



W. Baumann · B. Herberg-Liedtke

# Papier- chemikalien

Daten und Fakten zum Umweltschutz

Mit 55 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Dr.-Ing. Werner Baumann  
Dr. rer. nat. Bettina Herberg Liedtke

INFU, Institut für Umweltschutz,  
Universität Dortmund,  
Postfach 500500,  
D-44221 Dortmund

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Baumann, Werner: Papierchemikalien: Daten und Fakten zum Umweltschutz /

W. Baumann; B. Herberg Liedtke. - Berlin; Heidelberg; New York; London;

Paris; Tokyo; Hong Kong; Barcelona; Budapest: Springer, 1994

ISBN 978-3-540-56269-6 ISBN 978-3-642-58040-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-58040-6

NE: Herberg-Liedtke, Bettina

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1994

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1994

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

SPIN: 106353520 62/3020 - 5 4 3 2 1

# Inhaltsverzeichnis

	Verzeichnisse der Abkürzungen, Abbildungen und Tabellen	VII
	Vorwort	1
	Glossar	2
1	Allgemeines	4
1.1	Papierwirtschaft	4
1.2	Papierherstellung nach Sorten	6
1.3	Rohstoffe in der Papierherstellung	10
2	Gesetzliche Grundlagen	14
2.1	Luft und Lärm	14
2.2	Wasser/Abwasser	16
2.3	Abfall	21
3	Papierrohstoffe	24
3.1	Holzstoff	24
3.1.1	Holzstoffherstellung	24
3.1.2	Chemikalien in der Holzstoffherstellung	26
3.2	Zellstoff	27
3.2.1	Zellstoffherstellung	28
3.2.2	Chemikalien in der Zellstoffherstellung	34
3.3	Altpapier	37
3.3.1	Altpapieraufbereitung	43
3.3.2	Chemikalien in der Altpapieraufbereitung	50
3.4	Lumpen und Linters	54
4	Papierherstellung und Papierveredelung	55
4.1	Herstellungsverfahren	55
4.2	Veredelungsverfahren	61
4.3	Chemikalien in der Papierherstellung, Papierveredelung und Papierweiterverarbeitung	61
5	Produkte	99
5.1	Druck- und Pressepapiere	99
5.2	Büro- und Administrationspapiere	104

5.3	Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	130
5.4	Hygienepapiere	137
5.5	Papier und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke	138
6	Toxikologie	149
6.1	Toxikologie in der Rohstoffherstellung	149
6.1.1	Anorganische Inhaltsstoffe (Salze)	149
6.1.2	Organische Inhaltsstoffe	149
6.2	Toxikologie in der Papierherstellung und -veredelung	152
6.2.1	Anorganische Inhaltsstoffe	152
6.2.2	Organische Inhaltsstoffe	153
7	Ausbreitung in der Umwelt	169
7.1	Abwasser	169
7.1.1	Papierherstellung	169
7.1.2	Holzstoffherstellung	178
7.1.3	Zellstoffherstellung	179
7.2	Abfall	188
7.2.1	Papierherstellung	188
7.2.2	Zellstoff- und Holzstoffherstellung	192
7.2.3	Papierprodukte als Abfälle	192
7.3	Abluft	194
	Zusammenfassung	196
	Schlagwortregister	198
	Literaturverzeichnis	203
	Anhänge	
I.	Papiersortenübersicht	231
II.	Alphabetisches Verzeichnis der Papierchemikalien	248
III.	Gebräuchliche Namen/Handelsnamen; Systematische Namen	289
IV.	Bezeichnungen, Handelsnamen, Anwendungsbereiche und Eigenschaften von Papierchemikalien / Datenteil	347
V.	Literaturverzeichnis zur Toxikologie / Datenblätter	1241

# Abkürzungen

AbfBestV	Abfallbestimmungs-Verordnung
AbfG	Abfallgesetz
AbwasserVwV	Abwasserverwaltungsvorschrift
ADI	zulässige tägliche Gesamtaufnahme eines Stoffes (acceptable daily intake)
AOX	absorbierbare organische Halogenverbindungen
AP	Altpapier
atro	absolut trocken
BAT	Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BGA	Bundesgesundheitsamt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BSB <sub>5</sub>	Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
BTX	Benzol/Toluol/Xylol
CAS	Chemical Abstract System
CB	Coated Back
CBF	Coated Front and Back
CF	Coated Front
CKW	Chlorierte Kohlenwasserstoffe
CMP	Chemomechanical Pulp (Chemisch-mechanischer Stoff)
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
CTMP	Chemothermomechanical Pulp (Chemisch-thermomechanischer Stoff)
CVL	Kristallviolett-lacton
dB	Dezibel
DEV	Deutsche Einheitsverfahren
DIN	Deutsche Industrienorm
DTPA	Diethylentriaminopentaessigsäure
EDTA	Ethylendiaminotetraessigsäure
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
GF	Fischgiftigkeit
HEDTA	Hydroxyethylethylendiaminotetraessigsäure
HKWAbfV	Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenerter Lösemittel
hmn	Mensch
HWC	high weight coated
h'fr	holzfrei
h'h	holzhaltig
ihl	inhalativ (Aufnahme oder Exposition)
ims	intramuskulöse Applikation
ivn	intravenöse Applikation
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft für Wasser und Abfall
LC <sub>50</sub>	letale Konzentration für 50% der Versuchstiere
LD <sub>Lo</sub>	niedrigste letale Dosis
LD <sub>50</sub>	letale Dosis für 50% der Versuchstiere
LLWC	light light weight coated

