichter direkt auf die Druckplatte übertragen werden. Bei dieser Variante des „Computer-to-plate“-Verfahrens werden die Druckplatten auf konventionelle Weise entwickelt. Die Input-Outputströme der konventionellen Filmentwicklung sowie der Montage entfallen.

Die Entwicklung der Druckplatte kann in Entwicklungsmaschinen oder manuell in Küvetten erfolgen. Küvetten sind relativ luftdicht abgeschlossene, schmale Behälter, in denen sich das Entwicklerbad befindet. Die belichtete Druckplatte wird senkrecht auf einen Rost gestellt und mit diesem in den Entwickler eingetaucht. In Entwicklermaschinen wird der Entwickler mit Sprüheinrichtungen auf die Platte aufgetragen. Das Entwicklerbad kann elektrisch temperiert werden und wird i.d.R. zwischen den Entwicklungsvorgängen auf Betriebstemperatur gehalten.

Der Entwicklerinput wird als Konzentrat eingekauft und mit dem Input Wasser verdünnt. Leere Behälter werden in der Regel vom Zulieferer zurückgenommen und müssen ansonsten als Sondermüll entsorgt werden. Der Entwickler besteht aus einer wässrigen, alkalischen Lösung auf der Basis von Phosphaten und Silikaten. Er reagiert mit dem zersetzten Bindemittel und der Carbonsäure, so dass diese in wasserlösliche Salze umgewandelt und von der Druckplatte gelöst werden. Dadurch werden Teile der etwa 2  $\mu\text{m}$  tieferliegenden Aluminiumschicht freigelegt. Diese Bereiche sind hydrophil und stellen somit im Druckprozess die nicht druckenden, wasserbenetzten Stellen dar. Die „Restkopierschicht“ reagiert oleophil und bewirkt die druckenden, farbbenetzten Bildstellen. Aufgrund des geringen Höhenunterschieds zwischen druckenden und nicht druckenden Stellen zählt der Offsetdruck zu den sogenannten Flachdruckverfahren.

Verbrauchte Entwicklerbäder müssen als Sondermüll-Output entsorgt werden. Die Abfälle werden in der Regel in einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage eingedampft, die Kondensate einer Abwasserreinigung zugeführt, die Salzrückstände werden in eine Untertagedeponie gebracht.

Nach der Entwicklung erfolgt manuell oder maschinell ein Abspülen von Entwickler- und Schichtresten mit dem Input Wasser. Die Wassermenge ist beim manuellen Verfahren von der Arbeitsweise abhängig, bei der Maschinenentwicklung von der Art des Spülverfahrens. Wie bei der Filmentwicklung können Durchflussspülungen, Kaskadenspülungen und geschlossene Kreisläufe eingesetzt werden. Zur Algenverhinderung können in das Spülwassersystem Biozide gegeben werden



(z.B. Trichlorisocyanursäure). Der Abwasser-Output wird in der Regel in das öffentliche Abwassernetz eingeleitet und der kommunalen Kläranlage zugeführt.

Wasserreste werden von der Druckplatte manuell abgestreift oder maschinell abgequetscht. Als weiterer Input wird eine Gummierung eingesetzt, mit der die Druckplatte beschichtet wird. Sie besteht aus synthetischen Kolloiden oder aus Gummiarabikum (v.a. Ca-, Mg-, K-Salze der Arabinsäure aus Akazienrinde). Die stark hydrophile Gummierung dringt in die Kapillare der freigelegten Aluminiumschicht ein. Dadurch werden die hydrophilen Eigenschaften der Aluminiumoberfläche erhöht und die Platte vor Oxidation geschützt. Die Trocknung kann an der Luft oder in einer Entwicklungsmaschine unter Zufuhr von Wärme erfolgen.

Sind Korrekturen des Druckbildes auf der entwickelten Platte nötig, kann mit einem Pinsel ein pastöses Korrekturmittel eingesetzt werden, das unerwünschte Schichtstellen entfernt. Anschließend wird die Platte zur Reinigung mit Wasser abgespült, der Abwasser-Output wird über die öffentliche Kanalisation entsorgt. Zusätzlich wird die Platte mit einer schwachen Säure gereinigt (z.B. 3%ige Phosphorsäure). Der Plattenreiniger wird auch nach längerer Plattenlagerung zur Entfernung von Schmutz und Fett verwendet. Anschließend erfolgt jeweils eine erneute Gummierung. Plattenreiniger und Korrekturmittel stellen weitere Inputströme dar, die über die öffentliche Kanalisation als Abwasser-Output entsorgt werden.

### **Erstellung von Druckformen für den Wasserlosen Offsetdruck**

Druckplatten für den wasserlosen Offsetdruck („Torayplatten“) haben in Japan einen Marktanteil von etwa 15%. Bei diesem Verfahren ist im Druckprozess kein Feuchtmittel mehr nötig (darauf wird im folgenden Kapitel eingegangen). Platten der Firma Toray werden seit Ende der 70er Jahre auch in Deutschland vertrieben, weitere Hersteller planen die Markteinführung. Das Verfahren hatte in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten und wurde bis Ende 1996 von ca. 700 Offsetdruckereien angewendet [DRUCKWELT 1996, S. 53f]. Der Druckplatten-Input besteht bei diesem Verfahren aus einem Aluminiumblech mit einer lichtempfindlichen Fotopolymerschicht, einer Silikongummischicht und einem transparenten Polyester-Schutzfilm.

Die Belichtung erfolgt auf konventionellen Kopiergeräten bei gleichen Belichtungszeiten wie für herkömmliche Platten. An den Stellen, auf die UV-Strahlung trifft, wird bei Positivplatten die Fotopolymerschicht gehärtet und fest mit der Silikongummischicht vernetzt. Direkt im Anschluss an die Belichtung wird die Polyester-Schutzschicht abgezogen, damit Luftsauerstoff die weitere Polymerisation verhindert, und die Platte nicht mehr lichtempfindlich ist.

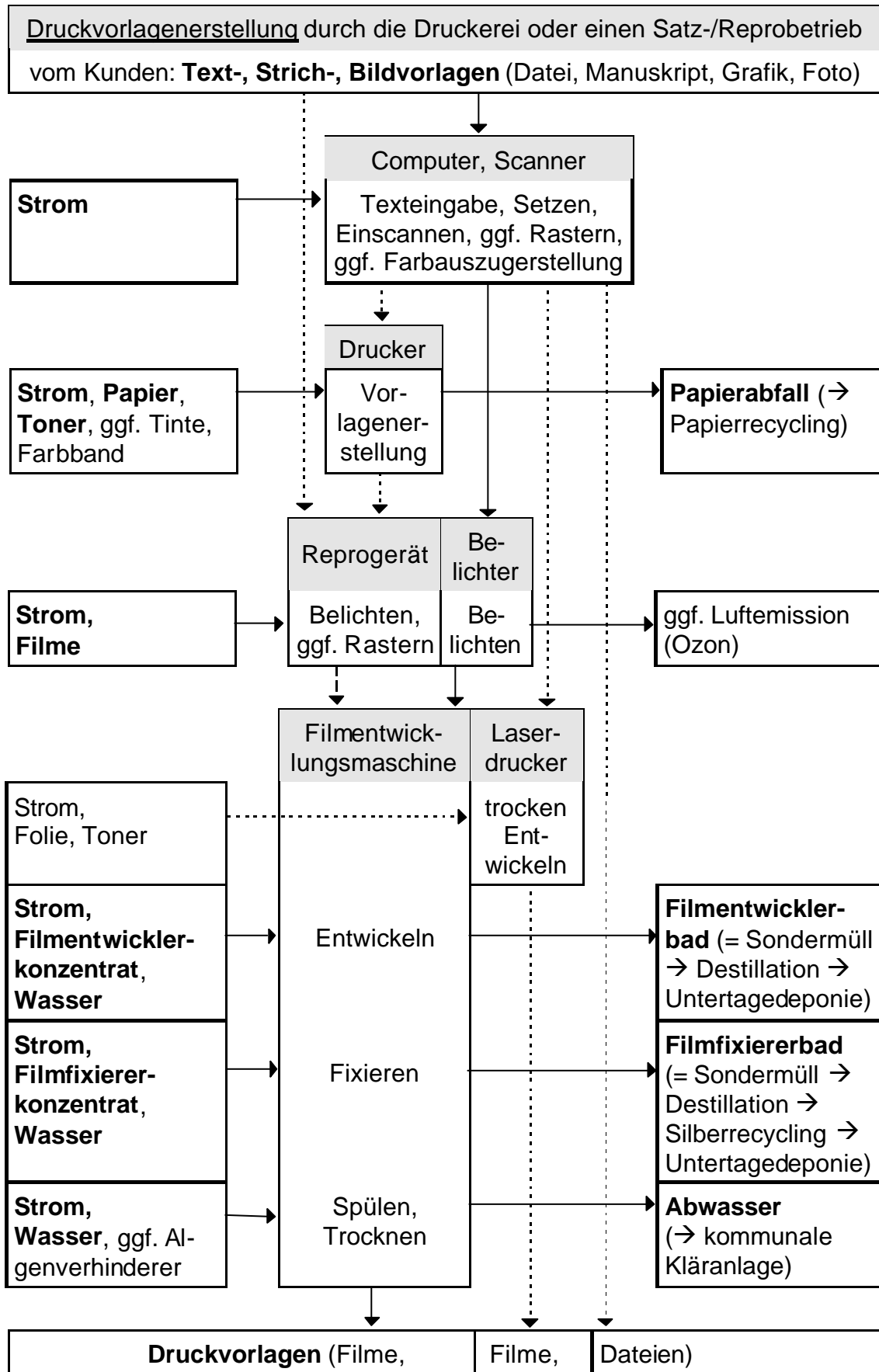
Die Entwicklung kann manuell durch Einreiben des Entwicklers durchgeführt werden, sie erfolgt jedoch in der Regel maschinell. Der Entwickler-Input besteht aus einem hochsiedenden Kohlenwasserstoff (gesättigte Isoparaffine), von dem im Vergleich mit wässrig-alkalischen, konventionellen Entwicklern nur etwa 10% benötigt werden [BUCHERT et al. 1996, S. 22]. Die aufgetragene Entwicklerflüssigkeit lässt die Silikongummischicht an den unbelichteten Stellen aufquellen, so dass sie manuell oder von rotierenden Bürsten entfernt werden kann.

Anschließend erfolgt eine manuelle oder maschinelle (Durchfluss-)Spülung mit Wasser. Die herausgelösten Silikongummi-Bestandteile werden mit dem Wasser in die öffentliche Kanalisation eingeleitet. Die verbliebenen, ausgehärteten Silikonschicht-Bereiche liegen etwa 2 µm höher als die freigelegte Fotopolymerschicht. Im Gegensatz zu den konventionellen Druckplatten nimmt die erhabene Schicht beim wasserlosen Offsetdruck keine Farbe an.

Die Platte wird im nächsten Schritt mit einem Kontrastmittel-Input behandelt, das die Bereiche der freigelegten Fotopolymerschicht einfärbt. Diese Stellen nehmen im Druckprozess die Farbe an. Eine

Gummierung der Platten ist nicht erforderlich.

Abbildung 3-2: Druckformerstellung mit Input- und Outputströmen



## Trockene Erstellung von Druckformen (Computer-to-plate)

Bei der trockenen Erstellung einer Druckform wird mit Laserdruckern gearbeitet, die eine direkte Übertragung von elektronisch erstellten Druckformen ermöglichen. Damit stellt das Verfahren eine weitere Variante der sogenannten „Computer-to-plate“-Anwendungen dar. Wenn Film- und Papiervorlagen übertragen werden sollen, müssen diese zunächst über Scanner in elektronische Daten umgewandelt werden, um dann auf die Platte kopiert zu werden.

Die Vorlage wird mit einem Belichter auf eine elektrostatisch aufgeladene Selenplatte kopiert. Bei der Belichtung findet eine Entladung der Bereiche statt, auf die Licht trifft. Anschließend wird ein entgegengesetzt geladenes Tonerpulver aufgetragen (Kohlenstoffteilchen). Das Puderbild wird dann auf die Oberfläche der Druckplatte (Druckfolie aus Polyester oder Aluminium) übertragen und die Beschichtung mit Laserhitze fixiert.

Bei diesem System sind als Inputs Strom, Druckplatten und Kontrastmittel erforderlich, der Input von Wasser, Entwickler oder Gummierung entfällt. Außer der Druckplatte entsteht kein weiterer Output. Aufgrund relativ hoher Kosten ist das System bisher nicht weit verbreitet.

### 3.2.3 Druckprozess

Beim eigentlichen Druckprozess werden in Bogenoffsetmaschinen einzelne Papierbogen bedruckt. Einen Überblick über die Prozessstufen gibt Abbildung 3-3 auf Seite 37.

## Farbauftrag

Die Druckform wird auf einen Plattenzylinder aufgespannt. Der Plattenzylinder wird auf einer Seite mit Farbe und ggf. mit Feuchtmittel benetzt, auf der anderen Seite berührt er einen Zylinder, auf den ein Gummituch von etwa 1,9 mm Stärke gespannt ist (synthetischer Kautschuk auf Baumwoll- oder Kunstfasergewebe). Auf der Unterseite des Gummituchzylinders wird das Papier geführt, für den Gegendruck sorgt der Druckzylinder. Die Bezeichnung „Offset“ (engl. „to set off“ = absetzen) ist ein Hinweis darauf, dass die Bildübertragung von der Druckform auf das Papier indirekt geschieht: Beim Rotieren des Plattenzylinders wird das Druckbild zunächst seitenverkehrt auf das Gummituch übertragen und anschließend seitenrichtig auf das zu bedruckende Papier weitergegeben.

„Farbwerke“ benetzen die Druckform auf dem Plattenzylinder mit Farbe. Die Farbübertragung erfolgt dabei über ein Walzensystem aus einem offenen Farbkasten. Besitzt die Maschine mehrere nacheinander angeordnete Farbwerke, können in einem Arbeitsgang mehrere Farben gedruckt werden. Auch ein beidseitiger Druck („Schön- und Widerdruck“) sowie der Auftrag von Lack ist in speziellen Maschinen in einem Arbeitsgang möglich.

Im herkömmlichen Nassoffset-verfahren ist zusätzlich zum Farbwerk ein „Feuchtwerk“ nötig. Dies überträgt durch Walzen oder Bürsten das „Feuchtmittel“ (Wasser und Zusätze) auf die Druckplatte. Die Benetzung mit Feuchtmittel sorgt dafür, dass die anschließend aufgetragene Farbe nur auf den oleophilen, druckenden Stellen der Druckform eine Farb-Wasser-Emulsion bildet. Die nicht druckenden Stellen der Druckform sind hydrophil und lassen ausschließlich das Feuchtwasser anhaften. Gleichzeitig bewirkt das Feuchtwasser eine Kühlung der Druckplatte.

Beim wasserlosen Offsetdruck entfällt das Feuchtwerk. Die farbabstoßende Wirkung an den nicht druckenden Stellen wird durch eine Silikonschicht erzeugt, die oleophilen Stellen liegen vertieft und werden durch eine Fotopolymerschicht bewirkt. Da die kühlende Wirkung des Feuchtwassers entfällt, ist für höhere Auflagen eine elektrisch betriebene Kühleinrichtung über dem Plattenzylinder nötig.

Damit die bedruckten Papiere nicht aufgrund der frischen Farbe aneinander haften, wird vor dem

Stapeln („Ablegen“) ein Bestäubungspuder mittels Düsen aufgetragen (Kalk oder modifizierte Stärke). Dabei entstehen unterschiedlich starke Luftemissionen in Form von Staub.

## **Papier**

Die Lieferung des zu bedruckenden Papiers erfolgt in der Regel in Papierverpackungen („Riese“) mit 250 oder 500 Einzelbogen. Ab einer bestimmten Bestellmenge werden Einzelbogen oder Riese auf Einweg-Holzpaletten geliefert. In der Regel werden die Holzpaletten zur Auslieferung der fertigen Druckerzeugnisse wiederverwendet und fallen nicht als Abfall an. Auf den Paletten sind die Einzelbogen oder Riese in der Regel mit einer Schrumpffolie umhüllt. Die Papierverpackung wird dem Papierrecycling zugeführt. Die Folie kann sortenrein getrennt und einem Recycling zugeführt werden, vielfach wird sie jedoch als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall entsorgt und somit verbrannt oder deponiert.

Teilweise werden die Papierbogen vor dem Druck bereits geschnitten, so dass Papierabfall anfällt. Dieser kann dem Papierrecycling als gemischter Papierabfall oder sortenrein als unbedruckter Papierabfall zugeführt werden. Aus Platzgründen erfolgt in kleinen Bogenoffsetdruckereien häufig keine Trennung von bedrucktem und unbedrucktem Papierabfall.

## **Druckfarbe**

Druckfarben werden in der Regel in 1-kg- oder 2,5-kg-Weißblechdosen geliefert und aus diesen in die Farbkästen der Maschine manuell eingespachtelt. Spachtelrein können die Dosen dem Eisenrecycling zugeführt werden. Enthalten sie Farbreste, müssen sie als Sondermüll entsorgt werden und gelangen in der Regel in eine Sondermüllverbrennungsanlage.

Möglich ist auch die Beschaffung von Druckfarben in 200-l-Mehrwegfässern, aus denen mit einer Fasspumpe kleinere Mengen entnommen werden. Aufgrund des geringen Mengenverbrauchs einer Farbe lohnt sich in kleinen Bogenoffsetdruckereien meist nicht den Kauf von Fassware, zumal die Gefahr der Eintrocknung großer Farbmengen besteht, wenn das System undicht wird.

Zwei neue Verpackungssysteme bieten eine Alternative zum Kauf von Blechdosen: Die Farbverpackung in Kartuschen (Kunststoff) oder Schläuchen (Polypropylen-Aluminium-Verbund). Die Systeme ermöglichen ein Befüllen der Farbkästen über manuelle oder pneumatische Pressvorrichtungen. Als Output fallen leere Kartuschen oder Schläuche an, die vom Zulieferer zurückgenommen werden [DEMPEWOLF 1995].

Offsetdruckfarben enthalten keine leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe. Sie trocknen ausschließlich durch Eindringen („Wegschlagen“) in das Papier sowie durch Oxidation. Die Oxidation bewirkt, dass die Farbe bei Luftzufuhr nach kurzer Zeit eine Haut bildet. Die in den Farbkästen von Maschinen oder in einmal geöffneten Dosen eingetrocknete Farbe muss als Sondermüll entsorgt werden. Die Sammlung von Farbresten erfolgt in den Farbdosen oder in speziellen dafür eingekauften 30-l-Kunststoffgebinden. Der Entsorger führt die Behältnisse in der Regel einer Sondermüllverbrennung zu.

## **Feuchtmittel**

Das Feuchtmittel im konventionellen Offsetdruck besteht überwiegend aus Leitungswasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz. Um die Eigenschaften zu verbessern, findet teilweise eine Aufbereitung (Enthärtung) statt.

In der Regel werden dem Wasser Zusätze beigemischt, um die Eigenschaften des Feuchtmittels zu optimieren. Die Zusätze dienen

- zum Einstellen einer stabilen Farb-Wasser-Emulsion
- zur Herabsetzung der Oberflächenspannung (zur besseren Plattenbenetzung)
- zur Erhöhung der Viskosität (zum besseren Feuchtmitteltransport)
- zur Verhinderung von Korrosion (durch pH-Wert-Pufferung)
- zur Verhinderung der Algen- und Mikrobenbildung (durch Biozide)
- zur Beeinflussung der Farbtrocknung (durch leicht verdunstende Zusätze)
- zur Verhinderung von Salzablagerungen (durch Komplexierung von Härtebildnern wie Calcium und Magnesium).

Während bis in die 70er Jahre keine leicht flüchtigen Zusätze verwendet wurden, arbeiten Bogenoffsetmaschinen heute überwiegend mit einem „Alkoholfuchtwerk“ (Entwicklung durch Harold Dahlgren/USA). Das Feuchtmittel besteht dabei aus Wasser und bis zu 20% des leicht flüchtigen Alkohols Isopropanol (2-Propanol). Außer der pH-Wert-Pufferung und Komplexierung von Härtebildnern erfüllt der Zusatz von Isopropanol alle oben genannten Funktionen.

Durch neu konzipierte Additive ist zum Teil eine Reduzierung des Isopropanolzusatzes auf 3-5% möglich. Die Additive bestehen aus anorganischen Salzen, Karbonsäure, Glykolen oder EDTA-Salz (Ethyldiamintetraacetat). Neu konzipierte Feuchtwerte sind darauf ausgelegt, lediglich mit derartigen Zusätzen und ohne Isopropanol die gleiche Druckqualität zu erzielen. Feuchtmittelzusätze werden in der Regel in Kunststoffkanistern geliefert und vom Lieferanten zurückgenommen.

Als Output entstehen durch das Feuchtmittel Luftemissionen: Flüchtige Feuchtmittelbestandteile wie Isopropanol und Teile des Wassers verdunsten in der Druckmaschine und vom bedruckten Papier an die Umgebungsluft. Die nicht verdunstenden Bestandteile (Salze) verbleiben auf dem Papier.

Feuchtmittel wird manuell oder automatisch gemischt und in einen offenen Wasserkasten geleitet. Die dabei auftretenden Konzentrationsveränderungen durch Verdunstung von Isopropanol können bei einigen Maschinen durch eine Kreislaufführung verhindert werden. Dabei wird die Konzentration über eine Dichtemessung und eine automatische Dosieranlage konstant gehalten. Da der Feuchtmittelkreislauf von Zeit zu Zeit entleert und gesäubert werden muss, fällt bei diesen Maschinen als Output ein Abwasser an, das mit Feuchtmittelzusätzen belastet ist. Es wird in der Regel über die öffentliche Kanalisation entsorgt, ebenso das Reinigungsmittel für das Feuchtwerk.

## **Makulatur**

Beim Druckprozess wird das gewünschte Druckbild zunächst im „Andruck“ geprüft. Dies erfordert die Einstellung der richtigen Farbauftragsmenge sowie im konventionellen Nassoffsetdruck die Einstellung einer optimalen Emulsion aus Farbe und Feuchtmittel auf der Druckplatte. Die dabei verwendeten Papierbogen („Makulatur“) können für weitere Andrucke wiederverwendet werden. Für die Wiederverwendung ist die Einrichtung einer Lagermöglichkeit, sortiert nach Formaten, nötig. Werden die Makulaturbogen nicht mehr verwendet, werden sie als Papierabfall einem Recycling zugeführt.

Entspricht das Druckbild den gewünschten Anforderungen, erfolgt der „Fortdruck“. Er wird auch „Auflagendruck“ genannt, da die gedruckte Anzahl an Papierbogen der gewünschten Auflagenhöhe entspricht.

## Gummituchreparatur

Wenn zwischen Gummituch und Gegendruckzylinder harte Verunreinigungen geraten (aus dem Papier oder der Umgebungsluft), kann es zu einer Druckstelle auf dem Tuch kommen. Dadurch ist eine optimale Bildübertragung nicht mehr gewährleistet. Durch eine Reparaturlösung wird ein Quellen oder Aufrichten der gequetschten Stellen bewirkt. Die Reparaturlösungen, die auf der Vorderseite mit einem Pinsel aufgetragen werden, bestehen überwiegend aus Dichlormethan. Zum Teil werden Xylol und Methanol als Zusätze verwendet. Die Lösungen werden in der Regel in Metallflaschen geliefert, die als Sondermüll entsorgt werden müssen.

Des Weiteren sind Lösungen auf dem Markt, die lediglich Tenside enthalten, jedoch auf der Gummituchrückseite angewendet werden und somit ein Ausspannen des Gummituches aus der Walze nötig machen. Sie werden in Kunststoffflaschen geliefert, die als hausmüllähnlicher Gewerbemüll entsorgt werden können.

## Reinigung

Während des Fortdruckes kann ein Anhalten der Maschine und eine Reinigung von Maschinenteilen, vor allem des Gummituches, notwendig sein. Eine vollständige Reinigung aller Maschinenteile, die mit Farbe in Berührung gekommen sind, sowie des Farbspachtels ist am Ende des Druckprozesses nötig. Dabei werden verschiedene Reinigungsmittel eingesetzt (v.a. Spezial- oder Testbenzine und hochsiedende Kohlenwasserstoffe auf Mineral- oder Pflanzenölbasis). Die Mittel können spezielle Zusätze zur Regenerierung des Gummituches enthalten. Die Reinigung erfolgt in der Regel manuell mit Lappen, für Gummituchwalzen wird auch mit speziellen Waschanlagen gearbeitet.

Bei der manuellen Reinigung werden überwiegend Putzlappen aus einem Mietsystem verwendet, die von Zeit zu Zeit zur Wäsche abgeholt werden. Die Lappen werden mit dem Reinigungsmittel benetzt, das die Farbreste emulgiert und in den Lappen überführt. Bei der Anwendung von hochsiedenden Reinigungsmitteln müssen die Maschinenteile anschließend mit Wasser und Tensiden fettfrei gemacht werden; Spezial- und Testbenzine verdunsten und bewirken dadurch Emissionen an die Umgebungsluft.

Einweg-Putzlappen müssen gesammelt und als Sondermüll entsorgt werden. Der Entsorger führt sie in der Regel einer Sondermüllverbrennung zu. Mehrweglappen werden bis zur Abholung in den zur Verfügung gestellten Spezialbehältern aufbewahrt. Die Wäsche erfolgt ohne die Verwendung organischer Lösungsmittel, die Abwässer werden in einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage gereinigt. Abgetrennte Leichtstoffe (Öle, Fette) werden in einer Hochtemperaturverbrennung unter Wärmenutzung verbrannt, sonstige Verunreinigungen werden auf eine Sonderabfalldeponie gebracht [MEWA 1995, S. 7].

Bei den von Farbe zu reinigenden Maschinenteilen kann der Farbkasten zum Teil ausgenommen werden, wenn „kastenfrische“ Farben verwendet werden. Diese bleiben trotz längerem Maschinenstillstand (bis zu einer Woche) verwendbar. Werden keine kastenfrischen Farben verwendet, kann einer Eintrocknung der Farbe im Farbkasten durch das Aufsprühen eines Antihautmittels entgegengewirkt werden.

## Lackieren

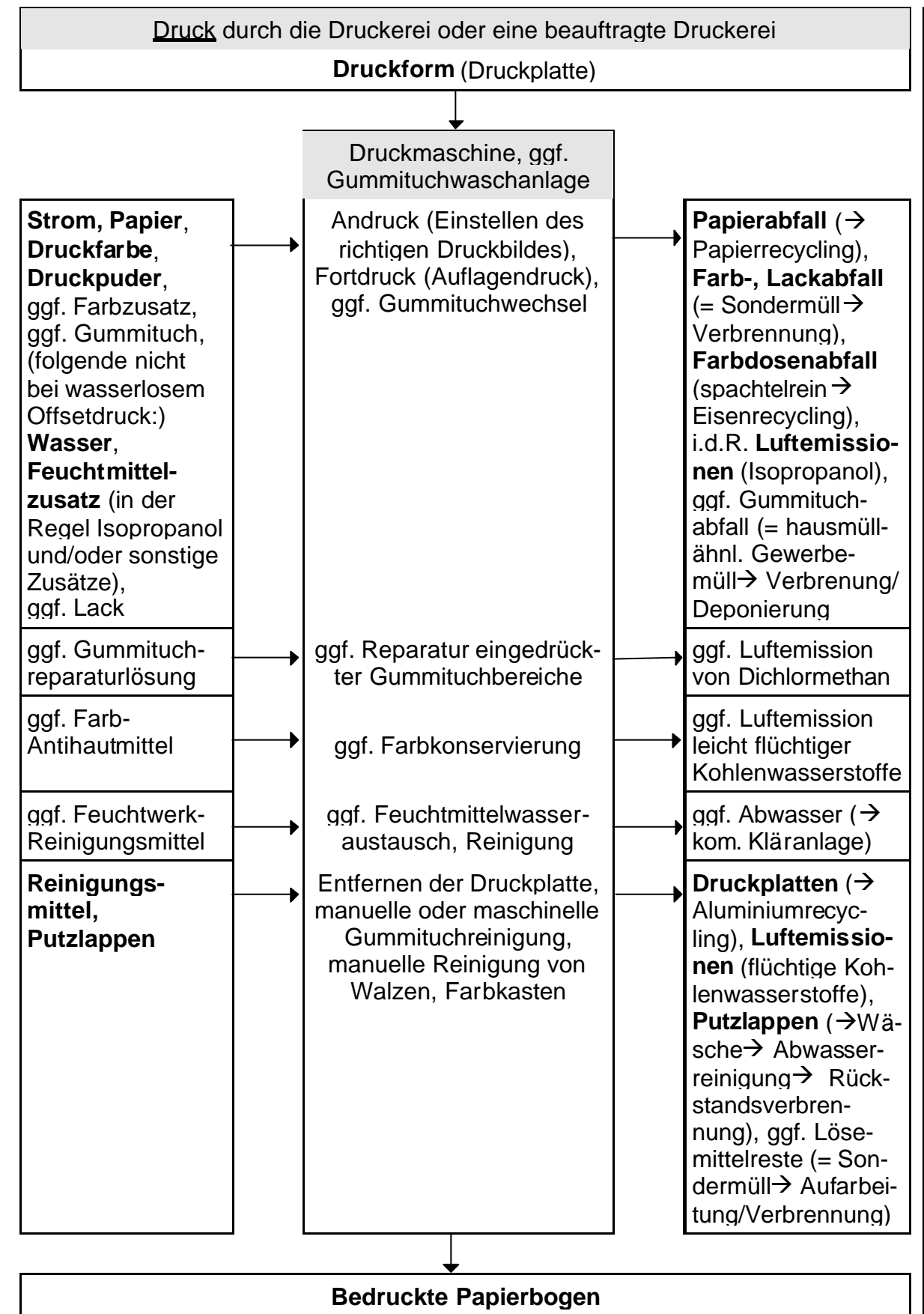
Zum Schutz der Druckerzeugnisse kann durch ein weiteres Druckwerk in einem Arbeitsgang Lack aufgetragen werden („In-line-Lackierung“). Dabei werden in kleinen Bogenoffsetdruckereien überwiegend Drucklacke eingesetzt, die ähnlich wie Offsetfarben aufgebaut sind („Drucköl“). Weitere Lacke sind Hochglanzlacke (Nitrozelluloselacke) und Dispersionslacke auf Wasserbasis. Die Lackierung kann bei Drucklacken und Dispersionslacken in herkömmlichen Feuchtwerken

stattfinden („Wasserkastenlacke“), weiterhin sind separate Lackierwerke im Einsatz.

Die erforderlichen Inputs neben Strom für die Maschinen sind Lacke sowie Reinigungsmittel. Als Outputs fallen eingetrocknete oder verschmutzte Lackreste als überwachungsbedürftige Abfälle an. Sie werden in der Regel in Sondermüllverbrennungsanlagen entsorgt oder einer thermischen Verwertung zugeführt (Zementöfen etc.). Weitere Outputs sind wie oben genannt die Kohlenwasserstoffemissionen der Reinigungsmittel sowie verschmutzte Putzlappen.



Abbildung 3-3: Druckprozess mit Input- und Outputströmen



### 3.2.4 Weiterverarbeitung

Die Arbeiten der Weiterverarbeitung sind sehr vielfältig. Je nach Druckerzeugnis sind unterschiedliche Arbeitsgänge notwendig, um dem Endprodukt das gewünschte Format, den Umfang sowie die Gestalt und Gebrauchseigenschaft zu geben.

Zu den Tätigkeiten der Weiterverarbeitung zählen

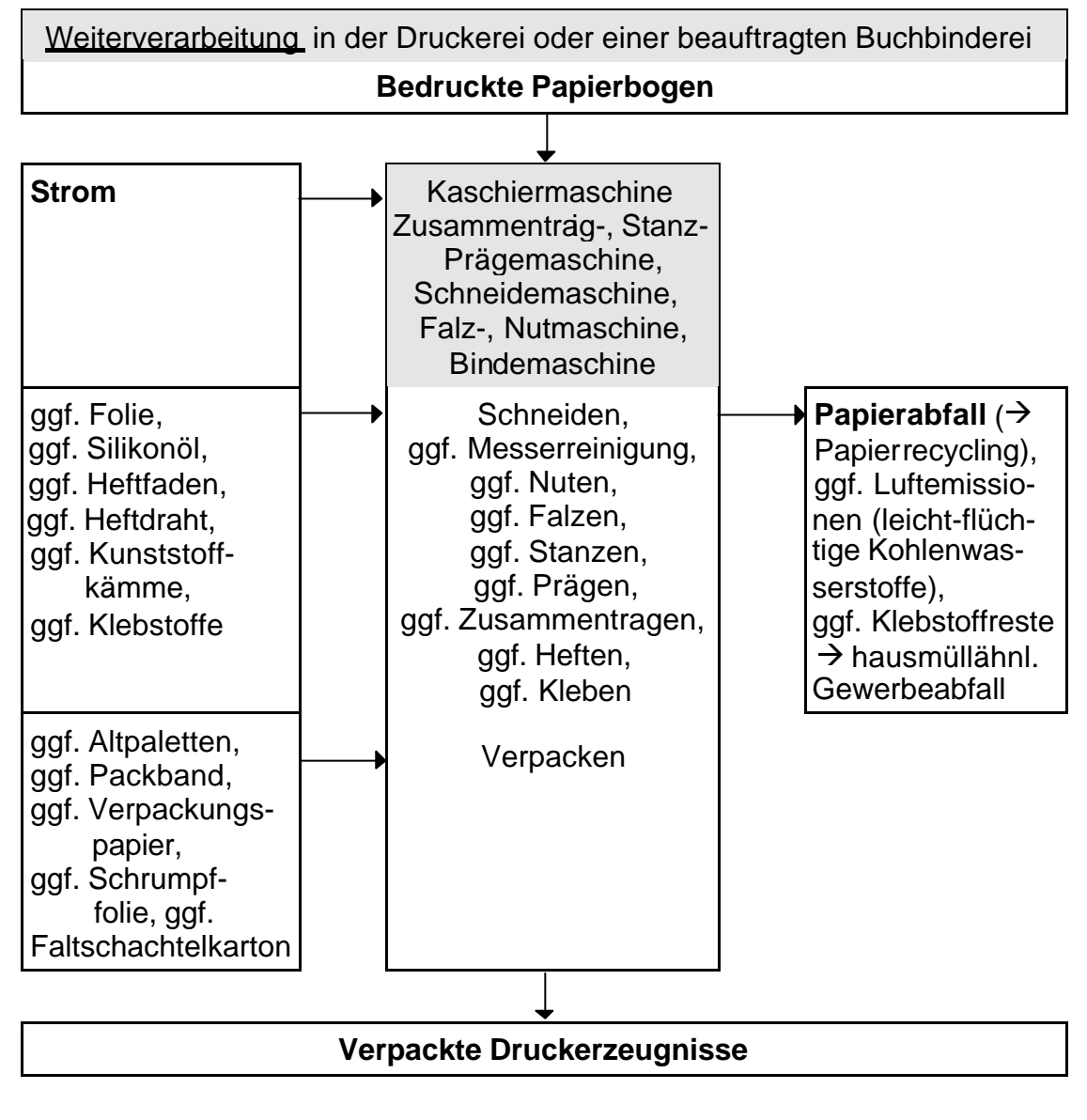
- Kaschieren der Druckerzeugnisse mit einer schützenden Kunststoffolie in Kaschiermaschinen
- Schneiden in Schneidemaschinen zur Vorbereitung der nachfolgenden Schritte und ggf. erneut vor dem Verpacken
- Nuten zum Einkerbigen der Papiere mit speziellen Nutvorrichtungen, damit ein Umblättern der Druckerzeugnisse bzw. ein Falzen an diesen Stellen erleichtert wird
- Falzen durch ein- oder mehrmaliges Falten von Seiten mit Falzmaschinen
- Stanzen zum Einarbeiten von Löchern in Stanzvorrichtungen
- Prägen zum Hervorheben bestimmter Stellen im Druckerzeugnis mit Prägeeinrichtungen
- Zusammentragen einzelner Seiten in einer bestimmten Reihenfolge zu Büchern, Broschüren etc. in Zusammentragemaschinen
- Heften zur Bindung der Seiten mit Heftfaden, Metalldraht oder Kunststoffkämme
- Kleben zur Bindung der Seiten mit Dispersionskleber, Stärkeleimen, Polyurethan-Schmelzklebstoffen und anderen („Hotmelt-“) Schmelzklebstoffen in Klebmaschinen
- Verpacken der Druckerzeugnisse in Papier und Karton bzw. mit Schrumpffolien, bei größeren Aufträgen Bereitstellung auf Holzpaletten und Befestigung mit Packbändern.

Abbildung 3-4 zeigt den Ablauf sowie die wesentlichen Input- und Outputströme. Als Input der Weiterverarbeitung ist in erster Linie Strom notwendig, um die mechanischen Einrichtungen der Maschinen zu betreiben und die thermischen Aggregate beim Schmelzkleben und Kaschieren auf die notwendigen Temperaturen zu erhitzen.

Als weitere mögliche Inputs werden Silikonöle zur Messerreinigung eingesetzt, außerdem Folien für das Kaschieren sowie Heftfaden, Heftdraht, Kunststoffkämme und Klebstoffe zum Binden. Für die Verpackung werden Verpackungspapier und Faltschachteln aus Karton genutzt, weiterhin werden Kartons wiederverwendet, die aus der Anlieferung von Inputs der Druckerei stammen. Gleiches gilt für Holzpaletten, bei denen in der Regel Altpaletten aus der Anlieferung von Papier wiederverwendet werden. Zusätzlich kann als Input Verpackungs- („Schrumpf-“)folie verwendet werden sowie Packband aus Metall oder Kunststoff.

Als Output entsteht in erster Linie Papierabfall, der dem Recycling zugeführt wird. Bei der Verwendung von Schmelzklebstoffen entstehen außerdem Kohlenwasserstoffemissionen, die in der Regel mit Absauganlagen aus den Betriebsräumen geführt werden. Klebstoffreste werden ausgehärtet als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall entsorgt.

Abbildung 3-4: Weiterverarbeitung mit Input- und Outputströmen



## 4 Herleitung allgemeiner Umweltziele für kleine Bogenoffsetdruckereien

In Kapitel 2.2.5 wurde die Zielorientierung als wichtige Anforderung an ein betriebliches Umweltkennzahlensystem genannt. Für den definierten Anwendungsbereich der kleinen Bogenoffsetdruckereien werden in diesem Kapitel zunächst allgemeine Umweltziele hergeleitet, auf die das Kennzahlensystem ausgerichtet wird. Auf Grundlage der allgemeinen Umweltziele werden in Kapitel 5 dann konkrete Umweltziele für die Bereiche formuliert, in denen Möglichkeiten zur Verringerung von Umwelteinwirkungen festgestellt werden. Für quantifizierbare Umweltziele werden Kennzahlen abgeleitet, die zur Unterstützung der Ziele in Frage kommen.

Die gewählte Vorgehensweise entspricht der Empfehlung von Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt im Leitfaden für Betriebliche Umweltkennzahlen. Demnach sollen Betriebe zunächst Umweltziele formulieren und anschließend Kennzahlen für die Bereiche ableiten, „die dem Betrieb direkten Einfluss auf Verbesserungen bieten“ [BMU/UBA 1997, S. 9/11/14].

### 4.1 Ausrichtung der Umweltziele und Herleitungsmethode

In der nationalen Umweltpolitik orientieren sich die Umweltziele am Vorsorgeprinzip, das in der Gefahrenabwehr, der Risikovorsorge und der Zukunftsvorsorge besteht [BMU 1995, S. 5]. Insbesondere seit der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro wird angestrebt, das Vorsorgeprinzip mit Hilfe der Kriterien der „Nachhaltigkeit“ zu konkretisieren. Durch eine „nachhaltige Entwicklung“ sollen die Entwicklungsmöglichkeiten künftiger Generationen erhalten bleiben. Insbesondere muss die Gesellschaft dazu den folgenden Kriterien genügen [BMU 1996a, S. 5/7]:

- Die Nutzung einer Ressource darf auf Dauer nicht größer sein als die Rate zur Wiederherstellung der Ressource oder die Rate, in der die Aufgaben der Ressource ersetzt werden.
- Die Freisetzung von Stoffen und Energie darf auf Dauer nicht größer sein als die Tragfähigkeit der Umweltmedien bzw. ihre Anpassungsfähigkeit.

Um die Kriterien zu konkretisieren, wird zur Zeit darüber diskutiert, welcher Umweltzustand für die Zukunft angestrebt wird (Umweltqualitätsziele) und welche Maßnahmen (Umwelthandlungsziele) daraus abgeleitet werden sollen. Umwelthandlungsziele sollen auf die Beeinflussung belastender Stoffströme möglichst nahe an der Quelle ausgerichtet sein, um daraus geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltbelastungen konzipieren zu können [UBA 1997, S. 182]. Es existiert noch keine erprobte Methode zur Ableitung von Umweltzielen, die einen systematischen Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsanforderungen, Umweltqualitätszielen, Belastungsfaktoren und Verursachergruppen herstellt [ebenda, S. 326]. Die Reduzierung verschiedener Belastungsfaktoren ist jedoch bereits als Umwelthandlungsziel formuliert worden, sowohl auf der Ebene internationaler und europäischer staatlicher Vereinbarungen als auch in Form von Absichtserklärungen durch die Bundesregierung oder Verursachergruppen bzw. als Forderung von Forschungsinstituten und Umweltschutzorganisationen.

Die allgemeinen Umweltziele für kleine Bogenoffsetdruckereien, die in diesem Kapitel entwickelt werden, sollen dem Prinzip der Umweltvorsorge genügen und an den oben genannten Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtet sein. Zur Herleitung der Ziele werden die Umwelteinwirkungen der besonders mengenrelevanten und besonders gefährlichen Stoff- und Energieströme der Branche untersucht. Die Identifizierung dieser Stoff- und Energieströme erfolgt durch eine branchentypische Input-Output-Analyse (Kapitel 4.2).

Besonders gefährliche Stoff- und Energieströme liefern Anhaltspunkte für stoffspezifische Umweltgefährdungen. Bei besonders mengenrelevanten Stoff- und Energieströmen einer Branche kann davon ausgegangen werden, dass sie unabhängig von den Inhaltsstoffen zu besonders hohen Umwelteinwirkungen führen. Diese entstehen allein durch die Gewinnung und letztendliche Deponierung bzw. Luft-/Wasseremission der Stoffe [UBA 1997, S. 175]. Es ist absehbar, dass in Zukunft selbst mit einem gleichbleibenden Rohstoffverbrauch erhöhte spezifische Umwelteinwirkungen verbunden sein werden, da die Ergiebigkeit vieler Lagerstätten mit fortschreitender Ausbeutung abnimmt und somit ein höherer Aufwand bei der Rohstoffgewinnung erforderlich wird. Vor diesem Hintergrund und aufgrund der bereits heute durch den Umfang der Naturnutzung entstehenden Umwelteinwirkungen resultiert die Forderung des Umweltbundesamtes nach einer allgemeinen Reduzierung der Massenströme [ebenda].

Die in der Input-Output-Analyse identifizierten besonders mengenrelevanten und besonders gefährlichen branchentypischen Stoff- und Energieströme werden anhand einer Literaturrecherche auf ihre Umwelteinwirkungen hin untersucht (Kapitel 4.3 bis 4.7). Die darauf aufbauende verbalargumentative Beurteilung bezieht sich insbesondere auf die Umwelteinwirkungen innerhalb der Kategorien, die das Umweltbundesamt als zentrale Umweltproblemfelder definiert (Tabelle 2-1, S. 12).

Aus der Beurteilung werden dann allgemeine Umweltziele abgeleitet, die kleinen Bogenoffsetdruckereien empfohlen werden können. Übereinstimmungen der empfohlenen Ziele mit gesellschaftlichen Anforderungen werden aufgezeigt. Dabei werden sowohl staatliche Umwelthandlungsziele als auch Handlungsziele von Interessensvertretungen (Bundesverband Druck, Berufsgenossenschaft, Gewerkschaft), von Forschungseinrichtungen und Umweltschutzverbänden berücksichtigt. Durch eine breite Akzeptanz der branchenspezifischen Umweltziele wird gewährleistet, daß sie die wesentlichen Umweltthemen berücksichtigen. Dies ist vor allem dann wichtig, wenn die Umweltziele als Basis eines Kennzahlensystems dienen, das die Umweltleistung eines Betriebes im Vergleich mit anderen Unternehmen darstellt. [BMU/UBA 1997, S. 44].

## **4.2 Identifizierung besonders mengenrelevanter und besonders gefährlicher Stoff- und Energieströme**

Zur Identifizierung besonders mengenrelevanter und besonders gefährlicher Stoff- und Energieströme in kleinen Bogenoffsetdruckereien muss zunächst die Art der typischen Input- und Outputströme erfasst werden (qualitative Erfassung). Anschließend ist es nötig, die Mengen zu erfassen, die in kleinen Bogenoffsetdruckereien (mit weniger als 50 Beschäftigten) als Input bzw. Output typischerweise anfallen (quantitative Erfassung). Zur Identifizierung besonders mengenrelevanter Stoff- und Energieströme der Branche müssen alle Massenströme in vergleichbaren Einheiten vorliegen, damit ihre Relation zueinander untersucht werden kann und Größenordnungen darstellbar sind. Als Anhaltspunkt für die Gefährlichkeit von Stoff- und Energieströmen ist die Formulierung von Kriterien nötig.

Tabelle 4-1: Branchentypische Input-Analyse einer kleinen Bogenoffsetdruckerei

Bereich	1	INPUT	Mengenrelation	Gefahrstoff	WGK	VbF
<b>1.1 STOFFE</b>						
<b>1.1.1 Rohstoffe</b>						
Druck	1.1.1.1	Papier	x,xxx,xxx	-	-	-
Druck	1.1.1.2	Druckfarben und -lacke	x,xxx	-	1	-
<b>1.1.2 Hilfsstoffe</b>						
Druck	1.1.2.1	Druckfarbenzusätze	**	z.T. leicht entzündlich	2	k. bis A II
Druck	1.1.2.2	Druckpuder	**	-	-	-
<b>1.1.3 Betriebsstoffe</b>						
Vorstufe	(1.1.3.1	Filmentwickler)	xxx	reizend	1 bis 2	-
Vorstufe	(1.1.3.2	Fixierer)	xxx	z.T. reizend	1	-
Vorstufe	1.1.3.3	Filme	xxx	-	-	-
Vorstufe	1.1.3.4	Filmklebeband	**	-	-	-
Vorstufe	1.1.3.5	Montagefolie	xxx	-	-	-
Druckform	1.1.3.6	Druckplatten	x,xxx	-	-	-
Druckform	1.1.3.7	Druckplattenentwickler	xxx	ätzend	-	-
Vorst./Druckf.	1.1.3.8	Algenverhinderer	**	mindergiftig	2	-
Druckform	1.1.3.9	Korrekturmittel	**	z.T. reizend	1	-
Druckform	1.1.3.10	Gummierung	xxx	-	1	-
Druck	1.1.3.11	Gummitücher	xxx	-	-	-
Druck	1.1.3.12	Gummituch-reparaturlösung	*	(i.d.R.) gesundheits-schädlich	0 bis 2	-
Druck	1.1.3.13	Feuchtmittelzusatz Isopropanol	x,xxx	leicht entzündlich	1	B
Druck	1.1.3.14	Sonstige Feuchtmittelzusätze		-	1	-
Druck	1.1.3.15	Reinigungsmittel	x,xxx	z.T. leicht entzündlich	0 bis 2	k. bis A I
Druck	1.1.3.16	Putzlappen, neu	xxx	-	-	-
Druck/Weiterv.	1.1.3.17	Schmiermittel	**	-	1	-
Weiterv.	1.1.3.18	Verpackungskarton	**	-	-	-
Weiterv.	1.1.3.19	Verpackungsfolie	**	-	-	-
<b>1.1.4 Trinkwasser</b>						
Vorst./Druck	1.1.4.1	Prozesswasser	?	-	-	-
alle Stufen	1.1.4.2	Sanitärwasser	?	-	-	-
<b>1.2 ENERGIE</b>						
alle Stufen	1.2.1	Elektrische Energie	xx,xxx	(bei Kohlekraftwerk: -)	-	-
alle Stufen	1.2.2	Heizenergie	xx,xxx	-	1	-
<b>Jahresverbrauch:</b> x,xxx,xxx = bis ca. 1.000.000 kg    xx,xxx = bis ca. 20.000 kg x,xxx = bis ca. 3.000 kg    xxx = bis ca. 300 kg    ** = bis ca. 70 kg    * = unter 10 kg						
<b>Anmerkung:</b> k. = kennzeichnungsfrei, in Klammer = irrelevant, wenn keine eigene Filmherstellung						

Tabelle 4-2: Branchentypische Output-Analyse einer kleinen Bogenoffsetdruckerei

Bereich	2	OUTPUT	Mengenrelation	Umweltgefährdung	Verwertung
<b>2.1 PRODUKTE</b>					
<b>2.1.1 Grafische Produkte</b>					
Druck	2.1.1.1	Bedrucktes Papier	xxx,xxx	-	i.d.R. stofflich
Druck	2.1.1.2	Produktverpackung	xx	-	z.T. stofflich
<b>2.2 EMISSIONEN</b>					
<b>2.2.1 Abfälle</b>					
Druck	2.2.1.1	Papier	xxx,xxx	-	i.d.R. stofflich
Druck	2.2.1.2	Farben und Lacke	xxx	bes. überwachungsbedürftig	z.T. thermisch
Druck	2.2.1.3	Palettenholz	x	-	i.d.R. nein
Druck	2.2.1.4	Blechgebände	xxx	z.T. bes. überwachungsbedürftig	i.d.R. ja
Vorstufe/Druck	2.2.1.5	Kunststoffgebände	xx	bes. überwachungsbedürftig	i.d.R. thermisch
Vorstufe	2.2.1.6	Filme	xxx	-	z.T. stofflich+thermisch
Vorstufe	2.2.1.7	Montagefolien	xx	-	i.d.R. nein
Druck	2.2.1.8	Druckplatten	x,xxx	-	stofflich
Druck	2.2.1.9	Putzlappen	x	bes. überwachungsbedürftig	i.d.R. thermisch
<b>2.2.2 Flüssige Abfälle</b>					
Vorstufe	(2.2.2.1	Filmentwickler)	x,xxx	bes. überwachungsbedürftig	nein
Vorstufe	(2.2.2.2	Fixierer)	x,xxx	bes. überwachungsbedürftig	nein
Vorstufe	2.2.2.3	Druckplattenentwickler	x,xxx	bes. überwachungsbedürftig	nein
Druck	2.2.2.4	Reinigungsmittel	xxx	bes. überwachungsbedürftig	i.d.R. stofflich
<b>2.2.3 Abwasser</b>					
Alle Stufen	2.2.3.1	Sanitärabwasser	?	-	-
Druck	2.2.3.2	Reinigungsabwasser	?	Einleitungsgrenzwert	-
Vorstufe	2.2.3.3	Entwicklungsabwasser	?	Einleitungsgrenzwert	-
Druck	2.2.3.4	Feuchtwasserkreislauf-Abwasser	?	Einleitungsgrenzwert	-
<b>2.2.4 Abluft</b>					
Vorstufe	2.2.4.1	Ozon	?	Arbeitsplatzgrenzwert	-
Vorstufe/Druck	2.2.4.2	Kohlenwasserstoffe	x,xxx	Arbeitsplatzgrenzwert	-
Druck	2.2.4.3	Wasserdampf	?	-	-
Druck	2.2.4.4	Staub	xx	Arbeitsplatzgrenzwert	-
Heizung/Strom	2.2.4.5	Kohlendioxid	xx,xxx	-	-
alle Stufen	2.2.5	Abwärme	nicht vergleichbar	-	-
alle Stufen	2.2.6	Lärm	nicht vergleichbar	Arbeitsplatzgrenzwert	-
<u>Jahresverbrauch:</u>		x,xxx,xxx = bis ca. 1.000.000 kg	xxx,xxx = bis ca. 500.000 kg		
		xx,xxx = bis ca. 70.000 kg	x,xxx = bis ca. 3.000 kg	xxx = bis ca. 500 kg	xx = bis ca. 70 kg
<u>Anmerkung:</u> in Klammer gesetzt = nicht relevant, wenn keine eigene Filmherstellung					





## Vorgehensweise

Um die Art der typischen Input-Outputströme zu identifizieren und die Mengenrelationen zu erfassen, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Literaturrecherche zu Produktionsstrukturen und typischen Input-Outputströmen in Bogenoffsetdruckereien (vgl. Kapitel 3.2);
- Teilnahme an der Erfassung von Input-Outputströmen (nach Art und Menge) in einer kleinen Bogenoffsetdruckerei [JAVITZ 1997] und Diskussion mit den Beschäftigten über weitere branchentypische Einsatzstoffe
- Vergleich und Ergänzung der erfassten Stoff- und Energieströme (in bezug auf Art und Menge) mit den Input-Outputströmen von sieben weiteren kleinen Bogenoffsetdruckereien durch die Auswertung der jeweiligen Umwelterklärungen nach EG-Öko-Audit-Verordnung [OKTOBERDRUCK 1995; PLAKATIV 1996; RUDOLPH 1996; SCHMIDT&KLAUNIG 1996; KSDRUCK 1996; FREYBURGER 1996; ELEKTRA 1996].

Um einen ersten Anhaltspunkt für die Gefährlichkeit der Inputströme zu erhalten, wurden Sicherheitsdatenblätter ausgewertet. Dabei konnte überwiegend auf die Unterlagen der Bogenoffsetdruckerei zurückgegriffen werden, in der die Teilnahme an der Datenerhebung stattfand. Zusätzlich benötigte Sicherheitsdatenblätter wurden bei Lieferanten angefordert.

Als Anhaltspunkte für die Gefährlichkeit der Inputströme wurden die Kriterien *Gefahrstoff* [GEFVO 1994, Art. 4], *Wassergefährdungsklasse* [WHG 1994, Art. 19g] sowie *Entflammbarkeit* [VbF 1996] ausgewertet (siehe Tabelle 4-1). In der Tabelle stehen „WGK 0“ bis „WGK 3“ für „keine Wassergefährdung“, „schwache“, „mittlere“ bzw. „starke Wassergefährdung“. Bei den VbF-Klassen steht „AI“ für hochentflammbare, „AII“ für leichtentflammbare und „AIII“ für gering entflammbare Stoffe. Sind die Stoffe „kennzeichnungsfrei“, ist die Entflammbarkeit sehr gering. Stoffe der Klasse B sind zwar leicht entflammbar, sie sind jedoch mit Wasser mischbar, so dass die Entflammbarkeit herabgesetzt werden kann.

Beim Outputstrom Abfall wurden als Anhaltspunkte für die Umweltgefährdung die Kriterien *Überwachungsbedürftigkeit* [ABFBEST 1996] und *Verwertbarkeit* (demnach keine Deponieraumbelegung bzw. Verbrennungsemissionen) herangezogen. Beim Output Abwasser wurde als Kriterium das Vorliegen von *Einleitungsgrenzwerten* nach der Verwaltungsvorschrift für Abwasser aus fotografischen Prozessen [Vwv 1992] verwendet, beim Output gasförmiger Emissionen wurde geprüft, ob Grenzwerte bezüglich der *maximalen Arbeitsplatzkonzentration* [TRGS 1995] vorgeschrieben sind (Tabelle 4-2).

Um den Stromverbrauch in die gewichtsbezogenen Mengenrelationen einfügen zu können, wurden die in Kilowattstundeneinheiten ermittelten Verbrauchswerte in den Steinkohlebedarf eines Kraftwerks umgerechnet. Dabei wurde ein elektrischer Netto-Wirkungsgrad von 38% angenommen [nach FRITSCHKE et al. 1994, S. 84]. Für die Heizung wurde der Stoffstrom für eine Ölfeuerung berechnet. Nicht feststellbare Mengenrelationen sind mit einem Fragezeichen gekennzeichnet.

Die besonders mengenrelevanten Input- bzw. Outputströme sind in den Tabellen 4-1 und 4-2 grau unterlegt. Gleichmaßen sind besonders gefährliche Input- bzw. Outputströme, von denen vergleichsweise hohe Mengen erfasst wurden, grau unterlegt dargestellt.

## Ergebnisse der Input-Output-Analyse und Stoffstromauswahl

Die Ergebnisse der Input-Output-Analyse bilden die Grundlage für die Auswahl der Stoffströme, die zur Herleitung allgemeiner Umweltziele näher untersucht werden. Dazu werden die verschiedenen Größenordnungen der Input-Output-Analyse klassifiziert: bei mehr als vier Kreuzen als *besonders großer* Stoffstrom, bei vier Kreuzen als *großer*, bei drei Kreuzen als *mittlerer* und bei weniger als drei Kreuzen als *relativ geringer* Stoffstrom. Aus Zeitgründen wird im Rahmen der Arbeit nur auf die größten Massenströme und auf gefährliche Massenströme mit besonderer Mengenrelevanz eingegangen.

Besonders große Inputströme stellen Papier (1.1.1.1) und Trinkwasser (1.1.4) dar. Ein besonders großer Anteil dieser Stoffströme geht nicht in das Produkt ein, sondern fällt auf der Outputseite als Papierabfall (2.2.1.1) bzw. als Abwasser (2.2.3) an. Da es sich um besonders große Massenströme handelt, werden die Stoffströme Papier und Wasser genauer untersucht.

Ein großer Stoffstrom der Inputseite sind Farben und Lacke (1.1.1.2). Da ihnen gleichzeitig auf der Outputseite ein großer Stoffstrom besonders überwachungsbedürftiger Abfälle (2.2.1.2) gegenübersteht, wird auf Farben und Lacke näher eingegangen.

Große Stoffströme der Inputseite stellen weiterhin Isopropanol (1.1.3.13) und Reinigungsmittel (1.1.3.15) dar. Auf der Outputseite entstehen daraus nur beim Betrieb von automatischen Gummituchwaschanlagen flüssige überwachungsbedürftige Abfälle in mittlerer Größenordnung (2.2.2.4). Überwiegend finden sich die Inputströme auf der Outputseite als großer Stoffstrom in Form von Kohlenwasserstoff-Emissionen wieder (2.2.4.2). Da Arbeitsplatzgrenzwerte vorgegeben sind, liegt ein Anhaltspunkt für eine Umweltgefährdung vor. Aufgrund der Mengenrelevanz der In- und Outputströme sowie der Gefährlichkeit der Outputs wird der Stoffstrom der Kohlenwasserstoffe genauer untersucht.

Besonders große Inputströme stellen die Energieträger zur Bereitstellung von elektrischer Energie (1.2.1) und Heizenergie (1.2.2) dar. Bei fossilen Primärenergieträgern führt eine Verbrennung des Kohlenstoffs zu einem ca. 3,7-fachen Massenstrom an Kohlendioxid-Output (2.2.4.5) sowie zu weiteren Luftschadstoffen. Aufgrund der hohen Massenströme auf der Input- und Outputseite wird der Einsatz von Energie näher untersucht.

Druckplatten stellen einen großen Input-Stoffstrom dar (1.1.3.5). Der Stoffstrom wird im Rahmen der Arbeit aus zeitlichen Gründen nicht näher untersucht, da ihm auf der Outputseite ein nicht überwachungsbedürftiger, stofflich verwertbarer Abfall gegenübersteht (2.2.1.8). Aufgrund des relativ großen Massenstroms sollte der Stoffstrom jedoch in eine weiterführende Untersuchung einbezogen werden.

Einen großen Outputstrom stellen die flüssigen Abfälle der Film- und Druckplattenentwicklung dar. Dem stehen lediglich mittlere Inputströme gegenüber, da die Chemikalien stark mit Wasser verdünnt werden. Aus zeitlichen Gründen und aufgrund der geringeren Mengenrelevanz auf der Inputseite werden die Stoffströme im Rahmen der Arbeit nicht näher betrachtet, zumal nur bei einem Teil der kleinen Bogenoffsetdruckereien eine betriebsinterne Filmentwicklung stattfindet. Aufgrund der Anhaltspunkte für eine Umweltgefährdung sollten diese Stoffströme jedoch in eine weiterführende Arbeit einbezogen werden.

Allgemeine Umweltziele zum Stoffstrom *Papier* werden in Kapitel 4.3 entwickelt, der Stoffstrom *Wasser* wird entsprechend in Kapitel 4.4 näher betrachtet, *Farben und Lacke* werden in Kapitel 4.5 behandelt. Eine Ableitung allgemeiner Umweltziele zu *Kohlenwasserstoffen* findet in Kapitel 4.6 statt, auf den Einsatz von *Energie* wird entsprechend in Kapitel 4.7 eingegangen.

## 4.3 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Papier

Papier ist in Druckereien neben Trinkwasser der mengenmäßig relevanteste Stoffstrom. Dies gilt für die Input-Seite, auf der Papier als Rohstoff für die Druckerzeugnisse, für Verpackungen sowie in der druckereinterne Verwaltung eingesetzt wird. Auch auf der Output-Seite ist Papier ein besonders mengenrelevanter Stoffstrom. Daher wird im folgenden näher untersucht, welche Umwelteinwirkungen mit dem Papiereinsatz verbunden sind, um daraus empfehlenswerte allgemeine Umweltziele abzuleiten.

Der Lebensweg von Papier ist gekennzeichnet durch die unten genannten Schritte. Nummer Eins bis Vier sind aus Sicht der Druckerei vorgelagerte Stufen, die Nummern Sechs und Sieben nachgelagerte Stufen. Die Nennungen unter a) und b) sind als Alternativen zu verstehen.

Primärfasern	Sekundärfasern
1. a) Rohstoffgewinnung (Forstwirtschaft)	1. b) Rohstoffgewinnung (Altpapiersammlung)
2. Papierfaseraufschluss (Zellstoff/Holzstoff/Altpapierstoff)	3. Papierfaserbleiche
	4. Papierherstellung
5. Papierverarbeitung (Druckereien, Verpackungsindustrie,...)	
	6. Papierverwendung
7. a) Entsorgung im Haus-/Gewerbemüll (Deponierung oder Verbrennung)	7. b) Entsorgung in Getrenntsammlung (wie 1. b) oder thermische Verwertung)

Im nächsten Kapitel wird zunächst auf den Stoffstrom der Papierverarbeitung und Papierverwendung eingegangen. Dabei werden die Papiermengen untersucht, die in Deutschland verbraucht werden. Anschließend erfolgt eine Analyse der Umwelteinwirkungen auf den vor- und nachgelagerten Stufen des Papierlebenszyklusses.

