

EVALUIERUNG DER EU BAT DOKUMENTE

**ZEMENT- UND KALKHERSTELLUNG
PAPIER- UND ZELLSTOFFHERSTELLUNG
EISEN UND STAHLHERSTELLUNG**

EVALUIERUNG DER EU BAT DOKUMENTE

ZEMENT UND KALKHERSTELLUNG

PAPIER- UND ZELLSTOFFHERSTELLUNG

EISEN- UND STAHLHERSTELLUNG

BE - 180

Wien, Jänner 2001

Projektleitung:

Ilse Schindler

Autoren:

Siegmond Böhmer

Günther Sammer

Ilse Schindler

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt, Wien, 2001
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-568-8

BAT should give a drive to environmental performance

Peter Wicks, DG XI

Vorwort (DRAFT)

Der Informationsaustausch über die besten verfügbaren Techniken gemäß Art. 16 Abs. 2 der Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-RL) hat im Frühjahr 1997 begonnen. Mit Stand Oktober 2000 wird ein umfangreiches Programm in parallel arbeitenden technischen Arbeitsgruppen (TWGs „Technical Working Groups“) bearbeitet. Im September 1999 wurden die „Final Draft BREFs“ über „Eisen- und Stahlherstellung“ und „Zement- und Kalkherstellung“ vom IEF angenommen. Die „Final Draft BREFs“ über „Nichteisenmetallherstellung und -verarbeitung“ sowie „Papier- und Zellstoffherstellung“ wurden im Sommer 2000 – nach einer Überarbeitung der Executive Summaries auf IEF Ebene – angenommen. Im September 2000 wurden die „Final Draft BREFs“ über „Glaserstellung“, „Chloralkalielektrolyse“, „Kühlsysteme“ und „Eisenmetallverarbeitung“ vom IEF angenommen. Die offizielle Publikation der BREFs wird laut Aussage der EU-Kommission im September 2000 „bald“ erfolgen.

Lange diskutiert wurde die Art der Veröffentlichung, insbesondere der Übersetzung der BAT-Dokumente. Zu Beginn des Informationsaustausches (1997) erwarteten viele Mitgliedsstaaten eine Übersetzung der Dokumente in alle EU-Sprachen. Noch im November 1999 (Diskussionen im IEF) sollten das Preface, die Executive Summary und die Kapitel 5 („BAT“) und 7 („Conclusions and Recommendations“) der BAT-Dokumente in alle EU-Sprachen übersetzt und im offiziellen Journal der EU-Kommission veröffentlicht werden. Nach einer Aussage von Magnus Gislev (DG XI, Environment) im November 1999 gibt es eine interne Richtlinie der Kommission, die besagt, dass aus finanziellen Gründen nur 20 Seiten von nicht rechtsverbindlichen Dokumenten übersetzt werden. Die Übersetzung des Preface und der Standardeinleitung zu Kapitel 5 „BAT“ erfolgte im Frühjahr 2000. Mitteilungen im September 2000 zufolge wird außer den allgemeinen Kapiteln „Preface“ und „Standardeinleitung zu Kapitel 5“ nur die Executive Summary in alle EU-Sprachen übersetzt. Um den Genehmigungs-Behörden ein Arbeiten mit den Dokumenten zu ermöglichen, wurde seitens der Kommission nach finanziellen Möglichkeiten für eine Übersetzung in einige gängige EU-Sprachen gesucht [Gislev 1999]. Es ist nicht bekannt, ob diese Überlegungen noch aktuell sind. Die in englischer Sprache abgefassten Dokumente sind über die homepage des EIPPC Büros (<http://eippcb.jrc.es>) zugänglich und sollen auch weiterhin zugänglich sein. Die EU-BAT-Dokumente sind nicht rechtsverbindlich. Gemäß Anhang IV der IPPC-RL sind sie jedoch als Informationsquelle bei der Genehmigung einer unter das IPPC-Regime fallenden Anlage heranzuziehen.

Eine EU-weit anerkannte Bewertungsmethode, die dem integrativen Ansatz der IPPC-RL Rechnung trägt, existiert nach wie vor nicht. Dieses Thema wird in Workshops der EU-Kommission parallel zur Erstellung der EU-BAT-Dokumente weiter bearbeitet (Berlin-Februar 1998 „Cross Media Aspects“, Brüssel Februar 2000 „Economic Aspects“). Im Mai 2000 wurde eine Arbeitsgruppe zu „Economic and Cross Media Issues“ eingerichtet, die sich schwerpunktmäßig mit den Themen Vorteile und Schäden für die Umwelt, Kosten und ökonomische Verfügbarkeit beschäftigen wird.

Ergänzend zur Evaluierung der ersten drei „Final Draft BREFs“ soll der vorliegende Bericht einen Überblick über die laufenden Arbeiten und den derzeitigen Arbeitsstatus der vorliegenden Draft-BAT-Dokumente geben.

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 1.1 | Ziel der Studie..... | 1 |
| 1.2 | IPPC-RL (96/61/EG)..... | 2 |
| 1.3 | Informationsaustausch über BAT gem. Art. 16 Abs. 2..... | 3 |
| 2 | ARBEITSPROGRAMM DER TWGS | 5 |
| 2.1 | Arbeitsprogramm der TWGs – Übersicht | 6 |
| 2.2 | Übersicht über den Stand der BAT Dokumente September 2000 | 10 |
| 2.3 | Übersetzung und Veröffentlichung der BREFs | 11 |
| 3 | BAT ZEMENT UND KALK | 12 |
| 3.1 | BAT Zement - Kurzbesprechung der einzelnen Kapitel | 12 |
| 3.1.1 | BAT Zement Kapitel 1 bis 3 („General Information“)..... | 12 |
| 3.1.2 | BAT Zement Kapitel 4 (Candidate BAT) | 13 |
| 3.1.3 | BAT Zement, Kapitel 5 (BAT) | 17 |
| 3.1.4 | BAT Zement, Kapitel 6 („Emerging Techniques“) | 17 |
| 3.1.5 | BAT Zement, Kapitel 7 („Conclusions and Recommendations“) | 17 |
| 3.1.6 | BAT Zement, Executive Summary..... | 18 |
| 3.2 | BAT Kalk | 18 |
| 3.2.1 | BAT Kalk, Kap. 1-3..... | 18 |
| 3.2.2 | BAT Kalk, Kap. 4 („Candidate BAT“) | 19 |
| 3.2.3 | BAT Kalk, Kap. 5 (BAT)..... | 19 |
| 3.2.4 | BAT Kalk, Kap. 6 und 7 | 19 |
| 3.2.5 | BAT Kalk, Executive Summary..... | 20 |
| 3.3 | Vergleiche und Bewertungen | 20 |
| 3.3.1 | Vergleich des BAT Dokumentes „Zement“ mit österreichischen Standards..... | 20 |
| 3.3.2 | Vergleich des BAT Dokumentes „Kalk“ mit österreichischen Standards..... | 23 |
| 3.3.3 | Vergleich der Emissions-Standards in den BAT Dokumenten Zement und Kalk | 23 |
| 3.3.4 | Vergleich von BAT „Zement“ und „Kalk“ mit den Vorgaben der General Outline | 23 |
| 3.4 | Zusammenfassung | 26 |
| 4 | BAT PAPIER UND ZELLSTOFFHERSTELLUNG | 27 |
| 4.1 | Einleitung | 27 |
| 4.2 | Gemeinsame Techniken | 28 |
| 4.2.1 | Sekundäre oder Biologische Behandlung des Abwassers - Aerob | 29 |
| 4.2.2 | Hilfskessel | 32 |
| 4.3 | Produktion von Sulfat-Zellstoff | 33 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 4.3.1 | Angewandte Prozesse und Techniken | 33 |
| 4.3.2 | Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind | 33 |
| 4.3.3 | Beste verfügbare Technik..... | 38 |
| 4.3.4 | Emerging Techniques | 43 |
| 4.4 | Produktion von Sulfite-Zellstoff | 43 |
| 4.4.1 | Angewandte Prozesse und Techniken | 43 |
| 4.4.2 | Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind | 44 |
| 4.4.3 | Beste verfügbare Technik..... | 47 |
| 4.4.4 | Emerging Techniques | 50 |
| 4.5 | Produktion von Holzstoff | 50 |
| 4.5.1 | Angewandte Prozesse und Techniken | 50 |
| 4.5.2 | Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind | 50 |
| 4.5.3 | Beste verfügbare Technik..... | 52 |
| 4.5.4 | Emerging Techniques | 54 |
| 4.6 | Verarbeitung von Altpapier..... | 55 |
| 4.6.1 | Angewandte Prozesse und Techniken | 55 |
| 4.6.2 | Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind | 55 |
| 4.6.3 | Beste verfügbare Technik..... | 61 |
| 4.6.4 | Emerging Techniques | 64 |
| 4.7 | Produktion von Papier und verwandte Prozesse..... | 64 |
| 4.7.1 | Angewandte Prozesse und Techniken | 64 |
| 4.7.2 | Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind | 64 |
| 4.7.3 | Beste verfügbare Technik..... | 69 |
| 4.7.4 | Emerging Techniques | 72 |
| 4.8 | Emissionen ins Wasser – Vergleich der Angaben aus den Kapiteln 3 („Present Consumption and Emission Levels“) und 5 („Best Available Techniques“) sowie der Executive Summary mit den österreichischen Abwasseremissionsverordnungen | 73 |
| 4.8.1 | Produktion von Sulfat-(Kraft)-Zellstoff..... | 74 |
| 4.8.2 | Produktion von Sulfite-Zellstoff..... | 79 |
| 4.8.3 | Produktion von Holzstoff..... | 80 |
| 4.8.4 | Verarbeitung von Altpapier | 82 |
| 4.8.5 | Produktion von Papier und verwandte Prozesse | 84 |
| 4.9 | Emissionen in die Luft – Vergleich der Angaben aus den Kapiteln 3 („Present Consumption and Emission Levels“) und 5 („Best Available Techniques“) sowie der Executive Summary mit den Grenzwerten des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen..... | 86 |
| 4.9.1 | Produktion von Sulfat-(Kraft)-Zellstoff..... | 88 |
| 4.9.2 | Produktion von Sulfite-Zellstoff..... | 93 |
| 4.9.3 | Produktion von Holzstoff..... | 94 |
| 4.9.4 | Verarbeitung von Altpapier | 95 |
| 4.9.5 | Produktion von Papier und verwandte Prozesse | 96 |
| 4.10 | Vergleich mit der Papier- und Zellstoffindustrie in Österreich | 97 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 4.10.1 | Verwendetes Datenmaterial | 97 |
| 4.10.2 | Vergleich auf Basis der Daten der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie | 97 |
| 4.10.3 | Vergleich mit den Daten von Einzelanlagen | 102 |
| 4.10.4 | Vergleich mit den Umwelterklärungen | 105 |
| 4.10.5 | Vergleich mit Einzeldaten - Emissionen in die Luft aus den Laugenver- brennungskesseln | 110 |
| 4.10.6 | Produktion von Sulfit Zellstoff | 110 |
| 4.11 | Vorgaben der General Outline und Inhalte des BAT-Dokumentes | 111 |
| 4.12 | Zusammenfassung..... | 114 |
| 5 | BAT EISEN UND STAHL | 117 |
| 5.1 | Einleitung..... | 117 |
| 5.2 | Executive Summary | 118 |
| 5.3 | Überblick über Stahlproduktionstechniken..... | 121 |
| 5.4 | Sinteranlagen..... | 121 |
| 5.4.1 | Sinteranlagen Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen) | 122 |
| 5.4.2 | Sinteranlagen Kapitel 3 (Candidate BAT) | 124 |
| 5.4.3 | Sinteranlagen Kapitel 4 (BAT) | 131 |
| 5.4.4 | Sinteranlagen Kapitel 5 (Emerging Techniques)..... | 132 |
| 5.4.5 | Vergleich der Kapitel 4.2 bis 4.4 des BAT Dokuments mit österr. Standards..... | 133 |
| 5.5 | Hochöfen..... | 136 |
| 5.5.1 | Hochöfen Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)..... | 136 |
| 5.5.2 | Hochöfen Kapitel 3 (Candidate BAT)..... | 139 |
| 5.5.3 | Hochöfen Kapitel 4 (BAT)..... | 142 |
| 5.5.4 | Hochöfen Kapitel 5 (Emerging Techniques) | 144 |
| 5.5.5 | Vergleich der Kapitel 7.2 bis 7.4 des BAT Dokuments mit österr. Standards..... | 144 |
| 5.6 | Sauerstoffstahlwerk und Gießerei | 146 |
| 5.6.1 | Sauerstoffkonverter Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)..... | 147 |
| 5.6.2 | Sauerstoffstahlwerk und Gießerei Kapitel 3 (Candidate BAT) | 149 |
| 5.6.3 | Sauerstoffstahlwerk Kapitel 4 (BAT)..... | 152 |
| 5.6.4 | Sauerstoffstahlwerk Kapitel 5 (Emerging Techniques) | 154 |
| 5.6.5 | Vergleich der Kapitel 8.3 und 8.4 des BAT Dokuments mit österreichischen Verordnungen..... | 154 |
| 5.7 | Elektrostahlwerk und Gießerei..... | 156 |
| 5.7.1 | Elektrostahlwerk Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)..... | 156 |
| 5.7.2 | Elektrostahlwerk Kapitel 3 (Candidate BAT)..... | 159 |
| 5.7.3 | Elektrostahlwerk Kapitel 4 (BAT) | 161 |
| 5.7.4 | Elektrostahlwerk Kapitel 5 (Emerging Techniques) | 163 |
| 5.7.5 | Vergleich der Kapitel 9.2 bis 9.4 des BAT Dokuments mit österr. Standards..... | 163 |
| 5.8 | Alternative Routen zur Eisenerzeugung (Kapitel 10) | 164 |
| 5.9 | Schlussfolgerungen und Empfehlungen (Kapitel 11)..... | 165 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 5.10 | Vergleich des BAT Dokuments „Eisen und Stahl“ mit den Vorgaben der „General Outline“ | 166 |
| 5.11 | Zusammenfassung..... | 170 |
| 6 | LITERATUR | 172 |
| 7 | ANHANG | 173 |
| 7.1 | Abkürzungen (deutsch und englisch)..... | 173 |
| 7.2 | Annex I IPPC-RL und korrespondierende BAT-Dokument-Nr. | 175 |
| 7.3 | Übersicht über den Stand der BAT Dokumente September 2000 | 178 |

1 EINLEITUNG

1.1 Ziel der Studie

Ziel des vorliegenden Berichtes ist es, anhand einer Analyse der ersten drei vollständig vorliegenden Draft-BAT-Dokumente zu untersuchen, welche Unterschiede bei der Emissionsbegrenzung zu derzeitigen österreichischen Regelungen bestehen. Es soll analysiert werden, ob bei Anwendung der BAT-Dokumente (insbesondere aus den darin angeführten Zahlenangaben) eine Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes vor allem bei Altanlagen zu erwarten ist. Dazu wird eine Übersicht der in den BAT-Dokumenten angeführten Emissionsminderungsmaßnahmen und Emissionsminderungstechnologien zusammengestellt.

Die Evaluierung der BAT Dokumente erfolgt vor allem anhand von zahlenmäßig vorliegender Information zu Emissionen, Ressourcen- und Energieverbrauch, da hier ein Vergleich mit österreichischen Gesetzen und Verordnungen, der gängigen Genehmigungspraxis (soweit bekannt), dem Stand der Technik (Studien, vergleichbare Verfahren) und internationalen Regelwerken möglich ist. Ergänzend dazu werden auch verbale Aussagen (z.B. zur Abfallvermeidung oder Abfallbehandlung) zitiert und besprochen.

Als Vorgabe für die Erstellung der BAT Dokumente dient neben der IPPC-Richtlinie (v.a. Anhang I, III und IV) vor allem die „General Outline für BAT Referenz Dokumente“. Ansonsten liegt es an der technischen Arbeitsgruppe und dem Experten des EIPPC Büros welche Informationen zur Verfügung gestellt bzw. in das BAT Dokument aufgenommen werden. Unter diesem Gesichtspunkt ist ein Vergleich der angeführten Minderungstechnologien und Emissionswerte mit der Praxis innerhalb der einzelnen Branchen und mit vergleichbaren Branchen und Verfahren von Interesse.

Es wird untersucht, in wieweit die BAT-Dokumente der vom IEF vorgegebenen General Outline entsprechen. Die 1996 erstellte General Outline beinhaltet eine Vorgabe der Inhalte der einzelnen Kapitel (vergl. Kap. 1.3). Ausgehend von allgemeinen Informationen zur Branche und zu Technologien werden gegenwärtige Emissions- und Verbrauchswerte und Kandidat-BAT-Technologien unter Angabe der Vorteile für die Umwelt und der Kosten der Technologien beschrieben. Im Anschluss an dieses Screening werden BAT Technologien und assoziierte Emissions- und Verbrauchswerte genannt sowie Schlussfolgerungen und Empfehlungen gegeben. Dem Dokument vorangestellt wird eine Executive Summary, die als eigenständiges Dokument lesbar und verständlich sein soll. Seit Sommer 1999 wird seitens des EIPPC Büro, des IEF und der Kommission an einer „BREF OUTLINE“ gearbeitet, die die General Outline aus 1996 ablösen soll, bis September 2000 aber nicht verabschiedet wurde.

Anhand der Verteilung der Information auf die einzelnen Kapitel der BAT-Dokumente wird aufgezeigt, welche Informationen verloren gehen, wenn nur Kapitel 5 („BAT“) und die Executive Summary betrachtet werden. Dies ist vor allem hinsichtlich der Übersetzung in alle EU-Sprachen von Bedeutung. In diesem Zusammenhang wird gegebenenfalls auch auf die Entwicklung des BAT Dokumentes im Zuge der Entstehung eingegangen, da der Informationsaustausch bis zu knapp drei Jahre dauerte und die unterschiedlichen Interessen der Beteiligten widerspiegelte. Besonders hervorzuheben sind Konflikte über den Zeitbezug der „mit BAT assoziierten Emissionswerte“ und die Aufnahme neuer bzw. in vergleichbaren Verfahren eingesetzten Technologien.

Ergänzend zur Evaluierung der BAT-Dokumente soll ein Überblick über die bereits fertiggestellten bzw. in Bearbeitung befindlichen Dokumente des Informationsaustausches über BAT gegeben werden.

1.2 IPPC-RL (96/61/EG)

Die IPPC-Richtlinie (96/61/EC) bezweckt nach Art.1 die **integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung** infolge der in Anhang I genannten Tätigkeiten. Sie sieht Maßnahmen zur Vermeidung und, so fern dies nicht möglich ist, zur Verminderung von Emissionen aus den genannten Tätigkeiten in Luft, Wasser und Boden – darunter auch Abfall betreffende Maßnahmen - vor, um unbeschadet der Richtlinie 85/337/EWG sowie der sonstigen einschlägigen Gemeinschaftsbestimmungen ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Art. 9 Abs. 3 legt fest, dass die Genehmigung für Anlagen (Anhang I) Emissionsgrenzwerte für Schadstoffe (namentlich die Schadstoffe in der Liste in Anhang III) enthalten muss, die von der betreffenden Anlage unter Berücksichtigung der Art der Schadstoffe und der Gefahr der Verlagerung der Verschmutzung von einem Medium auf ein anderes (Wasser, Luft, Boden) in relevanter Menge emittiert werden können. Art. 9 Abs. 4 führt aus, dass die Emissionsgrenzwerte, äquivalenten Parameter und äquivalente technische Maßnahmen auf die „Besten verfügbaren Techniken“ zu stützen sind.

Gemäß Art. 2 (11) der IPPC-RL sind die „**Besten Verfügbaren Techniken**“ (BAT) jene Techniken, die den effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Techniken als praktisch geeignet erscheinen lässt, grundsätzlich als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt allgemein zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern.

„Techniken“ sind sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird.

„Verfügbar“ sind die Techniken, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses die Anwendung unter in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht, gleich ob diese Techniken innerhalb des betreffenden Mitgliedstaates verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind.

„Beste“ sind die Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.

Erfordert eine Umweltqualitätsnorm strengere Auflagen als durch die Anwendung der besten verfügbaren Techniken zu erfüllen sind, so werden unbeschadet anderer Maßnahmen, die zur Einhaltung der Umweltqualitätsnorm ergriffen werden können, insbesondere zusätzliche Auflagen in der Genehmigung vorgesehen (Art. 10).

Einige Mitgliedstaaten der Europäischen Union erwarten – aus Wirtschafts- und aus Umweltschutzgründen - einen harmonisierenden Effekt bei der Genehmigung von Anlagen, die unter die IPPC-RL fallen. Die Grundlage dafür müsste in den BAT-Dokumenten bzw. in den vorgesehenen Berichtspflichten an die Kommissionen betreffend Auflagen und Emissionen gelegt werden. In Erwägungsgrund 25 der IPPC-RL heißt es zum Informationsaustausch: Die Entwicklung und der Austausch von Informationen auf Gemeinschaftsebene über die besten verfügbaren Techniken werden dazu beitragen, das Ungleichgewicht auf technologischer Ebene in der Gemeinschaft auszugleichen, die weltweite Verbreitung der in der Gemeinschaft festgesetzten Grenzwerte und der angewandten Techniken zu fördern und die Mitgliedsstaaten bei der wirksamen Durchführung dieser Richtlinie zu unterstützen. (Vergl. dazu UBA BE-172 Der Sevilla Prozess)

1.3 Informationsaustausch über BAT gem. Art. 16 Abs. 2

Art. 16 regelt den Informationsaustausch und führt in Abs. 2 aus: Die **Kommission** führt einen **Informationsaustausch** zwischen den Mitgliedstaaten und der betroffenen Industrie **über die besten verfügbaren Techniken**, die damit verbundenen Überwachungsmaßnahmen und die Entwicklungen auf diesem Gebiet durch. Alle drei Jahre veröffentlicht die Kommission die Ergebnisse des Informationsaustausches.

Der EU-Kommission fällt nach Art. 16 (2) die Aufgabe zu, den Informationsaustausch über BAT zu organisieren. Dafür wurde folgender organisatorischer Rahmen geschaffen:

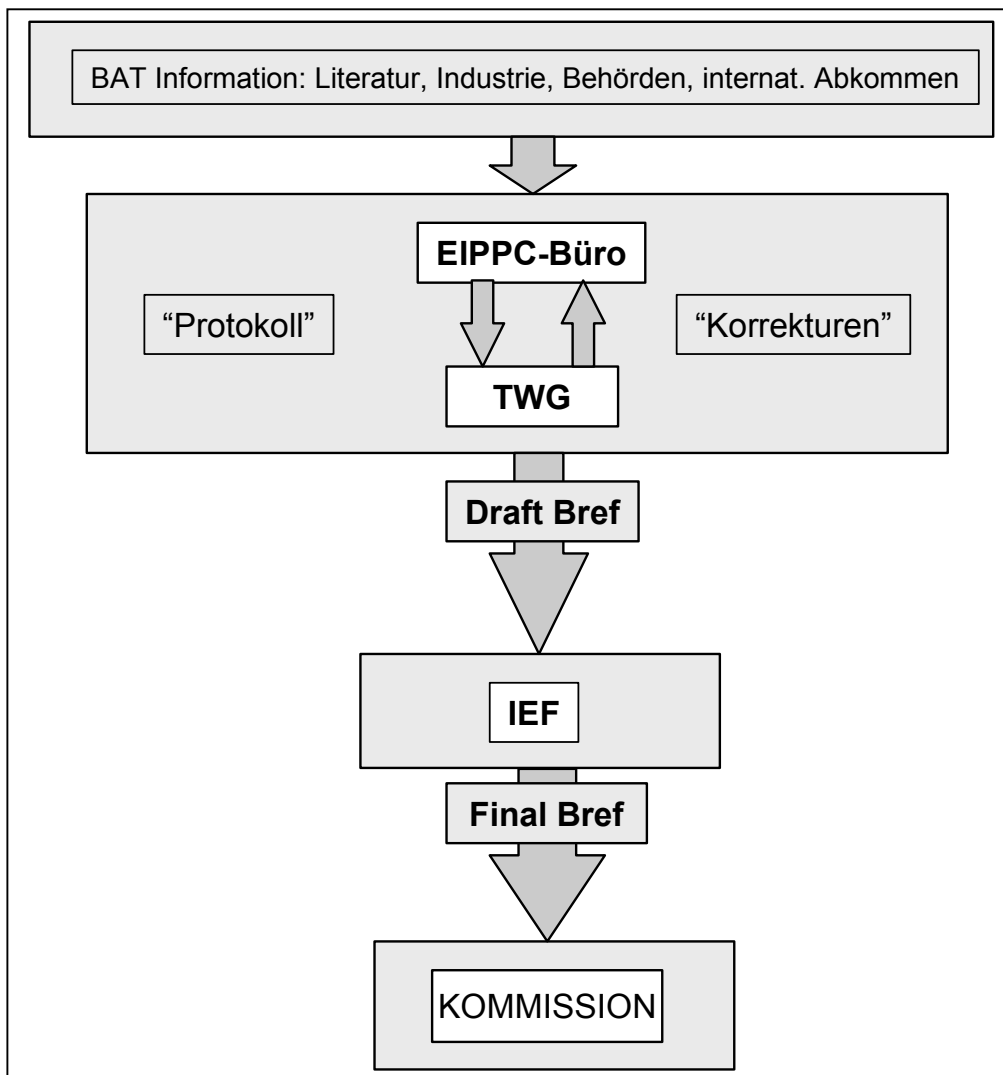


Abbildung 1.1 Organisation des Informationsaustausches über BAT nach Art. 16 Abs. 2 IPPC-RL

Die EU-Kommission (Generaldirektion XI - Umwelt, Nukleare Sicherheit und Zivilschutz / Direktion E.1 - Industrieanlagen u. Emissionen) führt den Vorsitz im **Information Exchange Forum (IEF)**, das sich aus Vertretern der Mitgliedstaaten und Vertretern der Non Governmental Organisations (NGOs) aus dem Industrie- und Umweltbereich zusammensetzt. Das IEF erstellt das Programm für die Erarbeitung der BAT-Dokumente, diskutiert die von der

EU-Kommission getätigten Vorschläge und die vorgelegten Dokumententwürfe. Die NGOs haben im IEF nur Beobachterstatus.

Die Erarbeitung der BAT-Dokumente für in Anhang I der IPPC-RL angeführten Anlagenkategorien erfolgt in **Technical Working Groups (TWGs)**, die in Absprache mit dem IEF durch die EU-Kommission eingerichtet werden. Die Mitgliedstaaten und die NGOs sind eingeladen, Experten (**National Experts**) in die jeweilige TWG zu entsenden. Die Arbeit der TWGs wird durch ein eigens dafür eingerichtetes **European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau** (EIPPCB) unterstützt. Dieses Büro wurde am IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) in Sevilla eingerichtet. Das EIPPCB sammelt, sichtet und kompiliert die zu einem Sektor publizierte bzw. aus den Mitgliedstaaten eingelangte Information sowie die Ergebnisse der TWG-Meetings.

Der Informationsaustausch über die „Besten verfügbaren Techniken“ erfolgt durch die Erstellung von **BAT-Referenz-Dokumenten (BREFs)**. Für die Erstellung dieser BREFs wurde vom IEF eine „General Outline“ vorgegeben. Das BREF beinhaltet eine Auflistung der sektorweise verfügbaren (Definition von verfügbar gem. Art.2 IPPC-RL) Techniken und eine Auswahl an Kandidaten für BAT. Für diese Auswahl gilt derzeit der Konsensmodus der „Experten“ in der TWG.

| | |
|--|---|
| Preface | <i>(Vorwort)</i> |
| Executive Summary | <i>(Zusammenfassung)</i> |
| 1. General Information | <i>(Allgemeine Information)</i> |
| 2. Applied Processes and Techniques | <i>(Angewandte Prozesse und Techniken)</i> |
| 3. Present Consumption/Emission Levels | <i>(Gegenwärtige Verbrauchs/Emissionswerte)</i> |
| 4. Candidate Best Available Techniques | <i>(Kandidaten für BAT)</i> |
| 4.1 Available Techniques | <i>(verfügbare Techniken)</i> |
| 4.2 Environmental Performance of Candidate BAT | <i>(Umweltbezogene Leistungsfähigkeit ...)</i> |
| 4.3 Economic Performance of Candidate BAT | <i>(ökonomische Leistungsfähigkeit ...)</i> |
| 5. Best Available Techniques | <i>(Beste verfügbare Techniken)</i> |
| 6. Emerging Techniques | <i>(in Entwicklung befindliche Techniken)</i> |
| 7. Conclusions and Recommendations | <i>(Schlussfolgerungen und Empfehlungen)</i> |
| Anhang mit nationalen Emissionsgrenzwerten | |

Abbildung 1.2 Inhalt und Struktur („General Outline“) der BAT-Referenz-Dokumente

Nach einem „Pilot-BAT-Referenz-Dokument“ über Ammoniakherstellung, das von der Kommission nicht veröffentlicht wurde, hat der Informationsaustausch 1997 mit der Einrichtung von vier TWGs begonnen. Für drei Sektoren (Eisen- und Stahl, Zement und Kalk, Papier und Zellstoff) lagen im August 1998 erstmals vollständige Draft-BAT-Dokumente vor, die bis zu ihrer Annahme durch das IEF im September 1999 bzw. für Papier- und Zellstoff Sommer 2000 nochmals überarbeitet wurden. Die Arbeit am Horizontaldokument Vakuum- und Kühlsysteme wurde vorübergehend ausgesetzt. Das Dokument wurde im September 2000 vom IEF angenommen.

2 ARBEITSPROGRAMM DER TWGS

Das Arbeitsprogramm der Technical Working Groups wurde vom IEF erstellt. Dabei wurden die im Anhang I der IPPC-RL aufgelisteten industriellen Tätigkeiten zu unterschiedlichen Gruppen zusammengefasst. Eine tabellarische Übersicht in Anhang 8.2 zeigt, wie die in Anhang I aufgelisteten Tätigkeiten auf die einzelnen BAT-Dokumente bzw. TWGs verteilt wurden. Dadurch entstanden BAT-Dokumente von sehr unterschiedlichem Umfang. So wird zum Beispiel je ein BAT Dokument über Papier- und Zellstoffherstellung, eines über Zement- und Kalkherstellung oder Chloralkalielektrolyse erstellt. Wesentlich umfangreicher und weniger homogen sind die folgenden Dokumente, die auch jeweils von einer TWG bearbeitet werden: „Herstellung und Verarbeitung von Nichteisenmetallen“ und „Organische Großchemie“. Daneben werden sogenannte „Horizontaldokumente“ erstellt, deren Inhalte die sektoralen BAT-Dokumente ergänzen sollen. In Bearbeitung befindliche Horizontal-Dokumente sind „Vakuum und Kühlsysteme“, „Monitoring of Emissions“ (Messung/Aufzeichnung von Emissionen), „Emissionen aus Lagerung“ und „Abwasser- und Abluftreinigung in der chemischen Industrie“. Im Mai 2000 wurde eine TWG zu „Ökonomische und medienübergreifende Aspekte“ eingerichtet.

Die einzelnen TWGs erstellen jeweils ein BAT Dokument. Für die umfangreicheren BAT-Dokumente (Eisen und Stahl, Nichteisenmetalle, Glas) wurden zahlreiche Untergruppen gebildet, um den Arbeitsumfang in der vorgegebenen Zeit zu bewältigen. Ursprünglich war geplant, ein BAT-Dokument innerhalb eines Jahres zu erstellen und den Draft der EU-Kommission zur Annahme vorzulegen. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen wurde dieser Zeitplan für die umfangreicheren Dokumente auf zwei Jahre ausgedehnt.

Vorgangsweise – Zeitplan

Es hat sich gezeigt, dass es bei den **Horizontal-Dokumenten** schwieriger ist ein Profil zu erarbeiten und gezielt Informationen zu sammeln. So wurde das erste Horizontal-Dokument „Vakuum und Kühlsysteme“ zunächst zurückgestellt und wird seit 1999 als „Kühlsysteme“ weiter bearbeitet. Für „Monitoring of Emissions“ (Messung/Aufzeichnung von Emissionen) wird derzeit ein Fragebogen erstellt. Für den Bereich Chemie werden zwei Horizontal-dokumente erstellt: „Emissionen aus Lagerung in der Chemischen Industrie“ und „Abwasser- und Abluftreinigung in der Chemischen Industrie“.

Der ursprüngliche Zeitplan wurde mittlerweile um ein Jahr erweitert.

Durch den Wechsel der Bearbeiter am EIPPC-Büro in Sevilla kommt es ebenfalls immer wieder zu Verzögerungen bei den einzelnen Dokumenten. Betroffen waren davon:

Gerbereien, Chloralkali-Elektrolyse, Monitoring of Emissions, Textilien

In einigen Fällen (Glas, Papier und Zellstoff) war es dank der Kooperation der entsendenden Institutionen möglich, dass die Bearbeiter ihre Draft-BAT-Dokumente auch nach Ablauf ihres Vertrages (befristet auf ein Jahr mit Verlängerungsmöglichkeit) mit dem EIPPC-Büro fertigstellen konnten.

2.1 Arbeitsprogramm der TWGs – Übersicht

Die folgende Übersicht wurde vom IEF 1999 erstellt und für diesen Bericht auf Stand September 2000 aktualisiert. Die Zuordnung der einzelnen BAT-Dokumente zu den in Anhang I der IPPC-RL genannten Tätigkeiten ist in Kapitel 7.2 tabellarisch dargestellt. Änderungen im Arbeitsprogramm bis inkl. Oktober 2000 sind angezeigt. Der aktuelle Stand des Informationsaustausches sowie Informationen zu TWG-Mitgliedern, Literatur, Drafts der BAT-Dokumente und Meetings ist über die homepage des EIPPC Büros (<http://eippcb.jrc.es>) zugänglich.

Table 1 Work Programme 1997

| # in annex | Sector |
|------------|-------------------------------|
| 4 | Primary/Secondary Steel |
| 9 | Cement and Lime |
| 24 | Paper/Pulp |
| -- | Horizontal 1: Cooling Systems |

Table 2 Work Programme 1998

| # in annex | Sector |
|------------|--|
| 5 | Ferrous Metals Processing |
| 6, 7 | Non-Ferrous Metals Production and Processing |
| 11 | Glass |
| 15 | Chloralkali |
| 25 | Textile |
| 26 | Tanneries |
| -- | Horizontal 2: Monitoring of Emissions |

Table 3 Work Programme 1999

| # in annex | Sector |
|------------|--|
| 2 | Refineries |
| 8 | Smitheries and Foundries |
| 13 | Large Volume Organic Chemicals |
| 16 | Large Volume Gaseous and Liquid Inorganic Chemicals (Okt. 2000 noch nicht gestartet) |
| 29 | Intensive Livestock Farming |
| -- | Horizontal 3: Emissions from storage (of dangerous substances and bulk materials) |
| -- | Horizontal 4: Waste water and waste gas treatment/management in the chemical industry |
| -- | Horizontal: cross-media and economic aspects (Start Mai 2000) |

Table 4 Work Programme 2000

| # in annex | Sector |
|--------------------|---|
| 17 | Large Volume Solid Inorganics |
| 20 1 | Hazardous Waste Disposal/Recovery (verschoben auf 2002) Large Combustion Plants |
| 27 | Slaughterhouses/Animal Carcasses |
| 28 | Food and Milk |

Table 5 Draft Work Programme 2001

| # in annex | Sector |
|------------|--|
| 1 | Large Combustion Plants (nach 2000 verschoben) Waste Incineration |
| 3 | Coal Liquefaction |
| 5a | Surface Treatment of Metals |
| 10 | Asbestos |
| 12 | Ceramics |
| 14 | Polymers |
| 30 | Surface treatment using solvents |

Table 5 Draft Work Programme 2002

| # in annex | Sector |
|------------|---|
| 18 | Speciality Inorganics |
| 19 | Organic Fine Chemicals |
| 21 | Municipal Waste Incineration |
| 22 | Non-hazardous Waste Disposal and Recovery |
| 23 | Landfills |

Arbeitsprogramm der TWGs für 1997

Das Arbeitsprogramm der TWGs für 1997 wurde im Dezember 1996 vom IEF beschlossen. Im Zuge der österreichischen Vorbereitung auf die im Arbeitsprogramm 1997 zu erstellenden BAT Dokumente wurden vom damaligen BMUJF in Absprache mit dem BMWA und dem BMLF Nationale Experten (NE) nominiert. Folgende Sektoren werden im Arbeitsprogramm seit 1997 behandelt:

| BAT Dokument | österr. NE vom | 1. Meeting |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Eisen- und Stahlerzeugung | UBA | Juli 1997 |
| Zement und Kalk | BMWA | Juni 1997 |
| Papier und Zellstoff | BMLF | Mai 1997 |
| Vakuum- und Kühlsysteme (horizont.) | BMLF | Juni 1997 |

Für drei Sektoren liegen seit August 1998 die ersten vollständigen Draft-BAT-Dokumente vor: **Eisen-/ Stahlherstellung, Zementherstellung, Papier- und Zellstoffherstellung**

Im Jänner 1999 wurden diese Draft-BAT-Dokumente erstmals im IEF präsentiert. Danach wurden die Dokumente wieder den TWGs übergeben, mit dem Auftrag, die Dokumente zu überarbeiten und fertigzustellen. Im September 1999 wurden diese Dokumente erneut im IEF diskutiert. Die Draft BREFs über „Zement- und Kalkherstellung“ und „Eisen- und Stahlherstellung“ wurden vom IEF angenommen und der Kommission zur Veröffentlichung empfohlen.

Arbeitsprogramm der TWGs für 1998

Das Arbeitsprogramm der TWGs für 1998 wurde im Juli 97 vom IEF beschlossen. Im Zuge der österreichischen Vorbereitung auf die im Arbeitsprogramm 1998 zu erstellenden BAT Dokumente wurden vom damaligen BMUJF in Absprache mit dem BMWA und dem BMLF Nationale Experten (NE) nominiert. Folgende Sektoren werden im Arbeitsprogramm 1998 behandelt:

| BAT Dokument | österr. NE vom | 1. Meeting |
|-------------------------------------|----------------|------------|
| Verarbeitung von Eisenmetallen UBA | Dez. 1997 | März 2000 |
| Glasherstellung | UBA | Jän. 1998 |
| Chloralkalielektrolyse | UBA | Dez. 1997 |
| Erzeugung von Nichteisenmetallen | UBA | Jän. 1998 |
| Verarbeitung von Nichteisenmetallen | UBA | Jän. 1998 |
| Gerbereien | BMLF | Feb. 1998 |
| Textilindustrie | BMLF | Feb. 1998 |
| Überwachung von Emissionen | UBA | Juni 1998 |

Für die BAT-Dokumente betreffend Nichteisenmetalle wurde eine Unterteilung nach Metallen bzw. Metallgruppen vorgenommen. Dazu wurden Untergruppen der TWG eingerichtet; die Einzelergebnisse wurden zu einem BAT-Dokument über Nichteisenmetalle zusammengeführt. Für die Erstellung des BAT-Dokumentes Glas, wobei auch Mineralfaser- und Frittenherstellung behandelt werden müssen, wurden ebenfalls Untergruppen gebildet.

Die Einrichtung von kleinen Gruppen ist für fachliche Diskussionen von Vorteil; die Reisekosten werden jedoch nicht von der Kommission refundiert und müssen vom jeweiligen Mitgliedsstaat getragen werden.

Für „Überwachung von Emissionen“ wurde ein Fragebogen vorbereitet. Die Arbeiten zu diesem Horizontaldokument waren auch im Oktober 2000 noch nicht weit fortgeschritten.

Die Letzte Konsultation zu den BAT-Dokumenten über „Nichteisenmetalle“ und „Papier und Zellstoff“ war der IEF vorbehalten. Nach der Vorstellung im IEF im Februar 2000 wurde nach Kommentaren durch die IEF Mitglieder die Dokument im August 2000 angenommen. Die EU Kommission stellte allerdings fest, dass sich diese Vorgangsweise nicht bewähre.

Arbeitsprogramm der TWGs für 1999

Das Arbeitsprogramm der TWGs für 1999 wurde im Februar 98 vom IEF beschlossen. Im Zuge der österreichischen Vorbereitung auf die im Arbeitsprogramm 1999 zu erstellenden BAT Dokumente wurden vom damaligen BMUJF in Absprache mit dem BMWA und dem BMLF Nationale Experten (NE) aus dem UBA und dem BMLF nominiert. Folgende Sektoren werden im Arbeitsprogramm 1999 behandelt:

| BAT Dokument | österr. NE vom | 1. Meeting |
|--|-----------------------|-------------------|
| Schmieden und Gießereien | UBA | Dez. 1998 |
| Abwasser und Abluftreinigung Chem. Ind. | BMLF/BMWA | Apr. 1999 |
| Organ. Großchemie | UBA | Apr. 1999 |
| Raffinerien | UBA | Juli. 1999 |
| Intensivtierhaltung | BMLF | Jän. 1999 |
| Anorgan. Großchemie Gase und Flüssigkeiten | UBA | xxxx |
| Emissionen aus Lagerung | UBA | Dez. 1999 |

Mit Ausnahme von „Anorgan. Großchemie Gase und Flüssigkeiten“ haben die Kick off Meetings stattgefunden und das EIPPC-Büro arbeitet an der Erstellung der 1. Drafts [Stand September 00]. Mit Stand Oktober 2000 wurden die ersten Drafts der Dokumente zu „Raffinerien“ (inkl. Kap. 4), „Organische Großchemie“ (inkl. Kap. 5), „Abwasser- und Abluftreinigung in der Chemischen Industrie“ (inkl. Kap. 4) von den Nationalen Experten kommentiert.

Arbeitsprogramm der TWGs für 2000

Das Arbeitsprogramm der TWGs für 2000 wurde im September 99 vom IEF beschlossen. Im Zuge der österreichischen Vorbereitung auf die im Arbeitsprogramm 1999 zu erstellenden BAT Dokumente werden vom damaligen BMUJF in Absprache mit dem BMWA und dem BMLF Nationale Experten (NE) nominiert. Folgende Sektoren werden im Arbeitsprogramm 1999 behandelt:

| BAT Dokument | österr. NE vom | 1. Meeting |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Großfeuerungsanlagen | BMUJF | Feb. 2000 |
| Anorgan. Großchemie, Feststoffe | UBA | xxx |
| Schlachthöfe / TKV | BMLF | Okt. 00 |
| Economics and Cross Media Issues | UBA | Mai 2000 |
| Nahrungsmittel und Milch | BMLF | xxx |

Eine Übersicht über den Stand der BAT Dokumente [Stand Oktober 2000] ist im folgenden Kapitel zusammengestellt.

2.2 Übersicht über den Stand der BAT Dokumente September 2000

| BAT Referenz Dokument | 1. TWG | Draft | 2. TWG | Bemerkung |
|---|---------|-------|---------|---------------------------------------|
| Arbeitsprogramm für 1997 | | | | |
| Eisen- und Stahlerzeugung | Juli 97 | Final | Nov. 98 | Juli 1999 und März 2000 ¹⁾ |
| Zement und Kalk | Juni 97 | Final | Nov. 98 | Sept. 99 und März 2000 |
| Papier und Zellstoff | Mai 97 | Final | Nov. 98 | August 2000 |
| Kühlsysteme ^{2, 3)} | Juni 97 | Final | Mai 00 | August 2000 |
| Arbeitsprogramm für 1998 | | | | |
| Verarbeitung von Eisenmetallen | Dez. 97 | Final | März 00 | August 2000 |
| Glasherstellung | Jän. 98 | Final | Nov. 99 | Juli 2000 |
| Chloralkalielektrolyse ³⁾ | Dez. 97 | Final | März 00 | August 2000, |
| Erzeugung und Verarbeitung von Nichteisenmetallen ⁴⁾ | Jän. 98 | Final | Nov. 99 | Zwei Experten im IPPCB Mai 2000 |
| Gerbereien ³⁾ | Feb. 98 | II | Nov. 00 | Abgrenzungsprobleme |
| Textilindustrie ³⁾ | Feb. 98 | -- | | Abgrenzungsprobleme |
| Überwachung von Emissionen | Juni 98 | -- | | 2. Meeting Nov. 2000 |
| Arbeitsprogramm für 1999 | | | | |
| Schmieden und Gießereien | Dez. 98 | -- | | Wenig Information vorh. |
| Abwasser und Abluftreinigung in der Chemischen Industrie | Apr. 99 | I | | Draft inkl. Kap. 4 |
| Organ. Großchemie | Apr. 99 | I | | Draft inkl. Kap. 5 |
| Raffinerien | Juli 99 | I | | Draft inkl. Kap. 4 |
| Intensivtierhaltung | Jän. 99 | -- | | Wenig Information vorh. |
| Anorgan. Großchemie Gase und Flüssigkeiten | xxx | -- | | Noch kein Kick-off Meeting |
| Emissionen aus Lagerung in der chem. Industrie | Dez. 99 | -- | | Fragebogen, Anlagenbesichtigungen |
| Ökonomische und Medienübergreifende Aspekte | Mai 00 | -- | | Task Force Oktober 2000 |
| Arbeitsprogramm für 2000 | | | | |
| Großfeuerungsanlagen | Feb. 00 | -- | | Anlagenbesichtigungen |
| Anorgan. Großchemie Feststoffe | xxx | -- | | Noch kein Kick-off Meeting |
| Schlachthöfe / TKV | Nov. 00 | -- | | |
| Nahrungsmittel und Milch | xxx | -- | | Noch kein kick-off Meeting |

¹⁾ Die Final Drafts werden nach ihrer Annahme durch das IEF noch auf Sprach- und Schreibfehler hin überarbeitet, dadurch gibt es verschiedene Versionen (Datum) von „Final Drafts“

²⁾ Vakuumsysteme wurden entgegen der ursprüngl. Planung nicht behandelt

³⁾ Bei folgenden Dokumenten wechselte der Sachbearbeiter des EIPPCB

⁴⁾ ursprünglich waren jeweils ein Dokument über Herstellung und Verarbeitung von NE-Metallen geplant

2.3 Übersetzung und Veröffentlichung der BREFs

Die Übersetzung der BREFs war stets begleitendes Diskussionsthema bei der Erstellung der BAT-Dokumente. Für die Verbreitung und Anwendung der Dokumente wäre eine Übersetzung in möglichst alle EU Sprachen wünschenswert.