LWC	light weight coated
lutro	lufttrocken
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MDEP	Maine Department of Environmental Protection (USA)
MFP	machine finished pigmentized
MP	Mechanical Pulp (Mechanischer Stoff)
orl.	oral
otro	ofentrocken
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PGW	Pressure Groundwood (Druckschliff)
pOW	n-Octanol/Wasser Verteilungskoeffizient
ppm	Parts per Million
rat	Ratte
RMP	Refiner Mechanical Pulp (Refinerholzstoff)
Schmp.	Schmelzpunkt
SC-Papier	Self-contained Paper (Einschichtensystem)
SC-Papiere	superkalandrierte Papiere (super calandered)
Sdp.	Siedepunkt
SD-Papier	Selbstdurchschreibepapier (Zweiblattsystem)
SE	Schadeinheit
SGW	Stone Groundwood (Steinholzschliff)
skn	Hautapplikation
St. d. T.	Stand der Technik
TA	Technische Anleitung
TE	Toxic Equivalents
TGW	Thermo Groundwood (Thermoschliff)
TMP	Thermomechanical Pulp (Thermomechanischer Stoff)
TRK	Technische Richtkonzentration
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UBA	Umweltbundesamt
ULWC	ultra light weight coated
VerpackVO	Verpackungs-Verordnung
VwV	Verwaltungsvorschrift
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

# Abbildungen

Abbildung 1	Standorte der größten Betriebe der Holzstoff-, Zellstoff- und Papier-, Karton- und Pappeproduktion	5
Abbildung 2	Produktion, Import und Export von Papier, Karton und Pappe in Tonnen (1990)	6
Abbildung 3	Rechnerischer Verbrauch von Papier, Karton und Pappe nach Haupt-sortengruppen in 1000 t (1990)	7
Abbildung 4	Produktionsstruktur der Papierindustrie in den alten und neuen Bundesländern (1990)	9
Abbildung 5	Anteil der Hauptpapiersorten am Papierverbrauch der Bundes-bürger/Tag (1990)	9
Abbildung 6	Rohstoffanteil der Hauptsorten am Faserstoffverbrauch in 1000 t pro Jahr (1990)	11
Abbildung 7	Produktion, Verbrauch, Import und Export von Zellstoff in der Bundesrepublik (1990)	12
Abbildung 8	Zellstoffherstellung	29
Abbildung 9	Heutiger Altpapierereinsatz und möglicher Altpapieranteil je Papierart	41
Abbildung 10	Die Wirkung der Quellung von Papierfasern auf die Druckfarben-ablösung	46
Abbildung 11	Die Ablösung von Druckfarbenpartikel	47
Abbildung 12	Verfahrensvergleich zwischen Wasch- und Flotationsdeinking	48
Abbildung 13	Wasch- und Flotationsdeinking	49
Abbildung 14	Kombination von Flotations- und Wasch-Deinking	49
Abbildung 15	Papierherstellung	57
Abbildung 16	Papierverbrauchssteigerung je Bundesbürger von 1950 bis 1990	59
Abbildung 17	Papierrohstoff- und Hilfsstoffmengen (1990)	62
Abbildung 18	Leimstoffe und Klebstoffe	63
Abbildung 19	Wirkungsmechanismen von Retentionsmitteln auf Basis von Polyacrylamid bzw. Polyethylenimin	77
Abbildung 20	Aufbau eines Verbundstoffes für das Tetra-Pak-Verfahren	96
Abbildung 21	Systematik der Vervielfältigungspapiere	109
Abbildung 22	Ein- und Zweiblattsysteme	111
Abbildung 23	Schematische Darstellung eines SD-Papiers	113
Abbildung 24	Schematische Darstellung der SC-Papiere	113
Abbildung 25	Mikroverkapselung nach dem Coazervationsverfahren	114
Abbildung 26	Aufbau und Zusammensetzung drucksensitiver Selbstdurch-schreibepapiere	117
Abbildung 27	Aufbau und Zusammensetzung von Thermopapieren	123
Abbildung 28	Schnitt durch einen Chromokarton	130
Abbildung 29	Chromatogramm eines n-Hexan-Extraktes aus Wellpappe	150
Abbildung 30	Chromatogramm eines n-Hexan-Extraktes aus Wellpappe ohne Klebeschicht	150
Abbildung 31	Chromatogramm eines n-Hexan-Extraktes aus weißem, holzfreiem Xerografie-Papier	151