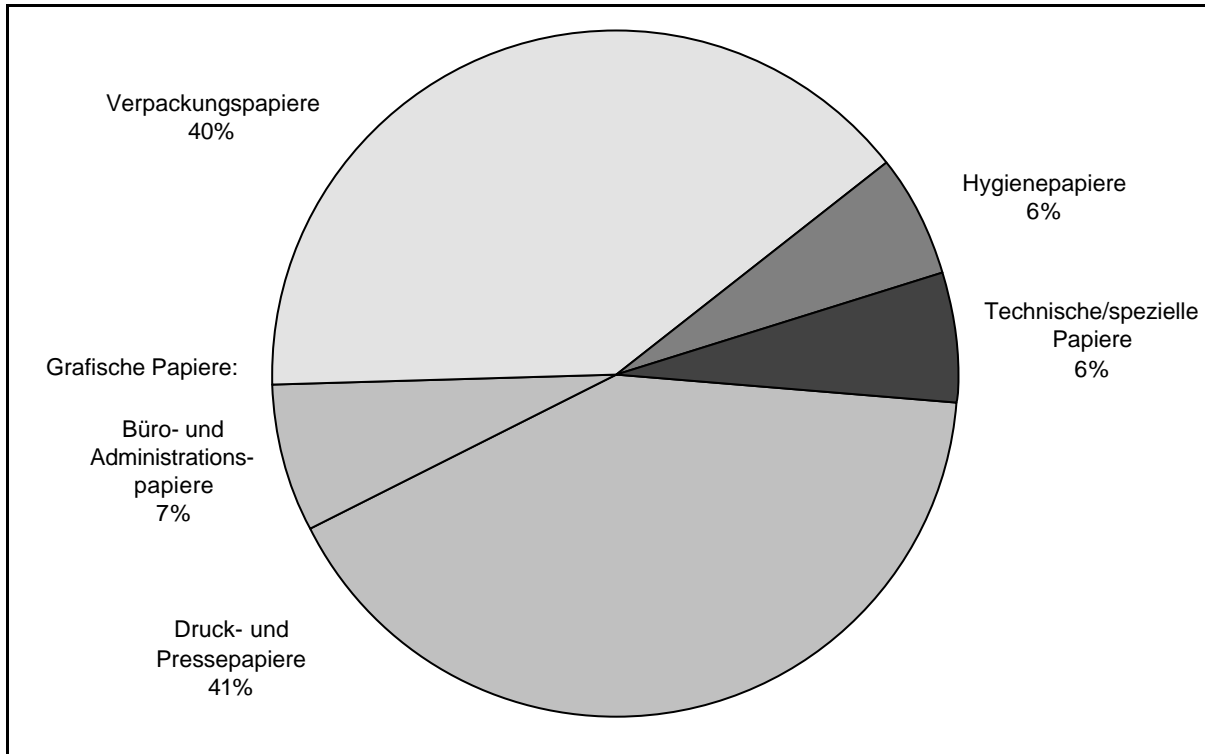
### 4.3.1 Papierverarbeitung und Papierverwendung

Abbildung 4-1 auf der folgenden Seite zeigt die Aufteilung des gesamten Papierverbrauchs in Deutschland, aufgeteilt nach Sortengruppen. Der Verbrauch von Papier entsteht bei den oben genannten Schritten „Papierverarbeitung“ und „Papierverwendung“. Nach einer Hochrechnung aus dem Jahr 1991 fallen im Schritt „Papierverarbeitung“ in Druckereien und anderen papierverarbeitenden Betrieben etwa 1,5 Mio. t Papierabfälle an. Dies entspricht etwa 10% des gesamten Papierverbrauchs [GROBMANN et al. 1994, S. 42]. Auf die Papierabfallmenge des Schrittes „Papierverwendung“ wird in Kapitel 4.3.6 (S. 61) eingegangen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass im Schritt „Papierverarbeitung“ der überwiegende Teil der eingesetzten Papiere bedruckt wird, da im Schritt „Papierverwendung“ vorwiegend bedruckte Papiere verbraucht werden. Bedruckte Papiere gehören in erster Linie zur Sortengruppe „Druck- und Pressepapiere“, weiterhin werden Papiere der Sortengruppe „Büro- und Administrationspapiere“ bedruckt sowie ein Teil der Verpackungs-, Hygiene- und Spezialpapiere. Die genaue Papiermenge, die in Druckereien verarbeitet wird, lässt sich nicht beziffern, da statistisch lediglich der Geldwert der Druckprodukte erfasst wird.

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Papier, bezogen auf alle Papiersorten, ist in Deutschland im Vergleich mit dem Weltdurchschnitt außerordentlich hoch (Abbildung 4-2). In Westdeutschland stieg der Verbrauch von 1950 bis 1989 auf das Sechseinhalbfache an (von 32,2 kg/a auf 209,7 kg/a). Zwischen 1990 und 1996 stagnierte der Verbrauch im vereinigten Deutschland bei etwa 190 kg/a. Im Jahr 1995 wurden 15,8 Millionen Tonnen Papier verbraucht. Somit wurde von 1,5% der Weltbevölkerung etwa 5,6% der weltweiten Papierproduktion konsumiert [VDP 1997].

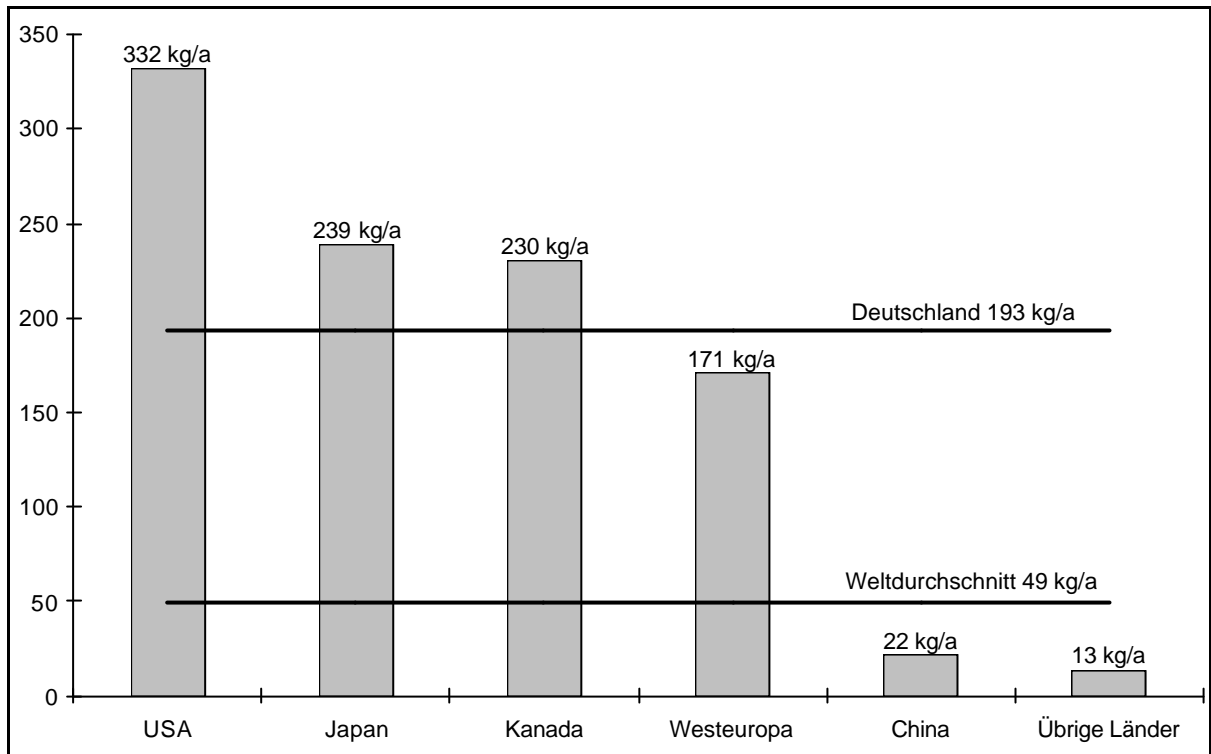
Abbildung 4-1: Sortenanteile am Papierverbrauch (1996) in Deutschland



[VDP 1997]

In kleinen Bogenoffsetdruckereien werden überwiegend „grafische Papiere“ eingesetzt (Druck- und Pressepapiere sowie Büro- und Administrationspapiere). Zu einem geringen Anteil werden auch Verpackungspapiere verarbeitet.

Abbildung 4-2: Pro-Kopf-Verbrauch an Papier (1995) im Vergleich



[VDP 1997]

## Umweltziel

Für kleine Bogenoffsetdruckereien wäre es wirtschaftlich nicht vertretbar, sich für eine Verminderung des Bedarfes an Druckerzeugnissen einzusetzen. Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist hingegen, die Effizienz beim Papiereinsatz zu erhöhen. Eine Effizienzsteigerung bedeutet, dass die von Kunden gewünschten Produkte mit einem geringeren Ressourcenverbrauch hergestellt werden.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier.**

Das Umweltziel einer Effizienzsteigerung zur allgemeinen Reduzierung der Massenströme wird sowohl von staatlicher Seite als auch von Umweltwissenschaftlern als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung unterstützt:

- **Europäische Union:** Öko-Effizienz-Initiative bei der 5. Tagung der Internationalen Kommission für Nachhaltige Entwicklung (CSD) der Vereinten Nationen: Aufforderung, das Ziel einer deutlich erhöhten Energie- und Materialeffizienz stärker zu berücksichtigen, z.B. nach dem „Faktor vier“-Konzept (Vervierfachung der Ressourcenproduktivität nach Weizsäcker/Amory/Lovins) [WEIZSÄCKER 1996; BMU 1997, S. 231].
- **Bundesumweltministerium:** „Umweltqualitätsziel ist der sparsame und schonende Umgang mit regenerierbaren und nicht regenerierbaren natürlichen Ressourcen zur Verminderung der mit dem Ressourcenverbrauch verbundenen Umweltinanspruchnahme und zur Sicherung der natürlichen Ressourcen für dauerhafte wirtschaftliche Tätigkeit. Dazu gehört ein effizienter Rohstoffeinsatz in Produktionsprozessen und Produkten.“ [BMU 1996a, S. 16] „Es gilt, den Papierverbrauch auf das notwendige Maß zu beschränken, um den Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastungen bei der Herstellung und dem Transport von Papier zu senken“ [FIZ 1995, S. 1].

- **Umweltbundesamt:** „Da alle Umweltbelastungen letztlich durch die Entnahme von stofflichen/energetischen Ressourcen und den Eintrag der hieraus früher oder später resultierenden Emissionen und Abfälle verursacht sind, ist die Reduzierung von Massenströmen erforderlich“ [UBA 1997, S. 174/208].
- **Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie:** „Leitlinien für die Ressourcennutzung: (...) Die Umsätze von Energie und Stoffen müssen auf ein risikoarmes Niveau abgesenkt werden.“ (...) Forderung nach einer Dematerialisierung als Einstieg in eine zukunftsfähige Wirtschaftsweise mit dem Leitgedanken, „die Material- und Energieflüsse, die Menschen der Natur entnehmen, in den nächsten Jahrzehnten um einen Faktor 10 zu verringern“ [BUND/MISERIOR 1995, S. 31/191].
- **Öko-Institut:** „Nachhaltiger Schutz der Umwelt erfordert Effizienzsteigerung und Konsum- bzw. Wertewandel. Umweltbelastung entsteht als Produkt aus der Zahl der Konsumeinheiten und der Umweltbelastung pro Konsumeinheit“ [GRIEBHAMMER 1996, S. 13].

#### 4.3.2 Rohstoffgewinnung (Forstwirtschaft/Altpapiersammlung)

Der Papiereinsatz ist zunächst mit Umwelteinwirkungen bei der Rohstoffgewinnung verbunden. Die wichtigsten Papierrohstoffe sind Faserstoffe. Zusatzstoffe (Füllstoffe, Streichmittel) haben je nach Papiersorte einen Anteil von 5-40% [BVD 1996, S. A-4-1]. Die eingesetzten Faserstoffe werden überwiegend aus dem Rohstoff Holz gewonnen; andere Faserstoffe (Baumwolle, Hanf, Stroh) haben einen Anteil von weniger als 0,2% [VDP 1997, S. 47]. Primärfasern werden nach den unterschiedlichen Herstellungsverfahren in Zellstoff und Holzstoff unterschieden. Auf deren Herstellung wird weiter unten (Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) näher eingegangen. Sekundärfasern (aus Altpapier) bestehen in der Regel aus einer Mischung von Holzstoff und Zellstoff.

#### Menge und Herkunft der Rohstoffe für den Papierverbrauch in Deutschland

Es ist schwer nachvollziehbar, wo das Holz geschlagen wird, das zur Herstellung der in Deutschland verbrauchten Papiere benötigt wird. Aufgrund der starken Internationalisierung der Faser- und Papiermärkte wird ein hoher Anteil der in Deutschland verbrauchten Papiere im Ausland hergestellt. Ein hoher Anteil der in Deutschland hergestellten Papiere wird mit Primärfasern produziert, die im Ausland erzeugt wurden.

Im vereinigten Deutschland existieren im Vergleich mit Westdeutschland 25% höhere Rohholzvorräte. Dennoch liegt die Nutzung einheimischer Hölzer in der deutschen Primärfaserindustrie seit 1991 unter dem Niveau, das in Westdeutschland bereits Ende der 80er Jahre verarbeitet wurde. Das „unter dem Grundsatz der Nachhaltigkeit nutzbare potentielle Rohholzaufkommen“ blieb 1990 bis 1994 zu etwa 17 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. zu 30% ungenutzt [POLLEY 1996, S. 15/21f]. Eine verstärkte Nutzung einheimischer Hölzer scheitert in Deutschland an fehlenden Verarbeitungskapazitäten, vor allem zur Herstellung von besonders festen Primärfasern (Sulfatzellstoffe). Sulfatzellstoffe werden jedoch für die Papierindustrie zunehmend wichtiger, da ein Trend zu leichteren Papieren und höheren Füllstoff- und Altpapieranteilen besteht [GRIEBHAMMER et al. 1995, S. 77]. Für 1998 ist der Bau von drei Sulfatzellstofffabriken geplant, die mehr als 1 Mio. t/a Sulfatzellstoff produzieren sollen [TIEDEMANN 1997]. Dadurch würde der Einsatz einheimischer Hölzer an den in Deutschland hergestellten Papieren deutlich zunehmen.

Sekundärfasern aus Altpapier sind in der deutschen Papierindustrie seit langem ein wichtiger Rohstoff. Im Jahr 1994 wurden 5% der eingesetzten Altpapiere aus dem Ausland importiert. Zwischen 1960 und 1996 stieg der Altpapiereinsatz bezogen auf die hergestellte Papiermenge kontinuierlich von 38% auf 60%. Bezogen auf die absolute Menge war allein zwischen 1990 und

1996 ein Zuwachs von 40% auf 8,9 Mio. t zu verzeichnen [VDP 1995/1997a].

Der Primärfaseranteil (35% in 1996) ist bei der Papierherstellung in Deutschland durch einen hohen Importbedarf gekennzeichnet. Im Jahr 1996 wurden 71% der eingesetzten Primärfasern (3,5 Mio. t) importiert. Deutschland ist weltweit der größte Nettoimporteur von Primärfasern. Die deutsche Papierindustrie verbrauchte 1995 etwa 2,8% der weltweiten Zellstoffproduktion (im Inland wurde ca. 0,5% der Weltproduktion produziert); zusätzlich wurde etwa 3,5% der weltweiten Holzstoffproduktion benötigt (Inlandsproduktion ca. 3,1%) [VDP 1995/1997a].

Bezogen auf die hergestellte Papiermenge wurden 1996 etwa 20% Zusatzstoffe eingesetzt (2,9 Mio. t). Damit ergibt sich ein Rohstoffverbrauch von etwa 17 Mio. t. Bei der Papierherstellung entstehen Verluste, so dass etwa 115% Rohstoffe für 100% Papier eingesetzt werden.

Die in Deutschland verbrauchten Papiere bestehen zunehmend aus Importware (1996: 46% = 7,1 Mio. t), obwohl die deutsche Papierindustrie die fünftgrößte der Welt ist und etwa 95% der Bedarfsmenge produziert (Tabelle 4-3). In Druckereien werden überwiegend „grafische“ Papiere verwendet (Druck- und Pressepapiere sowie Büro- und Administrationspapiere). Der Importanteil in dieser Sortengruppe liegt weit über dem Durchschnitt von 46%. Der Anteil wies in den letzten Jahren eine steigende Tendenz auf und lag 1996 bei 57%.

Die durchschnittliche Altpapierersatzquote in der Papierindustrie der Hauptimportländer liegt deutlich unter der Altpapierersatzquote in Deutschland [VDP 1997, S. 77]. Daher ist beim Verbrauch importierter Papiere ein wesentlich geringerer Altpapieranteil zu vermuten. Da genaue Zahlen nicht vorliegen, kann näherungsweise von der durchschnittlichen Altpapierersatzquote der Hauptimportländer ausgegangen werden (1993 ca. 31%) [VDP 1995, S. 59]. Wird für die importierten Papiere ein Verhältnis zwischen Zellstoff und Holzstoff angenommen, das dem Verhältnis der in Deutschland produzierten Papiere entspricht (etwa 3 zu 1), resultiert aus der geschätzten Altpapierersatzquote von 31% für die importierten Papiere ein Primärfaseranteil von 63% (übrige Menge sind Zusatzstoffe).

Der Holzbedarf zur Primärfaserproduktion kann abgeschätzt werden, indem der Holzverbrauch der deutschen Produktion einer Tonne Holzstoff (ca. 2,7 m<sup>3</sup> - „Erntefestmeter“) bzw. einer Tonne Zellstoff (ca. 5,2 m<sup>3</sup>) angesetzt wird [VDP 1995, S. 36].

Tabelle 4-3: Rohstoffbedarf (Fasern/Holz) für die in Deutschland verbrauchte Papiermenge

Verbrauchsmenge (1996) = 15,5 Mio. Tonnen						
Anteil Eigenerzeugung/Importe	54% Papiere aus Eigenerzeugung 8,4 Mio. t			46% Papiere aus Importen 7,1 Mio. t		
Faseranteile (ohne Zusatzstoffe)	Altpapier 60%	Zellstoff 25%	Holzstoff 9%	Altpapier ca. 31%	Zellstoff ca. 46%	Holzstoff ca. 17%
Faserverbrauch	4,8 Mio. t (ca. 5% Ausland)	2,1 Mio. t (ca. 89% Ausland)	0,8 Mio. t (ca. 4% Ausland)	2,2 Mio. t	3,3 Mio. t	1,2 Mio. t
Holzverbrauch	-	ca. 11 Mio. m <sup>3</sup>	ca. 2 Mio. m <sup>3</sup>	-	ca. 17 Mio. m <sup>3</sup>	ca. 4 Mio. m <sup>3</sup>
Summen:	ca. 13 Mio. m <sup>3</sup> (davon ca. 11 Mio. m <sup>3</sup> im Ausland)			ca. 21 Mio. m <sup>3</sup>		
	ca. 34 Mio. m <sup>3</sup> , davon ca. 31 Mio. m <sup>3</sup> im Ausland (91%)					

[VDP 1997; eigene Berechnungen]

Tabelle 4-3 zeigt den Faser- bzw. Holzverbrauch, der sich unter den genannten Annahmen für den Papierverbrauch in Deutschland ergeben. Der Papierverbrauch aus Eigenerzeugung war 1996 mit einem Holzverbrauch von etwa 13 Mio. m<sup>3</sup> verbunden, von denen etwa 11 Mio. m<sup>3</sup> Holz aufgrund der Primärfaserimporte von Forstwirtschaften im Ausland stammen. Mit dem Papierverbrauch aus Eigenerzeugung ist ein Verbrauch von nur etwa 2 Mio. m<sup>3</sup> Holz aus heimischer Forstwirtschaft verbunden. Mit dem Papierverbrauch ist weiterhin der Verbrauch von etwa 21 Mio. m<sup>3</sup> Holz aus ausländischer Forstwirtschaft zur Herstellung von importierten Papieren verbunden (46% des Papierverbrauchs). Daraus resultiert ein Gesamtverbrauch von etwa 34 Mio. m<sup>3</sup> Holz für den Papierverbrauch in Deutschland, von dem 91% (31 Mio. m<sup>3</sup>) aus Forstwirtschaften im Ausland stammen. Zur näheren Betrachtung der Umwelteinwirkungen ist daher zu untersuchen, aus welchen Ländern die importierten Primärfasern sowie die importierten Papiere stammen.

Skandinavien und Kanada sind für den Papierverbrauch in Deutschland die wichtigsten Einfuhrregionen mit 64% der Primärfasern. Auch 41% der importierten Papiere kommen aus dieser Region (Einfuhrländer siehe Anhang II).

Beim Import von *Primärfasern* kann bezüglich der Herkunft der verwendeten Hölzer davon ausgegangen werden, dass sie überwiegend aus der Forstwirtschaft der Importländer selbst stammen (im Fall von Finnland auch aus Russland, bei US-Faserimporten auch aus Kanada u.a.) [BUCHERT et al. 1997, S. 102]. Somit wird ein wesentlicher Teil der Holzrohstoffe für den Papierverbrauch in Deutschland in den Wäldern der „borealen“ (nördlichen) Klimazone gewonnen.

Das gleiche gilt für den Import von *Papieren*, wenn sie aus Ländern mit starker Primärfaserindustrie stammen (Skandinavien, Kanada). Bei den Papieren aus den übrigen Importländern kann nicht nachvollzogen werden, aus welchen Regionen die Hölzer für die Primärfasern stammen. Dort werden zur Papierproduktion ebenso wie in Deutschland bedeutende Anteile an Primärfasern importiert. Im Jahr 1993 deckten z.B. Italien und die Niederlande den Primärfaserverbrauch ihrer Papierindustrie zu je 85% aus importierten Fasern, die Schweiz zu 67% [VDP 1995, S. 56ff].



## Umwelteinwirkungen der Rohstoffbereitstellung

Die Umwelteinwirkungen zur Bereitstellung von Primärfaserrohstoffen entstehen durch die Gewinnung von Holz. Weltweit wird zur Primärfaserherstellung in erster Linie Industrierestholz aus Sägewerken sowie „Schwachholz“ verwendet, das im Gegensatz zu „Stammholz“ nicht für Bretter und Furniere genutzt werden kann. Wenn die Nachfrage nicht gedeckt werden kann, wird (wie z.T. in Kanada) zusätzlich Stammholz eingesetzt [BUCHERT et al. 1997, S. 102].

Die Gewinnung von Holz zur Papierherstellung geht daher in der Regel mit der Stammholzgewinnung einher. Der Holzeinschlag führt in den Herkunftsländern in Abhängigkeit von der Art der Forstwirtschaft zu unterschiedlich starken Umwelteinwirkungen, die unter der Kategorie „Schädigung und Beeinträchtigung von terrestrischen Ökosystemen“ zusammengefasst werden können (im Detail weiter unten). Durch den Energieverbrauch beim Einschlag und Transport sowie in besonderem Maße bei einer Übernutzung der Holzressourcen kommt es zu einer Verstärkung des Treibhauseffektes.

Zur Zeit wird mehr Wald eingeschlagen als nachwächst; so wird z.B. die Waldfläche in Sibirien jährlich um 4 Mio. ha reduziert [BUCHERT et al. 1997, S. 99]. Die Waldfläche, die als Senke und Speicher von Treibhausgasen dient, wird dadurch vermindert. Während in Süd- und Mitteleuropa seit geraumer Zeit praktisch keine naturbelassenen Wälder mehr existieren, ist auch in den für Deutschland wichtigsten Faserstoff- und Papierliefergebieten Schweden, Finnland, Ost- und Mittel-Kanada sowie in dem europäischen Teil Russlands die Abholzung von Primärwäldern nahezu vollständig beendet. In West-Kanada (British Columbia) und in Teilen Russlands (Karelien/Sibirien) findet zur Zeit die Zerstörung weiterer Teile borealer Primärwälder für die Holz- und Papierfaserherstellung statt [ebenda]. Tropische Hölzer werden nur zu etwa 3% zur Papierherstellung genutzt [BVD 1996a, S. A-4-3], allerdings werden Urwälder in verschiedenen tropischen Ländern (Brasilien, Venezuela) mit dem Ziel gerodet, Schnellwuchsplantagen für die Papierindustrie anzulegen [BUCHERT et al. 1997, S. 100].

In der borealen Klimazone werden häufig großflächig vollständige Kahlschläge praktiziert, so z.B. in British Columbia mit Kahlschlagflächen von über 100 ha [GREENPEACE/SLDF 1997]. Dabei kommt es zu Störungen des Wasserhaushaltes und zu Veränderungen des Mikroklimas. Vor allem in Verbindung mit einer zu geringen oder zu späten Wiederaufforstung führen Kahlschläge zur Bodenerosion, so dass ein Nachwachsen des Waldes vielfach nicht mehr möglich ist. Die Erosion bewirkt eine Verschlammung von Flüssen, so dass Fischbestände dezimiert werden [BUCHERT et al. 1997, S. 104f; WOLF 1994, S. 77].

In Skandinavien und Deutschland wird seit etwa 100 Jahren eine konsequente Wiederaufforstung durchgeführt, so dass dort die Holzressourcen zunehmen. Die Aufforstung mit Sekundärwäldern bedeutet jedoch zunächst lediglich eine *quantitative* Erneuerung der Holzressourcen, die nicht „nachhaltig“ ist, wenn nicht auch die *qualitativen* Aufgaben des Waldes wiederhergestellt werden (vgl. Nachhaltigkeitsdefinition auf S. 40).

Eine Aufforstung mit Monokulturen oder standortfremden, schnellwachsenden Hölzern verhindert ebenso wie die Zerstörung von Primärwäldern den Erhalt der Artenvielfalt. So sind z.B. durch die Praktiken der Forstwirtschaft in Schweden etwa 1.000 Tier- und Pflanzenarten, in Finnland laut einer 1991 angefertigten Untersuchung 692 Arten vom Aussterben bedroht. Die natürliche Biodiversität wird in Finnland nach staatlichen Angaben nur auf 3% der Waldfläche erhalten [MOHR 1996, S. 5; BUCHERT et al. 1997, S. 104f]. In Deutschland gilt die Forstwirtschaft als zweitwichtigster Verursacher des Artensterbens, drei Viertel der vom Aussterben bedrohten Säugetierarten sind Waldbewohner [MOHR 1996, S. 5]. Erst allmählich gewinnt das Leitbild eines naturnahen Mischwaldes mit hohem Laubholzanteil für die Forstwirtschaft an Bedeutung [IUP 1996, S. 33].

In den für Deutschland wichtigen Zulieferländern Spanien, Portugal und Brasilien werden häufig Schnellwuchsplantagen mit dem viel Wasser verdunstenden *Eukalyptus globulus* gepflanzt. Die Gerbstoffe der abgeworfenen Blätter bewirken, dass unter den Bäumen keine weiteren Pflanzen mehr wachsen, was zu einer Verringerung der Artenvielfalt führt. Häufig können die Bäume ihren Wasserbedarf nicht ausschließlich aus Niederschlagswasser decken, so dass es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels kommen kann. Je nach Verhältnissen am Standort ist durch Düngereinsatz und Pestizide ein Schadstoffeintrag in Grund- und Oberflächenwasser möglich [BUCHERT et al. 1997, S. 106f].

Die Umwelteinwirkungen bei der Bereitstellung von Sekundärfaserrohstoffen entstehen durch den Energieverbrauch bei der Sammlung und Sortierung von Altpapier. Der Transportaufwand zur Altpapiersammlung erfolgt im Rahmen der Abfallentsorgung und stellt daher einen Aufwand dar, der auch bei anderen Entsorgungswegen notwendig ist. Zusätzlicher Energieverbrauch entsteht bei der Papiersortierung und wenn die Transportaufwendungen im Gegensatz zu anderen Entsorgungswegen höher liegen. Dies führt zu Umwelteinwirkungen, die den Treibhauseffekt verstärken und eine Nutzung von nicht regenerativen Ressourcen darstellen (zu allgemeinen Umweltproblembereichen siehe Tabelle 2-1, S. 12).

## Umweltziel

Aufgrund der vielfältigen Umwelteinwirkungen bei der Holzgewinnung für Primärfasern kann als Umweltziel formuliert werden:

**Empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist: Beim Einkauf von Papier aus Holz-Primärfasern soll das Holz aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammen.**

Das Umweltziel wird durch internationale Beschlüsse, nationale Handlungsziele und Forderungen von Umweltschutzverbänden unterstützt:

- **Beschlüsse der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (Rio 1992):**
- **Konvention über biologische Vielfalt** - u.a. Art. 8: Gewährleistung der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von biologischen Ressourcen, die für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von Bedeutung sind; Förderung des Schutzes von Ökosystemen und natürlicher Lebensräume sowie die Bewahrung lebensfähiger Populationen von Arten in ihrer natürlichen Umgebung [BMU 1993a, S. 25ff].
- **Klimakonvention** - u.a. Art. 4: Verpflichtung zur Förderung einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Wäldern sowie ihrem Erhalt und ihrer Verbesserung als Senken und Speicher für Treibhausgase [BMU 1993a, S. 7ff].
- **Walderklärung** (nicht rechtsverbindlich) - z.B. Nr. 2: Forstliche Ressourcen und Waldgebiete sollen nachhaltig bewirtschaftet werden, um den sozialen, wirtschaftlichen, ökologischen,

kulturellen und geistigen menschlichen Bedürfnissen heutiger und künftiger Generationen gerecht zu werden. Diese Bedürfnisse beziehen sich auf forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen wie Holz und Holzzeugnisse, Wasser, Nahrungs- und Futtermittel, Arzneimittel, Brennstoff, Schutz, Arbeit, Erholung, Lebensräume für wildwachsende Pflanzen und wildlebende Tiere, landschaftliche Vielfalt, Kohlendioxidsenken und -speicher sowie sonstige Forstprodukte; Nr. 8: Ökologisch lebensfähige, repräsentative oder einzigartige Beispiele für Wälder sollen geschützt werden [BMU 1993a, S. 49ff].

- **Agenda 21** (nicht rechtsverbindlich) - Kapitel 11 (Bekämpfung der Entwaldung): z.B. Aufrechterhaltung der vielfältigen Rolle und Funktionen aller Waldarten, Waldgebiete und Gehölzflächen; Verbesserung des Schutzes, der nachhaltigen Bewirtschaftung und der Erhaltung aller Wälder [BMU 1993b, S. 79ff].
- **Bundesumweltministerium:**  
Die Erhaltung und Steigerung der CO<sub>2</sub>-Senkenkapazität der Wälder ist eines der vorrangigen Umweltqualitätsziele zum Schutz des Klimas [BMU 1996a, S. 11f]. Der Schutz und die Entwicklung von Wäldern ist außerdem ein Handlungsziel, um das vorrangige Umweltqualitätsziel „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ zu erreichen [BMU 1996a, S. 13f].
- **Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages:**
- Bei einer nachhaltigen Nutzung der erneuerbaren Ressource Holz darf die Abbaurate die Regenerationsrate nicht überschreiten. Die ökologische Leistungsfähigkeit muss aufrechterhalten bleiben, d.h. dass (mindestens) das „von den Funktionen her definierte ökologische Realkapital“ erhalten wird [ebenda, S. 45]. Forstwirtschaft ist laut Enquête-Kommission dann nachhaltig, wenn sie „insbesondere auf die langfristige Stabilität des Ökosystems Wald ausgerichtet“ ist [ENQUÊTE 1990, S. 46].
- **Bundesverband Druck**  
Forderung nach einem „selektiven Holzeinschlag, der sich nach den Schutzbedürfnissen des jeweiligen Waldgebietes richtet“ [BVD 1996, S. A-4.3].
- **Umweltschutzverbände:**  
Greenpeace, Robin Wood, BUND und Naturschutzbund fordern eine „ökologische Waldwirtschaft“ als Grundlage für die Herstellung von Holzprodukten [GREENPEACE et al. 1996]. Der Naturschutzbund erhebt ähnliche Forderungen nach einer „naturnahen Waldwirtschaft“ [NABU et al. 1996a]. Ziele sind ein möglichst geringer menschlicher Eingriff in natürliche Abläufe, Artenreichtum, Klimaausgleich und stabile Wasservorräte und Böden.
- **Gewerkschaft:**  
Unterstützung der Forderungen des Naturschutzbundes durch die Gewerkschaft Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft [NABU et al. 1996a].

### 4.3.3 Papierfaseraufschluss

#### Zellstoff

Bei der Zellstoffherstellung werden die Ligninanteile des Holzes bis auf maximal 10% entfernt. Aus reinem Zellstoff werden sogenannte „holzfreie“ Papiere hergestellt. 90% der weltweit hergestellten Zellstoffe werden nach dem *Sulfatverfahren* produziert. Dabei können praktisch alle Holzarten verarbeitet werden. Die Hölzer werden zu feinen Holzschnitzeln zerkleinert und in Natronlauge unter Zusatz von Natriumsulfid gekocht. In Deutschland wird Zellstoff nach dem *Sulfatverfahren* hergestellt. Das Verfahren benötigt einen geringeren Anlagenaufwand als das Sulfatverfahren und kann daher auch bei Kapazitäten unter 300.000 t/a rentabel arbeiten. Die Aufschlusschemikalien bestehen aus sauren Magnesium-, Calcium- oder Calciumbisulfidlösungen und verursachen geringere

Geruchsprobleme. Es können jedoch keine harzreichen Hölzer (z.B. Kiefern) verwendet werden. Sulfitzellstoff hat eine etwas geringere Festigkeit als Sulfatzellstoff, lässt sich jedoch leichter bleichen. Die Chemikalienrückstände der Zellstoffverfahren können überwiegend durch eine Verbrennung aufbereitet und zurückgewonnen werden. Durch die Verbrennung der Aufschlusslösung kann der Strombedarf in einigen Anlagen der Zellstoffindustrie vollständig gedeckt werden [HABERSATTER et al. 1996, S. 513].

## Holzstoff

Holzstoff wird in vergleichsweise einfachen Anlagen durch Mahlen oder Schleifen („Holzschliff“) gewonnen. Holzstoff hat eine hohe Opazität (Undurchsichtigkeit), weshalb er besonders für Papiere mit geringem Flächengewicht (Zeitungen, Zeitschriften, Kataloge) verwendet wird [GRIEBHAMMER et al. 1995, S. 212]. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Faserausbeute von 90-98% im Gegensatz zur Zellstoffherstellung mit 40-55% [BVD 1996a, S. A-4-2]. Dies führt jedoch dazu, dass keine energetisch verwertbaren Rückstände anfallen, so dass eine hohe Energiezufuhr nötig ist. Nachteile von Holzstoff sind die geringe Helligkeit und die Vergilbungsneigung aufgrund des Ligningehaltes. Die Festigkeit wird erhöht, wenn beim mechanischen Aufschluss zusätzlich Dampf (TMP - „Thermo-Mechanical-Pulp“) oder Dampf und Sulfitlösung (CMP - „Chemo-Themo-Mechanical-Pulp“) eingesetzt wird.

## Altpapierstoff

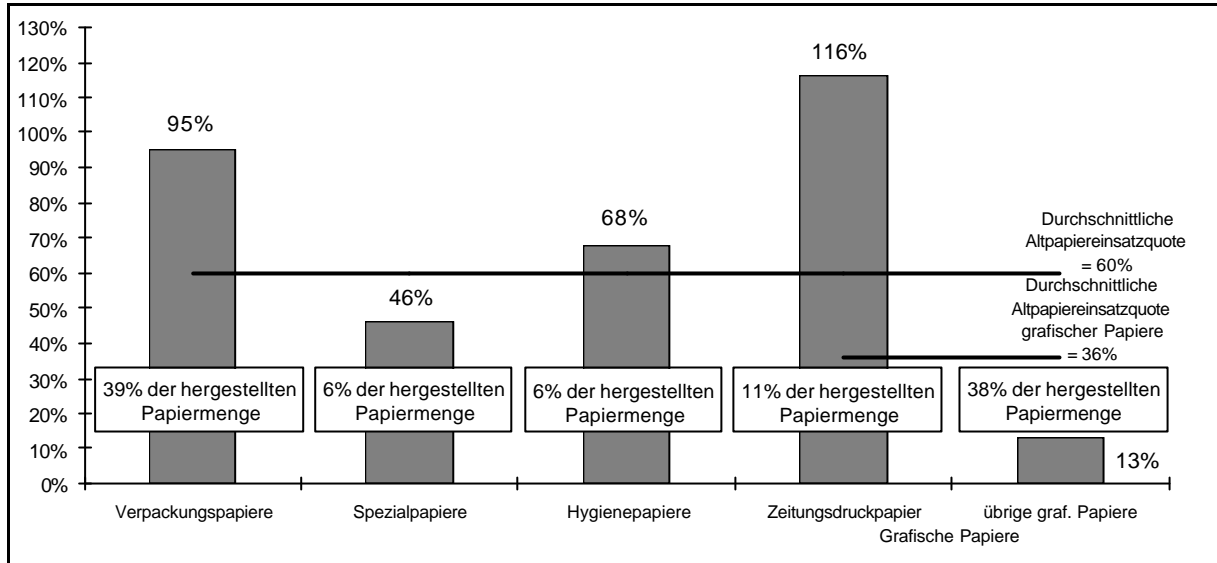
Altpapier wird nach seiner Zusammensetzung in fünf Sortengruppen und 41 Sorten unterteilt. Etwa 80% der erfassten Menge gehören zur „unteren“ Sortengruppe, je ca. 6% zur „mittleren“ bzw. „besseren“, ca. 8% sind „krafthaltige“ Sorten (ungebleichte Sulfatzellstoffe, z.B. Säcke und Pappen) und 0,1% sind Sondersorten [GROßMANN 1994, S. 36]. In der deutschen Papierindustrie werden etwa entsprechende Sortenanteile eingesetzt; der Bedarf an besseren Sorten liegt jedoch mit 9% leicht über dem Anteil am erfassten Altpapier [VDP 1997, S. 52].

Der Altpapieranteil der in Deutschland hergestellten Papiere weist je nach Papiersorte deutliche Unterschiede auf. Bei Verpackungspapier wurde 1996 eine Einsatzquote von 95% erreicht, bei Hygienepapieren beträgt der Altpapierverbrauch 68% der erzeugten Menge, bei Zeitungsdruckpapier liegt die Quote sogar bei 116% (Aufgrund von Verlusten bei der Faseraufbereitung und der Papierproduktion sind für den Rohstoffinput Werte bis zu 130% möglich). Bei den übrigen grafischen Papieren ist die Altpapiereinsatzquote außerordentlich niedrig. Im Jahr 1996 wurde mit 13% erstmals die 10%-Marke übertroffen. Für alle grafischen Papiersorten ergibt dies eine durchschnittliche Altpapiereinsatzquote von 36%. Der Durchschnitt in bezug auf alle erzeugten Papiersorten liegt bei 60%.

Papierfasern können nach Herstellerangaben etwa sechsmal wiederverwendet werden [STEINBEIS 1995, S. 13]. Zu kurze Fasern führen zu brüchigen und staubenden Papieren. Sie werden durch die Unterschreitung der Siebweite der Papiermaschinen als Abfall ausgeschleust.

Die Fasergewinnung aus Altpapier erfolgt durch die mechanische Zerfaserung unter Zusatz von Wasser. Anschließend werden Verunreinigungen in Sortierern und Zyklonen abgetrennt. Die Fasern können direkt zu Papier weiterverarbeitet werden (z.B. Karton, dunkle Recyclingpapiere). Ist ein höherer Weißegrad gewünscht, wird die Suspension in Flotationswaschzellen von den Druckfarben getrennt (Deinking). Die Fasersuspension wird anschließend entwässert und homogenisiert. Durch den Einsatz von Dampf und mechanischer Energie erfolgt eine Dispergierung, so dass sich klebende Verunreinigungen nicht störend bemerkbar machen. Das Produkt wird als „Deinkingstoff“ bzw. „Altpapierstoff“ bezeichnet.

Abbildung 4-3: Altpapiereinsatzquoten der in Deutschland hergestellten Papiersorten



[VDP 1997, S. 54]

## Umwelteinwirkungen der Faserherstellung

Die Faserherstellung ist aufgrund der Energie- und Chemikalienbereitstellung mit einem Verbrauch von Rohstoffen verbunden. Sind die Verfahren nicht energieautark, erfolgt durch die Nutzung von Strom und Gas ein Verbrauch von nicht regenerierbaren Ressourcen, deren Verbrennung zum Treibhauseffekt und zur Versauerung beiträgt (vgl. allgemeine Umweltproblemfelder in Tabelle 2-1, S. 12). Zusätzlich werden zur Faserherstellung hohe Mengen an Wasserressourcen benötigt. Beim Faseraufschluss kommt es zur Schädigung und Beeinträchtigung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen durch die Emission von umweltgefährdenden und zum Teil humantoxischen Stoffen. Diese entstehen in Form von Abgasen, belasteten Abwässern und Abfällen. Die Deponierung der anfallenden Abfälle ist mit einem Flächenverbrauch verbunden.

Ein ökologischer Vergleich der Faserherstellungsverfahren ist schwierig, da international sowohl bei der Holz- und Zellstoffherstellung als auch bei der Altpapieraufbereitung Verfahren mit sehr unterschiedlichem technischen Niveau und dementsprechend unterschiedlichen Umwelteinwirkungen eingesetzt werden (Beispiele siehe Anhang II). Daraus ergeben sich bei der Erstellung von Ökobilanzen zum Teil erhebliche Differenzen [z.B. PUTZ/GÖTTSCHING 1991; HABERSATTER et al. 1991/1996; UBA 1995b]. Zur Zeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes eine umfassende Ökobilanz für Druckpapiere erstellt, die auch auf die Umwelteinwirkungen der Faserherstellungsverfahren eingeht und voraussichtlich Ende 1997 veröffentlicht wird [TIEDEMANN 1997].

In einem Vergleich verschiedener Bilanzierungen aus dem Jahr 1995 wird resümiert: „Aus der Interpretation vorliegender Studien kann der Schluss gezogen werden, dass der Einsatz von Altpapier in der Papierindustrie gegenüber primären Faserstoffen aus ökologischer Sicht bei Ressourcenverbrauch, Abwasser- und Luftemissionen sowie Abfällen vorteilhaft ist. Unter dem Gesichtspunkt der Kohlendioxidemissionen aus fossilen Rohstoffen schneiden unter den heutigen energiewirtschaftlichen Bedingungen der Papierindustrie Holzstoffe sowie Altpapierstoff gegenüber Zellstoffen schlechter ab“ [GRIEBHAMMER et al. 1995, S. 158]. Es wird angemerkt, dass bei einer vermehrten energetischen Nutzung der („emissionsneutralen“, regenerativen) Reststoffe aus der Altpapieraufbereitung die Emissionen an fossilem Kohlendioxid ungefähr gleich niedrig wären wie bei der Zellstoffherstellung. Inzwischen gibt es Papierfabriken, bei denen der Energiebedarf zur Altpapieraufbereitung zum Teil aus den anfallenden Reststoffen gedeckt wird [HAINDL 1997, S. 18].

## Umweltziel

Da bei der Papierherstellung geringere Umwelteinwirkungen bei der Verwendung von Altpapier als Faserrohstoff entstehen, als bei der Verwendung von Primärfasern, ist die Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern.**

Das Umweltziel wird durch die Bundesregierung, Fachleute der Jury des RAL-Umweltzeichens „Blauer Engel“ sowie durch verschiedene Umweltschutzverbände und den Bundesverband Druck unterstützt:

- **Bundesumweltministerium:**  
„Es gilt, Papiersorten einzusetzen, die vergleichsweise geringe Umweltbelastungen verursachen. In der Umweltbilanz schneiden Produkte aus Altpapier am besten ab“ [FIZ 1995].
- **Jury Umweltzeichen:**
- „Das Umweltzeichen soll eine Einkaufshilfe für den Verbraucher sein.“ Zum RAL-Umweltzeichen Nr. 14 (Recyclingpapier) und Nr. 56 (Recyclingkarton): „Beim ökologischen Systemvergleich schneiden Papierprodukte aus Altpapier gegenüber Papierprodukten aus primärem Zellstoff im Hinblick auf die Aspekte Ressourcenverbrauch, Abwasserbelastung, Wasser- und Energieverbrauch wesentlich günstiger ab“ [RAL 1997, S. 6/49/123].
- **Umweltschutzverbände:**  
Greenpeace/BUND/Robin Wood: Die Verbände erheben Forderungen nach einer Nutzung von Altpapier oder Recyclingpapier bzw. einer „weitestgehenden Deckung des notwendigen Papierbedarfs durch Recycling-Produkte“ [THIES 1991, S. 58; NATURLAND 1996, S. 7].
- **Bundesverband Druck:**
- „In dem Bemühen, mehr Altpapier in den Stoffkreislauf zurückzuführen, fällt der Druckindustrie eine wichtige Aufgabe zu: altstoffhaltigen Papierqualitäten ‘den Weg in die Druckproduktion zu ebnen’. Dies bedeutet, die Nachfrage nach solchen Papieren stärker zu wecken. Durch Beratung und Aufklärung der Druckkunden sind die Anwendungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Papierqualitäten aufzuzeigen“ [BVD 1993, S. 3]. „Der Einsatz von Altpapier zur Papiererzeugung verringert das Müllaufkommen und schont die Ressourcen, wie Energie und Wasser. (...) Neben den ‘klassischen’ Einflussgrößen für das Recycling wird es für Gesellschaft, Wirtschaft und Industrie immer notwendiger, das Recycling mengenmäßig zu steigern“ [PUTZ/GÖTTSCHING 1991, S. 19f]. „Als ökologische Vorteile für Recyclingpapiere (100% Altpapier) sprechen insbesondere der geringere Primärenergie- und Frischwasserverbrauch bei der Produktion und die geringere Belastung des biologisch gereinigten Abwassers. Die Ressourcenschonung verstärkt sich mit jeder weiteren Nutzung“ [BVD 1996a, S. D-3-2-1].

### 4.3.4 Papierfaserbleiche

Bei der Bleiche von Sulfat- und Sulfitzellstoff war es bis Anfang der 90er Jahre üblich, Elementarchlor (Chlorgas) oder Chlordioxid einzusetzen. In den 90er Jahren wurden die Bleichverfahren zunehmend dahingehend umgestellt, den Chloreinsatz durch den Einsatz von Sauerstoff, Ozon und Peroxiden zu verringern. Sulfitverfahren sind leichter auf eine chlorfreie Bleiche umstellbar, so dass die deutschen Papierhersteller im Jahr 1994 bereits vollständig umgestellt hatten [VDP 1995, S. 16]. Bleichverfahren, die ohne Chlorgas arbeiten, jedoch neben Wasserstoffperoxid auch Chlordioxid oder Natriumchlorat einsetzen, werden von Zellstoffherstellern als „elementarchlorfrei“ bezeichnet (ECF). Um vollständig chlorfreie Verfahren kennzeichnen zu können, wurde die Bezeichnung TCF („totally chlorine free“) eingeführt. Der Bundesverband Druck rechnet

damit, dass bis zum Jahr 2006 eine vollständige Umstellung der Chlorbleiche auf „chlorarme“ (ECF-) Verfahren stattfindet [BVD 1996a, S. A-4-3].

Die Bleiche von Holzstoff erfolgt in der Regel durch Wasserstoffperoxid und/oder Natriumdithionit, außerdem wird die Bleiche mit Sauerstoff und Ozon durchgeführt.

### Umwelteinwirkungen der Faserbleiche

Neben dem Verbrauch von Ressourcen zur Energie- und Chemikalienbereitstellung führt die Faserbleiche vor allem zu Umwelteinwirkungen, die eine mehr oder weniger starke Schädigung und Beeinträchtigung aquatischer Ökosysteme bewirken. Des Weiteren ist mit der Bleiche ein hoher Verbrauch von Wasserressourcen verbunden. Durch die Schließung von Kreisläufen konnte der Wasserverbrauch in den letzten Jahrzehnten vor allem bei der Bleiche von Holzstoff, Sulfitzellstoff und Altpapierstoff erheblich gesenkt werden. Die Kreislaufschließung bei der Bleiche von Sulfitzellstoff wird erst seit 1996 in geringem Maße praktiziert [UHLEMANN 1996, S. w30ff].

Bei einer völlig chlorfreien Bleiche werden in der Regel Komplexbildner wie z.B. EDTA eingesetzt. Sie sind biologisch schwer abbaubar und gelangen weitgehend mit dem Abwasser in die Gewässer. Sie können in Flüssen abgelagerte Schwermetalle remobilisieren und direkt die Zellen von Wasserorganismen schädigen [BUCHERT et al. 1997, S. 33].

Die Bleiche mit Chlor führt unter anderem zu Belastungen des Abwassers mit Organochlorverbindungen, die bei der Verwendung von Chlorgas in einer Höhe von 5-8 kg AOX pro Tonne Zellstoff auftreten. Es entstehen besonders wassergefährdende Stoffe wie Pentachlorphenol (PCP), Methylchlorid, Chloroform, Trichlorethylen (Tri) oder Perchlorethylen (Per), die krebserzeugend und/oder erbgutschädigend wirken. Diese Stoffe sind in Kläranlagen nur zum Teil abbaubar und reichern sich daher in der Nahrungskette an. Bei der Verbrennung von chlorhaltigem Klärschlamm kommt es zur Dioxinbildung [THIES 1991, S. 22ff]. Die Bleiche mit Chlorverbindungen führt dazu, dass Primärfaserpapiere Dioxingehalte von 2-56 ng Toxizitätsäquivalenten pro Kilogramm aufweisen. Durch chlorgebleichte Primärfasern können sich in geringem Maße auch Dioxine in Papier aus aufbereitetem Altpapier befinden [TEMMING 1995, S. 50]. Bei der chlorarmen Bleiche (ECF) beträgt die Abwasserbelastung mit Chlorverbindungen etwa 0,3 kg AOX pro Tonne [HABERSATTER et al. 1996, S. 509].

### Umweltziel

Da bei der Chlorbleiche erhebliche Umwelteinwirkungen durch human- und ökotoxische Chemikalien entstehen, stellt die Vermeidung von chlorgebleichten Papieren ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien dar.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Vermeidung von chlorgebleichten Papieren.**

Das Umweltziel wird unterstützt durch

- **Bundesumweltministerium:**

Umweltqualitätsziel ist der „Schutz vor schädlichen Stoffen“, vorrangiges Handlungsziel ist unter anderem die „Verringerung des Gesundheitsrisikos durch kanzerogene Schadstoffe“ [BMU 1996a, S. 18]. „Es gilt, Papiersorten einzusetzen, die vergleichsweise geringe Umweltbelastungen verursachen“ [FIZ 1995].

- **Rat der Sachverständigen für Umweltfragen:**  
„In jedem Fall ist eine weitere Reduktion der polychlorierten Dibenzo-p-dioxin- und -furanbelastung von Mensch und Umwelt anzustreben.“ [BMU 1996b, S. 25]
- **Landesgewerbeamt Baden-Württemberg:**  
„Für den Bedruckstoff Papier ist eine ‘Mussforderung’, chlorfrei gebleichten Zellstoff zu verwenden“ [LGA 1997, S. 6].
- **Umweltschutzorganisationen:**  
z.B. Greenpeace: Forderung nach einem vollständigen Verzicht chlorhaltiger Bleichchemikalien [THIES 1991, S. 30].

#### 4.3.5 Papierherstellung

Bei der Papierherstellung wird das Fasermaterial aufgelöst, aufbereitet, auf Endlossieben entwässert, gepresst, getrocknet und gegebenenfalls nachbehandelt. Eine glatte und glänzende Oberfläche kann durch mechanische Glättwerke mit polierten Walzen (Super Calander) erzielt werden („SC-“, „satierte“ Papiere) [THIES 1991, S. 37]. Je nach gewünschter Eigenschaft werden bei der Aufbereitung und/oder bei der Nachbehandlung Füllstoffe und weitere Hilfsstoffe hinzugefügt. Der Anteil der Füllstoffe kann bis zu 35% ausmachen, der Anteil sonstiger Hilfsstoffe liegt bei etwa 2% [BVD 1996, S. A-4.1]. Die Füllstoffe können bei der Aufbereitung der Fasersuspension zugesetzt werden, oder sie werden mit Bindemitteln (Stärke, Kaolin, Kasein, synthetische Polymere) gemischt und nachträglich auf das Rohpapier als Streichfarbe aufgetragen („pigmentierte“, „gestrichene“ Papiere). Sie verringern die Durchsichtigkeit der Papiere und verbessern die Bedruckbarkeit. Um die Weiße zu erhöhen, werden zum Teil optische Aufheller verwendet. Als Betriebsstoffe werden unter anderem Biozide zur Verhinderung von Pilzen und Bakterien eingesetzt.

#### Umwelteinwirkungen

Die Umwelteinwirkungen der Papierherstellung sind in starkem Maße abhängig von der Art der hergestellten Papiersorte. Erfolgt die Papierherstellung nicht direkt im Anschluss an die Faserherstellung, sind hohe Energieaufwendungen zum Wasserentzug sowie zur Wiederauflösung der Faserrohstoffe nötig. Die Bereitstellung von Chemikalien und Energie ist mit einem Verbrauch von Ressourcen verbunden. Die Förderung der wichtigsten Füllstoffe Kaolin (Porzellanerde) und Calciumcarbonat (Kalkstein) im Tagebau ist mit einem Flächenverbrauch sowie einer Beeinträchtigung von terrestrischen Ökosystemen verbunden. Die Betriebsstoffe der Papierherstellung sind zum Teil human- und ökotoxisch und können zu einer Beeinträchtigung aquatischer Ökosysteme beitragen [BUCHERT et al. 1997, S. 98; THIES 1991, S. 37]. Auch der Einsatz von optischen Aufhellern (fluoreszierende Di-amino-stilben-di-sulfonsäure-Derivate) kann zu Gewässerbelastungen führen. Die Stoffe sind biologisch nicht abbaubar, ein photochemischer Abbau wird jedoch nicht ausgeschlossen [KRAMER et al. 1996].

#### Umweltziel

Es ist schwierig, bezüglich der Zusatzstoffe im Papier ein empfehlenswertes Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien zu formulieren, da ihre Verwendung mit ökologischen Vor- und Nachteilen verbunden ist.

Der Einsatz von Streichmasse hat beim Papierrecycling den Vorteil, dass die Ablösung der Druckfarben erleichtert wird. Die Streichfarbe stellt außerdem bei lignin- und altpapierhaltigen Papieren einen Schutz vor Vergilbung dar, so dass die Papiere auch für anspruchsvollere Einsatzzwecke verwendet werden können. Der Einsatz optischer Aufheller erhöht die Konkurrenzfähigkeit von Papieren aus Altpapier gegenüber Primärfaserpapieren, so dass sie zu einer



Erhöhung des Altpapiereinsatzes beitragen können.

Ein erhöhter Einsatz von altpapierhaltigen Papieren führt zu einem geringeren Verbrauch an Füllstoffen (siehe Umweltziel des Kapitels 4.3.2). Bei der Aufbereitung von Altpapier bleibt ein Teil der Zusatzstoffe erhalten, so dass z.B. bei den ressourcenschonenden Papieren mit geringem Flächengewicht auf den Einsatz von Zusatzstoffen verzichtet werden kann. Diese können ansonsten zur Erhöhung der Undurchsichtigkeit nötig sein [TEMMING 1995, S. 43].

Als empfehlenswertes Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien kann formuliert werden, dass keine Papiere eingekauft werden sollten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden (Gefahrstoffe, die zu irreversiblen Schäden führen, krebserzeugend, erbgutverändernd oder fruchtschädigend sind).

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist, beim Papiereinkauf die Sorten zu vermeiden, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden.**

Das Umweltziel wird unterstützt durch

- **Bundesumweltministerium:**

Umweltqualitätsziel ist der „Schutz vor schädlichen Stoffen“, vorrangiges Handlungsziel ist unter anderem die „Verringerung des Gesundheitsrisikos durch kanzerogene Schadstoffe“ [BMU 1996a, S. 18]. „Es gilt, Papiersorten einzusetzen, die vergleichsweise geringe Umweltbelastungen verursachen“ [FIZ 1995].

- **Umweltschutzorganisationen:**

z.B. Greenpeace: Forderung nach dem Verzicht auf Einsatzstoffe, von denen Schäden für Gesundheit und Umwelt ausgehen [THIES 1991, S. 48].

#### 4.3.6 Papierentsorgung

Die Papierentsorgung erfolgt über die Haus- und Gewerbemüllsammlung oder über eine getrennte Sammlung mit dem Ziel der Verwertung. Haus- und Gewerbemüll gelangt auf Deponien oder in Hausmüllverbrennungsanlagen. Getrennt gesammelte Altpapiere werden überwiegend zur Wiederverwendung aufbereitet, ein minimaler Anteil wird verbrannt.

Theoretisch besteht ein nutzbares Altpapierpotential von etwa 83% des Papierverbrauchs. Die übrige Verbrauchsmenge besteht aus langlebigen Produkten (ca. 7%), nicht erfassbaren Papieren durch Hausbrand und Toilettenpapiere (ca. 6%) sowie nicht verwertbare Papierabfälle wie Taschentücher (ca. 4%) [GROßMANN et al. 1994, S. 78]. Die Rücklaufquote (Altpapieraufkommen zu Papierverbrauch) lag im Jahr 1996 bei 71% [VDP 1997], so dass etwa 12% der nutzbaren Altpapiere entsorgt wurden (entsprechend etwa 1,9 Mio. t).

#### Umwelteinwirkungen der Papierentsorgung

Umwelteinwirkungen entstehen bei der Deponierung von Papierabfällen aufgrund des Flächenverbrauches. Die bei der Verbrennung und auch bei der Deponierung entstehenden Treibhausgase können als klimaneutral eingestuft werden, wenn die nachwachsende Menge an Holzrohstoffen entsprechende Treibhausgasmengen bindet. Je nach Inhaltsstoffen der Papiere kann es bei der Deponierung oder Verbrennung zur Emission von human- und ökotoxischen Stoffen kommen. Die Inhaltsstoffe hängen von Herstellung und Verarbeitung der Papiere ab.

Zur Verringerung der Emission von human- und ökotoxischen Stoffen durch die Deponierung bzw. Verbrennung von Papierabfällen kann eine Druckerei dadurch beitragen, dass sie Papiere mit einem geringen Schadstoffbelastung in Umlauf bringt. Im vorangegangenen Kapitel wurde bereits das

Umweltziel einer Schadstoffentfrachtung beim Papiereinkauf formuliert. Die Papierverarbeitung selbst kann zu einer Erhöhung der Schadstoffbelastung führen, auf die bei der Betrachtung von Druckfarben und Kohlenwasserstoffen eingegangen wird. Die Formulierung eines Umweltziels für den Schritt „Papierentsorgung“ ist somit nicht erforderlich.

Eine Verringerung des Flächenverbrauchs durch Papierabfälle kann durch die verstärkte Rückführung von Papieren in den Sekundärrohstoffkreislauf erreicht werden. Die in Druckereien anfallenden Papierabfälle werden vollständig in den Kreislauf zurückgeführt. Zur Förderung der Rückführung von Papieren nach der Papierverwendung beim Endverbraucher können Druckereien lediglich dadurch beitragen, dass sie ein Altpapiersammelsystem für grafische Papiere unterstützen. Die Pflicht zur Beteiligung am Aufbau eines derartigen Systems ist im Entwurf der Altpapierverordnung vorgesehen [ALTPAPIERVO 1992].

Die Verordnung wurde nicht in Kraft gesetzt, da die „Arbeitsgemeinschaft grafischer Papiere“ (AGRAPA) stattdessen 1994 unter Beteiligung des Bundesverbandes Druck eine Selbstverpflichtung der Hersteller und Vertreiber grafischer Papiere formuliert hat [AGRAPA 1994]. Aufgrund der Selbstverpflichtung wird in festgelegten Zeitabständen überprüft, ob das Umweltziel in bezug auf die angestrebten stofflichen Wiederverwertungsquoten erreicht wird. Die Berechnung erfolgt nach einem komplizierten Schlüssel unter Einbeziehung von geschätzten Exportmengen grafischer Altpapiere. Dieses Ziel wird bereits durch das in Kapitel 4.3.3 formulierte allgemeine Umweltziel einer Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern unterstützt.

Zum 1.1.1997 sah der Entwurf der Altpapierverordnung eine Quote von 60% vor, die Selbstverpflichtung sieht 55% vor. Beide Werte wurden nach dem genannten Schlüssel bereits unmittelbar nach Abgabe der Selbstverpflichtung am 1.1.1995 übertroffen. Zum 1.1.1996 wurde für grafische Altpapiere eine Wiederverwertungsquote von 73% errechnet [GESPARREC 1997].

## 4.4 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Wasser

Wasser ist in Druckereien auf der Inputseite in Form von Trinkwasser einer der mengenrelevantesten Stoffströme, der in etwa gleicher Menge auf der Outputseite als Abwasser anfällt.

Trinkwasser wird regional unterschiedlich aus Grundwasser oder Oberflächenwasser gewonnen. Zur Förderung und Aufbereitung wird vor allem Energie benötigt, die überwiegend durch den Verbrauch nicht regenerierbarer Ressourcen bereitgestellt wird. Die Nutzung von Trinkwasser stellt den Verbrauch einer regenerierbaren Ressource dar. Bei einer Trinkwasserversorgung durch Grund- und Oberflächenwasser ist eine Neubildung in Deutschland aufgrund einer relativ hohen Niederschlagsrate in der Regel gewährleistet.

In Ballungsräumen mit einem hohen Wasserbedarf und unterdurchschnittlichen Niederschlagsraten kann es jedoch zu einer Übernutzung der Wasserressourcen kommen. So wird zum Beispiel im Hessischen Ried in Jahren mit mittlerem Niederschlag etwa 3 Mio. Kubikmeter bzw. 2% mehr Grundwasser gefördert als neugebildet. Dadurch kommt es zu Grundwasserabsenkungen und somit zur Schädigung und Beeinträchtigung von Ökosystemen [IVEN 1994]. Bezüglich des anfallenden Abwassers steigt der Behandlungsaufwand und der damit verbundene Verbrauch an Energieressourcen mit der entsorgten Menge.

### Umweltziel

Zur Schonung von Ressourcen stellt die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser ein empfehlenswertes Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien dar. .

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist**

<b>die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser.</b>
--

Es wurde bereits bezüglich des Einsatzes von Papier aufgezeigt, dass das Umweltziel einer Effizienzsteigerung zur allgemeinen Reduzierung der Massenströme von Regierungsseite wie auch von Umweltschutzverbänden u.a. unterstützt wird (Kapitel 4.3.1, S. 50).

## 4.5 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Farben und Lacken

Farben und Lacke stellen in kleinen Bogenoffsetdruckereien einen relativ hohen Inputstrom dar, von dem ein großer Anteil als Farb- und Lackabfall im Outputstrom anfallen kann.

### Herstellung

Für die gesamte Branche der Bogenoffsetdruckereien wird der Farbverbrauch auf etwa 12.700 t pro Jahr geschätzt. Für die Verwendung von (farblosen) Schutzlacken liegen keine Zahlen vor. Offsetdruckfarben bestehen aus Bindemitteln (60-80%), farbgebenden Bestandteilen (15-25%), Verschnittpigmenten (0-10%) und Hilfsstoffen (0-10%).

Als Bindemittel werden beim Bogenoffset vor allem Alkydharze (Polyester) sowie hochsiedende Öle eingesetzt. Die überwiegend zur Lackierung eingesetzten „Drucköl“-Lacke haben ähnliche Bestandteile. Alkydharze werden in der Regel aus Naturharzen gewonnen (z.B. Balsam-, Wurzelharz). Die Ölanteile bestehen überwiegend aus pflanzlichen Ölen (ca. 60%) sowie aus Mineralölen. Die pflanzlichen Öle werden z.B. aus Holz, Leinsaat, Rizinus oder Soja gewonnen. In den letzten Jahren werden zunehmend Bogenoffsetfarben angeboten, in denen die Mineralölanteile vollständig durch Sojaöle ersetzt sind [BVD 1996, S. A-4-6; AHRENS et al. 1995b, S. 10; VD 1995, S. 3]. Die farbgebenden Bestandteile bestehen meist aus Gasruß (schwarz), Titandioxid (weiß), organischen Farbstoffen und anorganischen Pigmenten (Buntfarben). Auf die weiteren Bestandteile kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden.

### Entsorgung

Jährlich fallen im Bogenoffsetdruck etwa 1.800 t als feste bzw. pastöse Farb- und Lackabfälle an. Sie werden in der Regel in Sondermüllverbrennungsanlagen oder in Zementwerken verbrannt (Heizwerte >35 MJ). Etwa 1.100 t/a werden über Putzlappen ausgetragen. Im Mietputzlappensystem werden die Verunreinigungen ausgewaschen und verbrannt. Einwegputzlappen gelangen bei ordnungsgemäßer Entsorgung zu Sonderabfalldeponien, Sonderabfallverbrennungsanlagen oder Zementwerken [AHRENS et al. 1995a, S. 16f].

### Umwelteinwirkungen

Die Umwelteinwirkungen bei der Herstellung von Farben und Lacken entstehen in erster Linie durch den Verbrauch von Ressourcen (vgl. allgemeine Umweltproblemfelder in Tabelle 2-1, S. 12). Auf die Umwelteinwirkungen bei der Gewinnung der Nebenbestandteile kann hier nicht näher eingegangen werden. Die Hauptbestandteile (Bindemittel) werden aus nicht regenerativen Ressourcen (Mineralöl) und aus regenerativen Ressourcen (Pflanzenöle) hergestellt. Bei der Herstellung der Mineralölbestandteile kommt es bei der Gewinnung sowie bei Transport und Weiterverarbeitung von Erdöl zu Umwelteinwirkungen in Form von Schädigungen und Beeinträchtigungen aquatischer sowie terrestrischer Ökosysteme [UBA 1993, S. 43ff].