Zu Beginn des Informationsaustausches (1997) erwarteten viele Mitgliedsstaaten eine Übersetzung der Dokumente in alle EU-Sprachen. Noch im November 1999 (Diskussionen im IEF) sollten das Preface, die Executive Summary und die Kapitel 5 („BAT“) und 7 („Conclusions and Recommendations“) der BAT-Dokumente in alle EU-Sprachen übersetzt und im offiziellen Journal der EU-Kommission veröffentlicht werden. Nach einer Aussage von Magnus Gislev (DG XI, Environment) im November 1999 gibt es eine interne Richtlinie der Kommission, die besagt, dass aus finanziellen Gründen nur 20 Seiten von nicht rechtsverbindlichen Dokumenten übersetzt werden. Die Übersetzung des Preface und der Standardeinleitung zu Kapitel 5 „BAT“ erfolgte im Frühjahr 2000. Mitteilungen im September 2000 zufolge wird außer den allgemeinen Kapiteln „Preface“ und „Standardeinleitung zu Kapitel 5“ nur die Executive Summary in alle EU-Sprachen übersetzt. Um den Genehmigungsbehörden ein Arbeiten mit den Dokumenten zu ermöglichen, wurde seitens der Kommission nach finanziellen Möglichkeiten für eine Übersetzung in einige gängige EU-Sprachen gesucht [Gislev Nov.1999, Sevilla]. Es ist nicht bekannt, ob diese Überlegungen noch aktuell sind.

Nach Stand des Wissens Dezember 2000 wird außer dem „Preface“ und der „Standardeinleitung zu Kapitel 5“ nur die Executive Summary in alle EU-Sprachen übersetzt und im offiziellen Journal der EU-Kommission veröffentlicht. Damit werden wichtige Informationen, die in Kapitel 4 und 5 enthalten sind, nicht übersetzt. Die Executive Summary, die nur die wesentlichen Schlussfolgerungen enthält, wird zum in allen Sprachen zugänglichen Ergebnis des Informationsaustausches.

Die in englischer Sprache abgefassten Dokumente sollen weiterhin über die homepage des EIPPC Büros (<http://eippcb.jrc.es>) zugänglich sein. Bereits jetzt sind auf diese homepage unter „Activities“ und „Documents and Reports“ die Drafts der BAT-Dokumente unter angebe des jeweiligen Status (1., 2. 3. Draft, Final Draft + Datum) abrufbar. Eine Veröffentlichung der ersten „Executive Summaries“ im Journal der Kommission wurde seitens der EU-Kommission im September 2000 für „bald“ zugesagt.

3 BAT ZEMENT UND KALK

Das Dokument über BAT zur Herstellung von Zement und Kalk wurde vom 6. IEF Meeting im September 1999 angenommen und der EU-Kommission zur Veröffentlichung empfohlen. Das Dokument gliedert sich in zwei Bereiche (1. Zement, 2. Kalk), von denen jeder gemäß der General Outline aufgebaut ist.

Insgesamt hat die Erstellung von der ersten TWG-Sitzung im Sommer 1997 bis zur Annahme durch das IEF im September 1999 etwas über 2 Jahre gedauert. Die 2. TWG Diskussion fand im November 1998 statt; die erste Präsentation im IEF im Dezember 1998. Das Dokument wurde noch einer Überarbeitungsrunde unterzogen. Ein Draft mit Datum Juni 1999 löste heftige Kritik aus, da der Bezugswert der mit BAT assoziierten Emissionswerte durch das EIPPC Büro ohne Rücksprache mit der TWG von „Tagesmittelwert“ auf „Langzeitmittelwert“ geändert wurde. Ein weiterer Draft wurde am 10. September 1999 am Internet veröffentlicht. Am 23. September wurden letzte Änderungen in der Executive Summary durchgeführt. Am 29./30. September wurde der Draft vom IEF angenommen. Der „Final Draft“ wurde im Februar 2000 am Internet veröffentlicht.

3.1 BAT Zement - Kurzbesprechung der einzelnen Kapitel

Das Dokument über Zementherstellung umfasst insgesamt ca. 70 Seiten, von denen 31 Seiten den beschreibenden Teil der ersten drei Kapitel bilden: Allgemeine Information, Prozessbeschreibung, gegenwärtige Emissions- und Verbrauchswerte. Das Kapitel 4 „Candidate BAT“ umfasst 15 Seiten, Die Kapitel 5, 6 und 7 sowie die Executive Summary wurden auf wenige Seiten begrenzt. Es erfolgt eine kapitelweise Kurzbesprechung des BREFs, in der Kommentare unmittelbar zum Inhalt des BREF abgegeben werden.

3.1.1 BAT Zement Kapitel 1 bis 3 („General Information“)

Entsprechend der General Outline werden in Kap. 1 „General Information“, in Kap. 2 „Applied Processes and Techniques“ und in Kap. 3 „Present Consumption/Emission Levels“ beschrieben.

Im beschreibenden Teil des Drafts werden die Bedeutung und die Situation der Zementindustrie in Europa, der Herstellungsprozess und die gegenwärtigen Verbrauchs- und Emissionswerte beschrieben. Gegenwärtige Verbrauchs- und Emissionswerte europäischer Anlagen haben oft unterschiedlichen Zeitbezug und unterschiedliche – und zum Teil unbekannte – technische Messbedingungen (Sauerstoffbezug, Abgastemperatur, Feuchte,...). Sie werden daher in Kapitel 3 als Wertebereiche bzw. als „Jahresmittelwerte“ ohne genau definierten Zeitbezug angegeben; auch eine Umrechnung auf Normalbedingungen erfolgt nicht.

In Tab. 3.1 werden Emissionsbereiche für europäische Zementanlagen (Tab. 1.8 im BREF) angegeben. In der Erklärung zu Tabelle 1.8 des Draft BAT Dokumentes, Februar 2000, heißt es: Die Massenangaben wurden auf Basis von 2000m³ Abluft/t Zement und 1 Mio t Klinker pro Jahr berechnet. Die Werte sind indikativ und beruhen auf verschiedenen Messtechniken. Der Sauerstoffgehalt ist meistens 10 %. Als Referenzen werden genannt: CEMBUREAU, HAUG, LOHSE, DUTCH REPORT.

Im Kapitel 1.3.8 **Monitoring** werden kontinuierliche Messungen für Abgasvolumenstrom, Feuchtigkeit, Temperatur, Staub, Sauerstoff, Stickoxide, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid empfohlen. Diskontinuierliche Messungen werden empfohlen für organischen Kohlenstoff, Salz- und Flusssäure, Ammoniak und Dioxine. Unter speziellen Umständen sollen auch BTX, PAHs und PCBs gemessen werden. Metalle sollen v.a. dann gemessen werden, wenn

sie als Verunreinigung des Rohmaterials oder des Brennstoffes in den Zementherstellungsprozess eingebracht werden.

Tabelle 3.1 „Emissionsbereiche aus Europäischen Zementanlagen“

| Schadstoff | Konzentration [mg/Nm ³] | Emissionsfaktor [kg/t Klinker] | Emission / Jahr [t/a] |
|--|--|-----------------------------------|--------------------------|
| NO _x (als NO ₂) | <200 - 3000 | <0,4 - 6 | 400 - 6000 |
| SO ₂ | <10 - 3500 | <0,02 - 7 | <20 - 7000 |
| Staub | 5 - 200 | 0,01 – 0,04 | 10 - 400 |
| CO | 500 - 2000 | 1 - 4 | 1000 - 4000 |
| CO ₂ | 400 – 520 g/Nm ³ | 800 - 1040 | 0,8 – 1,04 Millionen |
| TOC | 5 - 500 | 0,01 - 1 | 10 - 1000 |
| HF | <0,4 - 5 | <0,8 – 10 g/t | <0,8 – 10 |
| HCl | <1 – 25 | <2 – 50 g/t | <2 – 50 |
| PCDD/F | <0,1 – 0,5 ng/Nm ³ | <200 – 1000 ng/t | <0,2 – 1 g/a |
| Hg, Cd, Tl | 0,01 – 0,3 (v.a. Hg) | 20 – 600 mg/t | 20 – 600 kg/a |
| As, Co, Ni, Se, Te | 0,001 – 0,1 | 2 – 200 mg/t | 2 – 200 kg/a |
| Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, Zn | 0,005 – 0,3 | 10 – 600 mg/t | 10 – 600 kg/a |

3.1.2 BAT Zement Kapitel 4 (Candidate BAT)

In Kapitel 4 werden neben Eingangs- und Prozesskontrolle der Energiebedarf und Emissionsminderungstechniken für Luftschadstoffe behandelt.

Energieverbrauch und Prozessauswahl

Der Energieverbrauch für Anlagen mit mehrstufigen Zyklonvorwärmern und / oder Vorkalzinatoren wird mit **2900 – 3200MJ/t** Klinker angegeben. Für Neuanlagen und Modernisierung von Altanlagen wird das Trockenverfahren mit mehrstufiger Vorwärmung und Vorkalzinierung als Stand der Technik angesehen. Größere Umrüstungen werden nur im Zusammenhang mit einer Produktionssteigerung als (ökonomisch) machbar bezeichnet.

Beispiele um den Verbrauch an Wärmeenergie zu minimieren sind der Einsatz moderner Klinkerkühler, sowie die Nutzung der Abwärme zum trocknen und Vorwärmen. Ebenfalls genannt werden Prozessoptimierung und -kontrolle, sowie der Einsatz energiesparender Mahlaggregate zur Minderung des Verbrauches an elektrischer Energie.

Prozessoptimierung und Emissionskontrolle

Die Optimierung des Brennprozesses dient der Minderung des Energieeinsatzes, der Erreichung der gewünschten Produktqualität und der Erhöhung der Einsatzzeit der Betriebsmittel (z.B. Ofenausmauerung). Die Minderung von manchen Luftemissionen ist ein Nebeneffekt der zwecks Prozessoptimierung gleichmäßig gehaltenen Prozessbedingungen.

Folgende Verfahren (siehe Tabelle 3.2 „Überblick über Techniken zur NO_x Minderung“) werden zur **Kontrolle von NO_x Emissionen** inkl. Wirkungsgrad und Kostenabschätzung beschrieben: Flammenkühlung, Low-NO_x-Brenner, gestufte Verbrennung, Mid-kiln-Feuerung, mineralisierter Klinker, Selektive nicht katalytische Reduktion (SNCR) und selektive katalytische Reduktion (SCR). Im ersten Draft waren in der Tabelle medienübergreifende Effekte

qualitativ angeführt. Diese Spalte in der Tabelle wurde im Final Draft des BREF aus Platzgründen entfernt.

Unter Primärmaßnahmen wird darüber hinaus erläutert, dass moderne, optimierte Anlagen mit Wärmetauscher bzw. Vorkalzinator NO_x -Emissionswerte von 500 mg/m^3 entweder nur mit Primärmaßnahmen oder durch zusätzlichen Einsatz einer gestuften Verbrennung erreichen können.

Kommentar: Die als Primärmaßnahme angeführte Flammenkühlung durch Wasser oder Brennstoff kann zu Problemen beim Ofenbetrieb führen. Auch sind gesicherte Minderungsraten nicht erreichbar bzw. wurden zu den genannten Minderungsraten (Cembureau) keine Rohgaskonzentrationen angegeben. Nach Angaben österreichischer Betreiber wird die Flammenkühlung allenfalls zum Abfangen von Emissionsspitzen verwendet.

Bei der Herstellung von mineralisiertem Klinker kann durch Zusätze zum Rohmaterial die Temperatur in der Sinterzone erniedrigt werden. Dieses Verfahren verändert die Klinkerqualität, einzige Referenz dafür ist [Cementa AB, 1994].

Gestufte Verbrennung wird üblicherweise in Anlagen mit Vorkalzinator eingesetzt. In Zyklon-Wärmetauscheranlagen ohne Vorkalzinator sind wesentliche (und teure) bauliche Änderungen für den Einsatz der gestuften Verbrennung erforderlich. Für den Fall, dass keine Produktionssteigerung durch den Einbau eines Vorkalzinators geplant ist, behilft man sich mit einer „kleinen“ Tertiärluftleitung mit Kalzinator. In diesem Fall werden nur 10-25 % der Ofen-Abwärme durch den Kalzinator geleitet, wobei eine reduzierende Zone entsteht, in der die Stickoxide zersetzt werden.

Tabelle 3.2 „Überblick über Techniken zur NO_x Minderung“

| Technik | Anwendbarkeit | Minderungsgrad [%] | Emissionen | | Kosten ³ | |
|------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | [mg/m^3] ¹ | [kg/t] ² | Invest | Betrieb |
| Flammenkühlung | alle | 0-50% | 400- | 0,8- | 0,0-0,2 | 0,0-0,5 |
| Low- NO_x -Brenner | alle | 0-30% | 400- | 0,8- | 0,15-0,8 | 0 |
| Gestufte Verbrennung | Wärmetauscher | 10-50% | <500-1000 | <1,0-2,0 | 1-4 | 0 |
| | Vorkalzinator | | | | 0,1-2 | 0 |
| Mid-Kiln Feuerung | Langes DR | 20-40% | k.A. | k.A. | 0,8-1,7 | k.A. |
| Mineralisierter Klinker | alle | 10-15% | k.A. | k.A. | k.A. | k.A. |
| SNCR | WT und Vorkalzinator | 10-85% | 200-800 | 0,4-1,6 | 0,5-1,5 | 0,3-0,5 |
| SCR – Daten von Pilotanlagen | mögl. alle | 85-95% | 100-200 | 0,2-0,4 | ca. 2,5 ⁴ | 0,2-0,4 ⁴ |
| | | | | | 3,5-4,5 ⁵ | k.A. ⁵ |

1 normalerweise Tagesmittelwert, trockenes Abgas, Normbedingungen (273K, 101,3Pa), 10% O_2

2 kg/t Klinker, Umrechnungsbasis $2000 \text{ m}^3/\text{t}$ Klinker

3 Investitionskosten in Mio Euro (10^6) und Betriebskosten in Euro / t Klinker; üblicherweise gerechnet für eine Ofenkapazität von 3000t/Tag und Rohgaskonzentrationen von bis zu $2000 \text{ mgNO}_x/\text{m}^3$

4 Kostenabschätzung von Ökopol für eine SCR Großanlage (Kapazität 1000-5000t Klinker/Tag, Rohgaskonzentrationen zwischen 1300 und $2000 \text{ mg NO}_x/\text{m}^3$), Betriebskosten ca. um 25% niedriger als bei SNCR

5 Kostenschätzung von Cembureau für eine SCR Großanlage

SNCR ist eine gängige Technologie in der europäischen Zementindustrie, 18 Anlagen werden in EU und EFTA Staaten betrieben. Die meisten SNCR-Anlagen arbeiten mit 10-50% Reduktion und emittieren derzeit 500-800 mg NO_x /Nm³, in Abhängigkeit von der Rohgaskonzentration und den vorgeschriebenen Grenzwerten. In zwei schwedischen Anlagen werden Minderungsraten von 80-85% und Emissionen im Reingas von unter 200 mg/m³ erreicht. Die Reduktion hat einen optimalen Temperaturbereich zwischen 800 und 1000°C und erfordert ausreichende Verweilzeiten. Bei zu niedrigen Temperaturen tritt Ammoniak schlupf auf, bei zu hohen Temperaturen steigen die NO_x-Emissionen, da NH₃ zu NO_x oxidiert wird.

SCR ist eine gängige Technologie zur Reduktion von NO_x-Emissionen in vielen Industriezweigen. Die Reduktion am Katalysator findet im Temperaturbereich zwischen 300 und 400°C statt und erlaubt hohe Minderungsraten bis zu 95%. Pilotversuche in Zementwerken in Österreich, Italien, Schweden und Deutschland verliefen erfolversprechend, in D, Solnhofen wird die erste Großanlage gebaut. Mehrere Anlagenbauer in Europa bieten Großanlagen für Zementwerke mit Reingaswerten von 100-200 mg/m³ an. Derzeit sind die vergleichsweise hohen Investitionskosten (gegenüber SNCR und gestufter Verbrennung für Anlagen mit Vorkalzinator) und die mit der ersten Großanlage verbundenen Risiken das größte Hindernis für den Einsatz der SCR-Technik in der Zementindustrie.

Zur **Minderung von SO₂-Emissionen** wurden folgende Verfahren angeführt: Absorbenszugabe, Trockensorption, Nasswäsche und Aktivkohlebett. Erreichbare Emissionen und Kosten sind in einer Tabelle zusammengefasst, die allerdings keine Ausgangskonzentration für SO₂ angibt. Zum Verständnis ist daher das Lesen der nachfolgenden Unterkapitel notwendig; die wesentlichsten Informationen sind als Fußnoten in Tabelle 3.3 „Überblick über Techniken der SO₂ Minderung“ ergänzt.

Tabelle 3.3 „Überblick über Techniken der SO₂ Minderung“

| Technik | Anwendbarkeit | Minderungsgrad [%] | Emissionen | | Kosten ³ | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| | | | [mg/m ³] ¹ | [kg/t] ² | Invest | Betrieb |
| Absorptionsmittelzugabe ⁸ | alle | 60-80% | 400 | 0,8 | 0,2-0,3 | 0,1-0,4 |
| Trockensorption ⁷ | Trockenverf. | bis 90% | <400 | <0,8 | 11 | 1,4-1,6 |
| Naß-Sorption ⁶ | alle | >90% | <200 | <0,4 | 6-10 | 0,5-1 |
| Aktivkohle-Sorption ⁵ | Trockenverf. | bis 95% | <50 | <0,1 | 15 ⁴ | k.A. |

1 normalerweise Tagesmittelwert, trockenes Abgas, Normbedingungen (273K, 101,3Pa), 10% O₂

2 kg/t Klinker, Umrechnungsbasis 2000m³/t Klinker

3 Investitionskosten in Mio Euro (10⁶) und Betriebskosten in Euro / t Klinker

4 Kosten inklusive SNCR Anlage (Kapazität 2000t Klinker/Tag, Rohgaskonzentrationen zwischen 50 und 600mg SO₂/m³),

5 Das Verfahren mindert auch NO_x, Metalle, NH₃, HCl, HF, VOC, Reststaub und Ammoniumsalze (1 Anlage in der Zementindustrie, Siggenthal, CH)

6 Das Verfahren mindert auch Metalle, HCl, HF, Reststaub und NH₃. Kostenkalkulation von Cembureau für 3000t/Tag und Rohgaskonzentrationen bis zu 3000mg/Nm³ auf Basis von 2 Referenzanlagen

7 Das Verfahren mindert auch HCl und HF. Es gibt eine Referenzanlage in der Schweiz, Untervaz, Rohgaskonzentrationen ca 2500mg SO₂/Nm³, Reingaskonzentrationen 385mg SO₂/Nm³

8 Absorptionsmittel wird direkt in das Abgas eingedüst, Hauptanwendungsgebiet sind Anlagen mit Zyklonvorwärmer und mit geringer SO₂-Konzentration im Abgas oder das Abfangen von Emissionsspitzen.

Bei Zementanlagen gibt es drei Punktquellen für **Staubemissionen**: Den Ofen, den Klinkerkühler und die Zementmahlanlage. Für die Minderung von Staubemissionen werden Elektrofilter, Gewebefilter und Vermeidung diffuser Emissionen angeführt. Mit gut ausgelegten E-Filtern sind Emissionen von 5-15mg/Nm³ im Monatsmittel erreichbar, mit Gewebefiltern sind Emissionen von unter 5mg/Nm³ erreichbar. Es sind auch verschiedene Möglichkeiten zur Minderung von diffusen Emissionen angegeben.

Tabelle 3.4 „Überblick über Techniken der Staub-Minderung“

| Technik | Anwendbarkeit | Emissionen | | Kosten ³ | |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | | [mg/m ³] ¹ | [kg/t] ² | Invest | Betrieb |
| E-Filter | Ofen | 5-50 | 0,01 – 0,1 | 2,1-4,6 | 0,1-0,2 |
| | Zementkühler und Zementmühle | 5-50 | 0,01 – 0,1 | 0,8-1,2 | 0,09-1,18 |
| Gewebefilter | Ofen | 5-50 | 0,01 – 0,1 | 2,1-4,3 | 0,15-0,35 |
| | Zementkühler | 5-50 | 0,01 – 0,1 | 1,0-1,4 | 0,1 - 0,15 |
| | Zementmühle | 5-50 | 0,01 – 0,1 | 0,3-0,5 | 0,03-0,04 |
| Diffuse Emissionen | Alle Anlagen | - | - | - | - |

1 normalerweise Tagesmittelwert, trockenes Abgas, Normbedingungen (273K, 101,3Pa), 10% O₂

2 kg/t Klinker, Umrechnungsbasis 2000m³/t Klinker

3 Investitionskosten in Mio Euro (10⁶) und Betriebskosten in Euro / t Klinker (Kapazität 3000t Klinker/Tag, Rohgaskonzentrationen bis zu 500g Staub/m³, Reingaskonzentration 10-50mg Staub/m³),

Bezüglich **VOCs und Dioxinen** wird angeführt, dass diese Emissionen vermieden werden können, wenn der Gehalt an organischen Bestandteilen im Rohmaterial gering ist und chlorierte Stoffe nicht in der Sekundärfeuerung eingesetzt werden. Das Temperaturfenster von 450 bis 200°C sollte so rasch wie möglich durchschritten werden. Wenn Dioxine und VOCs auftreten, kann eine Absorption am Aktivkohlereaktor in Betracht gezogen werden. Die Information, dass an geeigneten Katalysatoren neben NO_x auch VOC, PCDD/Fs und CO gemindert werden können, findet sich im Kapitel über SCR-Technik. Geruchsbelästigungen können durch Nachverbrennung vermieden werden, oder indem das kontaminierte Rohmaterial der heißen Ofenzone zugeführt wird.

Schwermetalle können begrenzt werden, in dem man ihren Eintrag in den Ofen begrenzt. Das BAT Dokument empfiehlt hier: Es sollte vermieden werden, Materialien mit einem *hohen* Schwermetallgehalt in das Ofensystem einzubringen. Die Anreicherung der Schwermetalle in den inneren und äußeren Kreisläufen führt zum Anstieg der Emissionen. Hier ist eine Unterbrechung des äußeren Kreislaufes eine Möglichkeit, der entnommene Staub *kann bei geeigneter chemischer Zusammensetzung* bei der Zementmahlung zugesetzt werden. Emittierte Schwermetalle finden sich zum Großteil im Staub wieder. Bei flüchtigen Schwermetallen (vor allem Hg) eignen sich Absorptionsverfahren zur Emissionsminderung. **Kommentar:** Auf die Anreicherung der Schwermetalle im Staub und deren Zumischung zum Zement beim Mahlprozess wird hier etwas deutlicher eingegangen als im Abschnitt über Abfälle. Dennoch fehlen konkrete Aussagen über den Eingangsgehalt oder den Gehalt im Staub, der noch eine Zumischung zum Zement erlaubt. Namentlich genannt werden nur Thallium und Quecksilber; andere Metalle wie Blei, Zink, Cadmium oder Chrom werden nicht erwähnt.

Als **Abfall** fällt nur der abgeschiedene Filterstaub an. Wenn möglich sollte dieser in den Zementherstellungsprozess zurückgeführt werden. Alternative Anwendungen können für nicht recyclebares Material gefunden werden. Als Limitierung für das Recycling wird hier nur der Alkaligehalt im Staub genannt. Auf Schwermetalle im Staub wird im Abschnitt über Schwermetalle eingegangen. **Lärminderung** wird im BAT Dokument nicht behandelt.

3.1.3 BAT Zement, Kapitel 5 (BAT)

Das Kapitel 5 „BAT“ besteht aus einer sehr langen Einleitung (Preface, für alle BAT-Dokumente gleich) und einer eher kurzen Darstellung der mit BAT assoziierten Emissionswerte für Staub, SO_x und NO_x. Bei NO_x war die TWG über BAT Technologien und assoziierte Emissionswerte uneinig, was sich in den Ausführungen des Kapitel 5 zeigt.

Kapitel 5 behandelt im Vergleich zu Kapitel 4 nur mehr den Energieeinsatz, „General Primary Measures“, Abfall, und BAT assoziierte Emissionswerte für NO_x, SO₂ und Staub. Als Bezugszeitraum wurde schließlich Normalbedingungen, trockenes Abgas und Tagesmittelwert gewählt.

Mit BAT assoziierte Emissionswerte für Staub: 20-30mg/m³

Mit BAT assoziierte Emissionswerte für SO₂: 200-400mg/m³

Mit BAT assoziierte Emissionswerte für NO_x: 200-500mg/m³

Die Experten waren sich einig, dass moderne Anlagen mit Wärmetauscher bzw. Vorkalzinator NO_x-Emissionswerte von 500 mg/m³ entweder nur mit Primärmaßnahmen oder durch zusätzlichen Einsatz einer gestuften Verbrennung erreichen können. Einigkeit bestand auch dahingehend, dass die meisten Anlagen in der EU NO_x Emissionen unter 1200 mg/m³ mit Primärmaßnahmen erreichen. Mit einer ca. 60 % Minderung durch SNCR sind ebenfalls Werte unter 500 mg/m³ erreichbar. Die meisten Anlagen mit SNCR emittieren derzeit 500-800 mg/Nm³, in Abhängigkeit von der Rohgaskonzentration und den vorgeschriebenen Grenzwerten. Die Bedenken der Industrievertreter bezogen sich v.a. auf die Anwendung von Kombinationen aus Primär- und Sekundärmaßnahmen und damit letztlich auf die ökonomische Verfügbarkeit (vergl. Tabelle 3.2 „Überblick über Techniken zur NO_x Minderung“).

Für NO_x Minderung und assoziierte BAT Emissionswerte wurden in Kapitel 5 „split views“ angegeben: Neben dem weitgehend im Konsens gefundenen BAT-Bereich von 200-500 mg/Nm³ waren in der TWG die Meinungen vertreten daß 500-800 mg/Nm³ ein geeigneter Wert ist bzw. dass 100-200 mg/Nm³ bei Einsatz von SCR als BAT Technologie erreichbar sind.

Das Kapitel über BAT enthält keine Werte über Schwermetallemissionen, VOC, CO, HCl, HF und Dioxine. In der Executive Summary und in Kapitel 7 wird angeregt, diese Werte bei einer Überarbeitung des Dokumentes 2005 einzuarbeiten.

3.1.4 BAT Zement, Kapitel 6 („Emerging Techniques“)

Dieses Kapitel ist ebenfalls sehr kurz und behandelt Versuche mit Wirbelschicht-Technologie (Versuchsanlage mit 20t Klinker/Tag in Japan) zur Zementherstellung und die kombinierte Anwendung von gestufter Verbrennung und SNCR.

3.1.5 BAT Zement, Kapitel 7 („Conclusions and Recommendations“)

In diesem Kapitel (nur eine halbe Seite) wird über die beteiligten Staaten und Institutionen berichtet. Über derzeitige Praxis bei der Zementherstellung war genügend Information vorhanden, nicht jedoch über besonders gute oder schlechte Einzelanlagen. Angaben zu Kosten wurden als schwer bewertbar eingeschätzt, da oft nicht ersichtlich ist, was alles inkludiert wurde. Die Kostenangaben sollen eher als Anhaltspunkte gesehen werden und nicht als genaue Angaben. Weiters sind Empfehlungen für die Überarbeitung des Dokumentes enthalten.

Nicht enthalten sind Angaben zum Konsens in der TWG zu den einzelnen Bereichen. Die General Outline hat diese Information für Kapitel 7 vorgesehen. Dennoch sind die divergierenden Auffassungen zu NO_x in Kapitel 5 und in der Executive Summary dargestellt. Als

Grund darf vermutet werden, dass zum Zeitpunkt der Erstellung unsicher war, welche Kapitel der BAT-Dokumente in alle EU-Sprachen übersetzt werden.

Ebenfalls nicht enthalten sind die wesentlichen Ergebnisse aller Kapitel des BREF (wie in der General Outline vorgesehen). Es besteht nun sicher kein Bedarf, eine zweite Exekutive Summary zu verfassen, andererseits sind die wesentlichen Ergebnisse von Kapitel 3 (Monitoring) und Kapitel 4 (Emissionsminderung von Metallen, VOC, CO, HCl, HF, PCDD/Fs) derzeit nirgends zusammengefasst.

3.1.6 BAT Zement, Executive Summary

Die Executive Summary soll die wesentlichen Inhalte jedes Kapitels wiedergeben und so das ganze Dokument zusammenfassen. Die Executive Summary soll als Einzeldokument lesbar – nicht jedoch als Einzeldokument anwendbar – sein.

In der Executive Summary von „BAT Zement“ sind folgende Informationen enthalten:

- Herstellungsprozess aus Kap. 1 – 3 inkl. typische Brennstoffe
- BAT Energieverbrauch von 3000MJ/t Klinker
- BAT Technologien und assoziierte Emissionswerte für Staub (20-30 mg/Nm³), SO₂ (200-400 mg/Nm³) und NO_x (200-500 mg/Nm³) (Kap. 5) und derzeit übliche Emissionswertebereiche für Staub, SO_x und NO_x im Vergleich zu den BAT Werten. Zu NO_x wurde noch ergänzt, dass die meisten europäischen Anlagen 1200 mg/Nm³ durch Einsatz von Primärmaßnahmen erreichen könnten.
- Für NO_x Minderung und assoziierte BAT Emissionswerte wurden die „split views“ angegeben: Neben 200-500 mg/Nm³ als BAT Level waren in der TWG die Meinungen vertreten dass 500-800 mg/Nm³ ein geeigneter Wert ist bzw. dass 100-200 mg/Nm³ bei Einsatz von SCR als BAT Technologie erreichbar sind.
- Empfehlungen für eine Überarbeitung 2005 unter besonderer Berücksichtigung der Minderung von NO_x Emissionen (Entwicklung von SCR und hoch effizientes SNCR), BAT assoziierten Emissionswerten für, VOC, Metalle, HCl, HF, CO und PCDD/Fs. (Kap. 7), Informationen zu CO-Trips und chemischen Additiven.

Der Zeitbezug für die BAT Emissionswerte ist in einer Fußnote ausgeführt: Tagesmittelwert, Normalbedingungen und 10% O₂.

Nicht enthalten sind das Kapitel über Emissionsmessung („Monitoring“) aus Kap. 3 und Informationen über Minderung von Emissionen, die nur in Kap. 4 besprochen werden (VOC, CO, HCl, HF, Metalle, PCDD/Fs). Auf diese Informationen wird auch nicht im Text oder mittels Fußnote verwiesen.

Querverweise sind in der Executive Summary enthalten zu: split views (NO_x), Zeitbezug für BAT-Emissionswerte und Anwendbarkeit der BAT Technologien zu SO_x und NO_x.

3.2 BAT Kalk

3.2.1 BAT Kalk, Kap. 1-3

Die Entwicklung der Kalkherstellung sowie der Anteil der EU Mitgliedsstaaten sind im allgemeinen Teil ebenso angeführt, wie die Produkte (gebrannter Kalk, Kalziumhydroxid, Kalkmilch) und die wichtigsten Verbraucher (Stahlind., Papierind., Zuckerind.). Die wichtigsten Brennstoffe werden angeführt und deren anteilmäßiger Einsatz auf Basis von EULA-Daten aus 1995. Ebenso stammen die meisten anderen statistischen Daten aus 1995. Im Vergleich

zum Beginn der Arbeiten an diesem Dokument 1997 ist das eine gute Datenbasis – die Veröffentlichung wird aber frühestens 2000 sein.

Zahlreiche mögliche Öfen werden bei der Prozessbeschreibung angeführt; die meisten derzeit eingesetzten Öfen sind Schacht- oder Drehrohröfen. Ebenfalls behandelt wird Lagerung und Handhabung, da die Produkte mit Wasser und CO₂ reagieren. Zu den in anderen Sektoren produzierenden Kalköfen wird festgehalten, dass sie sich in Verbrauchs- und Emissionswerten nicht von anderen Kalköfen unterscheiden.

Bezüglich Emissionsmessung wird die Ansicht der EULA zitiert, dass kontinuierliche Messungen nicht üblich und auch nicht gerechtfertigt sind. Weiters wird ausgeführt, es könnte angebracht sein bei große Drehrohröfen kontinuierliche Messungen vorzunehmen (eine Anlage in D hat kontinuierliche Staub und NO_x-Messung).

3.2.2 BAT Kalk, Kap. 4 („Candidate BAT“)

Dieses Kapitel umfasst 6 Seiten und geht überblicksmäßig auf die verschiedenen Emissionsquellen (Schachtöfen, Drehrohröfen, Mahlvorrichtungen, Hydratisierungsanlagen) ein. Als Minderungsmaßnahmen werden Brennstoffauswahl und Prozesskontrolle angeführt; für Staub auch Sekundärmaßnahmen. Zahlenangaben finden sich weder zum Energieverbrauch noch zu Emissionen mit Ausnahme von Staub. Zur Staubminderung sind Kostenabschätzungen von EULA angeführt.

3.2.3 BAT Kalk, Kap. 5 (BAT)

In Kapitel 5 (2 Seiten) sind nach der Standardeinleitung Allgemeine Primärmaßnahmen als BAT für Anlagen zur Kalkherstellung genannt:

- Gleichmäßige, Stabile Prozessbedingungen (Prozessoptimierung und Kontrolle)
- Wärmerückgewinnung vom Abgas, Energieeffiziente elektrische Maschinen
- Sorgfältige Auswahl des Rohmaterials (niedriger S- N- und Cl-Gehalt)

Nur zu Staub sind Emissionsminderungstechnologien (Primärmaßnahmen, E-Filter, Gewebefilter, Nasswäscher) angeführt, und ein BAT-Wert von 50 mg/Nm³ genannt. Zeitbezug: Tagesmittelwert, Normalbedingungen, 10% O₂.

Die Verwendung von Abfall in ausgewählten anderen Produkten wird als BAT bezeichnet.

3.2.4 BAT Kalk, Kap. 6 und 7

Unter Kap. 6 „In Entwicklung befindliche Verfahren“ (Emerging Techniques) werden genannt:

- Wirbelschichtkalzinierung
- Flash Calziner / Suspension Preheater
- Absorptionsmittelzugabe zur Minderung von SO₂ Emissionen
- CO-peak management
- Keramikfilter

In Kapitel 7 („Conclusions and Recommendations“) wird der Informationsmangel sowohl über technische Daten als auch über ökonomische Daten beklagt. Die Behandlung von Minderungstechnologien und Emissionsmessung bei der Überarbeitung des Dokumentes wird empfohlen.

3.2.5 BAT Kalk, Executive Summary

Die Executive Summary führt Beispiele für andere industrielle Prozesse an, in denen Kalk verwendet wird. Der Herstellungsprozess wird ganz kurz beschrieben, ebenso wie die wichtigsten Handelsformen: gebrannter Kalk, Kalziumhydroxid und Kalkmilch. Angegeben werden die Tonnen Kalkstein pro Tonne gebrannter Kalk, übliche Brennstoffe (inkl. Petrolkoks) und übliche Anlagengrößen (50 – 500 t/Tag).

Als wesentliche Umweltbelange werden Energieverbrauch und Luftemissionen angegeben. Der Energieverbrauch betrifft hauptsächlich den Brennprozess, aber auch Mahl- und Suspensionsprozesse. Spezifische Angaben werden nicht gemacht, auch ein BAT assoziierter Energieverbrauch ist nicht angegeben.

Als Luftemissionen sind Staub, SO₂, NO_x und CO angeführt. Lediglich zu Staub werden BAT Technologien (Primärmaßnahmen, E-Filter, Gewebefilter, Nasswäscher) angeführt, und ein BAT assoziierter Emissionswert von 50 mg/Nm³ genannt. Der Zeitbezug wird in einer Fußnote genannt: Tagesmittelwert, Normalbedingungen, 10 % O₂.

Zu den NO_x Emissionen wird angemerkt, dass einige Drehrohröfen mit Low NO_x Brennern ausgestattet sind; andere Emissionsminderungsmaßnahmen für NO_x werden aber in der Kalkindustrie nicht angewendet. Es werden keine BAT assoziierten Emissionswerte angegeben.

Zu SO₂ wird der Zusammenhang zwischen Schwefelgehalt im Rohstoff bzw. im Kalk und SO₂ Emissionen ausgeführt. Absorptionstechnologien werden derzeit nicht bei der Kalkherstellung eingesetzt. Es werden keine BAT assoziierten Emissionswerte angegeben.

Für eine Überarbeitung des Dokumentes wird eine Behandlung der Minderungstechnologien sowie von Messtechnik bei der Kalkherstellung empfohlen.

3.3 Vergleiche und Bewertungen

3.3.1 Vergleich des BAT Dokumentes „Zement“ mit österreichischen Standards

In Österreich sind Emissionen luftverunreinigender Stoffe aus Anlagen zur Zementherstellung in der Verordnung für Anlagen zur Zementerzeugung (BGBl. 1993/63) auf Basis des § 82 GewO geregelt. Die Verbrennung von gefährlichen Abfällen in Zementwerken ist in Österreich in Umsetzung der RL 94/67EG durch zwei Verordnungen über Verbrennung gefährlicher Abfälle (BGBl. II Nr. 22/1999 auf Basis des § 29 AWG und BGBl. Nr. II 32/1999 auf Basis des § 82 GewO) geregelt.

Im Gegensatz zu österreichischen Regelungen unterscheidet das BAT Dokument über Zementherstellung nicht zwischen Einsatz gefährlicher und nicht gefährlicher Abfälle als Brennstoff. Weiters wird Petrolkoks als „üblicher“ Brennstoff für Zementanlagen, mit einem europaweiten Einsatz von 39 % (1995) bezeichnet. Im Abfallverzeichnis der EU (EWC, „European Waste Catalogue“), Entscheidung der Kommission 94/3/EG gemäß Art. 1a der RL 75/442/EWG, ist Petrolkoks nicht als Abfall genannt. In Österreich ist Petrolkoks gemäß Ö-Norm S 2100 Abfall mit der Schlüsselnummer 54919.

Im BAT-Dokument (Kap. 1 „Allgemeine Information“) genannt sind übliche Brennstoffe und üblicherweise eingesetzte Abfälle auf Basis der Daten von 1995: Petrolkoks 39 %, Kohle 36 %, Öl 7 %, Lignit 6 %, Gas 2 %, Diverse Abfälle 10 %. In Österreich lag der Anteil der Ersatzbrennstoffe (inkl. Petrolkoks) 1995 bei 20,7 % [HACKL&MAUSCHITZ 1997], wobei der Anteil von Petrolkoks am gesamten Energieeinsatz lediglich 1,8 % betrug. In Österreich wurden 1995 folgende Ersatzbrennstoffe, geordnet nach Anteil an der gesamten Brennstoffwärmeleistung, eingesetzt: Altöl 10,1 %, Altreifen 5 %, Petrolkoks 1,8 %, Kunststoffabfälle 1,7 %, Lösungsmittel 1,2 %, Papierfaserreststoff 0,6 %, Tallölpech, Sonstige.

In Kap. 2, „Angewendete Prozesse und Techniken“, sind häufig verwendete Abfälle angegeben: Altreifen, Gummiabfälle, Papierabfälle, Altöle, Holzabfälle, Papierfaserreststoff (Schlämme), Klärschlamm, Kunststoffabfälle und gebrauchte Lösemittel. Die unterschiedlichen Verbrennungsbedingungen in der Primär- und in der Sekundärfeuerung werden erwähnt. Es wird darauf hingewiesen, dass eine Einbindung von flüchtigen Metallen (Hg, Tl) in den Klinker oder die Zerstörung von organischen Verbindungen aus Abfallbrennstoffen, die nicht die Primärbrennzone passieren, unterbleibt, und zu Emissionen führt.

In Kapitel 4 (Candidate BAT) und Kapitel 5 (BAT) ist unter Auswahl der Roh- und Brennstoffe zu finden: Emissionen können durch die sorgfältige Auswahl der Stoffe, die in den Ofen eingebracht werden gemindert werden. Das gilt z.B. für die Begrenzung von Schwefel, organischen Komponenten, Chlor, Metallen und Stickstoffverbindungen in den Roh- und Brennstoffen. Eine Unterscheidung in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle wurde im BAT-Dokument nicht getroffen. Auf die EU-Richtlinie über Verbrennung gefährlicher Abfälle 94/67/EC wird im Anhang des Dokumentes verwiesen. In den österreichischen VO zur Verbrennung gefährlicher Abfälle ist festgehalten, dass diese nur in der Primärfeuerung eingesetzt werden dürfen.

In Tabelle 3.5 ist ein Vergleich der BAT Standards mit der österreichischen Zementanlagenverordnung und den Emissionsgrenzwerten für Mitverbrennung in Zementanlagen gemäß der VO über Verbrennung gefährlicher Abfälle (BGBl. Nr. 63/1993) zusammengestellt.

Während die Emissionswerte im BAT-Dokument als Tagesmittelwerte bei Normalbedingungen und 10% O₂ angegeben werden, sind die Beurteilungswerte für diese Emissionen in den österreichischen Verordnungen Halbstundenmittelwerte mit Ausnahmen (An- und Abfahrphase, Störungen) und Überschreitungsregelungen bei kontinuierlicher Messung.

Maßnahmen gegen diffuse Staubemissionen werden sowohl im BAT-Dokument als auch in der Zementanlagen VO gefordert. Grenzwerte bzw. BAT-Werte für Emissionen aus Punktquellen mit Abluftleitung sind für Staub, SO₂ und NO_x angegeben. Eine gleichmäßige Betriebsweise von Ofen und E-Filter ohne große Emissionsschwankungen vorausgesetzt, reflektieren die Emissionswerte für Staub und NO_x im BAT-Dokument sicher am ehesten den Stand der Technik. Die mittlere Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für Staub 21 mg/Nm³ und für NO_x 680 mg/Nm³ [HACKL&MAUSCHITZ]. Die niedrigste Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für Staub 4 mg/Nm³ und für NO_x 371 mg/Nm³. Die geltenden Emissionsgrenzwerte der Zementanlagenverordnung für Staub und SO₂ wurden auch von den maximalen Emissionskonzentrationen nicht überschritten [HACKL&MAUSCHITZ]. Die für SO₂ angegebene BAT-Emissionswerte sind den Werten in den VO sehr ähnlich.

Für die Emissionen von Schwermetallen, TOC, HCl, HF, PCDD/Fs und CO wurden keine BAT-Emissionswerte angegeben. Dies soll bei der Überarbeitung des Dokumentes erfolgen. Die österreichische Zementanlagen VO regelt die Emissionen einiger Schwermetalle. Bei Werken, die unter die Mitverbrennungsregelung fallen, ist zusätzlich ein Grenzwerte für Hg, vorgeschrieben. Weiters sind folgende Metalle - gemeinsam mit Co, Ni, As, Pb - für den Summengrenzwert zu bestimmen: Cr, Sb, Cu, Mn, V und Sn. Die Zementanlagen VO regelt nicht die Emissionen von HCl, HF, CO, PCDD/Fs und TOC. 1996 lagen in österr. Zementwerken selbst die maximalen Emissionskonzentrationen von HCl und HF deutlich unter den Emissionsgrenzwerten, die für die Mitverbrennung von Abfällen gelten.

Niedrige Konzentrationen von CO und organ. C (TOC) sind Zeichen für eine vollständige Verbrennung bei genügendem O₂-Gehalt und entsprechend hohen Temperaturen. Weiters können TOC- und CO-Emissionen aus dem Rohmaterial in den Wärmetauschern auftreten. Beide Parameter sind nicht unbedingt an den Einsatz von Abfällen als Brennstoffe gekoppelt sondern ein Resultat der Qualität der Verbrennung bzw. des eingesetzten Rohmaterials.

Die mittlere Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für TOC 28 mg/Nm³ und für CO 1.154 mg/Nm³. Die niedrigste Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für TOC 13 mg/Nm³ und für CO 186 mg/Nm³. Die höchste Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für TOC 64 mg/Nm³ und für CO 3.212 mg/Nm³ [HACKL&MAUSCHITZ].

Tabelle 3.5: Vergleich der BAT-Standards mit der österr. Zementanlagen VO (BGBl. Nr. 63/1993)

| Emission | BAT Zement ¹ | VO über Verbrennung gefährlicher Abfälle (BGBl. Nr. 32/1999) ² | Zementanlagen VO (BGBl. Nr. 63/1993) ³ |
|-------------------------------------|----------------------------|--|--|
| Staub ⁵ | 20-30 mg/Nm ³ | 34 mg/Nm ³ | 50 mg/Nm ³ |
| Schwefeloxide als SO ₂ | 200-400 mg/Nm ³ | 140 mg/Nm ³ 400 ⁴ mg/Nm ³ | 200 mg/Nm ³ 400 ⁴ mg/Nm ³ |
| Stickstoffoxide als NO ₂ | 200-500 mg/Nm ³ | 500 mg/Nm ³ Neuanl. 800 mg/Nm ³ Altanlage ⁶ | 500 mg/Nm ³ Neuanlagen 1000 mg/Nm ³ Altanlagen |
| Schwermetalle | keine BAT Werte | ⁸ Cd, Tl 0,05 mg/Nm ³ ⁸ Hg 0,05 mg/Nm ³ ⁸ Sb, As, Cr, Co, Ni, Cu, Pb, Mn, V, Sn in Summe 0,5 mg/Nm ³ | Cd, Th, Be je 0,1 mg/Nm ³ , in Summe 0,2 mg/Nm ³ As, Co, Ni, Pb in Summe 0,2 mg/Nm ³ |
| HCl | keine BAT Werte | 10 mg/Nm ³ | nicht enthalten |
| HF | keine BAT Werte | 0,7 mg/Nm ³ | nicht enthalten |
| VOC /TOC | keine BAT Werte | 50 mg/Nm ³ ⁹ 10 mg/Nm ³ ab 1.1.2002 ⁹ | nicht enthalten |
| CO | keine BAT Werte | | nicht enthalten |
| PCDD/Fs | keine BAT Werte | 0,1 ng/Nm ³ ⁷ | nicht enthalten |

¹ Normalbedingungen, Tagesmittelwert;

Aufnahme von BAT-Werten für HCl, HF, Metalle, VOC, PCDD/Fs bei Überarbeitung empfohlen

² Normalbedingungen, 10% O₂, Halbstunden und Tagesmittelwerte (§10 Abs. 1)

Emissionsgrenzwerte für die Mitverbrennung in Anlagen zur Zementerzeugung (Abfalleinsatz bis 40vH der Brennstoffwärmeleistung, ausgenommen Rest- und Althölzer, Altöle gem. § 21 AWG, kommunale Klärschlämme sowie Altreifen und Altreifenschnitzel, Abfälle laut Ö-Norm S 2100)

Emissionsgrenzwerte gelten nicht für An- und Abfahrphase, wenn keine gefährlichen Abfälle verbrannt werden.

³ gilt für konventionelle Brennstoffe inkl. Altreifen, Gummischnitzel; Halbstundenmittelwert als Beurteilungswert; Normalbedingungen,

⁴ bei Verwendung schwefelhaltiger Rohstoffe

⁵ Minimierung diffuser Emissionen ist BAT; Zement-VO: Behörde hat Auflagen für andere Emissionsquellen (ohne Abluftfassung) nach örtl. Gegebenheiten u. meteorolog. Bedingungen vorzuschreiben

⁶ Altanlagen haben ab 1.1.2007 einen Emissionsgrenzwert für NO_x von 500mg/Nm³ einzuhalten; dieser Wert vom BMU ist unter Einbeziehung der betroffenen Wirtschaftskreise bis 31.12.2003 zu überprüfen

⁷ als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent (I-TEF), Zeitbezug 6-8-Stundenmittelwert

⁸ jeweils für die Elemente und ihre Verbindungen, angeben als Element

⁹ Eine Überschreitung des Wertes von 10 mg/Nm³ ist zulässig, die nachweislich nicht durch die Verbrennung gefährlicher Abfälle verursacht wird, 50 mg/Nm³ müssen eingehalten werden. Organ. gebunder Kohlenstoff, der nachweislich nicht unmittelbar aus der Verbrennung von Abfällen oder anderen Brennstoffen entsteht (z.B. Emissionen auf Grund der Rohmaterialien), ist nicht zu berücksichtigen.