Abbildung 32	Chromatogramm eines 1:2 verdünnten n-Hexan-Extraktes aus Recycling-Papier	151
Abbildung 33	Fließbild einer CEDED-Bleichsequenz	157
Abbildung 34	Blockschema der Papierherstellung	169
Abbildung 35	Kaskadenschaltung beim Siebwasser einer Rundsieb- und Formerpapiermaschine	173
Abbildung 36	Kaskadenschaltung im Naßteil einer Langsiebmaschine	173
Abbildung 37	Einschaltung von Pufferräumen für Abwasser, Dickstoff und Klarwasser	173
Abbildung 38	Prinzip des geschlossenen Kreislaufs	174
Abbildung 39	Grundschemata geschlossener Kreisläufe in einer Papierfabrik	175
Abbildung 40	Schaltschema einer Papiermaschine mit geschlossenem Kreislauf	175
Abbildung 41	Abhängigkeit des CSB vom spezifischen Abwasseranfall als Gradmesser der Kreislaufeinengung	176
Abbildung 42	Einschaltung von weitergehenden Reinigungsmaßnahmen in den geschlossenen Kreislauf	177
Abbildung 43	Blockschaltbild der Holzstoffherstellung	178
Abbildung 44	Vereinfachtes Schema einer Holzschleiferei mit geschlossenem Kreislauf	179
Abbildung 45	Vereinfachtes Blockschaltschema einer Zellstofffabrik für gebleichten Sulfitzellstoff	180
Abbildung 46	Organische Substanzen der Sulfatablauge	182
Abbildung 47	Organische Substanzen der Sulfitablauge	183
Abbildung 48	AOX-Emissionen aus der Zellstoffherstellung in den achtziger Jahren und heute	188
Abbildung 49	Reststoffaufkommen in t/a in der Papierindustrie (1989)	189
Abbildung 50	Reststoffaufkommen in kg pro Produkttonne für verschiedene Papiere und im Durchschnitt (1989)	189
Abbildung 51	Reststoffaufkommen in % für verschiedene Papiere und im Durchschnitt (1989)	190
Abbildung 52	Reststoffentsorgung/-verwertung bei der Produktion holzfreier Naturpapiere (1989)	190
Abbildung 53	Reststoffentsorgung/-verwertung bei der Produktion gestrichener Papiere und Kartons (1989)	191
Abbildung 54	Reststoffentsorgung/-verwertung bei der Produktion holzhaltiger Naturpapiere (1989)	191
Abbildung 55	Reststoffentsorgung/-verwertung bei der Produktion von Papier und Karton aus Altpapier (1989)	192

# Tabellen

Tabelle 1	Umsatz, Beschäftigte und Betriebe in der Papier- und Zellstoffindustrie	4
Tabelle 2	Marktentwicklung der Papierindustrie	4
Tabelle 3	Erzeugung und Verbrauch von Papier, Karton und Pappe nach Hauptsorten	8
Tabelle 4	Rohstoffentwicklung in der Papierindustrie	10
Tabelle 5	Faserstoffeinsatz in verschiedenen Papieren	13
Tabelle 6	Abgabesatz für eine Schadeinheit (SE) nach dem Abwasserabgabengesetz	17
Tabelle 7	Anforderungen an Abwässer der Papier- und Pappeherstellung (Teil B der 19. AbwasserVwV)	19
Tabelle 8	Verteuerung in DM von einer Tonne Papier durch den Parameter CSB auf der Basis der Mindestanforderungen nach der AbwasserVwV	20
Tabelle 9	Heutiger Altpapiereinsatz und möglicher Altpapieranteil je Papierart	40
Tabelle 10	Internationale Standards für die optischen Eigenschaften von Zeitungspapieren	45
Tabelle 11	Hilfsmittel für die Altpapierverarbeitung	53
Tabelle 12	Frischwassergebrauch, Abwasserbelastung und Energiebedarf im Papierherstellungsprozeß	60
Tabelle 13	Leimstoffe	66
Tabelle 14	Leimungshilfsmittel	67
Tabelle 15	Optische Aufheller	69
Tabelle 16	Farbstoffe	70
Tabelle 17	Flammschutzmittel	70
Tabelle 18	Schleimverhinderungsmittel	72
Tabelle 19	Färbereihilfsmittel	74
Tabelle 20	Bleichmittel	75
Tabelle 21	Bleichhilfsmittel	76
Tabelle 22	Retentionsmittel und Flockungshilfsmittel / Entwässerungsbeschleuniger	77
Tabelle 23	Dispergier- und Flotationsmittel	78
Tabelle 24	Mittel gegen Harzschwierigkeiten	79
Tabelle 25	Mittel für die Naßverfestigung	80
Tabelle 26	Hilfsmittel für den Stärkeaufschluß	80
Tabelle 27	Spezialausrüstungsmittel	81
Tabelle 28	Mittel für die antielektrostatische Ausrüstung	81
Tabelle 29	Weichmacher	82
Tabelle 30	Feuchthaltemittel	82
Tabelle 31	Schaumdämpfungsmittel	83
Tabelle 32	Wasch- und Reinigungsmittel	84
Tabelle 33	Konservierungsmittel	84
Tabelle 34	Übersicht über Hilfsmittel zum Streichen von Papier	86