Der Ersatz von Mineralölen durch Pflanzenöle wird in der Produktwerbung der Farbenhersteller als ein „ressourcenschonender Einsatz der Rohstoffe“ bezeichnet [HARTMANN 1997, S. 6]. Vergleichende Untersuchungen liegen nicht vor, allerdings können ähnliche Umwelteinwirkungen

vermutet werden, wie sie eine Ökobilanz für Rapsöl im Vergleich mit Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff aufgezeigt hat [UBA 1993]. Die Gewinnung von pflanzlichen Rohstoffen führt demnach ebenfalls zu einem Verbrauch von nicht regenerierbaren Ressourcen (vgl. Anhang III); weitere Umwelteinwirkungen sind von der Anbauweise abhängig. Der Einsatz von Düngemitteln trägt durch die Freisetzung von Lachgas ( $N_2O$ ) zum Treibhauseffekt und zum stratosphärischen Ozonabbau bei [UBA 1993, S. 86f]. Des Weiteren kann eine intensive Landwirtschaft zur Beeinträchtigung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen führen (Verminderung der Artenvielfalt, Bodenerosion, Veränderung von Wasserhaushalt und Mikroklima) [ebenda, S. 29]. Auf Grundlage der bisherigen Kenntnisse kann der Ersatz von Druckfarben mit Bindemitteln auf Mineralölbasis durch Bindemittel auf Pflanzenölbasis daher nicht als ein allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien empfohlen werden.

Bei der Entsorgung von Farb- und Lackabfällen entstehen Umwelteinwirkungen bei der Deponierung bzw. Verbrennung. Die Kohlendioxid-Emissionen bei der Verbrennung tragen zum Treibhauseffekt bei, die bei der Verwendung von pflanzlichen Rohstoffen aufgrund der Kohlendioxidbindung beim Pflanzenwuchs in der Gesamtbilanz vermutlich geringer ausfallen. Die Umwelteinwirkungen durch weitere Emissionen sind abhängig von den Inhaltsstoffen der Farben sowie von der Abdichtung der Deponie bzw. der Abluftreinigung der Verbrennungsanlage. Die europäischen Druckfarbenhersteller haben eine Ausschlussliste veröffentlicht, in der sie sich verpflichten, keine Pigmente auf Basis der besonders toxischen Schwermetalle Blei, Chrom(VI), Cadmium, Antimon, Selen und Quecksilber mehr zu verwenden. Auch auf bestimmte Azofarbstoffe, die im Körper krebserzeugende Amine freisetzen, sowie auf eine Reihe weiterer besonders toxischer Inhaltsstoffe soll verzichtet werden [VD 1996]. Stoffe mit einem Gefährdungspotential, die weiterhin in geringen Anteilen verwendet werden, sind Chlor (Gelb, Rot, Grün), Schwefel (Rot), Kupfer (Blau, Gold), Zink (Gold), Wolfram (Violett, Grün), Molybdän (Violett, Grün) [AHRENS et al. 1995b, S. 6f/20].

## Umweltziel

Zur allgemeinen Verminderung der Umwelteinwirkungen bei der Herstellung und Entsorgung kann als ein allgemeines Umweltziel empfohlen werden, die Effizienz beim Einsatz von Farben und Lacken zu erhöhen.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken.**

Es wurde bereits bezüglich des Einsatzes von Papier (Kapitel 4.3.1, S. 50) aufgezeigt, dass das Ziel einer Effizienzsteigerung zur allgemeinen Reduzierung der Massenströme von Regierungsseite wie auch von Umweltschutzverbänden u.a. unterstützt wird.

## 4.6 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Kohlenwasserstoffen

Kohlenwasserstoffe in Form von Isopropanol und Reinigungsmitteln stellen in kleinen Bogenoffsetdruckereien einen relativ hohen Inputstrom dar. Dieser findet sich im Outputstrom in der Regel überwiegend als Luftemission wieder. Zum Teil werden die Kohlenwasserstoffe auch über Putzlappen oder (bei automatischen Walzenwaschanlagen) als flüssiger Abfall entsorgt.

Im Jahr 1995 wurden in der gesamten Branche der Offsetdruckereien etwa 22.000 t Reinigungsmittel und 17.000 t Isopropanol eingesetzt. Da überwiegend flüchtige Reinigungsmittel eingesetzt werden, kann insgesamt von Luftemissionen aus der Anwendung von Kohlenwasserstoffen

in Höhe von 32.000 t/a ausgegangen werden [FLECK et al. 1997, S. 2].

Die Herstellung von Isopropanol und Reinigungsmittel erfolgt in der Regel durch Mineralöldestillation. Bei Reinigungsmitteln werden auch Stoffe auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe eingesetzt, die durch Umesterung mit synthetischen Alkoholen hergestellt werden. Als pflanzliche Rohstoffe werden Kokosöl, Sonnenblumenöl oder Rizinusöl eingesetzt. Den Estern auf Basis pflanzlicher Öle können zur Verbesserung ihrer Anwendungseigenschaften synthetische Ester zugesetzt sein [AHRENS et al. 1995a, S. 53; SUBSPRINT 1997].

Die Entsorgung von Kohlenwasserstoffabfällen erfolgt in der Regel in Verbrennungsanlagen; bei hohen Wasseranteilen findet eine chemisch-physikalische Behandlung statt. Kohlenwasserstoffreste in Putzlappen werden beim Mietputzlappensystem ausgewaschen und verbrannt, Einweglappen gelangen bei ordnungsgemäßer Entsorgung in Verbrennungsanlagen oder auf Sondermülldeponien.

## Umwelteinwirkungen

Die Herstellung von Kohlenwasserstoffen führt zu Umwelteinwirkungen durch den Verbrauch von Ressourcen. Überwiegend wird die nicht regenerierbare Ressource Mineralöl genutzt (vgl. allgemeine Umweltproblemfelder in Tabelle 2-1, S. 12).

Die Gewinnung von Erdöl führt zu regional unterschiedlichen Schädigungen und Beeinträchtigungen aquatischer bzw. terrestrischer Ökosysteme [UBA 1993, S. 43ff]. Der Anbau pflanzlicher Rohstoffe kann zu Umwelteinwirkungen der gleichen Kategorie führen, wenn z.B. Monokulturen die Artenvielfalt mindern und zur Erosion beitragen oder Dünger- sowie Pestizideinsatz zu Boden- und Gewässerbelastung führen. Umwelteinwirkungen in Form von Gesundheitsschäden bei Menschen entstehen beim Ölpflanzenanbau durch den Einsatz von Pestiziden. Dies ist in besonderem Maße in Kokospalmenplantagen der Fall, z.B. auf den Philippinen, die der weltweit größte Exporteur dieser Öle sind [SIEMER 1997].

Wenn regenerierbare Ressourcen in Form von Ölpflanzen eingesetzt werden, ist damit ebenfalls ein Verbrauch nicht regenerierbarer Ressourcen verbunden. Dieser ist in seiner Höhe in starkem Maße abhängig von der Anbauweise der Pflanzen sowie dem Aufwand für Verarbeitung und Transport (vgl. Ökobilanz für Rapsöl, Anhang III). Ein großer Teil der Reinigungsmittel auf pflanzlicher Basis wird auf der Basis von Kokosöl hergestellt und mit Iso-Oktanol verestert. AHRENS et al. [1995a, S. 55] gehen davon aus, dass die Herstellung von Kokosölsäureestern im Vergleich zur Herstellung von Rapsölmethylester geringere Energieaufwendungen beim Anbau erfordert, jedoch mit einem höheren Energieeinsatz im Bereich der Ölmühlen, der Öltraffination sowie bei der synthetischen Iso-Oktanolproduktion verbunden ist. Genaue Energiebilanzen zu den eingesetzten Pflanzenölen liegen nicht vor, so dass nicht beurteilt werden kann, ob der Ersatz von Mineralölen durch Pflanzenöle zu einer Ressourcenschonung beiträgt.

Die Verwendung und Entsorgung von Kohlenwasserstoffen führt zur Bildung von Kohlendioxid und trägt somit zu einer Verstärkung des Treibhauseffektes bei. Treibhausgase (v.a. Kohlendioxid) entstehen sowohl bei der Verbrennung bzw. dem biologischen Abbau der entsorgten Abfälle als auch als Zersetzungsprodukte bei einer Verdunstung der Kohlenwasserstoffe. Die Minderung des Treibhauseffektes durch den Ersatz von Mineralöl durch Pflanzenöl ist wiederum davon abhängig, in welchem Maße Treibhausgase beim Anbau, der Verarbeitung und dem Transport der pflanzlichen Rohstoffe entstanden sind (vgl. Anhang III). Die Verwendung von Düngemitteln beim Anbau pflanzlicher Rohstoffe trägt durch die Emission von Lachgas ( $N_2O$ ) zum Treibhauseffekt bei und bewirkt die Zerstörung von stratosphärischem Ozon [UBA 1993, S. 86]. Auch hierzu liegen keine genauen Untersuchungen vor, so dass kein Urteil darüber möglich ist, ob der Ersatz von Mineralöl durch Pflanzenöl zu einer Verminderung des Treibhauseffektes beiträgt.

Weitere Umwelteinwirkungen bei der Anwendung von Kohlenwasserstoffen sind in starkem Maße von der Flüchtigkeit der eingesetzten Stoffe abhängig. Isopropanol verdunstet vollständig an der Druckmaschine oder nach dem Druck aus dem Druckerzeugnis. Die Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) wurde im Jahr 1996 von 400 ml/m<sup>3</sup> auf 200 ml/m<sup>3</sup> herabgesetzt, nachdem eine starke Exposition bei Ratten und Mäusen zu Nasenverkrustungen und Gewichtsveränderungen von Leber und Hoden geführt hat. Isopropanol (Dampfdruck 43 hPa) wird über die Atemwege schnell ins Blut aufgenommen, wo es v.a. zu Aceton abgebaut und akkumuliert wird. Eine Acetonvergiftung führt zu Befindlichkeitsstörungen und Irritationen, hohe Konzentrationen wirken narkotisch [MAK 1996].

Reinigungsmittel haben unterschiedliche Verdunstungseigenschaften. Die in kleinen Bogenoffsetdruckereien verwendeten Kohlenwasserstoffe werden nach dem Flammpunkt in drei Gefahrenklassen und kennzeichnungsfreie Mittel eingeteilt [VBF 1996]. Die Einteilung kann auch als Maß für die Verdunstungsgeschwindigkeit verwendet werden (Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Charakterisierung von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln

	Spezialbenzine	Testbenzine		Hochsieder	
Rohstoffbasis	Mineralöl	Mineralöl	Mineralöl	Mineralöl, z.T. mit pflanzl. Ölen	pflanzliche Öle als Basis
Dampfdruck	> 18 hPa	3 - 10 hPa	0,4 - 1,5 hPa	0,02 - 0,3 hPa	<< 0,1 hPa
Verdunstung	sehr schnell	schnell	gering	sehr gering	fast keine
Flammpunkt	< 21°C	21° bis < 55°C	55° bis 100°C	> 100°C	> 100°C
VbF-Klasse	A I	A II	A III	kennzeichnungsfrei	
MAK-Wert	350 ml/m <sup>3</sup>			kein Arbeitsplatz-Grenzwert	

[BG 1995a, S. 40]

Das Einatmen von Reinigungsmitteldämpfen kann zu Beeinträchtigungen und Schädigungen der menschlichen Gesundheit führen, wie z.B. Müdigkeit, Kopfschmerzen, Gedächtnisschwund, Schädigungen des Nervensystems, der Leber und der Niere. Akute Vergiftungserscheinungen sind Schleimhautreizungen, Übelkeit und Schwindelgefühl [BG 1995a, S. 40].

In Abhängigkeit von der Verdunstungsrate führen die Kohlenwasserstoffemissionen (Isopropanol sowie Reinigungsmittel) zur „photochemischen Oxidantienbildung“ („Sommersmog“). Damit ist die Reaktion von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Stickoxiden bei intensiver Sonneneinstrahlung gemeint. Unter den entstehenden Photooxidantien ist Ozon das wichtigste Umwandlungsprodukt, da es von der Konzentration und Wirkung her dominiert. Ozonbelastungen können zu Schädigungen und Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit führen (Kopfschmerzen, Schleimhautreizungen, Gewebeentzündungen, Veränderung der Lungenfunktionsparameter, Zunahme von Asthmaanfällen; es besteht der begründete Verdacht einer krebserzeugenden Wirkung) [MAK 1996]. Ozon wirkt zudem pflanzentoxisch. Es führt zur Zerstörung von Zellmembranen, so dass es zu Blattverfärbungen und Blattabwurf kommt. Bei natürlichen Ökosystemen wird mit einer Reduzierung der Artenvielfalt gerechnet. In landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen können hohe Ozonbelastungen Ertragsverluste von bis zu 40% bewirken [DREYHAUPT 1996, S. 263].

## Umweltziel

Zur Verminderung der vielschichtigen Umwelteinwirkungen von Kohlenwasserstoffen kann als allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien eine Effizienzsteigerung sowie die

Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen empfohlen werden.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen.**

Das allgemeine Umweltziel einer Effizienzsteigerung wird von verschiedener Seite unterstützt, wie bereits in Kapitel 4.3.1 aufgezeigt wurde. Das Umweltziel einer Vermeidung von Emissionen beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen wird durch folgende Beschlüsse, Vereinbarungen und Empfehlungen unterstützt:

- **Beschluss der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN ECE):**  
Die Bundesregierung hat sich 1991 verpflichtet, die Emission flüchtiger organischer Verbindungen bis 1999 um 30% und bis 2005 um 50% zu reduzieren (Basisjahr 1988)  
[BMU 1996c; BERNER et al. 1996, S. 26].
- **Bundesumweltministerium:**  
Umweltqualitätsziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist der Schutz vor schädlichen Stoffen. Die Verringerung der Ozonvorläufersubstanzen (flüchtige organische Verbindungen, Stickoxide) stellt ein vorrangiges Handlungsziel dar [BMU 1996a, S. 18].
- **Umweltbundesamt:**  
Eine Emissionsminderung von 70-80% der Ozonvorläufersubstanzen ist notwendig, um die Ozonkonzentration nachhaltig auf einen gesundheitlich unbedenklichen Schwellenwert zu senken [BERNER et al. 1996, S. 1].
- **Rat der Sachverständigen für Umweltfragen:**  
Umweltgutachten 1996: Reduzierung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bis zum Jahr 2005 um 80% (Basisjahr 1987) zur Lösung der Sommersmogproblematik. „Da die bisher erzielten Fortschritte im Bereich der Lösemittelverwendung unzureichend sind, besteht hier besonderer Handlungsbedarf“ [BMU 1996b, S. 22].
- **Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung:**  
Annahme, dass Lösemittelverwendungen zukünftig die bedeutendste Quellgruppe der flüchtigen organischen Verbindungen darstellen, so dass hier neben der Minderung der Abgase aus Verbrennungsmotoren ebenfalls ein umfangreicher Handlungsbedarf besteht: u.a. Empfehlung administrativer Maßnahmen in bezug auf Druckereien, um eine Minderung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen zu erreichen. Minderungspotential im Bogenoffsetdruck wird mit auf 76% geschätzt [BERNER et al. 1996, S. 2/216ff].
- **Berufgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung:**  
„Brancheninitiative“ (seit 1995): Ziel, auf Basis der Emissionen von 1995 kurzfristig eine Verminderung der Reinigungsmitelemissionen um ca. 50% zu erreichen. Mittelfristig werden mehr als 90% für realistisch gehalten. Zwischen den Jahren 1990 und 2000 wird eine Reduzierung der Verbrauchsmenge aller Kohlenwasserstoffe des Offsetdrucks einschließlich Isopropanol um etwa 50% erwartet. Ziel des Gesundheitsschutzes in der Druckindustrie muss die lösemittelfreie Druckerei sein“ [BG 1996, S. 5/8].
- **Verband der Druckfarbenindustrie/diverse Druckmaschinen-, Walzen-, Farben- und Reinigungsmittelhersteller:**  
Freiwillige Vereinbarung (1995) als Ergebnis der genannten Brancheninitiative mit dem Ziel, zur Verminderung von Emissionen im Offsetdruck einen entscheidenden Beitrag zu leisten. Technische Freigabe von Reinigungsmitteln für neue Maschinen nur noch für Mittel, die eine geringe Verdunstung aufweisen (Flammpunkt über 55°C) [BG 1995b, S. 11].
- **Bundesverband Druck:**

Unterstützung der genannten Brancheninitiative durch die Aktion „Emissionsarmes Drucken“ (1995). Aufruf an alle Offsetdruckereien, die Umstellung auf emissionsärmere Reinigungsmittel mit Nachdruck zu betreiben. Empfehlung, soweit technisch möglich, nur noch Reinigungsmittel mit geringer Verdunstung einzusetzen (Flammpunkt über 55°C), Reinigungsmittel sparsam zu verwenden und Restverdunstungen zu vermeiden. „Verringerung von Lösemittlemissionen ist das Gebot der Stunde“ [BG 1995b, S. 12; BVD 1997, S. 5f].

- **Industriegewerkschaft Medien:**

Unterstützung der genannten Brancheninitiative. Die Durchsetzung von emissionsarmen und möglichst emissionsfreien Reinigungsverfahren in Richtung einer „lösemittelfreien Druckerei“ wird befürwortet [BG 1995b, S. 13].

## 4.7 Allgemeine Umweltziele zum Einsatz von Energie

Der Energieeinsatz in kleinen Bogenoffsetdruckereien mit den anderen Input- und Outputströmen nur vergleichbar, wenn die Energieeinheiten in Masseneinheiten umgerechnet werden. Entsprechend der Annahmen in Kapitel 4.2 (Steinkohlekraftwerk mit 38% Wirkungsgrad zur Stromerzeugung, Heizöl für die Heizungsanlage) stellt der Energieverbrauch in kleinen Bogenoffsetdruckereien einen vergleichsweise hohen Inputstrom dar, der auf der Outputseite neben weiteren verbrennungstypischen Abgasen überwiegend zu Kohlendioxidemissionen führt.

Strom wird in Deutschland in erster Linie durch die Nutzung nicht regenerativer Ressourcen erzeugt (v.a. Kohle, Uran, Erdgas). Für Heizenergie werden ebenfalls überwiegend nicht regenerative Ressourcen eingesetzt (v.a. Mineralöl, Erdgas).

Die Gewinnung und der Transport fossiler Energieträger führt zu regional unterschiedlich starken Schädigungen und Beeinträchtigungen von terrestrischen bzw. aquatischen Ökosystemen. Die Verbrennung fossiler Energieträger verstärkt den Treibhauseffekt. Sie führt außerdem zur Emission von Gasen (Stickoxide, Schwefel), die eine Versauerung von Böden, eine Überdüngung von Gewässern und die Bildung von Photooxidantien bewirken. Die Nutzung von Uran in Kernkraftwerken führt zu starken Schädigungen von Ökosystemen in den Abbaugebieten, belastet die folgenden Generationen mit Entsorgungsproblemen und bringt hohe Sicherheitsrisiken beim Betrieb mit sich [UBA 1997, S. 40].

### Umweltziel

Aufgrund der vielschichtigen Umwelteinwirkungen durch den Verbrauch von Energie stellt die Effizienzsteigerung beim Energieeinsatz für kleine Bogenoffsetdruckereien ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel dar.

**Ein empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien ist die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie.**

Das Umweltziel der Effizienzsteigerung wird von verschiedener Seite unterstützt, wie bereits in Kapitel 4.3.1 aufgezeigt wurde. Folgende Beschlüsse weisen auf die besondere Bedeutung des hier formulierten Umweltziels wegen der Freisetzung von Treibhausgasen beim Energieverbrauch hin:

- **Beschlüsse der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (Rio 1992):**
- Klimakonvention: Ziel, die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird [BMU 1992, S. 11].
- **Absichtserklärung der Europäischen Union (1997):**
- Bestreben, die Kohlendioxid-Emissionen bis 2010 um 15% bezogen auf 1990 zu reduzieren



[BMU 1997, S. 231].

- **Beschlüsse der Bundesregierung (1991 und 1994):**
- Selbstverpflichtung zur Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen bis 2005 um 25% bezogen auf 1990 [BMU 1995, S. 13].
- **Beschluss des 12. Deutschen Bundestages (1991):**
- Verminderung der Kohlendioxid-Emissionen um „ca. 30%“ bis zum Jahr 2005 (Basisjahr 1987).  
Notwendige Maßnahmen zur Verminderung der Kohlendioxid-Emissionen im Energiebereich: u.a. Erstellung betrieblicher Energiekonzepte mit dem Ziel der Verminderung des Energieverbrauchs, Verbesserung der Information über den Energieverbrauch von Produkten, höhere Transparenz bei der Deklaration des Energieverbrauchs, Einführung von Energiekennzahlen für alle Gebäude zur Erhöhung der Vergleichbarkeit des energetischen Zustands von Gebäuden [BMU 1992, S. 95].
- **Umweltbundesamt:**
- Forderung nach einem Effizienzsprung bei der Energieanwendung, der „möglich und nötig“ sei. „Effizienzstrategien erlauben eine deutliche Annäherung an die aus Klimaschutzziele abgeleiteten Ziele einer nachhaltigen Energienutzung. Solche Strategien sind deshalb richtig und unverzichtbar auf dem Weg zu einem nachhaltigen Deutschland. Eine weitgehende Erschließung der Effizienzpotentiale ist nur als ein bewußter und gewollter Prozeß möglich, in dem eine Vielzahl von gesellschaftlichen Akteuren eine aktive Rolle übernimmt“ [UBA 1997, S. 41/63/66f].
- **Wuppertal Institut für Klima, Verkehr, Energie:**
- Umweltziel für ein zukunftsfähiges Deutschland ist eine kurzfristig um 3-5% (bis 2010) steigende Energieproduktivität (Bruttoinlandsprodukt zu Primärenergieverbrauch) sowie kurzfristig ein mindestens um 30% reduzierter Primärenergieverbrauch, langfristig (bis 2050) eine mindestens 50%ige Verbrauchsreduzierung [BUND/MISEREOR 1995, S. 80].
- **Öko-Institut:**
- Aufgrund der zur Neige gehenden Energieträger Öl und Gas ist es zwingend notwendig, diese Energieträger hocheffizient zu nutzen. Dabei dürfen die vorhandenen fossilen Ressourcen nach den meisten klimatologischen Untersuchungen gar nicht vollständig genutzt werden, wenn eine Klimakatastrophe verhindert werden soll. In allen Bereichen sollte die Verschwendung von Energie abgebaut werden und einer sparsamen und rationellen Energieverwendung Priorität eingeräumt werden [ILGEMANN et al. 1996, S. 7].

## 5 Entwicklung eines Kennzahlensystems

Aufbauend auf den in Kapitel 4 dargestellten allgemeinen Umweltzielen wird in diesem Kapitel ein Kennzahlensystem für kleine Bogenoffsetdruckereien entwickelt. Kapitel 5.1 beschreibt die Vorgehensweise. In Kapitel 5.2 bis 5.9 werden zu jedem allgemeinen Umweltziel aus Kapitel 4 nach Möglichkeit konkrete, quantifizierbare Umweltziele abgeleitet. Zur Unterstützung der quantifizierbaren Umweltziele werden Kennzahlen vorgestellt. Die Möglichkeiten und Grenzen jeder Kennzahl werden diskutiert und Anwendungsbeispiele aufgezeigt. Abschließend wird in Kapitel 5.10 ein Kennzahlensystem vorgeschlagen und beurteilt.

### 5.1 Grundlagen

#### 5.1.1 Zieldefinition

Das zu entwickelnde Kennzahlensystem soll geeignet sein, Umweltziele kleiner Bogenoffsetdruckereien zu unterstützen. Im Hinblick auf ökologische Verbesserungsmaßnahmen soll es die Festlegung von Planzielen ermöglichen. Das Ziel einer Unterstützung von kombinierten ökologischen und ökonomischen Zielen durch das Kennzahlensystem wird nicht verfolgt, da eine Untersuchung ökonomischer Aspekte im Rahmen der Arbeit aus zeitlichen Gründen nicht möglich ist. Mit dem Kennzahlensystem soll kleinen Bogenoffsetdruckereien ein Kontrollinstrument zur Verfügung gestellt werden, mit dem eine Überprüfung von Umweltzielen stattfinden kann. Im Jahresvergleich sollen die Kennzahlen eine Einschätzung über positive oder negative Entwicklungen der betrieblichen Umweltleistung ermöglichen („Zeitreihen“).

Mit dem Kennzahlensystem sollen Betriebsvergleiche durchgeführt werden können („Benchmarking“), die dem Betrieb eine Standortbestimmung erlauben. In umweltrelevanten Bereichen sollen dadurch mögliche Schwachstellen aufgezeigt werden, die eine gezielte Suche nach Optimierungspotentialen ermöglichen.

Weiterhin wird ein Kennzahlensystem angestrebt, das zur außerbetrieblichen Kommunikation geeignet ist. Ziel ist es, wichtige umweltrelevante Sachverhalte mit dem Kennzahlensystem zu vermitteln zu können. Innerhalb des Betriebes soll das Kennzahlensystem dazu beitragen, dass die Unternehmensleitung und die Beschäftigten für die Umwelteinwirkungen der Betriebstätigkeit sensibilisiert werden.

#### 5.1.2 Erhebungszeitraum

Als wichtige Anforderung an ein Kennzahlensystem wurde in Kapitel 2.2.5 die Vergleichbarkeit genannt. Einheitliche Erhebungsgrundlagen sind die Grundvoraussetzung für innerbetriebliche Kennzahlenvergleiche sowie für Betriebsvergleiche mit Kennzahlen. Zur Vereinheitlichung der Erhebungsgrundlage wird ein Zeitraum festgelegt, auf den sich die Kennzahlen in Kapitel 5.2 bis 5.9 beziehen.

**Als Erhebungszeitraum wird der 1. Januar bis 31. Dezember festgelegt.**

Folgende Gründe sprechen für die Festlegung dieses Zeitraumes:

- Der Zeitraum entspricht in der Regel dem Geschäftsjahr einer kleinen Bogenoffsetdruckerei. Daher ist die Buchhaltung auf diesen Zeitraum abgestimmt. Zu Beginn des Erhebungszeitraumes erfordert die Buchhaltung eine Inventur, die in Teilen genutzt bzw. durch Umweltaspekte erweitert werden kann.

- Der Zeitraum entspricht in der Regel dem Geschäftsjahr der Zulieferer. Daher ist davon auszugehen, dass die Zulieferer bei dem gewählten Erhebungszeitraum zur Datenerfassung beitragen können.
- Es ist zu vermuten, dass in diesem Zeitraum aussagefähige Daten erhoben werden können, die zum Aufzeigen von Tendenzen und entsprechenden Maßnahmen geeignet sind.
- Der Zeitraum lässt vermuten, dass der Erhebungsaufwand in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen der erhobenen Daten steht.

### 5.1.3 Informationsbeschaffung

Zur Ableitung konkreter Umweltziele aus den in Kapitel 4 entwickelten allgemeinen Umweltzielen wurden zunächst die Möglichkeiten untersucht, die in kleinen Bogenoffsetdruckerei bestehen (Optimierungspotentiale). Die Untersuchung basiert auf einer Literaturrecherche (vgl. Kapitel 4.2). Um weitere Erkenntnisse über betriebliche Abläufe in kleinen Bogenoffsetdruckereien zu gewinnen, wurden zunächst orientierende Gespräche in mehreren Betrieben geführt (Tabelle 5-1). Des Weiteren erfolgte von Januar bis Juni 1997 die Teilnahme an einem etwa wöchentlich tagenden Arbeitskreis einer kleinen Bogenoffsetdruckerei, der die Einführung eines EG-Öko-Audit-Systems zum Ziel hatte. Dabei konnte insbesondere der Prozess der erstmaligen Datenermittlung und eine Diskussion über betriebliche Umweltkennzahlen verfolgt werden [JAVITZ 1997].

#### **Befragung von Fachleuten**

Um bei der Entwicklung des Kennzahlensystems die Meinung weiterer Fachleute einzubeziehen, wurde anhand erster Erkenntnisse ein Fragebogen ausgearbeitet (Anhang I). Ziel des Fragebogens war, einerseits ein Meinungsbild über die Umweltziele zu erhalten, die für kleine Bogenoffsetdruckereien als wichtig angesehen werden. Andererseits sollte in Erfahrung gebracht werden, welche der vorgeschlagenen Kennzahlen für sinnvoll erachtet werden. Bei den für sinnvoll erachteten Kennzahlen sollte angegeben werden, ob sie geeignet sind, um damit

- interne Kontrollen durchzuführen, z.B. Soll-Ist-Vergleiche in bezug auf Umweltziele
- Externe zu informieren, z.B. in Umwelterklärungen nach der EG-Öko-Audit-Verordnung
- Betriebsvergleiche bezüglich der Umwelleistung der Bogenoffsetdruckerei durchzuführen.

Der Fragebogen wurde an die sieben kleinen Bogenoffsetdruckereien geschickt, die laut DIHT [1997] in Deutschland bis zum 31.12.1996 ein gutachterlich geprüftes Umweltmanagementsystem und eine gültige Umwelterklärung entsprechend der EG-Öko-Audit-Verordnung vorweisen konnten (Tabelle 5-1). Da die Verordnung von den Betrieben „Zahlenangaben über ... umweltrelevante Aspekte“ verlangt [EG 1993, Art. 5c], wurden bei diesen Betrieben Erfahrungen bei der Datenerhebung vorausgesetzt. Dabei konnte aufgrund der geringen Größe der Betriebe nicht davon ausgegangen werden, dass die zeitlichen Kapazitäten ein Ausfüllen des Fragebogens erlauben. Da bundesweit bis Juni 1996 erst 26 Unternehmen mit 31 Standorten in der gesamten Druckereibranche in die Standortregister der Industrie- und Handelskammern eingetragen waren [DIHT 1997], war zu erwarten, dass die Betriebe mit einer Fülle ähnlicher Anfragen konfrontiert werden. Freundlicherweise wurde der Fragebogen von vier der sieben kleinen Bogenoffsetdruckereien beantwortet, dabei erfolgten zwei der vier Bearbeitungen durch die jeweiligen externen Beraterinnen.

Der Fragebogen wurde weiterhin von den Mitarbeitenden des Umweltausschusses zweier kleiner Bogenoffsetdruckereien beantwortet, die die Teilnahme am EG-Öko-Audit-System vorbereiteten. Weitere Fragebogen wurden durch den Umweltbeauftragten eines Verlags sowie durch einen beratenden Ingenieur beantwortet. Beide haben sich in besonderem Maße mit der Ermittlung von Kennzahlen in Bogenoffsetdruckereien beschäftigt. Zusätzliche Erkenntnisse zu den Möglichkeiten und Grenzen von Kennzahlen wurden durch telefonische und persönliche Auskünfte weiterer

Druckereibetriebe und Beratungsbüros gewonnen. Um zu klären, in wiefern die Datenerhebung durch Lieferanten unterstützt werden kann, wurden Zulieferfirmen für grafischen Bedarf wie Papier, Druckfarbe und Hilfsstoffe persönlich bzw. telefonisch befragt.

Tabelle 5-1: Übersicht über die Informationsgrundlagen der Kennzahlendiskussion

<b>Druckereien</b>	<b>Funktion der Informanten</b>	<b>Art der Information</b>
<b>Plakativ</b> , Kirchhatten, 4 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 12/96	Beraterin (Büro für betrieblichen Umweltschutz Oldenburg)	<b>Fragebogen</b> , <b>Umwelterklärung</b> , telefonische Auskünfte
<b>KS Druck</b> , Kronau, 4 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 10/96	Zwei Betriebsleitende, davon ein Drucker (Umweltmanagement- Verantwortlicher)	<b>Fragebogen</b> , <b>Umwelterklärung</b> , telefonische Auskünfte
<b>Freyburger Buchdruckerei</b> , Freyburg/U., 19 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 6/96	Drucker (Umweltmanagement- Verantwortlicher), Beraterin (Labor- und Umwelttechnik Naumburg)	<b>Fragebogen</b> , <b>Umwelterklärung</b> , telefonische Auskünfte
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> , Kiel, 32 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 8/96	Drucker (Umweltmanagement- Verantwortlicher)	<b>Fragebogen</b> , <b>Umwelterklärung</b> , telefonische Auskünfte
<b>Javitz</b> , Berlin, 12 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> in Vorbereitung	Geschäftsführerin, zwei angestellte Drucker	<b>Fragebogen</b> , persönliche Auskünfte bei der Teilnahme am EG-Öko-Audit-Arbeitskreis
<b>Buntdruck</b> , Berlin, 11 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> in Vorbereitung	Betriebsleitender Drucker, Berater (GAT Berlin/ Energieseminar TU-Berlin)	<b>Fragebogen</b> , persönliche Auskünfte
<b>Oktoberdruck</b> , Berlin, 40 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 12/95	Einkaufsverantwortlicher	<b>Umwelterklärung</b> , persönliche Auskünfte
<b>Rudolph</b> , Ebertshausen, 5 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 11/96	Drucker (Umweltmanagement- Verantwortlicher)	<b>Umwelterklärung</b> , persönliche Auskünfte
<b>Elektra</b> , Niedernhausen, 15 Mitarbeitende, <b>Öko-Audit</b> -Validierung 12/96	Freiberufliche Beraterin	<b>Umwelterklärung</b> , persönliche Auskünfte
<b>Ökodruck Dillinger</b> , Berlin, 19 Mitarbeitende	Produktionsleitender Druckingenieur	persönliche Auskünfte
<b>Termindruck</b> , Berlin, 2 Mitarbeitende	Betriebsleitender Drucker	persönliche Auskünfte
<b>KahliGraph</b> , Berlin, 3 Mitarbeitende	Betriebsleitender Drucker	persönliche Auskünfte
<b>Fata Morgana</b> , Berlin, 5 Mitarbeitende	Zwei Betriebsleiter, davon ein Drucker	persönliche Auskünfte
<b>Weitere Informanten</b>	<b>Funktion der Informanten</b>	<b>Art der Information</b>
<b>Verlagsgesellschaft Madsack</b> , Druckhäuser in Hannover und Göttingen	Umweltbeauftragter	<b>Fragebogen</b> , Umweltberichte, persönliche Auskünfte
<b>Ökopol</b> - Institut für Ökologie und Politik, Hamburg	Druckereien beratender Ingenieur	<b>Fragebogen</b> , persönliche Auskünfte
<b>IÖW</b> - Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin	Druckereien beratender Ingenieur	persönliche und telefonische Auskünfte
<b>diverse Lieferanten</b> (Papier, Farbe, Hilfsstoffe)	Mitarbeiter der Verkaufsabteilung und des Außendienstes	persönliche und telefonische Auskünfte

## 5.1.4 Aufbau der Kennzahlendiskussion

In den Kapiteln 5.2 bis 5.9 findet eine Diskussion der Kennzahlen statt, die zur Unterstützung quantifizierbarer Umweltziele in Frage kommen. Die Diskussion basiert auf den Erkenntnissen, die anhand der oben beschriebenen Informationsquellen gewonnen wurden. Tabelle 5-1 zeigt eine Aufstellung der an der Untersuchung beteiligten Betriebe bzw. Institutionen und gibt Auskunft über die Funktion der Informanten sowie die Art der erteilten Information.

Im Rahmen der Arbeit kann nur auf die wichtigsten umweltrelevanten Bereiche eingegangen werden. Diese wurden in Kapitel 4 durch die Input-Outputanalyse identifiziert. Auf die Bereiche „Betriebsstoffe der Druckvorstufe“ und „Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle“, die im Fragebogen behandelt werden, wird daher nicht eingegangen.

Alle Befragte waren der Meinung, dass eine Berechnung der energiebedingten Luftemissionen kleiner Bogenoffsetdruckereien „zu aufwendig“ ist (sie wurde unter „großem Aufwand“ dennoch bei der Druckerei Plakativ im Rahmen des EG-Öko-Audits durchgeführt [PLAKATIV 1997]). Der Output Luftemissionen wird daher im Rahmen der Arbeit nicht behandelt, es wird jedoch auf die Inputströme der eingesetzten Energien eingegangen (Kapitel 5.9).

Alle Befragten gaben außerdem an, dass die Berechnung der Fläche bedruckter Papiere in kleinen Bogenoffsetdruckereien „zu aufwendig“ ist. Da diese Meinung mit den eigenen Erkenntnissen bei der Teilnahme an der Datenerfassung in einer kleinen Bogenoffsetdruckerei übereinstimmt, wird auf den Wert im Rahmen der Arbeit nicht eingegangen. Die Papierfläche kann jedoch ein geeignetes Maß für die Menge hergestellter Druckerzeugnisse darstellen. Daher kann der Wert möglicherweise eine geeignete Bezugsgröße sein, auf die andere Stoff- und Energieströme bezogen werden. Die Entwicklung neuer EDV-Möglichkeiten, die eine Erfassung der Papierfläche mit einem geringen Aufwand erlauben, ist nicht ausgeschlossen und sollte bei der zukünftigen Entwicklung von Kennzahlensystemen erneut untersucht werden.

Zur Diskussion der Grenzen und Möglichkeiten der vorgestellten Kennzahlen werden diese zunächst in tabellarischer Form beschrieben und anschließend unter den folgenden Aspekten diskutiert:

- Einflussfaktoren für Ungenauigkeiten der Kennzahl
- Aufwand für die Datenerfassung
- Eignung der Kennzahl, um den gewünschten Sachverhalt darzustellen
- Eignung der Kennzahl zur Unterstützung des Umweltziels mit Zeitreihen
- Eignung der Kennzahl zur Unterstützung des Umweltziels durch Betriebsvergleiche.

In der tabellarischen Darstellung wird der Sachverhalt angegeben, der mit der Erfassung der Kennzahl dargestellt werden soll („Ziel“). Die physikalischen Einheiten, in denen die Kennzahl dargestellt werden soll, werden ebenso wie die Genauigkeit („Nachkommastellen“) festgelegt. Im Anschluss daran werden Erfassungsmethoden aufgeführt, die zur Datenermittlung herangezogen werden können („Ermittlung“). Gibt es Anzeichen dafür, dass es bestimmte Bedingungen zu einer Verminderung der Kennzahlengenauigkeit führen, werden diese erwähnt („Minderungen der Genauigkeit“). Der Aufwand der vorgestellten Erfassungsmethoden wird abgeschätzt („Erhebungsaufwand“). Abschließend erfolgt in der Tabelle eine Beurteilung, ob die Kennzahl geeignet ist, um den gewünschten Sachverhalt darzustellen. Weiterhin wird beurteilt, ob die Kennzahl für Zeitreihen und Betriebsvergleiche geeignet ist.

In die Diskussion der Grenzen und Möglichkeiten einer Kennzahl werden die Erkenntnisse einbezogen, die bei den Betriebsbesuchen und insbesondere bei der Teilnahme am Öko-Audit-Arbeitskreis gewonnen wurden. Weiterhin fließt das Meinungsbild der Fachleute ein, die den Fragebogen beantworteten. Tabelle 5-1 zeigt eine Aufstellung der an der Untersuchung beteiligten Betriebe bzw. Institutionen und gibt Auskunft über die Funktion der Informanten sowie die Art der erteilten Information. Da es sich bei den acht beantworteten Fragebögen nicht um eine repräsentative Umfrage handelt, werden in der Kennzahlendiskussion keine Prozentergebnisse genannt, sondern lediglich Tendenzen wiedergegeben. Wenn mehr als die Hälfte der Befragten einheitlich antwortete, wird von „der Mehrheit“ gesprochen; wiesen die Antworten keine Tendenz auf, bezieht sich das zitierte Meinungsbild auf „einen Teil“ der Befragten.

Im Anschluss an die Kennzahlendiskussion wird untersucht, inwieweit das jeweilige konkrete Umweltziel bereits von kleinen Bogenoffsetdruckereien angestrebt wird. Dazu werden die sieben Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien ausgewertet, die bundesweit bis zum 31.12.1996 gutachterlich geprüft waren [DIHT 1997].

Schließlich werden Datenbeispiele zu den diskutierten Kennzahlen aufgelistet und hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Vergleichbarkeit diskutiert. Ein Teil der Daten stammt aus den genannten sieben Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien. Weitere Daten sind vorläufige Ergebnisse von Input-Output-Erfassungen in drei kleinen Bogenoffsetdruckereien, die eine Beteiligung am EG-Öko-Audit-System vorbereiteten [JAVITZ 1997, HANDKE 1997, IÖW 1997]. In einem Fall sind die Daten vorläufige Ergebnisse einer wiederholten Datenerhebung einer bereits validierten Druckerei [OKTOBERDRUCK 1997].

Wenn zu den Kennzahlen in der Literatur Vergleichswerte zu den aufgeführten Kennzahlen vorliegen, werden diese vorgestellt und diskutiert.

## 5.2 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier“

In Kapitel 4.3.1 wurde die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien hergeleitet.

### 5.2.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Das allgemeine Umweltziel einer Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien auf folgende Art erfolgen (Maßnahmenkategorie in Klammern):

- Verwendung von besonders leichten Papiersorten (⇒Kundenberatungsstrategie)
- Vermeidung von Schnittresten (⇒Kundenberatungsstrategie, Prozessoptimierung)
- Vermeidung von Makulatur (⇒Prozessoptimierung)
- Vermeidung von Fehldrucken (⇒Prozessoptimierung)
- Vermeidung von Papierverpackungen im Einkauf (⇒Einkaufspolitik)
- Vermeidung von Papierverpackungen bei der Auslieferung (⇒Prozessoptimierung).

Die Verwendung leichter Papiersorten kann als konkretes Umweltziel empfohlen werden. Das Ziel kann jedoch nicht mit einer Kennzahl unterstützt werden. Die Druckerei müsste dazu einheitlich beschaffene Druckerzeugnisse (z.B. Tageszeitungen) herstellen, bei denen das durchschnittliche Flächengewicht der Papiere („Grammatur“) als Kennzahl verwendbar ist. Die Produktpalette kleiner Bogenoffsetdruckereien umfasst jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Druckerzeugnisse, die den Einsatz unterschiedlicher Grammaturen notwendig machen.

Gleiches gilt für das konkrete Umweltziel, Papierverpackungen bei der Auslieferung zu vermeiden. Zwar kann die Menge der eingekauften Faltschachteln oder ähnlicher Verpackungspapiere erfasst werden. Eine sinnvolle Bezugsgröße besteht jedoch nur in der Menge gleichartiger Druckerzeugnisse, die bei kleinen Bogenoffsetdruckereien nicht vorliegt.

Die Vermeidung von Papierverpackungen im Einkauf, von Schnittresten, Makulatur und Fehldrucken kann zusammengefasst werden unter dem konkreten Umweltziel „Minimierung der Papierabfälle“. Dieses Ziel ist quantifizierbar und kann daher mit Kennzahlen unterstützt werden. Als Basisgröße (Ausgangswert) ist dazu die Papierabfallmenge in Gewichts- oder Volumeneinheiten zu erfassen. Da eine Effizienzsteigerung nur in Relation zur umgesetzten Papiermenge festgestellt werden kann, sind entsprechende Bezugsgrößen (Nennerwerte) erforderlich. Das konkrete, quantifizierbare Umweltziel lautet dann „**Minimierung der spezifischen Papierabfallmenge**“. Als Bezugsgröße können der Papiereinkauf bzw. der Papierverbrauch oder die Menge der hergestellten Druckerzeugnisse verwendet werden. Die Diskussion der Kennzahlen erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln 5.2.2 bis Kapitel 5.2.7.



Tabelle 5-2: Kennzahlen zur Minimierung der spezifischen Papierabfallmenge

<b>Bezugsgrößen</b> <b>Basisgrößen</b>	<b>Kennzahl 100</b> Papier- einkauf [t]	<b>Kennzahl 200</b> Papier- verbrauch [t]	<b>Kennzahl 300</b> hergestellte Druckerzeugnisse [t]
<b>Kennzahl 001</b> Papierabfallvolumen [m <sup>3</sup> ]	<b>Kennzahl 101</b> Papierabfallvolumen pro Papier- einkauf [%]	<b>Kennzahl 201</b> Papierabfallvolumen pro Papier- verbrauch [%]	<b>Kennzahl 301</b> Papierabfallvolumen pro hergestellte Druckerzeugnisse [m <sup>3</sup> /t]
<b>Kennzahl 002</b> Papierabfallgewicht [t]	<b>Kennzahl 102</b> Papierabfallgewicht pro Papier- einkauf [%]	<b>Kennzahl 202</b> Papierabfallgewicht pro Papier- verbrauch [%]	<b>Kennzahl 302</b> Papierabfallgewicht pro hergestellte Druckerzeugnisse [g/kg]

### 5.2.2 Kennzahlen 001, 002 - „Papierabfall“

Die Erfassung der Kennzahlen 001 oder 002 hat zum Ziel, die absolute Papierabfallmenge darzustellen. Während viele Entsorger die abgeholt Papierabfälle auswiegen und entsprechende Gewichtsangaben auf der Rechnung vermerken, kann bei anderen Unternehmen kostengünstiger entsorgt werden, wenn gewichtsunabhängig nur die Miete und Entsorgung eines bestimmten Behältervolumens bezahlt wird. In einigen kleinen Bogenoffsetdruckereien kann daher die Menge der Papierabfälle nur in Form von entsorgten Behältervolumina quantifiziert werden.

Nr. 001 Nr. 002	<b>Papierabfall</b>		<b>absolute Mengen</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der absoluten Papierabfallmenge im Kalenderjahr</b></li> <li>· <b>Ermittlung von Basisgrößen</b></li> </ul>		Einheit: m <sup>3</sup> bzw. t eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	<b>Papierabfall - Volumen (Kennzahl 001)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller vom Entsorger im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papierabfall-Volumina plus gemeinnützig abgegebene Papiervolumina (in Kubikmeter ohne Nachkommastelle)</li> </ul>	<b>Papierabfall - Gewicht (Kennzahl 002)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller vom Entsorger im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papierabfall-Gewichte plus gemeinnützig abgegebene Papiergewichtsmenge (in Tonnen mit einer Nachkommastelle)</li> </ul>	
<b>Ermittlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung von Entsorger-Rechnungen (ca. 6 bis 12 Belege), Multiplikation der entsorgten Volumina mit einem geschätzten durchschnittlichen Befüllungsgrad</li> <li>- Abschätzung und Einbeziehung der Abfallvolumina, die zur Weiterverwendung an gemeinnützige Einrichtungen verschenkt wurden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung von Entsorger-Rechnungen (ca. 6 bis 12 Belege)</li> <li>- bei fehlenden Entsorgerangaben: Ermittlung des durchschnittlichen Behältergewichtes (Schüttdichte) und Multiplikation mit der Kennzahl 001</li> <li>- Abschätzung und Einbeziehung der Abfallmengen, die zur Weiterverwendung gemeinnützig verschenkt wurden (nach Möglichkeit Auswaage)</li> </ul>	
<b>Besonderheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenn Abholungen so selten stattfinden, dass die Abfälle der ersten Abholung eines Jahres überwiegend im Vorjahr angefallen sind, sollte der Bezug zum Kalenderjahr durch folgende Umrechnung erhöht werden: Ermittlung einer durchschnittlichen Tagesabfallmenge, Teilung der abgeholt Menge durch die Tage seit der letzten Abholung, Aufteilung der Mengen auf das Vorjahr und das laufende Jahr</li> <li>- Die Papierabfälle stammen nicht nur aus der Produktion, sondern auch aus der druckereigenen Verwaltung und der Verpackung angelieferter Waren</li> </ul>		
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Befüllungsgrad kann deutlich variieren</li> <li>- Schüttdichte variiert stark</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Abfallbehältern, die ohne Überdachung lagern, kann ist die Wiegung stark vom Wassergehalt abhängig</li> <li>- Bei Gewichtsabschätzung über Volumina: durchschnittlicher Befüllungsgrad und Schüttdichte sind ungenaue Werte</li> <li>- Schätzung des Gewichts verschenkter Abfallmengen ist ungenau</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. halbe Stunde pro Jahr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. halbe Stunde pro Jahr)</li> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr), wenn Ermittlung über Kennzahl 001 und über durchschnittliche Schüttdichte nötig ist</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ungeeignet</b> zur Darstellung der Papierabfallmenge,</li> <li>- <b>ungeeignet</b> als Basisgröße von Kennzahlen, die für Zeitreihen und Betriebsvergleiche genutzt werden sollen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> bei Abfallverwiegung</li> <li>- <b>akzeptabel</b> auf Basis von Kennzahl 001 bei mehrmaliger Behälter-Auswiegung zur Ermittlung der Schüttdichte,</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße für weitere Kennzahlen (102, 202, 302)</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahl 001 (Papierabfallvolumen) basiert auf der Summierung von Behältervolumina. Dabei muss der durchschnittliche Befüllungsgrad der Behälter abgeschätzt werden. Der Befüllungsgrad kann stark variieren. Die Angabe eines Volumens ist daher mit hohen Ungenauigkeiten verbunden. Das mit dem Volumen entsorgte Papiergewicht ist abhängig von der Schüttdichte. Die Schüttdichte variiert erheblich in Abhängigkeit von der Abfallverdichtung, von der Grammaturn des verwendeten Papiers und der Art des Papierabfalls (z.B. kompakte Stapel von Fehldrucken und Makulatur oder voluminösere Schnittreste). Eine Volumenangabe ist somit kein aussagekräftiges Maß für die Menge der tatsächlich entsorgten Abfälle. Die Kennzahl 001 ist zur Darstellung der Papierabfallmenge ungeeignet.

Die Kennzahl 002 (Papierabfallgewicht) kann zum Teil mit hoher Genauigkeit angegeben werden, da das Abfallgewicht häufig von Entsorgungsunternehmen ermittelt und in entsprechenden Rechnungen ausgewiesen wird. Bei dieser Berechnungsgrundlage ist die Kennzahl 002 gut geeignet, um die Papierabfallmenge darzustellen und als Basisgröße zur Berechnung weiterer Kennzahlen zu dienen. Minderungen der Genauigkeit sollten dabei dokumentiert werden. So ist z.B. anzugeben, ob Papierabfälle an gemeinnützige Einrichtungen verschenkt wurden und in welcher Weise diese Menge in die Kennzahl einbezogen wurde. Wenn eine Gewichtsberechnung der Papierabfälle auf der Basis von Volumeneinheiten erfolgte, sollte dies ebenfalls dokumentiert werden. Zur Berechnung des Gewichtes muss eine Abschätzung von Durchschnittswerten für den Befüllungsgrad und die Schüttdichte erfolgen, die zu Ungenauigkeiten der Kennzahl 002 führt.

Die Befragung zeigte, dass die Ermittlung des Papierabfalls in Volumeneinheiten (Kennzahl 001) für sinnvoll gehalten wird, wenn der Entsorger die Abfälle nicht auswiegt. Eine Umrechnung in Gewichtseinheiten (Kennzahl 002) wird trotz der damit verbundenen Ungenauigkeiten überwiegend befürwortet. Wenn die Papierabfallmenge gewogen wird, halten alle Befragten die Erfassung des Papierabfallgewichts (Kennzahl 002) für sinnvoll. Die jeweils erfassten Kennzahlen 001 bzw. 002 werden als geeignet angesehen, um sie zur externen Information zu verwenden. Obwohl es sich um absolute Mengen handelt, sehen die Befragten die jeweilige Kennzahl als geeignet an, um damit eine interne Kontrolle durchzuführen. Der Papierverbrauch einer Druckerei kann in verschiedenen Kalenderjahren jedoch aufgrund unterschiedlicher Auftragslage so stark variieren, dass ein Vergleich der absoluten Papierabfallmengen nicht aussagekräftig in bezug auf die Umweltschutzleistung des Betriebes ist.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen von kleinen Bogenoffsetdruckereien wird der Papierabfall nur einmal in Volumeneinheiten ausgewiesen (in Kubikmeter ohne Nachkommastellen, mit dem Zusatz „ca.“) [FREYBURGER 1996, S.10]. In einem Fall wird die absolute Papierabfallmenge nicht ausgewiesen, sondern mit anderen Fraktionen unter „Abfälle zur Verwertung“ summiert. Es wird jedoch ein Wert angegeben, der die Papierabfallmenge auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse bezieht [PLAKATIV 1996, S. 13f]. In fünf weiteren Fällen erfolgt die Angabe der absoluten Papierabfallmenge in Gewichtseinheiten. Zwei der fünf Angaben erfolgen in Tonnen (ohne Nachkommastellen). Die drei anderen Werte werden in Kilogramm (ohne Nachkommastellen) aufgeführt, wobei eine der Angaben den Zusatz „ca.“ hat.

Aussagen über die Datenerhebung werden in den untersuchten Umwelterklärungen nicht gemacht, obwohl eine Berechnung des Abfallgewichtes teilweise auf der Grundlage entsorgter Volumina erfolgte [PLAKATIV 1997]. Bezüglich der Papierabfallmenge, die an gemeinnützige Einrichtungen verschenkt wurde, erfolgt in einer Umwelterklärung eine Gewichtsschätzung [OKTOBERDRUCK 1995, S. 16], in einem anderen Fall wird lediglich angegeben, dass ein Teil der Papierabfälle verschenkt wurde [RUDOLPH 1996, S. 12].

### 5.2.3 Kennzahl 100 - „Papierereinkauf“

Die Ermittlung des Papierereinkaufs verfolgt das Ziel, den mengenmäßig wichtigsten Rohstoff-Input zu dokumentieren und eine Bezugsgröße für weitere Kennzahlen zu schaffen.

Nr. 100	<b>Papierereinkauf</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der eingekauften Papiermenge eines Kalenderjahres</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Bezugsgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit: t</b> eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller vom Lieferanten im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papierereinkäufe, d.h. Einkäufe im Kundenauftrag (Formatpapiere, Umschläge, Hüllen) sowie Einkäufe für den druckereigenen Bedarf (Versandtaschen, Umschläge, Hüllen, Verpackungspapiere)</li> </ul>		
<b>Nachteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- von Kunden gestellte Papiermengen werden nicht berücksichtigt (s. Kennzahl 200)</li> </ul>		
<b>Vorteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veränderungen des Lagerbestandes werden nicht berücksichtigt (s. Kennzahl 200)</li> <li>- relativ geringer Ermittlungsaufwand</li> </ul>		
<b>Ermittlung</b>	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einmalige EDV-Eingabe von Format und Grammatik jeder verwendeten Papiersorte sowie regelmäßige Eingabe von eingekauften Stückzahlen laut Rechnungen (ca. 100 Belege) oder</li> <li>- regelmäßige EDV-Eingabe von eingekauften Papiergewichten laut Rechnung (ca. 100 Belege)</li> </ul>	<b>Zuliefererinformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfordern der gewichtsmäßigen Jahressumme eingekaufter Papiere bei Zulieferern (ca. 5-10) und Auswertung der Angaben</li> <li>- Auswertung von Rechnungsbelegen bei Zulieferern, die keine Angaben machen können</li> </ul>	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die große Datenmenge kann zur Demotivierung der Zuständigen und fehlerhaften EDV-Eingaben führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- selten genutzte Zulieferer können beim Anfordern von Daten übersehen werden</li> </ul>	
<b>Besonderheiten</b>	<p>Beim Einkauf von Briefumschlägen, Versandtaschen etc. werden vom Zulieferer auf der Rechnung häufig keine Angaben über das Gewicht der Lieferung gemacht; beim Anfordern der eingekauften Jahressumme ist die gewichtsmäßige Einbeziehung dieser Waren häufig kein Problem [z.B. CLASSEN 1997a]. Ansonsten können die Mengen wie folgt berechnet werden:</p> <p>Ermittlung von Stückgewichten durch Auswiegung. Regelmäßige Multiplikation der eingekauften Stückzahlen mit den ermittelten Stückgewichten und EDV-Eingabe.</p>		
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoch (ca. einmalig zwei Stunden) bei Ersteingabe der Papierdaten</li> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr) bei ergänzender Eingabe eingekaufter Stückzahlen und wenn die Anzahl neu einzugebender Papiersorten gering ist</li> <li>- hoch (ca. zwei Stunden pro Jahr) bei regelmäßiger Eingabe der Gewichte eingekaufter Papiere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. dreiviertel Stunde pro Jahr) bei Kooperationsbereitschaft der Zulieferer</li> <li>- variabel, wenn zusätzlich eine Auswertung von Rechnungsbelegen erfolgen muss</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, jedoch nur bei EDV-Nutzungsmöglichkeiten mit einem vertretbaren Aufwand verbunden</li> <li>- <b>geeignet</b> als Bezugsgröße (z.B. in Kennzahl 102), da relativ gute Vergleichbarkeit der Daten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> bei Kooperationsbereitschaft der Zulieferer und geringer Notwendigkeit, zusätzlich betriebsinterne Rechnungsbelege auswerten zu müssen</li> <li>- <b>geeignet</b> als Bezugsgröße (z.B. in Kennzahl 102), da relativ gute Vergleichbarkeit der Daten</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Zur Ermittlung des Papiereinkaufs ist es notwendig, eine Vielzahl von Einzellieferungen zu erfassen. Papiereinkäufe erfolgen in der Regel bei etwa fünf bis zehn Lieferanten und werden in ca. 100 Rechnungen dokumentiert. Teilweise beinhalten die Rechnungen mehrere Lieferposten. Bei jährlichen Einkaufsmengen von 60-650 t wurden in kleinen Bogenoffsetdruckereien etwa 100 verschiedene Papiersorten gezählt [BUNTD RUCK 1997; OKTOBERDRUCK 1995, S. 10].

In vielen kleinen Bogenoffsetdruckereien existiert keine EDV, oder diese ist lediglich mit einer Kalkulationssoftware ausgestattet. Aufgrund des relativ geringen Erhebungsaufwandes bietet sich daher die Beschaffung von Zuliefererinformationen an. Mehrere zum Teil bundesweit ausliefernde Papiergroßhändler wurden im Laufe der Untersuchung befragt, ob ihre EDV die Möglichkeit bietet, am Jahresende eine gewichtsmäßige, kundenbezogene Einkaufssumme zu errechnen [MICHAELIS 1997; SCHNEIDERSÖHNE 1997; PAPIERUNION 1997a; SEILER 1997; CLASSEN 1997a; HUMPERT 1997; RÖMERTURM 1997a]. Die überwiegende Mehrheit der Großhändler ist zur Kooperation bereit und sieht sich ohne großen Aufwand in der Lage, die jährlich eingekaufte Papiermenge eines Kunden anzugeben. Nur in einem Fall war unklar, ob eine neu eingeführte EDV die gewünschten Daten angeben kann.

Bei der Befragung gaben alle an der Untersuchung Beteiligten an, dass sie die Ermittlung des Gewichtes der eingekauften Papiere für sinnvoll halten. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien wird die Kennzahl nur in einem Fall nicht ausgewiesen [KSDRUCK 1996]. In zwei Fällen ist die Zahl mit hoher Genauigkeit in Kilogramm aufgeführt; vier Angaben erfolgen in der Einheit Tonnen (ohne Nachkommastelle), drei dieser Angaben mit dem Zusatz „ca.“.

Über die Art der Datenerhebung findet sich in den Umwelterklärungen lediglich einmal die Angabe: „Anhand der Rechnungsablage konnten wir genaue Angaben über Input- und Outputströme gewinnen“ [ELEKTRA 1996, S. 7]. In einer weiteren Umwelterklärung wird angemerkt, dass die Einkaufsmengen nicht direkt erfasst werden konnten, sondern „aus dem mittleren Papierpreis und dem Gesamteinkaufspreis berechnet wurden“ [OKTOBERDRUCK 1995, S. 10]. Seit der Einführung des EG-Öko-Audits wird in dieser Druckerei jedoch eine EDV-Eingabe der Papiereinkaufsmengen praktiziert [OKTOBERDRUCK 1997].

## 5.2.4 Kennzahl 200 - „Papierverbrauch“

Die Ermittlung des Papierverbrauchs dient dazu, die tatsächlich verarbeitete Papiermenge darzustellen und damit eine Bezugsgröße für weitere Kennzahlen zu schaffen.

Nr. 200	Papierverbrauch	absolute Menge
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ermittlung der verarbeiteten Papiermenge eines Kalenderjahres</li> <li>· Ermittlung einer Bezugsgröße</li> </ul>	Einheit: t eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>  <b>Nachteil</b>  <b>Vorteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller im Kalenderjahr verarbeiteten Papiere (aus Papiereinkäufen, aus Lagerbeständen, von Kunden gestellte Papiere)</li> <li>- relativ hoher Ermittlungsaufwand</li> <li>- gute Darstellung der tatsächlich verarbeiteten Papiermenge</li> </ul>	
Ermittlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung der Kennzahl 100</li> <li>- Dokumentation der Papiergewichte, die von Kunden geliefert werden</li> <li>- Inventur des Gewichts der gelagerten Papiere, Differenzermittlung zum Vorjahr</li> </ul>	
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn das Gewicht der von Kunden gelieferten Papiere nicht in Gewichtseinheiten vorliegt, sondern abgeschätzt werden muss</li> <li>- wenn Papiere nicht berücksichtigt werden, die vom Kunden gestellt, aber unbearbeitet an diesen zurückgegeben wurden,</li> <li>- wenn die Inventur der Lagerbestände deutlich nach Ende des Kalenderjahres erfolgt, beziehen sich die Bestandsveränderungen nicht mehr auf den Erhebungszeitraum</li> <li>- durch die Verwendung der Kennzahl 100 (Papiereinkauf) werden auch Papiereinkäufe für die druckereieigene Verwaltung mit einbezogen</li> </ul>	
Erhebungsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- variabel: abhängig vom Erhebungsaufwand für die Kennzahl 100, abhängig von der Anzahl der von Kunden gestellten Papiere, von den über diese Papiere verfügbaren Gewichtsangaben, von der Möglichkeit, die der an Kunden zurückgegebenen Papiere zu quantifizieren und von der Anzahl bei der Inventur zu erfassenden Papiersorten</li> <li>- hoch, wenn keine EDV vorhanden ist; die Erfassung von etwa 20 gelagerten Papiersorten mit Format, Grammat und Stückzahl wird auf etwa eine Stunde pro Jahr geschätzt, hinzu kommt die Ermittlung der Kennzahl 100 sowie die Erfassung der von Kunden gelieferten Papiere</li> <li>- deutlich verringerbar, wenn die Inventur mittels EDV erfolgt: in die EDV können bereits beim Einkauf einmalig Format, Grammat und (zur Buchhaltung) der Einkaufspreis eingegeben werden, so dass nur eine Inventur der gelagerten Stückzahlen nötig ist</li> </ul>	
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung der tatsächlich verarbeiteten Papiermenge</li> <li>- <b>geeignet</b> als Bezugsgröße (z.B. in Kennzahl 202), da eine relativ gute Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Kennzahl 200 veranschaulicht wesentlich genauer als der Papiereinkauf (Kennzahl 100), welche Papiermenge tatsächlich in der Produktion eingesetzt wurde. Eine Datenerhebung in der Druckerei plakativ macht die hohen Differenzen deutlich, die zwischen Papiereinkauf und Papierverbrauch bestehen können: Im Jahr 1994 überschritt der Papierverbrauch den Papiereinkauf um 14%, im Folgejahr wurden erneut Lagerbestände abgebaut oder Papiere von Kunden gestellt, so dass der Papierverbrauch 20% über der Einkaufsmenge lag [PLAKATIV 1996, S. 13; PLAKATIV 1997]. Zeitreihen und Betriebsvergleiche mit Bezug auf den Papierverbrauch gewinnen somit gegenüber der Bezugsgröße „Papiereinkauf“ an Aussagekraft.

Um die Datengrundlage der Kennzahl 200 transparent zu machen, muss dokumentiert werden, ob die Erhebung Bestandsveränderungen im Papierlager und/oder von Kunden gestellte Papiere berücksichtigt wurden.