3.3.2 Vergleich des BAT Dokumentes „Kalk“ mit österreichischen Standards

Es gibt in Österreich keine Verordnung zur Emissionsbegrenzung von Luftschadstoffen aus der Kalkherstellung. Die Genehmigung der Anlagen erfolgt durch die Behörde. Nach Auskunft von Betreiberseite im Rahmen des nationalen Arbeitskreises [Dir. Ernstbrunner, persönl. Mitteilung] werden lediglich für Staub Emissionsgrenzwerte behördlich vorgeschrieben.

Wegen der möglichen hohen CO Emissionen werden bei Kalköfen eher Gewebefilter als E-Filter eingesetzt. Im Werk Wopfing werden 2 Kalköfen mit nachgeschalteten Gewebefiltern betrieben; die Staubemissionen liegen nach Auskunft des Werksleiters sicher unter 10 mg/Nm^3 . Die Werte entsprechend den behördl. vorgeschriebenen Messungen betragen am Ofen 4 nach dem Filter 5 mg/Nm^3 und am Ofen 5 nach dem Filter $<2 \text{ mg/Nm}^3$ [Wopfing, DI Philipp, persönl. Mitteilung]

3.3.3 Vergleich der Emissions-Standards in den BAT Dokumenten Zement und Kalk

Bei den Treffen der TWGs zeigte sich, dass das Interesse der meisten Teilnehmer der „Zementherstellung“ galt. Entsprechend unterschiedlich dürfte auch der Druck zur Aufnahme von mit BAT assoziierten Emissionswerten und Emissionsminderungstechnologien gewesen sein.

In der Executive Summary des Dokumentes über Kalk sind lediglich für Staub BAT assoziierte Emissionskonzentrationen (50 mg/Nm^3) angegeben. Unter zu Grunde Legen der gleichen BAT Technologie (E-Filter oder Gewebefilter) sind die BAT Werte für Staub bei Kalkherstellung um $20\text{-}30 \text{ mg/Nm}^3$ höher als bei Zementherstellung ($20\text{-}30 \text{ mg/Nm}^3$).

Für SO_2 sind die BAT Emissionen bei Zement $200\text{-}400 \text{ mg/Nm}^3$; für Kalk werden keine Angaben gemacht, außer, dass der Einsatz von Minderungstechnologien nicht üblich ist. Im Annex sind unter „National Legislation“ für Kalköfen SO_2 Emissionsgrenzwerte zwischen 250 und 2700 mg/Nm^3 angegeben, wobei 500 mg/Nm^3 die häufigsten Werte im Bereich von $250\text{-}500 \text{ mg/Nm}^3$ liegen.

In Kapitel 6 wird das Einbringen von Kalkstaub in den Abluftstrom zur SO_2 Minderung unter „Emerging Techniques“ genannt. Diese und andere Arten der Entschwefelung sind in anderen Industriezweigen durchaus gängige Verfahren (mit nachfolgender Entstaubung).

Nur die strenge sektorweise Betrachtung führt in solchen Fällen zur Einstufung als „Emerging Technique“; Anhang IV der IPPC-Richtlinie verlangt aber auch die Betrachtung von vergleichbaren Verfahren, Vorrichtungen und Betriebsmethoden, die mit Erfolg im industriellen Maßstab erprobt wurden. Die Entschwefelung selber ist technisch sicher kein Problem, wohl aber die interne Verwendung des anfallenden Staubes, der je nach Schwefelgehalt der Rohgase einen hohen Sulfatgehalt aufweisen kann.

Für NO_x sind die BAT Emissionen bei Zement $200\text{-}500 \text{ mg/Nm}^3$; für Kalk werden keine Angaben gemacht, außer, dass der Einsatz von Minderungstechnologien nicht üblich ist. Die im Annex I genannten nationalen Emissionsgrenzwerte für Kalkherstellung liegen zwischen 500 und 1800 mg/Nm^3 .

3.3.4 Vergleich von BAT „Zement“ und „Kalk“ mit den Vorgaben der General Outline

Die „General Outline“ wurde 1996 vom IEF erstellt und dient den TWGs als Vorgabe bei der Erstellung der Draft BAT Dokumente. Seit 1998 ist eine „BREF Outline“ in Diskussion, die die „General Outline“ aus 1996 ablösen soll, die aber noch nicht formal (Stand September 2000) vom IEF angenommen wurde.

In Form einer Tabelle soll gezeigt werden, wie weit die Vorgaben der General Outline in diesem BAT Dokument erfüllt sind. Ausgenommen ist das PREFACE und die EINLEITUNG ZU KAP. 5, die für alle BAT Dokumente einheitlich sein werden.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die General Outline ihren Aufbau nach sehr logisch von der Beschreibung (Kap. 1-3) zum Screening (Candidate BAT nach Umweltleistung und Ökonomie) und schließlich zum Ergebnis (Kap. 5 BAT) und nach einem Blick voraus (Kap. 6 „Emerging Techniques“) zu Schlussfolgerungen und Empfehlungen (Kap. 7) kommt. Die „Executive Summary“ soll die wesentlichen Ergebnisse aller Kapitel enthalten, und als Einzeldokument „stand alone“ lesbar sein.

Dieser Aufbau sieht zahlreiche Wiederholungen vor: Von Kapitel 4 in Kapitel 5 und in Kap. 7 und in der Executive Summary. In der derzeitigen Praxis wird in Kap. 7 auf die Wiederholung der BAT-Ergebnisse verzichtet, ebenso wie auf die Wiedergabe wichtiger Erkenntnisse aus anderen Kapiteln.

Mehr noch als Kapitel 5 (BAT) ist die Erstellung der Executive Summary ein Balanceakt der Konsensfindung, da nur dieser Teil offiziell von der Kommission angenommen und veröffentlicht wird.

Welche Informationen aus allen Kapiteln sind nun die „wesentlichen“? Für das BAT-Dokument über Zementherstellung kann festgestellt werden, dass die Executive Summary weder Informationen zu Emissionsmessung (welche Stoffe, kontinuierlich, diskontinuierlich, Kap. 3.) noch zur Emissionsminderung von Metallen, HCl, HF, TOC, CO und PCDD/Fs (Kap. 3 und 4) enthält.

Tabelle 3.6: Vorgaben der General Outline und Inhalte des BAT-Dokumentes“ zeigt den Inhalt der Teile „Zement“ und „Kalk“ zu den entsprechenden Kapiteln der General Outline. Es ist auch ersichtlich, welche Information in den Kapiteln „BAT“ und „Executive Summary“ verloren geht.

Tabelle 3.6: Vorgaben der General Outline und Inhalte des BAT-Dokumentes

| General Outline / Vorgaben | BAT Zement | BAT Kalk |
|---|--|--|
| Executive Summary | | |
| BAT Emissionswerte für: | | |
| Staub | Staub, SO ₂ , NO _x 20-30mg/Nm ³ (Filter) | Staub 50mg/Nm ³ (Filter) |
| Energieverbrauch | 3000MJ/t Klinker | keine Angabe |
| Abfälle (Staub, Ausschuß) | Einsatz in anderen Branchen | Einsatz in anderen Branchen |
| Empfehlungen f. Überarbeitung | Prozesstechnologie, VOC, CO Metalle, PCDD/Fs | Monitoring, Minderungs-technologien (SO ₂ , NO _x) |
| Kapitel 1 | | |
| Statistische Daten zu Produktionsmenge, Anlagen | Daten aus 1995 | Daten aus 1995 |
| Kapitel 2 | | |
| Technologiebeschreibung | ausführlich vorhanden | ausführlich vorhanden |

| General Outline / Vorgaben | BAT Zement | BAT Kalk |
|-------------------------------|---|--|
| Kapitel 3 | | |
| Verbrauchswerte – Energie | MJ und kWh / t Klinker Technologieabhängig | MJ und kWh / t Kalk |
| Emissionswerte ² | Für Staub, NO _x , SO ₂ , HCl, HF, CO, CO ₂ , PCDDC/F, VOC, Metalle, im Text besprochen: Lärm, Abfall, Geruch | Für Staub, NO _x , SO ₂ , CO, CO ₂ : MgNm ³ und kg/t Kalk angeführt: PCDDC/F, VOC, Metalle, Lärm, Abfall |
| Monitoring | Emission verknüpft mit konti- nuierl. / diskontinuierl. Mes- sung bzw. je nach Brennstoff / Einsatzmaterial | Nicht behandelt / EULA Mei- nung |
| Kapitel 4 | | |
| Candidate BAT Technologien | Für Staub, SO ₂ , NO _x , Metalle, VOC, PCDD/Fs, CO | Für Staub, SO ₂ , NO _x |
| Environmental Performance | Für Staub, SO ₂ , NO _x | Nur für Staub |
| Economic Performance | Für Staub, SO ₂ , NO _x | Nur für Staub |
| Cross Media Effects | z. Teil behandelt und in der Letztversion wieder entfernt | Nicht behandelt |
| Kapitel 5 | | |
| BAT Technologien allgemein | Prozesskontrolle und – auswahl; Rohmaterial- und Brennstoffauswahl | Prozesskontrolle und – auswahl; Rohmaterial- und Brennstoffauswahl |
| BAT Technologien + Werte | Staub, SO ₂ , NO _x | Staub |
| Energieverbrauch | 3000MJ/t Klinker | Keine Angabe |
| Abfälle (Staub, Ausschuss) | Einsatz in anderen Branchen | Einsatz in anderen Branchen |
| Kapitel 6 | Wenig Information | Wenig Information |
| Kapitel 7 ¹ | Beteiligung, Informationsbe- schaffung, Empfehlungen | Beteiligung, Informationsbe- schaffung, Empfehlungen |
| Annex | | |
| Nationale Gesetzgebung | Vorhanden | Vorhanden |
| Fallbeispiele | Nein | Nein |
| Literatur | Ja, umfangreich | Ja, umfangreich |

¹ Kapitel 7 „Schlußfolgerungen und Empfehlungen“ wurde inhaltlich am stärksten gegenüber der General Outline verändert, insofern keine Zusammenfassung der Ergebnisse der anderen Kapitel erfolgt und der Grad der Übereinstimmung in der TWG nicht angegeben wurde.

² kein definierter Zeitbezug

3.4 Zusammenfassung

Die Herstellung von Zement und Kalk wird in einem BREF behandelt, das jedoch in zwei Teile (Zement und Kalk) unterteilt wurde. Jeder Teil ist entsprechend der General Outline aufgebaut. Das Kapitel über BAT Technologien (Kap. 5) und die Executive Summary sind für beide Teile sehr kurz gehalten – auf Wiederholungen aus den beschreibenden Kapiteln wird soweit als möglich verzichtet. Die mit BAT assoziierten Emissionswerte für Luftschadstoffe sind TMW bei Normalbedingungen und 10 %O₂.

Inhaltlich, v.a. bei der Behandlung von Candidate BAT und BAT, liegt deutlich mehr Gewicht auf dem „Zementteil“ des BREFs. Für Kalk sind lediglich für Staub mit BAT assoziierte Emissionswerte von 50mg/Nm³ angegeben. Dies, obwohl bei der Kalkherstellung Gewebefilter zu Entstaubung durchaus üblich sind, mit denen deutlich geringere Emissionswerte (10 mg/Nm³ und darunter; Referenzanlagen bzw. Messungen in Ö) zu erreichen sind. Für Anlagen zur Zementherstellung sind hingegen Staubemissionswerte von 20-30 mg/N³ angegeben. Technologische Grundlage in beiden Fällen sind E-Filter und Gewebefilter.

Für SO₂ Minderung werden in Kapitel 5 für Zementherstellung assoziierte BAT Emissionswerte von 200-400 mg/Nm³ angegeben.

Für NO_x Minderung und assoziierte BAT Emissionswerte werden in Kapitel 5 für Zementherstellung „split views“ angegeben: Neben dem weitgehend im Konsens gefundenen BAT-Bereich von 200-500 mg/Nm³ waren in der TWG die Meinungen vertreten dass 500-800 mg/Nm³ ein geeigneter Wert ist bzw. dass 100-200 mg/Nm³ bei Einsatz von SCR als BAT Technologie erreichbar sind.

Das Kapitel über BAT enthält – im Gegensatz zu Kapitel 3 und 4 – keine Werte über Schwermetallemissionen, VOC, CO, HCl, HF und Dioxine. In der Executive Summary und in Kapitel 7 wird angeregt, diese Werte bei einer Überarbeitung des Dokumentes 2005 einzuarbeiten.

In Österreich sind Emissionen luftverunreinigender Stoffe aus Anlagen zur Zementherstellung in der Verordnung für Anlagen zur Zementherzeugung (BGBl. 1993/63) auf Basis des § 82 GewO geregelt. Die Verbrennung von gefährlichen Abfällen in Zementwerken ist in Österreich in Umsetzung der RL 94/67EG durch zwei Verordnungen über Verbrennung gefährlicher Abfälle (BGBl. II Nr. 22/1999 auf Basis des § 29 AWG und BGBl. Nr. II 32/1999 auf Basis des § 82 GewO) geregelt. Ein Vergleich der VO mit dem BAT Dokument ist in Tab. 3.5 dargestellt. Die mit BAT assoziierten Emissionswerte von Staub und NO_x liegen auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zeitbezüge unter den Grenzwerten der Österreichischen Zementanlagen Verordnung. Die für SO₂ angegebene BAT-Emissionswerte sind den Werten in den VO sehr ähnlich, differenzieren jedoch nicht nach eingesetzten Rohstoffen.

Die mittlere Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für Staub 21 mg/Nm³ und für NO_x 680 mg/Nm³ [HACKL&MAUSCHITZ]. Die niedrigste Emissionskonzentration der österr. Zementwerke betrug 1996 für Staub 4 mg/Nm³ und für NO_x 371 mg/Nm³; die höchsten Emissionskonzentrationen für Staub betragen 47 mg/Nm³ und für NO_x 964 mg/Nm³. Die geltenden Emissionsgrenzwerte der Zementanlagenverordnung für Staub und NO_x wurden auch von den maximalen Emissionskonzentrationen nicht überschritten [HACKL&MAUSCHITZ].

4 BAT PAPIER UND ZELLSTOFFHERSTELLUNG

4.1 Einleitung

Im Final Draft on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry wird die Produktion von Papier und Zellstoff aufgrund der Vielzahl an Rohstoffen, Techniken und Produkten in fünf Bereiche gesplittet, welche jeweils in eigenen Kapiteln behandelt werden. Jedes dieser Kapitel ist gemäss der General Outline in fünf Unterkapitel (von Unterkapitel 2 „Angewandte Prozesse und Techniken“ bis zu Unterkapitel 6 „in Entwicklung befindliche Techniken“) gegliedert.

Allen gemeinsam sind die Kapitel „Executive Summary“ (Zusammenfassung), „General Information“ (Allgemeine Informationen), „Conclusions and Recommendations“ (Schlussfolgerungen und Empfehlungen), sowie das Glossar, das Literaturverzeichnis und vier Anhänge vor- bzw. nachgestellt.

Folgende fünf Bereiche werden unterschieden:

- Produktion von Sulfat- (Kraft-) Zellstoff
- Produktion von Sulfit Zellstoff
- Produktion von Holzstoff
- Verarbeitung von Altpapier
- Produktion von Papier und verwandte Prozesse

Das BAT Dokument wurde bereits nach der neuen – noch nicht gültigen – General Outline (General Outline Proposal IEF 7-3) verfasst.

Im Dokument werden Industrieanlagen zur Herstellung von Zellstoff aus Holz und anderen Faserstoffen und zur Herstellung von Papier und Pappe, deren Produktionskapazität 20 t pro Tag übersteigt behandelt. Damit werden europaweit 100 % der Zellstoffproduktion und 98 % der Papierproduktion abgedeckt.

Der Autor des Final Draft – Michael Suhr - berücksichtigte folgende Aspekte bei der Auswahl von BAT [SUHR, 2000]:

- BAT ist eine geeignete Kombination von Techniken. Ähnliche Verbrauchs- und Emissionswerte können auf verschiedenen Wegen erreicht werden.
- Sowohl der angewandte Prozess als auch das hergestellte Produkt haben Einfluss auf die Emissionen dieses industriellen Sektors. Daher muss der prozess-bezogene Ansatz um einen produkt-bezogenen Ansatz erweitert werden.
- Um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt als gesamtes zu erreichen, werden prozess-bezogene Maßnahmen mit geeigneten End-of-Pipe Technologien kombiniert.
- Der Komplexität dieses Sektors wird durch die Angabe von Emissionsbereichen Rechnung getragen.

Die wesentlichen Konfliktpunkte bei der Erstellung des Final Draft betrafen Fragen zum Wasserverbrauch, die Unterscheidung zwischen neuen und existierenden Anlagen und zwischen großen und kleinen Werken [SUHR; A]:

Wasserverbrauch

Die Wiedergewinnung und Wiederverwendung von Prozesswasser durch das Schließen von Kreisläufen führt zu höher konzentrierten Abwasserströmen, welche effektiv gereinigt werden können. Daher ist eine Reduktion des Frischwasserkonsums gleichbedeutend mit geringeren Emissionen.

Neue versus existierende Anlagen

Die Papier- und Zellstoffindustrie ist gekennzeichnet durch stetige Erweiterungen und Erneuerungen existierender Anlagen. Oft sind die Emissionen dieser Werke niedriger als die Emissionen neu errichteter Anlagen. Eine Unterscheidung zwischen neuen und existierenden Anlagen wird im Dokument deshalb nicht getroffen. Alle Daten beziehen sich auf existierende Werke.

Grosse versus kleine Anlagen

Es wurden von der Technical Working Group keine Informationen zur Verfügung gestellt, welche Techniken von kleinen Werken aufgrund technischer und wirtschaftlicher Voraussetzungen nicht angewendet werden können. Daher wird diese Unterscheidung im Dokument nicht getroffen.

Am Beispiel der Produktion von Sulfat- (Kraft-) Zellstoff sei die Vorgangsweise zur Ermittlung von BAT assoziierten Emissionen kurz skizziert:

Durch Kombination geeigneter prozess-integrierter Maßnahmen wird bei der Produktion von gebleichtem Sulfat-Zellstoff eine COD-Fracht von 30-45 kg pro Tonne emittiert. BAT ist die Behandlung des Abwassers in einer biologischen Kläranlage mit einer Abscheideleistung von >55% (65-75 % werden in gut ausgelegten Kläranlagen mit langer Retentionszeit und niedriger Belastung erreicht). Damit ergibt sich eine Emission von 13,5-21 kg COD pro Tonne Zellstoff, bzw. von 8-12 kg/t in gut ausgelegten Kläranlagen.

Im Dokument wird zusammenfassend ein BAT assoziierter Wert von 8-23 kg COD/t Zellstoff angegeben, welcher durch Kombination von insgesamt 12 angeführten Maßnahmen eingehalten werden kann.

Einige Techniken (Biologische Behandlung des Abwassers, Hilfskessel) sind allen fünf Bereichen gemeinsam und werden im Dokument mehrmals beschrieben. Im vorliegenden Text werden sie im Kapitel 4.2 zusammengefasst.

In den Kapiteln 4.3 bis 4.7 des vorliegenden Textes werden die jeweiligen Unterkapitel vier (Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind) und fünf (Beste verfügbare Technik) der einzelnen Bereiche kurz zusammengefasst und übersetzt.

In den anschließenden Tabellen (Kap. 4.8 und 4.9) werden Angaben zu den Emissionen in Luft und Wasser aus den jeweiligen Unterkapiteln drei, vier und fünf, sowie der Executive Summary den in Österreich gültigen Grenzwerten gegenübergestellt.

Im Kapitel 4.10 werden die aktuellen Emissionen der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie in die Luft und ins Wasser mit den durch BAT erreichbaren Emissionen verglichen.

4.2 Gemeinsame Techniken

Allen fünf Bereichen sind die biologische Abwasserbehandlung (bis auf Details) und die Energiegewinnung aus Hilfskesseln gemeinsam. Daher werden diese Techniken (im Unterschied zum BAT Dokument) gemeinsam diskutiert.

4.2.1 Sekundäre oder Biologische Behandlung des Abwassers - Aerob

Bei allen genannten Prozessen zur Zellstoff- und Papierherstellung wird das Abwasser in einer nachgeschalteten biologische Behandlungsstufe gereinigt. Die Technik ist in allen Fällen die Gleiche, es bestehen aber Unterschiede in der ursprünglichen Belastung des Abwassers und damit in den erreichbaren Konzentrationen der wesentlichen Schadstoffe im Abfluss.

Daher wird die biologische aerobe Abwasserbehandlung den einzelnen Produktionstechnologien vorangestellt und gemeinsam behandelt.

Eine biologische Abwasserbehandlungsanlage besteht im Wesentlichen aus einem Ausgleichsbecken, einer Belebtschlammzone, einem Absetzbecken und einer anschließenden Schlammbehandlung. Die typische Verweildauer im Belüftungsbecken liegt im Bereich von von einem bis maximal zwei Tage. Dieser Prozess kann ein- oder zweistufig ausgelegt werden, Vorteile sind die hohe Effektivität und die Möglichkeit einer guten Prozesskontrolle (besonders bei der Installation eines Ausgleichsbeckens), als Nachteile sind die relativ hohen Kosten und der große Schlammanfall zu nennen.

Die Installation von Puffertanks zum Ausgleichen von Konzentrations- und Temperaturspitzen des Abwassers ist für den klaglosen Betrieb der Abwasserreinigungsanlage unbedingt notwendig. Diese Tanks werden in der Regel gemeinsam mit einem System zum effektiven Abfallmonitoring installiert.

Die Reduktion des BOD führt zu einer Produktion von Klärschlamm in der Höhe von 0,3–0,7 kg Trockensubstanz/kg reduzierter BOD (im Falle von submersen Biofiltern im Ausmaß von 0,2 kg TS/ kg reduziertem BOD₅) bei einem Energieverbrauch von 1,2–2 kWh/kg reduzierter BOD. Für altpapierverwertende Fabriken wird ein möglicher Energieverbrauch von weniger als einer kWh/kg reduziertem BOD₅ angegeben, für Papierfabriken liegt der spezifische Energieverbrauch für die Reduktion von 1 kg BOD₅ zwischen 0,3 und 3 kWh.

Unter gewissen Voraussetzungen kann aus der Verbrennung des entwässerten Klärschlammes Energie gewonnen werden.

Es wird betont, dass es verschiedene Möglichkeiten der Abwasserreinigung gibt, wie zum Beispiel:

- Ein- oder zweistufige Verfahren
- Kombination der biologischen Verfahren mit chemischen Verfahren.
- Interne Behandlung von Teilströmen.
- Verdampfen von hochkontaminierten Teilströmen mit anschließender Verbrennung des Rückstandes.
- Kombination von anaeroben mit aeroben Verfahren.

Tabelle 4.1: Erreichbare Abwasserkonzentrationen nach der biologischen Behandlung (für den Kraft-Prozess)

| Parameter | BOD ₅ (mg/l) | COD (mg/l) | TSS (mg/l) | Gesamt-P (mg/l) | Gesamt-N (mg/l) |
|---------------|----------------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Konzentration | 20-40 | 300-500 | 20-40 | 0,2–0,4 | 2-4 |

Erreichbare Minderungsgrade der biologischen Anlage werden wie folgt angegeben:

- BOD (Produktion von Holzstoff): 90–98 % (meist 95 + %)
- COD (Produktion von Holzstoff): 75–90 %
- COD(Sulfit-Zellstoff): 55–60 %

- TSS: 85–90 % (Belebtschlammverfahren plus primäre Behandlung)
- Gesamt-N: 20–50 %
- Gesamt-P: 40–85 %

Tabelle 4.2: Erreichbare Konzentrationen und Frachten im Abfluss einer Altpapier verarbeitenden Papiermühle

| Parameter | Verarbeitung von deinktem Altpapier | | Minderungsgrad |
|------------------------------------|-------------------------------------|------|----------------|
| | mg/l | kg/t | (%) |
| BOD ₅ nach der Biologie | < 20 (bis zu 5) | 0,21 | 95–99 |
| COD nach der Biologie | < 230 | 2,3 | 80–85 |
| TSS | < 30 | 0,2 | 99 |
| Volumen | 11 m ³ /t | | |

Überschussschlamm wird in einem Ausmaß von ungefähr 10 kg/t trockenem Papier (0,6 kg/t reduziertem BOD₅) erzeugt. Es wird für COD auch ein Minderungsgrad von 75–90 % angegeben.

Tabelle 4.3: Erreichbare Minderungsgrade verschiedener biologischer Abwasserbehandlungssysteme für die Produktion von Papier

| System | BOD ₅ erreichbare Reduktion in % | COD erreichbare Reduktion in % |
|------------------------------|---|--------------------------------|
| Belebtschlamm | 85–96 | 75–90 |
| Tropfkörper | 60 – 70 | 50–60 |
| Bewegter Biofilm Reaktor | 85-> 95 | 80–90 |
| Suspendierter Träger Reaktor | 85-> 95 | 80–90 |
| Submers Biofilter | 60-80 | 50-60 |

Genaue Angaben zu Konzentrationen und Frachten können in den Tabellen 4.24 bis 4.28 nachgelesen werden.

4.2.1.1 Beste verfügbare Technik

Die Effektivität der biologischen Abwasserreinigung ist in großem Maße abhängig vom Design der Anlage und der Betriebspraxis (Wartung, Prozesskontrolle). Als best verfügbare Techniken gelten nur diejenigen, welche in einer optimal ausgelegten Anlage einer ständigen Kontrolle unterliegen.

Als BAT wird zusätzlich die Errichtung eines Notfallsbeckens zum Auffangen toxischer oder heißer Abwasserströme und eines Ausgleichsbeckens bezeichnet.

Falls Abwasser aus Papierfabriken in kommunalen Kläranlagen unter Garantie derselben Minderungsgrade gereinigt wird, ist dies ebenfalls die best verfügbare Technik.

Anmerkung: Jede andere (nicht biologische) Behandlungsmethode, welche ähnliche Emissionswerte erreicht, ist ebenfalls als BAT zu betrachten.

Im allgemeinen sollten die erreichbaren Emissionswerte für integrierte und nicht integrierte Papierfabriken – was die Zellstoffproduktion betrifft – gleich sein. Allerdings sind für integrierte Werke zwei zusätzliche Punkte zu berücksichtigen:

1. Effektive Trennung der Prozesswasserströme der Zellstoff- und der Papierherstellung.
2. Die Wiederverwendung des Prozesswassers aus der Papierproduktion in der Zellstoffherstellung ist nicht möglich, wenn gefärbtes Papier, bzw. unterschiedliche Papierarten produziert werden, oder wenn Teile des Zellstoffes auf dem freien Markt verkauft werden.

Manche Papierfabriken verwenden als Rohstoff eine Mischung aus Altpapier, Primärfasern und verschiedene Arten von Zellstoff. Die Emissionen dieser Werke können demgemäss stark von den bisher dargestellten Werten abweichen.

Für integrierte Werke ist es schwierig BAT assoziierte Emissionswerte zu bekommen, da sehr große Unterschiede bei den eingesetzten Rohstoffen, bei den Verfahrensbedingungen und bei der Produktpalette bestehen.

Für Werke, in denen vornehmlich Holzstoff oder Zellstoff verarbeitet wird, gelten die Werte aus den jeweiligen Kapiteln. Für alle anderen Papierfabriken, in denen Altpapier als Rohstoff eingesetzt wird, liegen die BAT assoziierten Emissionen in den in der Tabelle 4.4 angegebenen Bereichen.

Tabelle 4.4: Mit BAT assoziierte Werte nach der biologischen Abwasserreinigung

| Prozess | COD | | BOD ₅ | | Abfiltrierbare Stoffe | | AOX | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|
| | mg/l | Minde- rungs- grad (%) | mg/l | Minde- rungs- grad (%) | mg/l | Minde- rungs- grad (%) | mg/l | Minde- rungs- grad (%) |
| Produktion von Sulfat-Zellstoff | 250-400 | 65-70 (>55) | 10-25 | 95 | 20-30 | | ¹ | 40-60 |
| Produktion von Sulfit-Zellstoff | 400-600 | 65-70 (>55) | 20-30 | 95 | 20-30 | | ¹ | |
| Produktion von Holzstoff | 125-200 | 75-90 | ca. 25 | 95 | 20-30 | | | |
| Verarbeitung von Altpapier | 100-200 ³ 200-300 ⁴ | | 5-25 | >95 | 10-30 | | < 0,3 | 30-50 ^{1,2} |
| Papierherstellung | 50-150 | | 5-25 | >95 | 20-30 | | | 30-50 ^{1,2} |

¹ Die Belastung des Abwassers durch AOX ist gering bei Werken mit ECF-Bleiche und praktisch Null bei Anwendung der TCF-Bleiche

² Die Reduktion ist zu einem Großteil auf das Ausstreifen dieser Substanzen im Zuge der Abwasserbehandlung zurückzuführen

³ Ohne Deinking

⁴ Mit Deinking

Durch das Schließen von Wasserkreisläufen wird das Volumen des Abwassers geringer, die Konzentration an Schadstoffen aber höher. Ein derartiger Abwasserfluss ist insgesamt leichter zu behandeln und zu reinigen.

Phosphor und Stickstoff werden in Abhängigkeit von der Konzentration an bioverfügbaren mineralischen Bestandteilen und von der Konzentrationen an Kohlenstoff zudosiert, um ein einwandfreies Funktionieren der biologischen Anlage zu gewährleisten. Die Konzentrationen im Abfluss betragen für Phosphor unter 0,5 mg/l (max. 1 mg/l), und für Stickstoff maximal 5 mg/l.

Genauere Angaben zu Konzentrationen und Frachten können in den Tabellen 4.24 bis 4.28 nachgelesen werden.

4.2.2 Hilfskessel

Emissionen der Hilfskessel hängen stark vom eingesetzten Brennstoff (fossile Brennstoffe oder Biomasse), von der Art des Werkes (integriert, nicht integriert) und vom Zweck des Kessels ab.

Hilfskessel sind je nach Bedarf in verschiedenen Größen ausgelegt, der Bereich der Wärmeleistung erstreckt sich zwischen 10 und 200 MW. Während bei kleineren Kesseln die Emissionen hauptsächlich durch die Art des Brennstoffes und durch Primärmaßnahmen niedrig gehalten werden, kommen bei größeren Anlagen auch sekundäre Maßnahmen zum Einsatz.

BAT assoziierte Emissionen sind in der Tabelle 4.5 angegeben:

Tabelle 4.5: BAT assoziierte Emissionswerte für verschiedene Brennstoffe

| Substanz | Kohle | Heizöl schwer | Heizöl leicht | Gas | Biomasse (z. B. Rinde) |
|---|--|--|--------------------------------|------------------------------|---|
| mg S/MJ Brennstoff Einsatz | 100–200 ¹ (50–100) ⁵ | 100–200 ¹ (50–100) ⁵ | 25–50 | < 5 | < 15 |
| mg NO _x /MJ Brennstoff Einsatz | 80–110 ² (50–80 SNCR) ³ | 80–110 ² (50–80 SNCR) ³ | 45–60 ² | 30–60 ² | 60–100 ² (40–70 SNCR) |
| mg Staub/Nm ³ | 10–30 ⁴ (6 % O ₂) | 10–40 ⁴ (3 % O ₂) | 10–30 (3 % O ₂) | < 5 (3 % O ₂) | 10–30 ⁴ (6 % O ₂) |

¹ Schwefelemissionen hängen stark vom S-Gehalt des Brennstoffes ab; eine Reduktion ist durch die Injektion von CaCO₃ möglich

² Nur Primärmaßnahmen sind berücksichtigt

³ Nur für größere Anlagen

⁴ Bei Anwendung eines Elektrofilters

⁵ Bei Installation einer Rauchgaswäsche

In modernen Anlagen wird durch die Laugen- und Rindenverbrennung ein Überschuss an Energie gewonnen, dennoch ist die Verwendung von Heizöl beim Anfahren und bei manchen Werken im Kalkofen unumgänglich.

4.3 Produktion von Sulfat-Zellstoff

4.3.1 Angewandte Prozesse und Techniken

1. Holzannahme und –Lagerung
2. Entrindung
3. Hackschnitzelherstellung und Sortierung
4. Kochung und Delignifizierung
5. Waschen und Sortieren
6. Delignifizierung mit Sauerstoff
7. Bleiche
8. Sortierung des gebleichten Zellstoffes
9. Trocknung
10. Chemikalien- und Energierückgewinnung
11. Herstellung der Bleichchemikalien On-site

4.3.2 Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind

4.3.2.1 Trockene Entrindung

Ist Stand der Technik in neuen Anlagen und wird zunehmend auch in existierenden Anlagen angewendet. Bei dieser Technik wird das Wasser im Kreislauf geführt und dadurch der Abwasservolumenstrom und die Abwasserbelastung reduziert. Die gewonnene Rinde weist einen geringeren Feuchtigkeitsanteil auf, wodurch die Energieausbeute bei der Verbrennung gesteigert wird.

Tabelle 4.6: Belastung des Abwassers durch verschiedene Techniken der Entrindung vor der Abwasserbehandlung

| Technik | Volumen des Abwassers (m ³ /t Zellstoff) | BOD5 (kg/t Zellstoff) | COD (kg/t Zellstoff) | Gesamt-P (g/t Zellstoff) |
|---|---|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| Nasse Entrindung und Pressen der Rinde | 3 – 10 | 5 – 15 | 20 – 30 | 25 – 35 |
| Trockene Entrindung und Pressen der Rinde | 0,5 – 2,5 | 0,5 – 2,5 | 1 – 10 | 10 – 20 |

4.3.2.2 Verlängerte/modifizierte Zellstoffkochung (Batch, kontinuierlich) zur Erreichung niedriger Kappa-Zahlen

Diese Technik steht in engem Zusammenhang zur „Delignifizierung mit Sauerstoff“.

Je niedriger die Kappa-Zahlen (Die Kappa-Zahl ist ein Maß für den Restligningehalt) des Zellstoffes nach der Kochung liegen, desto weniger Bleichchemikalien werden benötigt. Bei einer Verringerung der Kappa-Zahl gelangen mehr organische Substanzen in den Energierückgewinnungskessel, wodurch die Energieausbeute erhöht wird. Allerdings geht eine Reduktion der Kappa-Zahl ab einem bestimmten Wert mit einer Verringerung der Faserausbeute

te und -länge einher. Eine verlängerte Kochung bedeutet auch einen (geringfügig) erhöhten Konsum an NaOH und Na₂S.

- Kontinuierliche Systeme

Modified continous cooking (MCC)

Extended modified continous cooking (EMCC)

Isothermal cooking (ITC)

- Batch Systeme

Rapid displacement heating (RDH)

SuperBatch

EnerBatch

Daten zur Reduktion der Kappa-Zahl und damit der Abwasserbelastung werden im Kapitel 4.3.2.4 (Delignifizierung mit Sauerstoff) präsentiert.

4.3.2.3 Geschlossene Wasserkreisläufe beim Waschen und Sortieren des Zellstoffes

Mit dieser Technik werden alle organischen Verunreinigungen dem Laugenverbrennungskessel zugeführt und damit die Abwasserbelastung stark reduziert. Das Verdampfen des Prozesswassers führt zu einer Erhöhung des Energieverbrauches.

4.3.2.4 Delignifizierung mit Sauerstoff

Weißblauge wird mit Sauerstoff oxidiert (Na₂S zu Natriumthiosulfat) und gemeinsam mit Magnesiumsulfat dem Zellstoff nach der Kochung beigemischt. Dieser Prozess kann einstufig oder zweistufig geführt werden und führt zu einer Reduktion des Restligningehaltes von 40–60 %. Dadurch wird der Bedarf an Bleichchemikalien reduziert und die Abwasserbelastung nach der Bleiche gesenkt.

Tabelle 4.7: Erreichbare Kappa-Zahlen und Vergleich des (berechneten) chemischen Sauerstoffbedarfs aus der Bleiche (ohne Berücksichtigung von Waschverlusten) nach verschiedenen Technologien der Zellstoffkochung (ohne Beeinträchtigung der Faserqualität)

| Technologie der Delignifizierung | Kappa-Zahl für Hartholz | Kappa-Zahl für Weichholz | Berechneter COD (kg/t) aus der Bleichanlage | |
|---|-------------------------|--------------------------|---|-------|
| Konventionelle Kochung | 14–22 | 30–35 | 28–44 | 60–70 |
| Konventionelle Kochung und Sauerstoff Delignifizierung | 13–15 | 18–22 | 26–30 | 36–40 |
| Verlängerte/Modifizierte Zellstoffkochung | 14–16 | 18–22 | 28–32 | 36–44 |
| Verlängerte/Modifizierte Zellstoffkochung und Sauerstoff Delignifizierung | 8–10 | 8–12 | 16–20 | 16–24 |

4.3.2.5 Ozonbleiche

Die Behandlung des Zellstoffes mit Ozon erhöht die Reaktivität von Peroxid gegenüber der Faser. Dadurch wird der Weißegrad des Zellstoffes erhöht und der Verbrauch an Peroxid verringert. Diese Technik wird bei der TCF Bleiche üblicherweise angewendet um den AOX Ausstoß zu verringern. Eine geringe AOX Emission ermöglicht das Schließen des Wasserkreislaufes bei der Bleiche.

4.3.2.6 ECF Bleiche

Bei dieser mehrstufigen Bleichmethode wird elementares Chlor durch Chlordioxid ersetzt. Neben Chlordioxid kommen noch Ozon, Peroxid plus chelatierende Reagentien, Sauerstoff und saure sowie alkalische Extraktionsmittel zu Einsatz. Durch diese Technologie werden die AOX Emissionen und die Emission von Chloroform verringert. Zusätzlich wird die Bildung von Chlorphenolen und Dioxinen – eine entsprechende Reinheit des Chlordioxides vorausgesetzt - weitgehend vermieden.

Als erreichbarer Wert für AOX wird ein Bereich von 0,2– kg/Adt angegeben, wobei ein Wert < 0,3 kg/Adt normalerweise möglich scheint (vor der Abwasserbehandlungsanlage).

4.3.2.7 TCF Bleiche

Mit dieser Technik wird Zellstoff ohne den Einsatz von jeglichen Chlorverbindungen gebleicht. Stattdessen werden Wasserstoffperoxid, Ozon oder Peressigsäure in verschiedenen Kombinationen angewendet. Die Emissionen an chlorierten Verbindungen (AOX, Dioxin, Chlorphenol) sinkt auf Null.

4.3.2.8 Schließen des Wasserkreislaufes in der Zellstoffbleiche

Der Hauptteil der Abwasserbelastung kommt aus der Zellstoffbleiche. Ein möglichst vollständiges Schließen der Wasserkreisläufe in diesem Bereich führt zu einer starken Verminderung der Emission an organischen Verbindungen, Nährstoffen und Metallen, wobei allerdings die Bildung von Ablagerungen (besonders von Kalziumoxalat) und die Aufkonzentration von unerwünschten Substanzen (sogenannten „non-process-elements“) durch die Installation von internen Wasseraufbereitungsanlagen vermieden werden muss. Es ist möglich, die benötigte Prozesswassermenge auf 5 m³/t zu senken. Als typische Werte für den Wasserbedarf wurden angegeben:

Benötigte Wassermenge einer Bleichanlage: 20–40 m³/Adt

Moderne Bleichanlage mit Filter: 20–25 m³/Adt

Bleichanlage mit partiell geschlossenem Kreislauf: 5–10 m³/Adt (COD: 6–4 kg/t)

4.3.2.9 Sammlung aller Abfälle

Gemeinsam mit einem guten Prozessmanagement (hinreichend große Puffertanks, effizientes Sammelsystem, 5–10 % Extrakapazität der Verdampfungsanlage, ...) kann eine Reduktion des chemischen Sauerstoffbedarfs um 3–8 kg/Adt im Vergleich zu Anlagen ohne Abfallmanagement erzielt werden.

4.3.2.10 Effizientes Waschen des Zellstoffes nach der Kochung und effiziente Prozesskontrolle

Durch den Einsatz von modernen Waschsystemen kann der COD des Waschwassers von 5–8 kg/Adt auf 2–4 kg/Adt gesenkt werden. Der Wassergehalt des Zellstoffes wird von 6–10 m³/Adt auf 2–3 m³/Adt gesenkt, die Ausbeute an wiedergewonnener Schwarzlaugung auf 96–98 % gesteigert, sowie der Verbrauch an Bleichmitteln reduziert (wodurch die Abwasserbelastung verringert wird).

4.3.2.11 Ausstripfen der hochkonzentrierten Kondensate und Wiederverwendung der Kondensate

Durch diese Maßnahme wird der Wasserverbrauch gesenkt (eine Einsparung des Wasserverbrauches von 6–9 m³/Adt ist erreichbar), die Abwasserbelastung (vor allem N-Verbindungen) reduziert und die Emissionen an reduzierten Schwefelverbindungen (TRS) verringert. Ausgestrippte Gase enthalten 8–12 kg/Adt Methanol, die erreichbare Abscheideleistung beträgt bis zu 92 %. Ausgestripptes Methanol kann als Brennstoff genutzt werden.

Reduzierte Schwefelverbindungen können zu 97 % aus den Kondensaten entfernt werden. Weitere Techniken zur Verringerung der S-Emissionen durch nicht-kondensierbare Gase werden in den Kapiteln 4.3.2.18 und 4.3.2.19 behandelt.

4.3.2.12 Installation von Puffertanks zur Lagerung von konzentrierten oder heißen Laugen aus dem Prozess

Durch diese Maßnahme werden plötzliche Temperatur- und Konzentrationsschwankungen der Prozesswässer, welche zur biologischen Kläranlage geleitet werden, ausgeglichen und ein einwandfreies Funktionieren dieser Anlage garantiert.

4.3.2.13 Sekundäre oder biologische Abwasserbehandlung – Aerob

Diese Technik wird für alle fünf Bereiche gemeinsam abgehandelt (siehe Kapitel 4.2.1).

4.3.2.14 Tertiäre Behandlung des Abwassers durch chemische Fällung

Wird diese Technik nach der biologischen Behandlung eingesetzt, können folgende Reduktionen erreicht werden

| | |
|-------------|---------|
| AOX: | 80–90 % |
| COD: | 80–90 % |
| Phosphor: | 80–90 % |
| Stickstoff: | 30–60 % |

4.3.2.15 Erhöhen des Trockengehaltes der Schwarzlauge

Mithilfe eines „Superkonzentrators“ kann der Trockengehalt der Schwarzlauge je nach Holzart auf ca. 72 % erhöht werden. Diese Maßnahme führt zu einer leichten Erhöhung der Energieausbeute bei der Verbrennung (1–7 %) und einer gesteigerten Kapazität des Verbrennungskessels. Als wichtigster Effekt ist aber eine Reduktion der Schwefelemissionen zu nennen, da mehr Natrium verdampft, welches mit Schwefel reagiert. Als erreichbare Schwefelemissionen werden 5–50 mg S/Nm³ oder 0,1–0,3 kg S/Adt angegeben, bzw. wird auch eine Reduktion auf einen Wert nahe Null für möglich gehalten.

Allerdings können aus der Verdampfungsanlage Schwefelverbindungen entweichen, welche gesammelt und verbrannt werden müssen.

Ohne Gegenmaßnahmen steigen mit einem erhöhten Trockengehalt der Schwarzlauge auch die Emissionen an NO_x aus dem Laugenverbrennungskessel.

4.3.2.16 Installation von Rauchgaswäschern nach dem Laugenverbrennungskessel

Diese Maßnahme kann alternativ zu 4.3.2.15 (Erhöhung des Trockengehaltes der Schwarzlauge) gesetzt werden. Der Wirkungsgrad einer nassen Rauchgaswäsche liegt bei > 90 % (ausgehend von 50–200 mg S/Nm³ können 10–50 mg S/Nm³ erreicht werden). Das entspricht einer Minderung der Schwefelemission von 0,5–2 kg S/Adt auf 0,1–0,3 kg S/Adt.

4.3.2.17 Sammlung von niedrig konzentrierten Gasen zur Verbrennung im Laugenverbrennungskessel

Hochkonzentrierte übelriechende nicht-kondensierbare Gase mit einem TRS (total reduced sulfur) Gehalt von bis zu 4 kg TRS/t (als S bestimmt) können im Laugenverbrennungskessel verbrannt werden. Die Behandlung von konzentrierten Gasen wurde bereits im Kapitel 4.3.2.11 vorgestellt.

Schwachgase (in einer Fabrik, welche 1.000 t Zellstoff pro Tag produziert, fallen zwischen 50.000 und 100.000 m³/h an) mit einem TRS Gehalt von ca. 0,5 kg TRS/t (als S) können im Laugenverbrennungskessel als Sekundär- oder Tertiärluft eingesetzt und somit verbrannt werden. Als Alternative bietet sich auch eine alkalische oder oxidative Wäsche an.

4.3.2.18 Sammlung und Verbrennung von geruchsintensiven (niedrig- und hochkonzentriert) Gasen im Kalkofen

Durch die Verbrennung der konzentrierten nicht kondensierbaren Gase können die Emissionen von TRS um 90 % vermindert werden. Die Kapazität der Reaktion von Natriumverbindungen mit in den Gasen enthaltenen Schwefelverbindungen ist allerdings begrenzt, sodass oft zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der SO₂ Emissionen (Wäscher) getroffen werden müssen. Bei optimalen Bedingungen können bis zu 10–15 % des Brennstoffes durch nicht kondensierbare Gase ersetzt werden (siehe dazu auch Kapitel 4.3.2.11).

4.3.2.19 Sammlung und Verbrennung von geruchsintensiven Gasen (Stark- und Schwachgase) in einem eigenen, mit einer Rauchgaswäsche ausgestatteten Kessel

Durch die Verbrennung der konzentrierten nicht kondensierbaren Gase können die Emissionen von TRS um 90 % vermindert werden.

4.3.2.20 Installieren von Niedrig-NO_x Technologien in Hilfskesseln (Rinde, Öl, Kohle) und im Kalkofen

Erreichbare Emissionen hängen sehr stark vom eingesetzten Brennstoff ab und werden mit 120–140 mg NO_x/MJ angegeben (Konventionelle Brenner erreichen 250–500 mg NO_x/MJ).

4.3.2.21 SNCR im Rindenverbrennungskessel

Diese Technologie stellt eine Alternative zu Niedrig-NO_x Technologien für den Rindenverbrennungskessel dar. Mit einer SNCR Technologie ausgerüstete Kessel erreichen NO_x Emissionen von 40–60 mg/MJ, entsprechend 100–200 mg/Nm³. Durch geeignete Dosierung muss der Ammonium Slip möglichst gering gehalten werden.