Tabelle 35	Hilfsmittel zur Viskositätsregelung	87
Tabelle 36	Bindemittel	88
Tabelle 37	Gleitmittel für Streichfarben	89
Tabelle 38	Härtungsmittel für Pigmentstriche	89
Tabelle 39	Mittel für die Haftverankerung	90
Tabelle 40	Mittel zur Oberflächenveredelung und Beschichtung	95
Tabelle 41	Stellmittel, Stabilisatoren und Emulgatoren	97
Tabelle 42	Beispiele verschiedener Durchschreibepapiere (Handelsprodukte)	119
Tabelle 43	Chemikalien in Selbstdurchschreibepapieren	120
Tabelle 44	Chemikalien in Thermopapieren	128
Tabelle 45	Ausgewählte Spezialpapiere	146
Tabelle 46	Salzgehalte in wäßrigen Eluaten von Papier und Karton	149
Tabelle 47	Rahmendaten zu chlorierten Dibenzodioxinen und -furanen	155
Tabelle 48	Dioxine im Abwasser	156
Tabelle 49	Dioxine im Abwasserschlamme	157
Tabelle 50	Dioxin in Zellstoffen und Altpapieren (Papierrohstoffe)	159
Tabelle 51	Dioxin in Papieren	160
Tabelle 52	Epidemiologische Studien zu selbstdurchschreibenden Papieren	164
Tabelle 53	Beispiele toxikologisch und ökologisch relevanter Substanzgruppen	167
Tabelle 54	Der spezifische CSB verschiedener Zellstoffe, Holzstoffe und Altpapiere, gemessen am Filtrat	170
Tabelle 55	BSB <sub>5</sub> , CSB, TOC und LC <sub>50</sub> (Fischgiftigkeit) einiger Hilfsstoffe, bezogen auf das Gewicht der Wirksubstanz dieser Hilfsstoffe	170
Tabelle 56	Farbstoffverluste in Prozent der Einsatzmengen	171
Tabelle 57	Frischwassermenge, Abwassermenge und Abwasserqualität in der Papierherstellung	172
Tabelle 58	Fabrikationskreislaufwasserbelastungen altpapierverarbeitender Papierfabriken mit geschlossenem Wasserkreislauf	177
Tabelle 59	Spezifische BSB- und CSB-Frachten bei der Holzstofferzeugung	178
Tabelle 60	Chemische Zusammensetzung der in Lösung gehenden Stoffe bei Holzschliff und Thermomechanischem Holzstoff	179
Tabelle 61	Frischwassermenge, Abwassermenge und Abwasserqualität in der Zellstoffherstellung bezogen auf 1 t luro	181
Tabelle 62	Mittlere AOX-Konzentrationen im Produktionskreislaufwasser	184
Tabelle 63	AOX-Gehalte ausgewählter Papierhilfsmittel	186
Tabelle 64	Abschätzung der Herkunft der AOX-Fracht in mechanisch gereinigten Abwässern der Papiererzeugung	187
Tabelle 65	Organische Inhaltsstoffe in Zeitungen (Beispiele)	193
Tabelle 66	Dioxingehalte in Zeitungen (Beispiele)	193
Tabelle 67	Schwermetallgehalte in Zeitungen (Beispiele)	194
Tabelle 68	Grenzwerte verschiedener Luftschadstoffe	195
Tabelle 69	Leichtflüchtige Komponenten über belüfteten Abwasserbecken	195