Bestandsveränderungen im Papierlager werden in einer Druckerei bei der Inventur erfasst, wobei steuerrechtlich keine Gewichtsberechnung der Lagermenge notwendig ist. In der Regel wird lediglich die Stückzahl und Sorte der gelagerten Druckbogen ermittelt. Zur Feststellung von gewichtsmäßigen Bestandsveränderungen müssen zusätzlich Formate und Grammaturen registriert und über die gelagerten Stückzahlen in Gewichtseinheiten umgerechnet werden.

Die Akzeptanz der Kennzahl 200 wurde nicht untersucht, da die Relevanz von Lagerbestandsveränderungen und der von Kunden gestellten Papiere erst im Laufe der Untersuchung festgestellt wurde. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird in einem Fall betont, dass die ausgewiesenen Daten überwiegend Einkaufsmengen sind, „die nicht identisch mit den Verbrauchsmengen sind“. Weiter heißt es: „Für die großen Posten ist geplant, in den nächsten Jahren jeweils die Lagerbestände zu erfassen, um daraus die tatsächlichen Verbrauchsmengen zu ermitteln“ [OKTOBERDRUCK 1995, S. 9]. In den weiteren sechs untersuchten Umwelterklärungen findet sich kein Hinweis darauf, dass Bestandsveränderungen oder vom Kunden gestellte Papiere in die Input-/Outputanalyse einbezogen wurden.

### 5.2.5 Kennzahlen 101, 102, 201, 202 - „Papierabfall pro Papierinput“

Mit den Kennzahlen wird das Ziel verfolgt, für ein Kalenderjahr die spezifische Menge der Papierabfälle in bezug auf den Papierinput darzustellen. Die Kennzahlen sollen der Unterstützung des Umweltziels „Minimierung der spezifischen Papierabfälle“ dienen.

Wird das Papierabfallvolumen (Kennzahl 001) in Bezug zum Papierinput betrachtet (Kennzahl 100 oder 200), ergibt sich eine Darstellung der spezifischen Papierabfallmenge in den Einheiten Kubikmeter pro Tonne (Kennzahlen 101 oder 201). Die dabei verwendete Kennzahl 001 ist ungenau, weil die Papiermenge im ausgewiesenen Volumen variieren kann (s. Kapitel 5.2.2). Daher sind die Kennzahlen 101 und 201 zur Darstellung der spezifischen Papierabfallmenge ungeeignet. Aus diesem Grund ist durch diese Kennzahlen keine Aussage darüber möglich, ob eine effiziente Ausnutzung des Papierinputs erfolgt ist. Die auf der Kennzahl 001 basierenden Kennzahlen 101 (Papierabfallvolumen pro Papiereinkauf) und 201 (Papierabfallvolumen pro Papierverbrauch) sind somit nicht zur Unterstützung des Umweltziels geeignet. Auf eine Darstellung und Diskussion der Kennzahlen wird aus diesem Grund verzichtet.

Die Kennzahlen 102 und 202 beziehen das *Gewicht* des Papierabfalls auf den Papierinput.

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Unzulänglichkeiten der Kennzahl 102 wurden bei der Befragung darin gesehen, dass in der Bezugsgröße „Papiereinkauf“ (Kennzahl 100) keine Papiere enthalten sind, die von Kunden gestellt werden. Diese Papiere tragen zur Erhöhung der Abfallmenge bei, ohne dass dem in der Kennzahlberechnung eine entsprechende Inputmenge gegenübersteht. Gleiches gilt bei einer Verringerung der Lagerbestände: die Verarbeitung entsprechender Mengen trägt dann ebenfalls zur Erhöhung der Papierabfallmenge bei, ohne dass dem in der Bezugsgröße 100 Rechnung getragen wird. Die Papierabfallmenge sollte daher auf die Kennzahl 200 bezogen werden, da sie die von Kunden gestellten Papiermengen sowie Lagerbestandsveränderungen einbezieht. Die Kennzahl 202 ist daher besser geeignet, um in Zeitreihen oder Betriebsvergleichen zu überprüfen, ob eine Annäherung an das Umweltziel „Minimierung der spezifischen Papierabfälle“ stattgefunden hat.

Nr. 102 Nr. 202	<b>Papierabfallgewicht pro Papierinput</b>		<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung der spezifischen Papierabfälle</b>		<b>Einheit: %</b>
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung der spezifischen Papierabfälle im Kalenderjahr</b>		keine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	<b>Kennzahl 102: Papierabfallgewicht pro Papiereinkauf</b>  $\frac{\text{Papierabfallgewicht [t]}}{\text{Papiereinkauf [t]}}$	<b>Kennzahl 202: Papierabfallgewicht pro Papierverbrauch</b>  $\frac{\text{Papierabfallgewicht [t]}}{\text{Papierverbrauch [t]}}$	
<b>Nachteil</b>	- keine Berücksichtigung von Lagerbestandsveränderungen und der von Kunden gestellten Papiere	- relativ hoher Ermittlungsaufwand	
<b>Vorteil</b>	- relativ geringer Ermittlungsaufwand	- alle verarbeiteten Papiere werden erfasst	
<b>Ermittlung</b>	$\frac{\text{Kennzahl 002}}{\text{Kennzahl 100}}$	$\frac{\text{Kennzahl 002}}{\text{Kennzahl 200}}$	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn die Kennzahl 002 auf einer Abschätzung beruht (Umrechnung von Volumeneinheiten in Gewichtseinheiten)</li> <li>- wenn die Kennzahl 002 stark durch Verpackungspapierabfall erhöht wird</li> </ul>		
<b>Erhebungsaufwand</b>	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 002 und 100 vorliegen	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 002 und 200 vorliegen	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung der spezifischen Papierabfallmenge, wenn von Kunden gestellte Papiere und Lagerbestandsveränderungen keine besondere Mengenrelevanz haben</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche unter o.g. Bedingung, wenn nicht wesentliche Weiterverarbeitungen extern erfolgen und wenn den Erhebungszeiträumen annähernd gleiche Auftragsstrukturen zugrunde liegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung der spezifischen Papierabfallmenge, wenn die Erfassung der Lagerbestände nicht wesentlich nach Ende des Kalenderjahres stattfindet</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche unter o.g. Bedingung, wenn nicht wesentliche Weiterverarbeitungen extern erfolgen und wenn den Erhebungszeiträumen annähernd gleiche Auftragsstrukturen zugrunde liegen</li> </ul>	

Ein Schwachpunkt beider Bezugsgrößen besteht darin, dass keine Berücksichtigung von Verpackungspapieren stattfindet, die in den Betrieb gelangen. Zwar wird Verpackungskarton häufig wiederverwendet, die Restmengen erhöhen jedoch die Papierabfallmenge, ohne dass dem in den Bezugsgrößen Rechnung getragen wird.

Kartonabfälle werden zur Erhöhung der Wiederverwertbarkeit zum Teil getrennt gesammelt, so dass diese Menge bei der Erfassung der Kennzahl 002 ausgeschlossen werden könnte. Da die Kartonfraktion neben Verpackungsabfällen auch Abfälle aus der Bedruckung von Karton enthalten kann, ist eine getrennte Ausweisung der Kartonabfallmenge zur Darstellung der spezifischen Papierabfälle nicht sinnvoll. Wird das allgemeine Umweltziel eines effizienten Papiereinsatzes so verstanden, dass auch die aus Papierverpackungen resultierende Abfallmenge zu vermindern ist (z.B. durch Einflussnahme auf Lieferanten oder erhöhte Wiederverwendung von Karton), dann sind die Kennzahlen 102 und 202 zur Unterstützung dieses Ziels gut geeignet.

Wenn die Kennzahlen für aussagefähige Zeitreihen und Betriebsvergleiche genutzt werden sollen, muss neben einer einheitlichen Erfassungsmethode sowohl ein vergleichbarer Anteil an externen



Weiterverarbeitungen gegeben sein, als auch eine in etwa vergleichbare Auftragsstruktur zugrunde liegen. In Abhängigkeit von der Maschinenausstattung eines Betriebes werden Weiterverarbeitungsaufträge an andere Betriebe vergeben. Dort fallen dann entsprechend mehr Papierabfälle an. Daher ist eine Vergleichbarkeit der Kennzahlen nur gegeben, wenn ihnen ähnliche Weiterverarbeitungsstrukturen zugrunde liegen.

In bezug auf die Auftragsstruktur kann es sein, dass im Vergleich mit Vorjahresdaten oder im Vergleich zu einer anderen Druckerei z.B. deutlich mehr Aufträge mit einem hohen Qualitätsstandard gedruckt werden (z.B. Vierfarbdruck). Darin kann dann, insbesondere bei niedrigen Auflagen, ein Grund für eine hohe spezifische Papierabfallmenge liegen. Bei der Abstimmung mehrerer Farben fällt mehr Makulatur an, als beim einfarbigen Druck. Die technischen Möglichkeiten zur Vermeidung derartiger Makulaturmengen sind begrenzt. Zu einer deutlichen Erhöhung der spezifischen Papierabfallmenge kann es auch kommen, wenn aufgrund der Auftragsstruktur besonders viele Schnittreste anfallen. Die Untersuchung ergab zwar, dass eine gezielte Kundenberatung zur Vermeidung von Schnittresten beitragen kann. Bei einigen Aufträgen ist ein hoher Anfall an Schnittresten jedoch unvermeidbar.

Wenn die Kennzahlen 102 und 202 - wie vorgeschlagen - nur einmal im Jahr erhoben werden, ist fraglich, ob die Weiterverarbeitungs- und Auftragsstruktur der vorangegangenen Kalenderjahre eingeschätzt werden kann. Besonders schwierig ist die Einschätzung von Auftragsstrukturen im zwischenbetrieblichen Vergleich. Soll eine fundierte Aussage getroffen werden, muss es möglich sein, Auflagenstärken, Qualitätsanforderungen und Schnittresteaufkommen aller Aufträge eines Kalenderjahres abschätzen zu können. Bisher werden entsprechende Daten nicht erhoben. Es ist zu vermuten, dass der Aufwand zur Ermittlung von aussagekräftigen Daten in keinem Verhältnis zum Nutzen stehen würde.

Doch auch ohne eine genaue Kenntnis der Auftragsstruktur ist der Vergleich der Kennzahlen 102 bzw. 202 mit vorangegangenen Zeiträumen oder anderen Betrieben sinnvoll. Ist der ungenutzte Anteil des Papierinputs im Vergleich zu vorherigen Kalenderjahren oder ähnlich strukturierten Betrieben hoch, kann eine gezielte Ursachenermittlung erfolgen. Möglicherweise können Potentiale entdeckt werden, um die Effizienz beim Einsatz von Papier zu erhöhen. Wenn Möglichkeiten zur Prozessoptimierung ermittelt und umgesetzt werden, kann der Betrieb durch die Aufstellung von Zeitreihen mit Hilfe der Kennzahlen abschätzen, ob die umgesetzten Maßnahmen Erfolge zeigen. Der Betriebsvergleich wird erschwert, wenn eine Druckerei über die Weiterverarbeitungs- und Auftragsstruktur des anderen Betriebes keinerlei Informationen erhalten kann.

Bei der Befragung wurde angegeben, dass die Kennzahl 102 sowohl zur internen Kontrolle als auch zur externen Information und für Betriebsvergleiche als geeignet angesehen wird. Zur Kennzahl 202 wurde kein Meinungsbild erfragt, da erst im Laufe der Untersuchung festgestellt wurde, dass relevante Unterschiede zwischen Papiereinkauf und Papierverbrauch auftreten können. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen erfolgt in einem Fall die Angabe der Kennzahl „g Altpapier/kg Papiereinsatz“ [KS DRUCK 1996, Anh. S. 3], einmal wird die Zahl mit „ein Drittel des Papierrohstoffs“ beschrieben [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 11]. Dabei wird nicht erläutert, ob Papiereinkauf oder -verbrauch als Bezugsgröße verwendet wurde.

### 5.2.6 Kennzahl 300 - „Menge hergestellter Druckerzeugnisse“

Die Menge hergestellter Druckerzeugnisse gibt darüber Aufschluss, welches Produktionsergebnis mit dem Einsatz der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe im betrachteten Zeitraum erzielt wurde. Neben den Kennzahlen Papiereinkauf (Kennzahl 100) und dem Papierverbrauch (Kennzahl 200) stellt sie eine weitere mögliche Bezugsgröße dar.

Nr. 300	<b>Menge hergestellter Druckerzeugnisse</b>		<b>absolute Menge</b>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der absoluten Produktmenge eines Kalenderjahres</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Bezugsgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit:</b> t eine Nachkommastelle
Definition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller hergestellten Druckerzeugnisse, die den Kunden im Kalenderjahr in Rechnung gestellt wurden: Aufträge zur Papierbedruckung sowie Aufträge zur Bearbeitung von Papieren (Nuten, Stanzen, Binden)</li> </ul>		
Nachteil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn die Kennzahl als Bezugsgröße für Einsatzstoffe herangezogen wird, die nur beim Druckvorgang benötigt werden, stört die Einbeziehung von Druckerzeugnissen, bei denen lediglich eine Papierbearbeitung stattgefunden hat</li> </ul>		
Vorteil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einheitliche Erfassungsvorgabe</li> </ul>		
Ermittlung	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regelmäßige EDV-Eingabe der Gewichte jedes Kundenauftrages bei Rechnungsstellung (evt. einmalige Eingabe von Format und Grammatik jeder verwendeten Papiersorte und regelmäßige Ergänzung um Stückzahlen) oder</li> <li>- nachträgliche Auswertung von Rechnungsbelegen</li> </ul>	<b>Abschätzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Kennzahl 100 minus Kennzahl 002</b> (Papiereinkauf minus Papierabfallgewicht) oder</li> <li>- <b>Kennzahl 200 minus Kennzahl 002</b> (Papierverbrauch minus Papierabfallgewicht)</li> </ul>	
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die große Datenmenge kann zur Demotivierung der Zuständigen und fehlerhaften EDV-Eingaben führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahl 100 lässt Lagerbestandsveränderungen und von Kunden gestellte Papiere unberücksichtigt</li> <li>- Kennzahl 002 basiert evt. auf der Umrechnung von Abfallvolumina</li> </ul>	
Erhebungsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoch, wenn regelmäßig Gewichte aus Stückzahl, Format und Grammatik berechnet werden müssen (ca. zwei Stunden pro Jahr)</li> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr), wenn regelmäßig nur die Eingabe von Stückzahlen erforderlich ist, da auf einmalig eingegebene Papierdaten zurückgegriffen werden kann und die Anzahl neu einzugebender Papiersorten gering ist</li> <li>- sehr hoch (ca. drei Stunden pro Jahr) bei nachträglicher Rechnungsauswertung - höher, wenn nicht alle Papierdaten auf den Rechnungen vermerkt sind</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimal (ca. zehn Minuten pro Jahr), wenn auf die benötigten Kennzahlen zurückgegriffen werden kann</li> </ul>
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Produkt-Outputs, aber in jedem Fall mit einem hohen Erhebungsaufwand verbunden</li> <li>- <b>geeignet</b> als Bezugsgröße (z.B. in Kennzahl 302), da einheitliche Ermittlungsart</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des Produkt-Outputs, wenn die Kennzahlen 200 und 002 verwendet werden</li> <li>- <b>akzeptabel</b>, wenn die Kennzahlen 100 und 002 verwendet werden</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Bezugsgröße, wenn Ermittlungsarten vergleichbar</li> </ul>

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Ermittlungsarten der Kennzahl 300 (Menge hergestellter Druckerzeugnisse) unterscheiden sich erheblich. Um die Datengrundlage der Kennzahl transparent zu machen, ist es daher besonders wichtig, die Ermittlungsgrundlage bei der Dokumentation anzugeben. Dadurch kann die Genauigkeit der Kennzahl nachvollzogen werden.

Eine weitere Ermittlungsart der Kennzahl 300 definiert ein beratendes Forschungsinstitut: Zur Berechnung der Menge hergestellter Druckerzeugnisse wird zunächst die Kennzahl 002 (Papierabfallgewicht) von der Kennzahl 100 (Papiereinkauf) abgezogen, anschließend wird der Farbauftrag auf den Druckerzeugnissen abgeschätzt und der Produktmenge zugerechnet [IÖW 1997]. Die so ermittelte Kennzahl 300 unterscheidet sich nur unwesentlich von der oben genannten Abschätzung (durch Einbeziehung des Farbauftrags wird die Kennzahl um ca. 0,4% erhöht). Bei dieser Definition ist die Abschätzung des Farbauftrags relativ ungenau. Zunächst muss dazu gewährleistet sein, dass der Farbinput auch Lagerbestandsveränderungen berücksichtigt. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass der Farbinput minus pastöse Farbabfälle nicht dem Farbauftrag auf den Druckprodukten entspricht: eine schwer bestimmbare Farbabfallmenge fällt in entsorgten Leergebinden oder in Putzlappen an (etwa 9% nach AHRENS et al. [1995a, S. 17]). Auf die Schwierigkeiten der Bestimmung des Farb- und Lackverbrauchs bzw. der entsprechenden Abfallmenge wird in Kapitel 5.7 eingegangen.

Wenn eine Abschätzung der Kennzahl 300 über die Kennzahlen 100 (Papiereinkauf) oder 200 (Papierverbrauch) erfolgt, sind in diesen Größen auch Papiere enthalten, die nicht zur Herstellung von Druckprodukten im eigentlichen Sinne bestimmt sind. Dazu zählen einerseits in geringem Maße das Büro- und Versandpapier für die Druckereiverwaltung und andererseits die Papiere, die zur Verpackung von Druckerzeugnissen eingekauft werden. Dieser Erhöhung der Kennzahlen 100 und 200 steht jedoch der Abzug von Abfallmengen (Kennzahl 002) gegenüber, die ebenfalls nicht direkt mit der Herstellung der Druckerzeugnisse verbunden sind: Papierabfall aufgrund der Verpackung angelieferter Ware sowie Papierabfall der druckereieigenen Verwaltung. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass sich die Ungenauigkeiten in etwa aufheben.

Eingekauftes Verpackungspapier kann relativ einfach separat vom Papiereinkauf erfasst werden, um es aus der Kennzahl 100 (Papiereinkauf) herauszurechnen. Dieses Ziel wird in einer der befragten Druckereien verfolgt [JAVITZ 1997]. Für Papiere der druckereieigenen Verwaltung, wie z.B. Büro- und Kopierpapiere, ist eine separate Mengenerfassung jedoch schwer möglich, da in der Regel Restbestände genutzt werden. Die separate Erfassung wurde bei der Befragung daher überwiegend als „zu aufwendig“ angesehen.

Die Befragten gaben an, dass sie die Ermittlung der Menge hergestellter Druckerzeugnisse (Kennzahl 300) überwiegend als „zu aufwendig“ ansehen. Es ist zu vermuten, dass damit vor allem eine Ermittlung über eine Rechnungsauswertung gemeint ist.

In den ausgewerteten Umwelterklärungen wird die Menge hergestellter Druckerzeugnisse (Kennzahl 300) in drei von sieben Fällen aufgeführt. In einer Druckerei fand im Rahmen der ersten Umweltprüfung eine Auswertung von Rechnungen statt, so dass eine genaue Angabe in Kilogramm erfolgte [PLAKATIV 1996, S. 15f]. Dieser Aufwand wurde durch eine Praktikantin erbracht und ist nach Einschätzung der Beraterin nicht von der Druckerei selbst zu leisten [PLAKATIV 1997]. Die Angaben in den beiden anderen Umwelterklärungen wurden durch den Abzug des Papierabfallgewichtes vom Papierinput abgeschätzt. Die Dokumentation der Kennzahl erfolgt in Kilogramm (auf Tausend aufgerundet) mit dem Zusatz „ca.“ [RUDOLPH 1996, S. 13; SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 6/11].

## 5.2.7 Kennzahlen 301, 302 - „Papierabfall pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“

Die Kennzahl 301 verwendet als Basisgröße eine Darstellung des Papierabfalls in Volumeneinheiten (Kennzahl 001). Aufgrund von Ungenauigkeiten (s. Kapitel 5.2.2) ist die Kennzahl 001 zur Darstellung der Papierabfallmenge und zur Verwendung als Basisgröße ungeeignet. Auf eine genaue Darstellung und Diskussion der Kennzahl 301 wird daher verzichtet.

Nr. 302	Papierabfall pro Druckerzeugnisse	relative Menge
Umweltziel	· Minimierung der spezifischen Papierabfälle	Einheit: g/kg keine Nachkommastelle
Ziel	· Ermittlung der spezifischen Papierabfälle im Kalenderjahr	
Definition	$\frac{\text{Papierabfallgewicht [t]}}{\text{hergestellte Druckerzeugnisse [t]}}$	
Ermittlung	Kennzahl 002 Kennzahl 300	
Besonderheit	Darstellung der Kennzahl in der Einheit Gramm pro Kilogramm, damit die Kennzahl eine leicht vorstellbare Dimension erhält	
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn Kennzahl 002 auf einer Abschätzung über Volumeneinheiten beruht, ist die Basisgröße ungenau</li> <li>- wenn Kennzahl 300 auf einer Abschätzung über Papiereinkauf (Kennzahl 100) beruht, ist die Genauigkeit der Bezugsgröße vermindert</li> </ul>	
Erhebungsaufwand	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 002 und 300 vorliegen	
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung der spezifischen Papierabfallmenge, wenn Kennzahl 002 durch Wiegung und Kennzahl 300 über Kennzahl 200 minus Kennzahl 002 ermittelt wurde, ansonsten</li> <li>- <b>akzeptabel</b>, wenn eine der anderen Ermittlungsarten gewählt wurde</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn den Erhebungszeiträumen annähernd gleiche Weiterverarbeitungs- und Auftragsstrukturen zugrunde liegen</li> </ul>	

### Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl

Die relative Kennzahl 302, die sich auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse bezieht, führt im Vergleich mit den Bezugsgrößen 100 oder 200 zu keinen neuen Erkenntnissen. Es handelt sich lediglich um eine andere Darstellungsform der spezifischen Papierabfallmenge. Zur Unterstützung des Umweltzieles „Minimierung der spezifischen Papierabfallmenge“ ist die Kennzahl 302 wiederum nur unter der Bedingung geeignet, dass der Anteil externer Weiterverarbeitungen vergleichbar ist und der Kennzahl ähnliche Auftragsstrukturen zugrunde liegen. Die Darstellung der Kennzahl 302 in Zeitreihen oder Betriebsvergleichen bietet einen Anhaltspunkt dafür, wie viel Papierrohstoff bei der Herstellung von einem Kilo der hergestellten Druckerzeugnisse als Abfall angefallen ist. Je geringer die Kennzahl, desto höher ist die Effizienz beim Papiereinsatz.

Der Vorteil bei einem Produktbezug besteht im allgemeinen darin, dass die Umweltauswirkungen ähnlicher Produkte über die Kennzahl verglichen werden können. Da den Kennzahlen jedoch nur eine annähernd vergleichbare Weiterverarbeitungs- und Auftragsstruktur zugrunde liegt, sind Kennzahlen mit einem Bezug auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse nur bedingt vergleichbar.

Bei der Befragung wurde die Ermittlung der Kennzahl 302 überwiegend als „zu aufwendig“ beurteilt. Es ist zu vermuten, dass dies mit der als aufwendig angesehenen Bildung der Bezugsgröße 300 zusammenhängt (Menge hergestellter Druckerzeugnisse). In den ausgewerteten Umwelterklärungen wird die Kennzahl in einem von sieben Fällen aufgeführt. Es wird angegeben, dass die Kennzahl zur Feststellung der „Papierverbrauchseffizienz“ ermittelt wird; der Wert ist in Kilogramm Papierabfall pro Kilogramm Produkt dokumentiert (zwei Nachkommastellen) [PLAKATIV 1996, S. 17].

### 5.2.8 Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen

Das Umweltziel einer Effizienzsteigerung beim Papiereinsatz wird nur von einem Teil der untersuchten Druckereien ausdrücklich formuliert. Von der Druckerei *Plakativ* wird die „Papierverbrauchseffizienz“ analysiert. Dabei wird durch den Bezug auf die Kennzahl 300 (Menge der hergestellten Druckerzeugnisse) eine produktorientierte Effizienzsteigerung zum Ziel gesetzt: Bei einem 1994 und 1995 ermittelten Papierabfall von 70 g bzw. 30 g pro Kilogramm Produkt wird „eine effiziente Nutzung des Papiers“ festgestellt und angestrebt, „dieses gute Ergebnis in Zukunft mindestens beizubehalten“ [PLAKATIV 1996, S. 17].

Die Effizienzsteigerung beim Papiereinsatz strebt eine der untersuchten Druckereien in folgenden Ausführungen an: „Wir wollen Ressourcen schonen. Insbesondere soll der Anfall von Fehlchargen vermieden werden“ [ELEKTRA, S. 10]. In einer weiteren Umwelterklärung heißt es: „Ein Vergleich mit der eingesetzten Rohstoffmenge zeigt, dass ein Drittel des Papierrohstoffs nicht in das Produkt geht, sondern als Reststoff anfällt. Diesen Anteil wollen wir durch Optimierung des Produktionsprozesses in Zukunft verringern“ [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 11].

Eine andere Druckerei führt als Umweltziel die „Vermeidung von Schnittresten“ an und formuliert zusätzlich das Umweltziel einer „Reduktion von Papierverpackungen bei Papierlieferanten durch Gespräche“. Das Gewicht der Papierabfälle wird zum „Papiereinsatz“ in Beziehung gesetzt und eine entsprechende Kennzahl ausgewiesen [KSDRUCK 1996, S. 18/23/Anh. S. 3]. Der „Papiereinsatz“ wird dabei nicht näher definiert, so dass unklar ist, ob als Bezugsgröße der Papiereinkauf (Kennzahl 100) oder der Papierverbrauch (Kennzahl 200) verwendet wurde.

Einige Druckereien veröffentlichen nicht die genaue Menge der Papierabfälle (Kennzahlen 001 oder 002), sondern geben lediglich die Summe *sämtlicher* verwertbarer Abfälle an [PLAKATIV 1996, S. 13]. Andere Betriebe weisen zwar sowohl den Papierinput (Kennzahl 100 oder 200) als auch die Papierabfallmenge aus (Kennzahl 001 bzw. 002), stellen aber keinen Bezug zwischen den Größen her [z.B. RUDOLPH 1996, S. 12f; FREYBURGER 1996, S. 8/10]. Es wird nicht angegeben, ob der aufgeführte Papierinput den Papiereinkauf (Kennzahl 100) oder den tatsächlichen Papierverbrauch (Kennzahl 200) darstellt.

In Tabelle 5-3 werden Beispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Papiereinsatz genannt; die Beziehungszahlen (102/202/302) sind fett gedruckt. Die Daten stammen aus den sieben untersuchten Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien oder sind vorläufige Erhebungsdaten im Rahmen eines EG-Öko-Audits (erste Umweltprüfung/Umweltbetriebsprüfung). Die Datenbezeichnungen, die in Anführungszeichen gesetzt sind, wurden wörtlich gemäß der Druckereiangabe übernommen. Wenn es die Basis- und Bezugsgrößen zuließen, wurden fehlende Kennzahlen selbst errechnet (rechte Spalte). Entsprach die Druckereiangabe nicht der Kommastellen-Genauigkeit, die für das Kennzahlensystem definiert wurde, erfolgte bei der Umrechnung der Zusatz „ca.“. Wurde durch die Druckerei bereits eine „ca.“-Angabe gemacht, ist dieser Zusatz bei der Ausweisung des Wertes übernommen worden.

Tabelle 5-3: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Papiereinsatz

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Plakativ</b> Bogenoffset 4 Mitarbeitende	Papierabfall	k.A.	Kennz. 002:	ca. 2,0 t
	„Input Papier 1994“	26.411 kg	Kennz. 100:	26,4 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 8%</b>
	„Produkte 1994“	28.100 kg	Kennz. 300:	28,1 t
	„Papierabfall pro kg Produkt 1994“	<b>0,07 kg</b>	<b>Kennz. 302:</b>	<b>ca. 70 g/kg</b>
<b>Rudolph</b> Bogenoffset 5 Mitarbeitende	„Output Papier, Pappe, Karton“	2.014 kg	Kennz. 002:	2,0 t
	„Input Papier“	20.147 kg	Kennz. 100:	20,1 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 10%</b>
	„Fertigprodukte“	ca. 18.000 kg	Kennz. 300:	ca. 18,0 t
	Papierabfall pro kg Druckprodukt	k.A.	<b>Kennz. 302:</b>	<b>ca. 112 g/kg</b>
<b>KS-Druck</b> Bogenoffset 6 Mitarbei- tende	„Abfall Altpapier“	23.500 kg	Kennz. 002:	23,5 t
	Papiereinkauf	k.A.	Kennz. 100:	ca. 114,0 t
	„g Altpapier pro kg Papiereinsatz“	<b>206 g/kg</b>	<b>Kennz. 102:</b>	<b>21%</b>
<b>Buntdruck</b> Bogenoffset 11 Mitarbeitende	Papierabfallvolumen	vorläufige	Kennz. 001:	57,2 m <sup>3</sup>
	Papierabfallgewicht (bei 0,3 t/m <sup>3</sup> )	Erhebungs-	Kennz. 002:	ca. 17,2 t
	Papiereinkauf (ohne Graupappe, Verpackungspapier/-karton)	daten	Kennz. 100:	66,3 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf		<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 26%</b>
<b>Elektra</b> Bogenoffset 12 Mitarbeitende	„Output Papierabfall“	14 t	Kennz. 001:	ca. 14,0 t
	„Input Papier“	180 t	Kennz. 100:	ca. 180,0 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 8%</b>
	„Output Druckerzeugnisse“	165 t	Kennz. 300:	ca. 165,0 t
	Papierabfall pro kg Druckprodukt	k.A.	<b>Kennz. 302:</b>	<b>ca. 85 g/kg</b>
<b>Königsdruck</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	„Output Papier gemischt“	vorläufige	Kennz. 002:	8,6 t
	„Input Papier/Karton“	Erhebungs-	Kennz. 100:	61,2 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf	daten	<b>Kennz. 102:</b>	<b>14%</b>
	„Output Druckerzeugnisse“		Kennz. 300:	55,1 t
	„Papierabfallgew. pro kg Produkt“		<b>Kennz. 302:</b>	<b>155 g/kg</b>
<b>Javitz</b> Bogenoffset 14 Mitarbei- tende	Papierabfallgewicht	vorläufige	Kennz. 002:	18,6 t
	Papiereinkauf	Erhebungs-	Kennz. 100:	51,5 t
	Papierabfallgewicht pro Papiereinkauf	daten	<b>Kennz. 102:</b>	<b>36%</b>
<b>Freyburger</b> Bogenoffset 19 Mitarbeitende	„Output Papier + Pappe“	120 m <sup>3</sup>	Kennz. 001:	ca. 120,0 m <sup>3</sup>
	Papierabfallgewicht (bei 0,3 t/m <sup>3</sup> )	k.A.	Kennz. 002:	ca. 36,0 t
	„Input Papier“	ca. 62.000 kg	Kennz. 100:	ca. 62,0 t
	Papierabfallvolumen pro Papiereinkauf	k.A.	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 58%</b>
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> Bogenoffset 32 Mitarbeitende	„Output Papierabfälle“	ca. 140.000 kg	Kennz. 002:	ca. 140,0 t
	„Input Papier“	ca. 400.000 kg	Kennz. 100:	ca. 400,0 t
	Papierabfallgewicht pro -einkauf	<b>„ein Drittel“</b>	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 35%</b>
	„Output Druckerzeugnisse“	ca. 260.000 kg	Kennz. 300:	ca. 260,0 t
	Papierabfall pro kg Druckprodukt	k.A.	<b>Kennz. 302:</b>	<b>ca. 538 g/kg</b>
<b>Oktober- druck</b> Bogenoffset 40 Mitarbeitende	„Output Makulatur, Papier... 1994“	65 t	Kennz. 002:	ca. 65,0 t
	„Input Papier 1994“	ca. 650 t	Kennz. 100:	ca. 650,0 t
	Papierabfallgewicht pro Papiereinkauf	k.A.	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 10%</b>
	„Output Makulatur, Papier... 1996“	vorläufige	Kennz. 002:	ca. 58,0 t
	„Input Papier 1996“	Erhebungs-	Kennz. 100:	452,3 t
	Papierabfallgewicht pro Papiereinkauf	daten	<b>Kennz. 102:</b>	<b>ca. 13%</b>

k.A. = keine Angabe

Eine Interpretation der Daten ist schwierig, da nur in den wenigsten Fällen Angaben zur Art der Datenermittlung gemacht werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass beim „Input Papier“ weder Lagerbestandsveränderungen noch vom Kunden gestellte Papiermengen berücksichtigt wurden. Damit entspricht der Wert wahrscheinlich der Kennzahl 100 (Papiereinkauf). Es ist wahrscheinlich, dass dabei der Kennzahldefinition entsprochen wurde, in dem sämtliche Lieferantenrechnungen eines Kalenderjahres einbezogen wurden.

Bei den angegebenen Papierabfallmengen ist ebenso wenig dokumentiert, auf welcher Grundlage die Kennzahlen ermittelt wurden. Die Untersuchung ergab, dass das Papierabfallgewicht in mindestens drei Druckereien auf Grundlage der entsorgten Abfallvolumina bestimmt wurde [PLAKATIV 1997; IÖW 1997; SCHMIDT&KLAUNIG 1997].

Die Angaben sind in der Regel das Resultat einer erstmalig in der Druckerei durchgeführten Analyse von Stoffströmen. Aufgrund der fehlenden Erfahrung bei der Datenerhebung sind die Werte mit großer Vorsicht zu interpretieren. Wird eine annähernd gleiche Erhebungsgrundlage sowie annähernd gleiche Weiterverarbeitungs- und Auftragsstrukturen vorausgesetzt, lassen sich folgende Werte berechnen bzw. gegenüberstellen:

- Die beiden Volumeneinheiten (Kennzahl 001) können bei Abschätzung einer durchschnittlichen Behälterschüttdichte von  $0,3 \text{ t/m}^3$  [SCHMIDT&KLAUNIG 1997] und unter der Annahme einer Füllhöhe von 100% in die Kennzahlen 002 und 102 umrechnen. Es ergeben sich die relativ ungenauen Werte von ca. 27% bzw. ca. 58% Papierabfall pro Papiereinkauf.
- Die Kennzahl 102 lässt sich (inklusive der genannten Umrechnungen) in zehn Fällen angeben; demnach werden durchschnittlich etwa 23% des Papiereinkaufs als Abfall entsorgt; die Minima liegen um 8%, das Maximum bei ca. 58%.
- Die Kennzahl 302 lässt sich in fünf Fällen angeben, aus denen ein durchschnittlicher Wert um 192 Gramm Papierabfall pro Kilogramm Druckerzeugnis resultiert; das Minimum liegt bei etwa 70 g/kg, das Maximum bei 538 g/kg.

Einige Werte der Kennzahl 102 („ca. 35%“, „36%“, „ca. 58%“) sind auffällig hoch. Ist eine Umrechnung in die Kennzahl 302 möglich, ergeben sich auch hier entsprechend hohe Werte, wie z.B. 538 g Papierabfall pro Kilogramm Druckerzeugnis. Der Wert von 36% (Kennzahl 102) beruht auf einer relativ genauen Erfassung des Papiereinkaufs und einer etwa monatlichen Auswiegung der Papierabfälle. Er lässt sich eventuell mit dem Umzug der Druckerei erklären, der im betrachteten Kalenderjahr zu besonderen Aufräumarbeiten führte. Die Werte „ca. 35%“ und „ca. 57%“ (Kennzahl 102) sind dagegen relativ ungenau, da sie aus der Umrechnung von Volumeneinheiten resultieren. Beim ersten Wert („ca. 35%“) wird zwar in der Umwelterklärung keine Begründung angeführt, jedoch ein Handlungsbedarf gesehen. Beim zweiten Wert („ca. 57%“) ist möglicherweise eine geringere Behälterschüttdichte als  $0,3 \text{ t/m}^3$  oder eine geringere Füllhöhe als 100% anzusetzen. Ist dies der Fall, besteht darin möglicherweise ein Ansatzpunkt zur Optimierung: Ökologisch und ökonomisch ist es sinnvoll, nur volle Behälter mit einer hohen Schüttdichte zu entsorgen.

## 5.3 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Primärfasern aus Holz, das aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammt“

In Kapitel 4.3.2 wurde als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien formuliert: Wenn Papier aus Holz-Primärfasern eingekauft wird, soll das Holz für die Fasern aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammen.

### 5.3.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Zur Konkretisierung des Umweltziels bedarf es einer gesellschaftlich akzeptierten Definition, was unter einer qualitativ und quantitativ nachhaltigen Forstwirtschaft verstanden wird. Während die Definition von *quantitativer* Nachhaltigkeit kein Problem darstellt (die Masse an Holz muss mindestens erhalten bleiben), wird über die Konkretisierung der Standards und Kontrollmechanismen für eine *qualitativ* nachhaltige Forstwirtschaft noch heftig debattiert. Der momentane Stand der Debatte wird im folgenden aufgezeigt, um daraus mögliche Konkretisierungen des Umweltziels sowie unterstützende Kennzahlen abzuleiten.

#### **Möglichkeiten zur Konkretisierung des Umweltziels**

Es besteht die Möglichkeit, dass Druckereien in Zukunft von Papiergroßhändlern Informationen über die Herkunft von Papieren aus Holz-Primärfasern erhalten können. Erste Annäherungen an Standards für eine qualitativ und quantitativ nachhaltige Forstwirtschaft sind erfolgt:

- Verlautbarungen des kanadischen Zellstoff- und Papierverbandes sowie des Verbandes der Deutschen Papierindustrie, bestimmte Anforderungen an eine quantitativ und qualitativ nachhaltige Forstwirtschaft einzuhalten [IUP 1996]
- Selbstverpflichtung des Verbandes Deutscher Zeitschriftenverlage und der in Deutschland produzierenden/anbietenden Hersteller von Zeitungs- und Zeitschriftenpapieren, die Einkaufspolitik so zu gestalten, dass definierte Waldnutzungsstandards eingehalten werden (siehe Anhang IV) [VDZ/VDP 1996; SPRINGER 1995, S. 15; GRUNER&JAHR 1996, S. 8f]
- Selbstverpflichtung von Forstwirtschaftsunternehmen wie dem skandinavischen Unternehmen AssiDomän zur detaillierten Offenlegung, in welchen Wäldern Bäume gefällt werden [ÖKOBRIEFE 1996c]
- Zertifizierung und Kontrolle von Forstwirtschaften durch unabhängige Organisationen bei Einhaltung definierter Kriterien (siehe Anhang IV) [NATURLAND 1996; ECOTIMBER 1996].

#### **Verlautbarungen der Papier- und Zellstoffindustrie**

Eine Möglichkeit, einen bestimmten Standard für eine qualitativ und quantitativ nachhaltige Forstwirtschaft festzustellen, ist das Vertrauen auf Verlautbarungen der Papier- und Zellstoffindustrie. Der Verband Deutscher Papierindustrie und der kanadische Zellstoff- und Papierverband lassen z.B. zur Zeit verlauten, dass beim „modernen Kahlschlag“ sichergestellt wird, dass „nicht nur eine quantitative Nachhaltigkeit erreicht wird, sondern dass auch die Vitalität und Artenvielfalt der bewirtschafteten Wälder erhalten bleibt“ [IUP 1996, S. 23f]. Hintergrund ist u.a. ein Gesetz der kanadischen Regierung aus dem Jahr 1994. Dieses verankert Empfehlungen eines von der Regierung eingesetzten Wissenschaftlergremiums. Kahlschläge werden auf maximal 85% der Fläche begrenzt (bzw. 30% auf empfindlichen Flächen oder Flächen, die bedeutende Nicht-Holz-Werte enthalten) [THIES 1995]. Eine Studie aus dem Jahr 1997 weist jedoch nach, dass in der kanadischen Provinz mit dem wertvollsten alten Baumbeständen (British Columbia) durch Ausnahmeregelungen weiterhin 92% der Abholzungen totale Kahlschläge sind [GREENPEACE/SLDF 1997]. Dies zeigt, dass



Verlautbarungen mit einem ausreichenden Kontrollmechanismus verbunden sein müssen, damit sie für Druckereien als Maßstab zum Erreichen des Umweltzieles dienen können.

### **Selbstverpflichtungen der Papier- und Zellstoffindustrie**

Eine andere Möglichkeit zur Gewährleistung einer qualitativ und quantitativ nachhaltigen Forstwirtschaft sind *Selbstverpflichtungen* der Papier- und Zellstoffindustrie zur Einhaltung definierter Standards.

Auf der europäischen Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder wurden im Juni 1993 „Allgemeine Leitlinien für die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder in Europa“ (siehe Anhang IV) beschlossen, die „nach Ablauf von drei Jahren“ überarbeitet werden sollten [EG 1994, S. 37]. Im Juli 1996 erfolgte ein Beschluss der Europäischen Kommission zur Festlegung von Kriterien für die Vergabe des EG-Umweltzeichens für Kopierpapier. Ein Vergabekriterium besteht darin, dass die Stellen, „die für die Wälder, aus denen die Fasern stammen, zuständig sind“, eine „Selbstverpflichtung zum Schutz der Wälder“ vorlegen. In der Erklärung müssen die Grundsätze und Maßnahmen zur Gewährleistung einer nachhaltigen Forstwirtschaft festgelegt sein. Die Grundsätze und Maßnahmen der Erklärung müssen mit den oben genannten Leitlinien der Europäischen Ministerkonferenz übereinstimmen [EG 1996, S. 27]. Das Zeichen hat für Druckereien bisher keine Bedeutung, da es ausschließlich für die Produktgruppe der Kopierpapiere definiert wurde.

Die Ausarbeitung von Selbstverpflichtungen erfordert einerseits einen breiten gesellschaftlichen Konsens bei der Definition von Kriterien, andererseits muss ein Kontrollmechanismus festgelegt werden, der die Einhaltung der Kriterien überwacht. Dies verdeutlicht die Selbstverpflichtung des Verbandes Deutscher Zeitschriftenverlage und der in Deutschland produzierenden/anbietenden Hersteller von Zeitungs- und Zeitschriftenpapieren: Die Selbstverpflichtung enthält die Formulierung, es solle „kein Holz aus verbliebenen Urwaldflächen Nord- und Mitteleuropas (von Menschen unberührt)“ verwendet werden [VDZ/VDP 1996, S. 2]. Die Formulierung wurde von Umweltschutzverbänden als nichtssagend bewertet: Da praktisch keine Urwaldflächen existieren würden, die „von Menschen unberührt“ sind, erlaube die Formulierung beispielsweise, dass weiterhin die letzten Primärwaldbestände in Skandinavien abgeholzt werden [ROWO/PRORE 1997]. Die Selbstverpflichtung sieht zur Kontrolle der definierten Standards lediglich eine transparente Einkaufspolitik vor [VDZ/VDP 1996, S. 2]. Die Überprüfung der Aussagen von Holz- und Zellstofflieferanten wird Umweltschutzorganisationen überlassen. Eine derartige Selbstverpflichtung ist daher ungenügend, um für Druckereien als Maßstab zum Erreichen des Umweltziels herangezogen zu werden.

### **Zertifikate**

Eine Alternative zu Verlautbarungen und Selbstverpflichtungen der Papier- und Zellstoffindustrie stellen Zertifikate dar, die genau definierte Standards für eine qualitative und quantitative Forstwirtschaft festlegen und unabhängige Überwachungsorganisationen benennen.

Aus der Rio-Konferenz ist die UN-Commission for Sustainable Development hervorgegangen, die im Jahr 1995 einen regierungsübergreifenden Waldausschuss (Intergovernmental Panel on Forests - IPF) initiierte. Ein Arbeitsschwerpunkt ist das „Labeln von Waldprodukten und die Zertifizierung nachhaltigen Waldmanagements“. Bisher konnten sich die Regierungsvertreter jedoch nicht auf einheitliche Kriterien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung einigen [BUND et al. 1996b; RUBY 1997].

Parallel dazu versuchen zur Zeit Industrieunternehmen gemeinsam mit Nicht-Regierungsorganisationen, für verschiedene Klimaregionen Waldnutzungskriterien aufzustellen und diese vom Weltforstrat (Forest Stewardship Council - FSC) anerkennen zu lassen. Der Weltforstrat ist eine

unabhängige, nicht-staatliche Organisation, die 1993 von Vertretern aus Umweltschutzinstitutionen, der Holzindustrie, Forstwirten, Organisationen indigener Völker, waldnutzender Gemeinden und Zertifizierungsorganisationen für Waldprodukte gegründet wurde. Die Organisation hat zehn grundsätzliche Prinzipien und Kriterien für eine naturgemäße, nachhaltige und sozio-ökonomisch verträgliche Waldwirtschaft aufgestellt (s. Anhang IV). Diese sollen durch nationale Unterkomitees konkretisiert werden. Im Jahr 1996 legten z.B. in Skandinavien die Holz- und Papierproduzenten einen Vorschlag für Nordeuropa vor, der Anforderungen an einen nachhaltigen Waldbau und an dessen offizielle Zertifizierungsstellen enthält. Von Umweltschutzverbänden wurde der Vorschlag bisher als unzureichend angesehen [ÖKOBRIEFE 1996a, S. 5]. Das skandinavische FSC-Komitee diskutiert zur Zeit die Möglichkeit, das FSC-Logo an Papiere aus Primärfasern zu vergeben, deren Holzrohstoff zu 60% aus zertifizierten Wäldern stammt [RoWo 1997].

In Deutschland soll das nationale FSC-Komitee im Herbst 1997 gegründet werden. Im Jahr 1996 wurden von mehreren Umweltschutzorganisationen Kriterien für eine qualitativ und quantitativ nachhaltige Forstwirtschaft aufgestellt, die zur Erlangung eines Zertifikates führen [BUND et al. 1996a; NABU 1996b]. Die Kriterien sowie die Zertifizierungsorganisationen wurden dem Weltforstrat FSC zur Anerkennung vorgelegt. Durch „Naturland“ erfolgte in Deutschland die Zertifizierung des Stadtförstes Lübeck (s. Anhang IV), weitere Stadtwaldbetriebe (u.a. Göttingen, Merzig) haben sich um das Zertifikat beworben [STADIE 1997].

Neben den Zertifizierungssystemen, die durch den Weltforstrat (FSC) anerkannt werden, ist zur Zeit die Zertifizierung von Forstwirtschaftsbetrieben nach dem internationalen Standard ISO 14.001 in der Diskussion. Eine Zertifizierung nach dem System der ISO 14.001 würde jedoch lediglich ein Umweltmanagementsystem überprüfen, nicht jedoch die Einhaltung von Mindeststandards bei der Forstwirtschaft gewährleisten. Daher ist die Zertifizierung nach ISO 14.001 für Bogenoffsetdruckereien kein sinnvolles Kriterium zum Erreichen des Umweltziels.

Im allgemeinen können Zertifikate zur Holz-Primärfaserherkunft für Druckereien ein geeigneter Maßstab zum Erreichen des Umweltziels sein, wenn die Kriterien auf einem breiten gesellschaftlichen Konsens beruhen und die Einhaltung der Kriterien von einer unabhängigen Organisation überprüft wird. Nach Angaben des Verbandes Deutscher Papierfabriken sind die in Deutschland tätigen Papierhersteller „an der raschen Einführung eines weltweit anerkannten Zertifizierungs-Systems interessiert“ [VDZ/VDP 1996, S 3]. Der Verband forderte daher im Jahr 1996 alle Holz-, Holzstoff- und Zellstofflieferanten auf, sich an der Gestaltung eines solchen Zertifizierungssystems zu beteiligen [VDZ/VDP 1996, S 3]. Bei der Global Conference on Paper and Environment, ein Treffen von europäischen, nord- und südamerikanischen Zellstoff- und Papierherstellern, war die Forstzertifizierung im Jahr 1996 ein Schwerpunktthema, von dem auch in Fachzeitschriften für Druckereien berichtet wurde [GORETZKI 1996].

Ein Zertifikat für Papiere mit Holz-Primärfasern, die aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammen, wird von Papiergroßhändlern bisher nicht verwendet. Angaben zur Primärfaserherkunft in der Werbung verschiedener Bogenpapiere sind jedoch ein Anzeichen dafür, dass der Bedarf an Informationen zur Primärfaserherkunft gewachsen ist. Zwei Beispiele aus der Produktwerbung von Papiergroßhändlern:

- „Euro Art aus Zellstoff: Für den von uns selbst erzeugten Zellstoff verwenden wir ausschließlich Holz, das bei der Durchforstung unserer heimischen Wälder anfällt, oder Rest- und Abfallholz der Holzverarbeitenden Industrie“ [SCA 1997].
- „SignaSet Color aus Altpapier und Holzschliff ist die Antwort auf die ökologische Notwendigkeit, das in deutschen Wäldern anfallende Durchforstungsholz einer sinnvollen Verwendung zuzuführen und die Deponien von Altpapier zu entlasten“ [STEINBEIS 1997].

Die Angabe, dass ein Papier aus „Durchforstungsholz aus deutschen Wäldern“ gewonnen wurde, kann ökologische Vorteile bedeuten. Das Bundeswaldgesetz sowie die Landeswaldgesetze enthalten neben quantitativen Vorgaben auch unterschiedliche qualitative Forderungen an die Forstwirtschaft. Dies garantiert jedoch nicht die Erfüllung der Kriterien einer qualitativ und quantitativ nachhaltigen Forstwirtschaft, die die oben beschriebenen Zertifikate verlangen.

### **Konkretisierung des allgemeinen Umweltziels**

Das allgemeine Umweltziel besagt, dass beim Einsatz von Papier aus Holz-Primärfasern nur solche Papiere eingekauft werden sollen, deren Fasern aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammen. Es ist möglich, dass Druckereien das Umweltziel in Zukunft erreichen können, in dem sie Papiere mit einem Faserherkunftszertifikat einkaufen. Das Zertifikat muss gewährleisten, dass das verwendete Holz aus einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft stammt. Das konkrete, quantifizierbare Umweltziel lautet dann: **Beim Einkauf von Primärfaserpapieren soll der Anteil von Papieren mit Faserherkunftszertifikat maximiert werden.** Dieses Umweltziel kann mit Hilfe von Kennzahlen unterstützt werden. Als Basisgröße wird die Kennzahl 003 ermittelt (Papiere mit Faserherkunftszertifikat), als Bezugsgröße dient die Kennzahl 100 (Papiereinkauf).

Tabelle 5-4: Kennzahlen zum Einkauf von Papier mit Faserherkunftszertifikat

<b>Bezugsgröße</b>	<b>Kennzahl 100</b> Papiereinkauf [t]
<b>Basisgröße</b>	<b>Kennzahl 103</b> Anteil der Papiereinkäufe mit Faserherkunftszertifikat am Papiereinkauf [%]
<b>Kennzahl 003</b> Menge eingekaufter Papiere mit Faserherkunftszertifikat [t]	

### 5.3.2 Kennzahl 003 - „Papiere mit Faserherkunftszertifikat“

Mit der Kennzahl wird die absolute Menge der Papiere erfasst, für die ein Faserherkunftszertifikat ausgestellt wurde. Das Zertifikat muss garantieren, dass bei der Holzgewinnung allgemein anerkannte Kriterien einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft eingehalten werden.

Nr. 003	<b>Papiere mit Faserherkunftszertifikat</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der in einem Kalenderjahr eingekauften Papiere mit Faserherkunftszertifikat</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgrößen</b></li> </ul>		<b>Einheit: t</b> eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	- Summe aller vom Lieferanten im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papiereinkäufe, die ein Herkunftszertifikat für Primärfasern aus Holz haben. Das Zertifikat muss garantieren, dass bei der Holzgewinnung allgemein anerkannte Kriterien einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft eingehalten werden		
<b>Ermittlung</b>	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EDV-Eingabe entsprechend Kennzahl 100 (S. 80)</li> </ul>	<b>Zuliefererinformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderung von Zuliefererinformation entsprechend Kennzahl 100 (S. 80)</li> </ul>	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	- die große Datenmenge kann zur Demotivierung der Zuständigen und fehlerhaften EDV-Eingaben führen	- selten genutzte Zulieferer können bei der Anforderung von Daten übersehen werden	
<b>Erhebungsaufwand</b>	- nicht bezifferbar, abhängig davon, wie viel Information die Papierhändler in Musterkatalogen etc. veröffentlichen	- nicht bezifferbar, abhängig davon, welche Daten die EDV der Papierhändler kundenbezogen summieren kann	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, wenn Dateneingabe in die EDV möglich ist</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da relativ gute Vergleichbarkeit der Daten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> bei Kooperationsbereitschaft aller Zulieferer</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da relativ gute Vergleichbarkeit der Daten</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Zur Zeit sind keine Papiere mit Faserherkunftszertifikat bekannt, so dass die Ermittlung der Kennzahl 003 zur Zeit nicht möglich ist.

Der zukünftige Erhebungsaufwand für die Kennzahl 003 ist von der Kooperationsbereitschaft und den Möglichkeiten der Papiergroßhändler abhängig. Wenn in die druckereieigene EDV bereits Papierdaten eingegeben werden, können diese um das Merkmal „Faserherkunftszertifikat“ ergänzt werden, um am Jahresende die entsprechende Einkaufsmenge festzustellen. Der geringste Aufwand entsteht für die Druckerei, wenn Papiergroßhändler den Anteil der in einem Kalenderjahr eingekauften Papiere mit Faserherkunftszertifikat mittels ihrer EDV angeben können.

Eine ausreichende Information über Fachzeitschriften zu den Vor- und Nachteilen der Faserherkunftszertifikate ist nötig, damit die Druckerei ohne besonderen Aufwand feststellen kann, ob das erfasste Zertifikat auf einem breiten gesellschaftlichen Konsens basiert.

### **5.3.3 Kennzahl 103 - „Menge eingekaufter Papiere mit Faserherkunftszertifikat pro Papiereinkauf“**

Die Kennzahl setzt die Menge eingekaufter Papiere mit Faserherkunftszertifikat in Bezug zum Papiereinkauf (Kennzahl 100).

Nr. 103	<b>Menge eingekaufter Papiere mit Faserherkunftszertifikat pro Papiereinkauf</b>	relative Menge
Umweltziel	· Beim Einkauf von Primärfaser-Papieren soll der Anteil der Papiere maximiert werden, die ein Faserherkunftszertifikat haben (das eine quantitativ und qualitativ nachhaltige Forstwirtschaft gewährleistet)	Einheit: % keine Nachkommastelle
Ziel	• Ermittlung des Anteils an Papieren mit Faserherkunftszertifikat am Papiereinkauf eines Kalenderjahres	
Definition	<u>Eingekaufte Papiere mit Faserherkunftszertifikat [t]</u> Papiereinkauf [t]	
Ermittlung	<u>Kennzahl 003</u> Kennzahl 100	
Erhebungsaufwand	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 003 und 100 vorliegen	
Eignung	- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung, wie hoch bei eingekauften Primärfaserpapieren der Anteil der Papiere mit Faserherkunftszertifikat ist. Als Vergleichsgröße muss der Anteil der Papiere aus Primärfasern bekannt sein. - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn auch der Anteil an Altpapierfasern am Papiereinkauf erhoben wird (Kennzahl 104)	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Um mit der Kennzahl 103 das Umweltziel zu unterstützen, muss der Anteil aller Papiere aus Holz-Primärfasern bekannt sein. Dieser lässt sich abschätzen, wenn der Anteil an Papieren aus Altpapierfasern bekannt ist (auf die Erfassung des Anteils an Papieren aus Altpapierfasern wird in Kapitel 5.4.4 mit der Kennzahl 104 eingegangen). Annähernd kann festgestellt werden, dass 100% minus Kennzahl 104 den Anteil der Papiere aus Holz-Primärfasern darstellt. Papiere aus anderen Fasern (z.B. Baumwolle, Lumpen, Hanf) machen im allgemeinen einen vernachlässigbar geringen Anteil am Papiereinkauf aus.

Die Kennzahl 103 ist also nur im Vergleich mit dem Gesamtanteil der Papiere aus Holz-Primärfasern aussagekräftig. In Zeitreihen kann dann festgestellt werden, ob der Anteil an Primärfaserpapieren mit Faserherkunftszertifikat in bezug auf alle Holz-Primärfaserpapieren wächst. Auf diese Weise kann eine Annäherung an das Umweltziel überprüft werden. Entsprechend muss bei Betriebsvergleichen vorgegangen werden: Zunächst muss die Voraussetzung erfüllt sein, dass der Anteil an Papieren aus Holz-Primärfasern abschätzbar ist. Erst dann kann verglichen werden, welcher Betrieb dem Ziel näher kommt, bei Papieren aus Holz-Primärfasern maximale Anteile mit Faserherkunftszertifikat einzukaufen.

## **5.4 Kennzahlen zur Unterstützung der allgemeinen Umweltziele „Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern“ und „Vermeidung von Papiersorten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden“**

In Kapitel 4.3.3 wurde die Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für Bogenoffsetdruckereien formuliert. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltziels werden nachfolgend konkrete, quantifizierbare Umweltziele abgeleitet und durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt. Im gleichen Kapitel wird aufgrund von Überschneidungen auch

das Umweltziel aus Kapitel 4.3.5 konkretisiert und mit einer Kennzahl unterstützt (Vermeidung von Papiersorten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden).

### 5.4.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Das allgemeine Umweltziel einer Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern in Druckereien kann folgendermaßen konkretisiert werden:

- Verwendung von Papieren, die laut Lieferantenangabe „Recyclingfasern“ enthalten (⇒Kundenberatungsstrategie),
- Verwendung von Papieren, die laut Jury Umweltzeichen zu 100% aus Altpapier bestehen, und das RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ für Recyclingpapier (Nr. 14) oder Recyclingkarton (Nr. 56) führen (⇒Kundenberatungsstrategie).

Das allgemeine Umweltziel einer Vermeidung von Papiersorten, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden, kann folgendermaßen konkretisiert werden:

- Verwendung von Papieren, die laut Jury Umweltzeichen alle Kriterien bezüglich bestimmter besonders toxischer Stoffe erfüllen und daher das RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ für Recyclingpapier (Nr. 14) oder Recyclingkarton (Nr. 56) führen (Anhang V) (⇒Kundenberatungsstrategie).

Die Umweltziele können in einer Druckerei durch Kundenberatung erreicht werden, wenn der Kunde keine festen Vorgaben bezüglich des gewünschten Papiers macht. Die konkreten Umweltziele lauten

- 1) **Beim Papiereinkauf soll der Anteil der im Papier enthaltenen Recyclingfasern maximiert werden.**
- 2) **Beim Papiereinkauf soll der Anteil der Papiere mit dem RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ maximiert werden.**

Diese Umweltziele sind quantifizierbar und lassen sich daher mit Kennzahlen unterstützen. Als Bezugsgröße dient der Papiereinkauf (Kennzahl 100). Als Basisgröße zur Unterstützung des ersten Umweltziels kann die Menge der Recyclingfasern verwendet werden, die laut Lieferantenangabe in den eingekauften Papieren enthalten ist (Kennzahl 004). Als Basisgröße zur Unterstützung des ersten wie auch des zweiten Umweltziels kann die Menge der eingekauften Papiere mit dem RAL-Umweltzeichen Nr. 14 und 56 „Blauer Engel“ (Kennzahl 005) verwendet werden. Die Diskussion der Kennzahlen erfolgt in den Kapiteln 5.4.2 und 5.4.3.

Tabelle 5-5: Kennzahlen zur Maximierung des Recyclingfaseranteils und zur Maximierung des Anteils an Papieren mit dem RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ beim Papiereinkauf

<b>Bezugsgröße</b>	<b>Kennzahl 100</b> Papiereinkauf [t]
<b>Basisgröße</b>	
<b>Kennzahl 004</b> Recyclingfasereinkauf [t]	<b>Kennzahl 104</b> Recyclingfasereinkauf pro Papiereinkauf [%]
<b>Kennzahl 005</b> Menge eingekaufter Papiere mit RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 „Blauer Engel“ [t]	<b>Kennzahl 105</b> Menge eingekaufter Papiere mit RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 „Blauer-Engel“ pro Papiereinkauf [%]

## 5.4.2 Kennzahl 004 - „Eingekaufte Recyclingfasermenge“

Mit der Kennzahl wird das Ziel verfolgt, die absolute Menge der Recyclingfasern beim Papiereinkauf eines Kalenderjahres darzustellen.

Nr. 004	<b>Eingekaufte Recyclingfasermenge</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung des absoluten Recyclingfaserinputs im Kalenderjahr</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit:</b> t eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	- Summe aller Recyclingfasern, die laut Lieferantenangabe in den im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papiereinkäufen enthalten ist		
<b>Nachteil</b>	- Die Kennzahl erlaubt keine Aussage darüber, ob der Recyclingfasernanteil aus leicht verwertbaren oder schwerer verwertbaren Altpapierfasern resultiert. Fertigungsausschuss aus Papierfabriken wird als Recyclingfaser mit erfasst.		
<b>Vorteil</b>	- Rechercheaufwand zur Differenzierung der Faserarten entfällt		
<b>Ermittlung</b>	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EDV-Eingabe entsprechend Kennzahl 100 (S. 80)</li> </ul>	<b>Zuliefererinformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderung von Zuliefererinformation entsprechend Kennzahl 100 (S. 80)</li> </ul>	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnungsauswertung oder EDV-Eingabe großer Datenmengen kann zur Demotivierung der Zuständigen und zu Eingabefehlern führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zuliefererkriterien für die Mengen, die als Recyclingfasern erfasst werden, können sich untereinander und von denen der Druckerei unterscheiden</li> <li>- selten genutzte Zulieferer können bei Datenanforderung übersehen werden</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering, wenn Papierdaten bereits in EDV erfasst werden und nur Ergänzung um Recyclingfaseranteile notwendig,</li> <li>- abhängig davon, wie viele unterschiedliche Papiersorten mit Recyclingfaseranteilen verwendet werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht bezifferbar, abhängig davon, wie viele Papierhändler die Daten nicht kundenbezogen summieren können, so dass eine druckereinterne Rechnungsauswertung stattfinden muss</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, wenn Dateneingabe in die EDV möglich ist</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Basisgröße, da Recyclingfasern aus Fertigungsausschuss der Papierfabriken nicht herausgerechnet werden können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> bei Kooperationsbereitschaft und Einhaltung gut nachvollziehbarer Kriterien bei allen Zulieferern</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Basisgröße, da Vergleichbarkeit der Daten nicht unbedingt gewährleistet ist</li> </ul>	

**Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Zur Ermittlung der Kennzahl ist es notwendig, etwa 100 Rechnungen über Papiereinkäufe zu erfassen. Auf den Rechnungen wird in der Regel das Gewicht der eingekauften Papiere ausgewiesen, nicht jedoch die darin enthaltene Recyclingfasermenge. Zur Erfassung der Kennzahl 004 müssen daher Produktinformationen der Zulieferer herangezogen werden.

Schwierigkeiten ergeben sich bei der Erfassung daraus, dass der Fertigungsausschuss von Papierfabriken zum Teil als Recyclingfaser oder Altpapier definiert wird.

Zur Zeit gibt es folgende Definitionen von Fertigungsausschuss:

- Von Papierhändlern wird Fertigungsausschuss von Papierfabriken üblicherweise zu den „Recyclingfaser“-Anteilen eines Papiers gezählt [z.B. MICHAELIS 1995].

- Papierhändler, die amerikanische und englische Papiere anbieten, zählen Fertigungsausschuss von Papierfabriken zum „pre-consumer-waste“ bzw. „pre-consumer-recycling“. Die Fraktion enthält neben Fertigungsausschuss auch *unbedruckte* Papierabfälle aus Druckereien und anderen papierverarbeitenden Betrieben. *Bedruckte* Papierabfälle werden dagegen als „post-consumer-waste“ bzw. „post-consumer-recycling“ bezeichnet [RÖMERTURM 1997b].
- In den Vergaberichtlinien für Recyclingpapier hat die Jury Umweltzeichen festgelegt, dass Fertigungsausschuss kein Altpapier ist (außer wenn die Fabrik ausschließlich Altpapier einsetzt) [RAL 1997, S. 41].