4.3.2.22 Over Fire Technique (OFA) beim Laugenverbrennungskessel

Mit dieser Technik konnten die NO_x Emissionen von 135 mg/m^3 auf 80 mg/m^3 gesenkt werden. Allerdings wurde in einigen Fällen eine Erhöhung der SO_2 Emissionen von 20 mg/m^3 auf 35 mg/m^3 beobachtet. Auch die Emissionen von CO und unverbrannten Kohlenwasserstoffen können unter gewissen Umständen steigen.

4.3.2.23 Verbesserung der Waschanlagen für Kalkschlamm nach der Kaustifizierung

Durch effizientere Waschanlagen kann der Restgehalt an Weißlauge im Schlamm von 100 mg/dm^3 auf $0\text{--}30 \text{ mg/dm}^3$ gesenkt werden. Zusätzlich wird der Trockengehalt des Schlammes auf $70\text{--}80 \%$ erhöht. Ein vollständiges Auswaschen von Sulfiden aus dem Kalkschlamm bewirkt auch geringere TRS Emissionen beim Verbrennen desselben. Die verminderten TRS Emissionen werden durch zu intensives Auswaschen von Natrium wieder kompensiert, welches daher auf einem gewissen Konzentrationsniveau gehalten werden muss.

4.3.2.24 Elektrostatische Partikelabscheidung zur Reduktion der Staubemissionen im Rindenverbrennungskessel und im Kalkofen

Der Minderungsgrad von elektrostatischen Partikelabscheidern liegt bei 95% entsprechend einer Verringerung der Staubemissionen von $250\text{--}500 \text{ mg/m}^3$ auf $20\text{--}40 \text{ mg/m}^3$ (bezogen auf 10% O_2 , trocken) beim Rindenverbrennungskessel.

Beim Kalkofen wurden nach dem Elektrofilter Werte von $20\text{--}100 \text{ mg/m}^3$ gemessen.

4.3.3 Beste verfügbare Technik

Die Technologien und ihnen zugeordnete Bereiche für Input (Rohmaterialien, Energie) und Output (Produkte, Nebenprodukte, Emissionen in Luft, Boden Wasser inklusive Abfall), welche als best verfügbar (BAT) bezeichnet werden können, wurden in einem mehrstufigen Verfahren ausgewählt:

- Identifizierung von Schlüsselbegriffen für die Herstellung von Sulfat-Zellstoff: Wasserverbrauch, Abwasserfrachten (COD, BOD, AOX, abfiltrierbare Stoffe, N, P), Energieverbrauch (Dampf, Elektrizität), feste Abfälle (Rejekte, Schlämme, Asche), Emissionen in die Luft (SO_2 , NO_x , CO_2 , Staub), Lärm, Erwärmung des Abwassers, Geruch.
- Ermittlung derjenigen Techniken, welche mit den oben genannten Punkten in Verbindung stehen.
- Identifizierung der optimalen Umweltnormen, auf Basis der verfügbaren Daten (Europa, Weltweit)
- Auswahl der Bedingungen, unter denen diese besten Normen erreicht werden können (Kosten, medienübergreifende Effekte, treibende Kraft für die Installation)
- Auswahl der besten verfügbaren Technik (best available technique; BAT) und den ihr zugeschriebenen Emissions- und Verbrauchsdaten im generellen Sinn gemäß Artikel 2 (11) und dem Anhang IV der IPPC-Richtlinie.

Allgemeine Maßnahmen

- Training, Ausbildung und Motivation von Angestellten und Arbeitern
- Optimierung der Prozesskontrolle
- Ausreichende Wartung der Anlagen
- Einrichtung von Umweltmanagement Systemen

4.3.3.1 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ins Wasser

1. Trockene Entrindung
2. Modifizierte Zellstoffkochung (Batch oder kontinuierlich)
3. Effiziente Zellstoffwäsche und geschlossenen Wasserkreisläufe bei der Wäsche
4. Sauerstoff Delignifizierung
5. ECF und TCF Bleiche, Recycling des Prozesswassers
6. Reinigung und Wiederverwendung des Kondensates
7. Effektives Abfallmonitoring, -Wiedergewinnungs und –Wiederverwertungssysteme
8. Ausreichende Kapazität der Schwarzlauge-Verdampfungsanlage und des Laugenverbrennungskessels, um zusätzliche Frachten aufzunehmen. Diese Frachten sind das Ergebnis eines effektiven Abfallmanagements (Sammlung, Rückhaltung, Wiederverwertung)
9. Sammlung und Wiederverwendung von nicht verunreinigten Prozesswässern
10. Installation von Puffertanks für die vorübergehende Lagerung von Kochlauge und Kondensaten zum Schutz der externen Abwasserbehandlungsanlage
11. Primäre Abwasserbehandlung
12. (Externe) biologische Abwasserbehandlung

Die Effektivität jeder dieser Maßnahmen ist in großem Maße abhängig vom Design der Anlage und der Betriebspraxis (Wartung, Prozesskontrolle). Als best verfügbare Techniken gelten nur diejenigen, welche in einer optimal ausgelegten Anlage einer ständigen Kontrolle unterliegen.

Bei Einhaltung der allgemeinen Maßnahmen gemeinsam mit einer Kombination der Punkte 1 bis 10 können folgende Emissionen (Tab. 4.8) ins Wasser nach der Primärbehandlung (aber noch **vor der biologischen Behandlung**) gewährleistet werden. Angaben zu Konzentrationen und Frachten nach der biologischen Behandlung können in den Tabellen 4.24 und im Kapitel 4.2.1.1 nachgelesen werden.

Tabelle 4.8: Erreichte Emissionswerte für die Herstellung von Sulfat-Zellstoff vor der biologischen Behandlung

| Parameter | Gebleichter Zellstoff (integrierte und nicht integrierte Werke) | Ungebleichter Zellstoff (Integrierte Werke) ² |
|-------------------------------------|---|--|
| COD (kg/Adt) | 30 ¹ –45 | 15–20 |
| BOD (kg/Adt) | 13 ¹ –19 | 6–9 |
| TSS (kg/Adt) | 2–4 | 2–4 |
| AOX (kg/Adt) | (0)–0,4 | Nicht relevant ³ |
| Total P (kg/Adt) | 0,04–0,06 ⁴ | 0,01–0,02 |
| Total N (kg/Adt) | 0,3–0,4 | 0,1–0,2 |
| Vol. Abwasser (m ³ /Adt) | 30–50 | 15–25 |

¹ Niedere Werte sind bei der Verarbeitung von Hartholz erreichbar.

² Ungebleichter Sulfatzellstoff wird nur in integrierten Fabriken hergestellt, welche unter anderem auch Altpapier und zugekauften gebleichten Zellstoff verarbeiten. Höhere Emissionswerte werden in Anlagen gemessen, welche einen höheren Anteil an Altpapier als Rohmaterial verwenden. Angaben sind auf Tonnen Produkt bezogen.

³ Niedere Emissionen an AOX können durch die Verarbeitung von zugekauften gebleichten Zellstoff entstehen.

⁴ Werke, welche Eukalyptus-Holz verarbeiten, emittieren zwischen 0,04 und 0,23 kg P/Adt.

4.3.3.2 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen in die Luft

1. Sammlung und Verbrennung aller übelriechender Gase aus der Zerfaserung, der Kochung, der Verdampfungsanlage und der Kondensat-Strippung, wobei die SO₂ Emissionen kontrolliert werden müssen. Die Starkgase können im Laugenverbrennungskessel, im Kalkofen oder in einem eigenem Brenner (mit niedrig NO_x Technologie) verbrannt werden. SO₂ wird durch Rauchgaswäsche abgetrennt.
2. Sammlung und Verbrennung aller verdünnten Gase aus der Zerfaserung und diversen anderen Quellen (Tanks, Hackschnitzelgruben, ...) entweder im Laugenverbrennungskessel oder in Hilfskesseln.
3. Verminderung der TRS (total reduced sulfur) Emissionen und der CO Emissionen des Laugenverbrennungskessels durch Computerunterstützte Verbrennungskontrolle, sowie im Falle des Kalkofens durch Kontrolle der Verbrennungsluft und des Restnatrium-Gehaltes im Verbrennungsraum und durch den Einsatz schwefelarmer Brennstoffe.
4. SO₂ Emissionen des Laugenverbrennungskessels werden durch die Erhöhung der Trockensubstanz der Schwarzlauge und/oder durch eine Rauchgaswäsche verringert.
5. SO₂ Emissionen werden generell durch das Verbrennen von S-armen Brennstoffen (Rinde, Heizöl mit geringem S-Gehalt, oder Gas) oder durch Rauchgaswäscher niedrig gehalten.
6. NO_x Emissionen des Laugenverbrennungskessels, des Kalkofens und diverser Hilfskessel werden durch Primärmaßnahmen (Feuerungsbedingungen, Luftzufuhr, bei Neuanlagen oder umgerüsteten Anlagen auch durch bauliche Maßnahmen) kontrolliert.
7. Partikel werden aus den Rauchgasen des Laugenverbrennungskessel, des Kalkofens und anderer Hilfskessel (welche mit Bio- oder anderen fossilen Brennstoffen betrieben werden) mittels Elektrofilter abgeschieden.

Werte für Emissionen, welche durch geeignete Kombination dieser Maßnahmen eingehalten werden können, sind in den Tabellen 4.29 bis 4.32 gegeben.

4.3.3.3 Feste Abfälle

Allgemeine Maßnahmen werden wie folgt formuliert:

1. Minimierung des Auftretens von festen Abfällen und weitestgehende Wiedergewinnung, Recycling und Wiederverwendung.
2. Getrennte Sammlung der Abfälle am Entstehungsort, sowie getrennte Lagerung um eine bestmögliche Weiterverwendung zu erleichtern.
3. Verbrennung aller nicht gefährlichen organischen Materialien (Rinde, Holzabfälle, Schlämme, u.ä.) in Hilfskessel, welche für die thermische Verwertung von feuchten Brennstoffen mit niedrigem Brennwert ausgelegt sind (z.B. Wirbelschicht).
4. Externe Verwendung als Additive in der Forst- und Landwirtschaft, oder in anderen Industriezweigen.

An dieser Stelle wird angemerkt, dass die im BAT Dokument verfügbaren Informationen zu diesem Thema ungenau und unvollständig sind, da in den einzelnen Ländern die jeweiligen Abfallfraktionen unterschiedlich benannt und klassifiziert werden.

Im allgemeinen werden folgende Abfälle deponiert:

- Flugasche, Rostasche
- Rückstände aus dem Kalkkreislauf
- Kalkschlamm
- Grünlaugenschlamm
- Holz- und Rindenabfälle nur in geringen Anteilen
- Andere zu geringen Anteilen

In der Tabelle ist das Abfallaufkommen von Zellstoffwerken beschrieben, welche mit BAT assoziiert werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass Rinde und Holzabfälle, sowie biologischer Schlamm einer thermischen Verwertung zugeführt wird.

Tabelle 4.9: Produktion von festen Abfällen in kg Trockensubstanz pro Adt Zellstoff

| Beispiel | Abfallart | Masse (kg TS/Adt) |
|--|------------------------------|-------------------|
| Gebleichter Sulfatzellstoff | Asche | 2,0 |
| | Bodensatz | 10,0 |
| | Rinde, Holzabfälle | 3,4 |
| | Rejekte | 0,3 |
| | Kalkschlamm | 9,7 |
| | Grünlaugenrückstand | 8,1 |
| | Biologischer + Primärschlamm | 8,7 |
| | Rejekte (Holzbehandlung) | 2,1 |
| | Holzasche | 3,9 |
| | Andere | 10,5 |
| | Summe | 58,7 |
| Ungebleichter Sulfatzellstoff (integriert) | Summe | 30 - 50 |

Als gefährliche Abfälle fallen verschiedene Öle, Schmiermittel, Batterien, Farben, Biozide, chemische Rückstände u.ä. in einer Menge vom 0,05 – 0,1 kg/t Produkt an.

4.3.3.4 Energiesparmaßnahmen

Maßnahmen zur effizienten Wiedergewinnung:

1. Hoher Trockengehalt der Schwarzlauge und der Rinde
2. Hoher Wirkungsgrad der Dampfkessel (geringe Rauchgastemperatur)
3. Effizientes sekundäres Heizsystem (Heißwasser: 85°C)
4. Geschlossenen Wasserkreisläufe
5. Möglichst geschlossene Kreisläufe bei der Bleiche
6. Hohe Zellstoffkonzentration
7. Vortrocknung des Kalkes
8. Einsatz von Sekundärwärme für die Gebäudeheizung
9. Gute Prozesskontrolle

Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches:

1. Hohe Zellstoffkonzentration beim Sortieren und beim Reinigen
2. Effizientes Betreiben großer Motoren
3. Effiziente Vakuumpumpen
4. Passende Größenauslegung von Pumpen, Ventilatoren und Leitungen

Maßnahmen zur effektiven Energiegewinnung

1. Hoher Kesseldruck
2. Auslassdruck des Dampfes in der Gegendruckturbine soll so niedrig wie möglich gehalten werden
3. Kondensationsturbine zur Ausnützung von überschüssigen Dampf
4. Hohe Effizienz der Turbinen
5. Vorheizen der Luft und der Brennstoffe

Daten über Energieverbrauch und –produktion sind schwer vergleichbar, da sie stark von den örtlichen Gegebenheiten und von werkspezifischen Faktoren abhängen. Einen Überblick über den Energiehaushalt in verschiedenen Werken gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 4.10: BAT assoziierte Daten zum Energieverbrauch

| Art des Zellstoffwerkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/Adt | Verbrauch an elektr. Energie (netto) in MWh/Adt |
|--|--|--|
| Gebleichter Kraftzellstoff (nicht-integriert) | 10 – 14 ca. 2 – 2,5 kann zur Erzeugung elektr. Energie genutzt werden (ergibt einen Wärmeüberschuss von 0,5 – 1,0 GJ/Adt) | 0,6 – 0,8 moderne Werke sind Selbstversorger |
| Gebleichter Kraftzellstoff (integriert) nd ungestrichenes Feinpapier | 14 – 20 ¹ Ein Wärmeüberschuss von 4 – 4,5 GJ/Adt kann in der Papiermühle verwendet werden | 1,2 – 1,5 Ein Überschuss von 0,1 – 0,15 aus der Zellstoffproduktion kann im Papierwerk verwendet werden |
| Ungebleichter Kraftliner (integriert) | 14 – 17,5 Ein Wärmeüberschuss von 1,5 - 2 GJ/Adt kann in der Papiermühle verwendet werden | 1 – 1,3 Ein Überschuss von 0,15 – 0,2 aus der Zellstoffproduktion kann im Papierwerk verwendet werden |
| Ungebleichtes Sackpapier (integriert) | 14 – 23 | 1 – 1,5 |

¹ Die Trocknung von Papier ist energieintensiver als die Trocknung von Zellstoff

4.3.3.5 Chemikalieneinsatz

Zwei Punkte sind angeführt:

1. Führung einer Datenbank aller verwendeten Chemikalien (Zusammensetzung, Abbaubarkeit, Toxizität, Bioakkumulation, etc)
2. Anwendung des Substitutionsprinzips (Ersetzen von gefährlichen Chemikalien durch weniger gefährliche)

4.3.4 Emerging Techniques

Folgende Techniken werden angeführt:

- Vergasung der Schwarzlauge
- Installation der SNCR Technologie
- Entfernung chelatierender Reagentien durch leicht alkalische biologische Behandlung oder durch interne Wasseraufbereitungsanlagen
- Schließen der Kreisläufe kombiniert mit der Anwendung von interne Wasseraufbereitungsanlagen
- Organosolv pulping

4.4 Produktion von Sulfit-Zellstoff

Beim Sulfitaufschluss Verfahren ist das Magnesium Sulfit Verfahren das Bedeutendste. Vom umwelttechnischen Standpunkt aus gesehen liegen die Hauptunterschiede zwischen den beiden Kochverfahren in der Chemie der Kochung, dem Chemikalien-Wiedergewinnungssystem und den benötigten Bleichsequenzen (beim Sulfitaufschluss werden weniger Bleichmittel benötigt). Zusätzlich sind die Emissionen an geruchsintensiven Gasen im Zuge des sulfidischen Aufschlusses geringer als beim Sulfatkochverfahren.

4.4.1 Angewandte Prozesse und Techniken

Einige Prozesse weisen Übereinstimmungen mit den Prozessen des Sulfataufschlusses auf:

- Holzbehandlung (Annahme, Lagerung, Entrindung, u.ä.)
- Waschen und Sortieren
- Sortieren des gebleichten Zellstoffes
- Trocknung

Bei diesen Prozessen werden nur noch Unterschiede zum Sulfataufschluss gesondert behandelt, sonst wird auf das entsprechende Kapitel verwiesen.

Folgende Prozesse werden behandelt:

1. Holzbehandlung (Entrindung, Waschen, Sortieren, Mahlen)
2. Kochung und Delignifizierung des ungebleichten Zellstoffes
3. Sortierung und Waschen des ungebleichten Zellstoffes
4. Sauerstoff Delignifizierung/Bleichung
5. Bleiche, Sortierung und Trocknung
6. Chemikalien- und Energie Wiedergewinnung
7. Magnefit Prozess
8. Neutraler Sulfit Halb-Zellstoff
9. Chemiefaser Zellstoff

4.4.2 Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind

4.4.2.1 Allgemeine Techniken

Da einige Maßnahmen große Ähnlichkeiten zu denen des Sulfataufschlusses aufweisen, wird dieses Kapitel in vier Gruppen a)-d) aufgeteilt:

- a) In dieser Gruppe wird nur auf die entsprechenden Unterkapitel des Sulfataufschlusses verwiesen:
- Trockene Entrindung (siehe Kapitel 4.3.2.1)
 - Geschlossene Wasserkreisläufe beim Waschen und Sortieren des Zellstoffes (siehe Kapitel 4.3.2.3)
 - Sammlung aller Abfälle (siehe Kapitel 4.3.2.9)
 - Effizientes Waschen des Zellstoffes nach der Kochung und effiziente Prozesskontrolle (siehe Kapitel 4.3.2.10)
 - Installieren von Niedrig-NO_x Technologien in Hilfskesseln (Rinde, Öl, Kohle) (siehe Kapitel 4.3.2.20)
 - Elektrofilter für die Reduktion der Staubemissionen im Rindenverbrennungskessel (siehe Rindenverbrennungskessel) (siehe Kapitel 4.3.2.24)
 - Installation von Puffertanks zur Lagerung von konzentrierten oder heißen Laugen aus dem Prozess (siehe Kapitel 4.3.2.12)
 - Sekundäre oder Biologische Behandlung des Abwassers – Aerob (siehe Kapitel 4.2.1)
 - Tertiäre Behandlung des Abwassers durch chemische Fällung (siehe Kapitel 4.3.2.14)
- b) Unterschiede zwischen Sulfat- und Sulfitaufschluss gibt es bei folgenden Prozessen (diese Unterschiede betreffen hauptsächlich Detailfragen zu erreichbaren Kappa-Zahlen, zu Bleichsequenzen, zum Chemikalienverbrauch, etc; allerdings gibt es nur wenige Daten zu dieser Gruppe)
- Verlängerte/Modifizierte Kochung zum Erreichen niedriger Kappa-Zahlen (Batch, Kontinuierlich) (siehe Kapitel 4.3.2.2)
 - Delignifizierung mit Sauerstoff (siehe Kapitel 4.3.2.4)
 - TCF Bleiche (siehe Kapitel 4.3.2.7)
 - Kombination einer teilweisen Schließung des Wasserkreislaufes der Bleichanlage mit erhöhter Verdampfung (siehe Kapitel 4.3.2.8)
 - Ausstrippen der hoch konzentrierten Kondensate und Wiederverwendung im Prozess (siehe Kapitel 4.3.2.11)
 - Steigerung des Trockengehaltes der Schwarzlauge (siehe Kapitel 4.3.2.15)
 - Installation einer Rauchgaswäsche im Laugenverbrennungskessel (siehe Kapitel 4.3.2.16)
 - Sammlung von niedrig konzentrierten Gasen für die Verbrennung im Laugenverbrennungskessel (siehe Kapitel 4.3.2.17)
 - Ozon Bleiche (siehe Kapitel 4.3.2.5)

- c) Folgende Prozesse des Sulfataufschlusses sind bei der Sulfitkochung nicht anzutreffen:
- Sammlung und Verbrennung geruchsintensiver Gase im Kalkofen
 - Verbesserung der Waschanlagen für Kalkschlamm nach der Kaustifizierung
 - ECF Bleiche
 - Elektrofilter beim Kalkofen
 - Verbrennung von geruchsintensiven Gasen in eigenen Kesseln mit Rauchgaswäsche
- d) Folgende Prozesse werden nur beim Sulfitaufschluss angewendet:
- Neutralisation der Schwachlauge vor der Verdampfung, gefolgt von der Wiederverwendung des Hauptteils der Kondensate im Prozess oder von einer anaeroben Behandlung
 - Reduktion der SO₂ Emissionen des Laugenverbrennungskessels durch die Installation eines Elektrofilters und einer mehrstufigen Rauchgaswäsche

4.4.2.2 Verlängerte/Modifizierte Kochung zum Erreichen niedriger Kappa-Zahlen (Batch, Kontinuierlich)

Es wurden im Dokument keine zusätzlichen Daten angegeben.

4.4.2.3 Delignifizierung mit Sauerstoff

Es wurden im Dokument keine zusätzlichen Daten angegeben.

4.4.2.4 TCF Bleiche

Der größte Teil des Sulfit-Zellstoffes wird heute ohne die Verwendung von elementarem Chlor, bzw. Chlorverbindungen gebleicht. Ozon, Sauerstoff und Peroxide in Kombination mit Chelatbildnern sind die Mittel der Wahl. Voraussetzungen dafür waren die Erhöhung der Zellstoff-Konsistenz, modifizierte Kochung, effiziente Waschung des Zellstoffes und eine Erhöhung der Kapazität der Verdampfungsanlagen. Der Ausstoß an AOX und POX (purgeable or volatile chlorinated organic substances) sinkt mit dieser Maßnahme gegen Null. Ein Nebeneffekt der TCF Bleiche ist die Möglichkeit einer teilweisen Schließung des Wasserkreislaufes, wodurch der Wasserverbrauch auf 10–15 m³/Adt gesenkt werden kann. Auch werden weniger gefärbte Substanzen ins Abwasser abgegeben und die Abbaufähigkeit des Abwassers insgesamt gesteigert. Der Energieverbrauch sinkt auf 0–0,2 t Dampf/Adt (ausgehend von 0,5–1 t/Adt) bzw. kann der Verbrauch an elektrischer Energie um 20–30 % gesenkt werden.

Der Nachteil dieser Methode liegt in der Freisetzung komplexierender Reagentien (EDTA: 0,2–1 kg/t) ins Abwasser. EDTA ist zwar nicht unmittelbar toxisch für Säugetiere und Menschen, ist aber biologisch nicht abbaubar und kann Schwermetalle aus Sedimenten freisetzen. Die Risiken von chelatierenden Reagentien sind zur Zeit nicht abschätzbar.

Es wird darauf hingearbeitet, den Verbrauch an diesen Chemikalien zu senken (siehe auch im Kapitel „in Entwicklung befindliche Technologien“ bei der Produktion von Sulfat-Zellstoff)

4.4.2.5 Kombination einer teilweisen Schließung des Wasserkreislaufes der Bleichanlage mit erhöhter Verdampfung

Es wurden im Dokument keine zusätzlichen Daten angegeben.

4.4.2.6 Vorbehandlung von Abwasser aus der Sauerstoff Stufe in einer Ultrafiltrationsanlage gefolgt von einer aeroben Behandlung des gesamten Abwassers

Genauere Daten liegen nicht vor.

4.4.2.7 Anaerobe Vorbehandlung des Kondensates gefolgt von einer aeroben Behandlung des gesamten Abwassers

Kondensate aus der Verdampfung der Schwachlauge enthalten eine Vielzahl an biologisch leicht abbaubaren Substanzen. In einem anaeroben Schritt kann der COD um bis zu 85 % reduziert werden. Zusammen mit der aeroben Abwasserbehandlung kann damit ein COD von 25–30 kg/t im Abwasser erreicht werden.

Im anaeroben Schritt wird Biogas erzeugt, welches als Brennstoff verwendet werden kann. Die aerobe Behandlung benötigt Energie zur Belüftung und zur Trocknung des Überschussschlammes, welcher anschließend verbrannt werden kann.

4.4.2.8 Biologische Abwasserbehandlung

Diese Technik wird für alle Bereiche gemeinsam im Kapitel 4.2.1 behandelt.

4.4.2.9 Installation eines Elektrofilters und einer mehrstufigen Rauchgaswäsche im Laugenverbrennungskessel – chemische Wiedergewinnung und Verringerung der Emissionen in die Luft

Neben dem Laugenverbrennungskessel sind der Ausblastank und der Aufschlusskessel Quellen für SO₂ Emissionen. SO₂-hältige Gase aus den letztgenannten Kesseln werden gesammelt und mit der Verbrennungsluft dem Laugenverbrennungskessel zugeführt.

Beim Magnesium Bisulfit Verfahren ist durch Einstellen passender Bedingungen die Bildung von MgSO₄ und SO₃ gering zu halten. Magnesiumoxid wird dann am Elektrofilter abgeschieden und SO₂ mit einer alkalischen Wäsche aus dem Rauchgas abgetrennt. Beide Chemikalien werden in den Kochkreislauf zurückgeführt.

Auf Grund der Vielzahl von Einflussgrößen und Verfahren ist die Definition von erreichbaren SO₂ Emissionen schwierig.

Ein Zellstoffwerk in Österreich gibt folgende Tagesmittelwerte an (in mg/Nm³, bezogen auf 5 % O₂; 0°C, 1013 mbar, trocken):

- NO_x: 243
- Staub: 3
- CO: 2
- SO₂: 43 (mit Spitzenwerten bis zu 600 aufgrund von Reinigungsarbeiten)

Ein schwedisches Werk berichtet von SO₂ Emissionen zwischen 1 und 1,5 kg S/Adt.

4.4.2.10 Reduktion der geruchsintensiven Gase

Es wurden keine zusätzlichen Daten angegeben.

4.4.2.11 Kontrolle der Feuerungsbedingungen im Laugenverbrennungskessel

Es konnten keine genauen Daten erhoben werden.

4.4.2.12 Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und zur Einhaltung von normalen Bedingungen

Als Beispiel werden Maßnahmen zur Lagerung, zum Transport und zur Behandlung von SO₂ vorgestellt.

4.4.3 Beste verfügbare Technik

Allgemeine Maßnahme sind gleich wie in Kapitel 4.3.3. beschrieben.

4.4.3.1 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ins Wasser

1. Trockene Entrindung
2. Verlängerte Delignifizierung im geschlossenen Teil des Prozesses durch Kombination aus verlängerter Kochung und Sauerstoff Delignifizierung. Es wird darauf hingewiesen, dass durch den Magnesium-Bisulfit- und den Magnefit-Aufschluß unterschiedliche Kappa-Zahlen erreicht werden können.
3. Effizientes Waschen des Zellstoffes nach der Kochung und Schließen der Kreisläufe beim Zellstoff Screening (Sortierung). Ein Austrag von < 5 kg COD/t in die Bleichanlage wird als erreichbar betrachtet.
4. Effektives Abfallmonitoring, -Wiedergewinnung und -Wiederverwertung
5. Teilweises Schließen der Kreisläufe in der Bleichanlage bei Kochprozessen auf Magnesiumbasis. Da diese Technik nach dem heutigen Wissensstand zu einer leichten Verminderung der Papierhelligkeit führt, wird sie nur für spezielle Fälle als BAT betrachtet.
6. Schließen der Kreisläufe in der Bleichanlage bei Kochprozessen auf Natriumbasis
7. TCF Bleiche: Peroxide im hoch konsistenten Zellstoffbrei sind effiziente Bleichmittel
8. Neutralisation der Schwachlauge vor der Verdampfung
9. Wiederverwendung eines Großteils der Kondensate im Prozess oder Behandlung in der Kläranlage
10. Installation von ausreichend großen Puffertanks für die Lagerung von hochkonzentrierten oder heißen Flüssigkeiten
11. Primäre Abwasserbehandlung
12. Biologische Abwasserbehandlung mit Belebtschlamm-System, bzw. jede Abwasserbehandlung, welche zu vergleichbaren Ergebnissen führt

Angaben zu Konzentrationen und Frachten nach der biologischen Behandlung können in den Tabellen 4.25 und im Kapitel 4.2.1 nachgelesen werden

4.4.3.2 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen in die Luft

Folgende Maßnahmen werden angegeben:

1. Sammlung SO₂-haltiger Gase und Wiedergewinnung in Kesseln mit unterschiedlichem Druckniveau.
2. SO₂ haltige Gase aus dem Wasch- und Sortierprozess und aus der Verdampfungsanlage können mit der Verbrennungsluft dem Laugeverbrennungskessel zugeführt werden.
3. Kontrolle der SO₂ Emissionen des Laugenverbrennungskessels durch Elektrofilter und einer mehrstufigen Rauchgaswäsche, sowie von Emissionen aus diversen Quellen durch Rauchgaswäscher.
4. Sammlung, Verbrennung oder Wäsche von geruchsintensiven Gasen.
5. Kontrolle der Feuerungsbedingungen im Laugenverbrennungskessel zur Minderung der Emissionen.
6. SO₂ Emissionen aus diversen Hilfskesseln werden durch das Verbrennen von S-armen Brennstoffen (Rinde, Heizöl und Kohle mit geringem S-Gehalt, oder Gas) oder durch die Kontrolle der Emissionen niedrig gehalten.
7. Installation von Niedrig-NO_x Brennern in Hilfskesseln (Rinde, Kohle, Heizöl) und Kontrolle der Feuerungsbedingungen.
8. Verminderung der Staubemissionen aus Hilfskesseln durch Elektrofilter.
9. Optimierte Verbrennung von Abfällen und Nebenprodukten (Schlamm, Rinde, etc) mit Energierückgewinnung.

Werte für Emissionen, welche durch geeignete Kombination dieser Maßnahmen eingehalten werden können, sind in den Tabellen 4.31 und 4.33 gegeben.

4.4.3.3 Feste Abfälle

Allgemeine Maßnahmen werden wie folgt formuliert:

1. Minimierung des Aufkommens von festen Abfällen und weitestgehende Wiedergewinnung, Recycling und Wiederverwendung.
2. Getrennte Sammlung der Abfälle am Entstehungsort, sowie getrennte Lagerung um eine bestmögliche Weiterverwendung zu erleichtern.
3. Verbrennung aller nicht gefährlichen organischen Materialien (Rinde, Holzabfälle, Schlämme, u.ä.) in Hilfskessel, welche für die thermische Verwertung von feuchten Brennstoffen mit niedrigem Brennwert ausgelegt sind (z.b. Wirbelschicht).
4. Externe Verwendung als Additive in der Forst- und Landwirtschaft, oder in anderen Industriezweigen.

An dieser Stelle wird angemerkt, dass die verfügbaren Informationen zu diesem Thema ungenau und unvollständig sind, da in den einzelnen Ländern die jeweiligen Abfallfraktionen unterschiedlich benannt und klassifiziert werden.

Im allgemeinen werden folgende Abfälle deponiert:

- Flugasche, Rostasche
- Schlamm
- Holz- und Rindenabfälle
- Rejekte (Sortierrückstände)

- Abfälle aus der Reinigung
- Andere zu geringen Anteilen

Da zu diesem Kapitel nur wenige Daten gesammelt werden konnten, werden keine Zahlen zu diesen Abfällen angegeben. Als Beispiel wird eine österreichische Papierfabrik (integriert) genannt, welche einen eigenen Abfallverbrennungskessel betreibt. Als Rückstand bleiben in diesem Fall 3,2 kg Trockensubstanz/Adt, welche aber weiterverwendet werden können. Durch die Verbrennung von Schlämmen und Holzabfällen wird Energie gewonnen.

Als gefährliche Abfälle fallen verschiedene Öle, Schmiermittel, Batterien, Farben, Biozide, chemische Rückstände u.ä. in einer Menge vom 0.05–0,1 kg/t Produkt an.

4.4.3.4 Energiesparmaßnahmen

Mögliche Maßnahmen sind ident mit denen der Zellstoffkochung nach dem Sulfatverfahren, und können im Kapitel 4.3.3.5 nachgelesen werden.

Daten über Energieverbrauch und –produktion sind schwer vergleichbar, da sie stark von den örtlichen Gegebenheiten und von werkspezifischen Faktoren abhängen. Einen Überblick über den Energiehaushalt in verschiedenen Werken gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 4.11: BAT assoziierte Daten zum Energieverbrauch

| Art des Zellstoffwerkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/Adt | Verbrauch an elektr. Energie (netto) in MWh/Adt |
|--|---|---|
| Gebleichter Sulfitzellstoff (nicht-integriert) | 16–18 | 0,7–0,8 |
| Gebleichter Sulfitzellstoff (integriert) und gestrichenes Feinpapier | 17–23 | 1,5–1,75 ¹ |
| Gebleichter Sulfitzellstoff (integriert) und ungestrichenes Feinpapier | 18–24 | 1,2–1,5 ² |
| Ungebleichtes Sackpapier (integriert) | 14–23 | 1–1,5 |

¹ Die Trocknung von Papier ist energieintensiver als die Trocknung von Zellstoff

² Füllstoffe und Oberflächenbehandlung: 10 – 30 %

4.4.3.5 Chemikalieneinsatz

Einige Punkte sind angeführt:

1. Führung einer Datenbank aller verwendeten Chemikalien (Zusammensetzung, Abbaubarkeit, Toxizität, Bioakkumulation, etc)
2. Anwendung des Substitutionsprinzips (Ersetzen von gefährlichen Chemikalien durch weniger gefährliche)
3. Verhinderung des Freisetzens von gefährlichen Stoffen in Boden und Grundwasser
4. Maßnahmen zur Reduktion der Unfallwahrscheinlichkeit und zum Einhalten der Normalbedingungen

4.4.4 Emerging Techniques

Es werden keine angegeben.

4.5 Produktion von Holzstoff

4.5.1 Angewandte Prozesse und Techniken

Die Produktion von folgenden Holzstoffarten wird in diesem Kapitel beschrieben (inklusive Bleiche mit Natrium Dithionit und Wasserstoffperoxid)

1. Stone Groundwood Pulping (SGW) - Steinschliff
2. Pressure Groundwood Pulping (PGW) – Stein-Druckschliff
3. Thermo-Mechanical Pulping (TMP) – Thermomechanischer Holzstoff
4. Chemi-Thermo-Mechanical Pulping (CTMP) – Chemo-thermomechanischer Holzstoff

4.5.2 Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind

4.5.2.1 Trockene Entrindung

Es wird auf Kap 4.3.2.1 verwiesen.

4.5.2.2 Minimierung des Verlustes an Rejekten (Sieb- und Sortierrückständen) durch effiziente Rejektbehandlung

Das Ziel dieser Maßnahme ist eine möglichst gute Trennung von Fasern und Rejekten durch die Ausnutzung der Zentrifugalkraft oder durch Siebe. Rejekte werden anschließend noch einmal einem Refining unterworfen. Durch diese Maßnahme werden Faserverluste und Abwasseraufkommen vermindert.

4.5.2.3 Minimierung der Deponierung von Rejekten (Sieb- und Sortierrückständen) durch Verbrennung und Energierückgewinnung

Nach einer Entwässerungsstufe können Schlämme und Rejekte entweder gemeinsam oder getrennt (Rejekte und Rinde im Rindenverbrennungskessel; Schlamm in einem eigenen Kessel) verbrannt werden. Für Schlämme bietet sich die Verbrennung in einem Wirbelschichtofen an.

Durch diese Maßnahme wird das zu deponierende Volumen verringert, zusätzlich wird Energie zurückgewonnen (in den meisten Fällen wird ein Überschuss produziert). Ein Nachteil dieser Technik sind erhöhte Emissionen ins Abwasser durch die Entwässerungsstufe, welche in der biologischen Anlage behandelt werden müssen.

4.5.2.4 Effizientes Waschen des Holzstoffes und Prozesskontrolle

Die organischen Bestandteile sollen möglichst effizient von den Fasern getrennt werden, da dadurch der Übertrag dieser Substanzen in die Papiermaschine reduziert wird. Die konzentrierte Lösung kann in einer anaeroben Stufe behandelt werden.

4.5.2.5 Kreislaufführung der Wasserströme innerhalb der Zellstoff- und Papierfabrik

Der Grad der Kreislaufführung hängt sehr stark von der Kontamination (und damit von der Quelle) des jeweiligen Prozesswassers, sowie den Anforderungen der nächsten Stufe, in der dieses Wasser eingesetzt wird, ab. In integrierten Papierfabriken wird zum größten Teil Rückwasser aus der Papiermaschine als Prozesswasser eingesetzt.

Die Einhaltung folgender Prinzipien dient der Reduktion des Wasserverbrauches:

- Führung der einzelnen Prozesswasser im Gegenstrom.
- Verbesserte Faserrückgewinnung durch Verwendung von reinem Siebwasser aus der Papiermaschine.
- Abfangen von plötzlichen Prozessveränderungen, Anfahr- und Abschaltvorgängen durch Ausgleichstanks (besonders für Siebwasser).
- Eindicken des Pulps vor der Trocknung oder vor der Papiermaschine.
- Verwendung von sauberem Siebwasser aus der Papiermaschine für die Reinigung von Anlagenteilen und als Spülwasser.

4.5.2.6 Behandlung des Abwassers aus der Produktion von Chemo-Thermo-Mechanischen Holzstoff. Schließen des Wasserkreislaufes durch Verdampfung und Verbrennung der Konzentrate

Abwasser aus dieser Produktionsschiene kann auf folgende Arten gereinigt werden:

- Ein- oder Mehrstufige Behandlung in einem Belebtschlammbecken. Dadurch kann der BOD um bis zu 98 % und der COD um max. 85 % reduziert werden. Falls die Nährstoffkonzentration im Abfluss zu hoch liegt, kann eine chemische Nachbehandlung angeschlossen werden.
- Interne chemische Vorbehandlung (Flotation) des Rückwassers gefolgt von einer biologischen Behandlung
- Kombination einer anaeroben mit einer aeroben Behandlung. Diese Maßnahme wird nur selten angewendet, da die anaerobe Stufe empfindlich auf Veränderungen der Bedingungen reagiert.
- Verdampfen des hochkonzentrierten Abwassers und Verbrennung des Konzentrates
- Verdampfen des gesamten Abwassers und Verbrennung des Konzentrates. In einem kanadischen Werk konnte mit dieser Maßnahme die Produktion von Abwasser überhaupt vermieden werden. Als einziger Wasserzufluss verblieb ein Rest von 2 m³/Adt, um Verdampfungsverluste auszugleichen.

4.5.2.7 Co-Generation von Wärme und Elektrizität

Siehe Kapitel 4.6.2.9.

Ob diese Maßnahme als BAT bezeichnet werden kann, hängt von dem Energiehaushalt des jeweiligen Werkes und vom Strommarkt ab.

4.5.2.8 Wärmerückgewinnung aus den Refineranlagen

Es werden im Dokument keine näheren Angaben gemacht.

4.5.2.9 Verminderung der VOC Emissionen aus Prozessdampf

Es werden im Dokument keine näheren Angaben gemacht.

4.5.2.10 Optimierte Verbrennung von festen Abfällen und Energierückgewinnung

Entwässerte Schlämme, Rinden-, Holz- und andere Abfälle können in einem Wirbelschichtofen verbrannt und die Energie wiedergewonnen werden. Maßnahmen zur Reduktion der SO₂ Emissionen umfassen das Einblasen von Calcium in den Verbrennungsraum, die Kontrolle der Verbrennungstemperatur oder externe Methoden (trockene-, halbtrockene- oder nasse Rauchgaswäsche).

Die Kontrolle der NO_x und CO Emissionen erfolgt durch feuerungstechnische Maßnahmen, Staub kann mittels eines Elektrofilters abgeschieden werden.

Es werden im Dokument aber keine Daten zu den einzelnen Emissionen angegeben.

4.5.2.11 Installation von Puffertanks zur Lagerung von konzentrierten oder heißen Laugen aus dem Prozess

Durch diese Maßnahme werden plötzliche Temperatur- und Konzentrationsschwankungen der Prozesswässer, welche zur biologischen Kläranlage geleitet werden, ausgeglichen und ein einwandfreies Funktionieren dieser Anlage garantiert.

Für die Produktion von GWP und TMP spielt diese Technik keine Rolle, da diese meist in einer integrierten Papierfabrik hergestellt werden.

4.5.2.12 Sekundäre oder biologische Abwasserbehandlung - aerob

Siehe Kapitel 4.2.1.

4.5.3 Beste verfügbare Technik

Allgemeine Maßnahmen sind wie in Kapitel 4.3.3. beschrieben.

4.5.3.1 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ins Wasser

1. Trockene Entrindung
2. Kontrolle der Emissionen des Holzplatzes
3. Schließen des Wasserkreislaufes bei der Holzstoffproduktion. Zur Verhinderung der Akkumulation von gelösten und dispergierten Substanzen wird ein Teil des Stromes abgeleitet
4. Isolieren von Prozesseinheiten ermöglicht das Rückführen von Kontaminationen in den Teil der Anlage, wo sie produziert wurden. Ein Trennen der Wasserkreisläufe (zB. durch Eindicken und Rückführen des Filtrates) zwischen der Zellstoff- und der Papierproduktion verhindert eine gegenseitige Kontamination.
5. Gegenstromführung des Rückwassers aus der Papiermaschine zur Zellstoffproduktion. Diese Technik kann nicht angewendet werden, wenn in einem Werk verschiedene Papierarten hergestellt werden, welche zu Rückwässern mit jeweils unterschiedlicher Zusammensetzung führen, oder wenn gefärbtes Papier hergestellt wird.
6. Einsatz von ausreichend großen Puffertanks für die Lagerung von hochkonzentrierten oder heißen Flüssigkeiten (für CTMP).
7. Primäre, biologische und in manchen Fällen auch tertiäre (chemische) Abwasserbehandlung. Gute Anlagen erreichen eine Reduktion des COD > 85 % (75–90 %) und des BOD um > 95 %.

Für die Produktion von CTMP werden folgende zusätzliche Maßnahmen als BAT angesehen:

1. Effizientes Waschen des Zellstoffes vor der Papiermaschine zur Reduktion des carry-over (Verschleppungen). Das Filtrat wird in den Kreislauf der Zellstoffproduktion zurückgeführt.
2. Abwasserbehandlung (ein- oder zweistufige biologische Behandlung mit oder ohne chemische Fällung, bzw. Kombination von anaerober und aerober Behandlung).
3. Verdampfung von hochkonzentrierten Abwasserströmen und Verbrennung der Filtrate.

Für integrierte Werke ist es schwierig BAT assoziierte Emissionswerte zu bekommen, da sehr große Unterschiede bei den eingesetzten Rohstoffen, bei den Verfahrensbedingungen und bei der Produktpalette bestehen.

Angaben zu Konzentrationen und Frachten nach der biologischen Behandlung können in den Tabellen 4.31 und 4.34, sowie im Kapitel 4.2.1.1 nachgelesen werden.

4.5.3.2 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen in die Luft

- Emissionen aus den Hilfskesseln werden im Kapitel 4.2.2 behandelt.
- Emission von VOC

Durch die hohen Temperaturen bei der Zerkleinerung werden (in Abhängigkeit von den Bedingungen und des Harzgehaltes des Holzes) VOC emittiert. Als BAT assoziierte Maßnahme wird die Sammlung und die Behandlung (Verbrennung, Wäsche) dieser Gase angesehen. Genaue Daten werden nicht angegeben.

- Verbrennung von Rückständen

Die Verbrennung von Rückständen nach dem Wirbelschichtverfahren mit einer entsprechenden Rauchgasreinigung ist BAT.

4.5.3.3 Feste Abfälle

Allgemeine Maßnahmen wurden im Kapitel 4.3.3.4 formuliert

Im allgemeinen werden folgende Abfälle deponiert:

- Flugasche, Rostasche
- Holz- und Rindenrejekte
- Abfälle aus der Reinigung
- Andere zu geringen Anteilen

Da zu diesem Kapitel nur wenige Daten gesammelt werden konnten, werden keine Zahlen zu diesen Abfällen angegeben.

Als gefährliche Abfälle fallen verschiedene Öle, Schmiermittel, Batterien, Farben, Biozide, chemische Rückstände u.ä. in einer Menge vom 0,05 – 0,1 kg/t Produkt an.

4.5.3.4 Energiesparmaßnahmen

Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches werden wie folgt angegeben:

1. Implementieren eines Energiemanagementsystems
2. Modernisierung der Anlagen

3. Minimierung des Verlustes an Rejekten führt zu einer Steigerung der Ausbeute und damit zu einem geringeren spezifischen Energieeinsatz
4. Effektive Wärmerückgewinnung
5. Co-generation von Wärme und elektrischer Energie

In der folgenden Tabelle sind Daten zum Energieverbrauch aus verschiedenen Anlagen dargestellt:

Tabelle 4.12: BAT assoziierte Werte für den Energieverbrauch für verschiedene Papierprodukte

| Art des Werkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/Adt ¹ | Verbrauch an elektrischer Energie (netto) in MWh/Adt |
|---|--|--|
| Zeitungspapier (100 % TMP, integriert) | - 1,3 ² | 2,2 |
| SC-Papier (100 % TMP, integriert) | -0,3 ² | 2,1 |
| Zeitungspapier (> 50 % mech. Zellstoff, integriert) | 0 – 3,0 | 2 – 3 |
| LWC-Papier (> 50 % mech. Zellstoff, integriert) | 3 – 12 | 1,7 – 2,6 |
| SC-Papier (> 50 % mech. Zellstoff, integriert) | 1 – 6 | 1,9 – 2,6 |
| Kartonpappe (> 50 % mech. Zellstoff, integriert) | 3,5 – 13 | 2,3 – 2,8 |
| CTMP (nicht integriert) | 0 | 2 - 3 |

¹ MWh = 3,6 GJ; 1 GJ = 0,277 MWh

¹ der Wärmeverbrauch hängt von der Art des Refiners und dem Grad der Wärmerückgewinnung ab

² dieser Wert ist nur bei optimaler Wärmerückgewinnung und optimaler Ausnutzung der Anlagen zu erreichen

4.5.3.5 Lärm

Hängt stark von den lokalen Bedingungen ab.

4.5.3.6 Chemikalienverbrauch

Es wird auf das Kap. 4.4.3.5 verwiesen.

4.5.4 Emerging Techniques

Folgende Techniken werden angeführt:

- Verwendung neuer Technologien bei der Verdampfung des Prozesswassers
- Neue Energiesparende TMP Prozesse

4.6 Verarbeitung von Altpapier

4.6.1 Angewandte Prozesse und Techniken

Altpapier ist mittlerweile ein bedeutender Rohstoff der Papierindustrie, da es im Vergleich mit vergleichbaren Zellstoffqualitäten wesentlich billiger ist. In Europa werden rund 43 % des verwendeten Papiers wiederverwertet.