Das allgemeine Umweltziel „Steigerung des Einsatzes von Altpapierfasern“ soll durch die Maximierung des Anteils an Recyclingfasern beim Papiereinkauf erreicht werden. Dieses Ziel wurde vor dem Hintergrund formuliert, die Rückführung von Papierfasern in den Stoffkreislauf zu unterstützen, damit dadurch ein verminderter Einsatz von Primärfasern stattfindet. Fertigungsausschuss (z.B. der Randabschnitt) wird seit jeher in Papierfabriken ohne eine Aufbereitung wieder eingesetzt, um eine optimale Rohstoffausnutzung zu erreichen. Er wird heute gesondert ausgewiesen, da bei Kunden das Interesse an Papieren mit Recyclinganteilen gewachsen ist. Er trägt daher nicht in erwähnenswertem Umfang zum verminderten Einsatz von Primärfasern bei. Das allgemeine Umweltziel kann daher nicht erreicht werden, wenn Papier mit einem Recyclingfaseranteil eingekauft wird, der aus Fertigungsausschuss von Papierfabriken besteht.

Die Untersuchung ergab, dass Papiergroßhändler die Produktinformationen über Recyclinganteile in den letzten Jahren wesentlich verbessert haben. Der Rückschluss, dass die sogenannten „Recyclingfaser“-Anteile keinen Fertigungsausschuss von Papierfabriken enthalten, ist jedoch momentan nur bei Papieren mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ und bei Recyclingfaseranteilen mit der Kennzeichnung „post-consumer“ möglich.

Die folgenden Beispiele sind kennzeichnend für die zur Zeit üblichen Angaben der Lieferanten:

- Rasant-Natur: „Recyclingpapier mit Zertifikat ‘Blauer Engel’, aus 100% wiederaufbereiteten und nicht deinkten Fasern“/Havanna Matt: „Feinstpapier aus 65% chlorfrei gebleichten Zellstoffen (TCF) und 35% wiederaufbereiteten und de-inkten Fasern (10% Postconsumer und 25% Preconsumer Recycling)“ [CLASSEN 1997b];
- EnviroTop: „Recyclingpapier mit Zertifikat ‘Blauer Engel’, aus 100% Altpapier“/  
EnviroSet: „Recyclingpapier mit Zertifikat ‘EUGROPA approved recycling’ (soll sicherstellen, dass Papiere mit einem minimalen Altpapieranteil nicht als Recyclingpapiere bezeichnet werden)“ [PAPIERUNION 1997b].
- Varius RC: „aus 100% Recyclingfasern“/Flora RC: „Recyclingpapier in seiner schönsten Form, aus ökologisch definierten Faserstoffen: 55% Recyclingfasern, 10% Baumwollfasern, 35% TCF-Zellstoff“ [MICHAELIS 1995];
- Colambo recycled: „100% pre-consumer“/Countryside: „40% post-consumer, 35% pre-consumer, 25% Frischfasern (ECF)“ [RÖMERTURM 1997c].



Auf Nachfrage können Lieferanten in der Regel bei sogenannten „Recyclingpapieren“ angeben, welche „pre-“ oder „post-consumer“-Anteile darin enthalten sind. Die Fraktion „pre-consumer“ wird jedoch nicht danach unterteilt, aus wie viel Fertigungsausschuss sie besteht. Daher ist es nicht möglich, den Einkauf aller Recyclingfaseranteile zu erfassen und gleichzeitig Anteile von Fertigungsausschuss auszunehmen. Sobald die Papierlieferanten Informationen darüber geben können, wie viel Fertigungsausschuss von Papierfabriken in den Recyclingfaseranteilen enthalten ist, sollte die Recyclingfaser-Definition der Jury Umweltzeichen übernommen werden: Fertigungsausschuss ist kein Altpapier und muss daher getrennt ausgewiesen werden oder unberücksichtigt bleiben.

Um die Nachvollziehbarkeit der Kennzahl 004 zu gewährleisten, muss die Definition der erfassten Recyclingfasern dokumentiert werden. Dadurch wird eine Grundvoraussetzung für vergleichbare Daten geschaffen.

Bei der Befragung war die Bereitschaft zur Ermittlung der Kennzahl 004 unterschiedlich. Teilweise wurde der Ermittlungsaufwand als zu hoch empfunden. Teilweise wurde die Kennzahl bereits erfasst, oder die Erfassung war geplant. Die derzeit praktizierte Erfassung erfolgt in der Regel ohne die Nutzung einer EDV durch Auswertung von Rechnungen. Dabei werden die Papiere mit Recyclingfaseranteilen teilweise mit ihrem Gesamtgewicht einbezogen, unabhängig von ihrem Recyclingfaseranteil [OKTOBERDRUCK 1997]. Bis zur geplanten Einführung einer EDV wird die Genauigkeit der ermittelten Kennzahl als ausreichend angesehen, da der überwiegende Teil der Papiere mit Recyclingfaseranteilen aus 100% Recyclingfasern bestehe.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen von kleinen Bogenoffsetdruckereien wird die Kennzahl 004 in einem Fall angegeben (in Kilogramm ohne Nachkommastelle) [PLAKATIV 1996, S. 13]. Eine Definition dessen, was als Recyclingfaser einbezogen wurde, erfolgt nicht.

#### 5.4.3 Kennzahl 005 - „Papierereinkauf mit RAL-Umweltzeichen 'Blauer Engel'“

Die Ermittlung der Kennzahl hat zum Ziel, die Menge der Papiere darzustellen, die in einem Kalenderjahr eingekauft wurde und mit dem RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder Nr. 65 ausgezeichnet ist.

Nr. 005	<b>Menge eingekaufter Papiere mit dem RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 „Blauer Engel“</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der Papiereinkaufsmenge eines Kalenderjahres, der den Anforderungen des RAL-Umweltzeichens Nr. 14 oder 56 entspricht</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit: t</b> eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	- Summe aller vom Lieferanten im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Papiere, die mit dem RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 ausgezeichnet sind		
<b>Nachteil</b>	- Papiere mit Anteilen aus Altpapierfasern werden nicht berücksichtigt		
<b>Vorteil</b>	- Darstellung der eingekauften Papiere mit einem hohen Anteil schwerer verwertbarer Fasern (die zusätzlich noch andere Umweltschutzkriterien erfüllen)		
<b>Ermittlung</b>	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EDV-Eingabe entsprechend Kennzahl 100 (S. 80) oder</li> <li>- bei einer geringen Anzahl entsprechender Einkäufe auch nachträgliche Rechnungsauswertung möglich</li> </ul>	<b>Zuliefererinformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderung von Zuliefererinformation entsprechend Kennzahl 100 (S. 80)</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering, wenn Papierdaten bereits in der EDV erfasst werden und nur das Merkmal „Blauer Engel“ ergänzt werden muss,</li> <li>- gering, da in der Regel nur wenige verschiedene Papiersorten mit dem „Blauen Engel“-Zertifikat verwendet werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht bezifferbar, abhängig davon, wie viele Papierhändler die Daten nicht kundenbezogen summieren können, so dass eine druckereinterne Rechnungsauswertung stattfinden muss</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, da eindeutiges Erfassungskriterium</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, da eindeutiges Erfassungskriterium</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da Vergleichbarkeit gewährleistet ist</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Auf Rechnungen von Papierlieferanten wird nicht angegeben, ob das eingekaufte Papier das RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ trägt. Die Untersuchung ergab, dass eine Erfassung jedoch durch einen Abgleich mit den Produktinformationen der Zulieferer gut möglich ist. Bei Papierhändlern ist es inzwischen üblich, in Musterbüchern und Preislisten zu vermerken, ob ein Papier das RAL-Umweltzeichen führt.

Papiergroßhändler führen im Lager nur etwa fünf bis zehn Papiersorten mit den RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56. In der Liste der Umweltzeichenanwender werden etwa 40 Papiersorten für den Offsetdruck genannt, die sich zum Teil nur durch Markennamen unterscheiden. In kleinen Bogenoffsetdruckereien ist die Anzahl der verwendeten Papiersorten mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ daher gering. Wie bereits bei den Ausführungen zur Kennzahl 004 beschrieben, führen Papiergroßhändler bisher nur in einem Fall Papiere mit 100% Recyclingfasern als eigene Gruppe. In dieser Gruppe werden nur Papiere mit dem Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 berücksichtigt, so dass die kundenbezogene Jahressumme dieser Papiere ohne Aufwand gebildet werden kann [SCHNEIDERSÖHNE 1997].

Die Kennzahl 005 ist geeignet, die Menge der Papiere mit den RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 darzustellen, da das Erfassungskriterium eindeutig ist. In den untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 005 nicht angeführt.

### 5.4.4 Kennzahl 104, 105 - „Menge eingekaufter Recyclingfasern bzw. Papiere mit RAL-Umweltzeichen 'Blauer Engel' pro Papiereinkauf“

Die Erfassung der Kennzahlen 104 und 105 hat zum Ziel, die spezifische Einkaufsmenge an Recyclingfasern bezüglich eines Kalenderjahres zu ermitteln. Die Kennzahl 104 setzt dabei den gesamten Recyclingfaseranteil in Bezug zum Papiereinkauf, die Kennzahl 105 nur den Anteil der Recyclingfasern, die den Anforderungen der RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 („Blauer Engel“) entsprechen. Mit den Kennzahlen 104 und 105 soll das Umweltziel unterstützt werden, den spezifischen Recyclingfasereinkauf zu maximieren.

Nr. 104 Nr. 105	<b>Menge eingekaufter Recyclingfasern bzw. „Blauer-Engel“-Papiere pro Papiereinkauf</b>		<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Maximierung des Anteils an Recyclingfasern am Einkauf</li> <li>· Maximierung des Anteils an „Blauer-Engel“-Papieren am Einkauf</li> </ul>		<b>Einheit:</b> % keine Nachkommastelle
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• • Ermittlung des Anteils an Recyclingfasern am Papiereinkauf im Kalenderjahr</li> <li>• • Ermittlung des Anteils der „Blauer-Engel“-Papiere am Einkauf im Kalenderjahr</li> </ul>		
<b>Definition</b>	<b>Kennzahl 104: Recyclingfasern pro Papiereinkauf</b>  $\frac{\text{Recyclingfasereinkauf [t]}}{\text{Papiereinkauf [t]}}$	<b>Kennzahl 105: „Blauer-Engel“-Papiere pro Papiereinkauf</b>  $\frac{\text{Einkauf Blauer-Engel-Papiere [t]}}{\text{Papiereinkauf [t]}}$	
<b>Nachteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- auch Fertigungsausschuss von Papierfabriken und andere leicht verwertbare Altpapierfasern führen zur Erhöhung der Kennzahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Berücksichtigung von Papieren, die einen geringeren Altpapierfaseranteil als 100% aufweisen</li> <li>- keine Berücksichtigung von Papieren, die zwar die Altpapierfaserkriterien erfüllen, nicht aber die sonstigen Kriterien</li> </ul>	
<b>Vorteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbeziehung aller Recyclingfasern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verarbeitung von Fertigungsausschuss aus Papierfabriken wird nicht als Altpapieranteil anerkannt</li> <li>- besonders toxische Stoffe werden bei der Papierherstellung sowie als Papierinhaltsstoffe ausgeschlossen</li> </ul>	
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 004</u> Kennzahl 100	<u>Kennzahl 005</u> Kennzahl 100	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 004 und 100 vorliegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 005 und 100 vorliegen</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des Recyclingfaseranteils, wenn die Erfassungskriterien der Basisgröße nachvollziehbar dokumentiert sind</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn die Erfassungskriterien der Basisgröße vergleichbar sind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung eines Teils des Recyclingfaseranteils am Papiereinkauf</li> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung von Papiersorten, bei denen besonders toxische Stoffe in der Herstellung und im Papier ausgeschlossen sind</li> <li>- <b>geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche</li> </ul>	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahlen 104 und 105 unterscheiden sich vor allem darin, dass bei der Kennzahl 104 alle

Recyclingfasern einbezogen werden, die vom Hersteller oder Lieferanten als solche bezeichnet werden. Der Wert der Kennzahl 104 kann demnach sowohl durch einen hohen Anteil an Recyclingfasern aus schlecht verwertbaren Altpapieren zustande kommen, als auch durch einen hohen Anteil an Recyclingfasern aus leicht verwertbaren Altpapieren oder Fertigungsausschuss von Papierfabriken. Die Kennzahl 105 hat den Vorteil, dass sie den Anteil an Papiersorten darstellt, bei denen keine besonders toxischen Stoffe zur Papierherstellung verwendet werden oder als Papierinhaltsstoffe enthalten sind.

Das allgemeine Umweltziel einer Steigerung des Altpapierfasereinsatzes hat zum Ziel, einen möglichst hohen Anteil der in Umlauf gebrachten Papieren in den Wertstoffkreislauf zurückzuführen - eine Rückführung von Fertigungsausschuss wird in Papierfabriken ohnehin durchgeführt. Die Kennzahl 104 erfasst auch Fabrikausschuss als Recyclingfaser und stellt daher zur Unterstützung des Umweltziels nur eine ungenaue und relativ schlecht vergleichbare Größe dar. Dies gilt, solange Papierlieferanten keine Angaben darüber machen können, welcher Anteil der Recyclingfasern aus Fertigungsausschuss von Papierfabriken besteht. Zeitreihen und Betriebsvergleiche sind daher nur unter Vorbehalten möglich.

Die Kennzahl 105, Anteil der Papiere mit RAL-Umweltzeichen am Papiereinkauf, ist geeignet, das allgemeine Umweltziel einer Steigerung des Altpapierfasereinsatzes zu unterstützen. Sie stellt jedoch nur den Anteil der Recyclingfasern dar, bei denen die Papiere alle Anforderungen des RAL-Umweltzeichens genügen. Darin liegt auf der einen Seite ein Vorteil der Kennzahl 105 gegenüber der Kennzahl 104, da die Papiere mit RAL-Umweltzeichen zu 100% aus Recyclingfasern bestehen, Fertigungsausschuss von Papierfabriken ausgeschlossen ist, und überwiegend schwer verwertbare Altpapierrohstoffe eingesetzt werden (die Papiere müssen zu mindestens 51% aus unteren, mittleren und krafthaltigen Altpapiersorten hergestellt sein) (s. Anhang V). Ein Nachteil der Kennzahl 105 im Gegensatz zur Kennzahl 104 ist jedoch, dass die Erfassung der Kennzahl 105 keine Papiere berücksichtigt, in denen anteilig Recyclingfasern enthalten sind. Auch Papiere, die zu 100% aus Altpapier hergestellt wurden, jedoch nicht sämtliche Vergabekriterien des Umweltzeichens erfüllen, werden mit der Kennzahl 105 nicht erfasst. Daher werden die in solchen Papieren liegenden Umweltvorteile gegenüber Primärfaserpapieren durch die Kennzahl 105 nicht berücksichtigt. Es ist also sinnvoll, sowohl die Kennzahl 104 als auch die Kennzahl 105 zu erfassen.

Bei einem hohen Wert der Kennzahl 105 kann darauf geschlossen werden, dass ein hoher Beitrag zum Erreichen des Umweltziels „Steigerung des Altpapierfaseranteils am Papiereinkauf“ geleistet wurde. Bei einem hohen Wert der Kennzahl 104 ist dies nur bedingt der Fall, da auch Anteile an Fertigungsausschuss von Papierfabriken zur Erhöhung der Kennzahl beigetragen haben können. Denkbar ist jedoch, dass die Papiere mit den Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 bei Kunden keine hohe Akzeptanz finden, sondern lediglich Papiere mit Recyclingfaseranteilen, die nicht das Umweltzeichen tragen. In diesem Fall kann versucht werden, weitere Potentiale zur Erhöhung dieses Anteils auszuschöpfen. Daraus würde ein niedriger Wert der Kennzahl 105 und ein hoher Wert der Kennzahl 104 resultieren. Es lässt sich dann lediglich vermuten, dass trotz möglicher Anteile an Fertigungsausschuss ein gewisser Beitrag zum Erreichen des Umweltziels geleistet wurde. Die Kennzahl 104 wird aussagekräftiger, wenn es gelingt, Fertigungsausschuss aus Papierfabriken herauszurechnen.

Bei der Befragung war das Meinungsbild zur Kennzahl 104 unterschiedlich. Teilweise wird der Ermittlungsaufwand als zu hoch empfunden. Teilweise wird die Erfassung der Kennzahl für sinnvoll erachtet und als geeignet zur internen Kontrolle, zur externen Kommunikation sowie für Betriebsvergleiche angesehen. In den untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl in einem von sechs Fällen als Durchschnittswert von zwei Jahren (ohne Nachkommastelle) ausgewiesen

[PLAKATIV 1996, S. 14]. In einem weiteren Fall wird sie geschätzt [OKTOBERDRUCK 1995, S. 5], einmal wird sie lediglich für 10% des Papiereinkaufs genau angegeben [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 7].

Das Meinungsbild zur Ermittlung des eingekauften Papieranteils mit den RAL-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 (Kennzahl 105) wird von den Befragten überwiegend als zu aufwendig empfunden. In den untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 105 nicht ausgewiesen.

#### 5.4.5 Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen

Das Ziel einer Maximierung des Recyclingfaseranteils beim Papiereinkauf wird bisher lediglich in einer der untersuchten Umwelterklärungen ausdrücklich formuliert: „Erhöhung der Recyclingpapierquote durch gezielte Kundenberatung“ [KSDRUCK 1996, S. 24]. In vier der sieben Umwelterklärungen wird hervorgehoben, dass den Kunden gezielt Recyclingpapiere angeboten werden. In zwei der sieben Umwelterklärungen wird das Umweltziel konkretisiert: In einem Fall möchte die Druckerei „die Menge an Recyclingpapier (...) mindestens beibehalten“ [PLAKATIV 1996, S. 14], im anderen Fall wird das Ziel formuliert: „Erhöhung der Recyclingpapierquote auf 20%“ [KSDRUCK 1996, Anh. S. 4].

In Tabelle 5-6 werden Beispiele für Kennzahlen genannt, mit denen einerseits das Umweltziel einer Steigerung des Altpapierfasereinsatzes unterstützt werden kann. Andererseits unterstützen die Kennzahlen das Umweltziel, Papiersorten zu vermeiden, die besonders toxische Stoffe enthalten oder bei deren Herstellung besonders toxische Stoffe verwendet wurden. Die Beziehungszahl 104 ist fett gedruckt. Die Daten stammen aus Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien oder sind vorläufige Erhebungsdaten im Rahmen eines Öko-Audits (erste Umweltprüfung/Umweltbetriebsprüfung). Die Datenbezeichnungen, die in Anführungszeichen gesetzt sind, wurden wörtlich gemäß der Druckereiangabe übernommen. Wenn es die Basis- und Bezugsgrößen zuließen, wurden fehlende Kennzahlen selbst errechnet.

Eine Interpretation der Daten ist schwierig, da nur in den wenigsten Fällen Angaben zur Art der Datenermittlung gemacht werden. Damit ist sowohl die Erhebungsgrundlage für die Bezugskennzahl 100 unklar (siehe dazu Kapitel 5.2.3), als auch die Definition der ausgewiesenen „Recyclingpapiere“. Es ist möglich, dass

- nur Papiere mit 100% Recyclingfaseranteil einbezogen wurden;
- nur Papiere mit 100% Recyclingfaseranteil und dem „Blauer-Engel“-Umweltzeichen Nr. 14 oder 56 berücksichtigt wurden;
- alle vom Lieferanten als „Recyclingfaseranteil“ bezeichneten Mengen einbezogen wurden;
- Papiere mit Recyclingfaseranteilen mit ihrem Gesamtgewicht einbezogen wurden.

Während von der Druckerei Plakativ zum Beispiel nur Papiere mit 100% Recyclingfaseranteil als Recyclingpapiere erfasst werden, bezieht die Druckerei Oktoberdruck sämtliche Papiere mit Recyclinganteilen in die Kennzahl ein [PLAKATIV 1997; OKTOBERDRUCK 1997]. Die hier dokumentierten Kennzahlen sind in der Regel das Resultat einer erstmalig in der Druckerei durchgeführten Analyse der Stoffströme. Aufgrund der fehlenden Erfahrung bei der Datenerhebung sind die Werte mit großer Vorsicht zu interpretieren.

Wird eine annähernd gleiche Erhebungsgrundlage vorausgesetzt, lässt sich feststellen, dass die Kennzahl 104 extrem unterschiedliche Ausprägungen zwischen 2,5% und 89% zeigt. Die unterschiedliche Höhe der Kennzahl verdeutlicht, dass die Kunden der Druckereien zur Zeit sehr unterschiedliche Papiervorgaben machen bzw. unterschiedlich über die Möglichkeiten informiert werden, Papiere mit Recyclingfaseranteilen einzusetzen. Geringe Ausprägungen der Kennzahl lassen

vermuten, dass noch Potentiale bestehen, um durch eine gezielte Kundenberatung den Anteil an Recyclingfasern beim Papiereinkauf zu erhöhen.

Tabelle 5-6: Anwendungsbeispiele der Kennzahlen zur Steigerung des Altpapierfasereinsatzes und Vermeidung von Papiersorten, die Gefahrstoffe enthalten oder zur Herstellung benötigten

Angabe aus Umwelterklärung oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Plakativ</b> Bogenoffset 4 Mitarbei- tende	„Input Recyclingpapier 1994“	23.500 kg	Kennzahl 004:	23,5 t
	„Input Papier 1994“	26.411 kg	Kennzahl 100:	26,4 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf 1994	k.A.	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>89,0%</b>
	„durchschnittlicher Anteil des Einsatzes von Recyclingpapier“	<b>77%</b>	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>ca. 77, 0%</b>
<b>Buntdruck</b> Bogenoffset 11 Mitarbeitende	Input Recyclingfasern	vorläufige	Kennzahl 004:	3,0 t
	Input Papier	Erhebungs-	Kennzahl 100:	66,3 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf	daten	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>4,5%</b>
<b>Königsdruck</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	„Input Recyclingpapier/-karton“	vorläufige	Kennzahl 004:	3,5 t
	„Input Papier/Karton“	Erhebungs-	Kennzahl 100:	61,2 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf	daten	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>5,7%</b>
<b>Javitz</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	Input Recyclingfasern	vorläufige	Kennzahl 004:	1,3 t
	Input Papier/Karton	Erhebungs-	Kennzahl 100:	51,5 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf	daten	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>2,5%</b>
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> Bogenoffset 32 Mitarbeitende	„ca. 10% Papiereinkauf in Dänemark = 100% aus Altpapier“	k.A.	Kennzahl 004:	> 40,0 t
	„Input Papier“	ca. 400.000 kg	Kennzahl 100:	ca. 400,0 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf	k.A.	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>&gt; 10,0%</b>
<b>Oktoberdruck</b> Bogenoffset 40 Mitarbeitende	Input Recyclingfasern 1996	vorläufige	Kennzahl 004:	74,5 t
	Input Papier 1996	Erhebungs-	Kennzahl 100:	452,3 t
	Recyclingfasern pro Papiereinkauf 1996	daten	<b>Kennzahl 104:</b>	<b>16,5%</b>
k.A. = keine Angabe				

## 5.5 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Vermeidung von chloorgebleichten Papieren“

In Kapitel 4.3.4 wurde die Vermeidung chloorgebleichter Papiere als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für Bogenoffsetdruckereien formuliert. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltziels werden nachfolgend konkrete, quantifizierbare Umweltziele abgeleitet und durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt.

### 5.5.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Die Vermeidung von chloorgebleichten Papieren kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien folgendermaßen erreicht werden:

- Verwendung von Papieren, die laut Lieferantenangabe „TCF-gebleicht“ bzw. „chlorfrei“ gebleicht wurden (⇒ Kundenberatungsstrategie);
- Verwendung von Papieren, die laut Lieferantenangabe vollständig aus „Recyclingfasern“ bestehen (⇒ Kundenberatungsstrategie);
- Verwendung von Papieren, die laut Lieferantenangabe zum Teil aus „Recyclingfasern“ bestehen und deren Frischfaseranteile laut Lieferantenangabe „TCF-gebleicht“ bzw. „chlorfrei“ gebleicht wurden (⇒ Kundenberatungsstrategie).

Die Umweltziele können in einer Druckerei durch Kundenberatung erreicht werden, wenn der Kunde keine festen Vorgaben bezüglich des gewünschten Papiers macht. Das allgemeine Umweltziel kann also folgendermaßen konkretisiert werden: **Beim Papiereinkauf soll der Anteil chloorgebleichter Papiere minimiert werden.** Das Umweltziel ist quantifizierbar und lässt sich daher mit Kennzahlen unterstützen. Als Bezugsgröße dient der Papiereinkauf (Kennzahl 100). Als Basisgröße kann die Menge der Papiere erfasst werden, die nicht vollständig chlorfrei gebleicht wurden (Papiere mit der Lieferantenangabe „ECF-Bleiche“, „chlorarme Bleiche“ oder „Chlorbleiche“).

Tabelle 5-7: Kennzahlen zur Minimierung des Anteils chloorgebleichter Papiere am Einkauf

<b>Bezugsgröße</b>	<b>Kennzahl 100</b> Papiereinkauf [t]
<b>Basisgröße</b>	
<b>Kennzahl 006</b> Einkaufsmenge chloorgebleichter Papiere [t]	<b>Kennzahl 106</b> Einkaufsmenge chloorgebleichter Papiere pro Papiereinkauf [%]

## 5.5.2 Kennzahl 006 - „Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere“

Mit der Kennzahl wird das Ziel verfolgt, die absolute Menge der chlorgebleichten Papiere beim Papireinkauf zu erfassen.

<b>Nr. 006</b>	<b>Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere eines Kalenderjahres</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit:</b> t eine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	- Summe aller Papiere, die laut Lieferantenangabe mit Chlor oder Chlorverbindungen („chlorarm“/ „ECF“) gebleicht wurden oder anteilig derart gebleichte Fasern enthalten und im betrachteten Kalenderjahr in Rechnung gestellten wurden		
<b>Ermittlung</b>	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EDV-Eingabe entsprechend Kennzahl 100 (S. 72)</li> </ul>	<b>Zuliefererinformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderung von Zuliefererinformation entsprechend Kennzahl 100 (S. 72)</li> </ul>	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnungsauswertung oder EDV-Eingabe großer Datenmengen kann zur Demotivierung der Zuständigen und zu Eingabefehlern führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei der Ermittlung der chlorgebleichten Papiersorten können Sorten übersehen werden</li> <li>- selten genutzte Zulieferer können bei der Anforderung von Daten übersehen werden</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering, wenn Papierdaten bereits in einer EDV erfasst werden und der Zusatz „enthält chlorarm- oder chlor-gebleichte Fasern“ ergänzt werden muss,</li> <li>- abhängig davon, wie viele unterschiedliche chlorgebleichte Papiersorten verwendet werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht bezifferbar, abhängig davon, wie viele chlorgebleichte Papiersorten bestellt wurden und in welchem Maße der Zulieferer bei der Summierung der Einkaufsmengen der chlorgebleichten Sorten kooperieren kann</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b>, wenn Dateneingabe in die EDV möglich ist</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße zur Ermittlung des Anteils an der Einkaufsmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> bei Kooperationsbereitschaft und Einhaltung gut nachvollziehbarer Kriterien bei allen Zulieferern</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße zur Ermittlung des Anteils an der Einkaufsmenge</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Zur Ermittlung der Kennzahl 006 ist es notwendig, etwa 100 Rechnungen über Papireinkäufe zu erfassen. Auf den Rechnungen wird in der Regel das Gewicht der eingekauften Papiere ausgewiesen, nicht jedoch die Art der Faserbleiche. Zur Erfassung der Kennzahl 006 erfordert daher die Beschaffung zusätzlicher Produktinformationen von den Zulieferern.

Die Art der Faserbleiche wird in den Musterkatalogen und Preislisten der Lieferanten nicht durchgängig ausgewiesen. Druckereien sollten sich vor allem vergewissern, ob die Angabe „chlorfrei“ eine vollständig chlorfreie Bleiche meint („TCF“). Möglich ist, dass die als „chlorfrei“ bezeichnete Papierbleiche ohne Elementarchlor, jedoch unter Verwendung von Chlorverbindungen durchgeführt wird („ECF“/„chlorarm“). Insbesondere in den USA und in Großbritannien wird chlorarm-/ECF-gebleichtes Papier produziert. Die von dort importierten Papiere enthalten daher häufig chlorgebleichte Primärfaseranteile, auch wenn z.T. mit einem „Konzept der Umweltverantwortlichkeit“ und einem hohen Altpapierfaseranteil geworben wird [z.B. UKPAPER 1997]. Um das Umweltziel einer Minimierung der chlorgebleichten Papiere zu unterstützen, werden in die Kennzahl 006 sämtliche Papiere einbezogen, die chlorgebleichte Fasern enthalten.



Mehrere, überwiegend bundesweit ausliefernde Papiergroßhändler wurden im Laufe der Untersuchung befragt, ob ihre EDV die Möglichkeit bietet, am Jahresende eine gewichtsmäßige, kundenbezogene Summe der eingekauften chlorgebleichten Papiere zu errechnen [CLASSEN 1997a; HUMPERT 1997; MICHAELIS 1997; PAPIERUNION 1997a; SCHNEIDERSÖHNE 1997; SEILER 1997; RÖMERTURM 1997a]. Das Ergebnis der Befragung zeigt, dass die Papiergroßhändler dazu bisher nicht in der Lage sind, dass auf dem deutschen Markt jedoch nur noch wenige chlorgebleichte Papiere angeboten werden. Daher ist es leicht möglich, diese Sorten zu identifizieren, so dass mit Hilfe der EDV des Zulieferers in der Regel eine kundenbezogene Summe der jährlichen Einkaufsmenge ermittelt werden kann.

Der Aufwand für die Ermittlung der Kennzahl 006 über eine entsprechende betriebseigene EDV ist gering. Wenn jedoch keine geeignete Einkaufs-EDV existiert und keine Einkaufsdaten über die Zulieferer erfragt werden können, ist die Kennzahl 006 nur über eine Rechnungsauswertung erfassbar. Die Auswertung kann am Jahresende oder bei Rechnungsstellung erfolgen. Der damit verbundene große Aufwand setzt eine hohe Motivation der zuständigen Beschäftigten voraus.

Die Kennzahl 006 ist zur Darstellung der absoluten Menge chlorgebleichter Papiere geeignet. Mit der Kennzahl kann in Zeitreihen überprüft werden, ob die absolute Einkaufsmenge an chlorgebleichten Papieren abnimmt. Ein Betriebsvergleich der absoluten Einkaufsmenge ist nicht sinnvoll. Die Befragung bezog sich auf die Ermittlung des Anteils an chlorgebleichten Papieren am Papiereinkauf (Kennzahl 106) und wird daher im nächsten Kapitel diskutiert.

### 5.5.3 Kennzahl 106 - „Chlorgebleichte Papiere pro Papiereinkauf“

Die Erfassung der Kennzahl 106 hat zum Ziel, den Anteil an chlorgebleichten Papieren am Papiereinkauf darzustellen. Als Basisgröße dient die absolute Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere (Kennzahl 006), als Bezugsgröße der Papiereinkauf (Kennzahl 100). Mit der Kennzahl 106 soll das Umweltziel unterstützt werden, den Anteil chlorgebleichter Papiere am Papiereinkauf zu minimieren.

Nr. 106	<b>Menge eingekaufter chlorgebleichter Papiere pro Papiereinkauf</b>	<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des Anteils chlorgebleichter Papiere</b>	<b>Einheit: %</b> keine Nachkommastelle
<b>Ziel</b>	• • <b>Ermittlung des Anteils an chlorgebleichten Papieren am Papiereinkauf in einem Kalenderjahr</b>	
<b>Definition</b>	<u>Einkaufsmenge chlorgebleichter Papiere [t]</u> Papiereinkauf [t]	
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 006</u> Kennzahl 100	
<b>Erhebungsaufwand</b>	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 006 und 100 vorliegen	
<b>Eignung</b>	- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Anteils an chlorgebleichten Papieren am Papiereinkauf - <b>geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche	

## **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahlen 106 ist geeignet, das Umweltziel zu unterstützen. Die Kennzahl kann für Zeitreihen verwendet werden. Dabei zeigt die Kennzahl an, ob eine Annäherung an das Umweltziel stattgefunden hat, den Anteil chloorgebleichter Papiere am Papiereinkauf zu verringern. Für Betriebsvergleiche ist die Kennzahl 106 ebenfalls geeignet.

Bei der Befragung wurde die Ermittlung der Kennzahl 106 als zu aufwendig angesehen, teilweise wurde in der Kennzahlermittlung kein Nutzen gesehen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl nicht ausgewiesen. Anderweitige Anwendungsbeispiele aus kleinen Bogenoffsetdruckereien lagen nicht vor.

## **5.6 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser“**

In Kapitel 4.4 wurde für kleine Bogenoffsetdruckereien als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel formuliert, die Effizienz beim Einsatz von Trinkwasser zu erhöhen. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltzieles werden nachfolgend konkrete Umweltziele abgeleitet und nach Möglichkeit durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt.

### **5.6.1 Konkretisierung des Umweltzieles und Kennzahlenüberblick**

Eine Effizienzsteigerung beim Wasserverbrauch kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien insbesondere auf folgende Art konkretisiert werden:

- Vermeidung eines Teils der Filmentwicklung durch Seitenmontage am Computer (⇒ Prozessoptimierung)
- Filmentwicklung mit Kreislaufführung des Spülwassers (⇒ Prozessoptimierung)
- wasserlose Filmentwicklung durch „Computer-to-plate“-Technik (⇒ Investitionspolitik)
- Plattenentwicklung mit Kreislaufführung des Spülwassers (⇒ Prozessoptimierung)
- Einbau von Wasserspararmaturen bei Sanitäranlagen (⇒ „Prozess“-optimierung)
- Nutzung von Regenwasser für Sanitär-, Spül- und Kühlprozesse (⇒ Prozessoptimierung).

Zur Konkretisierung des allgemeinen Umweltzieles muss zunächst festgelegt werden, in bezug auf welche Größe die Effizienz erhöht werden soll. Eine denkbare Bezugsgröße ist die Kennzahl 300, die Menge der hergestellten Druckerzeugnisse.

Das entsprechende konkrete Umweltziel lautet: Minimierung des Wasserverbrauchs pro hergestellter Menge Druckerzeugnisse. Dieses Umweltziel ist quantifizierbar, die entsprechende Kennzahl kann jedoch nicht ohne weiteres zur Unterstützung des Umweltziels verwendet werden: Die Effizienzsteigerung ist nur meßbar, wenn zwei maßgeblich Faktoren für den Wasserverbrauch kleiner Bogenoffsetdruckereien konstant bleiben: die Anzahl der Beschäftigten und die Anzahl der innerbetrieblichen Filmentwicklungen. Von Kalenderjahr zu Kalenderjahr können diese Faktoren innerhalb eines Betriebes stark variieren, im Vergleich zweier Betriebe sind ebenfalls deutliche Unterschiede möglich.

Zunächst ist es möglich, dass die Herstellung einer bestimmten Menge Druckerzeugnisse mit unterschiedlichem Personalaufwand verbunden ist: der Automatisierungsgrad der Maschinen kann unterschiedlich sein, ein Teil der Vorstufe bzw. Weiterverarbeitung der Druckerzeugnisse kann betriebsextern stattfinden. In Abhängigkeit vom betriebseigenen Personal kann daher ein entsprechend unterschiedlicher sanitärer Wasserverbrauch pro hergestelltem Druckerzeugnis

entstehen.

Des Weiteren ist es möglich, dass die gleiche Menge hergestellter Druckerzeugnisse mit einer unterschiedlichen Menge an innerbetrieblichen Filmentwicklungen verbunden ist. Dies kann daran liegen, dass überwiegend hohe Auflagen gedruckt werden, für die nur wenige Filmvorlagen benötigt werden, oder daran, dass die Filme überwiegend extern entwickelt und fertig angeliefert werden. Entsprechend unterschiedlich kann in Bezug auf einen Betrieb der entsprechende Wasserverbrauch pro hergestelltem Druckerzeugnis ausfallen.

Der Bezug des Wasserverbrauches auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse ist demnach zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels einer Effizienzsteigerung nur unter der Voraussetzung geeignet, dass die Mitarbeiterzahl und die Menge der innerbetrieblichen Filmentwicklungen in etwa gleich sind. Dies ist im zwischenbetrieblichen Vergleich selten der Fall, so dass ein Betriebsvergleich des spezifischen Wasserverbrauches nicht sinnvoll ist. Innerbetriebliche Zeitreihen des spezifischen Wasserverbrauchs sind denkbar, wenn die Anzahl der Beschäftigten und die Menge der innerbetrieblich entwickelten Filme gleichbleibend ist.

Da der Trinkwasserverbrauch einer kleinen Bogenoffsetdruckerei vor allem durch den Sanitärwasserbedarf und den Bedarf an Spülwasser der Film- und Plattenentwicklung bestimmt wird [KSDRUCK 1996, Anh. S. 2], ist es sinnvoller, die Effizienzsteigerung in Bezug auf diese Größen zu erfassen. Das allgemeine Umweltziel kann entsprechend folgendermaßen konkretisiert werden:

- 1) Verringerung des Sanitärwasserverbrauchs pro Beschäftigtem
- 2) Verringerung des Spülwasserverbrauchs pro entwickelter Film- bzw. Druckplattenfläche.

Die Verringerung des Sanitärwasserverbrauchs pro Beschäftigtem kann nur dann quantifiziert und mit Kennzahlen unterstützt werden, wenn eine getrennte Erfassung von Produktions- und Sanitärwasserverbrauch stattfindet. Zur Installation von Wasserzählern ist ein hoher Aufwand nötig, da häufig eine Vielzahl von Wasserverbrauchsstellen existiert. Des Weiteren ist es in kleinen Bogenoffsetdruckereien üblich, einen Teil der Wasserhähne sowohl zu sanitären Zwecken als auch zu produktionstechnischen Zwecken zu nutzen. Eine Annäherung an das erste Umweltziel ist also lediglich anhand der Angabe abschätzbar, ob Wasserspararmaturen bei den Sanitäreinrichtungen installiert wurden oder nicht.

Das zweite konkrete Umweltziel lässt sich durch den Trinkwasserverbrauch der Entwicklungsmaschinen quantifizieren. Das konkrete Umweltziel ist einerseits die „**Minimierung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs der Filmentwicklung**“ und andererseits die „**Minimierung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs der Druckplattenentwicklung**“. Die konkretisierten Umweltziele können mit Kennzahlen unterstützt werden. Als Bezugsgröße dient jeweils ein Quadratmeter entwickelte Film- bzw. Druckplattenfläche.

Tabelle 5-8: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Wasserverbrauchs

<b>Kennzahl 700</b> Trinkwasserverbrauch pro Quadratmeter entwickelte Filmfläche [l/m <sup>2</sup> ]	<b>Kennzahl 800</b> Trinkwasserverbrauch pro Quadratmeter entwickelte Druckplattenfläche [l/m <sup>2</sup> ]
--	--

### 5.6.2 Kennzahlen 700, 800 - „Spezifischer Trinkwasserverbrauch in der Film- bzw. Druckplattenentwicklung“

Die Kennzahlen 700 und 800 stellen den spezifischen Trinkwasserverbrauch in der Film- und Druckplattenentwicklung dar. Sie lassen sich entweder durch Herstellerangaben von

Entwicklungsmaschinen oder durch eigene Ermittlung feststellen.

Nr. 700 Nr. 800	<b>Spezifischer Trinkwasserverbrauch in der Film- bzw. Druckplattenentwicklung</b>		<b>relative Größen</b>
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs pro Quadratmeter entwickelter Film- bzw. Druckplattenfläche</b>		Einheit: l/m <sup>2</sup> eine Nachkommastelle
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs der Film- bzw. Druckplattenentwicklung</b>		
<b>Definition</b>	<b>Kennzahl 700:</b> Trinkwasserverbrauch pro entwickelte Filmfläche	<b>Kennzahl 800:</b> Trinkwasserverbrauch pro entwickelte Druckplattenfläche	
<b>Ermittlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung eines Films, dessen Fläche ermittelt wurde, und Auslitern des dabei anfallenden Abwassers in einem Messgefäß, oder</li> <li>- Beschaffung von Angaben des Maschinenherstellers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung einer Druckplatte, deren Fläche ermittelt wurde, und Auslitern des dabei anfallenden Abwassers in einem Messgefäß, oder</li> <li>- Beschaffung von Angaben des Maschinenherstellers</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (einmalig ca. eine halbe Stunde), oder</li> <li>- gering (einmalig ca. 10 Minuten), wenn Herstellerangaben vorliegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (einmalig ca. eine halbe Stunde), oder</li> <li>- gering (einmalig ca. 10 Minuten), wenn Herstellerangaben vorliegen</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs</li> <li>- <b>geeignet</b> für Zeitreihen (nur zu wiederholen, wenn Prozessveränderungen erfolgen) sowie für Betriebsvergleiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs</li> <li>- <b>geeignet</b> für Zeitreihen (nur zu wiederholen, wenn Prozessveränderungen erfolgen) sowie für Betriebsvergleiche</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahlen 700 und 800 sind relativ konstante Werte, die mit dem Maschinentyp bzw. der Arbeitsweise verbunden sind. Daher werden sie einmalig festgestellt. Der Einsatz von Regenwasser in der Spülwasserstufe [z.B. KSDRUCK 1997] stellt dabei das Optimum dar, da der Trinkwasserverbrauch auf Null sinkt. Bei der Angabe der Kennzahlen 700 oder 800 ist zu dokumentieren, ob eine eigenständige Ermittlung stattgefunden hat oder Herstellerangaben übernommen wurden.

Zeitreihen der Kennzahlen sind nur dann sinnvoll, wenn seit der letzten Erhebung der Maschinentyp oder die Arbeitsweise verändert wurde. Die Kennzahlen sind für Betriebsvergleiche geeignet, da die Datengrundlage in etwa vergleichbar ist. Die Vergleichbarkeit kann dadurch vermindert werden, dass der Bestimmung des Wasserverbrauchs kein standardisiertes Messverfahren zugrunde liegt.

Die Befragung ergab bezüglich der Kennzahlen 700 und 800 ein geteiltes Meinungsbild: Ein Teil der Befragten ist der Meinung, dass die Erhebung zu aufwendig ist. Ein weiterer Teil hält die Erhebung der Kennzahlen für sinnvoll und sieht eine Eignung zur internen Kontrolle sowie teilweise auch für Betriebsvergleiche und zur externen Information. In einem Fall beziehen sich die Antworten ausschließlich auf die Kennzahl 800 zur Plattenentwicklung, da der Druckerei sämtliche Filme fertig angeliefert werden.

In den untersuchten sieben Umwelterklärungen findet sich lediglich einmal die Kennzahl 800. Sie wird bezeichnet als „Verbrauch Wasser pro Quadratmeter Druckform (bezogen auf Verbrauch Entwicklungsmaschine)“. Die Angabe erfolgt in Liter pro Quadratmeter mit dem Zusatz „ca.“ und

einer Nachkommastelle Genauigkeit, der Wert beträgt  $44,7 \text{ l/m}^2$  [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3]. Es wird nicht dokumentiert, ob es sich um eine Herstellerangabe oder eine eigene Messung handelt. Weitere Anwendungsbeispiele der Kennzahl liegen nicht vor.

## 5.7 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken“

In Kapitel 4.5 wurde die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für Bogenoffsetdruckereien formuliert. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltzieles werden nachfolgend konkrete Umweltziele abgeleitet und nach Möglichkeit durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt.

### 5.7.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Das Ziel einer Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien auf folgende Art konkretisiert werden:

- Vermeidung von Farb- und Lackresten durch optimale Mengenberechnung beim Anmischen bzw. Einfüllen in die Farb- bzw. Lackwerke ( $\Rightarrow$  Prozessoptimierung)
- Vermeidung von Farbresten durch Wiederverwendung von Altfarben für geringe Qualitätsansprüche ( $\Rightarrow$  Prozessoptimierung)
- Vermeidung von Farbresten durch den Einkauf in Behältnissen, in denen Reste nicht antrocknen, z.B. Schlauch-/Kartuschenverpackungen ( $\Rightarrow$  Einkaufspolitik)
- Vermeidung von Fehldrucken ( $\Rightarrow$  Prozessoptimierung).

Die Vermeidung von Fehldrucken wird bereits durch das Umweltziel verfolgt, eine Minimierung der Papierabfälle zu erreichen (Kapitel 5.2.1). Für die anderen Maßnahmen lässt sich das konkrete Umweltziel formulieren: „**Minimierung des spezifischen Farb- und Lackabfalls**“. Das Ziel kann in einer kleinen Bogenoffsetdruckerei durch Prozessoptimierung sowie durch eine gezielte Einkaufspolitik erreicht werden.

Eine Quantifizierung des Umweltziels durch Kennzahlen ist eingeschränkt möglich: Als Basisgröße kann die entsorgte Menge der Farb- und Lackabfälle erfasst werden (Kennzahl 007). Dabei werden nicht die in Putzlappen und ausgespachtelten Leergebinden („spachtelrein“) verbliebenen Farb- und Lackabfälle erfasst. Als Bezugsgröße dient entweder der Farb- und Lackeinkauf (Kennzahl 400) oder die tatsächlich verarbeitete Farb- und Lackmenge (Kennzahl 500). Die Diskussion der Kennzahlen erfolgt in den Kapiteln 5.7.2 bis 5.7.4.

Tabelle 5-9: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Farb- und Lackabfalls

Bezugsgröße Basisgröße	Kennzahl 400 Farb- und Lackeinkauf [kg]	Kennzahl 500 verarbeitete Farb- und Lackmenge [kg]
Kennzahl 007 Farb- und Lackabfall [kg]	Kennzahl 407 Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackeinkauf [%]	Kennzahl 507 Farb- und Lackabfall pro verarbeitete Farb- und Lackmenge [%]

## 5.7.2 Kennzahl 007 - „Farb- und Lackabfall“

Mit der Kennzahl wird das Ziel verfolgt, die Farb- und Lackabfallmenge darzustellen, die in einem Kalenderjahr angefallen ist.

Nr. 007	Farb- und Lackabfall		absolute Menge
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der absoluten Farb- und Lackabfallmenge eines Kalenderjahres</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit: kg</b> keine Nachkommastelle
Definition	- Summe aller im Kalenderjahr angefallenen Farb- und Lackabfälle		
Ermittlung	<b>Rechnungsauswertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfassung des vom Entsorger ermittelten Abfallgewichtes</li> <li>- Abzug des Behältergewichtes</li> <li>- Umrechnung auf das Kalenderjahr durch Ermittlung einer durchschnittlichen Abfallmenge seit der letzten Entsorgung, Aufteilung der Abfallmenge auf die Kalenderjahre</li> </ul>	<b>Auswaage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiegung der Abfallmenge am Ende des Kalenderjahres</li> <li>- Abzug des Behältergewichtes</li> </ul>	
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wird Abfall nicht in Kunststoffeimern sondern in Farbdosen entsorgt, ist ein Abzug des Behältergewichtes durch Auszählen der Behältnisse und Multiplikation mit dem Dosengewicht erforderlich (1-kg-Dose = 170 g). Größere Mengen können bei den Zuständigen zur Demotivierung und fehlerhaften Berechnungen führen</li> <li>- je länger die Feststellung des Abfallgewichtes nach Ende des Kalenderjahres stattfindet, desto geringer ist die Genauigkeit der Kennzahl</li> </ul>		
Erhebungsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mittel (ca. 30 Minuten pro Jahr), wenn das Gesamtgewicht vieler Behältnisse festgestellt werden muss</li> <li>- gering (ca. 15 Minuten pro Jahr), wenn in großen Behältern entsorgt wird, deren Gewicht bekannt ist</li> </ul>		
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b>, wenn der Entsorgungstermin nicht wesentlich nach Ende des Kalenderjahres liegt und Behältergewichte abgezogen wurden</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Basisgröße, da gut vergleichbare Daten, wenn oben genannte Voraussetzungen erfüllt sind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung der Abfallmenge</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da gut vergleichbare Datenbasis</li> </ul>	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

In vielen kleinen Bogenoffsetdruckereien werden Farb- und Lackabfälle in den Weißblechdosen entsorgt, in denen sie eingekauft wurden. Dadurch erhöht sich das Sondermüllgewicht, das vom Entsorger ermittelt und in Rechnung gestellt wird, um das Eigengewicht der Dosen (ca. 170g/Dose bei 1 kg Inhalt). Zur Ermittlung des Gewichtes der reinen Farb- und Lackabfälle (Kennzahl 007) muss das Behältergewicht abgezogen werden. Der Aufwand ist von der Anzahl der entsorgten Dosen abhängig. Deren Stückzahl entspricht in etwa dem Farbeinkauf in Kilogramm. Eine Abschätzung über entsorgte Volumina würde zu einem sehr ungenauen Ergebnis führen, da die Füllhöhe der entsorgten Dosen in starkem Maße variieren kann. Da eine Entsorgung nur etwa einmal im Jahr notwendig ist, sollte der Entsorgungstermin etwa am Jahreswechsel stattfinden. Dadurch wird die Genauigkeit der Kennzahl erhöht; ansonsten ist eine Aufteilung der entsorgten Gewichte auf das laufende bzw. das Vorjahr nötig.

Wird in Weißblechdosen entsorgt, stören diese bei der üblichen Entsorgung der Farb- und Lackabfälle in Verbrennungsanlagen und erhöhen durch ihr Eigengewicht die Entsorgungskosten.

Aus ökonomischen und ökologischen Gründen sammeln daher einige Druckereien Farb- und Lackabfälle in speziellen Kunststoffeimern, die vom Entsorger bereitgestellt werden. Weißblechdosen werden spachtelrein dem Eisenschrott-Recycling zugeführt. Die Nutzung von Kunststoffeimern erleichtert die Ermittlung der Kennzahl 007. Ohne großen Aufwand können die Behälter am Jahresende gewogen und das Eigengewicht abgezogen werden.

Die Eignung der Kennzahl 007 zur Darstellung der Farb- und Lackabfälle eines Kalenderjahres ist davon abhängig, wie genau der Abzug des Behältergewichtes und der Bezug zum Kalenderjahr gelingt. Bei der Befragung wird die Ermittlung der Kennzahl 007 überwiegend für sinnvoll erachtet. Lediglich einmal wird die Erhebung als zu aufwendig angesehen (gleichzeitig jedoch in der Umwelterklärung eine Farbabfallmenge angegeben). Von einer der befragten Druckereien wird angegeben, dass keinerlei Farbabfall anfällt. Da in der Regel jedoch ein Eintrocknen von Farb- oder Lackresten in einmal geöffneten Dosen nicht zu verhindern ist, liegt die Vermutung nahe, dass eine ungeordnete Entsorgung (als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall) stattfindet. Die Befragten sahen eine Eignung der Kennzahl vor allem zur internen Kontrolle, weniger zur externen Information.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 007 in drei Fällen angegeben. Dabei erfolgt die Angabe zweimal in Kilogramm (ohne Nachkommastelle) [RUDOLPH 1996, S. 13; SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 11] und einmal in der Volumeneinheit Kubikmeter (zwei Nachkommastellen) [OKTOBERDRUCK 1995, S.16]. Die Volumenangabe resultiert aus der Größe eines Entsorgungsbehälters, in dem die mit Farb- und Lackresten vollgefüllten Weißblechdosen zur Entsorgung gesammelt werden [OKTOBERDRUCK 1997].

### 5.7.3 Kennzahl 400, 500 - „Farb- und Lackeinkauf bzw. -verbrauch“

Als Bezugsgrößen zur Darstellung des spezifischen Farb- und Lackabfalls sind zwei Größen möglich: Die Kennzahl 400 als Darstellung der Einkaufsmenge der Farben und Lacke eines Kalenderjahres oder die Kennzahl 500, die den tatsächlichen Verbrauch in einem Kalenderjahr erfasst.

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Zur Ermittlung der Kennzahl 400 ist die Auswertung von mehreren Dutzend Rechnungen nötig. Der Aufwand zur Ermittlung der Kennzahl 400 kann vereinfacht werden, wenn die Druckerei die Einkaufsmengen von den Lieferanten summieren lässt. Im Rahmen der Untersuchung wurde diese Möglichkeit bei vier teilweise bundesweit ausliefernden Firmen geprüft [HUBER 1997; HARTMANN 1997; ZELLER 1997; GLEITSMANN 1997]. Es zeigte sich, dass die Zulieferer kooperationsbereit sind und für sie eine kundenbezogene Summierung der jährlichen Einkaufsmengen problemlos möglich ist.

Soll der tatsächliche Verbrauch an Farbe und Lack dargestellt werden (Kennzahl 500), müssen auch Lagerbestandsveränderungen und kostenlos gestellte Farb- und Lackproben in die Berechnung mit einfließen. Dazu ist eine Auswertung der Inventurunterlagen nötig. Bei der Inventur werden in der Regel die Gewichtsmengen der gelagerten Farben und Lacke registriert, so dass zur Datenerhebung lediglich ein Vergleich der Lagerbestände nötig ist. Exemplarisch wurden in einem Betrieb die Inventuraufzeichnungen untersucht. Die Bestände des Lagers veränderten sich um bis zu 20%. Der Farb- und Lackeinkauf wurde in einem der untersuchten Jahre nur zu 85% verbraucht. Daraus ist ersichtlich, dass Lagerbestandsveränderungen dazu führen können, dass Einkaufs- und Verbrauchsmengen deutlich differieren. Aus Zeitgründen konnte nicht festgestellt werden, wie stark sich die Verbrauchsmenge von der Einkaufsmenge aufgrund der Verwendung kostenloser Farb- und Lackproben unterscheidet.

Ein Meinungsbild zur Kennzahl 500 wurde bei der Befragung nicht eingeholt, da die Bedeutung von Lagerbestandsveränderungen erst im Laufe der Untersuchung erkannt wurde. Die Ermittlung der Kennzahl 400 (Farb- und Lackeinkauf) wird von allen Befragten für sinnvoll gehalten. Die Kennzahl

wird als geeignet angesehen, um sie zur internen Kontrolle zu verwenden; eine Eignung der Kennzahl zur externen Information wird nicht gesehen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl jedoch in sechs Fällen angegeben (in Kilogramm ohne Nachkommastellen).

Nr. 400 Nr. 500	<b>Farb- und Lackeinkauf, Farb- und Lackverbrauch</b>		<b>absolute Mengen</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung der Farb- und Lackmenge eines Kalenderjahres, die eingekauft (Kennzahl 400) bzw. verbraucht (Kennzahl 500) wurde</b></li> <li>· <b>Ermittlung von Bezugsgrößen</b></li> </ul>		<b>Einheit: kg</b> keine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	<b>Farb- und Lackeinkauf - Kennzahl 400</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Summe aller vom Lieferanten im Kalenderjahr in Rechnung gestellten Farb- und Lackeinkäufe</li> </ul>	<b>Farb- und Lackverbrauch - Kennzahl 500</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wie Kennzahl 400 und zusätzlich: Berücksichtigung von Lagerbestandsveränderungen und Gratisproben</li> </ul>	
<b>Nachteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagerbestandsveränderungen und Gratisproben bleiben unberücksichtigt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringfügig erhöhter Ermittlungsaufwand</li> </ul>	
<b>Vorteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relativ geringer Ermittlungsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- als Bezugsgröße gut verwendbar</li> </ul>	
<b>Ermittlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung von Rechnungen oder regelmäßige EDV-Eingabe von eingekauften Gewichtsmengen nach Rechnungsstellung oder</li> <li>- Anforderung der gewichtsmäßigen Jahressumme eingekaufter Farben und Lacke, Auswertung der Angaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wie Kennzahl 400 und zusätzlich: Vergleich der Lagerbestände am Beginn und Ende des Kalenderjahres anhand der Inventurdokumentation</li> <li>- Erfassung der kostenlos zur Verfügung gestellten Farb- und Lackproben anhand entsprechender Lieferscheine</li> </ul>	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei EDV-Eingabe oder Rechenauswertung kann die hohe Datenmenge bei den Zuständigen zu Demotivation und Fehleingaben führen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei der Inventur der Lagerbestände an Farben und Lacken erfolgt i.d.R. keine Auswaage der Farb- und Lackbehälter, sondern eine Abschätzung der Inhalte</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. eine halbe Stunde pro Jahr) unabhängig von der Erfassungsart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr) in Abhängigkeit von Inventurdokumentation und Menge der Gratisproben</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Farb- und Lackeinkaufes</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Bezugsgröße, wenn Lagerbestandsveränderungen und kostenlose Proben irrelevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Farb- und Lackverbrauches</li> <li>- <b>geeignet</b> als Bezugsgröße, da gute Vergleichbarkeit der Daten</li> </ul>	

#### 5.7.4 Kennzahlen 407, 507 - „Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackinput“

Mit den Kennzahlen 407 und 507 wird das Ziel verfolgt, die Farb- und Lackabfälle eines Kalenderjahres in Bezug zur zeitgleichen Inputmenge an Farben und Lacke darzustellen. Die Kennzahlen sollen das Umweltziel einer Minimierung der spezifischen Farb- und Lackabfälle unterstützen.



Nr. 407 Nr. 507	<b>Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackinput</b>		relative Mengen
Umweltziel	· <b>Minimierung der spezifischen Farb- und Lackabfälle</b>		Einheit: % eine Nachkommastelle
Ziel	· <b>Ermittlung der spezifischen Farb- und Lackabfälle im Kalenderjahr</b>		
Definition	<b>Kennzahl 407: Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackeinkauf</b>  $\frac{\text{Farb- und Lackabfall [t]}}{\text{Farb- und Lackeinkauf [t]}}$	<b>Kennzahl 507: Farb- und Lackabfall pro Farb- und Lackverbrauch</b>  $\frac{\text{Farb- und Lackabfall [t]}}{\text{Farb- und Lackverbrauch [t]}}$	
Nachteil	- keine Berücksichtigung von Lagerbestandsveränderungen und kostenlos gestellten Farb- und Lackproben	- geringfügig erhöhter Aufwand zur Ermittlung der Bezugsgröße	
Vorteil	- relativ geringer Ermittlungsaufwand	- relativ hohe Genauigkeit der Kennzahl	
Ermittlung	<u>Kennzahl 007</u> Kennzahl 400	<u>Kennzahl 007</u> Kennzahl 500	
Minderung der Genauigkeit	- aufgrund nicht erfasster Farb- und Lackabfälle in Putzlappen und Leergebinden - wenn bei Kennzahl 007 der Abzug des Behältergewichtes nicht genau erfolgt ist		
Erhebungsaufwand	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 007 und 400 vorliegen	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 007 und 500 vorliegen	
Eignung	- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung der spezifischen Abfallmenge, wenn Lagerbestandsveränderungen und kostenlose Farb- und Lackproben ohne Relevanz - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn o.g. Bedingung erfüllt ist und annähernd gleiche Auftragsstrukturen zugrunde liegen	- <b>geeignet</b> zur Darstellung der spezifischen Abfallmenge - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche: den Erhebungszeiträumen müssen annähernd gleiche Auftragsstrukturen zugrunde liegen	

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahl 407 stellt den spezifischen Farb- und Lackanfall eines Kalenderjahres nur unter der Bedingung dar, dass Lagerbestandsveränderungen und kostenlose Farb- und Lackproben vernachlässigt werden können. Da es zu erheblichen Schwankungen der Lagermengen kommen kann, ist die Kennzahl 507 geeigneter, um die spezifische Abfallmenge darzustellen. Das Umweltziel einer Minimierung der spezifischen Farb- und Lackabfallmenge kann daher mit der Kennzahl 507 eher unterstützt werden, als mit der Kennzahl 407. Die Basiskennzahl 007 ist nur eine ungenaue Darstellung des gesamten Farb- und Lackabfalls, da nicht genau quantifizierbare Mengen an Farbabfall über Putzlappen und Gebinde ausgetragen werden. In der Literatur werden die über Putzlappen ausgetragenen Mengen mit 5-14% angegeben (z.B. bei Farbwurksreinigung mehr als 100 g/Lappen, bei Gummituchreinigung unter 20 g/Lappen) [AHRENS et al. 1995a, S. 67/1995b, S. 15]. Der Austrag über „spachtelreine“ Weißblechdosen (die in der Regel zur Schrottverwertung gelangen) liegt bei bis zu 5% [ebenda]. Als Qualitätsziel für übliche Shredderschrotte wird bis zu 8% Fremdstoff (bezogen auf das Blechgewicht) angegeben [AHRENS et al. 1995a, S. 78].

Bezüglich der Eignung der Kennzahlen 407 oder 507 für eine Verwendung in Zeitreihen und Betriebsvergleichen gilt das im Kapitel 5.2.5 gesagte: Die Ursache für vergleichsweise hohe Werte der Kennzahlen 407 oder 507 kann in den Auftragsstrukturen begründet liegen. Eine Auftragsstruktur, die zum Beispiel geringe Auflagenhöhen und häufige Farbwechsel erforderlich macht, führt zwangsläufig zu erhöhten spezifischen Farbabfallmengen. Möglich ist auch, dass aufgrund der Produktpalette wenig unterschiedliche Farben eingesetzt werden, so dass aus diesem Grund kaum Farbabfall anfällt (z.B. ca. 98% schwarze Farbe bei ELEKTRA [1997]).

Bei innerbetrieblichen Zeitreihen können die Auftragsstrukturen vergangener Kalenderjahre häufig nur unzureichend überblickt werden. Die Überprüfung, ob eine Annäherung an das Umweltziel stattgefunden hat, ist daher durch den Vergleich der Kennzahlen nur bedingt möglich. In ähnlicher Weise kann ein Vergleich der Kennzahlen verschiedener Betriebe durch fehlende Informationen über die Auftragsstruktur des Vergleichsbetriebes erschwert werden. Es ist anzunehmen, dass die verfügbaren Informationen in der Regel lediglich eine grobe Abschätzung zulassen, ob eine vergleichbare Auftragsstruktur vorliegt.

Werden annähernd ähnliche Auftragsstrukturen vorausgesetzt, kann beim Kennzahlenvergleich zumindest ein auffällig hoher Wert einen Anlass zur gezielten Ursachenforschung und Optimierung des Produktionsablaufs bieten. In einigen Druckereien ist ein niedriger Kennzahlenwert dadurch begründet, dass Altfarben gemischt und für geringere Qualitätsansprüche wieder eingesetzt werden. Als Grundvoraussetzung für Kennzahlenvergleiche muss ausgeschlossen werden können, dass eine ungeordnete Entsorgung von Farb- und Lackabfällen stattfindet.

Sollen die Kennzahlen 407 oder 507 in Zeitreihen und Betriebsvergleichen verwendet werden, besteht ein weiterer Unsicherheitsfaktor darin, dass Farb- und Lackabfälle über Putzlappen und Gebinde ausgetragen werden. Während innerbetrieblich noch von annähernd gleichbleibenden Arbeitsweisen und damit Anteilen des Farbaustrags ausgegangen werden kann, sind im zwischenbetrieblichen Vergleich unterschiedliche Arbeitsweisen und entsprechend verschiedene spezifische Austragsmengen möglich.

Die Befragung erfolgte lediglich in bezug auf den Farb- und Lackeinkauf (Kennzahl 407), da die Relevanz von Lagerbestandsveränderungen erst im Laufe der Untersuchung festgestellt wurde. Die Befragung ergibt ein geteiltes Meinungsbild: Wenn die Ermittlung der Kennzahl 007 bereits als zu aufwendig erscheint, wird dies auch bezüglich einer Berechnung der Kennzahl 407 angegeben. Die überwiegende Mehrheit der Befragten hält die Ermittlung der Kennzahl 407 jedoch für sinnvoll. Nur ein geringer Teil der Befragten sieht die Kennzahl 407 als geeignet an, um damit Externe zu informieren oder Betriebsvergleiche durchzuführen.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl nur in einem Fall in Gramm pro Kilogramm mit dem Zusatz „ca.“ angegeben (ohne Nachkommastelle) [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3]. Die angegebene Bezeichnung („entsorgte Farbe pro neue Farbe“) lässt keinen Rückschluss zu, welche der Kennzahlen 400 oder 500 als Bezugsgröße diente. Unklar ist auch, ob bei der Basisgröße 007 das Gewicht der Entsorgungsbehälter herausgerechnet wurde.