Durch die Wiederverwendung (Re-Pulping) werden die Fasern beansprucht und kürzer. Aus diesem Grund ist es einerseits nicht möglich Papier hoher Qualität nur aus Altpapier zu produzieren, andererseits können die Fasern nicht beliebig oft recycled werden.

Für eine gute Nutzung der einzelnen Faserqualitäten ist es vorteilhaft, diverse Papiersorten getrennt zu sammeln, bzw. nach der Sammlung zu trennen und den Eigenschaften entsprechend in den Prozess zurückzuführen.

Die Art des Altpapiereinsatzes hängt von der beabsichtigten Papierqualität ab. Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen Prozessen, in denen ausschließlich mechanisch gereinigtes Altpapier (ohne Deinking) zum Einsatz kommt, und Prozessen, die mechanisch gereinigtes und deinktes Altpapier verwerten.

Allen Prozessen gemeinsam sind die Schritte Zerkleinerung und Trennung der Fasern, sowie das Abtrennen von Verunreinigungen.

Folgende Schritte werden angegeben:

1. Lagerung des Altpapiers
2. Repulping des trockenen Altpapiers
3. Mechanische Abtrennung von Verunreinigungen
4. Prozesse mit Deinking durch Flotation
5. Prozesse mit Deinking durch Wäsche und Entfernung der Asche (optional)
6. Bleiche (optional)
7. Reinigung des Prozesswassers
8. Abschließende Reinigung und Entwässerung
9. Behandlung von Rejekten und Schlämmen

Beispiele für verschiedene Systeme zur Altpapierverwertung werden angeführt:

- Produktion von Faltschachtelkarton und Pappe
- Produktion von Zeitungspapier und einfache Schreib- und Druckpapiere
- Produktion von LWC (light weight coated paper) und SC (supercalendered paper) Papier
- Produktion von Hygienepapiers und Zellstoff für den Verkauf

4.6.2 Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind

4.6.2.1 Trennung und Rückführung von kontaminiertem und sauberem (bzw. schwach kontaminiertem) Prozesswasser

Ein effektives Wassermanagement zur Senkung des Frischwasserverbrauches umfasst folgende Maßnahmen:

1. Einsatz geeigneter Techniken zur Trennung von nicht kontaminierten (Kühlwasser), schwach kontaminierten (Wasser für Vakuumpumpen) und stark kontaminierten (Prozesswasser) Wasserströmen

2. Reduktion des Frischwasserverbrauches durch Recycling des Rückwassers je nach benötigter Wasserqualität (z.B. Einsatz zur Rohfaserverdünnung, Verdünnung von Füllstoffen, Prozess- und Produkthilfsstoffen, Einsatz im Vakuumsystem, u.a.)
3. Reduktion des Frischwasserverbrauches durch strikte Trennung der Kreisläufe und Führung im Gegenstrom
4. Reinigung des Siebwassers zum Einsatz in der Fasergewinnung durch Siebe, Filter und Flotation
5. Ausgleichen negativer Effekte des Recyclings von Prozesswasser
6. Vorgereinigtes Siebwasser wird weiter aufbereitet

Durch Anwendung einer Kombination dieser Maßnahmen kann der Frischwasserbedarf für die Kühlung um 10–15 m³/Adt herabgesetzt werden. Der Frischwasserbedarf für die Pumpen (Flüssig Ring Pumpe) kann auf < 1 m³/t gesenkt werden.

4.6.2.2 Optimierte Wassermanagement und Wasserreinigung

Prozesswasser wird meist im Gegenstrom geführt:

- Kurzer Kreislauf (Primärkreislauf): aus der Papiermaschine zum Verdünnen des Einsatzes für die Papiermaschine
- Langer Kreislauf (Sekundärkreislauf): Aus der Papiermaschine zur Altpapierzerfaserung

Ein Teil des Siebwassers wird geklärt (Filter; Sedimentation; Flotation) und wiederverwendet oder der biologischen Kläranlage zugeführt.

Als Vorteile dieser Maßnahmen werden ein reduzierter Frischwasserbedarf, damit verbunden ein geringeres Abwasseraufkommen, eine Verringerung von Faserverlusten und Einsparung von Energie genannt. Diesen stehen einige Nachteile gegenüber: Aufkonzentration von organischen und anorganischen Substanzen und suspendierten Feststoffen, Korrosion, Ablagerungen und Schleimbildung in den Rohrsystemen und ein Ansteigen der Temperatur (was aber in manchen Fällen als Vorteil gewertet wird).

In vollständig geschlossenen Systemen (nur für die Produktion von Testliner und Wellenstoff möglich) kann es zu anaeroben und daher reduzierenden Bedingungen in den Leitungen kommen. Dadurch werden geruchsintensive Verbindungen (Schwefelwasserstoff, kurzkettige Fettsäuren) gebildet, die Korrosion gefördert und die Papierqualität beeinträchtigt.

Aus diesem Grund haben einige Werke die Wasserkreisläufe wieder teilweise geöffnet.

Eine Reduktion des Frischwasserbedarfs auf 4–7 m³/t Papier ist bei der Herstellung von braunem Verpackungspapier möglich. Mit dieser Maßnahme ist ein hoher COD des Abwassers verbunden, welcher eine anaerobe Behandlung und eine Nutzung des Biogases wirtschaftlich macht.

Für die Produktion von deinktem Papier ist ein Abwasservolumen von 10 m³/t erreichbar.

4.6.2.3 Reduktion des Frischwasserverbrauches durch strikte Trennung der Wasserkreisläufe und Gegenstromführung

In einer integrierten Papiermühle haben der Zellstoffbereich, die Bleiche und die Papiermaschine jeweils eigene Wasserkreisläufe, wobei ein Überschuss jeweils in den upstream Bereich, in dem die benötigte Wasserqualität weniger hoch ist, geleitet werden kann.

Ein wichtiger Faktor ist die Minimierung des Übertrages von der Bleiche zur Papiermaschine durch effizientes Waschen des gebleichten Zellstoffs.

Die Einsparung an Frischwasser kann nicht isoliert betrachtet werden, da diese Maßnahme den gesamten Wasserhaushalt (Frischwasserbedarf, In-line Behandlung, Abwassermengen und -Frachten) des Papierwerkes beeinflusst. Zusätzlich muss oftmals auch die Additivdosierung vor der Papiermaschine geändert werden. Nebenbei kann auch Energie gespart und der Faserverlust minimiert werden.

Weitere Informationen gibt es in den Kapiteln 4.6.2.4, 4.6.4 und 4.7.2.3

In einer modernen Papiermühle kann der Verbrauch an Frischwasser auf 1 m³/t verringert werden. Das bedeutet, dass in einem modernen integrierten Werk zur Produktion von Zeitungspapier aus Altpapier nur 10 % des Frischwasserbedarfs für die Aufbereitung der Sekundärfasern verwendet werden.

4.6.2.4 Geschlossene Wasserkreisläufe kombiniert mit einer In-line biologischen Behandlung

In manchen Werken zur Herstellung von „braunem“ Papier wird ein Teilstrom des Prozesswassers einer In-line Behandlung (physikalisch und biologisch) unterzogen, um eine gewisse Qualität des Wassers zu garantieren. Diese Anlagen stellen damit eine Art interne Wasseraufbereitung dar.

Zwei verschiedene Optionen werden angeboten:

- 1) Anaerobe Behandlung gefolgt von einer Wiederbelüftung und einer Dekarbonisierung
- 2) Anaerobe Behandlung kombiniert mit einem Belebtschlammbecken und einem Sandfilter

Der anfallende Schlamm aus der Biologie und das gewonnene Biogas können zur Abdeckung des Energiebedarfes dieses Teils der Anlage verbrannt werden. Die Emission von geruchsintensiven Gasen aus der Papiermaschine sinken deutlich.

Durch diese Maßnahmen werden die Emissionen ins Abwasser praktisch auf Null reduziert.

4.6.2.5 Anaerobe Behandlung als erste Stufe einer biologischen Abwasserbehandlung

Diese Maßnahme wird hauptsächlich für die Produktion von braunem Papier eingesetzt. Durch die Vorschaltung einer anaeroben Stufe kann die folgende, kostenintensivere aerobe Anlage kleiner konzipiert werden.

In der Tabelle werden erreichbare Werte nach den biologischen Stufen aufgelistet:

Tabelle 4.13: Konzentration im Abfluss (JMW) einer deutschen Papierfabrik, in welcher Papier und Karton aus 100 % deinktem Altpapier produziert wird

| Parameter | Zweistufige aerobe Behandlung | Anaerobe plus aerobe Stufe |
|------------|-------------------------------|----------------------------|
| COD (mg/l) | 290 | 190 |
| BOD (mg/l) | 21 | 12 |
| COD (kg/t) | 0,93 | 0,68 |

Typischerweise kann in einem anaeroben Reaktor der BOD um 85–95 % und der COD um 60–85 % reduziert werden. In Kombination mit einer aeroben Stufe wird der COD um 95–97

% und der BOD um 99–99,8 % verringert. Daraus resultiert eine Abwasserfracht von 0,5–1,5 kg COD/t Papier und von 0,02–0,2 kg BOD/t.

Der Energieverbrauch einer aeroben Stufe liegt bei 500–600 kWh/t reduziertem COD, der einer kombinierten anaeroben/aeroben Behandlung bei 200–300 kWh/t reduziertem COD.

Die gebildete Biogasmenge liegt im Bereich zwischen 400–600 m³/t reduziertem COD, woraus sich 1.900–2.900 kWh/t reduziertem COD gewinnen lassen. Damit wird aus diesem Teil der Anlage ein Überschuss an Energie produziert.

4.6.2.6 Aerobe biologische Behandlung

Siehe Kapitel 4.2.1.

4.6.2.7 Modernisierung der Anlagen für die Grundstoffherstellung zur Verringerung der Emissionen und des Energieverbrauches

Der spezifische Energieverbrauch pro Prozesseinheit ist in der nächsten Tabelle angegeben:

Tabelle 4.14: Spezifischer Energieverbrauch und Stoffdichten bei der Verarbeitung

| Prozesseinheit | Spezifischer Energieverbrauch (kWh/t) | Stoffdichte (%) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Herstellung des Zellstoffbreis | 10–20 | 3–6 |
| Mahlung | 20–60 | 3–6 |
| Sortierung | 5–20 | 0,5–4 |
| Endsortierung | 20–40 | 1–4 |
| Zentrifugal Reinigung | 4–8 | $< 0,5 = 4,5 (< 6)^2$ |
| Fraktionierung | 5–20 | 3–4 |
| Eindicken | 1–10 | $0,5 = 5 (10)$ |
| Entwässerung (Schraubepresse) | 10–15 | $2–5 = 15–50^2$ |
| Entwässerung (Doppelsiebmaschine) | 2–4 | $2–5 = 15–50^2$ |
| Dispergierung | 30–80 | 22–32 |
| Refining: niedrige Konsistenz | 5–25 (pro SR-Einheit) ¹ | 3–5,5 |
| Refining: hohe Konsistenz | 10–60 (pro SR Einheit) ¹ | 25–35 |
| Waschen | 5–20 | $0,7–1,4 = 5–12^2$ |
| Dissoved Air Flotation (DAF) | 10–20 | $< 0,3–0,01$ |
| Lagerung | 0,02–0,1 | 3–5,5 (12) |
| Mischen | 0,2–0,5 | 3,5–4,5 |

¹ Schopper-Riegler

² Änderung der Stoffdichte zwischen Ein- und Auslaß der Einheit

Diese Maßnahmen können nur für Prozesse ohne Deinking angewendet werden. Im anderen Fall müssen diese leicht modifiziert werden. Ansätze zur Modernisierung können je nach Werk, Marktbedingungen, Rohstoffen und anderen Faktoren äußerst unterschiedlich sein. Sie betreffen in der Regel Vorgänge wie Waschen, Sortieren, Fraktionierung der Fasern, Faserbehandlung, und Prozesswasserbehandlung.

Im Dokument werden vier davon vorgestellt. Der Bereich des Energieverbrauches wird mit 45–270 kWh/t angegeben.

Die Verbesserung der Faserqualität bedingt eine erhöhte Papierqualität sowie einen geringeren spezifischen Energie- und Wärmeverbrauch.

4.6.2.8 Klärung des Wassers aus der Bearbeitung von deinktem Altpapier

Die Klärung des Siebwassers kann durch Sedimentation, Filtration und Flotation erfolgen. Als BAT wird heutzutage die DAF (Dissolved Air Flotation) Einheit angesehen. Dabei werden Flockulationshilfsmittel zugegeben und die gebildeten Flocken an der Oberfläche abgezogen. Mit dieser Methode werden Fines, anionische Bestandteile und auch kolloidal gelöste Substanzen abgetrennt.

4.6.2.9 Co-Generation von Wärme und elektrischer Energie

Der Gesamtwirkungsgrad dieser Technologie erreicht bis zu 93 %, während bei herkömmlichen Elektrizitätswerken nur maximal 38 % der eingesetzten Energie gewonnen werden können.

Folgende Reduktionspotentiale sind erreichbar:

- Brennstoffverbrauch: 29 %
- NO_x: 38 %
- CO: 97 %
- SO₂: 100 %
- CO_{2, fossil}: 46 %

Diese Technik kann auch bei vergleichsweise kleinen Anlagen (einige MW) eingesetzt werden. Dadurch werden sowohl die spezifischen CO₂ Emissionen, als auch der Gesamt CO₂ Ausstoß durch die Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme reduziert.

4.6.2.10 Behandlung von Rejekten und Schlämmen sowie On-Site Entwässerung

Die Entfernung von Verunreinigungen (Nicht-Papier Produkte) aus dem Papierbrei stellt einen bedeutenden Schritt in der Produktion von Altpapier dar. Diese betragen ca. 4–8 % des eingesetzten Altpapiers (die Angaben beziehen sich auf die Produktion von Wellenstoff und Testliner) und lassen sich in schwere, grobe und leichte, feine Rejekte einteilen.

Unabhängig von der weiteren Verwendung (Verwertung oder Deponierung) ist ein Entwässerungsschritt notwendig.

Mit diversen Sieben, Schrauben- und Rechensortiermaschinen lassen sich Trockengehalte von 60–80 % bei den schweren Rejekten, sowie 50 bis 65 % durch die Verwendung von feineren Siebanlagen und Schraubenpressen bei leichten Rejekten erreichen.

Überschussschlamm aus der Biologie kann als Rohmaterial bis zu einem Prozent (TS bezogen auf das Volumen des eingesetzten Altpapiers) dem Papierbrei zugesetzt werden, ohne die Qualität des Endproduktes zu vermindern. In diesem Fall braucht er nicht entwässert werden.

Durch die Entwässerung wird der nutzbare Energiegehalt (im Falle der thermischen Verwertung) erhöht, das zu deponierende Volumen verringert und die Gefahr der Auslaugung der Rejekte auf der Deponie reduziert. Dafür wird das Volumen an belastetem Abwasser erhöht. Falls die Rejekte zusätzlich mit Dampf gewaschen werden, steigt damit auch der Energieverbrauch.

4.6.2.11 Umweltverträgliche Nutzung und Deponierung der Abfälle und Reststoffe

Dieses Thema wird auch im Kapitel 4.7.2.14 behandelt.

Rejekte (Sortierrückstände) aus der Altpapier-Aufbereitung (4–10 % des eingesetzten Altpapiers) ohne Deinking (Wellenstoff, Testliner, Pappe) haben einen hohen Energiegehalt (22–24 MJ/kg TS; aufgrund des hohen Kunststoffgehaltes und der Möglichkeit der Entwässerung) und können daher thermisch genutzt werden.

Rejekte aus der abschließenden Reinigung und Sortierung der Papiermaschine können nach der (getrennten) Entwässerung als Co-substrate bei der Kompostierung genutzt werden. Dieses Vorgehen ist allerdings in einigen Mitgliedsstaaten (z.B. Deutschland) untersagt.

Beim Deinking Verfahren werden große Mengen an Deinking- und Prozesswasserschlämme produziert. Zusammen mit den Rejekten kann das Volumen zwischen 15 und 40 % des eingesetzten Altpapiers ausmachen. Deinking Schlämme enthalten vornehmlich kurze Fasern, Füllstoffe, Druckfarben und Anstrichmittel, und werden in einigen Ländern deponiert, in anderen auch auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht oder kompostiert. Größere Anlagen verbrennen Deinking Schlämme zusammen mit den Schlämmen aus der Biologie.

Einige Optionen für die Behandlung von Rejekten und Schlämmen werden dargestellt:

- Verbrennung im Werk in einer eigenen Verbrennungsanlage:

Als Beispiel wird die thermische Nutzung von Rejekten von Papiermühlen ohne Deinking in einem Etagenofen mit zweistufiger nasser Rauchgaswäsche, Aktivkohle- und Zeolithfilter, Elektrofilter und SNCR genannt. Die Schwermetalle aus der Rauchgaswäsche werden durch Neutralisation, Fällung und Flockung abgeschieden und deponiert.

Folgende Emissionswerte werden angeführt:

Tabelle 4.15: Emissionswerte der oben genannten Anlage (Normalbedingungen; 11 % O₂, trocken)

| Parameter | Einheit | Messwert | Grenzwerte (Deutschland) |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|--------------------------|
| Staub | mg/Nm ³ | 3,2 | 10,0 |
| SO ₂ | mg/Nm ³ | 26,0 | 50,0 |
| NO _x | mg/Nm ³ | 195 | 200 |
| CO | mg/Nm ³ | 14,1 | 50,0 |
| HCl | mg/Nm ³ | 1,7 | 10,0 |
| HF | mg/Nm ³ | 0,06 | 1,0 |
| Total-C | mg/Nm ³ | 1,4 | 10,0 |
| Cd, Tl | µg/Nm ³ | < 17,0 | 50,0 |
| Hg | µg/Nm ³ | 5 | 50,0 |
| Sb, As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn | µg/Nm ³ | 71,0 | 500 |
| Dioxine/Furane | ng I-TE/Nm ³ | 0,097 | 0,1 |

In Holland betreiben einige benachbarte Papiermühlen eine gemeinsame Wirbelschichtanlage für die Verbrennung von Rejekten und Rückständen. Die Asche wird von der Baustoffindustrie genutzt.

- Mitverbrennung innerhalb des Werkes im Kohle-befeuerten Kraftwerk:

Zusätzliche Maßnahmen zur Rauchgasreinigung (Verminderung der Emission an HCl, HF, SO₂ und Dioxinen) müssen installiert werden. Es liegen noch keine aktuellen Daten zu den Emissionen vor, da die ersten Mitverbrennungsanlagen erst 1997 in Betrieb gingen. Als erreichbare Werte werden angegeben:

- HCl: 30 mg/Nm³
- HF: 5 mg/Nm³
- SO₂: < 200 mg/Nm³
- Dioxine/Furane: <0,1 ng I-TEQ/Nm³

Eine Tonne Rejekte mit einem Wassergehalt von 45 % kann 0,7 Tonnen Braunkohle ersetzen. Dadurch wird der Verbrauch an fossilen Brennstoffen verringert und Deponievolumen gespart. Allerdings verbleibt die Deponierung von hochkonzentrierten, schwermetallhaltigen Aschen.

- Verbrennung von Rückständen (Rejekten und Schlämmen) aus Deinking Anlagen zur Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme

Diese kann entweder in einem eigenen Kessel oder im Rindenverbrennungskessel (vornehmlich Wirbelschicht mit der Möglichkeit der Zufeuerung von fossilen Brennstoffen) erfolgen. Meist muss der Schlamm vorher entwässert werden, das abgetrennte Filtrat wird in der Abwasserbehandlungsanlage gereinigt oder nach einer Mikroflotations-Stufe in den Pulping Prozess zurückgeführt. Deinking Schlämme aus der Flotation kann direkt (d.h. ohne Entwässerung) verbrannt werden.

Rejekte aus der Deinking Anlage müssen vor der Verbrennung vorbehandelt werden.

Der Haupteffekt dieser Maßnahme ist die Verringerung des Deponievolumens um 80–90 % und weniger die Energiegewinnung, da diese Art der Rückstände nur einen geringen Wärmeinhalt aufweisen.

- Eine weitere Möglichkeit ist die Mitverbrennung in der Zementindustrie (kann zur erhöhten Emissionen an VOC und Dioxinen führen).

Für die Weiterbehandlung von Rejekten kann keine best verfügbare Technik angegeben werden, da diese zu stark von lokalen Gegebenheiten und der jeweiligen Rejektzusammensetzung abhängt. Da in Zukunft die Deponierung von Abfällen mit hohem Energieinhalt kaum mehr möglich sein wird, müssen alternative Verwertungsformen gefunden werden. Die Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme durch Verbrennung in Anlagen mit geeigneten Rauchgasreinigungen stellt eine relativ umweltfreundliche Methode dar.

4.6.3 Beste verfügbare Technik

Allgemeine Maßnahmen sind wie in Kapitel 4.3.3. beschrieben.

4.6.3.1 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ins Wasser

Eine Reduktion des Frischwasserverbrauches und eine Verringerung der Wasserflüsse kann durch eine Kombination folgender Maßnahmen erreicht werden:

1. Trennung nach dem Grad der Kontamination und Recycling von Prozesswasser. Wiederverwendung von Kühlwasser, Recycling von Sperr- und Prozesswasser der Vakuumpumpen.

2. Optimierung des Wassermanagements (Kreislaufführung), Wasserreinigung durch Sedimentation, Flotation oder Filtration, Recycling von Prozesswasser.
3. Strikte Trennung der Wasserkreisläufe und Gegenstromführung.
4. Produktion von geklärtem Wasser für die Deinking Anlage (Flotation).
5. Installation eines Ausgleichsbeckens und Primärbehandlung des Abwassers als Vorstufe für die biologische Behandlung.
6. Aerobe biologische Behandlung (für deinktes und unter gewissen Voraussetzungen auch für nicht deinktes Papier), bzw. jede Behandlung, welche zu einer vergleichbaren Minderung der Schadstoffbelastung führt.
7. Kombination von anaerober und aerober Behandlung (vor allem für nicht deinktes Papier). Durch diese Maßnahme wird das Volumen an Überschussschlamm reduziert.
8. Teilweises Recycling von Prozesswasser nach der biologischen Behandlung wird als BAT für nicht deinktes Papier betrachtet.
9. Behandlung von Prozesswasser in internen Kreisläufen. Diese Maßnahme führt zu Problemen durch die Ablagerung von Kalzium Karbonat in Leitungen und Belüftungsbecken, und wird deshalb nicht als BAT betrachtet.

Durch das Schließen von Wasserkreisläufen wird das Volumen des Abwassers geringer, die Konzentration an Schadstoffen aber höher. Ein derartiger Abwasserfluss ist insgesamt leichter zu behandeln und zu reinigen.

Angaben zu Konzentrationen und Frachten nach der biologischen Behandlung können in der Tabelle 4.27 und im Kapitel 4.2.2.1 nachgelesen werden.

4.6.3.2 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen in die Luft

Emissionen in die Luft stammen hauptsächlich aus dem Kraftwerk. Folgende Maßnahmen werden angegeben:

1. Co-generation von Wärme und elektrischer Energie
2. Kontrolle der SO₂ Emissionen und Verwendung von niedrig-NO_x Brennern
3. Reduktion der Emissionen an fossilem CO₂ durch Verfeuerung von Holz- und Holzabfällen

Angaben zu den Emissionen aus Hilfskesseln können im Kapitel 4.2.2 nachgelesen werden.

Bei der Rezeptur der Papierbeschichtungsmittel sollte nach Möglichkeit auf einzelne, als flüchtig bekannte Chemikalien (z.B. Acrylnitril, Formaldehyd) verzichtet werden.

4.6.3.3 Maßnahmen zu Reduktion von festen Abfällen

Allgemeine Maßnahmen werden wie folgt formuliert:

1. Minimierung des Aufkommens von festen Abfällen und weitgehende Wiedergewinnung und Wiederverwendung.
2. Getrennte Sammlung der Abfälle am Entstehungsort, sowie getrennte Lagerung um eine bestmögliche Weiterverwendung zu erleichtern.
3. Optimierung der Faserwiedergewinnung und der Anzahl der Reinigungsschritte durch die Modernisierung der entsprechenden Anlagen.
4. Dissolved Air Flotation (DAF) zur Wiedergewinnung von Füllstoffen und Fasern und zur Klärung von Prozesswasser. Bei der Herstellung der Grundstoffe muss eine Balance zwischen Reinheit, Faserverlust, Produktqualität, Energieverbrauch und Kosten gefunden werden.

5. Anaerobe Vorbehandlung des Abwassers zur Reduktion des Überschussschlammes.
6. Entwässern von Rejekten und Schlämmen zur Erhöhung der Energieausbeute bei der Verbrennung.
7. Reduktion der zu deponierenden Abfälle durch Verbrennung und weitgehender Weiterverwendung der Aschen (z.B. als Baumaterial).

BAT assoziierte Werte werden hier nicht angeführt, da der Anfall von festen Abfällen von den verwendeten Rohstoffen, der Art des Werkes, von lokalen Gegebenheiten und von den Produkten abhängt. Außerdem sind die erhaltenen Daten kaum miteinander vergleichbar.

4.6.3.4 Energiesparmaßnahmen

1. Implementieren eines Energiemanagementsystems.
2. Modernisierung der Anlagen.
3. Installation einer anaeroben Abwasserbehandlungsanlage.

In der folgenden Tabelle sind Daten zum Energieverbrauch aus verschiedenen Anlagen dargestellt:

Tabelle 4.16: BAT assoziierte Werte für den Energieverbrauch für verschiedene Papierprodukte

| Art des Werkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/Adt | Verbrauch an elektrischer Energie (netto) in MWh/Adt |
|---|---|--|
| Testliner, Wellenstoff ohne Deinking | 6,0 – 6,5 | 0,7 – 0,8 |
| Pappe und Schachtelkarton ohne Deinking | 8,0 – 9,0 | 0,9 – 1,0 |
| Deinktes Zeitungspapier | 4,0 – 6,5 | 1,0 – 1,5 |
| Deinktes Hygienepapier | 7,0 – 12,0 ¹ | 1,2 – 1,4 |

¹ der Energieverbrauch hängt bei diesem Produkt hauptsächlich von der Art der Trocknung ab

4.6.3.5 Lärm

Hängt stark von den lokalen Bedingungen ab.

4.6.3.6 Chemikalienverbrauch

Einige Punkte sind angeführt:

1. Führung einer Datenbank aller verwendeten Chemikalien (Zusammensetzung, Abbaubarkeit, Toxizität, Bioakkumulation, etc).
2. Anwendung des Substitutionsprinzips (Ersetzen von gefährlichen Chemikalien durch weniger gefährliche).
3. Verhinderung des Freisetzens von gefährlichen Stoffen in Boden und Grundwasser.
4. Maßnahmen zur Reduktion der Unfallwahrscheinlichkeit und zum Einhalten der Normalbedingungen.

4.6.4 Emerging Techniques

- Fortschrittliche Abwasserbehandlung durch die Kombination von Ozonbehandlung und fixed bed biofilm Reaktoren
- Membran Bioreaktor
- Wiedergewinnung der Verbrennungsasche und von CO₂ zur Produktion von mineralischen Füllstoffen
- In-line Behandlung zur Reinigung von Prozesswasser in internen Kreisläufen
- Installation des „Continuous Batch Fibre Recovery Systems“ (Tunnelwäscher)

4.7 Produktion von Papier und verwandte Prozesse

4.7.1 Angewandte Prozesse und Techniken

1. Herstellung des Grundstoffes
2. Papier Maschine
3. Wasserkreisläufe und Faserwiedergewinnung
4. Ausschuss System
5. Leimung (optional)
6. Streichung (optional)
7. Färbung (optional)
8. Zugabe von Chemikalien
9. Kalandern (optional)
10. Aufrollen, Schneiden, Auslieferung
11. Nicht integrierte Papierfabriken:
 - Ungestrichenes holzfreies Druck- und Schreibpapier
 - Gestrichenes holzfreies Druck- und Schreibpapier
 - Hygienepapier
 - Spezialpapier

4.7.2 Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind

4.7.2.1 Wassermanagement und Minimierung des Wasserverbrauches für die Produktion diverser Papierarten

Diese Maßnahme sollte in Zusammenhang mit der im nächsten Kapitel Angeführten gesehen werden. Prozessintegrierte Maßnahme; kann in neuen und bestehenden Anlagen installiert werden. Erreichbare Werte sind abhängig von der produzierten Papierart:

Tabelle 4.17: Erreichbare Werte für den Frischwasserbedarf

| Papiertyp | Erreichbarer Frischwasserbedarf (m ³ /t) |
|---------------------------|---|
| Zeitungspapier | 8–13 |
| Ungestrichenes Feinpapier | 5–12 |
| Gestrichenes Feinpapier | 5–15 |
| LWC Papier | 10–15 |
| SC Papier | 10–15 |

| Papiertyp | Erreichbarer Frischwasserbedarf (m ³ /t) |
|---|---|
| Mehrschichtige gefaltete Kartonverpackungen | 8–15 (Primärfaser) |
| Hygienepapier | 10–15 (Primärfaser; geringere Qualität) 15–25 (Primärfaser; höhere Qualität) |
| Wellpappe | 4–10 (Primärfaser) |

Durch geringeren Wasserverbrauch kommt es zu einer Konzentrierung der Schadstoffe, wodurch eine effiziente Abwasserbehandlung in der Regel erleichtert wird.

4.7.2.2 Beurteilung von Vor- und Nachteilen des Schließens der Wasserkreisläufe

Prozessintegrierte Maßnahme; kann in neuen und bestehenden Anlagen installiert werden.

Einige Vor- und Nachteile sind in der Tabelle angeführt:

Tabelle 4.18: mögliche Konsequenzen von geschlossenen Systemen

| Mögliche Vorteile | Mögliche Nachteile |
|---|--|
| Verbesserte Retention von löslichen Bestandteilen im Papier | Hohe Konzentration an gelösten oder kolloidal gelösten Substanzen in den Wasserkreisläufen |
| Verminderter Energieverbrauch für Heizung und Pumpen | Risiko der Schleimproduktion |
| Verbesserung der Entwässerungseigenschaften führt zu einer Reduktion des Energieverbrauches bei der Trocknung | Risiko einer geringeren Produktqualität |
| Geringere Investment Kosten | Höherer Verbrauch an Prozesshilfsmitteln |
| Einsparung an Rohmaterial | Risiko der Korrosion (hohe Konzentration an Chloriden) |
| Gesteigerte Effizienz der Abwasserbehandlung | Erhöhtes Risiko des Verstopfens von Leitungen, Düsen, Gittern u. ä. |
| Reduktion der freigesetzten Schadstoffe | Hygienische Probleme bei diversen Papierarten |

4.7.2.3 Interne Behandlung von Rückwasser durch Membranfiltration und Recycling des behandelten Prozesswassers (siehe auch 4.6.2.4)

Könnte teilweise auch in Altpapier verarbeitenden Papierfabriken eingesetzt werden, prozess- integrierte Maßnahme

Mit dieser Technik können je nach dem cut-off der Membran Schwebstoffe, Bakterien, Kolloide, hochmolekulare organische Stoffe und Anionen aus dem Wasser gefiltert werden. Die erreichbare Abscheideleistung durch die Ultrafiltration wird wie folgt angegeben:

- TSS: 100 %
- Bakterien: 99 %
- Kolloide: 100 %
- Anionen: 45 – 70 %
- Gelöster COD: 10 – 20 %

Das Konzentrat (3–5 % des Zuflusses) wird entweder verbrannt oder der biologischen Abwasserbehandlung zugeführt.

Der Energieaufwand zur Überwindung der Druckdifferenz erhöht sich um ungefähr 2,6 kWh/m³ behandeltes Prozesswasser.

4.7.2.4 Reduktion von Faser- und Füllstoffverlusten

Prozessintegrierte Maßnahme; kann in neuen und in bestehenden Anlagen installiert werden (Ausnahme: Anlagen zur Produktion von Hygienepapier)

Die Gesamtverluste an festen Substanzen (Papiermaschine, Überschuss-Rückwasser, Pressen, Rejekte aus der Grundstoffbereitung, etc.) werden mit 10–100 kg Trockensubstanz/Adt, für moderne Werke mit 10–20 kg TS/Adt angegeben. Bei der Produktion von Fluting und Spezialpapieren kann der Verlust über 50 kg TS/Adt liegen.

Durch diese Maßnahme werden zwar die COD und BOD Emissionen kaum beeinflusst, allerdings wird das Volumen des Schlammes aus der Primärbehandlung reduziert. Die Wiederverwertung von Fasern und Füllstoffen trägt zur Verminderung des Energie- und Rohstoffverbrauches bei.

4.7.2.5 Wiedergewinnung und Recycling von Abwasser, welches mit Streichmitteln und Farben belastet ist

Kann in neuen und bestehenden Anlagen installiert werden.

Es werden die Emissionen ins Wasser, die Produktion von festen Abfällen und der Frischwasserbedarf gesenkt.

4.7.2.6 Getrennte Vorbehandlung von Abwasser, welches mit Streichmitteln belastet ist

Kann in neuen und bestehenden Anlagen installiert werden.

Diese Technik stellt eine Alternative zu der vorher erwähnten Maßnahme dar. Es wird die nachfolgende biologische Abwasserbehandlungsstufe entlastet, allerdings bleibt das Volumen der produzierten festen Abfälle unverändert (keine Wiederverwertung).

4.7.2.7 Maßnahmen zur Verminderung der Häufigkeit und Auswirkungen von unvorhergesehenen Emissionen

Diese Maßnahmen umfassen das Design der Anlage (Sammelbecken, Leck-Detektoren, u.a.), als auch betriebliche Vorkehrungen (Monitoring, Wartung, Alarmpläne, u.a.).

4.7.2.8 Automatisierung und Messung

Durch geeignete Messvorrichtungen in allen Bereichen der Papierfabrik soll eine gleichbleibende Qualität der Rohstoffe und damit der Produkte garantiert werden.

4.7.2.9 Errichtung eines Ausgleichsbeckens und Primärbehandlung des Abwassers

Die Emission von TSS (abfiltrierbaren Stoffe) kann damit um 60– 90 % gesenkt werden, die der absetzbaren Stoffe um 90–95 %. Nach der Primärbehandlung liegt die TSS Konzentration im Bereich von 30–200 mg/m³.

4.7.2.10 Sekundäre oder biologische Abwasserbehandlung – Aerob

Siehe Kapitel 4.2.1.

4.7.2.11 Reinigung des Abwassers durch chemische Fällung

Diese Maßnahme kann sowohl als Alternative als auch als Ergänzung zur aeroben biologischen Behandlung betrachtet werden.

Eine Verminderung des TSS um 97–99 % und des COD um 70 % wird berichtet. Der gelöste COD (und BOD) wird nur zu ungefähr 10 % reduziert.

Es werden große Mengen an Schlamm produziert (3–6 kg/m³ mit einem Wassergehalt von 60–80 %), durch die Zugabe von Fällungsmitteln erhöht sich die Salzfracht des Abwassers (Chloride, Sulfate).

4.7.2.12 Substitution gefährlicher Substanzen durch weniger gefährliche

Diese Maßnahme gilt sowohl für Produkthilfsmittel, welche aber im Normalfall gut an die Zellulosefaser gebunden werden (hohe Retention) als auch für Prozesshilfsmittel, welche zum großen Teil im Abwasser wiedergefunden werden.

Zur Beurteilung des Risikos einer Substanz wird der Retentionsfaktor und die Abbaubarkeit herangezogen.

4.7.2.13 Entwässerung des Schlammes vor der Deponierung oder der Verbrennung

Die Verbrennung von entwässertem Schlamm kann zu einem Netto Energiegewinn führen.

4.7.2.14 Verschiedene Optionen der Abfallbehandlung

Es werden keine Zahlen zu den einzelnen Abfallfraktionen genannt. Die Art der Abfallbehandlung ist von den lokalen Bedingungen abhängig. Als generelle Maßnahmen werden genannt:

- Stoffliche Verwertung: Zementindustrie, Ziegelwerke, Baustoffindustrie, Landwirtschaft, Eisen- und Stahlindustrie, Straßenbau, Landwiedergewinnung, Bergbau
- Thermische Verwertung: nach der Entwässerung

4.7.2.15 Co-Generation von Wärme und elektrischer Energie

Der Gesamtwirkungsgrad dieser Technologie erreicht bis zu 93 %, während bei herkömmlichen Elektrizitätswerken nur maximal 38 % der eingesetzten Energie gewonnen werden können.

Folgende Reduktionspotentiale sind erreichbar:

- Brennstoffverbrauch: 29 %
- NO_x: 38 %
- CO: 97 %
- SO₂: 100 %
- CO_{2, fossil}: 46 %

Diese Technik kann auch bei vergleichsweise kleinen Anlagen (einige MW) eingesetzt werden. Dadurch werden sowohl die spezifischen CO₂ Emissionen, als auch der Gesamt CO₂ Ausstoß durch die Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme reduziert.

4.7.2.16 Installation von Niedrig NO_x Brennern

Tabelle 4.19: Erreichbare Emissionswerte (TMW) aus Kesseln mit niedrig NO_x Technologie (nur feuerungstechnische Maßnahmen sind installiert) und Staubabscheidung durch Elektrofilter.

| Parameter | Status der Anlage | Brennstoff | Erreichbarer Wert (mg/Nm ³) | Erreichbarer Wert (mg/MJ) | Bester Wert (mg/Nm ³) | Bester Wert (mg/MJ) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| NO _x | Neu | Erdgas/Biogas | 70–100 | 20–30 | 30–100 | 9–30 |
| | | Heizöl leicht/Gasöl ² | 120–200 | 35–60 | 150 | 45 |
| | | Heizöl schwer | 300–450 | 90–135 | 300 | 90 |
| | | Kohle | 300–500 ¹ | 115–190 ¹ | 250–250 ¹ | 90–100 ¹ |
| NO _x | Bestehend | Erdgas/Biogas | 70–200 | 20–60 | | |
| | | Heizöl leicht/Gasöl ² | 150–250 | 45–75 | | |
| | | Heizöl schwer | 400–450 | 115–135 | | |
| | | Kohle | 300–500 ¹ | 115–190 ¹ | | |
| SO ₂ | Neu | Erdgas/Biogas | 0–35 ³ | 0–10 ³ | 35 ³ | 10 ³ |
| | | Heizöl leicht/Gasöl | 350 ³ | 100 ³ | 250 ³ | 75 ³ |
| | | Heizöl schwer | 850–1.700 ⁴ | 250–500 ⁴ | 850 ⁴ | 250 ⁴ |
| | | Kohle | 400–2.000 ⁴ | 150–750 ⁴ | 400–2.000 ⁴ | 150–750 ⁴ |
| SO ₂ | Bestehend | Erdgas/Biogas | 0–35 ³ | 0–10 ³ | | |
| | | Heizöl leicht/Gasöl | 350 ³ | 100 ³ | | |
| | | Heizöl schwer | 1.700 ⁴ | 500 ⁴ | | |
| | | Kohle | 400–2.000 ⁴ | 150–750 ⁴ | | |
| Staub (nach dem Elektrofilter) | Neu | Erdgas/Biogas | 0–5 | 0–1,5 | 0–5 | 0–1,5 |
| | | Heizöl leicht/Gasöl | keine Daten | keine Daten | keine Daten | keine Daten |
| | | Heizöl schwer | 50–80 ⁵ | 15–25 ⁵ | 10–50 ⁵ | 3–15 ⁵ |
| | | Kohle | < 50 | < 20 | 10–50 | 4–20 |
| Staub (nach dem Elektrofilter) | Bestehend | Erdgas/Biogas | 0–5 | 0–1,5 | | |
| | | Heizöl leicht/Gasöl | keine Daten | keine Daten | | |
| | | Heizöl schwer | 50–80 ⁶ | 15–25 ⁶ | | |
| | | Kohle | 50–150 ⁶ | 20–60 ⁶ | | |

¹ Wirbelschichtverfahren

² Abhängig vom N-Gehalt

³ Abhängig vom S-Gehalt

⁴ Abhängig vom S-Gehalt, der Größe und der Art der Anlage; eine Reduktion der SO₂ Emissionen kann auch durch Kalkzugabe erreicht werden

⁵ Abhängig vom S-Gehalt und der Art der Anlage

⁶ Abhängig von der Größe der Anlage

4.7.2.17 Optimierung der Entwässerung durch die Pressen der Papiermaschine (Breitschuhpresse)

Das Trocknen des Papiers ist der Prozess mit dem höchsten Energieverbrauch bei der Produktion von Papier. Durch den Einsatz optimierter Pressen kann der Trockengehalt um 6 % erhöht werden, wodurch in der nachgeschalteten Trocknungsanlage 18 % der eingesetzten Energie gespart werden konnte.

4.7.2.18 Energie Einsparung durch effektives Energie Management

In der Tabelle werden Zahlen zum Energieverbrauch genannt:

Tabelle 4.20: BAT assoziierte Werte für den Energieverbrauch für verschiedene Papierprodukte

| Art des Werkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/t | Verbrauch an elektrischer Energie (netto) in MWh/t |
|--|--|--|
| Nicht integrierte Fabrik; gestrichenes und ungestrichenes Feinpapier | 5,3 (österreichisches Werk) | 0,62 (österreichisches Werk) |
| Nicht integrierte Fabrik ungestrichenes Feinpapier | 7,0–9,0 6,5–8,0 (österreichisches Werk) | 0,7–0,8 0,55–0,6 (österreichisches Werk) |
| Nicht integrierte Fabrik; gestrichenes Feinpapier | 10,0–11,0 7–7,5 | 1,1–1,3 0,6–0,7 |
| Nicht integrierte Fabrik; Hygienepapier | 5,5–7,5 | 0,9–1,1 0,5–2 ¹ |

¹ einige neue Anlagen haben einen erhöhten Energieverbrauch

4.7.2.19 Maßnahmen zur Lärmreduktion

Diese Maßnahmen beinhalten den Einbau von Schalldämpfern.

4.7.3 Beste verfügbare Technik

Allgemeine Maßnahmen sind wie in Kapitel 4.3.3. beschrieben.

4.7.3.1 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ins Wasser

1. Minimierung des Wasserverbrauches durch Wiederverwendung von Prozesswasser und Wassermanagement. Die Aufkonzentration von gelösten anorganischen und organischen Substanzen und Kolloiden setzt der Wiederverwendung Grenzen. Der Einsatz diverser Filtrationstechniken (Ultra-, Nanofiltration, Reverse Osmose) ist sehr energieintensiv und noch nicht ausreichend erforscht. Aus diesem Grund gelten diese Techniken zur Zeit noch nicht als verfügbar.
2. Erfassen möglicher Nachteile des Schließens von Wasserkreisläufen.
3. Abwägen der Rückwasser-, Filtrat- und Ausschusssysteme gegeneinander.
4. Maßnahmen zur Reduktion der Häufigkeit und Schwere von unbeabsichtigten Emissionen (Betriebsstörungen).
5. Sammlung, Wiederverwendung oder getrennte Entsorgung von sauberen Kühlwasser und Sperrwasser.

6. Eigene Vorbehandlung von mit Streichmitteln belastetem Abwasser.
7. Substitution gefährlicher durch ungefährliche Substanzen.
8. Abwasserbehandlung durch Installation eines Ausgleichsbeckens und Vorbehandlung.
9. Sekundäre oder biologische Behandlung, und/oder sekundäre chemische Präzipitation oder Flokkulation von Abwasser.

Angaben zu Konzentrationen und Frachten nach der biologischen Behandlung können in der Tabelle 4.28 und im Kapitel 4.2.2.1 nachgelesen werden.

4.7.3.2 Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen in die Luft

Emissionen in die Luft stammen hauptsächlich aus dem Kraftwerk und aus Dampfkesseln und wurden in diesem Zusammenhang bereits in früheren Kapiteln erwähnt (4.2.2). Als BAT wird genannt:

1. Installation von Primärmaßnahmen zur NO_x Verminderung
2. Kontrolle der SO₂ Emissionen aus Dampfkesseln, bzw. Einsatz von S-armen Brennstoffen
3. Co-generation von Wärme und elektrischer Energie
4. Reduktion der Emissionen von fossilem CO₂ durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger

Angaben zu Emissionen aus Hilfskesseln können im Kapitel 4.2.2 nachgelesen werden.

Der spezifische Energieverbrauch und damit die spezifischen Emissionen hängen weiters in starkem Maße von der Qualität des produzierten Papiers ab.

Es sollte darauf geachtet werden, dass Beschichtungsmittel und Farbstoffe eingesetzt werden, welche keine flüchtigen organischen Substanzen (z.B. Acrylnitril, Formaldehyd) freisetzen.

4.7.3.3 Maßnahmen zu Reduktion von festen Abfällen

Allgemeine Maßnahmen werden wie folgt formuliert:

1. Minimierung des Aufkommens von festen Abfällen und weitgehende Wiedergewinnung, Recycling und Wiederverwendung.
2. Getrennte Sammlung der Abfälle am Entstehungsort, sowie getrennte Lagerung um eine bestmögliche Weiterverwendung zu erleichtern.
3. Reduktion der Verluste an Fasern und Füllstoffen (Disk Filter, Mikro-Flotation)
4. Wiedergewinnung und Wiederverwertung von mit Beschichtungsmitteln belastetem Abwasser (Ultrafiltration)
5. Entwässern von Schlämmen vor der Deponierung bzw. zur Erhöhung der Energieausbeute bei der Verbrennung
6. Reduktion der zu deponierenden Abfälle durch Verbrennung und weitgehender Weiterverwendung der Aschen (z.B. als Baumaterial)

BAT assoziierte Werte werden hier nicht angeführt, da der Anfall von festen Abfällen von den verwendeten Rohstoffen, der Art des Werkes, von lokalen Gegebenheiten und von den Produkten abhängt. Außerdem sind die erhaltenen Daten kaum miteinander vergleichbar.

4.7.3.4 Energiesparmaßnahmen

1. Implementieren eines Energiemanagementsystems
2. Effektives Entwässern in der Papiermaschine durch moderne Pressen
3. Verwendung energieeffizienter Technologien (hochkonsistente Stoffaufbereitung; optimierte Vakuumpumpen; geschwindigkeitskontrollierte Ventilatoren und Pumpen; energiesparende, optimal ausgelegte Elektromotoren; Dampfrückgewinnung; u.a.)
4. Reduktion der direkten Verwendung von Dampf

Aus Mangel an Daten werden keine BAT assoziierten Werte präsentiert, sondern nur ungefähre Angaben zum Energieverbrauch gegeben:

Tabelle 4.21: BAT assoziierte Werte für den Energieverbrauch für verschiedene Papierprodukte

| Art des Werkes | Verbrauch an Prozesswärme (netto) in GJ/Adt | Verbrauch an elektrischer Energie (netto) in MWh/Adt |
|---------------------------|---|--|
| Ungestrichenes Feinpapier | 7,0–7,5 | 0,6–0,7 |
| Gestrichenes Feinpapier | 7,0–8,0 | 0,7–0,9 |
| Hygienepapier | 5,5–7,5 ¹ | 0,6–1,1 |

¹ der Energieverbrauch hängt bei diesem Produkt hauptsächlich von der Art der Trocknung ab

4.7.3.5 Lärm

Hängt stark von den lokalen Bedingungen ab.

4.7.3.6 Chemikalienverbrauch

Einige Punkte sind angeführt:

1. Führung einer Datenbank aller verwendeten Chemikalien (Zusammensetzung, Abbaubarkeit, Toxizität, Bioakkumulation, etc).
2. Anwendung des Substitutionsprinzips (Ersetzen von gefährlichen Chemikalien durch weniger gefährliche).
3. Verhinderung des Freisetzens von gefährlichen Stoffen in Boden und Grundwasser.
4. Maßnahmen zur Reduktion der Unfallwahrscheinlichkeit und zum Einhalten der Normalbedingungen.

4.7.3.7 BAT für die Produktion von Spezialpapieren

Papierfabriken zur Produktion von Spezialpapieren (aus verschiedenen Rohstoffen wie: Hanf, Jute, Stroh, Baumwolle, u.a.) können die Mengenschwelle der IPPC-Richtlinie (20 t/d) überschreiten, sind aber aufgrund der Vielzahl an möglichen Prozessen und eingesetzten Chemikalien hier nicht ausführlich zu beschreiben.

Als BAT wird aber die Installation einer biologischen Abwasserbehandlungsstufe gesehen, welche ähnliche Konzentrationen an BOD (25 mg/l) und TSS (20 – 40 mg/l) wie die von herkömmlichen Werken im Abfluss garantieren sollte.

Hinweise auf erreichbare Emissionswerte soll die folgende Tabelle geben:

Tabelle 4.22: mögliche Bereiche der Abwasser-Emissionen aus der Produktion von Spezialpapieren

| Parameter | Bereich |
|--|---------------|
| COD (kg/Adt) | 0,4–7 |
| BOD ₅ (kg/Adt) | 0,15–1,3 |
| TSS (kg/Adt) | 0,3–1 |
| AOX (kg/Adt) | < 0,005–0,01 |
| Total P (kg/Adt) | 0,01 – 0,04 |
| Total N (kg/Adt) | 0,15–0,4 |
| Volumen Abwasser (m ³ /Adt) | 15–50 (> 100) |

4.7.4 Emerging Techniques

- Papierfabriken mit minimiertem Wasserverbrauch (optimiertes Design von Wasserkreisläufen und fortschrittlicher Technologie zur Abwasserbehandlung).
- Impuls-Technologie zur Entwässerung von Papier.
- Condebelt Prozess.
- Interne Wärmepumpen.
- Integrierte Maßnahmen über das gesamte Werk.

4.8 Emissionen ins Wasser – Vergleich der Angaben aus den Kapiteln 3 („Present Consumption and Emission Levels“) und 5 („Best Available Techniques“) sowie der Executive Summary mit den österreichischen Abwasseremissionsverordnungen

Im BAT Dokument werden aus Einzelbeispielen („Referenzanlagen“) allgemein gültige Wertebereiche für Emissionen abgeleitet. Das gilt besonders für die Angabe von Konzentrationen. Es sei an dieser Stelle noch einmal auf die Vorgangsweise zur Ermittlung von BAT assoziierten Emissionswerten (Kap. 4.1) verwiesen.

Im Kapitel drei werden gegenwärtige Emissionen vor (für die Produktion von Holzstoff; Verarbeitung von Altpapier und für die Produktion von Papier und verwandte Prozesse) und nach der biologischen Reinigung angegeben. In den meisten Fällen werden produktbezogene Frachten angeführt (bis auf die Verarbeitung von Altpapier und auf die Produktion von Papier und verwandte Prozesse).

Im Kapitel vier werden (mit Ausnahme der Produktion von Sulfat-Zellstoff) kaum Absolutwerte für Emissionen ins Wasser genannt. Meist wird die erreichbare Reduktion einer Maßnahme beschrieben, wobei in vielen Fällen kein Ausgangswert angegeben wird.

Das Kapitel fünf enthält Daten nach der biologischen Reinigung (für die Produktion von Sulfat-Zellstoff auch vor der Abwasser-Behandlung), wobei sowohl Konzentrationen (im Text), als auch produktbezogene Frachten (in einer Tabelle) angeführt werden. Es werden Jahresmittelwerte angeführt.

In der Executive Summary sind Jahresmittelwerte für spezifische Frachten angeführt, aber keine Konzentrationen.

Das Problem der Freisetzung von chelatierenden Reagentien im Zuge der TCF Bleiche wird zwar in den Kapiteln drei, vier und sechs diskutiert, allerdings fehlen genaue Daten zu Emissionen. Im Kapitel fünf und in der Executive Summary findet sich kein Hinweis auf diese Substanzklasse.

In den Tabellen 4.24 bis 4.28 werden die Daten aus den jeweiligen Unterkapiteln drei und fünf mit den Emissionswerten aus folgenden Verordnungen verglichen:

- Abwasseremissionsverordnung für die Zellstoffherzeugung (BGBl 1991/181; BGBl 2000/219)

Diese Verordnung schreibt Emissionsgrenzwerte für die Einleitung von Abwasser in ein Fließgewässer aus der Erzeugung von gebleichtem Zellstoff vor. Zusätzlich sollen weitergehende, die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse betreffenden Maßnahmen berücksichtigt werden, welche zum Teil auch im BAT Dokument zu finden sind (z.B. trockene Entrindung, Sauerstoff Delignifizierung, effizientes Wassermanagement, effiziente Wiedergewinnung und –verwertung der Kochflüssigkeit, ...). Eine Abwassereinleitung in ein Fließgewässer ist an Hand der eingeleiteten Tagesfrachten zu beurteilen. Dabei gilt die sogenannte „4 von 5“-Regel, d.h. der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen vier Messwerte nicht größer sind als die Emissionsbegrenzung und lediglich ein Messwert die Emissionsbegrenzung um nicht mehr als 50 % überschreitet.

Die Verordnung unterscheidet zwischen der Produktion von gebleichtem Zellstoff nach dem Sulfat-, Sulfit- und Magnesit-Verfahren.

- Verordnung über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Papierherzeugung (BGBl 1992/610 und BGBl 2000/220)

Diese Verordnung schreibt Emissionsgrenzwerte für die Einleitung von Abwasser in ein Fließgewässer aus der Erzeugung von Papier und Pappe vor. Des Weiteren werden emissionsmindernde Maßnahmen vorgeschlagen, welche auch im BAT Dokument im Kapitel fünf (BAT) zu finden sind (z.B. Minimierung des Wasserverbrauches, Installation von Ausgleichsbecken, Techniken der Abwasserbehandlung, Vorsorgemaßnahmen zum Erkennen von Betriebsstörungen, ...). Weitere Vorschläge, welche im BAT Dokument nicht zu finden sind, betreffen den Verzicht auf den Einsatz von halogenhaltigen oder halogenabspaltenden Chemikalien bei der Faserstoffbleiche oder beim Deinking, sowie den Verzicht auf den Einsatz wassergefährdender Stoffe und den bevorzugten Einsatz ungefährlicher Stoffe gemäß § 33a WRG 1959. Eine Abwassereinleitung in ein Fließgewässer ist an Hand der eingeleiteten Tagesfrachten zu beurteilen. Es gilt ebenfalls die „4 von 5“ – Regel.

In der Verordnung wird zwischen 6 Papiersorten unterschieden (im BGBl 2000/220 wird zusätzlich noch die Herstellung von Papier und Pappe aus Asbest berücksichtigt):

- A Ungeleimte holzfreie Papiere
- B Geleimte holzfreie Papiere
- C Hochausgemahlene Spezialpapiere aus reinem Zellstoff oder Spezialpapiere mit mehr als einem Sortenwechsel pro Tag im Jahresmittel
- D Gestrichene holzfreie Papiere
- E Holzhaltige Papiere (Holzstoff aus integrierter Erzeugung, Altpapieranteil unter 50 %), gestrichen und ungestrichen
- F Papiere, die überwiegend aus Altpapier hergestellt werden

Diese Klassifizierung kann in dieser Form im BAT Dokument nicht nachvollzogen werden, da hier auf der einen Seite Gesamt-Emissionen aus Werken angegeben werden, welche eine Vielzahl von nicht näher spezifizierten Papiersorten produzieren. Auf der anderen Seite unterscheiden sich die im BAT Dokument angegebenen Zuordnungen der Emissionen zu Papiersorten oft beträchtlich von denen der oben erwähnten Verordnung.

Das ist – neben den unterschiedlichen Zeitbezügen - beim Vergleich mit den österreichischen Werten zur Emissionsbegrenzung zu berücksichtigen.

Anmerkung zu den Tabellen 4.24 bis 4.28: Kapitel drei gibt die gegenwärtigen Emissionen wieder, Kapitel fünf die mit BAT assoziierten Emissionen.

4.8.1 Produktion von Sulfat-(Kraft)-Zellstoff

In der Tabelle 4.23 werden einzelne Techniken, welche in den Kapiteln drei und vier beschrieben werden, zusammengefasst und ihre Auswirkungen auf die Emissionen ins Wasser beschrieben. Zu diesen Techniken werden im Dokument nur vereinzelt Daten angegeben, welche in einigen Fällen nur als Beschreibung von Einzelbeispielen zu sehen ist.

Tabelle 4.23: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser von Referenzanlagen zur Produktion von Sulfat (Kraft)-Zellstoff (Kap. drei und vier)

| Technik | Abwasser-Volumen | COD | BOD5 | AOX |
|---|--|--|--|---|
| Trockene Entrindung | 0,5-2,5 m ³ /Adt ¹ | 1-5 (-10) kg/t Zellstoff ¹ | 0,5-2,0 (-2,5) kg/t Zellstoff ¹ | |
| Modifizierte Zellstoffkochung (verstärkte Delignifizierung) | | Reduktion bis zu 33 kg/Adt (Weichholz) und 12-14 kg/Adt (Hartholz) ² | | Minderung (bei ECF Bleiche) bis zu 60 % ³ |
| Effiziente Zellstoffwäsche und geschlossene Wasserkreisläufe bei der Wäsche | Erreichbare Reduktion um 3-8 m ³ /Adt | Washverlust: 5-10 kg/t (Weichholz); 7-12 kg/t (Hartholz) Erreichbarer Washverlust: 2-4 kg/Adt | Minderung ⁵ | Minderung ⁵ |
| Sauerstoff Delignifizierung (meist in Kombination mit effizienter Zellstoffwäsche) | | Reduktion: 12-34 kg/Adt bei Weichholz; 2-19 kg/Adt bei Hartholz ² | | Minderung (bei ECF Bleiche) bis zu 60 % ³ |
| ECF (Elementar Chlorfreie) und TCF (Total Chlorfreie) Bleiche | | | | Emissionen: ECF: 0,1-2 kg/t (Weichholz), bzw.: 0,1-0,5 kg/t (Hartholz); TCF: 0 (Hartholz und Weichholz) erreichbare Werte: ECF: 0,2-1,0 kg/Adt (<0,3 kg/Adt ist üblich); TCF: 0 |
| Ozon Bleiche | | | | Minderung bei ECF |
| Recycling des (hauptsächlich alkalischen) Prozesswassers aus der Bleiche – Schließen des Wasserkreislaufes ⁴ | 5-10 m ³ /t Zellstoff | Erreichbare Minderung: 25-50 % Erreichbare Emission: 6-14 kg/t | | |
| Strippen und Wiederverwendung des konzentrierten Kondensates aus der Laugeneindampfung | Reduktion um 6-9 m ³ /Adt | Hochkonz.: 20-30 kg/t; Mittelkonz.: 10-20 kg/t; ⁶ Gesamt zum Abfluss: 4-8 kg/t Zellstoff (auch: 2-8 kg/t Zellstoff) Erreichbarer Wert im Abfluss: 3-5 kg/Adt | Hochkonz.: 7-10 kg/Adt | |
| Tertiäre Behandlung des Abwassers durch chem. Fällung ⁷ | | Reduktion: 80-90 % | | Reduktion: 80-90 % |
| Effektives Abfallmonitoring, -Wiedergewinnung und -Wiederverwertungssysteme | | Erreichbare Reduktion im Abfluss: 2-10 kg/Adt; Gesamtabfall durch Verschütten: < 2 kg/Adt | | |

¹ Vor der biologischen Behandlung; es sind die Werte einer einzigen Fabrik angeführt (Finnish BAT report, 1997)

² Unter der Annahme, dass eine Verringerung der Kappa-Zahl um eine Einheit eine Reduktion des COD von 2 kg (in der nachfolgenden Bleiche) bedingt; die erreichbare Reduktion hängt von der Anlage und vom verwendeten Prozess ab; beim konventionellen Kochprozess ist der COD für Hartholz mit 38 kg/Adt, und für Weichholz mit 63 kg/Adt angegeben

³ Die modifizierte Zellstoffkochung kombiniert mit Sauerstoff Delignifizierung reduziert die AOX Emissionen (bei ECF-Bleiche) um bis zu 85 % (statt 2 kg/t werden 0,3 kg/t emittiert)

⁴ Hier wurden die Punkte „Schließen des Wasserkreislaufes in der Zellstoffbleiche“ und „Recycling des Prozesswassers aus der Bleiche“ zusammengefasst

⁵ Verminderter carry-over zur Bleiche

⁶ Minderung durch Strippen: 90 %

⁷ Reduktion von P: 80-90 %; Reduktion von N: 30-60 %

Tabelle 4.24: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser aus der Produktion von Sulfat (Kraft)-Zellstoff

| Parameter | Status | Final Draft Gebleichter Zellstoff (integrierte und nicht integrierte Werke) | Final Draft Ungebleichter Zellstoff (Integrierte Werke) ³ | ZellstoffVO BGBl 1991/181 ¹⁴ BGBl 2000/219 ¹⁵ |
|--|---|--|--|---|
| COD (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 4 ¹ - 90 | 7 - 50 | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 30 ² - 45 | 15 – 20 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 8 – 23 (250-400 mg/l) ¹³ | 5 – 10 ⁷ | 30 ¹⁴ 20 ¹⁵ ; 30 ¹⁶ |
| BOD ₅ oder 7 (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,2 – 40 (BOD ₅) | 1 – 20 (BOD ₅) | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 13 ² – 19 | 6 – 9 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,3 – 1,5 (10-25 mg/l) ¹³ | 0,2 – 0,7 ⁷ | 3 (30 mg/l) ¹⁴ 2 ¹⁵ ; 3 ¹⁶ |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,2 - 10 | 0,2 - 15 | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 2 – 4 | 2 – 4 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,6 – 1,5 (20-30 mg/l) ¹³ | 0,3 – 1 ⁷ | 5 ¹⁴ 2,5 ¹⁵ ; 5 ¹⁶ |
| AOX (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0 - 2 | - | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | (0) – 0,4 | Nicht relevant ⁵ | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0 – 0,25 | Nicht relevant ⁷ | 1,5 ¹⁴ 0,25 ¹⁵ ; 0,5 ¹⁶ |
| Total P (kg/Adt) ¹² | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 5 - 90 | 3 - 40 | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 0,04 – 0,06 ⁶ | 0,01 – 0,02 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,01 – 0,03 ^{3, 8} (0,2-0,5 mg/l) ¹³ | 0,01 – 0,02 ⁷ | 0,15 ¹⁵ ; 0,15 ¹⁶ |
| Total N (kg/Adt) ¹² | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,1 – 0,8 | 0,1 - 1 | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 0,3 – 0,4 | 0,1 – 0,2 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,1 – 0,25 ⁹ (2-5 mg/l) ¹³ | 0,1 – 0,2 ⁷ | 0,75 ¹⁵ ; 1 ¹⁶ |
| Volumen Abwasser (m ³ /Adt) ¹⁰ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 30 - 110 ¹¹ | 20 - 80 | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 5 | 30 - 50 | 15 - 25 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 30 - 50 | 15 – 25 ⁷ | |

¹ JMW einer green-field mill² Niedere Werte sind bei der Verarbeitung von Hartholz erreichbar

³ Ungebleichter Sulfatzellstoff wird nur in integrierten Fabriken hergestellt, welche unter anderem auch Altpapier und zugekauften gebleichten Zellstoff verarbeiten. Höhere Emissionswerte werden in Anlagen gemessen, welche einen höheren Anteil an Altpapier als Rohmaterial verwenden. Angaben sind auf Tonnen Produkt bezogen.

⁴ Werte sind JMW nach der biologischen Reinigung; im Unterschied zu den anderen Angaben werden die Werte auf Tonne Zellstoff bezogen

⁵ Niedere Emissionen an AOX können durch die Verarbeitung von zugekauften gebleichten Zellstoff entstehen

⁶ Für Werke, welche Eukalyptus-Holz verarbeiten, werden Emissionen zwischen 0,04 und 0,23 kg P/Adt angegeben (dieses Holz weist einen hohen P-Gehalt auf)

⁷ Inklusiv Kraftliner oder Sackpapier

⁸ Für Werke, welche Eukalyptus-Holz verarbeiten, werden höhere Emissionen angegeben

⁹ Falls Stickstoff durch chelatierende Reagentien eingetragen wird, soll dieser hier berücksichtigt werden

¹⁰ Kühlwasser und andere saubere Wasserströme sind im Normalfall nicht berücksichtigt

¹¹ Werte über 50 m³/t beinhalten auch Kühlwasser

¹² Üblicherweise werden während der biologischen Behandlung Nährstoffe (P und N) zudosiert, um einen optimalen Abbau zu gewährleisten

¹³ Im Kapitel fünf („BAT“) sind sowohl Frachten als auch Konzentrationen angegeben, während in der Executive Summary nur Frachten angeführt werden

¹⁴ BGBl 1991/181

¹⁵ BGBl 2000/219, für existierende Anlagen

¹⁶ BGBl 2000/219, für neue und modifizierte Anlagen

4.8.2 Produktion von Sulfite-Zellstoff

Tabelle 4.25: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser aus der Produktion von Sulfite-Zellstoff

| Parameter | Status | Final Draft Gebleichter Sulfite- Zellstoff ³ | ZellstoffVO BGBl 1991/181 ⁷ BGBl 2000/219 | |
|--|---|---|---|---|
| | | | Sulfite | Magnefit |
| COD (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 10-190 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 20-30 ⁴ (400-600 mg/l) | 40 ⁷ 25 ⁸ ; 40 ⁹ | 50 ⁷ 30 ⁸ ; 50 ⁹ |
| BOD ₅ oder 7 (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 0,5-75 (BOD ₅) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 1-2 (20-30 mg/l) | 3 (30 mg/l) ⁷ 2 ⁸ ; 3 ⁹ | 3 (30 mg/l) ⁷ 2 ⁸ ; 3 ⁹ |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 1,7-10 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 1,5-2,0 (20-30 mg/l) | 5 ⁷ 2,5 ⁸ ; 5 ⁹ | 5 ⁷ 2,5 ⁸ ; 5 ⁹ |
| AOX (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 0-1 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | - | 0,5 ⁷ 0,1 ⁸ ; 0,2 ⁹ | 0,75 ⁷ 0,1 ⁸ ; 0,2 ⁹ |
| Total P (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 0,015-0,15 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,02-0,05 (< 0,5 mg/l) | 0,15 ^{8,9} | 0,15 ^{8,9} |
| Total N (kg/Adt) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 0,18-1 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,15-0,5 (< 5 mg/l) | 0,75 ⁸ ; 1 ⁹ | 0,75 ⁸ ; 1 ⁹ |
| Volumen Abwasser (m ³ /Adt) ⁵ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ^{1,2} | 40-100 | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 40-55 ⁶ | | |

¹ Werte repräsentieren JMW des Magnesiumsulfite Verfahrens nach der biologischen Reinigung

² Ein Werk zur Produktion von Chemiefaser-Zellstoff gibt folgende Werte an (in kg/t): COD: 4-5; BOD₅: nicht nachweisbar; TSS: 0,4-0,5; AOX: > 0,01; Gesamt-P: > 0,1; Gesamt-N: < 0,02; in diesem Werk wird das Abwasser nach der Biologie noch zusätzlich gefiltert

³ Es werden nur die Werte aus der Zellstoffproduktion berücksichtigt; in integrierten Werken müssen die Emissionen aus der Papierherstellung addiert werden – allerdings sind in diesem Fall die Wasserkreisläufe teilweise verbunden, wodurch eine eindeutige Zuordnung erschwert wird

⁴ Für das Magnefit Verfahren liegt der mit BAT assoziierte Wert bei 35 kg/Adt

⁵ Kühlwasser und andere saubere Prozesswasser sind nicht berücksichtigt

⁶ Prozesswasser aus der Papierherstellung in integrierten Werken ist nicht berücksichtigt

⁷ BGBl 1991/181

⁸ BGBl 2000/219, für neue und modifizierte Anlagen

⁹ BGBl 2000/219, für existierende Anlagen

Nähere Angaben zu folgenden Prozessen wurden bereits im Zuge des Sulfat (Kraft)-Verfahrens gemacht und können in der Tabelle 4.23, sowie in den zugehörigen Kapiteln nachgelesen werden

- Trockene Entrindung
- Effiziente Zellstoffwäsche und geschlossene Wasserkreisläufe bei der Wäsche
- Effektives Abfallmonitoring, -Wiedergewinnungs und -Wiederverwertungssystem
- Modifizierte Zellstoffkochung (verstärkte Delignifizierung)
- Sauerstoff Delignifizierung
- Tertiäre Behandlung des Abwassers durch chemische Fällung
- Teilweises Schließen des Wasserkreislaufes in der Bleiche

Zusätzliche Daten gibt es im BAT Dokument zu folgenden Punkten:

- TCF-Bleiche

AOX: <0,1 kg/t

Abwasservolumen: 10-15 m³/Adt (durch weitgehendes Schließen des Wasserkreislaufes, ausgehend von 23-35 m³/Adt)

- Anaerobe Vorbehandlung der Kondensate vor der aeroben Behandlung des gesamten Abwassers

Die Minderung des COD durch dieses Verfahren beläuft sich auf 85 %.

4.8.3 Produktion von Holzstoff

Tabelle 4.26: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser aus der Produktion von Holzstoff

| Parameter | Status | Final Draft CTMP Produktion (nicht integriert) ⁴ | Final Draft Integrierte Holzstoff- und Papiererzeugung ¹ | AbwasserVO Papier ⁷ BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 |
|--------------------------------|---|---|---|--|
| COD (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ² | 12-30 | 2-8 ³ | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 3 ⁵ | 60-100 80-130 ⁶ | 20-80 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 10-20 | 2,0-5,0 (125-200 mg/l) | 3 bzw. 5 ⁸ |
| BOD ₅ oder 7 (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ² | 0,5-9 (BOD ₅) | 0,2-1,7 ³ (BOD ₅) | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 3 ⁵ | 17-30 (BOD ₅) 25-50 ⁶ (BOD ₅) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 0,5-1 (< 25 mg/l) | 0,2-0,5 (< 25 mg/l) | 1,0 (25 mg/l) |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 0,5-0,5 (20-30 mg/l) | 0,2-0,5 | 50 mg/l |
| AOX (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | - | < 0,01 | 0,01 |

| Parameter | Status | Final Draft CTMP Produktion (nicht integriert) ⁴ | Final Draft Integrierte Holz- stoff- und Papier- erzeugung ¹ | AbwasserVO Papier ⁷ BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 |
|--|--|---|--|---|
| Total P (kg/t) ¹² | Nach der Reinigung – Kap. 3 ² | 0,005-0,05 | 0,005-0,015 ³ | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 3 ⁵ | 0,035-0,045 0,05-0,06 ⁶ | 0,02-0,04 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 0,005-0,01 (< 0,5 mg/l) | 0,004-0,01 (< 0,5 mg/l) | 2 mg/l |
| Total N (kg/t) ¹² | Nach der Reinigung – Kap. 3 ² | 0,2-0,5 | 0,06-0,16 ³ | |
| | Vor der Reinigung – Kap. 3 ⁵ | 0,11-0,14 0,13-0,4 ⁶ | 0,058-0,13 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 0,05-0,2 (1-5 mg/l) | 0,04-0,1 (1-5 mg/l) | 10 mg/l ⁹ 15 mg/l ¹⁰ |
| Volumen Abwasser (m ³ /t) ¹⁰ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ² | 8-50 | 4-25 ³ | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary ² | 15-20 | 12-20 | |

¹ z. B. Zeitungspapier, LWC Papier, SC Papier; die spezifischen Werte sind auf Tonne Papier bezogen und resultieren aus der Holzstoff- und Papiererzeugung

Zeitungspapier: unter der Annahme, dass > 50 % der Holzstoff-Fasern im Werk erzeugt werden (mögliche Faserzusammensetzung: 50-60 % gebleichter TMP, 40-50 % DIP)

LWC-Papier: unter der Annahme, dass > 50 % der Holzstoff-Fasern im Werk erzeugt werden (mögliche Faserzusammensetzung: 30-40 % zugekaufter gebleichter Kraft-Zellstoff, 50-60 % PGW oder TMP)

SC-Papier: unter der Annahme, dass > 50 % der Holzstoff-Fasern im Werk erzeugt werden (mögliche Faserzusammensetzung: 10-20 % zugekaufter gebleichter Kraft-Zellstoff, 80-90 % PGW oder TMP, 20-45 % des Rohmaterials kann aus Füll- und Leimstoffen bestehen)

² Werte repräsentieren JMW nach der Abwasserreinigung

³ Werte repräsentieren JMW von nicht integrierten Werken nach der Abwasserreinigung

⁴ Refiner-Ausbeute: 94-95 %; alkalische oder neutrale Natriumsulfit Vorbehandlung

⁵ Werte repräsentieren Beispiele für JMW vor der Abwasserreinigung (Finnish BAT report, 1997)

⁶ Gebleichter CTMP

⁷ Papiersorte E: Holzhaltige Papiere (Holzstoff aus integrierter Erzeugung, Altpapieranteil unter 50 %), gestrichen und ungestrichen

⁸ Besteht mehr als 50 % des Faserstoffes aus thermomechanischen Holzstoff oder wurde mehr als 50 % des Holzstoffes mit Peroxyd gebleicht, gilt die Anforderung 5 kg/t

⁹ BGBl 1992/610; Ammonium, angegeben als N

¹⁰ BGBl 2000/220; Gesamter gebundener Stickstoff, angegeben als N

Folgende Einzelprozesse wurden bereits im Kapitel über die Produktion von Sulfat-Zellstoff näher erläutert und sind dort bzw. in der Tabelle 4.23 nachzulesen:

- Trockene Entrindung
- Installation von Puffertanks zum Ausgleichen von Temperatur- und Konzentrationsspitzen des Abwassers
- Effiziente Wäsche des Holzstoffes und Prozesskontrolle

Eine verbesserte Wäsche des Holzstoff wird hauptsächlich bei der Herstellung von CTMP durchgeführt. Der Haupteffekt ist in diesem Fall ein verminderter Übertrag zur Papier- oder Kartonerzeugung, sowie eine Aufkonzentration der Schadstoffe im Abwasser, wodurch eine anaerobe Behandlung erleichtert wird.

4.8.4 Verarbeitung von Altpapier

Tabelle 4.27: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser aus der Verarbeitung von Altpapier

| Parameter | Status | Final Draft Altpapierverwertung in integrierten Werken ohne Deinking ^{1,11} | Final Draft Altpapierverwertung in integrierten Werken mit Deinking ^{2,11} | Final Draft Hygienepapier basierend auf Altpapier | AbwasserV Papier ¹² BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 |
|--------------------------------------|--|--|--|---|--|
| COD (kg/t) | Vor der Reinigung – Kap. 3 ³ | 9,4-22 (3200-3800 mg/l) Verpackungspapier: 27-36 (6750-9000 mg/l) | 20-21 (1100-1900 mg/l) Zeitungs-/LWC-/SC-Papier: 17-27 (1700-2700 mg/l) | 26-35 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,77 (150 mg/l) | 3,1 (290 mg/l) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,5-1,5 (100-200 mg/l) | 2-4 (200-300 mg/l) | 2,0-4,0 | 5 bzw. 6 ¹³ |
| BOD ₅ (kg/t) ⁶ | Vor der Reinigung – Kap. 3 ³ | 4,7-12,3 (1800-1900 mg/l) | 8,3-10 (550-770 mg/l) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,06 (10 mg/l) | 0,09 (9 mg/l) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | < 0,05-0,15 (5-25 mg/l) | < 0,05-0,2 (5-25 mg/l) | < 0,05-0,5 (5-25 mg/l) | 1,2 (25 mg/l) |
| AOX (kg/t) ⁹ | Vor der Reinigung – Kap. 3 ³ | Verpackungspapier: < 4 g/t (1 mg/l) | Zeitungs-/LWC-/SC-Papier: < 10 g/t (1 mg/l) | < 10 g/t | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | < 0,005 (< 0,3 mg/l) | < 0,005 (< 0,3 mg/l) | < 0,005 (< 0,3 mg/l) | 0,01 |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,13 (25 mg/l) Verpackungspapier: < 8 ¹⁰ (< 200 mg/l) | Zeitungs-/LWC-/SC-Papier: < 2 ¹⁰ (< 200 mg/l) | < 2 ¹⁰ | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,05-0,15 (10-30 mg/l) | 0,1-0,3 (10-30 mg/l) | 0,1-0,4 (10-30 mg/l) | 50 mg/l |
| Total (kg/t) ⁸ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,01 (1,5 mg/l) | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,002-0,005 (< 1 mg/l) | 0,005-0,01 (< 1 mg/l) | 0,005-0,015 (< 1 mg/l) | 2 mg/l |

| Parameter | Status | Final Draft Altpapierverwertung in integrierten Werken ohne Deinking ^{1, 11} | Final Draft Altpapierverwertung in integrierten Werken mit Deinking ^{2, 11} | Final Draft Hygienepapier basierend auf Altpapier | AbwasserV Papier ¹² BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 |
|--|---|---|--|--|---|
| Total N (kg/t) ⁷ | Vor der Reinigung – Kap. 3 ³ | 0,05 ⁵ (16 mg/l) | 0,35 ⁵ (20 mg/l) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 0,03 ⁵ (5,6 mg/l) | 0,08 ⁵ (7,8 mg/l) | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,02-0,05 (< 5 mg/l) | 0,05-0,1 (< 5 mg/l) | 0,05-0,25 (< 5 mg/l) | 10 mg/l ¹⁴ 20 mg/l ¹⁵ |
| Volumen Abwasser (m ³ /t) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ⁴ | 5,7 Verpackungs- papier: 0-4 | 11 Zeitungs-/ LWC-/SC-Papier: 8-16 | 8-16 | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | < 7 | 8-15 | 8-25 ⁸ | |

¹ Wellenstoff, Testliner, Topliner, Karton; für gestrichenen Karton gelten im allgemeinen die höheren Werte

² Zeitungspapier, Druck- und Schreibpapier; zusätzlich können noch andere Fasern (GWP, TMP, CTMP) zugemischt werden (zwischen 0 und 30 %)

³ Vor der Reinigung

⁴ Nach der primären und biologischen Reinigung

⁵ Kjeldahl-N: damit werden nur organische N-Verbindungen erfasst (keine Nitrate und Nitrite)

⁶ Die Werte des BOD vor der Reinigung wurden geschätzt basierend auf folgender Annahme: COD = 2 * BOD₅; die niedrigeren Werte nach der Reinigung deuten auf eine nahezu vollständige Entfernung des BOD hin und sollten daher nicht als genaue Zahlenangabe verstanden werden

⁷ Emissionen von N und P hängen auch von der notwendigen Dosierung dieser Nährstoffe zur biologischen Abwasserreinigung ab

⁸ Bei der Erzeugung von Hygienepapier wird aufgrund von höheren Produkthanforderungen und prozessspezifischen Gegebenheiten mehr Wasser verbraucht; Es sind auch Werte bis zu 100 m³/t angegeben

⁹ In der Executive Summary sind keine Werte für den AOX angegeben

¹⁰ Üblicherweise wird der Abwasserbehandlung eine Mikro-Flotationseinheit vorgeschaltet, wodurch in manchen Fällen die primäre Abwasserbehandlung ersetzt werden kann. Ohne der Mikro-Flotation ist der Wert für abfiltrierbare Stoffe stark von den Möglichkeiten der Schlamm- und Rejektentwässerung abhängig

¹¹ Für Wellenstoff und Testliner werden folgende Emissionen angeführt: (JMW, nach der Abwasserreinigung): COD: 0-2,2 kg/t; BOD₅: 0-0,2 kg/t; abfiltrierbare Stoffe: 0-0,5 kg/t; Abwasservolumen: 0-11 m³/t

¹² Papiersorte F: Papiere, die überwiegend aus Altpapier hergestellt werden

¹³ 6 kg/t gelten dann, wenn mehr als 50 % des Altpapieres mit Peroxyd gebleicht werden, oder neben Altpapier auch mindestens 20 % thermomechanischer Holzstoff eingesetzt wird

¹⁴ BGBl 1992/610; Ammonium, angegeben als N

¹⁵ BGBl 2000/220; Gesamter gebundener Stickstoff, angegeben als N

4.8.5 Produktion von Papier und verwandte Prozesse

Tabelle 4.28: Zusammenfassung der Emissionen ins Wasser aus der Produktion von Papier

| Parameter | Status | Final Draft Ungestrichenes Feinpapier ^{2,3} | Final Draft Gestrichenes Feinpapier ^{2,4} | Final Draft Hygienepapier ^{2,5} | AbwasserV Papier BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 | | |
|---|--|---|--|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | A ¹⁵ | B ¹⁶ | C ¹⁷ |
| COD (kg/t) | Vor der Reinigung – Kap. 3 ¹⁴ | Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 7-15 | | 8-15 | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,44 ¹⁰ (97 mg/l) Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 1,5-4 | Spezialpapier: 1,5-8 | 1,2-6 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,5-2 (50-150 mg/l) | 0,5-1,5 (50-150 mg/l) | 0,4-1,5 (50-150 mg/l) | 2 | 3 | 7 |
| BOD ₅ (kg/t) ⁷ | Vor der Reinigung – Kap. 3 ¹⁴ | Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 4-8 | | 5-7 | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,11 ¹⁰ (24 mg/l) Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 0,4-0,8 | Spezialpapier: 0,3-6 | 0,3-2 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,15-0,25 (10-25 mg/l) | 0,15-0,25 (10-25 mg/l) | 0,15-0,4 (10-25 mg/l) | 0,75 (20 mg/l) | 1 (20 mg/l) | 2,4 (20 mg/l) |
| AOX (kg/t) ¹⁰ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,0007 ¹⁰ (0,15 mg/l) | | 0,005-0,015 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 ⁶ | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/t) | Vor der Reinigung – Kap. 3 ¹⁴ | Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 12-25 | Spezialpapier: 20-100 | 2-30 | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,14 ¹⁰ (30 mg/l) Holzfreies Druck- und Schreibpapier: 0,3-2 | 1-3 ¹² Spezialpapier: 0,1-6 | 0,3-3 | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,2-0,4 (20-30 mg/l) | 0,2-0,4 (20-30 mg/l) | 0,2-0,4 (20-30 mg/l) | 50 mg/l | 50 mg/l | 50 mg/l |
| Total P (kg/t) ⁸ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,003 ¹⁰ (0,8 mg/l) | | 0,001-0,030 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,003-0,01 (< 1 mg/l) | 0,003-0,01 (< 1 mg/l) | 0,003-0,015 (< 1 mg/l) | 2 mg/l | 2 mg/l | 2 mg/l |
| Total N (kg/t) | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 0,041 (N _{inorg.}) ¹⁰ (9,2 mg/l) | | 0,005-0,1 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 0,05-0,2 ⁷ (< 5 mg/l) | 0,05-0,2 (< 5 mg/l) | 0,05-0,025 (< 5 mg/l) | 10 ¹⁸ 15 ¹⁹ | 10 ¹⁸ 20 ¹⁹ | 10 ¹⁸ 15 ¹⁹ |

| Parameter | Status | Final Draft Ungestrichenes Feinpapier ^{2,3} | Final Draft Gestrichenes Feinpapier ^{2,4} | Final Draft Hygienepa- pier ^{2,5} | AbwasserV Papier BGBl 1992/610 BGBl 2000/220 | | |
|---|--|--|--|--|--|-----------------|-----------------|
| | | | | | A ¹⁵ | B ¹⁶ | C ¹⁷ |
| Volumen Abwasser (m ³ /t) ¹ | Nach der Reinigung – Kap. 3 ¹³ | 4,5 ¹⁰ + 1,5 ¹¹ | | 6-100 ¹² | | | |
| | Nach der Reinigung – Kap. 5, Ex. Summary | 10-15 ⁸ | 10-15 | 10-25 ⁹ | | | |

¹ Unter der Annahme, dass saubere Prozess- und Kühlwasser getrennt gesammelt werden

² Werte sind JMW nach der Abwasserreinigung für nicht-integrierte Werke

³ Mögliche Faserzusammensetzung: 100 % gebleichter Sulfat-Zellstoff mit 15-30 % Gehalt an Füllstoffen und Schlichtmitteln. Für massenverleimte Papiere gelten die höheren Werte

⁴ Mögliche Faserzusammensetzung: 100 % gebleichter Sulfat-Zellstoff mit 20-40 % Gehalt an Füllstoffen und Streichmitteln

⁵ Mögliche Faserzusammensetzung: 100 % zugekaufter Zellstoff; falls Fasern aus Altpapier verwertet werden, gelten auch die Angaben zur Altpapierverwertung

⁶ Dieser Wert kann durch Nassfestigungsmittel verursacht werden

⁷ Die Verwendung von N-hältigen Azo-Farbstoffen erhöht die Stickstoff Emissionen

⁸ Das Abwasservolumen kann bei der Produktion von gefärbtem Papier kaum unter 17 m³/t reduziert werden

⁹ Abhängig vom Prozess (Geschwindigkeit der Papiermaschine) und vom Basisgewicht des Papiers

¹⁰ Angaben der größten Papierfabrik Europas zur Produktion von holzfreiem Papier (1997); Werte repräsentieren JMW nach einer zweistufigen biologischen Behandlung (Tropfkörper plus Belebtschlamm)

¹¹ 1,5 m³/t Wasser verdampfen in der Papiermaschine

¹² Angaben für typische Werke zur Produktion von Hygienepapier

¹³ Nach der Abwasserbehandlung

¹⁴ Vor der Abwasserbehandlung

¹⁵ Ungeleimte holzfreie Papiere

¹⁶ geleimte holzfreie Papiere

¹⁷ Hochausgemahlene Spezialpapiere aus reinem Zellstoff oder Spezialpapiere mit mehr als einem Sortenwechsel pro Tag im Jahresmittel

¹⁸ BGBl 1992/610; Ammonium, angegeben als N (in mg/l)

¹⁹ BGBl 2000/220; Gesamter gebundener Stickstoff, angegeben als N (in mg/l)

4.9 Emissionen in die Luft – Vergleich der Angaben aus den Kapiteln 3 („Present Consumption and Emission Levels“) und 5 („Best Available Techniques“) sowie der Executive Summary mit den Grenzwerten des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen

Ausführliche Daten bezüglich Luftemissionen liegen im Final Draft nur für die Zellstoffproduktion (Sulfat, Sulfit) vor. Emissionen der Schadstoffe SO₂, NO_x und Staub sind bei den anderen Prozessen hauptsächlich auf das Kraftwerk zurückzuführen und werden deshalb nur am Rande behandelt.

Zu folgenden Emissionen gibt es in den Kapiteln vier und fünf und der Executive Summary des Final Draft keine genauen Zahlenangaben:

- Diffuse Staub-Emissionen bei der Produktion von Sulfat-Zellstoff
- Reduzierte Schwefelverbindungen bei der Produktion von Sulfit-Zellstoff
- Diffuse Emissionen bei der Produktion von Sulfit-Zellstoff
- Emission von chlorierten Substanzen
- Emission von VOC (z.B. Formaldehyd, Acrylnitril) bei der Verarbeitung von Altpapier
- Emission von VOC (z.B. Formaldehyd, Acrylnitril) bei der Produktion von Papier

Die Produktion von Papier und Zellstoff lässt sich auf Grund der Vielzahl an Prozessen und der großen Unterschiede in der Rohstoff- und Produktqualität schwer in einem einheitlichen Schema darstellen. Es werden daher im Kapitel drei oftmals nur Einzelbeispiele bzw. Beispiele mehrerer Werke zitiert, die oft beträchtliche Unterschiede aufweisen. Im Kapitel drei fehlen in den meisten Fällen Angaben zum Sauerstoff- und Zeitbezug.

Ebenso sind die Daten aus dem Kapitel fünf nicht eindeutig zu interpretieren. So werden zum Beispiel in einer Tabelle (Tabelle 2.43; 3.18 im Final Draft) die produktbezogenen Frachten der Schadstoffe (kg/t oder kg/Adt) angeführt. In der Legende wird erklärt, dass es sich bei den angegebenen Konzentrationen um Tagesmittelwerte handelt. Konzentrationsangaben finden sich aber erst im der Tabelle folgenden Text wieder, bzw. werden in der Executive Summary die gleichen Werte als Jahresmittelwerte präsentiert. Meistens fehlt auch der Sauerstoffbezug.

Nach Rücksprache mit dem Leiter der TWG für den Sektor „Papier und Zellstoff“ – Hr. Dr. Suhr – konnte dieser Punkt geklärt werden: Konzentrationen, welche im Text angegeben sind, sind als Tagesmittelwerte zu verstehen (wurden aber aus den Frachten errechnet), die Frachten sind Jahresmittelwerte.

Während im Kapitel drei Emissionen aus den einzelnen Verbrennungsanlagen (z.B. Laugenverbrennung, Kalkofen, Rindenverbrennung) – auf Basis von Referenzanlagen - getrennt behandelt werden, gibt Kapitel fünf und die Executive Summary eine Zusammenfassung der Gesamtemissionen aller Kessel. Daher ist die Beurteilung von Einzelprozessen nicht möglich. Einzig die Kessel zur Erzeugung von Energie werden eigens angeführt.

Die Schwefelemissionen werden abwechselnd als S oder als SO₂ berechnet, wobei es auch hier zu Missverständnissen kommen kann. Dasselbe gilt sinngemäß für NO_x und NO₂.

Im Kapitel drei und fünf werden Konzentrationen und spezifische Frachten dargestellt, während in der Executive Summary nur mehr spezifische Frachten beschrieben werden.

Im Kapitel vier werden bei den betreffenden Techniken zur Reduktion von Staub, SO₂ und NO_x Konzentrationen und spezifische Frachten angegeben, allerdings fehlt meist der Sauerstoff- und Zeitbezug.

Der thermischen Behandlung von Abfällen und Reststoffen wird nur wenig Rechnung getragen. Im Unterkapitel 6.3.14 „verschiedene Optionen der Abfallbehandlung“ werden ohne Angabe von Emissionsdaten verschiedene Szenarien diskutiert. Bei der Verarbeitung von Altpapier finden sich im Unterkapitel 5.3.11 „Umweltverträgliche Nutzung und Deponierung der Abfälle und Reststoffe“ Angaben zu Emissionen von HCl, HF, Schwermetallen, Dioxinen und anderen Schadstoffen. Auf diese Schadstoffe wird im Kapitel fünf und in der Executive Summary nicht eingegangen.

Beim Rindenverbrennungskessel fehlen Angaben zu CO Emissionen und unverbranntem Kohlenwasserstoffen.

Die Emissionen der Hilfskessel sind auf MJ bezogen. Da weitere Angaben zum Brennwert, bzw. zum Abgasvolumen fehlen, ist hier ein Vergleich mit der österreichischen Gesetzgebung nicht möglich.

In den folgenden Tabellen sind die Emissionen in die Luft zusammengefasst und nach Möglichkeit den in Österreich gültigen Grenzwerten (Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen, LRV-K, BGBl 1989/19 idgF) gegenübergestellt.

Die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen regelt die Emissionsgrenzwerte für Dampfkesselanlagen, welche nach dem 1. Jänner 1989 in Betrieb genommen wurden. Für ältere Dampfkesselanlagen gilt das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K; BGBl 1988/380 idgF). In dieser Verordnung werden unter anderem Grenzwerte für die Emissionen von mit Holzbrennstoffen befeuerten Dampfkesselanlagen (z.B. Rindenverbrennungskessel), sowie Grenzwerte für Emissionen von Laugenverbrennungsanlagen der Zellstoff-erzeugung angegeben. Die angegebenen Grenzwerte sind Halbstundenmittelwerte und auf 5 % O₂ (Laugenverbrennungskessel) bzw. 13 % O₂ (mit Holzbrennstoffen befeuerten Dampfkesselanlagen) bezogen.