### 5.7.5 Anwendungsbeispiele für Umweltziel und Kennzahlen

Das Ziel einer Minimierung von Farb- und Lackabfällen wird bisher von Druckereien in den untersuchten Umwelterklärungen nicht ausdrücklich formuliert. Es ist möglich, dass dieses Ziel verfolgt wird, wenn allgemein das Ziel einer „Vermeidung von Abfällen“ bzw. „Vermeidung von Sonderabfällen“ formuliert wurde. In einer der sieben untersuchten Umwelterklärungen wird angestrebt, innerhalb von drei Jahren die absolute Menge „Abfall-Output“ um 5% zu verringern [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 13]. In anderen Umwelterklärungen ist die Formulierung allgemeiner, z.B. wird die „Optimierung der Abfallvermeidung“ [KSDRUCK 1996, S. 23] oder die Senkung der Abfallmenge, „speziell des Sondermülls“ [PLAKATIV 1996, S. 19] als Ziel formuliert. Teilweise wird näher auf die Umsetzungsmöglichkeiten eingegangen: „Um die Farbabfälle generell gering zu halten, mischen wir spezielle Druckfarben aus einem Grundfarbensystem nach genauen Verbrauchsprognosen im Betrieb“ [ebenda, S. 23]; „Farbreste werden bei Eignung zu Schwarz vermischt“ [RUDOLPH 1996, S. 12].

Einige Druckereien veröffentlichen nicht die genaue Menge der Farb- und Lackabfälle, sondern geben lediglich die Summe *sämtlicher* verwertbarer Abfälle an [PLAKATIV 1996, S. 13]. Nur in zwei von sieben Fällen wird bezüglich der Input-Daten angegeben, dass es sich um Einkaufsmengen (Kennzahl 400) und nicht um den tatsächlichen Farbverbrauch (Kennzahl 500) handelt [OKTOBERDRUCK 1995, S. 9; ELEKTRA 1996, S. 7]. Es ist zu vermuten, dass dies auch bei den anderen Umwelterklärungen der Fall ist. Lacke finden keine Erwähnung, möglicherweise wurden sie nicht eingesetzt. Häufig wird sowohl der Farbinput als auch die Farbabfallmenge ausgewiesen, jedoch kein Bezug zwischen den Größen hergestellt [z.B. RUDOLPH 1996, S. 12/13; SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 7/11]. Lediglich einmal findet der Bezug statt: Es handelt sich vermutlich um die Kennzahl 407, die hier mit der Bezeichnung „Gramm entsorgte Farbe pro Kilogramm neuer Farbe“ beschrieben wird [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3].

In Tabelle 5-10 werden beispielhaft Werte für die Kennzahlen 007 und 400 aufgeführt. Sie stammen aus Umwelterklärungen oder stellen vorläufige Erhebungsergebnisse dar. In einem Fall wurde das dokumentierte Abfallvolumen einer Druckerei mit der spezifischen Dichte von Druckfarben (ungefähr eins) multipliziert, um die Kennzahl 007 zu erhalten.

Die aufgeführten Daten lassen keinerlei Rückschlüsse zu: Es ist z.B. davon auszugehen, dass bei den ausgewiesenen Mengen an Farb- und Lackabfällen der Einfachheit halber keine Aufteilung der entsorgten Mengen auf das betrachtete bzw. vorhergehende Kalenderjahr erfolgte. Somit ist ein sinnvoller Bezug zur Inputmenge nicht möglich. Die Untersuchung zeigte außerdem, dass eine erstmalige Umweltprüfung in einem Betrieb häufig zu verstärkten Aufräumarbeiten und entsprechend außergewöhnlich hohen Farb- und Lackabfallmengen führt. Erfolgte bei den entsorgten Farbabfällen eine Gewichtsangabe, ist davon auszugehen, dass der Einfachheit halber kein Abzug des Behältergewichtes stattgefunden hat.

Ein Bezug der Farbabfälle auf den Farbinput ist aus diesen Gründen nicht sinnvoll. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass der Farbinput in der Regel nicht den tatsächlichen Verbrauch im betrachteten Kalenderjahr darstellt, sondern die Einkaufsmenge. Ein Vergleich der Bezugsgrößen (Kennzahl 407 oder 507) wäre somit aufgrund der möglicherweise erheblich unterschiedlichen Datengrundlagen nicht aussagekräftig.

In der Literatur wird die Menge der Farbabfälle in Bogenoffsetdruckereien „durch Hautbildung und Spachtelreste“ auf 10-18% des Verbrauchs beziffert [AHRENS et al. 1995b, S. 15]. Eine Untersuchung in fünf Bogenoffsetdruckereien ergab Werte von 12,1-20,2% bei einem Mittelwert von 14,4% [AHRENS et al. 1995a, S. 90]. Die einzige in einer Umwelterklärung aufgeführte

Kennzahl liegt mit „ca. 8%“ unterhalb des Literaturwertes.

Tabelle 5-10: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Farb- und Lackeinsatz

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Plakativ</b> Bogenoffset 4 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall 1994	k.A.	Kennz. 007:	26 kg*
	„Input Farbe 1994“	487 kg	Kennz. 400:	487 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
<b>Rudolph</b> Bogenoffset 5 Mitarbeitende	„Druckfarbenreste“	10 kg	Kennz. 007:	10 kg
	„Input Farben“	250 kg	Kennz. 400:	250 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
<b>KS-Druck</b> Bogenoffset 6 Mitarbei- tende	Farb- und Lackabfall	k.A.	Kennz. 007:	k.A.
	Farbeinkauf	k.A.	Kennz. 400:	k.A.
	„g entsorgte Farbe/kg neuer Farbe“	<b>ca. 80 g/kg</b>	<b>Kennz. 407:</b>	<b>ca. 8,0 %</b>
<b>Buntdruck</b> Bogenoffset 11 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall	vorläufige	Kennz. 007:	270 kg
	Farbeinkauf	Erhebungs-	Kennz. 400:	504 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	daten	<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
<b>Elektra</b> Bogenoffset 12 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall	k.A.	Kennz. 007:	0 kg*
	„Farben“	364 kg	Kennz. 400:	364 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	k.A.	<b>Kennz. 407:</b>	0,0 %
<b>Königsdruck</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall	vorläufige	Kennz. 007:	0 kg**
	„Input Druckfarben“	Erhebungs-	Kennz. 400:	263 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	daten	<b>Kennz. 407:</b>	0,0 %
<b>Javitz</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall	vorläu-	Kennz. 007:	183 kg
	Farb- und Lackeinkauf	fige	Kennz. 400:	350 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	Erhe-	<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
	Farb- und Lackverbrauch (ohne Gratisproben)	bungs-	Kennz. 500:	297 kg
	Farb- und Lackabfall pro Farbverbrauch	daten	<b>Kennz. 507:</b>	nicht sinnvoll
<b>Freyburger</b> Bogenoffset 19 Mitarbeitende	Farb- und Lackabfall	„ca. 200 Büchsen mit Altfarben“	Kennz. 007:	? kg
	„Input Farben“	ca. 480 kg	Kennz. 400:	ca. 480 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf	k.A.	Kennz. 407:	----
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> Bogenoffset 32 Mitarbeitende	„Output Druckfarbenreste“		Kennz. 007:	20 kg
	„Input Farben“		Kennz. 400:	547 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf		<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
<b>Oktober- druck</b> Bogenoffset 40 Mitarbeitende	„Output Druckfarbenreste 1994“	0,48 m <sup>3</sup>	Kennz. 007:	ca. 480 kg
	„Input Farben 1994“	3.219 kg	Kennz. 400:	3.219 kg
	Farb- und Lackabfall pro -einkauf 1994	k.A.	<b>Kennz. 407:</b>	nicht sinnvoll
	„Output Druckfarbenreste 1996“	vorläufige	Kennz. 007:	ca. 480 kg
	„Input Farben 1996“	Erhebungs-	Kennz. 400:	k.A.
Farb- und Lackabfall pro -einkauf	daten	<b>Kennz. 407:</b>	----	

k.A. = keine Angabe, \* auf Nachfrage angegeben, \*\* als Grund wird Wiederverwendung angegeben

## 5.8 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen“

In Kapitel 4.6 wurde die Effizienzsteigerung sowie die Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für kleine Bogenoffsetdruckereien hergeleitet. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltziels werden nachfolgend konkrete, quantifizierbare Umweltziele abgeleitet und nach Möglichkeit durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt.

### 5.8.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Das Ziel einer Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien auf folgende Art konkretisiert werden:

- Verringerung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser (⇒Prozessoptimierung)
- Ersatz von Isopropanol im Feuchtwasser durch schwer flüchtige Zusätze, durch alkoholfrei arbeitende Feuchtwerte oder durch das wasserlos arbeitende Druckverfahren (⇒Prozessoptimierung, ⇒Investitionspolitik)
- Verringerung des Einsatzes von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln (⇒Prozessoptimierung, ⇒Einkaufspolitik)
- Ersatz von schnell verdunstender Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln durch gering verdunstende, verbrauchsarme Mittel (⇒Prozessoptimierung, ⇒Einkaufspolitik).

#### **Isopropanol**

Eine Verringerung bzw. ein Ersatz von Isopropanol sowie eine Effizienzsteigerung kann auf zwei Arten als konkretes Umweltziel formuliert werden:

1) **„Minimierung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser“**. Das Ziel ist quantifizierbar und kann durch eine Kennzahl unterstützt werden. Die Kennzahl gibt den Isopropanolanteil am Feuchtwasser an (Kennzahl 900). Werden mehrere Druckmaschinen betrieben, werden die Feuchtwerte eventuell mit unterschiedlichen Isopropanolanteilen betrieben, so dass für jede Druckmaschine eine eigene Kennzahl gebildet werden muss (Kennzahlen 900a, 900b etc.).

2) **„Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauchs“**. Auch dieses Ziel lässt sich quantifizieren und somit durch eine Kennzahlermittlung unterstützen. Als Bezugsgröße kann dabei zum einen der Papierverbrauch (Kennzahl 200) dienen. Er gibt in etwa an, wie viel Papier durch die Druckmaschine geführt wurde und dabei gegebenenfalls mit einem Isopropanolverbrauch verbunden war. Des Weiteren kann auch ein Produktbezug hergestellt werden, in dem der Verbrauch an Isopropanol auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse (Kennzahl 300) bezogen wird.

### **Reinigungsmittel**

Eine Verringerung des Einsatzes von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln kann durch verbrauchsarme, geringer verdunstende Mittel und durch eine Verringerung der spezifischen Einsatzmenge erreicht werden. Beim Einsatz von Reinigungsmitteln mit einem hohen Flammpunkt sinkt die Verdunstungsrate und die Reinigungseffizienz wird erhöht [FLECK et al. 1997, S. 2f]. Als konkrete Umweltziele können formuliert werden:

**1) „Minimierung des Anteils an Reinigungsmitteln mit niedriger VbF-Klasse am Reinigungsmittelleinkauf“.** Das Ziel ist quantifizierbar durch Angabe der VbF-Klassenanteile am Reinigungsmittelleinkauf (Kennzahlen 1010, 1020, 1030, 1040).

**2) „Minimierung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauches“.** Als Bezugsgröße kann ein Bezug auf die hergestellten Druckerzeugnisse erfolgen (Kennzahl 300). Andere Autoren sehen im Farbverbrauch (Kennzahl 500) eine geeignete Bezugsgröße [KALTENBACH/SCHNEIDER 1994, S. 22f].

Im folgenden wird ein Überblick über die möglichen Kennzahlen gegeben. Die Kennzahlen zum Isopropanoleinsatz werden in den nachfolgenden Kapiteln 5.8.2 bis 5.8.4 diskutiert, die Diskussion der Kennzahlen zu Reinigungsmitteln erfolgt in den Kapiteln 5.8.5 bis 5.8.7.

Tabelle 5-11: Kennzahlen zur Minimierung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser

<b>Kennzahl 900a</b> Isopropanolanteil am Feuchtwasser der Druckmaschine a)	<b>Kennzahl 900b</b> Isopropanolanteil am Feuchtwasser der Druckmaschine b)
---	---

Tabelle 5-12: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauches

<b>Bezugsgröße</b> <b>Basisgröße</b>	<b>Kennzahl 200</b> Papier- verbrauch [t]	<b>Kennzahl 300</b> hergestellte Druckerzeugnisse [t]
<b>Kennzahl 008</b> Isopropanolverbrauch [l]	<b>Kennzahl 208</b> Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch [l/kg]	<b>Kennzahl 308</b> Isopropanolverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse [l/kg]

Tabelle 5-13: Kennzahlen zur Minimierung des Anteils an Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln mit niedriger VbF-Klasse am Reinigungsmittelleinkauf

<b>Kennzahl 1010</b> Anteil der VbF-AI- Kohlenwasserstoff- Reinigungsmittel am Reinigungsmittelleinkauf	<b>Kennzahl 1020</b> Anteil der VbF-AII- Kohlenwasserstoff- Reinigungsmittel am Reinigungsmittelleinkauf	<b>Kennzahl 1030</b> Anteil der VbF-AIII- Kohlenwasserstoff- Reinigungsmittel am Reinigungsmittelleinkauf	<b>Kennzahl 1040</b> Anteil der kennzeichnungsfreien Kohlenwasserstoff- Reinigungsmittel am Reinigungsmittel- einkauf
---	--	---	---

Tabelle 5-14: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauches

<b>Bezugsgröße</b> <b>Basisgröße</b>	<b>Kennzahl 200</b> Papier- verbrauch [t]	<b>Kennzahl 300</b> Farb- und Lack- verbrauch [kg]
<b>Kennzahl 009</b> Reinigungsmittel- verbrauch [l]	<b>Kennzahl 209</b> Reinigungsmittelverbrauch pro Papierverbrauch [l/kg]	<b>Kennzahl 309</b> Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch [l/kg]



## 5.8.2 Kennzahl 900 - „Isopropanolanteil im Feuchtwasser“

Der Isopropanolanteil ist auf zweierlei Art und Weise bestimmbar: In vielen kleinen Bogenoffsetdruckereien erfolgt ein „Handansatz“ des Feuchtwassers, d.h. daß die Mischung von Wasser und Feuchtmittelzusätzen manuell durch die Abmessung von Volumina erfolgt. Im Gegensatz dazu kann der Isopropanolanteil am Feuchtmittel auch durch eine Dichtemessung mit einem Aräometer („Spindelmessung“) bestimmt werden. Je nach gewünschter Konzentration wird entsprechend der Dichtemessung manuell oder automatisch Isopropanol zudosiert.

Nr. 900	Isopropanolanteil am Feuchtmittel		relative Menge
Umweltziel	· <b>Minimierung des Anteils an Isopropanol am Feuchtmittel</b>		Einheit: Vol.-% keine Nachkommastelle
Ziel	· <b>Ermittlung des Isopropanolanteils am Feuchtmittel</b>		
Definition	- Anteil Isopropanol im Feuchtmittel einer bestimmten Druckmaschine, wie er am Ende eines Kalenderjahres üblicherweise eingestellt wird		
Nachteil	- gibt keine Auskunft über den gesamten Isopropanolverbrauch eines Kalenderjahres bzw. den Verbrauch in Bezug auf das verarbeitete Papier		
Vorteil	- leicht ermittelbar		
Ermittlung	<b>Volumetrische Messung</b> - Isopropanolanteil, der durch manuelle, volumetrische Messung in einem Feuchtwerk eingestellt wurde	<b>Messung mit Aräometer („Spindel“)</b> - Isopropanolanteil, der durch Dichtemessung an einem Feuchtwerk eingestellt wurde	
Minderung der Genauigkeit	- ungenaues Arbeiten der Zuständigen	- Dichtemessung berücksichtigt möglicherweise nicht die Temperatur oder den Salzgehalt im Feuchtwasser	
Erhebungsaufwand	- minimal, da Wert bekannt und gering (ca. eine halbe Stunde) wenn das Feuchtmittel für ein Kreislaufsystem manuell angesetzt wird	- minimal, da der Wert angezeigt wird	
Eignung	- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser - <b>geeignet</b> für Zeitreihen und für Betriebsvergleiche	- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des Isopropanolanteils am Feuchtwasser - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn der Wert durch Handansatz überprüft wird	

**Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Wird die Dosierung von Isopropanol manuell vorgenommen, kann der zugesetzte Anteil bei gewissenhafter Ausführung mit einer hohen Genauigkeit angegeben werden. Erfolgt eine Dichtemessung mit einem Aräometer („Spindel“), beeinflussen verschiedene Faktoren das Messergebnis. LEUSTENRING [1992, S. 5] stellt fest, dass die Spindelmessung „ganz erheblich von den wirklichen Konzentrationen abweicht“. Unter praxisüblichen Bedingungen werde grundsätzlich eine geringere Konzentration abgelesen als wirklich vorliegt, so dass der Verbrauch deutlich über der angenommenen Menge liegt.

Fehlerhafte Messungen sind z.B. darauf zurückzuführen, dass das Feuchtwasser verunreinigt ist, dass die Spindel auf Ethanol statt auf Isopropanol geeicht ist, dass die Temperatureichung der Spindeln auf 20°C erfolgte, dass sonstige Feuchtmittelzusätze (neben Isopropanol) aufgrund ihrer Dichte die Messung beeinflussen. Eine Abweichung der Feuchtmitteltemperatur um 4°C vom Eichwert 20°C

führt z.B. zu einem ca. 1 Vol.-% geringeren Messwert. Die Bestimmung des Isopropanolgehaltes gelingt umso genauer, je geringer die Dichte der sonstigen Feuchtmittelzusätze von der Wasserdichte abweicht. Übliche Zusätze von 2-4 Vol.-% können den Messwert für Isopropanol um 3 Vol.-% und mehr senken [LEUSTENRING 1992, S. 5].

Bei automatischen Dosieranlagen in Feuchtmittelkreislaufsystemen ist eine genaue Messung für den täglichen Betrieb nicht nötig, da sich die Drucker an der Qualität des Druckergebnisses orientieren. Zur Angabe einer vergleichbaren Kennzahl 900 besteht jedoch aus den oben genannten Gründen die Notwendigkeit, das Feuchtmittel des Kreislaufsystems per Hand anzusetzen (z.B. nach einer Systemreinigung). Nach der Kühlung des Feuchtwassers kann festgestellt werden, um wie viele Prozentpunkte die automatische Spindelwertanzeige vom realen Ansatz abweicht.

Die Kennzahl 900 ist geeignet, um den Isopropanolanteil am Feuchtwasser anzugeben, wenn die Genauigkeit gespindelter Werte zusätzlich durch Handansätze überprüft wird. Unter dieser Bedingung können auch Zeitreihen und Betriebsvergleiche mit der Kennzahl durchgeführt werden. Ein Nachteil der Kennzahl kommt besonders dann zum Tragen, wenn verschiedene Feuchtwerke benutzt werden: Die Kennzahlen 900a, 900b etc. geben nicht an, wie viel Feuchtmittel in den Feuchtwerken im Kalenderjahr verbraucht wird. Insbesondere bei mehreren unterschiedlichen Feuchtwerken sollte daher die Angabe der Kennzahl 900 um eine Abschätzung ergänzt werden, welchen Produktionsanteil die jeweilige Maschine in etwa ausmacht.

Ein Meinungsbild zur Kennzahl 900 wurde nicht erfragt, da bei der Erarbeitung des Fragebogens die Möglichkeiten dieser Kennzahl noch nicht erkannt wurden. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien wird die Kennzahl 900 nicht ausgewiesen.

### 5.8.3 Kennzahl 008 - Isopropanolverbrauch

Mit der Kennzahl 008 wird das Ziel verfolgt, den absoluten Isopropanolverbrauch eines Kalenderjahres darzustellen. Die Kennzahl dient als Basisgröße für die spezifische Verbrauchsmenge.

Nr. 008	Isopropanolverbrauch	absolute Menge
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ermittlung der verbrauchten Menge Isopropanol im Kalenderjahr</li> <li>· Ermittlung einer Basisgröße</li> </ul>	Einheit: l keine Nachkommastelle
Definition	- Summe der im Kalenderjahr eingesetzten Menge Isopropanol	
Ermittlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnungsauswertung</li> <li>- Inventur der Lagerbestände zu Beginn eines Kalenderjahres</li> </ul>	
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- durch ungenaue Inventur der Lagerbestände oder</li> <li>- wenn der Zeitpunkt der Inventur wesentlich nach Ende des Kalenderjahres erfolgt</li> </ul>	
Erhebungsaufwand	- gering (ca. eine halbe Stunde pro Jahr), da nur selten im Jahr Isopropanol eingekauft wird und Lagerbestände schnell erfassbar sind	
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des Isopropanolverbrauches, wenn die Erfassung der Lagerbestände genau erfolgt</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da bei genauer Erfassung der Lagerbestände eine relativ gute Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist</li> </ul>	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

In der Regel wird Isopropanol nur wenige Male im Kalenderjahr eingekauft, so dass eine

Auswertung von Rechnungen zur Ermittlung der Kennzahl 008 ohne großen Aufwand möglich ist. Aufgrund der wenigen Einkäufe pro Jahr ist es zur Feststellung der tatsächlichen Verbrauchsmenge besonders wichtig, die Lagerbestände am Ende des Erfassungszeitraums festzustellen. Die Lagerbestände lassen sich ohne großen Aufwand erfassen. Die Kennzahl 008 ist geeignet, den Verbrauch an Isopropanol in einem Kalenderjahr darzustellen, wenn eine genaue Inventur der Lagerbestände erfolgt und der Zeitpunkt der Erfassung nicht wesentlich nach Anfang eines Kalenderjahres liegt.

Die Befragung zeigt, dass die Erhebung der Kennzahl 008 von allen Beteiligten als sinnvoll erachtet wird. Überwiegend wird angegeben, dass die Kennzahl zur internen Kontrolle wie auch zur externen Information einsetzbar ist. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 008 in einem Fall explizit ausgewiesen [OKTOBERDRUCK 1995, S. 11], in drei Fällen ist der Isopropanol-Input mit anderen Feuchtmittelzusätzen zusammengefasst als „Feuchtmittelzusätze“ oder „Hilfsstoff-Chemikalien“ ausgewiesen. In zwei Fällen findet sich keine Angabe; in einem Fall erfolgt statt einer Mengenangabe nur der Hinweis „Druckchemikalien: diverse“ [FREYBURGER 1996, S. 8].

#### 5.8.4 Kennzahlen 208, 308 - „Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch“ bzw. „pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“

Die Kennzahlen 208 und 308 haben zum Ziel, den spezifischen Isopropanolverbrauch darzustellen und das Umweltziel einer Verbrauchsminimierung unterstützen. Um eine leichter vorstellbare Größe auszuweisen, werden die Kennzahlen in der Einheit Milliliter pro Kilogramm dargestellt.

##### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahl 208 stellt den Bezug zur Papiermenge dar, die in den Druckmaschinen verarbeitet wird. Statt des Gewichts der verarbeiteten Papiere wäre die Fläche eine geeignetere Bezugsgröße. Diese lässt sich in kleinen Bogenoffsetdruckereien jedoch nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand ermitteln. Dazu wäre es notwendig, den Papiereinkauf in einer EDV mit den entsprechenden Formaten zu erfassen; zusätzlich müsste auch die Fläche der Lagerpapiere sowie die Fläche der von Kunden gestellten Papiere ermittelt werden. Behelfsmäßig muss daher als Bezugsgröße das Papiergewicht verwendet werden. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der Kennzahl gemindert: Je höher die durchschnittliche Grammaturn der verarbeiteten Papiere, desto niedriger ist die ermittelte Kennzahl - auch wenn der Isopropanolverbrauch pro verarbeiteter Fläche gleich hoch ist.

Die Kennzahl 208 ist daher nur bedingt geeignet, um den spezifischen Isopropanolverbrauch in Zeitreihen oder Betriebsvergleichen zur Unterstützung des Umweltzieles zu verwenden. Werden jedoch in etwa gleiche Papiergrammaturen eingesetzt, ist die Vergleichbarkeit gegeben. Insofern sind Informationen über die Auftragsstrukturen notwendig, die einer Vergleichszahl zugrunde liegen. Eine weitere Einschränkung der Genauigkeit der Kennzahl kann sich dadurch ergeben, dass ein Teil des Isopropanols zur Filmreinigung in der Vorstufe gebraucht wird. Bei der Ermittlung der Kennzahl 008 sollte daher bereits darauf geachtet werden, dass die in der Vorstufe verwendeten Mengen separat ausgewiesen werden können.

Die Kennzahl 308 ist mit ähnlichen Schwierigkeiten bezüglich der Vergleichbarkeit verbunden. Des Weiteren erhöht sich die Kennzahl in Abhängigkeit von der Höhe der Papierabfälle, da die Bezugsgröße (Menge hergestellter Druckerzeugnisse) in der Regel durch Papierinput minus Papierabfall ermittelt wird. Auch die als Abfall anfallenden Papiere sind mit einem Isopropanolverbrauch verbunden, wenn sie erst nach dem Druckprozess entstehen. Diesem Isopropanolverbrauch wird in der Bezugsgröße nicht Rechnung getragen. Daher ist die Kennzahl 308 weniger geeignet als die Kennzahl 208, um das Umweltziel eines verminderten spezifischen

Isopropanolverbrauchs zu unterstützen.

Die Befragung bezüglich der Kennzahl ergibt ein geteiltes Meinungsbild: teilweise ist die Erhebung der Kennzahl geplant, wobei als mögliche Bezugsgröße sowohl der Papierverbrauch als auch die Menge der hergestellten Druckprodukte angegeben wird. Teilweise wird die Erhebung als zu aufwendig angesehen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen findet sich in einem Fall die Kennzahl 208 unter der Bezeichnung „Milliliter Isopropanol pro Kilogramm Papiereinsatz“ [KsDRuck 1996, Anh. S. 3]. Dabei wird nicht angegeben, ob als Bezugsgröße der Papierverbrauch oder der Papiereinkauf (Kennzahl 100) verwendet wurde.

Nr. 208 Nr. 308	<b>Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch bzw. pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse</b>		<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauchs</b>		<b>Einheit: ml/kg</b> keine Nachkommastelle
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des spezifischen Isopropanolverbrauchs eines Kalenderjahres</b>		
<b>Definition</b>	<b>Kennzahl 208: Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch</b> $\frac{\text{Isopropanolverbrauch [l]}}{\text{Papierverbrauch [t]}}$	<b>Kennzahl 308: Isopropanolverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse</b> $\frac{\text{Isopropanolverbrauch [l]}}{\text{hergestellte Druckerzeugnisse [t]}}$	
<b>Nachteil</b>	- die Bezugsgröße berücksichtigt keine Gewichtsunterschiede der Papiere	- die Bezugsgröße berücksichtigt keine Gewichtsunterschiede der Papiere - wird die Bezugsgröße durch Subtraktion von Papierverbrauch und Papierabfall ermittelt, ist die Größe ungenau, weil hohe Papierabfallmengen zur Erhöhung der Kennzahl 308 beitragen	
<b>Vorteil</b>	- Bezug auf die verarbeitete Menge	- Produktbezug	
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 008</u> Kennzahl 200	<u>Kennzahl 008</u> Kennzahl 300	
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	- der Isopropanolverbrauch kann anteilig auch in der Vorstufe stattfinden		
<b>Erhebungsaufwand</b>	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 008 und 200 vorliegen	- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 008 und 300 vorliegen	
<b>Eignung</b>	- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Isopropanolverbrauchs, wenn die Menge, die außer im Druckprozess verwendet wird, separat ausgewiesen wird oder unbedeutend ist - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, unter o.g. Voraussetzung und wenn ähnliche Papiergrammaturen verwendet werden	- <b>relativ ungeeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Isopropanolverbrauchs, da die Kennzahl 300 vom Anteil der Papierabfälle abhängig ist - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn der produktbezogene Verbrauch dargestellt werden soll und ähnliche Papiergrammaturen sowie vergleichbare Mengen in der Vorstufe (Filmreinigung) verwendet werden	

### 5.8.5 Kennzahlen 1010, 1020, 1030, 1040 - „VbF-Klassenanteile beim Reinigungsmittelleinkauf“

Die Darstellung der Kennzahlen verfolgt das Ziel, die Anteile der verschiedenen VbF-Klassen am Einkauf von flüssigen Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln eines Kalenderjahres darzustellen. Die VbF-Klasse ist dabei ein Maß für die Flüchtigkeit der Reinigungsmittel.

Nr. 1010 Nr. 1020 Nr. 1030 Nr. 1040	<b>VbF-Klassenanteile am Reinigungsmittelleinkauf</b>	<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Minimierung des Anteils an niedrigen VbF-Klassen am Einkauf von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln</b></li> </ul>	<b>Einheit: Vol- % keine Nachkommastel- le</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ermittlung der VbF-Klassenanteile am Einkauf von Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln</b></li> </ul>	
<b>Definition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menge der von Lieferanten im betrachteten Kalenderjahr in Rechnung gestellten Einkaufsmenge an flüssigen Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln, aufgeteilt nach VbF-Klassen</li> </ul>	
<b>Ermittlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnungsauswertung zur Ermittlung der Einkaufsmenge jedes Kohlenwasserstoff-Reinigungsmittels</li> <li>- Auswertung der Sicherheitsdatenblätter zur Ermittlung der VbF-Klasse</li> <li>- Ermittlung des prozentualen Anteils jeder VbF-Klasse zur entsprechenden Kennzahl (AI = 1010, AII = 1020, AIII = 1030, kennzeichnungsfrei = 1040)</li> </ul>	
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. eine halbe Stunde pro Jahr), da in der Regel wenige Rechnungen auszuwerten sind und nur zwei bis vier verschiedene Reinigungsmittel Verwendung finden</li> </ul>	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung der prozentualen Anteile der VbF-Klassen beim Reinigungsmittelleinkauf</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn der Anteil an Reinigungsmitteln, die außer im Druckprozess noch in der Vorstufe benötigten werden, in etwa gleich bleibt oder separat ausgewiesen wird</li> </ul>	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Der Anteil der VbF-Klassen beim Reinigungsmittelleinkauf lässt sich durch die Kennzahlen 1010, 1020, 1030 und 1040 mit einem geringen Aufwand darstellen. Zur Unterstützung des Umweltzieles in innerbetrieblichen Zeitreihen sind die Kennzahlen jedoch nur bedingt geeignet: Es ist zu beachten, dass der gesamte Bedarf an Reinigungsmitteln sinkt, je höher die VbF-Klasse des Mittels ist. Möglich ist zum Beispiel, dass in einem Jahr 50% des Reinigungsmittelleinkaufs der Klasse AII- und 50% der Klasse AIII zuzuordnen ist. Wenn im Folgejahr die absolute Einkaufsmenge an AII-Mittel gleich bleibt und die AIII-Reinigungsmitteln durch eine geringere Menge kennzeichnungsfreier, verbrauchsarmer Reinigungsmittel ersetzt werden, steigt der Anteil an AII-Reinigungsmitteln auf über 50% an. Dies ist dann bei der Auswertung der Kennzahlen 1010 und 1020 zu beachten.

Für Betriebsvergleiche sind die Kennzahlen geeignet. Eine Schwierigkeit kann bei Betriebsvergleichen jedoch dadurch entstehen, dass Kohlenwasserstoff-Reinigungsmittel auch zur Filmreinigung verwendet werden. Findet in einer Druckerei in starkem Maße z.B. eine Montage von Filmen statt, so kann es sein, dass zur Filmreinigung ein relevanter Anteil der eingekauften Reinigungsmittel benötigt wird (es sei denn, es wird Isopropanol zur Filmreinigung verwendet). Da es in diesem Bereich bisher keine Alternative zu leicht flüchtigen Reinigungsmitteln gibt, ist das

Umweltziel primär auf den Bereich des Druckprozesses zu beziehen. Bei der Ausweisung der Kennzahlen 1010, 1020, 1030 und 1040 sollte daher angegeben werden, ob der Reinigungsmittelseinsatz in der Vorstufe herausgerechnet wurde bzw. irrelevant gering ist.

Die Befragung ergab ein geteiltes Meinungsbild: Zum Teil wird die Erhebung der Kennzahlen 1010, 1020, 1030 und 1040 als zu aufwendig empfunden, überwiegend halten die Befragten die Kennzahlen jedoch für sinnvoll. Teilweise wird eine Eignung sowohl zur internen Kontrolle als auch zur externen Information gesehen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen werden die Kennzahlen nicht aufgeführt. In zwei Fällen findet sich jedoch eine Aufteilung der absoluten Reinigungsmittelmenge in „Gefahrstoffe“ (i.d.R. entsprechend der Kennzahlen 1010, 1020 und 1030) und „keine Gefahrstoffe“ (i.d.R. entsprechend der Kennzahl 1040) [OKTOBERDRUCK 1995, S. 11; RUDOLPH 1996, S. 13].

### 5.8.6 Kennzahl 009 - „Reinigungsmittelverbrauch“

Mit der Kennzahl 009 wird das Ziel verfolgt, die absolute Menge des Reinigungsmittelverbrauches in bezug auf das betrachtete Kalenderjahr darzustellen. Die Kennzahl dient als Basisgröße für die spezifische Verbrauchsmenge.

Nr. 009	Reinigungsmittelverbrauch		absolute Menge
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ermittlung der verbrauchten Reinigungsmittel eines Kalenderjahrs</li> <li>· Ermittlung einer Basisgröße</li> </ul>		Einheit: l keine Nachkommastelle
Definition	- Summe der im Kalenderjahr im Druckprozess eingesetzten Menge an Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln (Platten-, Gummituch-, Walzen-, Farbkastenreinigung)		
Ermittlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechnungsauswertung</li> <li>- Inventur der Lagerbestände am Jahresanfang und Jahresende</li> </ul>		
Minderung der Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- durch ungenaue Inventur der Lagerbestände oder</li> <li>- wenn der Zeitpunkt der Inventur wesentlich nach Ende des Kalenderjahres erfolgt</li> </ul>		
Erhebungsaufwand	- gering (ca. eine halbe Stunde pro Jahr), da nur selten im Jahr Reinigungsmittel eingekauft werden und Lagerbestände schnell erfassbar sind		
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des Reinigungsmittelverbrauches, wenn die Erfassung der Lagerbestände annähernd genau erfolgt</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße, da unter bei genauer Erfassung der Lagerbestände eine gute Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist</li> </ul>		

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Erfassung des Reinigungsmittelverbrauches in Form der oben beschriebenen Kennzahl 009 ist ohne großen Aufwand möglich, da in der Regel nur wenige Lieferungen im Kalenderjahr stattfinden. Die Erfassung der Lagerbestände ist in der Regel ebenfalls ohne großen Aufwand möglich.

Die Befragung zeigt, dass die Erhebung der Kennzahl 009 überwiegend für sinnvoll erachtet wird. Die Kennzahl soll dabei sowohl der internen Kontrolle als auch der externen Information dienen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl in vier Fällen mit den Bezeichnungen „Reinigungsmittel“, „Lösemittel“ oder „Walzenwaschmittel/sonstige Reinigungsmittel“ ausgewiesen. In einem Fall werden Reinigungsmittel nicht separat dokumentiert, sondern unter „Hilfsstoff-Chemikalien“ summiert. In zwei Umwelterklärungen wird die Kennzahl nicht dokumentiert, dabei erfolgt in einem Fall die Angabe „Reiniger: diverse“ [KSDRUCK 1996, FREYBURGER 1996, S. 8].

### 5.8.7 Kennzahlen 309, 509 - „Reinigungsmittelverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“ bzw. „pro Farb- und Lackverbrauch“

Die Erfassung der Kennzahlen 309 und 509 hat zum Ziel, den spezifischen Reinigungsmittelverbrauch eines Kalenderjahres darzustellen. Die Kennzahl 309 stellt den Produktbezug her, die Kennzahl 509 bezieht den Verbrauch auf den Farb- und Lackverbrauch. Um leichter vorstellbare Größen auszuweisen, werden die Kennzahlen in der Einheit Milliliter pro Kilogramm dargestellt.

Nr. 309 Nr. 509	<b>Reinigungsmittelverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse bzw. pro Farb- und Lackverbrauch</b>		<b>relative Mengen</b>
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauchs</b>		<b>Einheit: ml/kg</b> keine Nachkommastelle
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauchs im Kalenderjahr</b>		
<b>Definition</b>	<b>Kennzahl 309: Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse</b>  $\frac{\text{Reinigungsmittelverbrauch [l]}}{\text{hergestellte Druckerzeugnisse [t]}}$		<b>Kennzahl 509: Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch</b>  $\frac{\text{Reinigungsmittelverbrauch [l]}}{\text{Farb- und Lackverbrauch [kg]}}$
<b>Nachteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn die Bezugsgröße durch Subtraktion des Papierabfalls vom Papierverbrauch ermittelt wurde, ist sie ungenau</li> <li>- die Bezugsgröße berücksichtigt keine Gewichtsunterschiede der Papiere, keine Auflagenhöhen, keine Häufigkeit von Farbwechseln</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bezugsgröße berücksichtigt keine Auflagenhöhen, keine Unterschiede beim Farbdeckungsgrad, keine Häufigkeit von Farbwechseln</li> </ul>
<b>Vorteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktbezug</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- leicht ermittelbare Bezugsgröße</li> </ul>
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 009</u> Kennzahl 300		<u>Kennzahl 009</u> Kennzahl 500
<b>Erhebungsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 009 und 300 vorliegen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimal (ca. 10 Minuten), wenn die Kennzahlen 009 und 500 vorliegen</li> </ul>
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauchs</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn den Kennzahlen eine vergleichbare Auftragsstruktur zugrunde liegt (v.a. Grammaturen, Auflagenhöhen, Farbwechsel) und wenn vergleichbare Mengen außerhalb des Druckprozesses (z.B. in der Filmreinigung) verwendet wurden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauchs</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn den Kennzahlen eine vergleichbare Auftragsstruktur zugrunde liegt (v.a. Grammaturen, Auflagenhöhen, Farbwechsel) und wenn vergleichbare Mengen außerhalb des Druckprozesses (z.B. in der Filmreinigung) verwendet wurden</li> </ul>

## **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Es ist schwierig, eine sinnvolle Bezugsgröße für den Verbrauch an Reinigungsmitteln zu finden. Der Verbrauch hängt von vielen Faktoren ab: Geringe Auflagenhöhen erfordern viele Reinigungen des Gummituches, ebenso ist bei einer hohen Druckqualität eine häufige Gummituchreinigung nötig. Ist der Farbdeckungsgrad hoch, erhöht sich der gesamte Reinigungsaufwand. Ist die Auftragsstruktur durch geringe Auflagenhöhen und häufige Farbwechsel gekennzeichnet, führt dies ebenfalls zu einem erhöhten Reinigungsaufwand.

Die Kennzahl 309 bezieht den Reinigungsmittelverbrauch auf die Menge der hergestellten Druckprodukte. Soll die Kennzahl in Zeitreihen oder für Betriebsvergleiche verwendet werden, muss die Bezugsgröße „hergestellte Druckerzeugnisse“ in etwa gleiche Papiergrammaturen aufweisen. Können dann in etwa ähnliche Auftragsstrukturen (z.B. Farbdeckungsgrad, Auflagenhöhe) vorausgesetzt werden, dann ist die Kennzahl vergleichbar. Eine weitere Einschränkung der Genauigkeit der Kennzahl kann sich dadurch ergeben, dass ein Teil der Reinigungsmittel zur Filmreinigung in der Vorstufe gebraucht wird.

Die Kennzahl 509 bezieht den Reinigungsmittelverbrauch auf den Farb- und Lackverbrauch. Diese Beziehung findet sich in der Literatur [KALTENBACH/SCHNEIDER 1994, S. 24; AHRENS et al. 1995a, S. 90]. Die Beziehung wurde v.a. aus pragmatischen Gründen eingeführt, um den Reinigungsmittelverbrauch in Bogenoffsetdruckereien über eine gut ermittelbare Größe abschätzen zu können [ÖKOPOL 1997]. In der genannten Literatur werden zwar für Bogenoffsetdruckereien vergleichbare Mittelwerte von 770 ml/kg (25 untersuchte Betriebe) und 853 ml/kg (10 untersuchte Betriebe) festgestellt, die Spannbreiten sind jedoch sehr groß, z.B. 275-2.073 ml/kg [AHRENS et al. 1995a, S. 90]. Die Autoren kommen hier zu dem Schluss, dass die Kennzahlen „für den Vergleich einzelner Prozessalternativen oder für eine wirkliche Schwachstellenanalysen weniger geeignet sind, da die Zahl der sie beeinflussenden Faktoren zu groß ist“ [ebenda]. Die beeinflussenden Faktoren sind hier insbesondere der Farbdeckungsgrad, die Auflagenhöhe und die Anzahl der Farbwechsel. Bei innerbetrieblichen Zeitreihen kann noch am ehesten abgeschätzt werden, ob die genannten Faktoren bei den zu vergleichenden Kennzahlen in etwa ähnlich sind. Bei Betriebsvergleichen ist eine Aussage über die Vergleichbarkeit jedoch schwierig, da ein Vergleich der Auftragsstrukturen nur annähernd erfolgen kann. Um die beeinflussenden Faktoren genauer vergleichen zu können, wäre ein erheblicher Aufwand für deren Messung und Dokumentation nötig.

Bei der Befragung wird die Erhebung der Kennzahlen 309 und 509 überwiegend für zu aufwendig gehalten. Von einigen Befragten wird jedoch insbesondere die Kennzahl 509 für sinnvoll empfunden, ihre Erhebung zur internen Kontrolle ist zum Teil geplant. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen finden sich die Kennzahlen nicht. Lediglich in einem Fall findet sich eine vergleichbare Kennzahl, die den Reinigungsmittelverbrauch auf den „Papiereinsatz“ bezieht [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3].

### **5.8.8 Anwendungsbeispiele für Umweltziele und Kennzahlen**

Das allgemeine Umweltziel einer Emissionsminderung von Kohlenwasserstoffen wird in den sieben untersuchten Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien nur in einem Fall ausdrücklich formuliert [OKTOBERDRUCK 1995, S. 18].

Der Isopropanoleinsatz wird in vier von sieben Fällen thematisiert, dreimal wird das konkrete Umweltziel einer Minimierung des Isopropanolanteils im Feuchtwasser genannt, jedoch nicht quantifiziert [OKTOBERDRUCK 1995, S. 11/17/18; PLAKATIV 1996, S. 14; KSDRUCK 1996, S. 16]. Eine Minimierung des spezifischen Isopropanoleinsatzes wird in keinem Fall ausdrücklich erwähnt, in einem Fall wird jedoch eine entsprechende Kennzahl gebildet [KSDRUCK 1996, Anh.



S. 3].

Luftemissionen durch Kohlenwasserstoff-Reinigungsmittel werden in den untersuchten Umwelterklärungen nur in zwei von sieben Fällen ausdrücklich erwähnt [OKTOBERDRUCK 1995, S. 11/17; KSDRUCK 1996, Anh. S. 3], in einem Fall wird von den „Benzinen“ bzw. den in Reinigungsmitteln enthaltenen „Lösemitteln“ gesprochen [RUDOLPH 1996, S. 8/13]. In drei Fällen werden Reinigungsmittel insbesondere unter dem Gefahrstoffaspekt betrachtet und mit dem Ziel einer Gefahrstoffsubstitution verbunden [OKTOBERDRUCK 1995, S. 11; ELEKTRA 1996, S. 10; PLAKATIV 1996, S. 14]. In zwei Fällen wird davon gesprochen, dass bei der Walzenreinigung „fast nur noch Mittel auf pflanzlicher Basis“ eingesetzt werden [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 8] bzw. „auf biologische Reinigungsöle umgestellt“ wurde [KSDRUCK 1996, S. 16].

Das konkrete Umweltziel einer Minimierung des Anteils an Reinigungsmitteln mit niedriger VbF-Klasse am Reinigungsmiteleinkauf wird in zwei der sieben Umwelterklärungen ausdrücklich formuliert [OKTOBERDRUCK 1995, S. 18; RUDOLPH 1996, S. 8/13/16]. Das konkrete Umweltziel einer Minimierung der spezifischen Reinigungsmittlemissionen findet sich nicht, allerdings wird in einem Fall eine entsprechende Kennzahl zum spezifischen Verbrauch gebildet [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3].

Die im folgenden angegebenen Kennzahlen stammen teilweise aus Umwelterklärungen, teilweise beruhen sie auf Angaben von Druckereien im Rahmen einer ersten Umweltpflichtprüfung. Den Kennzahlen liegen keine einheitlichen Definitionen oder Erfassungsvorgaben zugrunde, daher ist die Vergleichbarkeit stark eingeschränkt.

### **Kennzahl 900 - Isopropanolanteil im Feuchtwasser**

Für die Kennzahl 900, den Isopropanolanteil im Feuchtwasser, sind Beispiele aus vier Druckereibetrieben angeführt (s. Tabelle 5-15). Die Ausprägungen der Kennzahl liegen zwischen 0% und 12%. Ein Vergleich der Kennzahlen ist unter der Annahme möglich, dass die Werte auf relativ genauen Messungen beruhen. Beim Einsatz verschiedener Druckmaschinen in einem Betrieb werden unterschiedliche Ausprägungen der Kennzahl dokumentiert. Dabei sind die geschätzten Produktionsanteile der jeweiligen Druckmaschinen bei den Daten der Druckereien *Rudolf* und *KS Druck* in Klammern angeführt. Unterschiedliche Kennzahlen werden auch bei der Druckerei *Javitz* aufgeführt. Dort arbeitet das Feuchtwerk einer Einfarbindruckmaschine ohne Isopropanol, an einer Zweifarbindruckmaschine wurde der manuell angesetzte Isopropanolanteil im Feuchtwasser auf 10% reduziert, während auf der Vierfarbindruckmaschine mit einem automatisch gemessenen 12%igen Anteil gedruckt wird.

Eine Untersuchung aus dem Jahr 1994 ergab in 49 Offsetdruckereien Kennzahlenausprägungen zwischen 5% und 14% bei einem Mittelwert von etwa 10% [KALTENBACH/SCHNEIDER 1994, S. 23]. Die Hersteller von Alkoholversatzstoffen halten bei einem Großteil der Druckbetriebe einen durchschnittlichen Kennzahlenwert von 5-8% für erreichbar [LEUSTENRING 1993, S. 7]. Die Forschungsgesellschaft Druck spricht davon, dass „anerkannter Stand der Technik ist, dass mit einem etwa 7%igen Isopropanolgehalt unproblematisch gedruckt werden kann“ [RAUH 1996, S. 18]. Wenn dies auch nicht pauschal für jeden Maschinentyp und jedes Papier gilt, kann ein Kennzahlenwert von 7% zumindest als Vergleichsmaßstab für die Bestimmung der Umweltleistung einer Druckerei dienen, die mit Alkohol-Feuchtwerken arbeitet. Unbestritten ist inzwischen auch die Qualität und Wirtschaftlichkeit der alkoholfrei arbeitenden Feuchtwerke sowie des wasserlosen Offsetdruckverfahrens, mit denen eine Minderung der Kennzahl auf 0% möglich ist [DEUTSCHER DRUCKER 1995].

### **Kennzahlen 208, 308 - spezifischer Isopropanolverbrauch**

Die Beispiele der Kennzahlen 208 und 308, die den Isopropanolverbrauch auf den Papierverbrauch bzw. auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse beziehen, sind mit großen Unsicherheiten behaftet, da die Kennzahlen nicht auf einer einheitlichen Erfassungsgrundlage basieren. Um die Kennzahl 208 anzugeben, wird bei einem Teil der Daten angenommen, dass der Papierverbrauch (Kennzahl 200) in etwa dem Papiereinkauf (Kennzahl 100) entspricht. Bei den Kennzahlen 008 (Isopropanolverbrauch) handelt es sich ebenfalls in der Regel um Einkaufsdaten, die keine Lagerbestandsveränderungen berücksichtigen.

Ein Vergleich der Kennzahlen setzt voraus, dass den Daten eine in etwa gleiche Auftragsstruktur zugrunde liegt. Dabei muss aufgrund der gewichtsmäßigen Bezugsgröße insbesondere die Verwendung ähnlicher Grammaturen bei den eingesetzten Papieren vorausgesetzt werden. Des Weiteren muss gewährleistet sein, dass der Isopropanolverbrauch im Druckprozess und nicht in der Druckvorstufe zur Filmreinigung stattgefunden hat oder die jeweiligen Verbrauchsmengen gleich hoch liegen. Für die Kennzahl 208 (Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch) lassen sich vier Werte angeben (ca. 4,9 / 5,6 / 7,0 / 9,3 ml/kg). Für die Kennzahl 308 (Isopropanolverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse) ergeben sich ebenfalls vier Werte (ca. 5,4 / 6,2 / 8,9 / 14,6 ml/kg). Vergleichswerte aus der Literatur liegen nicht vor.

Beim Vergleich der Kennzahlen 208 und 308 wird der Einfluss der Papierabfallmenge auf die Kennzahl 308 deutlich: Bei der Kennzahl 308 unterscheiden sich Minimal- und Maximalwert um den Faktor 2,7, bei der Kennzahl 208 nur um den Faktor 1,9. Dies liegt darin begründet, dass beim Minimalwert in die Bezugsgröße 300 (hergestellte Druckerzeugnisse) ein wesentlich geringerer Anteil an Papierabfall einfließt als beim Maximalwert (Kennzahl 102: 14% gegenüber 36%). Wenn die Kennzahl 308 für einen Vergleich herangezogen wird, kann auch der umgekehrte Fall eintreten: Ist Isopropanol-Verbrauchsmenge in bezug auf den Papierverbrauch gering (Kennzahl 208), kann sie in Bezug auf die hergestellten Druckerzeugnisse (Kennzahl 308) hoch ausfallen, weil eine hohe spezifische Papierabfallmenge die Bezugsgröße mindert. Dies zeigt, dass die Kennzahl 208 geeigneter ist, um zu überprüfen, ob eine Annäherung an das Umweltziel „Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauchs“ erreicht wurde.

Tabelle 5-15: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung und Emissionsminderung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Plakativ</b> Bogenoffset 4 Mitarbeitende	Isopropanolanteil im Feuchtwasser	bis 1996: k.V.	<b>Kennz. 900:</b>	<b>ca. 9%</b>
	„Reinigungsmittelinput 1994“	52 l	Kennz. 009:	52 l
	„Produkte 1994“	28.100 kg	Kennz. 300:	28,1 t
	„Input Farbe 1994“	487 kg	Kennz. 500:	487 kg
	Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 309:</b>	<b>1,9 ml/kg</b>
	Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 509:</b>	<b>107 ml/kg</b>
<b>Rudolph</b> Bogenoffset 5 Mitarbeitende	Isopropanolanteil im Feuchtmittel der Maschine a) bzw. Maschine b)	bis 1996: k.V.	<b>Kennz. 900a:</b>	<b>8% (ca. 60%)*</b>
	„Reinigungsmittelinput“	106 l	<b>Kennz. 900b:</b>	<b>0% (ca. 40%)*</b>
	„Fertigprodukte“	18.000 kg	Kennz. 009:	106 l
	„Input Farbe“	250 kg	Kennz. 300:	18,0 t
	Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	Kennz. 500:	250 kg
	Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 309:</b>	<b>5,8 ml/kg</b>
			<b>Kennz. 509:</b>	<b>416 ml/kg</b>
<b>KS-Druck</b> Bogenoffset 6 Mitarbei- tende	Isopropanolanteil im Feuchtmittel der Maschine a) bzw. Maschine b)	k.A.	<b>Kennz. 900a:</b>	<b>5% (50%)*</b>
	Isopropanolverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 900b:</b>	<b>7% (50%)*</b>
	Papierverbrauch	k.A.	Kennz. 008:	ca. 800 l
	hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	Kennz. 200:	ca. 113,5 t
	„Isopropanol pro Papiereinsatz“	<b>7 ml/kg</b>	Kennz. 300:	ca. 90,3 t
	Isopropanolverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 208:</b>	<b>ca. 7,0 ml/kg</b>
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AI	k.A.	<b>Kennz. 308:</b>	
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AII	k.A.	<b>Kennz. 1010:</b>	<b>ca. 8,9 ml/kg</b>
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AIII	k.A.	<b>Kennz. 1020:</b>	
	Anteil kennzeichnungsfreie Reinigungsmittel	k.A.	<b>Kennz. 1030:</b>	<b>0%</b>
	Reinigungsmittelverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 1040:</b>	<b>0%</b>
	„Reinigungsmittel pro Papiereinsatz“	7 ml/kg	Kennz. 009:	<b>ca. 10%</b>
	Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	-	<b>ca. 90%</b>
			ca. 800 l	
		<b>Kennz. 309:</b>	-	
			<b>ca. 8,9 ml/kg</b>	
<b>Königsdruck</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	„Druckprodukte“	vorläufige	Kennz. 008:	ca. 300 l
	„Input Papier“ (Einkaufsmenge!)	Erhebung	Kennz. 100:	61,2 t
	„Isopropanolinput“	ngs-	Kennz. 300:	ca. 55,1 t
	Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch	daten	<b>Kennz. 208:</b>	<b>ca. 4,9 ml/kg</b>
	Isopropanolverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse		<b>Kennz. 308:</b>	<b>ca. 5,4 ml/kg</b>
	Reinigungsmittelverbrauch		Kennz. 009:	ca. 700 l
	Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse		<b>Kennz. 309:</b>	<b>ca. 12,7 ml/kg</b>
	Farb- und Lackverbrauch		Kennz. 500:	263 kg
Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch		<b>Kennz. 509:</b>	<b>ca. 2.662 ml/kg</b>	

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Javitz</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	Input Isopropanol (Einkaufsmenge!)	vorläufige	Kennz. 008:	480 l
	Input Papier (Einkaufsmenge!)	Erhebungs-	Kennz. 100:	51,5 t
	hergestellte Druckerzeugnisse	daten	Kennz. 300:	ca. 32,8 t
	Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch		<b>Kennz. 208:</b>	<b>ca. 9,3 ml/kg</b>
	Isopropanolverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse		<b>Kennz. 308:</b>	<b>ca. 14,6 ml/kg</b>
	Isopropanolanteil im Feuchtmittel der Maschinen a), b), c)		<b>Kennz. 900a:</b>	<b>12%</b>
			<b>Kennz. 900b:</b>	<b>10%</b>
			<b>Kennz. 900c:</b>	<b>0%</b>
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AI	vorläufige	<b>Kennz. 1010:</b>	<b>20%</b>
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AII	Erhebungs-	<b>Kennz. 1020:</b>	<b>10%</b>
	Reinigungsmittelanteil der VbF-Klasse AIII	daten	<b>Kennz. 1030:</b>	<b>70%</b>
	Anteil kennzeichnungsfreie Reinigungsmittel		<b>Kennz. 1040:</b>	<b>0%</b>
	Reinigungsmittelverbrauch (Einkaufsmenge!)		Kennz. 009:	515 l
	Reinigungsmittelverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse Farb- und Lackverbrauch		<b>Kennz. 309:</b>	<b>ca. 15,7 ml/kg</b>
Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch		Kennz. 500:	297 kg	
		<b>Kennz. 509:</b>	<b>ca. 1.734 ml/kg</b>	
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> Bogenoffset 32 Mitarbeitende	„Output Druckerzeugnisse“	ca. 260.000 kg	Kennz. 300:	ca. 260 t
	„Input Walzenwasch-, sonstige Reinigungsmittel (geschätzt)“	ca. 570 l	Kennz. 009:	ca. 570 l
	Reinigungsmittel pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 309:</b>	<b>ca. 2,2 ml/kg</b>
	„Input Farben“	547 kg	Kennz. 500:	547 kg
	Reinigungsmittel pro Farb- und Lackverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 509:</b>	<b>ca. 1.042 ml/kg</b>
<b>Oktoberdruck</b> Bogenoffset 40 Mitarbeitende	„Input Isopropanol 1994“	3.650 l	Kennz. 008:	3.650 l
	„Input Papier 1994“ (Einkaufsmenge!)	ca. 650 t	Kennz. 200:	ca. 650,0 t
	hergestellte Druckerzeugnisse 1994	k.A.	Kennz. 300:	ca. 584,4 t
	Isopropanolverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 208:</b>	<b>ca. 5,6 ml/kg</b>
	Isopropanolverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse 1994	k.A.	<b>Kennz. 308:</b>	<b>ca. 6,2 ml/kg</b>
	„Input Reinigungsmittel 1994“	2.538 l	Kennz. 009:	2.538 l
	Reinigungsmittel pro hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 309:</b>	<b>ca. 4,3 ml/kg</b>
	„Input Farben 1994“	3.219 kg	Kennz. 500:	3.219 kg
	Reinigungsmittel pro Farb- und Lackverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 509:</b>	<b>ca. 788 ml/kg</b>

k.A. = keine Angabe, k.V. = keine Verwendung, \* Anteil der Maschine an Produktion

### Kennzahlen 1010, 1020, 1030, 1040 - VbF-Klassen am Reinigungsmiteleinkauf

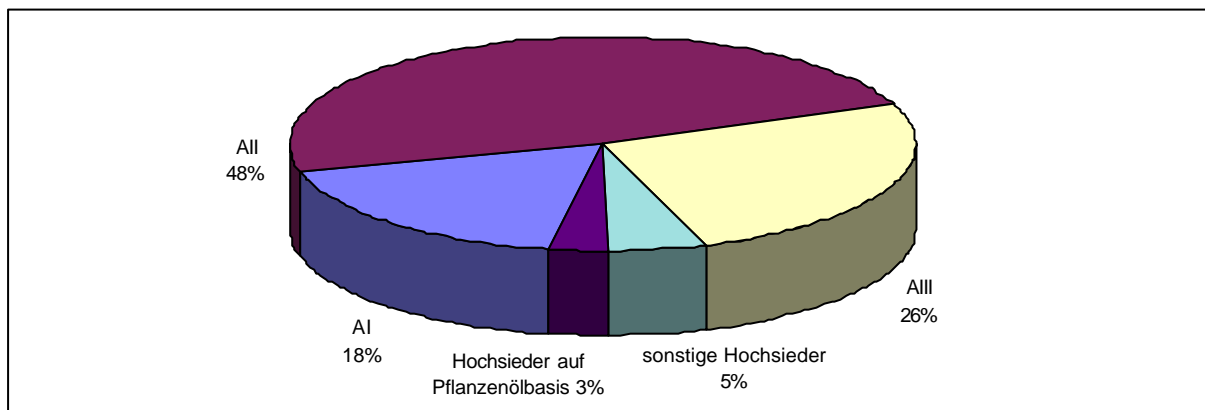
Die wenigen vorliegenden Kennzahlen zu den Anteilen der VbF-Klassen am Reinigungsmiteleinkauf sind gut vergleichbar, da die Datenerhebungsgrundlage eindeutig ist. Lediglich die Menge an Reinigungsmitteln, die zur Filmentwicklung in der Vorstufe eingesetzt werden, muss als gleich hoch vorausgesetzt werden, damit eine Vergleichbarkeit der Daten gegeben ist.

Genauere Kennzahlen bezüglich der VbF-Klassenanteile liegen nur aus der Druckerei Javitz vor, für die Druckerei KS Druck waren lediglich Schätzwerte verfügbar. Bei Javitz gehörten 70% der im Jahr 1996 eingekauften Reinigungsmittel der VbF-Klasse AIII an (Kennzahl 1030), 10% der Klasse

AII (Kennzahl 1020) und 20% der Klasse AI (Kennzahl 1010); kennzeichnungsfreie Reinigungsmittel wurden nicht eingesetzt. Ein nicht genau quantifizierbarer Anteil der AII-Reinigungsmittel wurde in der Vorstufe zur Filmreinigung verwendet. In der Druckerei KS Druck werden keine AI- oder AII-Reinigungsmittel eingesetzt; der Anteil der kennzeichnungsfreien Reinigungsmittel (Kennzahl 1040) wird auf 90% geschätzt, die übrigen 10% sind Reinigungsmittel der Klasse AIII (Kennzahl 1030).

In der ersten Jahreshälfte 1996 wurde eine Befragung des Hamburger Amtes für Arbeitsschutz in 92 Offsetbetrieben durchgeführt (85% davon unter 20 Beschäftigte). Die Erhebung stimmt im wesentlichen mit einer Erhebung des Amtes für Arbeitsschutz in Köln überein und kann als repräsentativ gelten. Die Erhebung zeigt, dass noch 85% der Druckereibetriebe Reinigungsmittel der VbF-Klasse AI oder AII einsetzten, 30% sogar ausschließlich. In über 50% der Betriebe werden noch AI-Reinigungsmittel eingesetzt, besonders häufig in kleinen Offsetbetrieben mit weniger als 20 Beschäftigten (61%) [AFA, S. 4]. Abbildung 5-1 zeigt die Marktanteile der Reinigungsmittelarten in Deutschland im Jahr 1995 (Hochrechnung der Verkaufszahlen der 12 führenden Anbieter, die sogenannten „Hochsieder“ sind nach VbF kennzeichnungsfrei).

Abbildung 5-4: Marktanteile der Reinigungsmittelarten im Offsetdruck 1995 (Hochrechnung)



[FLECK et al. 1997, S. 2]

Der Einsatz von Reinigungsmitteln der Klasse AI ist nach Angaben der Berufsgenossenschaft an Druckmaschinen nicht mehr zulässig [BG 1996, S. 1]. Reinigungsmittel der Klasse AII sind für den Maschinenbestand, der vor Mai 1995 in Betrieb genommen wurde, nur bei einem Flammpunkt über 40°C und nur in Ausnahmefällen zulässig, wenn aus technischen Gründen keine anderen Möglichkeiten bestehen. Für neuere Druckmaschinen ist die Verwendung von Reinigungsmitteln der Klasse AII unzulässig [ebenda]. Von der Forschungsgesellschaft Druck wurde eine Vielzahl an kennzeichnungsfreien oder AIII-Reinigungsmitteln geprüft und für neue Druckmaschinen als empfehlenswert erachtet [RAUH 1997, S. w16]. In der Literatur wird angegeben, dass der Einsatz kennzeichnungsfreier Reinigungsmittel „für den Großteil der Reinigungsarbeiten an Offsetmaschinen möglich“ ist. Bei den derzeit installierten Druckmaschinen gebe es jedoch einzelne Bereiche, die den Einsatz von Leicht siedern der Klasse AII erfordern [AHRENS et al. 1995a, S. 71; AFA 1996, S. 2]. Diese Angaben können als Orientierungsmaßstab für die Umweltleistung einer Druckerei dienen, wenn mit den Kennzahlen 1010, 1020, 1030 und 1040 überprüft wird, ob eine Annäherung an das Umweltziel „Minimierung des Anteils an niedrigen VbF-Klassen beim Reinigungsmittleinkauf“ stattgefunden hat.

### **Kennzahlen 309, 509 - spezifischer Reinigungsmittelverbrauch**

Für die Kennzahlen 309 und 509 können jeweils sechs Werte angegeben werden. Da keine einheitliche Erhebungsgrundlage vorausgesetzt werden kann, ist ein Vergleich der Kennzahlen nur unter starken Vorbehalten möglich. Bezüglich der Auftragsstrukturen ist die Voraussetzung für Betriebsvergleiche mittels der Kennzahlen, dass insbesondere eine ähnliche Auflagenhöhe und eine ähnliche Anzahl an Farbwechseln kennzeichnend für die Auftragsstruktur des Erfassungsjahres sind. Bei der Bezugsgröße „hergestellte Druckerzeugnisse“ (Kennzahl 309) ist eine zusätzliche Voraussetzung, dass in etwa gleiche Papiergrammaturen verwendet wurden und der Anteil der Papierabfälle in etwa gleich ist. Bei der Bezugsgröße „Farb- und Lackverbrauch“ (Kennzahl 509) muss eine ähnliche Farbigkeit der Druckprodukte des Erfassungsjahres gegeben sein, um die Kennzahlen vergleichen zu können.

Für die Kennzahl 309 ergibt sich aus den vorhandenen Daten ein Reinigungsmittelverbrauch zwischen 1,9 ml und 15,7 ml pro Kilogramm hergestellte Druckerzeugnisse; der Mittelwert liegt bei 7,4 ml/kg. Dabei muss beachtet werden, dass es sich bei der Basiskennzahl 009 in der Regel um Einkaufsdaten handelt, die nicht mit den tatsächlichen Verbrauchsdaten übereinstimmen. Vergleichswerte aus der Literatur liegen nicht vor. Die überdurchschnittlich hohen Kennzahlenwerte können von den betreffenden Betrieben zum Anlass genommen werden, um eine gezielte Ursachenanalyse durchzuführen. Dabei zeigt bereits ein Vergleich der Kennzahlen der Druckereien Königsdruck und Javitz, wie stark die Kennzahl 309 durch die Menge der Papierabfälle beeinflusst wird: Ein Bezug auf den Papiereinkauf (vgl. Kennzahl 100, S. 90) ergibt für Javitz mit 10 ml/kg einen niedrigeren Wert als für Königsdruck (11,4 ml/kg). Aufgrund der höheren spezifischen Papierabfallmenge bei Javitz (36% gegenüber 14%) ist jedoch bei der Kennzahl 309 (aufgrund des Bezugs auf die hergestellten Druckerzeugnisse) der spezifische Reinigungsmittelverbrauch bei Javitz höher als bei Königsdruck.

Für die Kennzahl 509 ergeben die vorhandenen Daten einen Reinigungsmittelverbrauch zwischen 107 ml und 2.662 ml pro Kilogramm Farb- und Lackverbrauch; der Mittelwert liegt bei 1.124 ml/kg. Dabei ist davon auszugehen, dass es sich sowohl bei den Basis- als auch bei den Bezugsgrößen nicht um Verbrauchs- sondern um Einkaufsdaten handelt. Vergleichswerte für die Kennzahl 509 liegen vor: Nach HAHN [1996] werden durchschnittlich 150 ml Reinigungsmittel pro Kilogramm Druckfarbe unabhängig vom Offsetverfahren eingesetzt. Eine Untersuchung in 25 Bogenoffsetdruckereien ergab einen wesentlich höheren durchschnittlichen Reinigungsmittelverbrauch von 770 ml/kg. Bei den fünf kleinen Bogenoffsetdruckereien (Farbverbrauch unter 3.000 kg/a) ergab die Untersuchung eine besonders große Streubreite mit Einzelwerten zwischen 750 ml/kg und 2.300 ml/kg [KALTENBACH/SCHNEIDER 1994, S. 24; BERNER et al. 1996, S. 210]. In einer weiteren Untersuchung in acht Bogenoffsetdruckereien wurde ein durchschnittlicher Reinigungsmittelverbrauch von 853 ml pro Kilogramm Farbe mit Einzelwerten zwischen 275 ml/kg und 2.073 ml/kg festgestellt [AHRENS et al. 1995a, S. 90].

Bei einem Vergleich der Druckereien Javitz und Königsdruck anhand der Kennzahl 509 (Reinigungsmittelverbrauch pro Farb- und Lackverbrauch) ergibt sich für die Druckerei Javitz gegenüber Königsdruck ein relativ niedrigerer Wert. Diese Relation entspricht dem Ergebnis des oben durchgeführten Vergleichs, bei dem der Reinigungsmittelverbrauch auf den Papiereinkauf bezogen wurde.

Keine übereinstimmenden Ergebnisse ergibt ein Vergleich der Daten der Druckereien Schmidt & Klaunig und Oktoberdruck: Der Reinigungsmittelverbrauch in bezug auf den Papiereinsatz (Kennzahl 100, S. 90) oder auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse (Kennzahl 309) ergibt für Schmidt & Klaunig niedrigere Werte als für Oktoberdruck. Höhere Werte für Schmidt & Klaunig als für

Oktoberdruck ergeben sich jedoch, wenn der Reinigungs-mittelverbrauch auf den Farbeinsatz bezogen wird (Kennzahl 509).

Als ausschlaggebender Faktor ist zu vermuten, dass bei Schmidt & Klaunig im Gegensatz zu Oktoberdruck mit einem wesentlich geringeren Farbdeckungsgrad gedruckt wird und möglicherweise wesentlich mehr einfarbige Druckerzeugnisse hergestellt werden. Dies hat einen niedrigen Reinigungsmittelverbrauch pro Papiereinsatz zur Folge, da weniger Farbwechsel zu vermuten sind. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, dass das Verhältnis Farbeinkauf zu Papiereinkauf bei Schmidt & Klaunig wesentlich niedriger ist, als bei Oktoberdruck (1,4 g/kg zu 5,0 g/kg). Den Kennzahlen liegen offenbar deutlich unterschiedliche Auftragsstrukturen zugrunde. Ein Betriebsvergleich mit Kennzahlen zur Überprüfung, bei welchem Betrieb bezüglich eines effizienten Reinigungsmitelesatzes eine größere Annäherung an das Umweltziel stattgefunden hat, ist hier also nicht sinnvoll.

## 5.9 Kennzahlen zur Unterstützung des allgemeinen Umweltziels „Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie“

In Kapitel 4.7 wurde die Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie als empfehlenswertes allgemeines Umweltziel für Bogenoffsetdruckereien hergeleitet. Auf der Basis dieses allgemeinen Umweltziels werden nachfolgend konkrete Umweltziele abgeleitet und nach Möglichkeit durch die Bildung von Kennzahlen unterstützt.

### 5.9.1 Konkretisierung des Umweltziels und Kennzahlenüberblick

Das Ziel einer Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie kann in kleinen Bogenoffsetdruckereien auf folgende Art konkretisiert werden:

- Effizienzsteigerung bei der Nutzung von Heizenergie z.B. durch Brennwertheizung, Blockheizkraftwerk, Gebäude- und Leitungsisolierung etc. (⇒ Investitionspolitik, ⇒ Prozessoptimierung)
- Anschaffung von energiesparenden Geräten bei Druckmaschinen, Belichtern, Entwicklern, Beleuchtungsanlagen etc. (⇒ Prozessoptimierung, ⇒ Investitionspolitik)
- Vermeidung von Stand-by-Zuständen bei elektrischen Geräten (⇒ Prozessoptimierung).

Zur Effizienzsteigerung bei der Nutzung von Heizenergie können zwei konkrete Umweltziele formuliert werden: „**Minimierung der Abgasverluste der Heizungsanlage**“ und „**Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs**“. Beide Ziele sind quantifizierbar und lassen sich mit Kennzahlen unterstützen.

Das erste Ziel kann quantifiziert werden, in dem der Abgasverlust der Heizungsanlage entsprechend der Messung nach der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung [BIMSCHVO 1996] dokumentiert wird (Kennzahl 050). Für die Unterstützung des zweiten Ziels, Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs, dient der Heizenergieverbrauch eines Kalenderjahres als Basisgröße (Kennzahl 060), als Bezugsgröße wird die beheizte Betriebsfläche verwendet (Kennzahl 2000). Die Diskussion der Kennzahlen erfolgt in Kapitel 5.9.2 bis 5.9.5.

Die Anschaffung von energiesparenden Geräten oder die Vermeidung von Stand-by-Zuständen lässt sich nur in bezug auf den Materialumsatz quantifizieren, der mit den entsprechenden Maschinen getätigt wurde. Für die gesamte Druckerei lässt sich das konkrete Umweltziel formulieren: „**Minimierung des spezifischen Stromverbrauchs**“. Das Ziel kann mit einer Kennzahl unterstützt werden. Als Basisgröße dient der Stromverbrauch (Kennzahl 070), als Bezugsgröße kann der Papierverbrauch (Kennzahl 200) als Maß für den größten und energieaufwendigsten Materialumsatz

herangezogen werden, oder der Stromverbrauch wird in Bezug zur Menge der hergestellten Druckerzeugnisse gesetzt (Kennzahl 300). Die Kennzahlen werden in den Kapiteln 5.9.6 und 5.9.7 diskutiert.

Tabelle 5-16: Kennzahl zur Minimierung des Abgasverlustes der Heizungsanlage

<b>Kennzahl 050</b> Abgasverlust der Heizungsanlage
--

Tabelle 5-17: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs

<b>Bezugsgröße</b> <b>Basisgröße</b>	<b>Kennzahl 2000</b> beheizte Betriebsfläche [m <sup>2</sup> ]
<b>Kennzahl 060</b> Heizenergieverbrauch [kWh]	<b>Kennzahl 2060</b> Heizenergieverbrauch pro beheizter Betriebsfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
<b>Kennzahl 070</b> klimabereinigter Heizenergieverbrauch [kWh]	<b>Kennzahl 2070</b> klimabereinigter Heizenergieverbrauch pro beheizter Betriebsfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]

Tabelle 5-18: Kennzahlen zur Minimierung des spezifischen Stromverbrauches

<b>Bezugsgrößen</b> <b>Basisgröße</b>	<b>Kennzahl 200</b> Papierverbrauch [t]	<b>Kennzahl 300</b> hergestellte Druckerzeugnisse [t]
<b>Kennzahl 080</b> Stromverbrauch [kWh]	<b>Kennzahl 280</b> Stromverbrauch pro Papierverbrauch [Wh/kg]	<b>Kennzahl 380</b> Stromverbrauch pro hergestellte Druckerzeugnisse [Wh/kg]

### 5.9.2 Kennzahl 050 - „Abgasverlust der Heizungsanlage“

Die Kennzahl 050 hat zum Ziel, die Energieverluste im Abgas der Heizungsanlage darzustellen. Sie wird in Prozent angegeben und bezieht sich entsprechend der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung auf den Heizwert des Energieträgers.

<b>Nr. 050</b>	<b>Abgasverlust der Heizungsanlage</b>	<b>relative Größe</b>
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung der Abgasverluste der Heizungsanlage</b>	Einheit: % keine Nachkommastelle
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des Energieverlustes im Abgas der Heizungsanlage</b>	
<b>Definition</b>	- Differenz zwischen Wärmeinhalt des Abgases und der Verbrennungsluft, bezogen auf den Heizwert des Brennstoffes (nach § 2 der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung)	
<b>Ermittlung</b>	- Auswertung des Messbescheides des Bezirksschornsteinfegermeisters	
<b>Erhebungsaufwand</b>	- gering (ca. 10 Minuten pro Jahr), wenn der Messbescheid vorliegt - gering (ca. 30 Minuten pro Jahr), wenn die Ergebnisse des Messbescheides vom Vermieter angefordert werden müssen	
<b>Eignung</b>	- <b>geeignet</b> zur Darstellung des Energieverlustes der Heizungsanlage - <b>geeignet</b> zur Verwendung in Zeitreihen und Betriebsvergleichen	



### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Kennzahl 050 ist eine Größe, deren Ermittlung durch die Erste Verordnung zum Bundesimmissionschutzgesetz (Kleinf Feuerungsanlagenverordnung) vorgeschrieben ist [BIMSCHVO 1996]. Wenn es sich bei der Heizungsanlage um eine Verbrennungsanlage handelt, muss die Kennzahl dem Inhaber der Heizungsanlage vorliegen. Die Verordnung schreibt Grenzwerte von maximal 10-15% Abgasverlust vor, je nach Nennleistung und Errichtungsjahr der Anlage. Die Messwerte beziehen sich auf den Heizwert des Energieträgers, berücksichtigen demnach nicht die Energie, die durch die Kondensation von Wasserdampf im Abgas gewonnen werden kann. Heizungsanlagen, die nach der Brennwerttechnik betrieben werden, nutzen die Kondensationswärme. Daher sollten die mit der Kennzahl 050 erfassten Abgasverluste bei Heizungsanlagen mit Brennwertausnutzung etwa 0% betragen. Solange eine Heizungsanlage keinen Alterungserscheinungen unterliegt, ist für die Kennzahl 050 ein relativ konstanter Wert zu erwarten.

Aufgrund der genau vorgeschriebenen Erfassungsart ist die Kennzahl geeignet, um damit die Effizienz der Heizungsanlage in innerbetrieblichen Zeitreihen oder in Betriebsvergleichen festzustellen. Das Umweltziel, Abgasverluste der Heizungsanlage zu minimieren, kann mit der Kennzahl gut unterstützt werden. Wird ein vergleichsweise hoher Abgasverlust festgestellt, können Maßnahmen zur Verbesserung der Heizungsanlage eingeleitet werden.

Bei der Befragung wurde die Ermittlung der Kennzahl überwiegend als zu aufwendig eingeschätzt. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien wird die Kennzahl in einem Fall ausgewiesen [FREYBURGER 1996, S. 11].

### 5.9.3 Kennzahl 060, 070 - „Heizenergieverbrauch (gesamt/klimabereinigt)“

Die Kennzahl 060 ist eine Darstellung des Heizenergieverbrauches eines Kalenderjahres. Sie wird in der Einheit Kilowattstunden angegeben und bezieht sich auf die eingesetzte Primärenergie. Durch die Kennzahl 070 wird der Heizenergieverbrauch gemäß Kennzahl 060 auf normierte klimatische Bedingungen bezogen.

### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Kennzahl 060 ist zur Darstellung des absoluten Heizenergieverbrauches geeignet. Ungenauigkeiten können sich durch kombinierte Warmwasser-/Heizungssysteme und bei Abrechnungen mit Verdunsterröhrchen ergeben. Weitere Ungenauigkeiten entstehen, wenn der Druckerei keine Verbrauchsabrechnung vorliegt, die sich auf das Kalenderjahr bezieht. In diesem Fall muss zunächst ein mittlerer Tagesverbrauch errechnet werden. Dazu werden in etwa die Tage der Heizperiode abgeschätzt. Die Aufteilung des Gesamtverbrauches erfolgt, in dem die Heitztage der jeweiligen Kalenderjahre mit dem mittleren Tagesverbrauch multipliziert werden.

Wird der Heizenergieverbrauch mit dem Ziel ermittelt, den spezifischen Verbrauch verschiedener Kalenderjahre zu vergleichen, sollte der Verbrauch klimabereinigt werden (Kennzahl 070). Die Klimabereinigung bedeutet die Normierung auf einen langjährigen klimatischen Mittelwert. Die Normierungsdaten („Heizgradwerte“ oder „Gradtagzahlen“ genannt) können beim Wetteramt ohne besonderen Aufwand erfragt werden. Klimabedingte Verbrauchsschwankungen können mehr als 10% ausmachen: Die Heizgradtage des Jahres 1996 wichen z.B. nach Messungen des Berliner Instituts für Meteorologie um 14% vom langjährigen Mittelwert ab [BOGUMEL 1997]. Die Klimabereinigung ist in der Literatur üblich, wenn vergleichbare Datengrundlagen für den Heizenergieverbrauch geschaffen werden sollen [PRANGE 1997, S. 46. Als Basisgröße zur Berechnung des spezifischen Heizenergieverbrauchs ist die Kennzahl 070 aufgrund der Normierung besser geeignet als die Kennzahl 060.

<p>Nr. 060 Nr. 070</p>	<p><b>Heizenergieverbrauch, gesamt/klimabereinigt</b></p>		<p><b>absolute Menge</b></p>
<p><b>Ziel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung des Heizenergieverbrauches (Kennzahl 060) in einem Kalenderjahr bzw. des normierten, klimabereinigten Heizenergieverbrauches eines Kalenderjahres (Kennzahl 070)</b></li> <li>· <b>Ermittlung von Basisgrößen</b></li> </ul>		<p>Einheit: kWh keine Nachkommastelle</p>
<p><b>Definition</b></p>	<p><b><u>Kennzahl 060:</u></b> Summe des Primärenergieverbrauches, der für Heizenergie in einem Kalenderjahr benötigt wurde</p>	<p><b><u>Kennzahl 070:</u></b> entsprechend Kennzahl 060, jedoch auf ein Durchschnittsklima standardisiert</p>	
<p><b>Ermittlung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umrechnung von Volumen- und Gewichtseinheiten der in Rechnung gestellten Primärenergieträger in Kilowattstunden (unterer Heizwert)</li> <li>- bei kombinierter Heizenergie- und Warmwassererzeugung werden 10% der Energiesumme abgezogen, um in etwa den reinen Heizenergieverbrauch zu erhalten</li> <li>- bei der Abrechnung über Verdunsterröhrchen wird berechnet, welchen Anteil die Verdunstungsstriche des Betriebes an der Summe der Verdunstungsstriche des Gebäudes ausmachen, der Anteil wird mit dem gesamten Energieverbrauch des Gebäudes multipliziert, um den betrieblichen Anteil zu erhalten</li> <li>- bei fehlendem Bezug zum Kalenderjahr wird der Heizenergieverbrauch mit einem Tagesmittelwert auf das laufende bzw. das vorherige Kalenderjahr aufgeteilt</li> <li>- bei Fernwärmenutzung wird der in Rechnung gestellte Energiebezug durch den Wirkungsgrad des Kraftwerkes geteilt, um den Primärenergiebedarf zu erhalten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normierung des Heizenergieverbrauches mit Hilfe von Wetteramtsdaten: Korrekturfaktor = „Heizgradwert“ bzw. „Gradtagzahl“ nach VDI 2067 (Gradtagzahl ist definiert als die Summe der Heiztage; als Heiztage werden Tage mit einem Temperaturmittel seit mehr als 5 Tagen unter 15°C bezeichnet)</li> <li>- Normierung der Kennzahl 060 durch Multiplikation des jahresspezifischen durch langjährigen Korrekturwert</li> </ul>	
<p><b>Minderung der Genauigkeit</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn die in Rechnung gestellte Energiemenge keinen Bezug zum Kalenderjahr aufweist und über Tagesmittelwerte umgerechnet werden muss</li> <li>- wenn die Warmwassererzeugung mit dem Heizungssystem kombiniert erfolgt und der Warmwasseranteil mit 10% abgeschätzt werden muss</li> <li>- wenn betriebseigener Heizenergieverbrauch über Strichanteile von Verdunsterröhrchen errechnet wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn Kennzahl 060 bereits mit Ungenauigkeiten verbunden ist</li> </ul>	
<p><b>Erhebungsaufwand</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gering (ca. eine halbe Stunden pro Jahr), wenn die Heizenergie auf das Kalenderjahr bezogen abgerechnet wird und Umrechnungswerte für die Primärenergieträger vorliegen</li> <li>- gering (ca. eine halbe Stunde pro Jahr), wenn Heizenergieabrechnung über Verdunsterröhrchen erfolgt</li> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr), wenn zusätzliche Informationen eingeholt werden müssen (z.B. unterer Heizwert des Energieträgers, Kraftwerkswirkungsgrad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mittel (ca. eine Stunde pro Jahr), da zusätzlich zum Erhebungsaufwand für die Kennzahl 060 die Erfragung von Wetteramtsdaten und eine Umrechnung nötig sind</li> </ul>	
<p><b>Eignung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des absoluten Heizenergieverbrauches</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße zur Ermittlung des spezifischen Heizenergieverbrauches (bezogen auf die beheizte Betriebsfläche)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung des absoluten Heizenergieverbrauches</li> <li>- <b>geeignet</b> als Basisgröße zur Ermittlung des spezifischen Heizenergieverbrauches</li> </ul>	

Die Befragung ergibt ein geteiltes Meinungsbild. Teilweise wird die Erhebung der Kennzahl 060 als zu aufwendig empfunden; vielfach wird lediglich die Ermittlung der Volumen- bzw. Gewichtseinheiten der Heizenergieträger für ausreichend erachtet. Der andere Teil der Befragten befürwortet die Umrechnung des Heizenergieverbrauchs in Kilowattstunden-Einheiten. Ein Abzug von 10% der Energiesumme bei kombiniertem Warmwasser-/Heizungssystem erscheint dabei einem Teil der Befragten zu aufwendig.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen findet sich die Angabe des absoluten Heizenergieverbrauchs (Kennzahl 060) in vier Fällen. Der Verbrauch wird in Energieeinheiten (kWh bzw. GJ) ohne Nachkommastelle dokumentiert. Dabei wird in einem Fall die in Rechnung gestellte Fernwärmemenge aufgeführt [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 9], in den anderen Fällen wird der Energiegehalt der Primärenergieträger dokumentiert. In einer Umwelterklärung wird der Heizenergiebedarf in Volumeneinheiten angegeben, in zwei Umwelterklärungen fehlen Angaben zum Heizenergieverbrauch. Dies wird in einem Fall begründet: durch den Vermieter erfolge „keine Abrechnung nach dem tatsächlichen Verbrauch“ [OKTOBERDRUCK 1995, S. 14].

#### 5.9.4 Kennzahl 2000 - „beheizte Betriebsfläche“

Die Kennzahl 2000 ist eine Darstellung der Fläche, die im Betrieb beheizt wird.

Nr. 2000	beheizte Betriebsfläche	absolute Größe
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ermittlung der Fläche, auf der Heizenergie verbraucht wird</li> <li>· Ermittlung einer Bezugsgröße</li> </ul>	Einheit: m <sup>2</sup> keine Nachkommastelle
Definition	- Summe der beheizten Betriebsfläche	
Ermittlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermittlung der gesamten Betriebsfläche durch Auswertung von Betriebsunterlagen</li> <li>- Abzug der ungeheizten Flächen</li> </ul>	
Erhebungsaufwand	- gering (einmalig ca. eine halbe Stunde)	
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>geeignet</b> zur Darstellung der beheizten Betriebsfläche</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Bezugsgröße für Kennzahl 2060, wenn ein mittlerer Heizenergieverbrauch aller Räume berechnet werden soll und Raumhöhen nicht als relevant angesehen werden</li> </ul>	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die beheizte Betriebsfläche ist in schwach, mäßig und stärker beheizte Bereiche aufteilbar. So wird das Papierlager in der Regel nur schwach geheizt, im Drucksaal ist aufgrund der Wärmeabstrahlung der Maschinen nur eine mäßige Beheizung nötig. Die übrigen Räume (Verwaltung, Aufenthaltsräume etc.) werden stärker geheizt. Die Kennzahl 2000 differenziert nicht zwischen diesen unterschiedlichen Bereichen. Sie ist daher als Bezugsgröße unter der Bedingung geeignet, dass ein über alle Räume gemittelter Heizenergieverbrauch berechnet werden soll. Des Weiteren unterscheidet die Bezugsgröße nicht zwischen verschiedenen Raumhöhen.

Die Ermittlung der Kennzahl 2000 wurde in die Befragung nicht explizit einbezogen, sondern nur ein Meinungsbild zu ihrer Anwendung als Bezugsgröße erfragt (Kennzahlen 2060 und 2070). Die Ergebnisse werden im folgenden Kapitel aufgezeigt. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 2000 nur in einem Fall als „Gebäudenutzfläche“ in Quadratmeter ohne Nachkommastelle ausgewiesen [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 6].

### 5.9.5 Kennzahlen 2060, 2070 - „Heizenergieverbrauch pro beheizter Betriebsfläche (ohne/mit Klimabereinigung)“

Die Kennzahl 2060 hat zum Ziel, den spezifischen Heizenergieverbrauches darzustellen. Als Basisgröße wird die Kennzahl 060 eingesetzt, als Bezugsgröße dient die beheizte Betriebsfläche (Kennzahl 2000). Mit der Kennzahl 2070 soll der klimabereinigte spezifische Heizenergieverbrauch dargestellt werden; die Basisgröße ist in diesem Fall die Kennzahl 070.

Nr. 2060 Nr. 2070	<b>Heizenergieverbrauch pro beheizter Betriebsfläche</b>		<b>relative Größen</b>
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des spezifischen Heizenergieverbrauchs in einem Kalenderjahr (ohne/mit Klimabereinigung)</b>		<b>Einheit: kWh/m<sup>2</sup></b> keine Nachkommastelle
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs</b>		
<b>Definition</b>	<u>Heizenergieverbrauch [kWh]</u> beheizte Betriebsfläche [m <sup>2</sup> ]	<u>klimabereinigter Heizenergieverbrauch [kWh]</u> beheizte Betriebsfläche [m <sup>2</sup> ]	
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 060</u> Kennzahl 2000	<u>Kennzahl 070</u> Kennzahl 2000	
<b>Erhebungsaufwand</b>	- gering (ca. 10 Minuten pro Jahr), wenn die Kennzahlen 060 und 2000 vorliegen	- gering (ca. 10 Minuten pro Jahr), wenn die Kennzahlen 070 und 2000 vorliegen	
<b>Eignung</b>	- <b>geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Heizenergieverbrauchs - <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, wenn keine extrem klimatisch verschiedenen Jahre verglichen werden	- <b>geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Heizenergieverbrauchs - <b>geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Der spezifische Heizenergieverbrauch pro beheizter Fläche wird in der Literatur verwendet, um die Effizienz der Heizenergienutzung zu überprüfen und das Umweltziel eines minimierten Heizenergieverbrauches zu unterstützen [ASSMANN 1996]. Auch in der Wärmeschutzverordnung wird der maximale Jahres-Heizwärmebedarf auf die Gebäudenutzfläche bezogen [WÄRMESCHUTZVO 1994, Anl. 1]. Zusätzlich bezieht die Verordnung den Jahres-Heizwärmebedarf auf das Volumen des beheizten Bauwerks [ebenda]. Da kleine Bogenoffsetdruckereien einen vergleichbaren Bedarf an Raumhöhe aufweisen, ist der Bezug auf die Betriebsfläche ausreichend. In der Wärmeschutzverordnung wird weiterhin berücksichtigt, ob die Betriebsfläche bzw. das beheizte Volumen an die Außenluft bzw. das Erdreich angrenzt. Zur Verminderung des Erhebungsaufwandes wird nicht berücksichtigt, wie viele wärmeübertragende Flächen die beheizten Räume besitzen. Hier sollte eine Dokumentation darüber genügen, ob die Betriebsfläche Teil eines größeren Gebäudes ist oder ringsum Außenwände besitzt.

Die Kennzahl 2060 ist geeignet, um den spezifischen Heizenergieverbrauch eines Kalenderjahres darzustellen. Wenn der spezifische Heizenergieverbrauch allerdings in Zeitreihen und Betriebsvergleichen untersucht werden soll, ist zu beachten, dass der Heizenergiebedarf klimatisch extrem unterschiedlicher Jahre nicht miteinander vergleichbar ist. Das Umweltziel einer Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauches kann mit der Kennzahl 2060 demnach nur unterstützt werden, wenn klimatisch ähnliche Jahre verglichen werden. Da von einer Druckerei schwer

abgeschätzt werden kann, ob ein Vergleich ohne Klimabereinigung zu einem großen Fehler führt oder nicht, sollte der Kennzahlenvergleich verschiedener Kalenderjahre stets mit einer Klimabereinigung entsprechend der Kennzahl 2070 durchgeführt werden.

Bei der Befragung wird die Ermittlung der Kennzahl 2060 teilweise für sinnvoll gehalten und als geeignet für die interne Kontrolle angesehen, ebenso für die externe Information sowie für Betriebsvergleiche. Die Ermittlung des klimabereinigten spezifischen Heizenergieverbrauchs (Kennzahl 2070) wird von allen Befragten als zu aufwendig angesehen. In den sieben untersuchten Umwelterklärungen findet sich in einem Fall die Dokumentation des spezifischen Heizenergieverbrauchs in der Einheit Kilowattstunden pro Quadratmeter (ohne Nachkommastelle) - ohne die Angabe, ob dabei eine Klimabereinigung stattgefunden hat [PLAKATIV 1996, S. 16].

### 5.9.6 Kennzahl 080 - „Stromverbrauch“

Die Kennzahl 080 hat zum Ziel, den Stromverbrauches eines Kalenderjahres darzustellen. Sie wird in der Einheit Kilowattstunden angegeben.

Nr. 080	<b>Stromverbrauch</b>		<b>absolute Menge</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ermittlung des Stromverbrauchs in einem Kalenderjahr</b></li> <li>· <b>Ermittlung einer Basisgröße</b></li> </ul>		<b>Einheit: kWh</b> keine Nachkommastelle
<b>Definition</b>	- Summe des Primärenergieverbrauchs, der für Heizenergie in einem Kalenderjahr benötigt wurde		
<b>Ermittlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- der am Stromzähler abgelesene Differenzwert zwischen Jahresanfangwert und Jahresendwert oder</li> <li>- Summe des in Rechnung gestellten Stromverbrauchs in einem Kalenderjahr. Bei fehlendem Bezug zum Kalenderjahr wird der Stromverbrauch mit einem Tagesmittelwert auf das laufende bzw. das vorherige Kalenderjahr aufgeteilt</li> </ul>		
<b>Minderung der Genauigkeit</b>	- wenn der Stromverbrauch über Tagesmittelwerte umgerechnet werden muss		
<b>Erhebungsaufwand</b>	- gering (ca. eine halbe Stunden pro Jahr), wenn der Stromverbrauch abgelesen wird oder eine auf das Kalenderjahr bezogene Abrechnung erfolgt (etwas erhöht, wenn der Verbrauch auf das Kalenderjahr umgerechnet werden muss)		
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des absoluten Stromverbrauchs eines Kalenderjahres, wenn der Zeitpunkt der Stromablesung nicht wesentlich nach Ende des Kalenderjahres liegt</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> als Basisgröße zur Ermittlung des spezifischen Stromverbrauchs</li> </ul>		

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahl**

Die Kennzahl 080 ist zur Darstellung des absoluten Stromverbrauchs unter der Bedingung geeignet, dass der erfasste Zeitraum in etwa mit dem Kalenderjahr übereinstimmt. Unter dieser Bedingung ist die Kennzahl auch als Basisgröße zur Ermittlung des spezifischen Stromverbrauchs geeignet. Ungenauigkeiten ergeben sich, wenn der Stromverbrauch über Tagesmittelwerte auf das Kalenderjahr bezogen werden muss.

Nachteilig ist, dass die Kennzahl nicht zwischen verschiedenen Strombereitstellungsarten unterscheidet. Somit ist mit der Kennzahl keine Aussage über den Primärenergiebedarf zur Strombereitstellung möglich. Eine differenzierte Betrachtung wäre erforderlich, wenn in kleinen Bogenoffsetdruckereien andere Bereitstellungsarten als das öffentliche Netz üblich wären (Blockheiz-

kraftwerk etc.). Dies ist jedoch in der Regel nicht der Fall.

Bei der Befragung wird die Ermittlung der Kennzahl 080 von allem Beteiligten für sinnvoll erachtet. Die Kennzahl soll zur internen Kontrolle sowie zur externen Information ermittelt werden. In jeder der sieben untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 080 ausgewiesen, in zwei Fällen erfolgt dabei eine Aufteilung in den geschätzten Stromverbrauch für „Maschinen“ bzw. „Produktion“ sowie „sonstige Verbraucher“ [OKTOBERDRUCK 1995, S. 14; SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 9].

### 5.9.7 Kennzahl 280, 380 - „Stromverbrauch pro Papierverbrauch“ bzw. „pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse“

Die Kennzahlen 280 und 380 verfolgen das Ziel, den spezifischen Stromverbrauchs darzustellen. Als Basisgröße wird die Kennzahl 080 verwendet. Als Bezugsgröße dient entweder der Papierverbrauch als Maß für die größte umgesetzte Stoffmenge (Kennzahl 200), oder es wird ein Bezug zur Produktmenge hergestellt (Kennzahl 300). Zur besseren Vorstellbarkeit der Kennzahlen werden die Ergebnisse auf ein Kilogramm bezogen.

Nr. 280 Nr. 380	<b>Stromverbrauch pro Papierverbrauch bzw. pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse</b>		relative Größen
<b>Ziel</b>	· <b>Ermittlung des spezifischen Stromverbrauchs in einem Kalenderjahr</b>		<b>Einheit: Wh/kg</b> keine Nachkommastelle
<b>Umweltziel</b>	· <b>Minimierung des spezifischen Stromverbrauchs</b>		
<b>Definition</b>	<u>Stromverbrauch [kWh]</u> Papierverbrauch [t]	<u>Stromverbrauch [kWh]</u> hergestellte Druckerzeugnisse [t]	
<b>Ermittlung</b>	<u>Kennzahl 080</u> Kennzahl 200	<u>Kennzahl 080</u> Kennzahl 300	
<b>Erhebungsaufwand</b>	- gering (ca. 10 Minuten pro Jahr), wenn die Kennzahlen 080 und 200 vorliegen	- gering (ca. 10 Minuten pro Jahr), wenn die Kennzahlen 080 und 300 vorliegen	
<b>Eignung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs eines Kalenderjahres, wenn Kennzahl 080 mit dem Kalenderjahr übereinstimmt</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, unter o.g. Bedingung und wenn den Kennzahlen vergleichbare Auftragsstrukturen zugrunde liegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>bedingt geeignet</b> zur Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs eines Kalenderjahres, wenn Kennzahl 080 mit dem Kalenderjahr übereinstimmt</li> <li>- <b>bedingt geeignet</b> für Zeitreihen und Betriebsvergleiche, unter o.g. Bedingung und wenn den Kennzahlen vergleichbare Auftragsstrukturen zugrunde liegen</li> </ul>	

#### **Möglichkeiten und Grenzen der Kennzahlen**

Die Kennzahlen 280 und 380 sind zur Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs bedingt geeignet, wenn der Stromverbrauch (Basiskennzahl 080) einen ausreichenden Bezug zum Kalenderjahr aufweist.

Bei Zeitreihen oder Betriebsvergleichen mit Hilfe der Kennzahlen ist zusätzlich zu berücksichtigen, inwieweit Energie in der Vorstufe und Weiterverarbeitung benötigt wurde. Finden energieaufwendige Prozesse wie z.B. Belichtungen in der Vorstufe oder Klebebindungen in der Weiterverarbeitung vollständig oder teilweise ausgelagert statt, muss der Vergleichszeitraum eine ähnliche Auftragsstruktur aufweisen. Die Menge der Filmbelichtungen und -entwicklungen kann in etwa an der Menge der eingekauften Filme abgelesen werden, die Menge der energieintensiven

Klebebindungen in etwa an der Menge des eingekauften Heißklebers. Diese Vergleichsmengen sind keine genauen Werte: Sie berücksichtigen keine Lagerbestandsveränderungen und können daher nur als Anhaltspunkte dafür genommen werden, ob die Auftragsstruktur zweier Kalenderjahre bzw. zweier Druckereien in etwa vergleichbar ist.

Sind die Auftragsstrukturen in etwa ähnlich, müssen bei einem Vergleich der Kennzahlen auch in etwa gleiche Produkte hergestellt worden sein. Dies bezieht sich vor allem auf die Grammatik der verwendeten Papiere, da die Bezugsgröße in Gewichtseinheiten angegeben ist. Ein Bezug auf die Papierfläche, die in den Druckmaschinen umgesetzt wurde, stellt eine besser vergleichbare Bezugsgröße dar. Dabei müsste jedoch der tatsächliche Papierverbrauch in Flächeneinheiten ermittelt werden, d.h. neben einer EDV-Erfassung des Papiereinkaufs müssen von Kunden gestellte Papiere und Lagerbestandsveränderungen in Flächeneinheiten ermittelt werden. Der damit verbundene Aufwand erscheint unzumutbar hoch.

Beim Vergleich der Kennzahlen 280 und 380 besteht ein Vorteil der Kennzahl 380 darin, dass sie für die Erstellung von Produktbilanzen herangezogen werden kann. Nachteilig beim Bezug auf die Kennzahl 300 sind die Ungenauigkeiten, die entstehen, wenn die Kennzahl 300 über Abschätzungen ermittelt wird (Papierverbrauch minus Papierabfall). Ein weiterer Nachteil der Kennzahl 380 ist darin zu sehen, dass nicht nur der Stromverbrauch sondern gleichzeitig auch der Anteil der Papierabfälle den Wert der Kennzahl mitbestimmt: Bei gleichem Stromverbrauch erhöht sich die Kennzahl mit der Menge der Papierabfälle, da die Bezugsgröße „hergestellte Druckerzeugnisse“ verringert wird. Wird das Ziel einer produktbezogenen Stromverbrauchsminimierung angestrebt, kann das Ziel mit der Kennzahl 380 gut unterstützt werden. Wenn jedoch das Umweltziel unterstützt werden soll, die Wirksamkeit von Energiesparmaßnahmen zu überprüfen, ist die Kennzahl 280 mit ihrem Bezug auf den Papierverbrauch besser geeignet, da die in den Druckmaschinen umgesetzte Papiermenge für den Stromverbrauch ausschlaggebend ist.

Die Befragung zu den Kennzahlen 280 und 380 ergibt ein geteiltes Meinungsbild. Teilweise wird die Erhebung als zu aufwendig erachtet, teilweise als sinnvoll angesehen. Überwiegend wird dabei ein Bezug auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse befürwortet (Kennzahl 380). Die Kennzahlen werden als geeignet angesehen, um sie zur internen Kontrolle einzusetzen. Zum Teil wird auch ein Betriebsvergleich der Kennzahlen befürwortet. In diesem Fall wird jedoch ein Bezug auf die Fläche statt auf das Gewicht der hergestellten Druckprodukte für sinnvoll erachtet. Eine Erfassung der Papierfläche wird gleichzeitig als zu aufwendig angesehen.

In den sieben untersuchten Umwelterklärungen wird in einem Fall der spezifische Stromverbrauch dokumentiert und als „Kennzahl Kilowattstunden Strom pro Kilogramm Papiereinsatz“ (mit zwei Nachkommastellen) angegeben [KSDRUCK 1996, Anh. S. 3]. Dabei wird nicht angegeben, ob es sich bei der Bezugsgröße um den Papiereinkauf (Kennzahl 100) oder den tatsächlichen Papierverbrauch (Kennzahl 200) handelt. In einer der untersuchten Umwelterklärungen wird die Kennzahl 380 dokumentiert und als „Stromverbrauchseffizienz - Kilowattstunden pro Kilogramm Produkt“ angegeben [PLAKATIV 1996, S. 15].

## 5.9.8 Anwendungsbeispiele für Umweltziele und Kennzahlen

Das Umweltziel einer Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs wird von kleinen Bogenoffsetdruckereien nur selten explizit formuliert. Überwiegend werden jedoch Maßnahmen mit dem Ziel eines optimierten Heizenergieverbrauchs thematisiert. Dabei wird von einer Druckerei sogar das Ziel formuliert, zu einem angegebenen Zeitpunkt den Bau eines Niedrigenergiehauses als Betriebsgebäude samt Niedrigtemperaturheizung und Solaranlage für die Warmwasseraufbereitung zu realisieren [KSDRUCK 1996, S. 24]. Eine andere Druckerei erwähnt die „konsequente Wärmedämmung“ des errichteten Neubaus und strebt bis zu einem bestimmten Zeitpunkt einen spezifischen Heizenergieverbrauchswert von  $107 \text{ kWh/m}^2$  an. Dies soll durch eine „optimale Wärmedämmung von Heizleitungen sowie die Umstellung auf eine automatische, witterungsbedingte Heizungsregelung u.a.“ erreicht werden. Als konkretes, quantifiziertes Umweltziel wird die Einsparung von 7,5% Gas für die Heizungsanlage genannt [PLAKATIV 1996, S. 15f/20]. Von einer Druckerei, die den Heizenergiebedarf durch eine Brennwerttechnik bereitstellt, wird angeführt, in Zukunft „noch sparsamer fahren“ zu wollen; als konkretes Umweltziel wird die „Isolierung des Gebäudes“ zu einem festgelegten Termin angestrebt [RUDOLPH 1996, S. 16]. In der Umwelterklärung einer weiteren Druckerei wird der Raumwärmebedarf als größter Energieverbraucher festgestellt. Ohne dies bei den konkreten Umweltzielen erneut aufzugreifen, heißt es weiter: „Hier gilt es, durch gezielte Maßnahmen die derzeit schlechte Wärmedämmung des Gebäudes zu verbessern“ [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 9].

Das Ziel einer Minimierung des spezifischen Stromverbrauchs wird in kleinen Bogenoffsetdruckereien in der Regel nicht verfolgt. Maßnahmen zur Senkung des Stromverbrauchs werden jedoch in der Regel thematisiert. Konkret wird z.B. eine Senkung des absoluten Stromverbrauchs durch das „Vermeiden von Stand-by-Zuständen der Maschinen und eine bedarfsgerechte Beleuchtung“ angestrebt [KSDRUCK 1996, S. 16/Anh. S. 2]. Eine andere Druckerei strebt die Senkung des absoluten Stromverbrauchs um 17% an, was durch Maßnahmen wie den „Austausch von Lampen durch energieärmere Kompakt-Leuchtstofflampen“ erreicht werden soll [PLAKATIV 1996, S. 15/20]. Eine weitere Druckerei hat sich zum Ziel gesetzt, durch elektronische Vorschaltgeräte bei der Beleuchtung 20% Energie einzusparen, Kopierlampen durch energiesparende Systeme zu ersetzen bzw. mit Stand-by-Systemen auszurüsten und Leerlaufzeiten der Filmentwicklungsmaschine zu reduzieren; für eine neue Druckmaschine soll der Antrieb mit Gas geprüft werden [ELEKTRA 1996, S. 13]. In einer Druckerei wird das Ziel formuliert, den spezifischen Stromverbrauch zu senken; dies soll durch die „Ermittlung der relevanten Elektroenergieabnehmer und Aufstellung eines Konzeptes zur Verringerung des Elektroenergiebedarfes“ erreicht werden [FREYBURGER 1996, S. 15]. Ziel einer weiteren Druckerei ist die „Reduzierung der zu Beleuchtungszwecken eingesetzten Energie durch sukzessiven Austausch von Beleuchtungskörpern durch Energiesparlampen“ bis zu einem definierten Zeitpunkt [SCHMIDT&KLAUNIG 1996, S. 13].

Die auf Seite 138 aufgeführten Daten sind aus Umwelterklärungen kleiner Bogenoffsetdruckereien entnommen oder sind Druckereiangaben nach einer ersten Umweltprüfung. In der Regel handelt es sich um eine erstmalige Datenerfassung, deren Erhebungsgrundlagen sich deutlich unterscheiden können. Insbesondere ist unklar, ob die aufgeführten Energieverbräuche in Bezug auf ein Kalenderjahr erhoben bzw. umgerechnet wurden. Es ist jedoch anzunehmen, dass es sich um Angaben aus der jährlichen Abrechnung des Energielieferanten handelt, die nur teilweise mit dem Verbrauch eines Kalenderjahres übereinstimmt.



### **Heizenergieverbrauch**

Als Vergleichswert für die Kennzahl 050, Abgasverlust der Heizungsanlage, können die Anforderungen der RAL-Umweltzeichen Nr. 39-41, 61, 80 für emissionsarme und energiesparende Heizungsanlagen herangezogen werden [RAL 1997, S. 82ff]. Die Kriterien schreiben maximale Abgasverluste in Abhängigkeit von der Feuerungstechnik und der Vor-Rücklauf­temperatur vor. Die Grenzwerte liegen bei 11-11,5% bzw. bei Brennwerttechnik bei 0-6%. Die Kennzahl 050 kann lediglich in einem Fall mit 5% angegeben werden, wobei der für die Feuerungsanlage geltende Grenzwert mit 10% angegeben wird.

Als Vergleichswert für die Kennzahl 2060 bzw. 2070 können die Vorschriften der Wärmeschutzverordnung herangezogen werden, in der für Neubauten Verbrauchswerte von 54-100 kWh/m<sup>2</sup> vorgeschrieben werden [WÄRMESCHUTZVO 1994, Anh. 1]. Der derzeitige Verbrauch in westdeutschen Einfamilienhäusern wird vom Umweltbundesamt mit 150-190 kWh/m<sup>2</sup> angegeben [FIZ 1994].

Der spezifische Heizenergieverbrauch pro Betriebsfläche (Kennzahl 2060) wird in den untersuchten Umwelterklärungen nur in einem Fall angegeben (Tabelle 5-19). Es wurde für die Jahre 1994 und 1995 eine Zeitreihe der Kennzahl gebildet: Für beide Jahre wird ein Wert von 118 kWh/m<sup>2</sup> für einen besonders wärme­gedämmten Neubau angegeben. In einer weiteren Druckerei erfolgte eine Berechnung des Heizenergie­verbrauchs über die anteiligen Verbrauchswerte laut Verdunsterröhrchen, was einen Wert von 168 kWh/m<sup>2</sup> (Kennzahl 2060) ergibt. Die Betriebsfläche befindet sich in einer ca. 90 Jahre alten Gewerbeetage mit gut isolierendem Mauerwerk, jedoch im betrachteten Kalenderjahr 1996 ohne Isolierglasfenster. Eine Klimabereinigung der Kennzahl ergibt einen Verbrauchswert von 161 kWh/m<sup>2</sup>. Aus den Daten zweier Umwelterklärungen lassen sich weitere Kennzahlen berechnen, wobei sich Werte von ca. 82 kWh/m<sup>2</sup> und ca. 86 kWh/m<sup>2</sup> ergeben. Während der erste Wert in einem Neubau mit verlustarmem Heizungssystem erhoben wurde (Kennzahl 050 = 5%), wird bezogen auf den zweiten Wert eine schlechte Wärmeisolierung erwähnt. Der niedrige Wert ist zum Teil dadurch erklärbar, dass es sich um die Angabe des Fernwärmebedarfs handelt, also nicht um den Primärenergiebedarf zur Bereitstellung der Wärmeenergie.

### **Stromverbrauch**

Unter der Voraussetzung, dass die angegebenen Daten sich einheitlich auf ein Kalenderjahr beziehen, lassen sich für den spezifischen Stromverbrauch zehn Werte mit Bezug auf den Papierinput angeben (Kennzahl 280). Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den Papierinputdaten in der Regel um Einkaufswerte und nicht um den tatsächlichen Verbrauch handelt (Tabelle 5-19). Die Kennzahlen 280 haben Ausprägungen von 266-696 Wh/kg bei einem Mittelwert von 401 Wh/kg. Vergleichswerte bezüglich des spezifischen Stromverbrauchs von kleinen Bogenoffsetdruckereien liegen nicht vor. Während die Mehrzahl der berechneten Werte zwischen 250 und 400 Wh/kg liegt, ergeben sich für drei Druckereien auffällig hohe Kennzahlen von über 500 bzw. über 600 Wh/kg. Die Kennzahlenwerte können zum Anlass genommen werden, um eine gezielte Ursachenforschung zu betreiben. Möglicherweise lassen sich hier Einsparpotentiale erschließen. Eine Erklärung für den Wert von 525 Wh/kg kann in der besonderen Auftragsstruktur liegen, für die eine Klebemaschine zur Buchbindung benötigt wird, die mit einem hohem Stromverbrauch verbunden ist.

Für die Kennzahl 380, Stromverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse, lassen sich Werte von 284-743 Wh/kg bei einem Mittelwert von 479 Wh/kg angegeben. Wiederum wird der Anteil der Papierabfälle auf die Kennzahl 380 deutlich. So sind z.B. die spezifischen Stromverbrauchswerte der Druckereien Rudolf und Schmidt & Klaunig bezogen auf den Papierinput nahezu gleich. In bezug auf die Menge hergestellter Druckerzeugnisse liegt der Kennzahlwert jedoch

um ein Drittel höher aufgrund des hohen Papierabfallanteils bei der Druckerei Schmidt & Klaunig (35% gegenüber 10% bei Rudolf). Dadurch wird deutlich, dass die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch mit der Kennzahl 280 (Bezug auf den Papierverbrauch) besser verfolgt werden können, als mit der Kennzahl 380.

Tabelle 5-19: Anwendungsbeispiele für Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Energieeinsatz

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Plakativ</b> Bogenoffset 4 Mitarbeitende	„Input Erdgas 1994 und 1995“	39.000 kWh	Kennz. 060:	39.000 kWh
	beheizte Gebäudefläche	k.A.	Kennz. 2000:	ca. 330 m <sup>2</sup>
	„Heizungsenergieverbrauch pro m <sup>2</sup> Nutzfläche 1994 und 1995“	<b>118 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Kennz. 2060:</b>	<b>118 kWh/m<sup>2</sup></b>
	„Input Strom 1994“	8.000 kWh	Kennz. 080:	8.000 kWh
	Papierverbrauch (Produkte+Abfall*)	30.067 kg	Kennz. 200:	30,1 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 280:</b>	<b>266 Wh/kg</b>
	„Output Produkte 1994“	28.100 kg	Kennz. 300:	28,1 t
	„Stromverbrauchseffizienz 1994“	<b>0,28 kWh/kg</b>	<b>Kennz. 380:</b>	<b>284 Wh/kg</b>
<b>Rudolph</b> Bogenoffset 5 Mitarbeitende	„Input Strom“	5.920 kWh	Kennz. 080:	5.920 kWh
	„Input Papier“ (Einkaufsmenge?!)	20.147 kg	Kennz. 200:	ca. 20,1 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 295 Wh/kg</b>
	„Output Fertigprodukte“	ca. 18.000 kg	Kennz. 300:	18,0 t
	Stromverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 380:</b>	<b>ca. 329 Wh/kg</b>
<b>KS-Druck</b> Bogenoffset 6 Mitarbeitende	„Input Strom 1995“	35.840 kWh	Kennz. 080:	35.840 kWh
	hergestellte Druckerzeugnisse	k.A.	Kennz. 200:	ca. 112,0 t
	„kWh Strom pro kg Papiereinsatz“	<b>0,32 kWh/kg</b>	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 320 Wh/kg</b>
<b>Buntdruck</b> Bogenoffset 11 Mitarbeitende	„Input Strom“	vorläufige Erhebungsdaten	Kennz. 080:	34.847 kWh
	„Input Papier“ (Einkaufsmenge!)		Kennz. 100:	66,4 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch hergestellte Druckerzeugnisse		<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 525 Wh/kg</b>
	Stromverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse		Kennz. 300:	ca. 49,2 t
			<b>Kennz. 380:</b>	<b>ca. 708 Wh/kg</b>
<b>Elektra</b> Bogenoffset 12 Mitarbeitende	„Input Gas“	60.140 kWh	Kennz. 060:	60.140 kWh
	beheizte Betriebsfläche	k.A.	Kennz. 2000:	k.A.
	„Input Strom“	21.926 kWh	Kennz. 080:	21.926 kWh
	Papierverbrauch (Produkte+Abfall)	179 t	Kennz. 200:	ca. 179,0 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 336 Wh/kg</b>
	„Output Produkte 1994“	165 t	Kennz. 300:	ca. 165,0 t
	„Stromverbrauchseffizienz 1994“	k.A.	<b>Kennz. 380:</b>	<b>ca. 364 Wh/kg</b>
<b>Königsdruck</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	„Input Strom“	40.931 kWh	Kennz. 080:	40.931 kWh
	„Input Papier/Karton“ (Einkaufsmenge!)	61.228 kg	Kennz. 100:	61,2 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 669 Wh/kg</b>
	„Output Druckprodukte“	55.104 kg	Kennz. 300:	55,1 t
	Stromverbrauch pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse	k.A.	<b>Kennz. 380:</b>	<b>ca. 743 Wh/kg</b>

Angaben aus Umwelterklärungen oder vorläufiger Erhebung			Kennzahlensystem	
Druckerei	Datenbezeichnung	Wert	Nummer	Wert
<b>Javitz</b> Bogenoffset 14 Mitarbeitende	Anteil Heizenergieverbrauch 1995	vorläufige	Kennz. 060:	107.237 kWh
	Anteil klimabereinigter " " 1995	Erhe-	Kennz. 070:	108.309 kWh
	beheizte Betriebsfläche	bungs-	Kennz. 2000:	673 m <sup>2</sup>
	Heizenergieverbrauch pro	daten		
	beheizte Betriebsfläche		<b>Kennz. 2060:</b>	<b>168 kWh/m<sup>2</sup></b>
	klimabereinigter Heizenergieverbrauch pro		<b>Kennz. 2070:</b>	<b>161 kWh/m<sup>2</sup></b>
	beheizte Betriebsfläche			
Stromverbrauch 1996 (über Tages-			Kennz. 080:	20.198 kWh
mittelwerte aus zwei Rechnungen)			Kennz. 100:	51,5 t
Input Papier (Einkaufsmenge!)			<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 392 Wh/kg</b>
Stromverbrauch pro Papierverbrauch				
<b>Freyburger</b> Bogenoffset 19 Mitarbeitende	„Abgaswert der Heizungsanlage“	<b>5%</b>	<b>Kennz. 050:</b>	<b>5%</b>
	„Verbrauch Erdgas“	235 GJ	Kennz. 060:	65.278 kWh
	„Bebaute Fläche“	ca. 800 m <sup>2</sup>	Kennz. 2000:	ca. 800 m <sup>2</sup>
	Heizenergieverbrauch pro		<b>Kennz. 2060:</b>	<b>ca. 82 Wh/m<sup>2</sup></b>
	beheizte Betriebsfläche	k.A.	Kennz. 080:	38.056 kWh
	„Input Strom“	137 GJ	Kennz. 200:	ca. 62,0 t
	„Input Papier“	ca. 62.000 kg	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 613 Wh/kg</b>
Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.			
<b>Schmidt &amp; Klaunig</b> Bogenoffset 32 Mitarbeitende	„Input Fernwärme“	187.530 kWh	Kennz. 060:	187.530 kWh
	„Gebäudenutzfläche“	2.175 m <sup>2</sup>	Kennz. 2000:	2.175 m <sup>2</sup>
	Heizenergieverbrauch pro		<b>Kennz. 2060:</b>	<b>ca. 86 kWh/m<sup>2</sup></b>
	beheizte Betriebsfläche	k.A.	Kennz. 080:	117.320 kWh
	„Input Strom“	117.320 kWh	Kennz. 200:	ca. 400,0 t
	„Input Papier“ (Einkaufsmenge?)	ca. 400.000 kg	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 293 Wh/kg</b>
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	Kennz. 300:	ca. 260,0 t
„Output Druckerzeugnisse“	ca. 260.000 kg			
Stromverbrauch pro Menge		<b>Kennz. 380:</b>	<b>ca. 451 Wh/kg</b>	
hergestellter Druckerzeugnisse	k.A.			
<b>Oktober-</b> <b>druck</b> Bogenoffset 40 Mitarbeitende	„Input Strom 1994“	181.170 kWh	Kennz. 080:	181.170 kWh
	„Input Papier 1994“ (Einkaufsmenge!)	ca. 650 t	Kennz. 100:	ca. 650,0 t
	Stromverbrauch pro Papierverbrauch	k.A.	<b>Kennz. 280:</b>	<b>ca. 278 Wh/kg</b>

k.A. = keine Angabe

### 5.9.9 Beurteilung des Kennzahlensystems

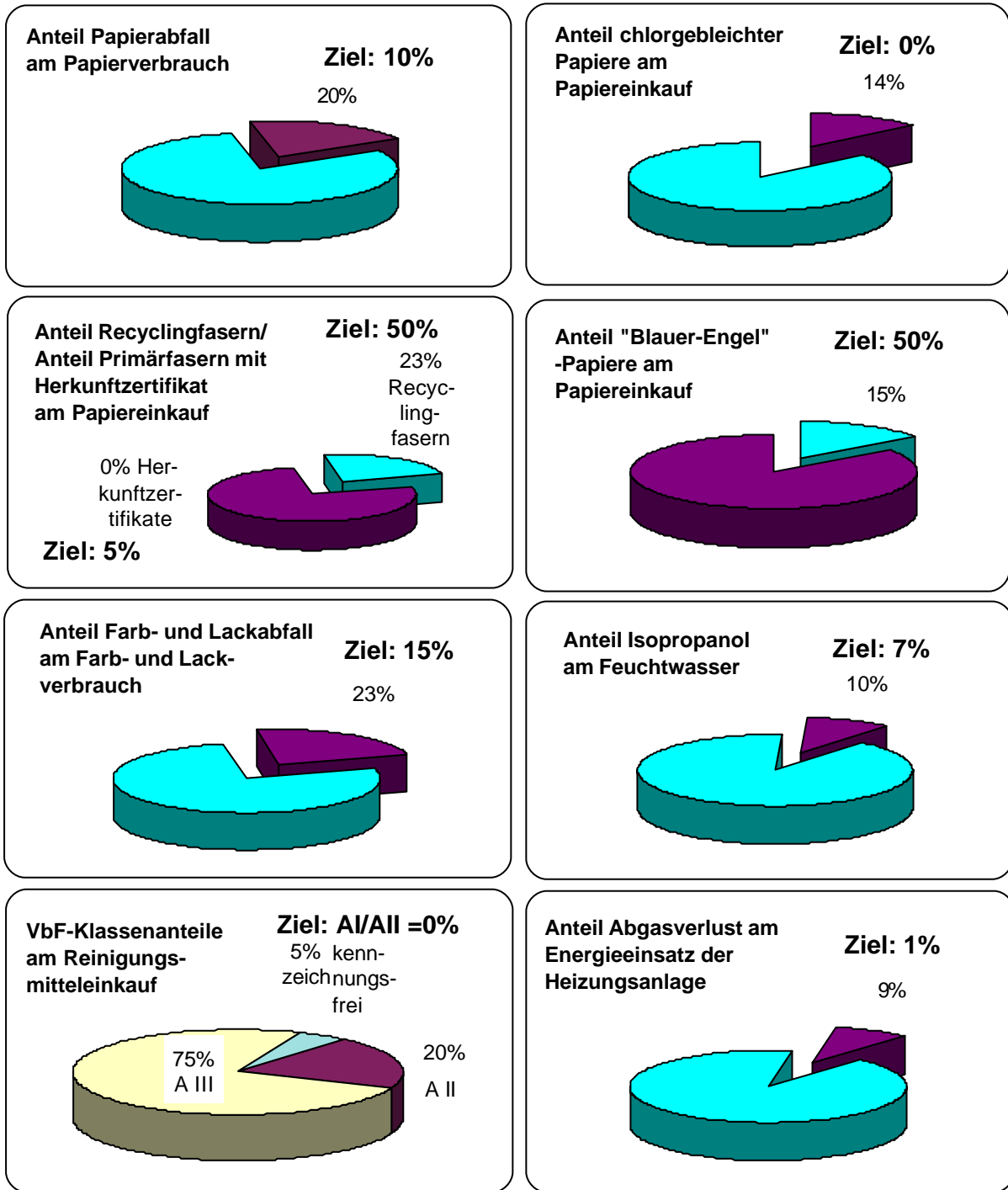
Die vorgeschlagenen Kennzahlen beziehen sich auf alle Bereiche, für die in Kapitel 4 zunächst allgemeine Umweltziele hergeleitet wurden. Die Mehrheit der konkretisierten Umweltziele kann mit den vorgeschlagenen Kennzahlen unterstützt werden. Bezüglich des Ziels einer Effizienzsteigerung beim Einsatz von Wasser ist es jedoch nicht möglich, in allen verbrauchsrelevanten Bereichen unterstützende Kennzahlen aufzustellen. Hinsichtlich des Umweltziels „Primärfasern aus Holz einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft“ sind zur Zeit noch keine Daten verfügbar.

Abbildung 5-5 zeigt beispielhaft eine Darstellungsform der vorgeschlagenen Kennzahlen für den Ist-Zustand in einem Kalenderjahr. Es wird deutlich, dass die Ausprägung der Kennzahlen bereits erste Anhaltspunkte für die Umweltleistung der Druckerei liefern kann. Für eine genauere Standortbestimmung sind Vergleichswerte aus vorangegangenen Kalenderjahren oder aus ähnlich strukturierten Betrieben notwendig.

Die vorgeschlagenen Kennzahlen basieren auf eindeutigen Definitionen, so dass eine Voraussetzung für eine einheitliche Datenerhebung gegeben ist. Die Erhebungsgrundlagen der Kennzahlen sind durch die genannten „wichtigsten Angaben“ nachvollziehbar dargestellt, so dass eine Voraussetzung für Kennzahlenvergleiche (Zeitreihen oder Betriebsvergleiche) gegeben ist.

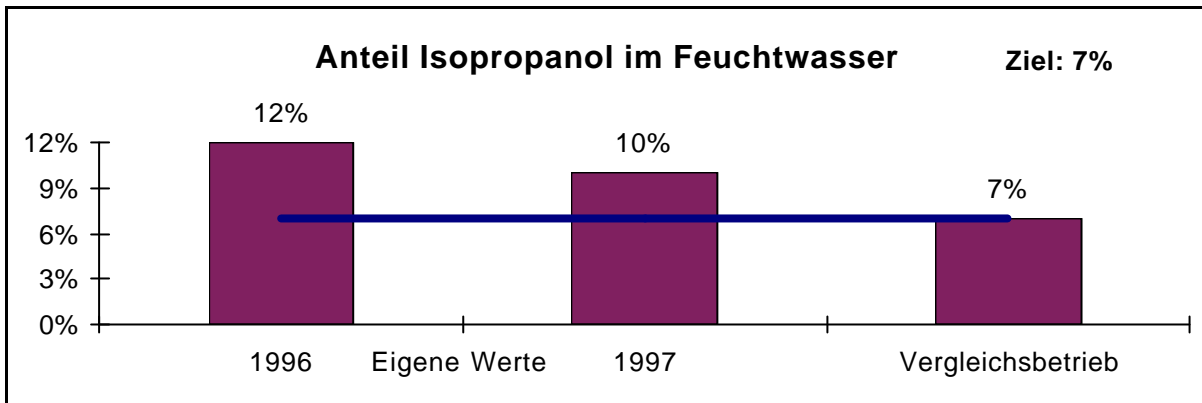
Mit Hilfe des vorgeschlagenen Kennzahlensystems können kleine Bogenoffsetdruckereien Umweltziele quantifizieren. Die quantifizierten Umweltziele sind Zielgrößen für die Planung weiterer Maßnahmen. Die quantifizierten Umweltziele sind durch weitere Kennzahlenermittlungen nach Ablauf eines Kalenderjahres überprüfbar, wenn die Ermittlungsgrundlagen übereinstimmen. Weiterhin kann durch den Vergleich mit Vorjahresdaten oder ähnlich strukturierten Betrieben („Benchmarking“) eine Standortbestimmung sowie eine Zielgrößenermittlung erfolgen (vgl. Abbildung 5-6). Negative Entwicklungen der betrieblichen Umweltleistung können aufgezeigt werden. Dadurch kann ein Handlungsbedarf in umweltrelevanten Problembereichen offensichtlich werden.

Abbildung 5-5: Beispiel für die Kennzahlendarstellung eines Kalenderjahres



Spezifische Verbrauchsmengen					
Trinkwasser	Ziel:	Kohlenwasserstoffe	Ziel:	Energie	Ziel:
21 l Trinkwasser pro m <sup>2</sup> Film	10 l/m <sup>2</sup>	8,3 ml Isopropanol pro kg Papierverbrauch	7,5 ml/kg	343 Wh Strom pro kg Papierverbrauch	300 WH/kg
1 l Trinkwasser pro m <sup>2</sup> Druckplatte	0,5 l/m <sup>2</sup>	8,9 ml Reinigungsmittel pro kg Druckerzeugnis, 420 ml Reinigungsmittel pro kg Farb-/Lackverbrauch	8,0 ml/kg 350 ml/kg	118 kWh Heizenergie pro m <sup>2</sup> beheizte Betriebsfläche	<100 kWh/m <sup>2</sup>

Abbildung 5-6: Kennzahlenvergleich zur Standortbestimmung und Zielgrößenermittlung



Das Kennzahlensystem liefert somit Analysen des Ist-Zustandes, die eine gezielte Planung ermöglichen. Die Planung kann in den Bereichen ansetzen, in denen Umweltentlastungen möglich sind, da sich die Kennzahlen an den allgemeinen Umweltzielen für die wichtigsten Bereiche der Druckerei orientieren.

Die Steuerung der Betriebsabläufe ist mit dem vorgeschlagenen Kennzahlensystem nur eingeschränkt möglich. Durch den gewählten Erhebungszeitraum von einem Kalenderjahr wird die Annäherung an die Umweltziele lediglich rückwirkend nach Ablauf von zwölf Monaten überprüft. Die Notwendigkeit von Korrekturmaßnahmen kann dadurch möglicherweise erst relativ spät erkannt werden. Ob das Kennzahlensystem unter diesen Umständen die Funktion eines „Frühwarnsystems“ erfüllt, muss bezweifelt werden. Die Festlegung kürzerer Erhebungszeiträume führt in der Regel zu einem Erhebungsaufwand, der dem Nutzen nicht gerecht wird. Es ist daher notwendig, dass im Rahmen eines Umweltcontrollings weitere Mechanismen vorhanden sind, die für eine frühzeitige Korrektur unerwünschter Betriebsabläufe sorgen.