Tabelle 4.29: Grenzwerte für Emissionen aus den Laugenverbrennungs- und Rindenverbrennungskesseln

| Schadstoff | LRG-K (mg/m ³) | | | LRV-K (mg/m ³) | | |
|-----------------------------------|----------------------------|---|---------|----------------------------|--|---------|
| | LVK Sulfat | LVK Sulfit | RVK | LVK Sulfat | LVK Sulfit | RVK |
| Staub | 100 | 100 | 50-150 | 50 | 50 | 50-150 |
| SO ₂ | 800 | 1000 (sre. Magnesiumbisulfitverf.) 450 (Magnefitverf.) | - | 400 | 700 (sre. Magnesiumbisulfitverf.) 300 (Magnefitverf.) | - |
| NO _x | - | - | 200-300 | 400 | 400 | 200-300 |
| red. S-Vbd (als H ₂ S) | 30 | - | - | 20 | - | - |

LVK: Laugenverbrennungskessel

RVK: Rindenverbrennungskessel

4.9.1 Produktion von Sulfat-(Kraft)-Zellstoff

4.9.1.1 Laugenverbrennungskessel

Tabelle 4.30: Zusammenfassung der Emissionen in die Luft aus dem Laugenverbrennungskessel

| Parameter | Status ¹⁷ | Final Draft mg/Nm ³ | Final Draft kg/Adt | LRV-K , BGBl 1989/19 idgF mg/m ³ |
|--|--|---|---|--|
| Staub | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 10-200 ^{1, 11} | 0,1-1,8 ^{1, 11} 0,2-1,8 ¹⁰ (JMW) | 50 (HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ⁹ | Mit Rauchgas-Wäsche: 30-50 ⁴ Ohne Rauchgas-Wäsche: 100-150 ⁵ Mit Rauchgas-Wäsche: 15 ⁵ | 0,2-0,5 ¹⁴ | |
| | Executive Summary | | 0,2-0,5 ⁸ | |
| SO ₂ | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | Ohne Rauchgas-Wäsche: 100-800 ^{1,2} Ohne Rauchgas-Wäsche: 10-100 ^{1,3} Mit Rauchgas-Wäsche: 20-80 ^{1,2} | Ohne Rauchgas-Wäsche: 1-4 ^{1,2} Ohne Rauchgas-Wäsche: 0,2-0,5 ^{1,3} Mit Rauchgas-Wäsche: 0,1-0,4 ^{1,2} 0,01-2 ¹⁰ (JMW, als S) | 400 ¹⁶ (als SO ₂ ; HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ⁹ | Mit Rauchgas-Wäsche: 10-50 (als S) 5-10 ⁷ (als S) | Mit Rauchgas-Wäsche: 0,1-0,4 (als S) ¹⁴ < 0,1 ⁷ (als S) | |
| | Executive Summary | | 0,2-0,4 (als S) ⁸ | |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 100-260 ^{1, 12} | 0,6-1,8 ^{1, 12} < 1 ¹³ 0,8-1,8 ¹⁰ (JMW) | 400 (als NO ₂ ; HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ⁹ | 80-120 ¹⁵ | 1,0-1,5 ¹⁴ 0,7-1,1 ¹⁵ | |
| | Executive Summary | | 1,0-1,5 (als NO ₂) ⁸ | |
| Reduzierte Schwefelverbindungen (als H ₂ S) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | < 10 ^{1, 12} (über 90 % der Zeit) zeitweise höher | < 0,05 ^{1, 12} | 20 (als H ₂ S; HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ⁹ | Keine Angabe | 0,1-0,2 ¹⁴ (als S) | |
| | Executive Summary | | 0,1-0,2 (als S) ⁸ | |

¹ Es wird ein Abgasvolumen von 6000-9000 m³/t angenommen (Standardbedingungen, trocken)

² Trockensubstanz der Schwarzlauge: 63-65 %; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und des Zeitbezuges

³ Trockensubstanz der Schwarzlauge: 72-80 %; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und des Zeitbezuges

⁴ Es wird ein Abgasvolumen von 7000-9000 m³/t angenommen (Standardbedingungen, 5 % O₂, trocken); moderne Anlagen erreichen diesen Wert durch die Installation eines Elektrofilters, während ältere Anlagen zusätzlich noch einen Rauchgas-Wäscher benötigen

⁵ Es wird ein Abgasvolumen von 7000-9000 m³/t angenommen (Standardbedingungen, 5 % O₂, trocken); dieser Wert wird von vielen Anlagen ohne Rauchgas-Wäsche erreicht

⁶ Es wird ein Abgasvolumen von 7000-9000 m³/t angenommen (Standardbedingungen, 5 % O₂, trocken); Anlagen mit einer SO₂ Wäsche nach dem Elektrofilter

⁷ Bei hohem Trockengehalt der Schwarzlauge

⁸ Gesamtemissionen (JMW; Standardbedingungen) aus dem Prozess, d.h. Emissionen des Laugenverbrennungskessels, des Kalkofens, diffuse Emissionen und Emissionen aus anderen prozessbezogenen Kesseln (z.B. Verbrennung von TRS). Nicht inkludiert sind Emissionen aus Hilfskesseln zur Dampferzeugung, bzw. Kraftwerke für die Energieversorgung der Papiermaschine

⁹ Konzentrationsangaben sind TMW und auf 5 % O₂ bezogen (Standardbedingungen)

¹⁰ Mittelwert aus Zellstoffwerken innerhalb der EU; SO₂-Emission ist als S angegeben (JMW); es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

¹¹ Nach dem Elektrofilter; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und des Zeitbezuges

¹² Es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und des Zeitbezuges

¹³ Beispiel einer schwedischen Fabrik; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und des Zeitbezuges

¹⁴ Gesamtemission aus dem Prozess (inklusive Kalkofen, fugitive Emissionen, und eigene Kessel zur Verbrennung von TRS, aber ohne Hilfskessel)

¹⁵ Als Einheit wird NO_x angegeben

¹⁶ Die Emissionen sind als SO₂ angegeben (HMW, 5 % O₂); für die Umrechnung von S auf SO₂ gilt folgende Formel: (mg/Nm³) SO₂ = 2 * (mg/Nm³) S

¹⁷ Produktion von Prozessdampf: 13-18 GJ/t Zellstoff

4.9.1.2 Kalkofen

Tabelle 4.31: Zusammenfassung der Emissionen in die Luft aus dem Kalkofen

| Parameter | Status ¹⁴ | Final Draft mg/Nm ³ | Final Draft kg/Adt |
|--|--|--|--|
| Staub | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 ⁷ | + Elektrofilter: 20-150 ¹ + nasse Rauchgas-Wäsche: 200-600 ¹ | + Elektrofilter: 0,01-0,1 ¹ + nasse Rauchgas-Wäsche: 0,1-0,4 ¹ 0,02-0,9 ¹¹ |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 | + Elektrofilter: 30-50 ^{1, 12} | + Elektrofilter: 0,03-0,05 ^{1, 12} |
| | Executive Summary | | 0,2-0,5 ¹⁰ |
| SO ₂ | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 ⁷ | 5-30 ² 150-900 ³ | 0,003-0,002 ² 0,1-0,6 ³ < 0,01-0,7 ¹¹ |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ⁴ | 5-30 ² 150-300 ³ | 0,005-0,03 ² 0,1-0,3 ³ |
| | Executive Summary | | 0,2-0,4 (als S) ¹⁰ |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 ⁷ | Ölgefeuert: 240-380 Gasgefeuert: 380-600 100-900 ¹³ | Ölgefeuert: 0,2-0,3 Gasgefeuert: 0,3-0,4 0,02-0,6 ¹¹ |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 ^{5, 6} | Ölgefeuert: 100-200 Gasgefeuert: 380-600 | Ölgefeuert: 0,1-0,2 Gasgefeuert: 0,4-0,6 |
| | Executive Summary | | 1,0-1,5 ¹⁰ |
| Reduzierte Schwefelverbindungen (als H ₂ S) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 ⁷ | Normal (90 %): < 50 Temporär: höher | Normal (90 %): < 0,03 Temporär: höher |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 | < 15 ⁸ 1,5 ⁹ | 0,1-0,2 ¹⁰ |
| | Executive Summary | | 0,1-0,2 ¹⁰ |

¹ Es wird ein Abgasvolumen von 1000 m³/t (trocken) angenommen; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und Zeitbezuges

² Ölgefeuert ohne Verbrennung von Nicht-kondensierbaren Gasen; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und Zeitbezuges

³ Ölgefeuert mit Verbrennung von nicht-kondensierbaren Gasen; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und Zeitbezuges

⁴ Eine Reduktion der Emissionen kann durch die Installation einer Rauchgaswäsche, durch die Verwendung von schwefelarmen Heizölen oder durch die Verbrennung der Nicht-kondensierbaren Gase in einem anderen Kessel (z.B. Laugenverbrennungskessel mit entsprechender Rauchgasreinigung) erreicht werden.

⁵ Eine Reduktion der Emissionen um 10-20 % kann durch feuerungstechnische Maßnahmen erreicht werden; Sauerstoff- und Zeitbezug ist nicht klar (wahrscheinlich 5 % O₂; TMW)

⁶ Ein eigener Kessel zur Verbrennung von Nicht-kondensierbaren Gasen erhöht die NO₂-Emissionen um 0,1-0,2 kg/Adt

⁷ Es fehlen die Angaben zum Sauerstoff- und Zeitbezug, sowie der Messbedingungen

⁸ Mit modernen Filtern (bezogen auf 10 % Sauerstoff)

⁹ Mit alkalischer Rauchgaswäsche (hoher Alkaliverbrauch)

¹⁰ Gesamtemissionen aus dem Prozess, d.h. Emissionen des Laugenverbrennungskessels, des Kalkofens, diffuse Emissionen und Emissionen aus anderen prozessbezogenen Kesseln (z.B. Verbrennung von TRS). Nicht inkludiert sind Emissionen aus Hilfskesseln zur Dampferzeugung, bzw. Kraftwerke für die Energieversorgung der Papiermaschine

¹¹ Mittelwerte (JMW) aus Zellstoffwerken innerhalb der EU (Emissionen von Schwefeldioxid sind auf S bezogen); es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

¹² Konzentrationsangaben sind TMW und auf 5 % O₂ bezogen (Standardbedingungen, trocken)

¹³ Der niedrigere Wert kann bei der Verbrennung von Tallöl eingehalten werden, bei der gemeinsamen Verbrennung von nicht-kondensierbaren Gasen oder Methanol mit gemahlener Rinde, Pyrolyse-Gase und Heizöl; keine Angabe zu Sauerstoff- und Zeitbezug

¹⁴ Energieverbrauch: 1,5-1,8 GJ/t Zellstoff

4.9.1.3 Rindenverbrennungskessel

Die Rinde wird vor der Verbrennung geschreddert und gepresst (Trockengehalt: 38-45 %, Heizwert bei 45 % TS: 7-8 GJ/t)

Energieproduktion: 7 GJ/t Rinde

Tabelle 4.32: Zusammenfassung der Emissionen in die Luft aus dem Rindenverbrennungskessel

| Parameter | Status | Final Draft ¹ mg/Nm ³ | Final Draft ¹ kg/t Rinde | LRV-K , BGBl 1989/19 idgF mg/m ³ |
|---|----------------------------------|--|--|---|
| Staub | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 20-40 ³ 200 ⁴ | 0,1-1 0,03-0,3 ⁵ | 50-150 (HMW; 13 % O ₂) |
| SO ₂ ⁷ (als S) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | | 0,04-0,1 0,02-0,06 ⁵ | |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 100-200 ² | 0,3-0,7 0,03-0,2 ⁶ | 200-300 (HMW; 13 % O ₂) |

¹ Es wird ein Abgasvolumen von 1600-1700 m³/t angenommen

² Der niedrigere Wert wird durch Optimierung der Verbrennungsbedingungen und durch Installation einer SNCR-Anlage erreicht (Standardbedingungen, trocken)

³ Mit Elektrofilter; auf 11 % O₂ bezogen, trocken

⁴ Mit Zyklonen

⁵ Geschätzter JMW, S-Emissionen als S; es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

⁶ JMW aus Werken innerhalb der EU; es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

⁷ Rinde hat einen geringen S-Gehalt; zusätzlich bindet die alkalische Asche einen Teil des Schwefel aus z.B. fossilen Brennstoffen

4.9.1.4 Hilfskessel

Siehe Kapitel 4.2.2.

4.9.1.5 Diffuse Emissionen aus der Produktion von Sulfat- (Kraft)-Zellstoff

Bereich der Emission von Schwefel aus europäischen Fabriken: 0,009-0,719 kg S/Adt.

Bereich der Emission von NO_x aus europäischen Fabriken: 0,12-0,99 kg NO₂/Adt.

4.9.1.6 Geruchsintensive Gase aus der Produktion von Sulfat- (Kraft)-Zellstoff

4.9.1.6.1 Gemessene Emission

Schwefelgehalt der hochkonzentrierten Gase: > 5 g/m³

Gesamtvolumen: bis zu 25 m³/t Zellstoff (Gesamt-S: 1-2,5 kg/Adt)

Die konzentrierten Gase aus dem Zellstoffkocher, der Verdampfungsanlage und dem Kondensatstripper werden gesammelt und entweder im Kalkofen, dem Laugenverbrennungskessel oder einem eigenen Kessel verbrannt. Bei hohem Schwefelgehalt kann die Absorptionskapazität des Kalkofens überschritten werden, wodurch die SO₂ Emissionen ansteigen. Bis zu 15 % fossiler Brennstoffe können durch die Verbrennung dieser Gase ersetzt werden, allerdings gibt es oftmals Problem mit der schwankenden Qualität des Gases.

Schwefelgehalt der verdünnten Gase: < 0,5 g/m³

Gesamtvolumen: 2.000-3.000 m³/t Zellstoff (Gesamt-S: 0,2-0,5 kg/Adt)

Diese Gase kommen aus der Dampfvorbehandlung der Hackschnitzel, der Sortierung, der Zellstoffwäsche und der Tankbelüftung, und werden ebenfalls verbrannt (siehe oben)

4.9.1.6.2 BAT für die Behandlung von geruchsintensiven Gase

Die Gase werden in stark und schwach konzentrierte Gasströme getrennt und entweder verbrannt (Kalkofen, Laugenverbrennungskessel oder eigenen Kessel) oder einer alkalischen Wäsche unterzogen.

- Bei der Verbrennung im Kalkofen können Werte von 1,5-15 mg H₂S /Nm³ (siehe Tabelle 4.30) eingehalten werden.
- Verbrennung in einem eigenen Kessel: dieser muss mit einer Rauchgaswäsche ausgestattet sein.
- Konzentrierte Gase können im Laugenverbrennungskessel (hoher Trockengehalt der Lauge führt zu relativ niedrigen SO₂ und TRS Emissionen) verbrannt werden.
- Schwach konzentrierte Gase können der sekundären oder tertiären Verbrennungsluft beigemischt werden.

4.9.1.7 Emission von chlorierten Substanzen aus der Produktion von Sulfat- (Kraft)-Zellstoff

Es werden im Kapitel drei Werte von 0,0-0,08 kg aktives Chlor/t gebleichter Zellstoff angegeben.

4.9.1.8 Emission von VOC aus der Produktion von Sulfat- (Kraft)-Zellstoff

Tabelle 4.33: Gemessene Emissionen von VOC aus Referenzanlagen

| Prozess | Gemessene Emission |
|------------------------------|--------------------------------|
| Verarbeitung von Weichholz | 0,4 kg/t |
| Verarbeitung von Hartholz | > 0,1 kg/t |
| Lagerplatz für Hackschnitzel | 0,2-0,3 kg/m ³ Holz |

4.9.2 Produktion von Sulfit-Zellstoff

4.9.2.1 Laugenverbrennungskessel

Tabelle 4.34: Zusammenfassung der Emissionen in die Luft aus dem Laugenverbrennungskessel

| Parameter | Status | Final Draft mg/Nm ³ | Final Draft kg/t | LRV-K BGBI 1989/19 idgF mg/m ³ |
|---|---|--|--|---|
| Staub | Gegenwärtige Emissionen – Kap. 3 | | | 50 (HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 | 5-20 ³ | 0,02-0,15 ² | |
| | Executive Summary | | 0,02-0,15 ⁶ | |
| SO ₂ ¹⁰ | Gegenwärtige Emissionen – Kap. 3 | 100-400 ¹ (als S, JMW) (entspricht 200-800 als SO ₂) | 0,5-5 ¹ (als S, JMW) 0,13-1,5 ⁷ (als S) 4-6 ⁸ (als SO ₂) 2-3 ⁹ (als SO ₂) | Saures Magnesiumbisulfid Verfahren: 700 ¹¹ Magnefitverfahren: 300 ¹¹ |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 | 50-150 ⁴ (als S) (entspricht 100-300 als SO ₂) | 0,3-1,0 ² (als S) | |
| | Executive Summary | | 0,5-1,0 ⁶ (als S) | |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen – Kap. 3 | 200-500 ¹ (JMW) | 1,0-3 ¹ (JMW) 0,85-2,8 ⁷ | 400 (HMW; 5 % O ₂) |
| | Mit BAT assoziierte Emissionen - Kap. 5 | 200-300 ⁵ | 1,0-2,0 ² | |
| | Executive Summary | | 1,0-2,0 ⁶ | |

¹ Es wird ein Abgasvolumen von 6000-7000 m³/t angenommen (Standardbedingungen, trocken)

² Gesamtemissionen aus der Produktion von Sulfit-Zellstoff, ohne Hilfskessel (unter Normalbedingungen, 5 % O₂)

³ Mit Elektrofilter und Wäscher (TMW, Normalbedingungen, 5 % O₂)

⁴ Mehrstufige Wäsche (TMW, Normalbedingungen, 5 % O₂) – BAT ist die alkalische Rauchgaswäsche (Minderung: > 95 %)

⁵ Durch Primärmaßnahmen (TMW, Normalbedingungen, 5 % O₂) – SNCR wird normalerweise nicht installiert

⁶ Werte gelten nur für die Zellstoffproduktion, JMW, Standardbedingungen; Hilfskessel für die Zellstofftrocknung sind nicht inkludiert

⁷ Bereich von JMW (S-Emission als S) von einigen europäischen Werken (ohne Hilfskessel)

⁸ Emissionen nach drei Wäschern; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und Zeitbezuges

⁹ Emissionen nach vier Wäschern; es fehlt die Angabe des Sauerstoff- und Zeitbezuges

¹⁰ Geringe S-Emissionen entstehen bei der Bleichanlage, der Zellstoffkochung, der Zellstoffwäsche und bei den Hilfskesseln

¹¹ Die Emissionen sind als SO₂ angegeben (HMW, 5 % O₂); für die Umrechnung von S auf SO₂ gilt folgende Formel: (mg/Nm³) SO₂ = 2 * (mg/Nm³) S

4.9.2.2 Andere Kessel (Rindenverbrennungskessel, Hilfskessel)

siehe Kapitel 4.2.2.

4.9.3 Produktion von Holzstoff

Tabelle 4.35: Beispiel von Emissionen aus Referenzanlagen zur Holzstofferzeugung (Kap. drei; JMW einer finnischen Fabrik zur Erzeugung von Holzstoff (110.000 t gebleichter chemothermomechanischer Holzstoff/Jahr)

| Parameter | Status | Final Draft kg/t |
|---|--------------------------------|---------------------|
| Staub | Gemessene Emission – Kap. 3 | 0,05 |
| SO ₂ | Gemessene Emission – Kap. 3 | 0,24 |
| NO _x (als NO ₂) | Gemessene Emission – Kap. 3 | 0,25 |

Emissionen aus der Holzstofferzeugung sind hauptsächlich VOC Emissionen. Als Beispiel sind die VOC-Emissionen einer deutschen Fabrik zur Erzeugung von thermomechanischem Holzstoff (vor der Behandlung) gegeben:

- Kondensation von kontaminiertem Dampf
6.000 mg/m³ (höchster Wert: 9.600 mg/m³)
Pinene (C₁₀H₁₆): 13.000 mg/m³
- Waschen der Hackschnitzel
300 mg/m³
Pinene (C₁₀H₁₆): 13.000 mg/m³
- Entlüften von Tanks
150 mg/m³
Pinene (C₁₀H₁₆): 50 mg/m³
- VOC-Emission aus der Produktion von CTMP
0,2 kg/t (vor der Behandlung)

Maßnahmen zur Reduktion von VOC:

- Wiedergewinnung von Terpentin aus den Kondensaten
- Verbrennung der VOC-hältigen Gase in einem geeigneten Kessel (z.B. Kraftwerk)

4.9.3.1 Andere Kessel (Kraftwerk, Hilfskessel, Rindenverbrennungskessel)

siehe Kapitel 4.2.2.

4.9.4 Verarbeitung von Altpapier

Tabelle 4.36: Gemessene Emissionen aus Referenzanlagen, in welchen Altpapier verarbeitet wird

| Parameter | Status | Final Draft kg/t ¹ |
|---|----------------------------------|---|
| Staub | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 0,003-0,05 ³ |
| SO ₂ | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 0,01-2,68 ³ 0,05-10 ⁴ |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 0,4-1,1 ² 0,56-1,06 ³ 0,3-2 ⁴ (kg/Adt) |

¹ Werte sind auf t verkaufsfähiges Produkt bezogen

² JMW für die Produktion von Testliner und Wellenstoff; es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

³ JMW für die Produktion von Zeitungspapier ohne Angabe des Sauerstoffbezuges; CO-Emission: 0,02-0,56 kg/t

⁴ JMW für die Produktion von Hygienepapier; es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges

Emissionen in die Luft resultieren hauptsächlich aus der Energieerzeugung (Dampf und Elektrizität). Das benötigte Verhältnis von Dampf zu Energie ermöglicht die Co-Generation von Wärme und elektrischer Energie.

Weitere Angaben zur Co-Generation: siehe 4.6.2.9.

- Emissionen aus der Verbrennung von Schlamm oder Rejekten

Tabelle 4.37: Emissionen aus der Verbrennung von Schlamm oder Rejekten (Kap. drei)

| Parameter | Rejekte ohne Deinking (JMW) | Rejekte mit Deinking ¹ (TMW) |
|---|-----------------------------|---|
| Staub (mg/Nm ³) | 3,2 ² | 6,6 ³ |
| SO ₂ (mg/Nm ³) ⁴ | 26,0 | 1,2 |
| NO _x (mg/Nm ³) ⁵ | 195 | 176; 271; 227 |
| CO (mg/Nm ³) | 14,1 | 14 |
| HCl (mg/Nm ³) | 1,7 | |
| HF (mg/Nm ³) | 0,06 | |
| Gesamt-C (mg/Nm ³) | 1,4 | |
| Cd, TI (µg/Nm ³) | < 17,0 | |
| Hg (µg/Nm ³) | 5 | |
| Sb, As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn (µg/Nm ³) | 71,0 | |
| Dioxine/Furane ⁶ (ng I-TE/Nm ³) | 0,097 | |

¹ Schlämme aus der Roh- und Abwasserbehandlung, Deinking Schlamm und Schlamm aus der Klärung von Prozesswasser

² Staub wird mittels eines Elektrofilters abgeschieden

³ Ein Schlauchfilter ist installiert

⁴ Zweistufige nasse Wäsche

⁵ Eine SNCR-Anlage ist installiert

⁶ Dioxine werden durch die Injektion von Aktivkohle und Zeolith in das Rauchgas reduziert

4.9.5 Produktion von Papier und verwandte Prozesse

Tabelle 4.38: Gemessene Emissionen aus Referenzanlagen zur Papierproduktion

| Parameter | Status | Final Draft mg/Nm ³ | Final Draft kg/Adt |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| SO ₂ | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | | 0,07-10 ² |
| NO _x (als NO ₂) | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | | 0,2 ¹ 0,5-5 ² |
| VOC | Gegenwärtige Emissionen - Kap. 3 | 2-135 | 0,05-0,5 ³ |

¹ JMW aus dem gasbefeuernden Kessel zur Produktion von Prozessdampf, Emissionen aus der Stromproduktion (extern) sind nicht inkludiert; Wert der größten nicht-integrierten Papierfabrik Europas (1018450 t holzfreies Feinpapier/Jahr, 1997)

² Werte einer Fabrik zur Erzeugung von Hygienepapier (Emissionen umfassen alle Brennstoffarten zur Produktion von Dampf; zugekaufte Energie ist nicht inkludiert)

³ Wertebereich von 7 Fabriken; Einzelsubstanzen sind Acrylnitril und Formaldehyd (0,1-4,8 mg/Nm³)

Luftemissionen aus der Papiererzeugung stammen hauptsächlich aus der Produktion von Dampf und elektrischer Energie und sind daher stark vom eingesetzten Brennstoff abhängig. Andere Emissionen betreffen VOC aus der Trocknung des Papiers, wobei flüchtige Substanzen aus den verschiedensten Hilfsstoffen freigesetzt werden. Im allgemeinen sind die Konzentrationen aber sehr gering.

Höhere Konzentrationen an VOC werden bei folgenden Prozessen freigesetzt:

- Streichen von Papier (je nach Zusammensetzung des Streichmittels)
- Produktion von Spezial-Papier

Beispiele für VOC:

- Alkohole
- Formaldehyd in Harzen (Harze basierend auf Harnstoff oder auf Melamin-Formaldehyd zur Nassverfestigung)
- Aceton und Ketone
- Phenole
- Lösungsmittel
- Organische Säuren und Rest-Monomere

Tabelle 4.39: Beispiele für VOC Emissionen im Abgas von Papiermaschinen vor dem Wärmetauscher

| Anlage | VOC kg/h | VOC mg/Nm ³ | Bemerkung |
|---|-------------|------------------------------------|-------------------------|
| Papiermaschine, holzfreies Papier, ungeleimt | 0,7 | 2-17 | 98 % aus der Trocknung |
| Papiermaschine + Streichanlage, holzfreies Papier, gestrichen | | 10-30 | Teilweise Methan |
| Papiermaschine + Streichanlage, holzhaltiges Papier, gestrichen | | 48 Vortrocknung 24 Nachrocknung | Trocknung |
| Streichanlage, holzfreies Papier, doppelt gestrichen | 4,9 | 30-67 | Hauptsächlich Methan |
| Papiermaschine, holzfreies Papier, Leimpresse | 1,6 | 2-77 | Aus Langsieb und Presse |
| Papiermaschine, Altpapier und Karton | 0,8 | 6-26 | Vortrocknung (70 %) |
| Papiermaschine, Altpapier | 2,4 | 3-8 | |

Emissionen aus der Verbrennung von Rejekten (üblicherweise in integrierten Fabriken) werden in den Kapiteln 4.7.2.14 und 4.6.2.11 behandelt.

4.10 Vergleich mit der Papier- und Zellstoffindustrie in Österreich

4.10.1 Verwendetes Datenmaterial

Zum Vergleich mit den Emissionen der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie und mit österreichischen Standards wurden folgende Unterlagen herangezogen:

- Final Draft on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry (Juni 2000)
- AEV Papier und Pappe (BGBl 220/2000 und BGBl 610/1992)
- AEV Gebleichter Zellstoff (BGBl 219/2000 und BGBl 181/1991)
- LRG-K (BGBl 1988/380 idgF) und LRV-K (BGBl 1989/19 idgF)
- Aggregierte Daten von der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie
- Daten von Einzelanlagen (Emissionsdaten von 2 Verbandskläranlagen, diverse Internetadressen)
- 9 Umwelterklärungen gemäss EMAS Verordnung 1836/93/EWG
- Am Umweltbundesamt aufliegende Daten

Bezüglich des Vergleiches mit den Abwasseremissionsverordnungen und mit dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen wird auf Kapitel 4.8 und 4.9 verwiesen.

4.10.2 Vergleich auf Basis der Daten der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie

Die Vereinigung der österreichischen Papierindustrie stellte auf Anfrage aggregierte Daten (JMW) zur Verfügung. Damit wurden zwar fast die gesamten Emissionen der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie erfasst, allerdings waren die Daten aber nur bedingt für einen Vergleich mit dem BAT-Dokument geeignet. So wurden zwar zwischen Sulfat- und Sulfiteverfahren unterschieden, die Emissionen aus der Produktion von Holzstoff und Papier,

sowie aus der Verarbeitung von Altpapier wurden jedoch gemeinsam angegeben. Aus den Angaben ging auch nicht hervor, ob und/oder wie die Emissionen von integrierten Werken getrennt wurden. Es erfolgte auch keine Unterscheidung zwischen gebleichtem und ungebleichtem Sulfat-Zellstoff. Damit wurde insbesondere ein Vergleich der AOX Emissionen unmöglich. Die Daten zu den Emissionen in die Luft wurden ebenfalls aggregiert angegeben.

In der Tabelle 4.40 werden einige Daten zur österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie angeführt. Alle Frachten werden als Jahresmittelwerte angegeben.

Tabelle 4.40: Daten zur österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie [AUSTROPAPIER, 2000]

| Werk | Anzahl |
|---|-----------|
| Integrierte Zellstoffproduktion (Sulfat- + Sulfit ZS) | 7 |
| Produktion von Chemiefaser-Zellstoff | 1 |
| Produktion von Chemo-mechanischem Holzstoff | - |
| Integrierte Holzstoffproduktion | 4 |
| Altpapierverarbeitende Werke | 15 |
| Nicht integrierte Papierfabriken | 21 |
| Gesamtanzahl der Betriebe ¹ | 30 |
| Produktion von Papier (t/Jahr) ² | 3.882.000 |
| Produktion von Sulfat Zellstoff (t/Jahr) ³ | 769.000 |
| Produktion von Sulfit Zellstoff (t/Jahr) ⁴ | 543.000 |

¹ Manche Werke werden mehr als einer Produktion zugeordnet; daher ist die Summe der einzelnen Werke größer als 30

² Der angegebene Wert bezieht sich auf die Papierproduktion, für die Daten zu Emissionen vorhanden sind (das sind 94 % der Gesamtproduktion; d.h. die Gesamtproduktion beträgt 4.141.000 t für 1999)

³ Der angegebene Wert beinhaltet die Produktion von gebleichtem und ungebleichtem Sulfat-Zellstoff

⁴ Der angegebene Wert beinhaltet die Produktion von gebleichtem und ungebleichtem Sulfit-Zellstoff, sowie von Textil-Zellstoff

Die Gesamtanzahl der Papier- und Zellstoff produzierenden Betriebe in Österreich beträgt 30 (Stand 1999), wobei integrierte Werke sowohl Zellstoff als auch Papier herstellen und in einigen Fällen zusätzlich Holzstoff (aus eigener Produktion) und Altpapier verwerten. In Österreich sind alle Zellstoffwerke integriert. Die Emissionen aus der Produktion von Holzstoff und der Aufbereitung von Altpapier werden den jeweiligen Papierfabriken zugeordnet. Aus diesem Grund ist eine eindeutige Zuordnung der Werke und deren Emissionen (welche in den meisten Fällen als Gesamtemissionen eines Standortes angegeben werden) zu den fünf Bereichen des BAT Dokumentes nicht möglich. Die Papierproduktion der einzelnen Betriebe bewegt sich in der Größenordnung zwischen 8.000 t/a und 700.000 t/a, die Zellstoffproduktion umfasst Betriebe mit einer Jahresproduktion von 40.000-380.000 Tonnen.

4.10.2.1 Emissionen ins Wasser

Produktion von Sulfit-Zellstoff

Nach Auskunft der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie ist der Grund darin zu suchen, dass ein Werk (Hallein) noch nicht über eine biologische Kläranlage verfügt (siehe auch Kap. 4.10.3.3). Die Emissionen der österreichischen Betriebe liegen beim Prozesswasserbedarf im oberen Bereich des mit BAT erreichbaren Niveaus, alle anderen Frachten (mit Ausnahme des Ges.-N) überschreiten die mit BAT erreichbaren Werte deutlich (siehe Tabelle 4.41).

Tabelle 4.41: Gemittelte Emissionen aus der Produktion von Sulfite-Zellstoff [AUSTROPAPIER, 2000]

| Produktion von Sulfite Zellstoff | Österreichische Betriebe - Jahresfrachten | Österreichische Betriebe – produktbezogene Frachten | BAT Sulfite Zellstoff ² |
|----------------------------------|---|---|------------------------------------|
| Produktion | 543.000 Adt/a | | |
| Prozesswasserbedarf | 29.761.000 m ³ /a | 55 m ³ /Adt | 40-55 m ³ /Adt |
| Kühlwasserbedarf | 9.451.000 m ³ /a | 17,5 m ³ /Adt | |
| Abwassermenge | 27.676.000 m ³ /a | 51 m ³ /Adt | |
| Biologisch gereinigt | 21.971.000 m ³ /a (79 %) | 40,5 m ³ /Adt | |
| COD | 21.864 t/a | 40,3 kg/Adt | 20-30 (35 ¹)kg/Adt |
| BOD ₅ | 4.037 t/a | 7,4 kg/Adt | 1-2 kg/Adt |
| Abfiltrierbare Feststoffe | 1.985 t/a | 3,7 kg/Adt | 1-2,0 kg/Adt |
| AOX | 1 t/a | 1,8 kg/Adt | 0 kg/Adt |
| Ges.-N | 20 t/a | 0,037 kg/Adt | 0,15-0,5 kg/Adt |
| Ges.-P | 32 t/a | 0,059 kg/Adt | 0,02-0,05 kg/Adt |

¹ für das Magnefit Verfahren liegt der Wert bei 35 kg/Adt ² gebleichter Sulfite Zellstoff

Produktion von Sulfat-Zellstoff

Tabelle 4.42: Gemittelte Emissionen aus der Produktion von Sulfat-Zellstoff [AUSTROPAPIER, 2000]

| Produktion von Sulfat Zellstoff | Österreichische Betriebe - Jahresfrachten | Österreichische Betriebe – produktbezogene Frachten | BAT Sulfat Zellstoff |
|---------------------------------|---|---|--|
| Produktion | 769.000 Adt/a | - | - |
| Prozesswasserbedarf | 19.325.000 m ³ /a | 25 m ³ /Adt | 30-50 m ³ /Adt ¹ 15-25 m ³ /Adt ² |
| Kühlwasserbedarf | 32.294.000 m ³ /a | 42 m ³ /Adt | - |
| Abwassermenge | 18.886.000 m ³ /a | 25 m ³ /Adt | - |
| Biologisch gereinigt | 18.886.000 m ³ /a (100 %) | 25 m ³ /Adt | - |
| COD | 5.235 t/a | 6,8 kg/Adt | 8-23 kg/Adt ¹ 5-10 kg/Adt ² |
| BOD ₅ | 199 t/a | 0,26 kg/Adt | 0,3-1,5 kg/Adt ¹ 0,2-0,7 kg/Adt ² |
| Abfiltrierbare Feststoffe | 364 t/a | 0,47 kg/Adt | 0,6-1,5 kg/Adt ¹ 0,3-1 kg/Adt ² |
| AOX | 77 t/a | 0,1 kg/Adt | 0-0,25 kg/Adt ¹ nicht relevant ² |
| Ges.-N | 14 t/a | 0,018 kg/Adt | 0,1-0,25 kg/Adt ¹ 0,1-0,2 kg/Adt ² |
| Ges.-P | 15 t/a | 0,020 kg/Adt | 0,01-0,03 kg/Adt ¹ 0,01-0,02 kg/Adt ² |

¹ Für gebleichten Zellstoff

² Für ungebleichten Zellstoff

Für die Herstellung von Sulfatzellstoff ist ein Vergleich der Emissionen der österreichischen Zellstoffwerke mit denen durch BAT erreichbaren nur bedingt möglich, da im BAT Dokument zusätzlich zwischen der Produktion von gebleichtem und ungebleichtem Zellstoff unterschieden wird. In Österreich werden ca. 40 % des gesamten Zellstoffes gebleicht.

Bei der Bleiche des Zellstoffes werden die Emissionen von COD, BOD und Feststoffen um den Faktor 1,5 bis 2 erhöht. Im Gegensatz zum ungebleichten Zellstoff werden bei der Produktion von gebleichtem Zellstoff auch relevante Mengen an AOX emittiert.

Aus den übermittelten Daten kann man abschätzen, dass der Prozesswasserbedarf und die Emission an Ges.-P innerhalb des BAT Levels liegen, die Emissionen von COD, BOD₅, abfiltrierbaren Feststoffen und Ges.-N im unteren BAT Bereich und die AOX-Emissionen eher im oberen BAT Bereich anzusiedeln sind.

Produktion von Papier

Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass für die jeweiligen österreichischen Betriebe die Emissionen aus der Holzstoffproduktion, aus der Verarbeitung von Altpapier und aus der Papierproduktion vereint vorliegen. Im Jahr 1999 wurden ca. 1,8 Millionen Tonnen Altpapier verwertet, was einen bedeutenden Input-Faktor darstellt, welcher auch auf die Emissionen großen Einfluss hat.

Gemäß den aggregierten Daten liegt der Prozesswasserbedarf knapp unterhalb des oberen BAT Levels, die Emissionen von AOX, COD und Ges.-N im bzw. unterhalb des BAT Bereiches, während die Emissionen von Feststoffen und die BOD₅-Emissionen höher liegen (siehe Tabelle 4.43). Inwieweit diese Werte von der Holzstoffproduktion beeinflusst werden (Produktion 1999: 369.000 t) kann aufgrund fehlender Daten nicht gesagt werden.

Tabelle 4.43: Emissionen aus der Produktion von Papier

| Produktion von Papier | Österreichische Betriebe | Österreichische Betriebe | BAT Papierproduktion | BAT Altpapierverwertung (+ Deinking) |
|---------------------------|--|--------------------------|---|---|
| Produktion | 3.882.000 Adt/a | - | - | - |
| Prozesswasserbedarf | 56.922.000 m ³ /a | 14,7 m ³ /Adt | 10-15 (-25 ¹) m ³ /Adt | 10-15 (-25 ¹) m ³ /Adt |
| Kühlwasserbedarf | 51.369.000 m ³ /a | 13,2 | - | - |
| Abwassermenge | 57.062.000 m ³ /a | 14,7 | - | - |
| Biologisch gereinigt | 51.333.000 m ³ /a (90 %) | 13,2 | - | - |
| COD | 9.785 t/a | 2,52 kg/Adt | 0,5-2 kg/Adt | 2-4 kg/Adt |
| BOD ₅ | 1.796 t/a | 0,46 kg/Adt | 0,15-0,25 (-0,4 ¹)kg/Adt | <0,05-0,2 kg/Adt |
| Abfiltrierbare Feststoffe | 2.131 t/a | 0,55 kg/Adt | 0,3-0,4 kg/Adt | 0,1-0,3 kg/Adt |
| AOX | 6 t/a | 0,0015 kg/Adt | <0,005 (<0,01 ²) kg/Adt | <0,005 kg/Adt |
| Ges.-N | 75 t/a | 0,019 kg/Adt | 0,1-0,2 kg/Adt | 0,05-0,1 kg/Adt |
| Ges.-P | 23 t/a | 0,006 kg/Adt | 0,01-0,02 kg/Adt | 0,005-0,01 kg/Adt |

¹ Für die Produktion von Hygienepapier

² Dieser Wert kann durch Nassfestigungsmittel verursacht werden

4.10.2.2 Emissionen in die Luft

Emissionen in die Luft wurden von der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie nur für die Bereiche Papierherstellung, Sulfat- und Sulfitzellstoffproduktion zur Verfügung gestellt. Die Werte repräsentieren die Gesamtemissionen dieser Bereiche eines Jahres (1999). Emissionen der Hilfskessel sind nach Auskunft der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie nicht inkludiert.

Daher sind diese Werte zwar für einen Vergleich mit den entsprechenden Daten des Kapitels fünf und der Executive Summary geeignet, eine weitere Aufschlüsselung nach einzelnen Prozessen oder einzelnen Werken ist nicht möglich

Produktion von Sulfitzellstoff

Tabelle 4.44: Gemittelte Emissionen in die Luft aus der Produktion von Sulfitzellstoff

| Produktion von Sulfit Zellstoff | Österreichische Betriebe | BAT Sulfit Zellstoff ¹ |
|---------------------------------|--------------------------|---|
| Produktion (Adt/a) | 543.000 | |
| Staub (kg/Adt) | 0,177 | 0,02-0,15 |
| SO ₂ (kg/Adt) | 1,32 | 0,5-1 (als S) 1-2 (als SO ₂) |
| NO _x (kg/Adt) | 2,468 | 1,0-2,0 |

¹ Jahresmittelwerte, Standardbedingungen; Hilfskessel für die Zellstofftrocknung sind nicht inkludiert

Bei einem Vergleich der aggregierten Daten der österreichischen Betriebe liegen die Emissionen von SO₂ innerhalb des BAT Levels, während die Staub- und NO_x Emissionen darüber liegen.

Produktion von Sulfatzellstoff

Tabelle 4.45: Gemittelte Emissionen in die Luft aus der Produktion von Sulfatzellstoff

| Produktion von Sulfat Zellstoff | Österreichische Betriebe | BAT Sulfat Zellstoff ¹ |
|---------------------------------|------------------------------|---|
| Produktion (Adt/a) | 769.000 | - |
| Staub (kg/Adt) | 0,17 | 0,2-0,5 |
| SO ₂ (kg/Adt) | 0,928 | 0,2-0,4 (als S) 0,4-0,8 (als SO ₂) |
| NO _x (kg/Adt) | 1,599 | 1,0-1,5 |
| TRS (kg/Adt) | 0,022 (als H ₂ S) | 0,1-0,2 (als S) |

¹ Jahresmittelwerte, Standardbedingungen; Hilfskessel für die Zellstofftrocknung sind nicht inkludiert

Bei einem Vergleich der aggregierten Daten der österreichischen Betriebe liegen die Emissionen bei Staub unterhalb, bei SO₂ und NO_x oberhalb des BAT Niveaus.

Produktion von Papier

Im BAT Dokument werden keine Daten zu den Emissionen in die Luft aus der Papierherstellung angegeben. Aus den aggregierten Daten der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie geht nicht hervor, welche Anlagen zur Ermittlung der Emissionen herangezogen wurden.

Tabelle 4.46: Gemittelte Emissionen in die Luft aus der Produktion von Papier

| Produktion von Papier | Österreichische Betriebe |
|---------------------------------|--------------------------|
| Produktion (Adt/a) | 3.882.000 |
| Staub (kg/Adt) | 0,018 |
| SO ₂ (kg/Adt) | 0,131 |
| CO ₂ fossil (kg/Adt) | 510 |
| CO ₂ biogen (kg/Adt) | 130 |
| CO (kg/Adt) | 0,168 |
| NO _x (kg/Adt) | 0,606 |
| Halogene (kg/Adt) | 0,005 |

4.10.3 Vergleich mit den Daten von Einzelanlagen

Hinsichtlich der Wasseremissionen erwiesen sich die Daten von den Verbandskläranlagen (Eigenüberwachung) als sehr geeignet. Diese enthielten Informationen über die täglichen Zu- und Abauffrachten und daraus berechnete Monats- und Jahresmittelwerte sowohl aus der Produktion von Zellstoff als auch von Papier, über die tägliche Produktion von Zellstoff (aber nicht von Papier) und über Grenzwerte. Dadurch konnten für die betroffenen Werke spezifische Frachten vor und nach der Kläranlage, sowie die Wirkungsgrade der Kläranlage berechnet und mit denen des BAT Dokumentes verglichen werden (siehe Tabellen 4.47-4.50).

4.10.3.1 Abwasserdatenblätter der Verbandskläranlagen – Werk A

Werk A produziert im Jahr ca. 200.000 t Magnefitzellstoff TCF und 700.000 t TCF gebleichtes Papier (holzfrie gestrichene Druckpapiere). Die Abwässer aus beiden Produktionslinien werden gemeinsam in einer Verbandskläranlage gereinigt. Diese verfügt über eine mechanische Vorklärstufe, ein mit Reinsauerstoff belüftetes Belebungsbecken und über eine Absaugungseinrichtung für die Abluft der Produktionsabwässer. Im Jahr 1990 wurde zusätzlich eine anaerobe Vorreinigungsstufe für leicht abbaubares aber stark geruchsbehaftetes Abwasser aus der Laugeneindampfung der Zellstofffabrik in Betrieb genommen. Von der zuständigen Behörde wurden uns die Abwasserdatenblätter des Jahres 1998 zur Verfügung gestellt. Aus diesen Unterlagen konnten folgende Werte erhoben werden:

Tabelle 4.47: Wirkungsgrade der Kläranlage im Vergleich (% , JMW)

| Parameter | Verbandsklär-anlage-1998 | Verbandsklär-anlage-Richtwert | BAT (Sulfit-Zellstoff) | BAT (Papier) |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|
| BOD | 92,9 | 95 | 95 | >95 |
| COD | 61,2 | 50 | 65-70(>55 ¹) | 75-90 |

¹ Minimalanforderung an Wirkungsgrad, als Zusatz zu BAT Werten aufgenommen

Aus der Tabelle 4.47 ist ersichtlich, dass die Verbandskläranlage die besseren mit BAT assoziierten Wirkungsgrade nicht erreicht. Damit liegen aber auch die Jahresmittelwerte der BOD- und COD-Emissionen sowohl der Zellstoff- als auch der Papierproduktion deutlich über dem mit BAT erreichbarem Niveau. Selbst bei Einhaltung der besten mit BAT assoziierten Wirkungsgrade (70 bzw. 90 %) durch die Kläranlage könnten die als BAT angegebenen

Emissionen für COD und BOD nicht erreicht werden, d.h. es müssten zusätzliche Maßnahmen (Vorreinigung) getroffen werden. Bei den anderen Abwasserparametern ist aufgrund der angegebenen Daten kein direkter Vergleich mit dem BAT Dokumentes möglich. Die österreichischen Grenzwerte für COD und BOD für die Produktion von Magnefitzellstoff werden knapp eingehalten. Die als JMW berechneten COD Emissionen aus der Herstellung von Papier liegen über dem österreichischen Grenzwert (TMW).

Tabelle 4.48: Abwasserfrachten des Werkes A

| | Vor der Abwasserbehandlung (JMW) | | Nach der Abwasserbehandlung ² (JMW) | | BAT (JMW) | AEV (TMW) |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|--|--------|------------------------|-----------------------------------|
| | Tonnen pro Tag | kg/Adt ¹ | Tonnen pro Tag | kg/ADt | kg/ADt | kg/ADt |
| BOD Zellstoff | 24,8 | 41,9 | 1,76 | 2,97 | 1-2 | 3 ⁴ ; 2 ⁵ |
| COD Zellstoff | 76,1 | 129 | 29,5 | 50,0 | 35 | 50 ⁴ ; 30 ⁵ |
| BOD Papier | 8,4 | 4,4 | 0,60 | 0,31 | 0,15-0,25 ³ | 1 ⁶ |
| COD Papier | 18,9 | 9,8 | 7,3 | 3,8 | 0,5-1,5 ³ | 3 ⁶ |
| EDTA (Papier und ZS) | 0,123 | 0,21 | | | | |
| Abfiltrierbare Stoffe (Papier und ZS) | | | 3,2 | | | |
| AOX (Papier und ZS) | | | 2,3 (kg/d) | | | |
| NH ₄ -N (Papier und ZS) | | | 0,3 (mg/l) | | | |
| Ges-P (Papier und ZS) | | | 0,5 (mg/l) | | | |

¹ Der Berechnung wurden folgende Tagesproduktionen zugrundegelegt: Zellstoff: 589,8 t/Tag; Papier: 1920 t/Tag (geschätzt)

² Die Wirkungsgrade der Abwasserbehandlung betragen im Durchschnitt 92,9 % für BOD und 61,2 % für COD

³ Für die Produktion von gestrichenem Feinpapier

⁴ BGBl 1991/181

⁵ BGBl 2000/219 für neue und modifizierte Anlagen

⁶ BGBl 2000/220 und BGBl 1992/610; gestrichene holzfreie Papiere

In der ebenfalls vorliegenden Umwelterklärung 1999 dieses Werkes werden die Emissionen (BOD, COD, Abwasservolumen, Abwassertemperatur, abfiltrierbare Stoffe, AOX, EDTA, NH₄-N, ges.-P) ins Wasser den geltenden Grenzwerten gegenübergestellt und deren Einhaltung nachgewiesen. Allerdings werden die Emissionen aus der Zellstoff- und der Papierproduktion addiert und als Tagesfrachten (im Fall von NH₄ und ges.-P als Konzentrationen) angegeben. Dadurch ist weder ein Vergleich mit den Daten des BAT Dokumentes noch mit denen der betreffenden Abwasseremissionsverordnungen möglich.

4.10.3.2 Abwasserdatenblätter der Verbandskläranlagen – Werk B

Dieses Unternehmen produziert 280.000 t gebleichten Kraftzellstoff und 12.000 t gebleichtes Kraftpapier im Jahr. Das Abwasser wird in einer Verbandskläranlage gereinigt. Von der zuständigen Behörde wurden die Abwasserdaten des Jahres 1998 zur Verfügung gestellt. Die berücksichtigten Daten sind in den folgenden Tabellen angeführt (Werte sind Jahresmittelwerte). Bei der Ermittlung der spezifischen Emissionen wurde nur die Herstellung von gebleichtem Zellstoff herangezogen, da in den Monatsberichten die Emissionen nicht nach Produkten getrennt wurden. Diese Vorgangsweise verfälscht die Parameter nur geringfügig, da einerseits die Papierproduktion im Vergleich zur Produktion von gebleichtem Zellstoff gering ist, und andererseits die aus der Papierproduktion resultierenden Emissionen wesentlich geringer (gegenüber der Zellstoffproduktion) sind.