Ähnliches gilt für die Überprüfung von Verfahrensabläufen zur Prozessoptimierung. Auch hier sollten Kontrollen innerhalb kürzerer Zeiträume als einem Jahr durchgeführt werden. In bezug auf Maßnahmen, die mit einer Kundenberatung verbunden sind, sollte eine Erfolgsüberprüfung ebenfalls noch vor Ablauf eines Jahres stattfinden. Orientierende Gespräche mit den Einkaufsverantwortlichen können auch ohne eine genaue Datenerhebung zu einer Einschätzung darüber führen, ob die beschlossenen Beratungsstrategien zur Annäherung an das Umweltziel erfolgreich sind oder korrigiert werden müssen.

Die Planung von Maßnahmen sollte aus den genannten Gründen mit Kontrollmechanismen verbunden werden, die über die jährliche Datenerhebung hinausgehen. Eine Kontrolle kann zum Beispiel durch die monatliche Überprüfung von bestimmten Einkaufsrichtlinien erfolgen, die im Rahmen der Maßnahmenplanung festgelegt wurden. Wenn beispielsweise auf AI- und AII-Reinigungsmittel verzichtet werden soll, kann die Einhaltung der Richtlinie auch ohne eine vollständige Mengenerhebung erfolgen. Durch die Überprüfung, ob AI-/AII-Reiniger gekauft wurden, findet ohne hohen Aufwand eine „qualitative“ Überprüfung statt.

Bei einem Kennzahlenvergleich unterschiedlicher Kalenderjahre bzw. unterschiedlicher Betriebe ist bei bestimmten Kennzahlen darauf zu achten, dass den Daten auch hinsichtlich der Auftragsstrukturen vergleichbare Ermittlungsgrundlagen zugrunde liegen. Insbesondere die spezifischen Kennzahlen zur Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier (202), beim Einsatz von Farben- und Lacken (507), beim Einsatz von Reinigungsmitteln (309, 509) und beim Einsatz von Strom (280) sind in starkem Maße von der Art der Aufträge abhängig.

Eine Einschätzung der Auftragsstruktur ist betriebsintern bereits nicht einfach. Wenn die Kennzahlen für den Vergleich mit anderen Betrieben genutzt werden („Benchmarking“), ist zwar eine Übereinstimmung der Ermittlungsgrundlagen in der Regel überprüfbar, eine Einschätzung der jeweiligen Auftragsstruktur ist jedoch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Sie setzt gute Kenntnisse über den Vergleichsbetrieb voraus, die nur durch ausführliche Veröffentlichungen oder im direkten Austausch erhalten werden können. Nur unter diesen Voraussetzungen ist ein Betriebsvergleich der letztgenannten Kennzahlen sinnvoll möglich.

Bei der persönlichen Teilnahme an einem EG-Öko-Audit-Arbeitskreis konnte festgestellt werden, dass die Datenerhebung sowie die Diskussion über ein Kennzahlensystem mit einem Lernprozess für die Beteiligten verbunden ist, der zu einer erhöhten Sensibilisierung für Umwelteinwirkungen beiträgt. Die Kennzahlenerhebung muss dazu jedoch mit einer ausführlichen Information über die betrieblichen Umwelteinwirkungen und die möglichen Verbesserungsmaßnahmen einhergehen.

Die Ergebnisse der Kennzahlenerhebung sollten gut sichtbar im Betrieb dargestellt werden, um die Problembereiche aufzuzeigen, in denen Verbesserungsmaßnahmen notwendig sind. Die Visualisierung kann eine bessere Vorstellung über die Höhe der Umwelteinwirkungen vermitteln und dazu beitragen, dass bei den Betriebsangehörigen eine verstärkte Diskussion über mögliche Optimierungspotentiale stattfindet. Durch die Festlegung und Visualisierung von Zielgrößen kann die Motivation erhöht werden, zu einer Annäherung an die definierten Umweltziele beizutragen.

Ein Nachteil der Darstellung von umweltrelevanten Größen in Form von Kennzahlen ist darin zu sehen, dass die Kennzahlen eine vermeintliche Eindeutigkeit suggerieren. Dies verleitet dazu, aus den Kennzahlen vereinfachende Rückschlüsse zu ziehen, die der Komplexität der tatsächlichen Wirkungszusammenhänge nicht gerecht werden. Weiterhin suggerieren die Kennzahlen, dass die umweltrelevanten Bereiche bereits ausreichend dargestellt werden. Dies kann dazu führen, dass eine regelmäßige Überprüfung der allgemeinen Umweltziele vernachlässigt wird. Es ist jedoch denkbar, dass die Umweltziele auf weitere Bereiche ausgedehnt werden sollten, die im Rahmen der Arbeit aufgrund einer geringeren Mengenrelevanz bzw. Gefährlichkeit nicht erfasst werden konnten. Des Weiteren kann sich durch neue Einsatzstoffe die Notwendigkeit ergeben, das Kennzahlensystem zu erweitern.

Ein Vorteil des Kennzahlensystems liegt darin, dass es zur externen Kommunikation genutzt werden kann. Die vorgeschlagenen Werte können Kunden und einer interessierten Öffentlichkeit in Form von Umweltberichten zur Verfügung gestellt werden. Auch zur Information von Anspruchsgruppen wie Banken und Versicherungen kann das Kennzahlensystem genutzt werden. Eine Reduzierung der behördlichen Überwachung („Deregulierung“) ist durch die Erhebung der Kennzahlen nur in geringem Maße denkbar. Lediglich die Kennzahlen 1010 bis 1040 können der Überwachungsbehörde als Anhaltspunkte für die Höhe der Umwelt- und Gesundheitsgefährdung in überwachungsbedürftigen Bereichen dienen (z.B. die Wassergefährdung bei der Lagerung von Kohlenwasserstoffen betreffend sowie in bezug auf die Höhe der Kohlenwasserstoffimmissionen am Arbeitsplatz).

Bei einer Beteiligung des Betriebes am System der EG-Öko-Audit-Verordnung kann das Kennzahlensystem genutzt werden, um die relevanten Umwelteinwirkungen des Betriebes darzustellen und regelmäßig zu überprüfen. Die EG-Öko-Audit-Verordnung sieht weiterhin die Veröffentlichung von Zahlenangaben zu den „bedeutsamen umweltrelevanten Aspekten“ der betrieblichen Tätigkeit in einer Umwelterklärung vor, für die das Kennzahlensystem genutzt werden kann. Die Forderung nach einer Quantifizierung von Umweltzielen kann ebenso mit dem Kennzahlensystem erfüllt werden.

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein Kennzahlensystem für die Branche der kleinen Bogenoffsetdruckereien entwickelt. Als „Bogenoffsetdruckereien“ werden dabei Betriebe bezeichnet, die ausschließlich nach dem Offsetverfahren drucken und im Unterschied zum Rollenoffsetdruck einzelne Papierbogen einsetzen. Unter „kleinen“ Bogenoffsetdruckereien werden Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten definiert.

Zur Entwicklung des Kennzahlensystems wurde zunächst der Anwendungsbereich definiert. Dazu wurden die folgenden Kriterien gewählt:

- einheitliche Produktionsstrukturen (ausschließlich Bogenoffsetdruckverfahren);
- relativ einheitliche Auftragsstrukturen (Produktpalette besteht aus bedrucktem Papier);
- relativ einheitliche Unternehmensstruktur (Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten);
- relative wirtschaftliche Bedeutung (Betriebe mit einem Jahresumsatz unter 2 Mio. DM erwirtschaften über 80% des Umsatzes im grafischen Gewerbe) und
- hohe Anzahl an Betrieben (Bogenoffsetdruckereien stellen mit mehr als 10.000 Betrieben die überwiegende Mehrheit aller Druckereien, wobei der Großteil der Betriebe zu den kleinen Unternehmen zählt).

Für den definierten Anwendungsbereich wurden die branchentypischen Input- und Outputströme analysiert. Dazu wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und eine Auswahl kleiner Bogenoffsetdruckereien besucht. Weiterhin war in einer kleinen Bogenoffsetdruckerei während eines halben Jahres die Teilnahme an einem etwa wöchentlich tagenden Arbeitskreis möglich, der die Einführung eines Umweltmanagementsystems nach der EG-Öko-Audit-Verordnung zum Ziel hatte. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden genutzt, um die typischen Input- und Outputströme der einzelnen Produktionsstufen zu beschreiben.

Zur Identifizierung besonders mengenrelevanter sowie besonders gefährlicher Stoff- und Energieströme, wurden die branchentypischen Input- und Outputströme anhand von Umweltkriterien beurteilt (z.B. besonders hoher Massenstrom, Gefahrstoffklasse, Wassergefährdungsklasse, Entflammbarkeit). Anschließend fand eine ausführliche Untersuchung der Umwelteinwirkungen statt, die mit den besonders mengenrelevanten Stoff- und Energieströme verbunden sind (*Papier, Wasser und Energie*) sowie mit den relativ mengenrelevanten Stoffströmen, bei denen Anhaltspunkte für eine besondere Gefährlichkeit vorliegen: *Farben und Lacke* sowie *Kohlenwasserstoffe*. Die ausführliche Untersuchung der Umwelteinwirkungen erfolgte hinsichtlich der Umweltproblemfelder, denen nach der vorläufigen Standardliste des Umweltbundesamtes [IFEU 1996, S. 33ff] eine besondere Wichtigkeit zukommt.

Aufgrund der Umwelteinwirkungen wurden allgemeine Umweltziele abgeleitet, die kleinen Bogenoffsetdruckereien empfohlen werden können (in Kurzform in Tabelle 6-1, S. 158 in der ersten Spalte aufgeführt). Um eine breite Akzeptanz der allgemeinen Umweltziele sicherzustellen, wurden Übereinstimmungen der Umweltziele mit aktuellen gesellschaftlichen Anforderungen aufgezeigt.

Im Anschluss daran wurden nach Möglichkeit anhand der allgemeinen Umweltziele konkrete, quantifizierbare Umweltziele abgeleitet, die eine Voraussetzung für die Bildung von Kennzahlen darstellen (Tabelle 6-1, 2. Spalte). Für die quantifizierbaren, konkreten Umweltziele wurden Kennzahlen abgeleitet, die zur Unterstützung der Umweltziele in Frage kommen.

Als Diskussionsgrundlage für die zu untersuchenden Kennzahlen wurde die Meinung von verschiedenen Fachleuten einbezogen. Dazu wurde ein Fragebogen ausgearbeitet, mit dem einerseits der Stellenwert von Umweltzielen in Bogenoffsetdruckereien und andererseits die Akzeptanz von



Kennzahlen ermittelt wurde. In die Befragung wurden die sieben kleinen Bogenoffsetdruckereien einbezogen, die sich in Deutschland bis Ende 1996 am EG-Öko-Audit-System beteiligt hatten, sowie zwei weitere, die eine Teilnahme vorbereiteten. Bei diesen Betrieben konnten Erfahrungen bei der Erfassung von umweltrelevanten Daten vorausgesetzt werden. Eine Beantwortung des Fragebogens fand durch acht kleine Bogenoffsetdruckereien bzw. ihre beratenden Fachleuten statt.

Durch die Teilnahme am EG-Öko-Audit-Arbeitskreis konnten vertiefende Einblicke in die Möglichkeiten zur Datenerhebung und Kennzahlenbildung gewonnen werden. Die Erkenntnisse wurden durch die Auswertung der Fragebogen, durch telefonische Interviews und durch Besuche bei Fachleuten ergänzt, die in Druckereien oder als deren Umweltberater arbeiten. Schließlich wurde durch telefonische Interviews geprüft, inwiefern Zulieferer von Druckereien bei der Kennzahlenermittlung unterstützend tätig werden können.

Auf der Grundlage dieser Informationen erfolgte die Diskussion der Kennzahlen, die zur Unterstützung der konkreten, quantifizierbaren Umweltziele in Frage kommen. Bei der Diskussion wurde berücksichtigt, dass zur Datenermittlung bei einigen Kennzahlen unterschiedliche Erhebungsmöglichkeiten bestehen. Dabei wurde als Erhebungszeitraum das Kalenderjahr festgelegt, um der internen Anforderung einer Wirtschaftlichkeit bei der Kennzahlenermittlung zu entsprechen.

Für jede Kennzahl wurden in tabellarischer Form die jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt und dabei insbesondere berücksichtigt,

- welche Vor- und Nachteile mit den unterschiedlichen Ermittlungsarten verbunden sind;
- welche Faktoren für eine verminderte Genauigkeit der Kennzahl ausschlaggebend sind;
- welcher Erhebungsaufwand zu erwarten ist;
- ob die Kennzahl geeignet ist, den gewünschten Sachverhalt darzustellen;
- ob die Kennzahl für innerbetriebliche Vergleiche geeignet ist (Zeitreihen);
- ob die Kennzahl für Betriebsvergleiche geeignet ist („Benchmarking“).

Bezüglich des Erhebungsaufwandes wurde festgestellt, dass erhebliche Mitwirkungs-möglichkeiten bei Zulieferern bestehen. Dadurch kann der Datenerhebungsaufwand stark verringert werden. Erhebliche Schwierigkeiten wurden im Hinblick auf die drei letztgenannten Punkte festgestellt (Darstellbarkeit des Sachverhaltes, Eignung für Zeitreihen und Betriebsvergleiche). Dies liegt unter anderem darin begründet, dass bei einer Reihe von Kennzahlen auch solche Ermittlungsarten möglich sind, die zu erheblichen Ungenauigkeiten der Kennzahlen führen.

Sie werden vor allem dadurch verursacht,

- dass die zur Verfügung stehenden Daten nicht mit dem Kalenderjahr übereinstimmen
- dass keine Lagerbestandsveränderungen berücksichtigt werden und
- dass eine einheitliche Definition des darzustellenden Sachverhaltes schwierig ist.

Im Anschluss an die Kennzahlendiskussion wurden Anwendungsbeispiele aufgelistet, die aus Umwelterklärungen und ersten Umweltprüfungen entnommen wurden. Die Daten wurden auf ihre Aussagekraft hin untersucht. Dabei war ein Vergleich der Kennzahlen nur unter großen Vorbehalten möglich, da zum Teil nur geringe Informationen bezüglich der Daten-erhebungsgrundlagen zur Verfügung standen. Daher ließen sich Branchenstandards oder Orientierungswerte nur für solche Kennzahlen ableiten, bei denen Literaturwerte vorlagen (z.B. Anteil Isopropanol im Feuchtwasser, VbF-Klassenanteile am Reinigungsmittleinkauf, spezifischer Heizenergieverbrauch, Abgasverlust der Heizungsanlage).

Tabelle 6-1: Kennzahlenvorschlag für kleine Bogenoffsetdruckereien

Allgemeines Umweltziel	Konkretes Umweltziel	Unterstützende Umweltkennzahl	für Vergleiche
Effizienzsteigerung beim Einsatz von Papier	Minimierung des spezifischen Papierabfalls	202: Papierabfall (002) [%] pro Papierverbrauch (200)	bedingt geeignet: Seite 83
Primärfasern aus Holz einer quantitativ und qualitativ nachhaltigen Forstwirtschaft	Maximierung des Anteils an Primärfaserpapieren mit Faserherkunftszertifikat am Papiereinkauf	103: Primärfaserpapiere mit Faserherkunftszertifikat (003) pro Papiereinkauf (200)	bedingt geeignet: Seite 96
Steigerung des Altpapiereinsatzes/Vermeidung besonders toxischer Stoffe im Papier und bei der Papierherstellung	Maximierung des Anteils an Recyclingfasern bzw. an Papieren mit „Blauer Engel“-Umweltzeichen am Papiereinkauf	104: Einkauf an Recyclingfasern (004) [%] pro Papiereinkauf (100)/ 105: Einkauf von Papier mit „Blauer Engel“-Umweltzeichen (005) pro Papiereinkauf (100)	bedingt geeignet/ geeignet: Seite 103
Vermeidung von chlorgebleichten Papieren	Minimierung des Anteils chlorgebleichter Papiere am Papiereinkauf	106: Einkauf von chlorgebleichten Papieren (006) pro Papiereinkauf (100)	geeignet: Seite 109
Effizienzsteigerung beim Einsatz von Trinkwasser	Minimierung des spezifischen Trinkwasserverbrauchs der Film- bzw. Druckplattenentwicklung	700: Trinkwasserverbrauch pro [l/m <sup>2</sup> ] Quadratmeter Filmfläche/ 800: Trinkwasserverbrauch pro [l/m <sup>2</sup> ] Quadratmeter Druckplattenfläche	geeignet/ geeignet: Seite 111
Effizienzsteigerung beim Einsatz von Farben und Lacken	Minimierung des spezifischen Farb- und Lackabfalls	507: Farb- und Lackabfall (007) pro [%] Farb- und Lackverbrauch (500)	bedingt geeignet: Seite 116
Effizienzsteigerung und Emissionsvermeidung beim Einsatz von Kohlenwasserstoffen	Minimierung des Anteils an Isopropanol am Feuchtwasser	900: Anteil Isopropanol am [%] Feuchtwasser	bedingt geeignet: Seite 125
	Minimierung des spezifischen Isopropanolverbrauchs	208: Isopropanolverbrauch (008) [ml/kg] pro Papierverbrauch (200)	bedingt geeignet: Seite 127
	Minimierung des Anteils an Kohlenwasserstoff-Reinigungsmitteln mit niedriger VbF-Klasse am Reinigereinkauf	1010: Anteil VbF-Klasse A I 1020: Anteil VbF-Klasse A II 1030: Anteil VbF-Klasse A III 1040: Anteil kennzeichnungsfreie [%] Reinigungsmittel am Einkauf	bedingt geeignet: Seite 129
	Minimierung des spezifischen Reinigungsmittelverbrauchs	309: Reinigungsmittelverbrauch (009) pro Menge hergestellter Druckerzeugnisse (300) bzw. 509: pro Farb-/Lackverbrauch (500)	bedingt geeignet: Seite 131
Effizienzsteigerung beim Einsatz von Energie	Minimierung der Abgasverluste der Heizungsanlage	050: Abgasverlust der Heizungsanlage [%] gemäß Messung nach der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung	geeignet: Seite 140
	Minimierung des spezifischen Heizenergieverbrauchs	2070: klimabereinigter Heizenergieverbrauch (070) pro beheizter Betriebsfläche (2000) [kWh/m <sup>2</sup> ]	geeignet: Seite 144

	Minimierung des spezifischen Stromverbrauchs	280: Stromverbrauch (080) pro [Wh/kg] Papierverbrauch (200)	bedingt geeignet: Seite 146
--	--	--	-----------------------------------

Auf der Grundlage der Kennzahlendiskussion wurde ein Vorschlag für ein Kennzahlensystem erarbeitet. Er beinhaltet 19 Kennzahlen (Tabelle 6-1), mit denen die Umweltleistung von kleinen Bogenoffsetdruckereien messbar gemacht wird. Ein Vergleich mit Vorjahresdaten oder den Daten ähnlich strukturierter Betriebe ermöglicht eine Standortbestimmung sowie die Festlegung von Zielgrößen. Bei einem Teil der Kennzahlen müssen jedoch besondere Bedingungen vorliegen, damit eine Vergleichbarkeit in Zeitreihen oder Betriebsvergleichen gewährleistet ist.

Die wichtigste Voraussetzung für einen Kennzahlenvergleich stellen einheitliche Methoden der Datenerhebung dar. Bei bestimmten Kennzahlen muss zusätzlich sichergestellt sein, dass ihnen in etwa gleiche Produktions- und Auftragsstrukturen zugrunde liegen. Wenn diese Kennzahlen in Betriebsvergleichen angewendet werden sollen, ist vor allem die Einschätzung der Auftragsstrukturen mit großen Schwierigkeiten verbunden. Für einen Vergleich müssen diesbezüglich ausreichend Informationen über den Vergleichsbetrieb vorliegen. Problematisch ist weiterhin, eine geeignete Bezugsgröße zu bestimmen, auf die z.B. die Verbräuche von Isopropanol und Reinigungsmitteln bezogen werden. Hilfreich ist hier die Mitwirkung der Papiergroßhändler, um mit Hilfe der EDV z.B. nicht nur das Gewicht der eingekauften Papiere, sondern auch deren Fläche bestimmen zu können.

Mit dem vorgeschlagenen Kennzahlensystem können in kleinen Bogenoffsetdruckereien wichtige Aufgaben des Umweltcontrollings unterstützt werden. Zum einen ermöglichen die Kennzahlen eine Darstellung des Ist-Zustandes der betrieblichen Umweltleistung. Zum anderen vereinfachen sie die Formulierung von Umweltzielen, da quantifizierbare Plangrößen aufgestellt werden können. Bei einer Abweichung von den Plangrößen zeigen die Kennzahlen einen Handlungsbedarf auf, so dass in den entsprechenden Bereichen eine gezielte Maßnahmenplanung stattfinden kann. Die Wirksamkeit von umgesetzten Maßnahmen ist mit den Kennzahlen in der Regel überprüfbar. Der Prozess der Kennzahlenerhebung, die Visualisierung der Ergebnisse sowie die Diskussion über Zielgrößen können bei den Beschäftigten zu einer erhöhten Sensibilisierung für Umweltbelange beitragen. Die Ergebnisse der Kennzahlenerhebung sowie die angestrebten Plangrößen können zur externen Kommunikation verwendet werden.

Ein Nachteil des Kennzahlensystems besteht darin, dass die Daten dazu verleiten, vereinfachende Rückschlüsse auf die Umweltleistung zu ziehen, ohne dass die Vergleichbarkeit der Daten geprüft wurde. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass die Notwendigkeit von Korrekturmaßnahmen im Betrieb erst nach Ablauf eines Kalenderjahres festgestellt werden kann. Kürzere Erhebungszeiträume sind mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden. Daher muss ein wirksames Umweltcontrollingsystem weitere Steuerungs-instrumente beinhalten, mit denen Korrekturmaßnahmen vor Ablauf eines Kalenderjahres eingeleitet werden können.

## 7 Ausblick

Im Rahmen der Untersuchung konnte nur auf die mengenrelevantesten und besonders gefährlichen Stoff- und Energieströme näher eingegangen werden. Weiterführende Untersuchungen sollten insbesondere die Umwelteinwirkungen der Chemikalien in der Film- und Druckplattenentwicklung sowie die Umwelteinwirkungen des Stoffstroms Druckplatten näher betrachten.

Gegenstand dieser Arbeit waren stoffliche und energetische Kennzahlen, die als „Umweltleistungskennzahlen“ bezeichnet werden. Weitere Kennzahlenklassen, wie beispielsweise zu Umweltkosten oder zu den Bereichen Schulung/Personal und Sicherheit/Gesundheit wurden dabei nicht behandelt. Diese Größen werden als „Umwelt-managementkennzahlen“ bezeichnet [BMU/UBA 1997]. Auch wenn diese Kennzahlen insbesondere für mittlere und große Betriebe empfohlen werden, sollten Nutzungs-möglichkeiten ebenso für den Bereich kleiner Bogenoffsetdruckereien untersucht werden.

Denkbar ist eine Anwendung von Umweltmanagementkennzahlen zum Beispiel im Bereich der Umweltkostenrechnung. Es sollte überprüft werden, in wiefern eine Verknüpfung der hergeleiteten ökologischen Betriebsziele mit ökonomischen Oberzielen möglich ist und mit Hilfe der vorgeschlagenen Kennzahlen unterstützt werden kann. Die kostenintensiven Bereiche wie der Energieverbrauch und die Entsorgung überwachungsbedürftiger Farb- und Lackabfälle lassen vermuten, dass mit dem vorgeschlagenen Kennzahlensystem zumindest in diesen Bereichen neben ökologischen auch ökonomische Optimierungspotentiale erschließbar sind. Weiterführende Untersuchungen sollten dies näher beleuchten.

Erfahrungen bei der Erfassung betrieblicher Input- und Outputdaten liegen im Bereich kleiner Bogenoffsetdruckereien erst in geringem Maße vor. Die bisherigen Veröffentlichungen von umweltrelevanten Daten sind zudem wenig nachvollziehbar und erlauben nur in seltenen Fällen eine Aussage darüber, ob die Angaben für Vergleiche geeignet sind. Hier ist weiterer Forschungsbedarf in Form einer Erhebung standardisierter Daten notwendig, um z.B. anhand des vorgeschlagenen Kennzahlensystems zur Entwicklung von „Benchmarks“ zu gelangen.

Eine wachsende Anzahl kleiner Bogenoffsetdruckereien ist dabei, ein Umweltmanagementsystem nach der EG-Öko-Audit-Verordnung einzuführen. Um die Aussagekraft der veröffentlichten Daten zu erhöhen, besteht weiterer Forschungsbedarf, um eine Vereinheitlichung der Datenerhebung zu erreichen. Dies kann z.B. durch die Erarbeitung eines Leitfadens geschehen, für den die vorliegende Arbeit als Grundlage dient. Nach einer breiten Anwendung des Leitfadens kann erreicht werden, dass den Betrieben die Standortbestimmung hinsichtlich der eigenen Umweltleistung erleichtert wird. Gleichzeitig wird den Betrieben damit ein Mittel an die Hand gegeben, das sie zur Veröffentlichung von Vergleichswerten nutzen können und das ihnen einen Imagegewinn und ökonomische Vorteile verschaffen kann.

## Literaturverzeichnis

- [ABFBEST 1996] Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftiger/besonders überwachungsbedürftiger Abfälle, BGB I. I, S. 1366/1377, 1996.
- [AFA 1996] Amt für Arbeitsschutz: Ersatzstoffe im Offsetdruck - Bericht über Erhebungen in Offsetdruckereien und bei Herstellern von Reinigungsmitteln; Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (Hrsg.), Hamburg, 1996.
- [AGRAPA 1994] Arbeitsgemeinschaft Graphische Papiere (AGRAPA): Selbstverpflichtung für eine Rücknahme und Verwertung gebrauchter graphischer Papiere, Erklärung an das Bundesumweltministerium, Gesellschaft für Papierrecycling (GesPaRec) (Hrsg.), Bonn, 1994.
- [AHRENS et al. 1995a] Ahrens, A./Jepsen, D./Leidecker, R.: Sonderabfall-Vermeidungs- und Verwertungsprogramm des Landes Niedersachsen, Einzelbericht 6, Vermeidung und Verwertung von Reststoffen und Abfällen in der Niedersächsischen Druckindustrie, Hauptband, Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.), Hannover, 1995.
- [AHRENS et al. 1995b] Ahrens, A./Jepsen, D./Leidecker, R.: Sonderabfall-Vermeidungs- und Verwertungsprogramm des Landes Niedersachsen, Einzelbericht 6, Vermeidung und Verwertung von Reststoffen und Abfällen in der Niedersächsischen Druckindustrie, Anlageband I, Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.), Hannover, 1995.
- [ALTPAPIERVO 1992] Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Abfällen aus Druckerzeugnissen sowie aus Büro- und Administrationspapieren (Altpapierverordnung), Entwurf, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn, 1992.
- [ASSMANN 1996] Assmann Beraten und Planen GmbH (Hrsg.): BMBF-Projektverbund Energiegerechte Sanierung industriell errichteter Wohnbauten in Ostdeutschland - Demonstrations- und Vergleichsbauvorhaben QP71 Berlin-Marzahn, Schlußbericht, Dortmund, 1996.
- [BAUM 1997] Bundesdeutscher Arbeitskreis für umweltbewußtes Management (B.A.U.M.) e.V.: telefonische Mitteilung des Sekretariats, Hamburg, 22.1.1997.
- [BERNER et al. 1996] Berner, P./Obermaier, A./Friedrich, R./Ondratschek, D./Schaber, K.: Strategien zur Minderung der VOC-Emissionen ausgewählter Emittentengruppen in Baden-Württemberg, Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung (PEF) im Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.), Karlsruhe, 1996.
- [BG 1995a] Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung (Hrsg.): Arbeiten im Offsetdruck - Umgang mit Arbeitsstoffen, Wiesbaden, 1995.
- [BG 1995b] Brancheninitiative der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, in: tag für tag, Nr. 4/95, S. 9-16, Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung (Hrsg.), Wiesbaden, 1995.
- [BG 1996] Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung (Hrsg.): Brancheninitiative zur Verminderung von Lösemittlemissionen im Offsetdruck, Wiesbaden, 1996.
- [BIMSCHVO 1996] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen, BGBI. I, S. 1059, Bonn, 1996.
- [BMU 1992] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Beschluß der Bundesregierung vom 11. Dezember 1991 - Verminderung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Bundesrepublik, Bonn, 1992.
- [BMU 1993a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Klimakonvention/Konvention über Biologische Vielfalt/Rio-Deklaration/Walderklärung, Bonn, 1993.
- [BMU 1993b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Agenda 21, Bonn, 1993.
- [BMU 1995] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Bericht über die Umsetzung des 5. EG-Umweltaktionsprogramms „Für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung“ in Deutschland - Zwischenbilanz 1995, Bonn, 1995.
- [BMU 1996a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Schritte zu einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung - Umweltziele und Handlungsschwerpunkte in Deutschland, Bonn, 1996.

- [BMU 1996b] Rat der Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1996 - Kurzfassung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Bonn, 1996.
- [BMU 1996c] Bilanz zum Genfer Luftreinhalteübereinkommen, in: Umwelt, Nr. 4/96, S. 147, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn, 1996.
- [BMU 1997] Vorbereitung der Sondergeneralversammlung der Vereinten Nationen im Juni 1997, in: Umwelt, Nr. 6/97, S. 230-233, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn, 1997.
- [BMU/UBA 1995] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/Umweltbundesamt (Hrsg.): Handbuch Umweltcontrolling, Vahlen Verlag, München, 1995.
- [BMU/UBA 1997] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen, Berlin, 1997.
- [BOGUMEL] Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, Herr Bogumel, telefonische Mitteilung, Berlin, 2.4.1997.
- [BUND/MISERIOR 1995] Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)/Misereor (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland - Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung, Studie des Wuppertal Instituts für Klima/Umwelt/Energie, Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin, 1995.
- [BUND et al. 1996a] Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)/Greenpeace/Robin Wood/WWF (Hrsg.): Ökologische Waldnutzung - Position der Umweltverbände als Grundlage zur Zertifizierung von Waldbetrieben, Presseerklärung, Hamburg/Frankfurt, 8.8.1996.
- [BUND et al. 1996b] Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)/Greenpeace/Robin Wood/WWF (Hrsg.): Die Akteure der internationalen Waldpolitik, Hamburg/Frankfurt, 1996.
- [BVD 1993] Bundesverband Druck (Hrsg.): Altstoffhaltige Druckpapiere - Angebot/Einsatzgebiete/Ausstattungsmerkmale, Wiesbaden, 1993.
- [BVD 1996a] Bundesverband Druck (Hrsg.): Umweltschutz in der Druckindustrie, Wiesbaden, 1996.
- [BVD 1996b] Bundesverband Druck (Hrsg.): Branchenbericht Druckindustrie - Struktur, wirtschaftliche Lage und Aussichten der deutschen Druckindustrie, Nr. 13/96, Wiesbaden, 1996.
- [BVD 1997a] Bundesverband Druck: telefonische Mitteilung, Herr Sieber, Wiesbaden, 16.5.1997.
- [BVD 1997b] Bundesverband Druck: telefonische Mitteilung, Herr Wurst, Wiesbaden, 26.5.1997.
- [CLASSEN 1997a] Classen-Papier KG: telefonische Mitteilung, Herr Andres, Berlin, 10.4.1997.
- [CLASSEN 1997b] Classen-Papier KG (Hrsg.): Musterkollektion, Berlin, 1997.
- [CLAUSEN 1997] Clausen, Jens: Erfahrungen mit dem Öko-Audit - Perspektiven für Verbesserungen, Vortrag im Rahmen des Forschungsforums Öko-Audit der Technischen Universität Berlin, unveröffentlichtes Manuskript, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Hannover, 6.2.1997.
- [CLAUSEN et al. 1992] Clausen, Jens/Hallay, Hendric/Strobel, Markus: Umweltkennzahlen für Unternehmen, Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Nr. 20/92, Berlin, 1992.
- [CLAUSEN/RUBIK 1996] Clausen, Jens/Rubik, Frieder: Von der Suggestivkraft der Zahlen, in: Ökologisches Wirtschaften, Nr. 2/96, S. 13-15, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Verein für ökologisches Wirtschaften (VÖW), Ökom Verlag, München, 1996.
- [DEMPEWOLF 1995] Dempewolf, Eckhard: Überblick und Ausblick auf neue Verpackungssysteme für Offsetdruckfarben, Vortragsfolien April 1995, in: AHRENS et al. 1995b, Anhang II.
- [DEUTSCHER DRUCKER 1995] Wasserloser Offsetdruck, Sonderdruck aus: Deutscher Drucker, Nr. 7/95, Verlag Deutscher Drucker, Ostfildern, 1995.
- [DIHT 1997] Deutscher Industrie- und Handelstag, Frau Fischer, telefonische Mitteilung, Bonn, 3.7.1996.
- [DREYHAUPT 1994] Dreyhaupt, Franz-Josef (Hrsg.): VDI-Lexikon Umwelttechnik, VDI Verlag, Düsseldorf, 1994.
- [DREYHAUPT 1996] Dreyhaupt, Franz-Josef (Hrsg.): VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz, VDI Verlag, Düsseldorf, 1996.
- [DRUCKWELT 1996] Wasserloser Offsetdruck, in: Druckwelt, Nr. 9/96, S. 52-53, Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover, 1996.

- [EBERLE/GRIEBHAMMER 1996]: Eberle, Ulrike/Grießhammer, Rainer (Hrsg.): Ökobilanzen und Produktlinienanalysen, Öko-Institut Verlag, Freiburg, 1996.
- [ECO-TIMBER 1996] Eco-Timber Gesellschaft zur Zertifizierung von Holz aus naturgerechter Waldwirtschaft (Hrsg.): Die eco-timber-Holzzertifizierung - Eine Chance für Forstbetriebe, Holzverarbeiter und Konsumenten, Selbstdarstellung, Sankt Ingbert, 1996.
- [EG 1993] EG-Verordnung Nr. 1836/93: Verordnung des Rates über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 364, S. 24-31, Brüssel, 1994.
- [EG 1994] EG-Verordnung Nr. 94/924: Festlegung von Umweltkriterien für die Vergabe des EG-Umweltzeichens bei Toilettenpapier, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 364, S. 24-31, Brüssel, 1994.
- [EG 1996] EG-Verordnung Nr. 96/467: Festlegung von Umweltkriterien für die Vergabe des EG-Umweltzeichens bei Kopierpapier, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 192, S. 26-28, Brüssel, 1996.
- [ELEKTRA 1996] Elektra Reprografischer Betrieb GmbH (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Niedernhausen, 1996.
- [ENQUÊTE 1990] Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. Deutschen Bundestages: Schutz der Erde - Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik, Dritter Bericht, Band 1, Deutscher Bundestag (Hrsg.), Bonn, 1990.
- [FACHAGENTUR 1997] Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, telefonische Mitteilung, Herr Gottschau, Güstrow, 21.5.1997.
- [FIZ 1994] Kohlendioxid-Minderung durch Produkte mit dem „Blauen Engel“, Umwelt-Produkt-Info-Service, Nr. 19/94, Fachinformationszentrum Karlsruhe (Hrsg.), Karlsruhe, 1994.
- [FIZ 1995] Recyclingpapier und Recyclingpapier-Produkte mit dem „Blauen Engel“, Umwelt-Produkt-Info-Service, Nr. 24/95, Fachinformationszentrum Karlsruhe (Hrsg.), Karlsruhe, 1995.
- [FLECK et al. 1997] Fleck, Walter/Jepsen, Dirk/Rauh, Wolfgang: Lösungsmittel im Offsetdruck, Informationen Technik und Forschung, Nr. 3/97, Bundesverband Druck (Hrsg.), Wiesbaden, 1997.
- [FRERICH 1995] Frerich, Wolfgang: Öko-Audit, in: SIETZ 1995, S. 21-98.
- [FREYBURGER 1996] Freyburger Buchdruckwerkstätte GmbH: Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Freyburg (Unstruth), 1996.
- [FRITSCHKE et al. 1995] Fritsche, U./Leuchtner, J./Matthes, Felix C./Rausch, L./Simon, K.-H. (Öko-Institut): Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) - Umweltanalyse integrierter Energie-, Stoff- und Transportsysteme, Textversion 2.1, hessenEnergie GmbH (Hrsg.), Wiesbaden, 1995.
- [FSC 1993] Forest Stewardship Council: Prinzipien und Kriterien zur weltweiten Förderung umweltverträglicher, sozial nützlicher und wirtschaftlich rentabler Forstwirtschaft, in: BUND et al. 1996b.
- [GEFVO 1994] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung), BGB I. I, S. 2557, 1994.
- [GESPA REC 1997] Gesellschaft für Papierrecycling (GesPaRec)/Geschäftsführung der Arbeitsgemeinschaft Graphische Papiere (AGRAPA), Herr Böcking, telefonische Mitteilung, Bonn, 13.8.1997.
- [GREENPEACE/SLDF 1997] Greenpeace/Sierra Legal Defence Fund (Hrsg.): Gebrochene Versprechen - Vorstellung der Studie über Holzeinschlag in der Provinz British Columbia, Presseerklärung, Hamburg, 21.4.1997.
- [GRIEBHAMMER et al. 1995] Grießhammer, Rainer/Gensch, Carl-Otto/Pfeifer, Rainer (Öko Institut)/Roffael, E./Dix, B. (Wilhelm-Klauditz-Institut): Verwendung von Durchforstungsholz und Altpapier zur Papierherstellung unter Berücksichtigung forstwirtschaftlicher Belange, Umweltministerium/Ministerium für ländlichen Raum/Ernährung/Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart, 1995.
- [GRIEBHAMMER 1996] Grießhammer, Rainer: Entwicklungsziele für nachhaltige Produkte, in: EBERLE/GRIEBHAMMER 1996, S. 9-19.
- [GROßMANN et al. 1994] Großmann, H./Rebmann, G./Klein, R./Metz, A.-M./Borchers, B. (Papiertechnische Stiftung): Daten zur Altpapieraufbereitung, Texte Nr. 19/94, Umweltbundesamt (Hrsg.), 1994.
- [GRUNER&JAHR 1996] Gruner & Jahr Druck und Verlagshaus (Hrsg.): Umwelt-Report, Hamburg, 1996.

- [HABERSATTER 1991] Habersatter, Kurt: Ökobilanz von Packstoffen - Stand 1990, Schriftenreihe Umwelt, Nr. 132, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1991.
- [HABERSATTER et al. 1996] Habersatter, Kurt/Fecker, Ivo/Dall'Acqua, Silvio/Fawer, Matthias/Fallscheer, Frieder/Förster, Ruth/Maillefer, Christiane/Ménard, Martin/Reusser, Laurent/Som, Claudia/Stahel, Ueli/Zimmermann, Peter: Ökoinventare für Verpackungen - inklusive grafische Papiere, Schriftenreihe Umwelt, Nr. 250, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1996.
- [HAINDL 1997] Haindl Papier Schwedt GmbH (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, 1997.
- [HALLAY 1989a] Hallay, Hendric: Transparente Bewertungsmaßstäbe wünschenswert - Ökobilanz und Öko-Controlling können ein geeignetes Mittel unternehmerischer Umweltvorsorge darstellen, in: Müllmagazin, Nr. 1/89, S. 14-15, Institut für ökologisches Recycling (IföR) (Hrsg.), Berlin, 1989.
- [HALLAY 1989b] Hallay, Hendric: Öko-Controlling - Eine Chance für eine aktive politische Unternehmenspolitik, in: IFÖR 1989, S. 43-54.
- [HALLAY 1989c] Hallay, Hendric: Die Ökobilanz - Ein betriebliches Informationssystem, Schriftenreihe Nr. 27/89, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin, 1989.
- [HALLAY 1992] Hallay, Hendric: Öko-Controlling mit Hilfe von Kennzahlen - Ein Beispiel aus der metallverarbeitenden Industrie, in: CLAUSEN et al. 1992a, S. 1-9.
- [HALLAY 1995] Hallay, Hendric: Ziele und Bausteine des betrieblichen Umweltcontrolling, in: Bundesumweltministerium/Umweltbundesamt (Hrsg.): Handbuch Umweltcontrolling, S. 23-34, Vahlen Verlag, München, 1995.
- [HALLAY/PFRIEM 1992] Hallay, Hendric/Pfriem, Reinhard: Öko-Controlling - Umweltschutz in mittelständischen Unternehmen, Campus Verlag, Frankfurt a.M./New York, 1992.
- [HANDKE 1997] Handke, Volker (Energieseminar/Technische Universität Berlin): Berater der Druckerei Buntdruck, persönliche Mitteilung, Berlin, 14.4.1997.
- [HARTMANN 1997] Sun Chemical/Hartmann Druckfarben GmbH (Hrsg.): Bogenoffsetfarben mit phantastischen Möglichkeiten, Produktinformation, Frankfurt a.M., 1997.
- [HOPFENBECK/JASCH 1993] Hopfenbeck, Waldemar/Jasch, Christine: Öko-Controlling - Umdenken zahlt sich aus, Verlag Moderne Industrie, Landsberg am Lech, 1993.
- [HORVÁTH 1994] Horváth, Péter: Controlling, 5. Auflage, Vahlen Verlag, München, 1994.
- [HORVÁTH/REICHMANN 1993] Horváth, Péter/Reichmann, Thomas: Vahlens großes Controllinglexikon, Vahlen Verlag, München, 1993.
- [IFEU 1995] Institut für Energie und Umweltforschung (Ifeu): Bilanzbewertung in produktbezogenen Ökobilanzen - Evaluation von Bewertungsmethoden/Perspektiven, in: UBA 1995c, Teil 2.
- [IFEU 1996] Institut für Energie und Umweltforschung (Ifeu): Ökologischer Vergleich graphischer Papiere - Ein methodischer Leitfaden, Umweltbundesamt - Forschungsvorhaben Nr. 103 50 120, Heidelberg, 1996.
- [IFÖR 1989] Institut für ökologisches Recycling (Hrsg.): Ökologische Abfallwirtschaft - Umweltvorsorge durch Abfallvermeidung, Kongressdokumentation, Berlin, 1989.
- [ILGEMANN et al. 1996] Ilgemann, Uwe/Leprich, Uwe/Roos, Wolfgang/Seifried, Dieter/Timpe, Christof: Die Energiewende gestalten, Öko-Institut e.V. (Hrsg.), Öko-Institut Verlag, Freiburg, 1996.
- [IÖW 1997] Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW): Michael Steinfeld, Berater der Druckerei Königsdruck, persönliche und schriftliche Mitteilungen, Berlin, 1997.
- [ISO 1995] International Organisation for Standardisation (ISO): Environmental Management - Life Cycle Assessment, Entwurf ISO/CD 14040.3, Technical Committee ISO/TC 207, Subcommittee SC 5, Paris, 27.11.1995.
- [ISO 1996] Deutsches Institut für Normung - NAGUS-Ausschuß Nr. 5, Entwurf: International Organisation for Standardisation (ISO) - Environmental Management - Environmental Performance Evaluation - Guideline, ISO/WD 14031.5, Technical Committee ISO/TC 207, Subcommittee SC 4, unveröffentlicht, Berlin, 1996.
- [IUP 1996] Initiative Umwelt und Papier des Info-Zentrums Papier, Karton und Pappe GmbH (Hrsg.): Der Wald heute - und was unser Papier damit zu tun hat, Bonn, 1996.



- [IVEN 1994] Iven, Hans: Grundwasseranreicherung im Hessischen Ried, Wasserverband Hessisches Ried (Hrsg.), Biebesheim, 1994.
- [JAVITZ 1997] Druckerei Javitz GmbH: Frau Javitz/Herr Dormann/Herr Philip, persönliche Mitteilungen im Rahmen des Öko-Audit-Arbeitskreises, Berlin, Januar-Juni 1997.
- [KALTENBACH/SCHNEIDER 1994] Kaltenbach, Josef/Schneider, Andreas: Grundlagen und Instrumente für eine Vereinbarung über die VOC-Reduktion in der grafischen Branche, Carbotech AG (Hrsg.), Basel, 1994.
- [KALVELAGE 1997] Kalvelage, Günther: Vorstandsvorsitzender des Förderkreis Umwelt future e.V., telefonische Mitteilung, Lienen, 22.1.1997.
- [KRAMER et al. 1996] Kramer, J.B./Canonica, S./Hoigne, J./Kaschig, J. (Schweizer Bundesinstitut für Technologie): Degradation of fluorescent whitening agents in sunlit natural waters, in: Environmental Science and Technology, Nr. 30/7, S. 2227-2234, USA, 1996.
- [KSDRUCK 1996] KS Druck GmbH: Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Kronau, 1996.
- [KSDRUCK 1997] KS Druck GmbH: Herr Keller (Geschäftsführer), telefonische Mitteilung, Kronau, 4.9.1997.
- [KUNERT 1992] Kunert AG (Hrsg.): Ökobilanz 1991, Immenstadt, 1992.
- [LEHMANN/CLAUSEN 1992] Lehmann, Sabine/Clausen, Jens: Umweltberichterstattung von Unternehmen, Schriftenreihe Nr. 57/92, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW) (Hrsg.), Berlin, 1992.
- [LEUSTENRING 1993] Leustenring, Claudia: Reduzierung des Alkoholgehaltes im Feuchtmittel, Informationen Technik und Forschung, Nr. 1/93, Bundesverband Druck (Hrsg.), Wiesbaden, 1993.
- [LGA 1997] Betrieblicher Umweltschutz Nr. 8 - Druckereien, Informationszentrum für betriebliche Umweltschutz, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart, 1997.
- [LOEW/HJÁLMARSDÓTTIR 1996] Loew, Thomas/Hjálmarsdóttir, Hafdis: Umweltkennzahlen für das betriebliche Umweltmanagement, Schriftenreihe Nr. 99/96, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH (Hrsg.), Berlin, 1996.
- [LOEW/KOTTMANN 1996] Loew, Thomas/Kottmann, Heinz: Kennzahlen im Umweltmanagement, in: Ökologisches Wirtschaften, Nr. 2/96, S. 10-12, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW)/Verein für ökologisches Wirtschaften (VÖW) e.V. (Hrsg.), Ökom Verlag, München, 1996.
- [MAK 1996] Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe: MAK- und BAT-Liste - Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1996.
- [MEFFERT/KIRCHGEORG 1989] Meffert, Heribert/Kirchgeorg, Manfred: Umweltschutz als Unternehmensziel, Wissenschaftliche Gesellschaft für Marketing und Unternehmensführung, Münster i.W., 1989.
- [MEWA 1995] MEWA Textil-Service AG & Co. (Hrsg.): MEWA Umweltschutz - Im Einklang mit der Natur, Wiesbaden, 1995.
- [MICHAELIS 1995] F. Flinsch und E. Michaelis & Co: Musterkollektion und Preisliste, Berlin, 1995.
- [MICHAELIS 1997] E. Michaelis GmbH & Co: telefonische Mitteilung, Herr Sprick, Reinbek, 6.8.1997.
- [MOHNDRUCK 1994] Mohndruck Graphische Betriebe GmbH: Umweltbericht - Geschäftsjahr 1993/1994, Gütersloh, 1994.
- [MOHNDRUCK 1997] Mohndruck Graphische Betriebe GmbH: Ökobilanz - Geschäftsjahr 1995/1996, Gütersloh, 1997.
- [MOHR 1996] Mohr, Alois: Wälder statt Forsten, in: Naturschutz heute, Nr. 3/96, S. 4-8, Verlag Naturschutz heute, Bonn, 1996.
- [MÜLLER-WENK 1978] Müller-Wenk, Ruedi: Die ökologische Buchhaltung - Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmenspolitik, Campus Verlag, Frankfurt a.M./New York, 1978.
- [NABU 1996a] Naturschutzbund Deutschland e.V. (Hrsg.): Wälder statt Forsten, in: Naturschutz heute, Nr. 3/96, S. 5-10, Bonn, 1996.
- [NABU 1996b] Naturschutzbund Deutschland e.V. (Hrsg.): Die NaBu-Prinzipien für mehr Natur und Wald, in: Naturschutz heute, Nr. 3/96, S. 6, Bonn, 1996.

- [NATURLAND 1996] Naturland Verband für naturgemäßen Landbau e.V. (Hrsg.): Richtlinien zur ökologischen Waldnutzung, 3. Fassung, Gräffelin, 1996.
- [ÖKOBRIEFE 1996a] Boykott und Zertifikat für skandinavisches Holz, in: Ökologische Briefe, Nr. 7/96, S. 5, Öko-Test Verlag, 1996.
- [ÖKOBRIEFE 1996b] Ranking - Umwelterklärungen auf dem Prüfstand, in: Ökologische Briefe, Nr. 9/96, S. 17, Öko-Test Verlag, 1996.
- [ÖKOBRIEFE 1996c] Zank über zertifiziertes Holz, in: Ökologische Briefe, Nr. 29/96, S. 16-17, Öko-Test Verlag, 1996.
- [ÖKO-INSTITUT 1987] Projektgruppe Ökologische Wirtschaft des Öko-Instituts (Hrsg.): Produktlinienanalyse - Bedürfnisse, Produkte und ihre Folgen, Kölner Volksblatt Verlag, Köln, 1987.
- [ÖKOPOL 1997] Institut für Ökologie und Politik (Ökopol): Dirk Jepsen, persönliche Mitteilung, Hamburg, 6.6.97.
- [OKTOBERDRUCK 1995] Oktoberdruck GmbH (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Berlin, 1995.
- [OKTOBERDRUCK 1997] Oktoberdruck GmbH: Herr Post, persönliche Mitteilung, Berlin, 18.7.1997.
- [PAPIERUNION 1997a] Papier Union GmbH & Co. KG: telefonische Mitteilung, Herr Ludewig, Berlin, 18.6.1997.
- [PAPIERUNION 1997b] Papier Union GmbH & Co. KG (Hrsg.): Musterkollektion, Hamburg, 1997.
- [PFRIEM 1986] Pfriem, Reinhard (Hrsg.): Ökologische Unternehmenspolitik, Campus Verlag, Frankfurt a.M./New York, 1986.
- [PFRIEM 1992] Pfriem, Reinhard: Für die Normierung externer Umweltberichterstattung von Unternehmen, in: LEHMANN/CLAUSEN 1992, S. 50-63.
- [PLAKATIV 1996] Druckerei Plaktiv (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Kirchhatten, 1996.
- [PLAKATIV 1997] Druckerei Plaktiv: Frau Gerwing-Hannack, Beraterin, telefonische Mitteilung, Oldenburg, 26.3.1997.
- [POLLEY et al. 1996] Polley, Heino/Sasse, Volker/Englert, Hermann (Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft): Das potentielle Rohholzaufkommen in Deutschland bis zum Jahr 2020 - Ergebnisüberblick, Bundesministerium für Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Bonn, 1996.
- [PRANGE 1997] Prange, Christa: Nachweis der nachhaltigen Energieeinsparung bei der Sanierung von Plattenbauten, Bau-Zeitung, Nr. 51, S. 44-46, 1997.
- [PUTZ/GÖTTSCHING 1991] Putz, Hans-Joachim/Götttsching, Lothar: Druck-Erzeugnisse aus Altpapierrecycling, Bundesverband Druck (Hrsg.), Wiesbaden, 1991.
- [RAL 1997] RAL - Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.): Umweltzeichen - Produktanforderungen/Zeichenanwender/Produkte, Sankt Augustin, 1997.
- [RAUBERGER 1996] Rauberger, Rainer: Standardisierung erwünscht - Benchmarking mit Umweltkennzahlen bei Banken, in: Ökologisches Wirtschaften, Nr. 1/96, S. 17-19, Institut für ökologisches Wirtschaften (IÖW)/Verein für ökologisches Wirtschaften (VÖW) (Hrsg.), Ökom Verlag, München, 1996.
- [RAUH 1996] Rauh, Wolfgang (Forschungsgesellschaft Druck e.V.): Die Druckindustrie und Ozon - Wege zur Vermeidung eines Fahr-(Druck-)verbotes, in: Deutscher Drucker, Nr. 30-31/96, S. g15-g18, Verlag Deutscher Drucker, Ostfildern, 1996.
- [RAUH 1997] Rauh, Wolfgang (Forschungsgesellschaft Druck e.V.): Lösungsmittlemissionen aus Wasch- und Reinigungsprozeß im Offsetdruck reduzierbar, in: Deutscher Drucker, Nr. 30-31/97, S. w16-w22, Verlag Deutscher Drucker, Ostfildern, 1997.
- [REICHMANN 1990] Reichmann, Thomas: Controlling mit Kennzahlen, 2. Auflage, Vahlen Verlag, München, 1990.
- [REINHARD 1996] Reinhard, Dirk: Öko-Audit - das falsche Instrument?, in: Ökologisches Wirtschaften, Nr. 2/96, S. 4, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW)/Verein für ökologisches Wirtschaften (VÖW) (Hrsg.), Ökom Verlag, München, 1996.
- [RÖMERTURM 1997a] Römerturm Feinstpapier GmbH: telefonische Mitteilung, Herr Schreiter, Berlin, 10.4.1997.
- [RÖMERTURM 1997b] Römerturm Feinstpapier GmbH: telefonische Mitteilung, Frau Neuhaus, Frechen, 5.8.1997.
- [RÖMERTURM 1997c] Römerturm Feinstpapier GmbH (Hrsg.): Musterkollektion, Frechen, 1997.

- [ROWO 1997] Robin Wood: Rudolf Fenner, telefonische Mitteilung, Hamburg, 18.4.1997.
- [ROWO/PRORE et al. 1997] Robin Wood/Pro Regenwald: Verbrauchertäuschung durch den Verband Deutscher Papierfabriken und den Verband Deutscher Zeitschriftenverleger, Presseerklärung, Bonn, 18.4.1997.
- [RUBY 1997] Ruby, Claudia: Umweltverbände halten den Plan zum Schutz der Wälder für ungeeignet, in: die tageszeitung, taz Verlagsgenossenschaft, Berlin, 5.5.1997.
- [RUDOLPH 1996] Druckerei Rudolph (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Ebertshausen, 1996.
- [SCA 1997] SCA Fine Paper GmbH (Hrsg.): Euro Art, Produktinformation, Raubling, 1997.
- [SCHALTEGGER/STURM 1991] Schaltegger, Stefan/Sturm, Andreas: Methodik der ökologischen Rechnungslegung in Unternehmen - Forschungsbeitrag und Anleitung für den Praxisgebrauch, Studien des Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrums Nr. 33, 2. Auflage, Institut für Betriebswirtschaft, Universität Basel, 1991.
- [SCHALTEGGER/STURM 1995] Schaltegger, Stefan/Sturm, Andreas: Öko-Effizienz durch Öko-Controlling - Zur praktischen Umsetzung von EMAS und ISO 14.001, vdf Hochschulverlag an der Eidgenössischen Technischen Hochschule/Schäffer-Poeschel Verlag, Zürich/Stuttgart, 1995.
- [SCHMIDT-BLEEK 1994] Schmidt-Bleek, Friedrich: Wieviel Umwelt braucht der Mensch? - MIPS: Das Maß für ökologisches Wirtschaften, Birkhäuser Verlag, Berlin/Basel/Boston, 1994.
- [SCHMIDT&KLAUNIG 1996] Schmidt & Klaunig Druckerei und Verlag (Hrsg.): Umwelterklärung nach EG-Verordnung Nr. 1836/93, Manuskriptfassung, Kiel, 1996.
- [SCHMIDT&KLAUNIG 1997] Schmidt & Klaunig Druckerei und Verlag: Herr Röber, telefonische Mitteilung, Kiel, 10.7.1997.
- [SCHULZ/SCHULZ 1994] Schulz, Erika/Schulz, Werner: Ökomanagement - So nutzen Sie den Umweltschutz im Betrieb, Beck Verlag, München, 1994.
- [SEIDEL 1988] Seidel, Eberhard: Ökologisches Controlling - Zur Konzeption einer ökologisch verpflichteten Führung von und in Unternehmen, in: SEIDEL/STREBEL 1991, S. 304-319.
- [SEIDEL et al. 1994] Seidel, Eberhard/Goldmann, Bernhard/Weber, Frank M.: Betrieblich-ökologische Kennzahlen in der praktischen Anwendung, Arbeitspapier Nr. 18, Institut für ökologische Betriebswirtschaft (IÖB), Universität Siegen, 1994.
- [SEIDEL/GOLDMANN 1995] Seidel, Eberhard/Goldmann, Bernhard: Umweltkennzahlen zur Unterstützung betrieblicher Entscheidungen, in: BMU/UBA 1995, S. 539-560.
- [SEIDEL/MENN 1988] Seidel, Eberhard/Menn, Heiner: Auf dem Weg zu einer ökologieorientierten und verpflichteten Betriebswirtschaftslehre, Arbeitspapier Nr. 8, Institut für ökologische Betriebswirtschaft (IÖB), Universität Siegen, 1988.
- [SEIDEL/STREBEL 1991] Seidel, Eberhard/Strebel, Heinz (Hrsg.): Umwelt und Ökologie - Reader zur ökologieorientierten Betriebswirtschaftslehre, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1991.
- [SEIDEL/ZENSUS 1990] Seidel, Eberhard/Zensus, Stefan: Literaturstudie ökologisches Rechnungswesen, Arbeitspapier Nr. 7, Institut für ökologische Betriebswirtschaft (IÖB), Universität Siegen, 1990.
- [SERFLING 1983] Serfling, K.: Controlling, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz, 1983.
- [SIEMER 1997] Siemer, Jochen: Der Baum des Elends, die tageszeitung, S. 21, Berlin, 6.9.1997.
- [SIETZ 1995] Sietz, Manfred (Hrsg.): Umwelthandbuch, Öko-Audit - Konzept, Organisation und Inhalt am Beispiel eines mittelständischen Druckunternehmens, Blottner Verlag, Taunusstein, 1995.
- [SPRINGER 1994] Axel Springer Verlag AG (Hrsg.): Ökologische Einblicke - Umweltbericht 1994, Abteilung Information und Öffentlichkeitsarbeit, Hamburg, 1994.
- [STABU 1996] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 1996, Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1996.
- [STABU 1997] Statistisches Bundesamt, Abteilung Umsatzsteuerstatistik, Erwin Schmidt, telefonische Mitteilung, Wiesbaden, 4.6.1997.
- [STADIE 1997] Stadie, Vera: Modell Lübeck - Konsequenz ökologische Waldnutzung, in: Holzarbeiter-Zeitung, Nr. 5/97, S. 16-17, Gewerkschaft Holz und Kunststoff (Hrsg.), Düsseldorf, 1997.
- [STAHLMANN 1988] Stahlmann, Volker: Umweltorientierte Materialwirtschaft - Das Optimierungskonzept für Ressourcen/Recycling/Rendite, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1988.

- [STEINBEIS 1995] Steinbeis Temming Papier GmbH&Co. (Hrsg.): Recycling-Papier - Das neue Papier aus Papier, Gemmrigheim, 1995.
- [STEINBEIS 1997] Steinbeis Temming Papier GmbH&Co. (Hrsg.): SignaSet Color, Produktinformation, Gemmrigheim, 1997.
- [STREBEL 1980] Strebel, Heinz: Umwelt und Betriebswirtschaft - Die natürliche Umwelt als Gegenstand der Unternehmenspolitik, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1980.
- [STROBEL/WAGNER 1995] Strobel, Markus/Wagner, Bernd: Systembeispiel für die Einrichtung eines Umweltcontrolling, in: BMU/UBA 1995, S. 595-615.
- [SUBSPRINT 1997] Kooperationsstelle Hamburg [Hrsg.]: Innovations- und Technologie-Transferprojekt SUBSPRINT - Substitution von Lösemitteln durch die Einführung lösemittelfreier Reinigungsverfahren im Offsetdruck, Hamburg, 1997.
- [TESCHNER 1990] Teschner, Helmut (Hrsg.): Offsetdrucktechnik - Informationsverarbeitung/Technologien/Werkstoffe der Druckindustrie, 7. Auflage, Fachschriften Verlag, Fellbach, 1990.
- [THIES 1991] Thies, Christoph: Wie Papier die Umwelt schädigt und was dagegen getan werden kann, Greenpeace-Spezial, Greenpeace (Hrsg.), Hamburg, 1991.
- [THIES 1995] Thies, Christoph: Kahlschlag in Kanada - Kampagnenerfolg Clayoquot Sound saved, Greenpeace-Hintergrundinformation, Greenpeace (Hrsg.), Hamburg, 1995.
- [TIEDEMANN 1997] Tiedemann, Alfred (Umweltbundesamt), persönliche Mitteilung, 19.8.1997.
- [TRGS 1995] Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, Technische Regeln für Gefahrstoffe, Nr. 900, Bundesarbeitsblatt 3/95, 1995.
- [UBA 1993] Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselmotorkraftstoff, Texte Nr. 4/93, Berlin, 1993.
- [UBA 1995a] Umweltbundesamt (Hrsg.): Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion, Texte Nr. 43/95, Berlin, 1995.
- [UBA 1995b] Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökobilanz für Getränkeverpackungen, Texte Nr. 52/95, Berlin, 1995.
- [UBA 1995c] Umweltbundesamt (Hrsg.): Methodik der produktbezogenen Ökobilanzen - Wirkungsbilanz und Bewertung, Texte Nr. 23/95, Berlin, 1995.
- [UBA 1997] Umweltbundesamt (Hrsg.): Nachhaltiges Deutschland - Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1997.
- [UHLEMANN 1996] Uhlemann, G. Heinz: MoDo - Erfahrungen eines Pioniers der geschlossenen Zellstoffbleiche, in: Deutscher Drucker, Nr. 30/31, S. w30-w32, Verlag Deutscher Drucker, Ostfildern, 1996.
- [UKPAPER 1997] UK-Paper: Evolve - Produktinformation, Mustermappe und telefonische Mitteilung, Herr Hebler, Düsseldorf, 28.8.97.
- [VBF 1996] Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF), BGBl. I, S. 1937, 1996.
- [VD 1995] Verband der Druckfarbenindustrie (Hrsg.): Druckfarben - Zusammensetzung und Anwendungsgebiete, Positionspapier, Frankfurt, 1995.
- [VD 1996] Verband der Druckfarbenindustrie (Hrsg.): Druckfarben - Zusammensetzung und Anwendungsgebiete, Positionspapier, Frankfurt, 1996.
- [VDN 1996] Verband der Druckindustrie in Niedersachsen, Carsten Wilkesmann, persönliche Mitteilung, Hannover, 1.11.1996.
- [VDP 1995] Verband Deutscher Papierfabriken (Hrsg.): Papier '95 - Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie, Bonn, 1995.
- [VDP 1997] Verband Deutscher Papierfabriken (Hrsg.): Papier '97 - Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie, Bonn, 1997.
- [VDZ/VDP 1996] Verband Deutscher Zeitschriftenverlage/Verband Deutscher Papierfabriken (Hrsg.): Positionspapier Forstwirtschaft und Holzern, Pressemitteilung, Bonn, 18.3.1996.
- [Vwv 1992] Allgemeine Rahmen-Verwaltungsvorschrift - Anhang 53: Fotografische Prozesse (Silberhalogenid-fotografie), Bundesanzeiger Nr. 233b, Bonn, 11.12.1992.

- [WÄRMESCHUTZVO 1994] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung), BGBl. I, S. 2121, Bonn, 1994.
- [WAGNER 1992] Wagner, Bernd: Vom Öko-Audit zur betrieblichen Öko-Bilanz - Voraussetzungen und praktische Erfahrungen umweltbewußter Unternehmensführung, in: LEHMANN/CLAUSEN 1992, S. 3-31.
- [WEIZSÄCKER 1996] Weizsäcker, Ernst Ulrich: Ökoeffizienz bietet Lösungsansätze für die Probleme des 21. Jahrhunderts, in: Deutscher Drucker, Nr. 30/31, S. w1, Verlag Deutscher Drucker, Ostfildern, 1996.
- [WHG 1994] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz), BGBl. I, S. 1529, letzte Änderung in BGBl. I, S. 1440, 1994.
- [WOLF 1994] Wolf, Hans W.: Kahlschlag - Kanadas Regenwälder verschwinden in den Sägewerken, in: Kosmos, Nr. 5/94, S. 70-79, Gesellschaft der Naturfreunde (Hrsg.), Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1994