Tabelle 4.49: Wirkungsgrade der Kläranlage im Vergleich (%)

| Parameter | Verbandsklär-anlage-1998 | Verbandskläranla-ge-Richtwert | BAT (Sulfat-Zellstoff) |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| BOD | 96,6 | - | 95 |
| COD | 59,9 | - | 65-70(>55) |

Die Wirkungsgrade der Kläranlage liegen im Falle des BOD oberhalb des BAT Bereiches, im Falle des COD aber eher im schlechteren BAT Niveau. Die Emissionen von BOD, COD und abfiltrierbaren Stoffen entsprechen denen mit BAT erreichbaren, während die AOX Emissionen geringfügig höher liegen.

Tabelle 4.50: Abwasserfrachten

| | Vor der Abwasserbe-handlung (JMW) | | Nach der Abwasserbe-handlung ² (JMW) | | BAT (JMW) | Grenzwert (Bescheid) |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|---|---------------------|-----------|----------------------|
| | Tonnen pro Tag | kg/Adt ¹ | Tonnen pro Tag | kg/Adt ¹ | kg/ADt | kg/Adt (TMW) |
| BOD Zellstoff | 11,9 | 13,3 | 0,40 | 0,44 | 0,3-1,5 | 1,013 |
| COD Zellstoff | 34,7 | 38,7 | 13,9 ² | 15,5 ² | 8-23 | 19,3 ² |
| Abfiltrierbare Stoffe | | | 0,92 | 1,03 | 0,6-1,5 | 5 |
| AOX | | | 0,23 | 0,26 | 0-0,25 | 0,8 |

¹ Der Berechnung wurde eine Tagesproduktion von 896,3 t Zellstoff zugrundegelegt

² Roh COD (homogenisierte Probe)

³ Die Wirkungsgrade der Abwasserbehandlung betragen im Durchschnitt 96,6 % für BOD und 59,9 % für COD

4.10.3.3 Daten aus dem Umweltbericht (Internet) - Modo Paper Hallein GmbH

In diesem Werk wurden 1999 ca. 140.000 Sulfite-Zellstoff und 260.000 t gestrichene Papiere erzeugt. Die Abwässer werden in einer biologischen anaeroben Kläranlage gereinigt, welche 1999 in Betrieb genommen wurde. In der Tabelle werden die Emissionen ins Wasser angegeben:

Tabelle 4.51: Emissionen ins Wasser [Umweltbericht 1999]

| | Jahresfrachten (t/a) | produktbezo-gene Frachten (kg/t) ¹ | BAT (Sulfite-Zellstoff, kg/ADt) | BAT (gestrichenes Papier, kg/t) |
|-------------------------|----------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| BOD | 4.117 | 13,5 | 1-2 | 0,15-0,25 |
| COD | 10.700 | 35,2 | 20-30 | 0,5-1,5 |
| Suspendierte Substanzen | 1.730 | 5,69 | 1,5-2,0 ² | 0,2-0,4 ² |
| AOX | 1 | - | - | <0,005 |
| N | 36 | 0,12 | 0,15-0,5 ³ | 0,05-0,02 ³ |
| P | 26 | 0,087 | 0,02-0,05 ⁴ | 0,003-0,01 ⁴ |

¹ Auf Gesamtproduktion bezogen (ca. 300.000 t)

² Abfiltrierbare Stoffe

³ Ges.-N

⁴ Ges.-P

Da dieses Werk noch nicht über eine aerobe biologische Kläranlage verfügt, sind die Emissionen weit oberhalb des BAT Niveaus (Als BAT wird die Reinigung der Abwässer in einer biologischen Kläranlage oder in einer Abwasserreinigungsanlage mit dem gleichen Wirkungsgrad angesehen). In der Tabelle wird für die Berechnung der produktspezifischen Frachten eine Gesamtproduktion von 300.000 t herangezogen. Berücksichtigt man hingegen, dass die Emissionen aus der Zellstoffproduktion um den Faktor 2-60 (je nach Schadstoff) größer als die Emissionen aus der Papierherstellung sind, so werden die produktspezifischen Emissionen noch höher.

Unter der Annahme, dass die produktspezifischen Emissionen aus der Produktion von Sulfitzellstoff um die Faktoren 10 (COD), 4 (BOD), 4 (AFS), 2 (P) und 3 (N) höher sind als die aus der Papierproduktion (diese Faktoren wurden aus den jeweiligen BAT bezogenen Emissionen errechnet), ergeben sich folgende produktspezifischen Frachten:

- COD: 64,5 kg/ADt
- BOD: 20,1 kg/ADt
- AFS: 8,4 kg/ADt
- N: 0,11 kg/ADt
- P: 0,13 kg/ADt

Gemäß dieser Umrechnung lägen die Emissionen auch deutlich über den Grenzwerten der AEV Gebleichter Zellstoff. Die Reinigung der Abwässer in einer anaeroben Kläranlage ohne aerobe Stufe wird nicht als beste verfügbare Technik angesehen.

4.10.4 Vergleich mit den Umwelterklärungen

Die Umwelterklärungen gemäss EMAS Verordnung enthalten Daten über den Rohstoffeinsatz, über Produkte und Emissionen (Luft, Wasser, Abfall, Lärm). Diese sind aber in den meisten Fällen als Summenparameter des gesamten Standortes angeführt (z.B. Staubemission in t/a, bzw. t/d) und nicht nach den einzelnen Produktionsschritten (Laugenverbrennungskessel, Kalkofen, Kraftwerk) aufgeschlüsselt. Im Unterschied zum BAT Dokument wird hier das Glockenprinzip angewendet, wodurch eine Beurteilung der Einzelanlagen nicht möglich ist.

Ebenso wäre die Angabe der produktbezogenen Emissionen ins Wasser hilfreich (z.B. Angabe der Emission aus der Sulfat-Zellstoffproduktion in t/d plus zugrundeliegende Tagesproduktion). Oftmals fehlen auch Angaben zu wichtigen Parametern (z.B. N-, P-Emissionen, abfiltrierbare Feststoffe; siehe auch Tabellen 4.52, 4.53). Ein umfassender Vergleich der Emissionen der österreichischen Betriebe mit denen durch BAT Erreichbaren ist mit Hilfe der Umwelterklärungen nicht möglich.

Um einen Vergleich mit dem BAT Dokument zu ermöglichen, müssten die Umwelterklärungen in ähnlicher Weise gegliedert sein (getrennte Behandlung der Sulfat-, Sulfitzellstoff-, Holzstoffproduktion, Altpapierverwertung und Papierproduktion) und prozessspezifische Emissionen (als kg/ADt) enthalten.

Tabelle 4.52: Auswertung der Umwelterklärungen – Emissionen ins Wasser

| Werk ¹⁰ | Meyr-Meinhof Karton GmbH&CoKg, Werk Hirschwang (1998) | | Meyr-Meinhof Karton GmbH&CoKg, Werk Frohnleiten (1998) | | Neusiedler AK, Werk Hausmering (1999) | | SCA Laakirchen AG (1997) | | Steyrermühl AG (1998) | | SCA Hygiene Products GmbH, Werk Ortmann (1999) | | Feurstein GmbH (1997) | | Paul Hartmann GmbH (1996) | |
|--|---|------------------------------------|--|--|--|-------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|------------------|--|------------------|-----------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| | Produktion | Rohstoff mix ¹¹ | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff | Produktion | Rohstoff |
| | 72.322 t Karton | 323.000 t Karton | 250.000 t holzfreie Feinpapiere | 294.162 t superkalandriertes Papier | 434.000 t Zeitungsdruckpapier | 113.500 t Hygienepapier | 25.460 t Spezialpapier (Zigarettenindustrie) | 8.000 t Hygienepapier (Watte) | | | | | | | | |
| | 98 % AP 1,4 % HS | 87,3 % AP 1,7 % ZS 10,7 % HS | 100 % ZS | 46,5 % AP (deinkt) 53,4 % HS (vorwiegend) + ZS | ca. 50 % HS ca. 46 % AP ca. 4 % ZS | 82,7 % AP 17,3 % ZS | 96 % ZS 4 % Ausschuss | AP + ZS | | | | | | | | |
| | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion | Emis- sion |
| | BAT ² | BAT ² | BAT ³ | BAT ⁴ | BAT ⁴ | BAT ⁵ | BAT ⁴ | BAT ⁵ | BAT ⁴ | BAT ⁵ | BAT ⁶ | BAT ⁷ | BAT ⁷ | BAT ⁷ | BAT ⁷ | BAT ⁷ |
| BOD (kg/ADt) | 0,19 | 0,13 | 0,012 | <0,05- 0,15 | <0,05- 0,2 | 0,2-0,5 | ca. 0,1 | <0,05- 0,2 | 0,2-0,5 | 0,2-0,5 | 0,25 | <0,05- 0,4 | - | 0,15- 1,3 | 5,0 ⁹ | <0,05- 0,4 |
| COD (kg/ADt) | 1,24 | 0,74 | 0,45 | 0,5-1,5 | 2-4 | 2-5 | 2,0 | 2-4 | 2-5 | 2-4 | 2,4 | 2-4 | 7,6 ⁸ | 0,4-7 | 10,6 ⁹ | 2-4 |
| Abfiltrierbare Stoffe (kg/ADt) | 0,13 | - | 0,27 | 0,05- 0,15 | 0,1-0,3 | 0,5-1 | 0,068 | 0,1-0,3 | 0,5-1 | 0,5-1 | - | 0,1-0,4 | 7,2 ⁸ | 0,3-1 | 0,41 ⁹ | 0,1-0,4 |
| AOX (kg/ADt) | <0,005 | <0,005 | 0,0006 | <0,005 | <0,005 | - | 0,001 | <0,005 | - | - | - | <0,005 | - | <0,005- 0,01 | - | <0,005 |
| NH ₄ -N (kg/ADt) | 0,018 ¹² | 0,003 | - | 0,05- 0,2 | 0,05- 0,1 | 0,04- 0,1 | - | 0,05- 0,1 | 0,04- 0,1 | 0,04- 0,1 | - | 0,05- 0,25 | 0,14 ^{8,12} | 0,15- 0,4 | <0,011 | 0,05- 0,25 |
| Ges.-P (kg/ADt) | 0,0134 | 0,007 | - | 0,003- 0,01 | 0,005- 0,01 | 0,004- 0,01 | - | 0,005- 0,01 | 0,004- 0,01 | 0,004- 0,01 | - | 0,005- 0,015 | 0,014 ⁸ | 0,01- 0,04 | <0,006 | 0,005- 0,015 |
| Abwasser- servollu- men (m ³ /ADt) | 10,9 | 5,1 | 9,4 | <7 | 8-15 | 12-20 | 17,9 | 8-15 | 12-20 | 8-15 | 36,5 | 8-25 (-100) | 27,7 | 15-50 | 31,5 | 8-25 (-100) |

¹ Berechneter Wert aus den Umwelterklärungen

² Altpapierverwertung in integrierten Werken ohne Deinking

³ Für gestrichenes Feinpapier

⁴ Altpapierverwertung in integrierten Werken mit Deinking

⁵ Integrierte Holzstoff- und Papiererzeugung (z.B. Superkalandriertes Papier)

⁶ Für Hygienepapier basierend auf Altpapier

⁷ Für die Produktion von Spezialpapier

⁸ Vor der Verbandskläranlage der Stadt Linz

⁹ 6 Tage Betrieb; Abgabe ins Kanalnetz

¹⁰ Die Jahrezahlen unter den Firmennamen bezeichnen das Jahr, für welches Daten in den Umwelterklärungen angegeben wurden

¹¹ Die Prozentangaben beinhalten nur den Einsatz von Altpapier (AP), Zellstoff (ZS) und Holzstoff (HS)

¹² Gesamt-N

Die Auswertung der Umwelterklärung (UE) führte zu folgendem Ergebnis:

Mit den Umwelterklärungen wurden insgesamt ca 1.520.000 t Papier erfasst, was ungefähr 40 % der Gesamtproduktion entspricht (Die UE von Sappi Gratkorn ist hier nicht berücksichtigt, da dieses Werk neben Papier auch Magnetzellstoff produziert). UE's wurden sowohl von kleinen Werken (Jahresproduktion: 8000 t) als auch von großen Betrieben (Jahresproduktion: 434.000 t) abgegeben. In den meisten Fällen wurden die Emissionen ins Wasser als Tagesfrachten angegeben, sodass die daraus resultierenden spezifischen Frachten unter Berücksichtigung der Jahresproduktion errechnet werden musste. Wenn in der Umwelterklärung nicht anders erwähnt, wurde dabei eine sieben Tage Woche zugrundegelegt. Bei den beiden kleinen Betrieben werden Emissionen vor der externen Kläranlage angeführt. Hier könnte noch der Wirkungsgrad der betreffenden Anlage ergänzt werden. Die Hälfte aller abgegeben UE's enthält keine Daten zu N und P Emissionen.

Bis auf wenige Ausnahmen (3 Abwasservolumen, 2 Ges.-P, 1 BOD) liegen die Emissionen im mit BAT assoziierten Bereich, in einigen Fällen sogar darunter. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die österreichischen Beispiele zeigen, dass sowohl kleine als auch große Werke die niedrigen Emissionen einhalten können. Dies unterstützt die Argumentation von Michael Suhr, dass BAT assoziierte Emissionen sowohl von großen als auch von kleinen Werken erreicht werden können.

Tabelle 4.53: Auswertung der Umwelterklärungen – Emissionen in die Luft

| Werk ¹ | Meyr-Melnhof Karton GmbH&CoKg Hirschwang (1998) | Meyr-Melnhof Karton GmbH&CoKg Werk Frohnleiten (1998) | Neusiedler AK, Werk Hausmening (1999) | SCA Laakirchen AG (1997) | Steyrermühl AG (1998) | SCA Hygiene Products GmbH, Werk Ortmann (1999) | Feurstein GmbH (1997) | Paul Hartmann GmbH (1996) | Sappi Gratkorn ¹² | W. Hamburger AG (1999) |
|--------------------------|---|---|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|---|---|---|
| Produktion | 72.322 t Karton | 323.000 t Karton | 250.000 t holzfreie Feinpapiere | 294.162 t sukalan-driertes Papier | 434.000 t Zeitungsdruckpapier | 113.500 t Hygienepapier | 25.460 t Spezialpapier (Zigarettenindustrie) | 8.000 t Hygienepapier (Watte) | 700.000 t holzfrei gestrichenes Druckpapier (TCF) | 270.000 t Wellen- und Deckenpapier braun |
| Rohstoffmix ² | 98 % AP 1,4 % HS | 87,3 % AP 1,7 % ZS 10,7 % HS | 100 % ZS | 46,5 % AP (deinkt) 53,4 % HS + ZS | ca. 50 % HS ca. 46 % AP ca. 4 % ZS | 82,7 % AP 17,3 % ZS | 96 % ZS 4 % Ausschuss | AP + ZS | ZS | AP |
| | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission | Emission |
| Staub | - | 4,5 t | - | - | > 5 ⁴ mg/Nm ³ | - | < 4 mg/Nm ³ | 0,85 t ⁶ 18 mg/Nm ^{3,6} 0,365 t ⁷ 6 mg/Nm ^{3,7} | ca. 20 mg/Nm ³ | 0,26 t/5 mg/Nm ^{3,9} 5,5 t/2-35 g/Nm ^{3,10} 0,31 t/5 mg/Nm ^{3,11} |
| NO ₂ | 25,2 t 160 mg/Nm ³ | 200 t 206 bzw. 237 ² mg/Nm ³ | 67,2 t 109 mg/Nm ³ | 46 mg/Nm ³ | 129 ⁴ mg/Nm ³ 102 ⁵ mg/Nm ³ | 70,4 t 65; 45; 28 mg/Nm ^{3,8} | - | 22,1 t ⁶ 420 mg/Nm ^{3,6} | ca. 180 mg/Nm ³ | 9,6 t/184 mg/Nm ^{3,9} 97t/209 mg/Nm ^{3,10} 4,1 t/89 mg/Nm ^{3,11} |
| SO ₂ | - | 0,12 t | 0 | - | < 5 ⁴ mg/Nm ³ | - | - | - | ca. 50 mg/Nm ³ | 25,4 t/31-92 mg/Nm ^{3,10} |
| CO | 4,82 t 54 mg/Nm ³ | 4,0 t 11 bzw. 15 ³ mg/Nm ³ | 19,7 t 32 mg/Nm ³ | 14 mg/Nm ³ | 13 ⁴ mg/Nm ³ 68 ⁵ mg/Nm ³ | 42 t 49; 47; 3 mg/Nm ^{3,8} | 175 mg/Nm ³ | 0,26 t ⁶ < 5 mg/Nm ^{3,6} 0,138 t ⁷ 2 mg/Nm ^{3,7} | - | 0,26 t/5 mg/Nm ^{3,9} 57 t/100-130 mg/Nm ^{3,10} 0,35 t/6 mg/Nm ^{3,11} |
| CO ₂ (t) | 30.527 | 130.000 | - | - | - | 88.000 | - | - | - | - |
| Energie-träger | Gas | Gas | Gas | Gas | Gas, Biogene Rohstoffe | Gas | Heizöl (0,73 % S) | Heizöl (S-arm) | Feste, flüssige, gasförmige Brennstoffe | Gas, Heizöl ^{9,11} Biogene Brennstoffe ¹⁰ |

¹ Die Jahreszahlen unter den Firmennamen bezeichnen das Jahr, für welches Daten in den Umwelterklärungen angegeben wurden

² Die Prozentangaben beinhalten nur den Einsatz von Altpapier (AP), Zellstoff (ZS) und Holzstoff (HS)

³ Für den 60 t und den 40 t Kessel

⁴ Wirbelschichtkessel (auf 11 % O₂ bezogen)

⁵ Gasturbine (auf 15 % O₂ bezogen)

⁶ Aus Dampfkesselanlage

⁷ Aus der Papiermaschine; weitere Emissionen: organ. Kohlenstoff: 2.008 t bzw. 37,8 mg/Nm³; Ammoniak: 0,043 t bzw 0,8 mg/Nm³

⁸ Gasturbine 1; Gasturbine 2; Reservedampfkessel

⁹ Dampfkessel 3; 48 MW

¹⁰ Wirbelschichtkessel; 63 MW; weitere Emissionen: HCl: 5 t/0-12 mg/Nm³

¹¹ Dampfkessel 2; 13 MW

¹² Ohne Laugenverbrennungskessel und Reststoffverbrennungsanlage

Die Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln, Rindenverbrennungskessel und anderen mit konventionellen Brennstoffen befeuerten Kesseln aus der Papiererzeugung sind nach dem Luftreinhaltegesetz (-verordnung) für Kesselanlagen (LRG-K bzw. LRV-K) geregelt. In etlichen Umwelterklärungen sind nur die Gesamtemissionen des Werkes angegeben. In einigen Umwelterklärungen werden auch Angaben zu Emissionen aus Dampfkesselanlagen und Wirbelschichtkesseln zur Verbrennung von Reststoffen gemacht. Diese könnten gegebenenfalls mit den entsprechenden Emissionen der Referenzanlagen im Final Draft (Kap. 3) verglichen werden. Im Kapitel fünf und in der Executive Summary des BAT Dokumentes werden keine produktionsspezifischen Emissionen für die Papiererzeugung angeführt, sondern es werden die Luftemissionen als JMW in kg/t Adt angegeben.

4.10.5 Vergleich mit Einzeldaten - Emissionen in die Luft aus den Laugenverbrennungskesseln

Aufgrund der dem Umweltbundesamt zur Verfügung stehenden Emissionserklärungen nach dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen können folgende produktspezifische Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln angegeben werden:

4.10.5.1 Produktion von Sulfat Zellstoff

Tabelle 4.54: Produktspezifische Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln für die Produktion von Sulfatzellstoff (Daten aus den Jahren 1998 und 1999, 100% der Prod. erfaßt)

| Schadstoff | Emission (kg/t) | Final Draft – Kap. drei ¹ (kg/t) |
|-----------------|-------------------|---|
| Staub | 0,097 | 0,1-1,8 |
| SO ₂ | 0,136 | 0,01-2 (0,02-4 SO ₂) |
| NO _x | 1,57 ² | 0,8-1,8 |
| CO | 0,165 | |

¹ Mittelwert aus Zellstoffwerken innerhalb der EU (JMW); es fehlt die Angabe des Sauerstoffbezuges; S-Emissionen sind als S angegeben

² Daten von nur einem Werk, 36% der Produktion

Im Final Draft sind keine BAT assoziierten Werte für die einzelnen Verbrennungsanlagen angegeben. Allerdings werden im Kapitel drei Durchschnittswerte für Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln der europäischen Sulfat-Zellstoffproduktion angeführt.

Die Emissionen von Staub und SO₂ der österreichischen Betriebe liegen im unteren Durchschnitt der europäischen Zellstoffwerke, die NO_x-Emissionen im oberen Drittel. Bei den Stickoxid Emissionen ist allerdings zu berücksichtigen, dass nur für ein österreichisches Werk Daten verfügbar waren.

Die Emissionen aus den Kalköfen, Rindenverbrennungskesseln und diversen Hilfskesseln konnten nicht aufgeschlüsselt werden. An dieser Stelle sei auf das Kapitel 4.10.2.2 verwiesen.

4.10.6 Produktion von Sulfit Zellstoff

Tabelle 4.55: Produktspezifische Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln für die Produktion von Sulfitzellstoff (Daten aus den Jahren 1998 und 1999, 60% der Produktion erfasst)

| Schadstoff | Emission (kg/t) | BAT (kg/t) ¹ |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|
| Staub | 0,238 | 0,02-0,15 |
| SO ₂ | 1,13 | 0,5-1,0 (1-2 SO ₂) |
| NO _x | 2,37 | 1,0-2,0 |
| CO | 0,056 | |

¹ Gesamtemissionen (JMW, Standardbedingungen) aus der Produktion von Sulfit-Zellstoff, S-Emissionen als S

Im Final Draft werden die produktbezogenen Gesamtemissionen aus der Produktion von Sulfit-Zellstoff angeführt. Die Daten in der Tabelle 4.54 berücksichtigen dagegen nur die gemittelten spezifischen Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln von ca. 60 % der

österreichischen Sulfite-Zellstoffproduktion. Die produktbezogenen Frachten (aus den Laugenverbrennungskesseln) liegen – mit Ausnahme von SO₂ – über den mit BAT erreichbaren Gesamtfrachten.

Die relativ hohen Werte können auf einen Betrieb zurückgeführt werden, dessen produktbezogene Emissionen um vieles höher (Faktor 2-30) als der Durchschnitt sind.

Zur Beurteilung der Datenlage müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- In den in der Tabelle 4.54 angeführten Laugenverbrennungskesseln werden nicht nur Ablaugen, sondern auch Altöle, Klärschlamm und diverse Rückstände verbrannt.
- Die im Kapitel 4.10.2.2 angegebenen Gesamtemissionen aus der Produktion von Sulfite-Zellstoff können nicht nach den einzelnen Kesseln getrennt werden. Auch wurden uns keine Informationen zur Verfügung gestellt, wie diese Emissionen von der Papierproduktion zu trennen sind

Es wäre hier im Einzelfall zu prüfen, inwieweit die Emissionen den einzelnen Produktionsschritten korrekt zugeordnet werden können. Dies gilt besonders für die Zellstoffproduktion, welche in Österreich immer mit der Papierherstellung gekoppelt ist.

4.11 Vorgaben der General Outline und Inhalte des BAT-Dokumentes

Tabelle 4.56: Vorgaben der General Outline und Inhalte des BAT-Dokumentes

| General Outline / Vorgaben | BAT Pulp and Paper |
|---|--|
| <p>Executive Summary</p> <p>a) - Struktur des Dokumentes - Abgrenzung zu anderen BREF's - Konsens der TWG</p> <p>b) Emissionen ins Wasser Werte für COD, BOD, AOX, abf. Stoffe, ges.-N, ges.-P, Abwasservolumen</p> <p>c) Emissionen in die Luft Werte für Staub, SO₂, NO_x, TRS</p> <p>d) Energieverbrauch</p> <p>e) Abfälle</p> | <p>a) Unterteilung des Sektors in fünf Produktionsbereiche; Behandlung jedes Produktionsbereiches gemäss der General Outline Split Views bereits in der Executive Summary</p> <p>b) Emissionen ins Wasser als JMW (produktionsbezogene Frachten) jeweils für einen gesamten Bereich</p> <p>c) Emissionen in die Luft nur für die Produktion von Sulfat- und Sulfite-Zellstoff (als JMW; produktionsbezogene Frachten) und für Hilfskessel (Konzentrationen bezogen auf Energieeinsatz)</p> <p>d) Daten zum Energieverbrauch werden angegeben</p> <p>e) Abfall ohne Angabe von Zahlen</p> |
| <p>Kapitel 1 Statistische Daten zu Produktionsmenge, Anlagen</p> | <p>Daten aus 1995, bzw 1996</p> |
| <p>Kapitel 2 Technologiebeschreibung jeweils für die Produktion von Sulfat-, Sulfite-Zellstoff, Holzstoff, Papier und für die Altpapierverarbeitung</p> | <p>Für jeden einzelnen Produktionsschritt ausführlich vorhanden</p> |

| General Outline / Vorgaben | BAT Pulp and Paper |
|--|---|
| <p>Kapitel 3</p> <p>a) Angaben zu Verbrauch und Emissionen Verbrauch von Rohstoffen (Holz, Wasser, Chemikalien, Faserstoffen)</p> <p>b) Emissionen in die Luft</p> <p>c) Emissionen ins Wasser</p> <p>d) Abfall</p> <p>e) Energie</p> <p>f) Chemikalieneinsatz</p> | <p>a) Alle Angaben anhand von existierenden Anlagen</p> <p>b) Emissionen in die Luft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoff- und Zeitbezüge fehlen • Für einzelne Verbrennungsanlagen: Konzentrationen und produktbezogene Frachten <p>c) Emissionen ins Wasser werden vor und nach der Reinigung angegeben – chelatierende Agentien werden behandelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angabe in produktbezogenen Frachten (vereinzelt auch als Konzentration) <p>d) Abfall</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sulfat-Zellstoff, Sulfit-Zellstoff, Holzstoff, Altpapierverwertung, Papierproduktion: auch typische Werte (Einzelbeispiele) <p>e) Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sulfat-Zellstoff, Holzstoff, Altpapierverwertung, Papierproduktion: ausführliche Daten zu Einzelprozessen • Sulfit-Zellstoff: keine Daten <p>f) Chemikalieneinsatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausführliche Beschreibung der Prozess- und Produkt-hilfsmittel bei der Altpapierverwertung und bei der Papierproduktion |
| <p>Kapitel 4</p> <p>Candidate BAT Technologien</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Description 2. Applicability 3. Environmental Performance 4. Economic Performance 5. Cross Media Effects 6. Driving Force for Implementation 7. Operational Experience 8. Reference Plants | <p>Dieses Kapitel wurde bereits nach der neuen – noch nicht gültigen - General Outline abgefasst.</p> <p>3. Environmental Performance</p> <p>Emissionen in die Luft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angabe von Konzentrationen und produktbezogene Frachten • Sauerstoff- und Zeitbezüge fehlen oft <p>Emissionen ins Wasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nur Reduktionspotentiale angeführt • Chelatierende Agentien werden behandelt <p>4. Economic Performance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelbeispiele |

| General Outline / Vorgaben | BAT Pulp and Paper |
|---|---|
| <p>Kapitel 5 BAT</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Allgemeine Massnahmen 2. Emissionen in die Luft 3. Emissionen ins Wasser 4. Abfälle 5. Energiesparmassnahmen 6. Chemikalieneinsatz | <p>Alle Punkte werden für jeden Bereich angeführt</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Emissionen in die Luft <ul style="list-style-type: none"> • Angabe von Konzentrationen als TMW und produktbezogenen Frachten als JMW (oft nicht eindeutig) • Sauerstoffbezüge fehlen oft 3. Emissionen ins Wasser <ul style="list-style-type: none"> • Werte nach der biologischen Reinigung (Ausnahme: Sulfat-Zellstoff: hier werden Daten vor und nach der Reinigung angeführt) • Gesamtemissionen jedes Bereiches (in JMW) • Angabe von Konzentrationen und produktbezogenen Frachten (oft nicht eindeutig) • Chelatierende Agentien werden nicht behandelt • BAT für die Produktion von Spezialpapieren 4. Abfälle <ul style="list-style-type: none"> • Mögliche Massnahmen werden für alle Bereiche aufgezählt • Werte für Sulfat-Zellstoff vorhanden • Keine Werte für Sulfit-Zellstoff, Holzstoff, Altpapierverwertung, Papierproduktion 5. Energie <ul style="list-style-type: none"> • Sulfat- und Sulfit Zellstoff, Holzstoff, Altpapierverwertung, Papierproduktion: Werte angegeben 6. Chemikalien <ul style="list-style-type: none"> • Aufzählung weniger Massnahmen |
| <p>Kapitel 6 Emerging Techniques</p> | <p>Sulfat Zellstoff, Holzstoff, Altpapierverwertung, Papierproduktion: einige Techniken ausführlich aufgezählt Sulfit-Zellstoff: keine Techniken</p> |
| <p>Kapitel 7 Conclusions and Recommendations Zeitplan, Verfügbarkeit der Daten, Konsens innerhalb der TWG</p> | <p>vorhanden Auch Split Views</p> |
| <p>Literatur, Glossar</p> | <p>vorhanden</p> |
| <p>Annex</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Chemikalien in der Papierherstellung 2. Nationale und internationale Gesetzgebung 3. Monitoring 4. Einzelbeispiele von Emissionen | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ausführlich behandelt 2. Ja, nationale Gesetzgebung nur in Einzelbeispielen 3. Ja 4. Vorhanden |

4.12 Zusammenfassung

Im Final Draft on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry werden die relevanten Emissionen in die Luft, ins Wasser, sowie der Anfall von Abfällen und Reststoffen aus der Papier- und Zellstoffproduktion beschrieben und Technologien zur Minderung dieser Emissionen vorgestellt. Im Dokument wird dabei zwischen der Produktion von Sulfat-(Kraft-)Zellstoff (gebleicht und ungebleicht), Sulfit-Zellstoff, Holzstoff und Papier, sowie der Altpapierverwertung unterschieden. Der Schwerpunkt des Dokumentes liegt eindeutig auf der Vermeidung und Verminderung von Emissionen ins Wasser. Luftemissionen und Abfälle wurden weniger ausführlich behandelt. Die Unterstützung des Dokumentes durch die Mitgliedsstaaten und durch CEPI (Vereinigung der Europäischen Papierindustrie) war unterschiedlich und wird in der Executive Summary dargestellt.

Die Executive Summary beinhaltet eine sehr kurze Zusammenfassung des BAT Dokumentes, wobei viele wichtige Informationen verloren gehen (siehe obige Tabelle), wie zum Beispiel die Angabe der Emissionen als Konzentrationen, Emissionen aus einzelnen Prozessen, Emissionen als Tagesmittelwerte, Angaben zu Abfallaufkommen, Energie- und Chemikalienverbrauch und viele weitere Angaben aus den Kapiteln vier und fünf (Cross Media Effects, Economic Performance u.a.).

Weitere wichtige Informationen sind nur in den Annexes des Final Drafts zu finden: Zum Beispiel werden im Annex eins wichtige Parameter der verwendeten Prozess- und Produktionshilfsmittel (z.B. Komplexbildner) vorgestellt (Substanzklassen, Retention, Toxizität, biologische Abbaubarkeit, u. a.). Diese Daten sind bei der Einschätzung des Gefahrenpotentials dieser Stoffe äußerst nützlich, welche auch in den österreichischen Abwasseremissionsverordnungen gefordert wird („...bevorzugter Einsatz solcher Stoffe, die selbst keine gefährlichen Eigenschaften gemäß § 33a WRG 1959 aufweisen...“).

Dieser Verlust an Information ist bei der Verwendung der BREFs zu berücksichtigen, wenn nur die Executive Summary in die deutsche Sprache übersetzt wird.

Vergleich mit österreichischen Gesetzen und Verordnungen

Diese Unterscheidung nach Sulfit- und Sulfatzellstoff, Holzstoff und verschiedenen Papiersorten ist im wesentlichen auch in den österreichischen Verordnungen zu finden:

Die *Abwasseremissionsverordnung für die Zellstoffherzeugung (BGBl 1991/181 und BGBl 2000/219)* schreibt Grenzwerte (Tagesfrachten) für die Erzeugung von gebleichtem Zellstoff nach dem Sulfat-, Sulfit- und Magnefit Verfahren vor. Diese sind im allgemeinen höher (im Falle von existierenden Anlagen sogar bis zu dreimal höher) als die mit BAT erreichbaren Emissionen (siehe Tab. 4.24 und 4.25), welche allerdings als Jahresmittelwerte angegeben sind.

An dieser Stelle sei noch angemerkt, dass laut BGBl 2000/219 für existierende Anlagen die strengeren Grenzwerte für neue Anlagen dann in Kraft treten, wenn die maximale Tagesproduktionskapazität mehr als 25 % über der am Tag des Inkrafttretens dieser Verordnung bewilligten maximalen Tagesproduktionskapazität liegt. Wenn ein Betrieb die derzeit genehmigte Kapazität nicht ausschöpft, kann die tatsächliche Tagesproduktion um mehr als 25 % erhöht werden (im Falle eines bekannten Betriebes wären dies ca. 40 %), bevor die strengeren Grenzwerte anzuwenden sind. Diese Erhöhung ist aber nur durch umfangreiche Nachrüstungsmaßnahmen möglich, welche aber in jedem Fall mit einer neuerlichen Genehmigung einhergehen.

Zur Einhaltung dieser Grenzwerte werden im BGBl 2000/219 insgesamt 15 Maßnahmen (Stand der Vermeidungs-, Rückhalte- und Reinigungstechnik) vorgeschlagen, welche auch im Dokument als beste verfügbare Technik eingestuft werden. Die oben erwähnte neue Verordnung geht in einigen Punkten sogar über das BAT Dokument hinaus: So wird in einem Punkt ein Gesamterfassungsgrad der verbrauchten Kochflüssigkeit und der Abwässer von

größer als 99 % genannt. Eine andere Maßnahme betrifft den Einsatz von Arbeits- und Hilfsstoffen: Die eingesetzten Stoffe sollen eine biologische Abbaubarkeit von mehr als 70 % in 28 Tagen aufweisen. Weiters soll auf den Einsatz von Polyaminocarbonsäuren und deren Salze (insbesondere EDTA und DTPA) nach Möglichkeit verzichtet werden.

Die *AEV Papier und Pappe (BGBl 1992/610 und BGBl 2000/220)* schreibt Emissionsgrenzwerte für die Einleitung von Abwasser in ein Fließgewässer aus der Erzeugung von Papier und Pappe vor. Dabei wird zwischen 7 Papier- und Pappesorten unterschieden. Im BAT Dokument wird zwar in ähnlicher Weise zwischen verschiedenen Papiersorten unterschieden, eine exakte Gegenüberstellung der Werte kann aber nicht vollzogen werden. Im allgemeinen liegen die Grenzwerte über den mit BAT erreichbaren Werten, wobei der unterschiedliche Zeitbezug berücksichtigt werden muss (siehe Tabellen 4.26 bis 4.28).

Wie im BAT Dokument werden emissionsmindernde Maßnahmen genannt (Stand der Vermeidungs-, Rückhalte- und Reinigungstechnik). Als weitergehende Maßnahmen werden in der neuen Verordnung der Verzicht auf halogenhaltige oder halogenabspaltende Chemikalien bei der Faserstoffbleiche oder beim Deinking, sowie der Verzicht auf den Einsatz wasergefährdender Stoffe genannt.

Das *Luftreinhaltegesetz bzw. die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (BGBl 1988/380 idgF und BGBl 1989/19 idgF)* enthalten Grenzwerte für Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln, für Emissionen aus mit Holzbrennstoffen (Rindenverbrennungskessel) befeuerten Dampfkesselanlagen und für Emissionen aus ortsfesten Dampfkesseln. Die Grenzwerte sind als Konzentrationen (Halbstundenmittelwerte, unter Angabe des Sauerstoffbezuges) angegeben, während im BAT Dokument produktbezogene Frachten als Jahresmittelwerte angeführt sind.

Für die Abluft aus den Papiermaschinen gibt es weder gesetzliche Grenzwerte, noch werden im BAT Dokument Werte genannt.

Die Emissionen aus den Hilfskesseln werden im BAT Dokument auf den Energieoutput (MJ) bezogen. Damit kann kein Vergleich mit österreichischen Grenzwerten gezogen werden.

Die Beurteilung, inwieweit sich die tatsächlichen Emissionen der österreichischen Betriebe auf BAT Niveau bewegen, hängt stark von den zur Verfügung stehenden Daten (Summenparameter, Jahresfrachten, Daten zu einzelnen Kesseln) bzw. deren Aggregation ab.

Emissionen ins Wasser

Aus den aggregierten Daten der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie geht hervor, dass sich die Emissionen ins Wasser (mit Ausnahme der Sulfit-Zellstoffproduktion) innerhalb bzw. im unteren BAT Level befinden.

Bei der Analyse der Einzeldaten zweier Werke ergab die Auswertung der Daten der Verbandskläranlagen für das Werk A höhere BOD- und COD-Emissionen als im Kapitel fünf des Final Draft angeführt, und für das Werk B niedrigere Emissionen (mit Ausnahme von AOX).

Die Zellstoff- und Papierfabrik Hallein (Daten aus dem Umweltbericht im Internet) verfügt über keine aerobe biologische Kläranlage und verursacht dementsprechend hohe Emissionen ins Wasser. Vom Standpunkt des Umweltschutzes müssten hier Maßnahmen getroffen werden. Das BAT Dokument bezeichnet die alleinige Anwendung einer anaeroben Reinigung als nicht BAT.

Aus den Umwelterklärungen geht hervor, dass bis auf einzelne Ausnahmen die mit BAT assoziierten Emissionen im Jahresmittel eingehalten werden. Zu erwähnen ist die Tatsache, dass dies sowohl für große als auch für kleine Betriebe gilt.

Emissionen in die Luft

Die Emissionen in die Luft sind auf Grund der hohen Aggregation im BAT Dokument nicht leicht zu beurteilen:

Die aggregierten Daten der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie zeigen, dass die Staub- und NO_x Emissionen aus der Produktion von Sulfit-Zellstoff über und die SO₂ Emissionen innerhalb des BAT Niveaus liegen.

Die Produzenten von Sulfat-Zellstoff emittieren laut Vereinigung der österreichischen Papierindustrie weniger Staub, dafür mehr NO_x und SO₂ pro Tonne als Betriebe auf BAT Niveau. Die Daten des Umweltbundesamtes zeigen, dass sich die Emissionen aus den Laugenverbrennungskesseln im unteren Durchschnitt (bis auf NO_x) der europäischen Zellstoffwerke bewegen.

Die dem Umweltbundesamt zur Verfügung stehenden Daten aus den Emissionserklärungen gem. LRG-K zeigen, dass die produktbezogenen Frachten aus den Laugenverbrennungskesseln für Sulfitzellstoff (60 % der Sulfit-Zellstoffwerke werden mit diesen Daten abgedeckt) über dem im BREF angegebenen BAT Niveau liegen. Das kann auf einen Betrieb zurückgeführt werden, dessen Emissionen deutlich über dem österreichischen Durchschnitt liegen. Die produktbezogenen Frachten aus den Laugenverbrennungskesseln der Sulfatzellstoffherstellung liegen für Staub und SO₂ (100% Erfassungsgrad für Ö) im am unteren Ende der europäischen Emissionsbereiche (Kap. 3) und für NO_x im oberen Drittel (36% Erfassungsgrad für Ö)

5 BAT EISEN UND STAHL

5.1 Einleitung

Die Erstellung des BAT Dokuments Eisen- und Stahlproduktion startete mit dem Kick – Off Meeting am 22. und 23. Mai 1997. Die erste Konsultationsrunde fand im September und Oktober des selben Jahres statt. Die zweite Konsultationsrunde folgte etwa 1 Jahr später im August und September 1998. Anschließend wurde der zweite Entwurf des Dokuments beim zweiten Treffen der technischen Arbeitsgruppe vom 18. bis 20. November 1998 diskutiert. Der letzte Entwurf und die dritte Konsultationsrunde wurden im Januar und Februar 1999 durchgeführt. Daraufhin wurde der letzte Entwurf beim IEF Treffen vom 18. – 19. Februar 1999 diskutiert. Am 29. bzw. 30. September 1999 wurde vom IEF gefordert, dass die Executive Summary des Dokuments zu erweitern ist. Die zur Evaluierung herangezogene Version des Dokuments datiert vom März 2000.

Aufgrund der Komplexität der Eisen- und Stahlproduktion und der Vielzahl der daran beteiligten Prozesse weicht die Struktur dieses „Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel“ von der Struktur anderer BAT Dokumente teilweise erheblich ab. Zunächst soll ein kurzer Überblick über den Aufbau dieses Dokuments und über den Umfang der einzelnen Kapitel gegeben werden. Genauere Informationen zum Inhalt einzelner Teile des BRef's können den nachfolgenden Kapiteln entnommen werden.

Dem gesamten Dokument vorangestellt ist die „Executive Summary“, die einen Überblick über den Inhalt des Dokuments gibt und die wichtigsten Informationen aus den einzelnen Kapiteln zusammenfasst.

In Kapitel 1 „General Information“ werden statistische Informationen über die Eisen- und Stahlindustrie in der EU, über die geographische Verteilung der Stahlproduktion in Europa, sowie Informationen über die ökonomische Situation der Eisen- und Stahlindustrie gegeben. Weiters wird kurz auf die Umweltrelevanz der Eisen- und Stahlindustrie in der EU eingegangen. Kapitel 2 befasst sich, beschränkt auf eine Seite mit der Lagerung und Förderung von Rohmaterialien, die in der Eisen- und Stahlproduktion verwendet werden.

Die folgenden Kapitel 3 bis 9 beschäftigen sich dann mit den Technologien zur Eisen – und Stahlproduktion. Kapitel 3 gibt dabei zunächst einen Überblick über die bedeutendsten Herstellungsmöglichkeiten von Stahl und Informationen über beteiligte Prozessabschnitte in integrierten Hüttenwerken.

In den Kapiteln 4 bis 8 werden detaillierte Informationen über die einzelnen Anlagen bzw. Prozessstufen eines integrierten Hüttenwerkes gemacht. Die folgenden Anlagen werden in diesen Kapiteln behandelt:

- Sinteranlagen (Kapitel 4)
- Pelletieranlagen (Kapitel 5)
- Kokereien (Kapitel 6)
- Hochöfen (Kapitel 7)
- Sauerstoffstahlerzeugung und Gießanlage (Kapitel 8)

Jedes dieser Kapitel besteht aus 5 Unterkapiteln und folgt damit der Vorgabe der General Outline. Im 1. Unterkapitel werden jeweils „Applied processes and techniques“ beschrieben. Gegenwärtige Verbräuche von Rohmaterialien und Energie, sowie Emissionen werden im Unterkapitel 2 „Present Consumption/Emission Levels“ dargestellt. Fortgesetzt wird mit Unterkapitel 3, in dem jeweils „Techniques to consider in the determination of BAT“ (Techniken, welche bei der Beurteilung von BAT heranzuziehen sind) beschrieben werden. Unterkapitel 4 wird abweichend von der General Outline mit „Conclusions“ bezeichnet, beinhaltet aber die

Informationen über die besten verfügbaren Techniken (BAT) und über erreichbare Emissionswerte dieser Techniken entsprechend der General Outline. Abgeschlossen werden die Kapitel 4 bis 8 jeweils mit einem Unterkapitel, das sich mit Techniken beschäftigt, die sich noch in Entwicklung befinden („Emerging Techniques“).

Eine andere Möglichkeit der Stahlproduktion (abgesehen von der Herstellung im integrierten Hüttenwerk) bildet das Elektrostahlverfahren. Die Herstellung von Stahl im Lichtbogenofen wird in Kapitel 9 beschrieben, das sich an die selbe Struktur hält, wie die Kapitel 4 bis 8.

Zur Abrundung der Informationen werden in Kapitel 10 neue, alternative Routen zur Stahlherstellung vorgestellt. Dieses Kapitel hält sich allerdings nicht an den Aufbau wie er in den Kapiteln 4 bis 9 verwendet wurde. Den Abschluss des BRefs bildet das Kapitel 11 „Conclusions and Recommendations“ (Schlussfolgerungen und Empfehlungen).

Die Kapitel 5 und 6 des vorliegenden BRef's werden in dieser Evaluierung nicht berücksichtigt. Kapitel 5, das Pelletieranlagen behandelt ist für Österreich nicht relevant, weil derzeit keine Pelletieranlage in Österreich betrieben wird. Selbst im restlichen Europa ist der Betrieb von Pelletieranlagen noch nicht sehr üblich und auf einige wenige Anlagen beschränkt. Das Kapitel 6 „Kokereien“ wird ebenfalls nicht evaluiert, weil derzeit noch offen ist, ob nicht ein eigenes BAT Dokument für Kokereien, gemäß Anhang 1 Ziffer 1.3 der IPPC Richtlinie erstellt wird. Bis zur endgültigen Klärung dieser Frage wird auf eine Evaluierung des Kapitels „Kokereien“ verzichtet.

5.2 Executive Summary

Die ersten 1 ½ Seiten der Executive Summary dienen zur Darstellung von allgemeinen Informationen. Zunächst wird in einem kurzen Absatz der Rahmen des Dokuments und die darin behandelten Anlagen und Prozesse beschrieben. Des Weiteren wird die Art der eingebrachten Informationen kurz beschrieben und darauf hingewiesen in welchen Bereichen nur sehr wenig Informationen eingelangt sind. Anschließend erfolgt eine Erläuterung der Struktur des Dokuments, die aufgrund der Vielzahl an Anlagen und Prozessen, die an der Eisen – und Stahlproduktion beteiligt sind, teilweise erheblich von der, in der General Outline vorgeschlagenen Struktur abweicht.

Ebenfalls in der Executive Summary angeführt sind allgemeine Informationen über die Eisen – und Stahlproduktion in der EU und Informationen über die Bedeutung der Emissionen der Eisen – und Stahlindustrie. Emissionen in die Luft werden in diesem Zusammenhang als die relevantesten identifiziert. Für einen Großteil der Schadstoffe wird die Sinteranlage als Hauptquelle angesehen.

Für die verschiedenen Anlagen (siehe Kapitel 5.1), die in diesem BREF beschrieben werden sind in der Executive Summary jeweils die BATs angeführt. Die Auflistung der Techniken hält sich dabei für alle Anlagen (Sinteranlagen, Pelletieranlagen, Kokereien, Hochöfen, Sauerstoffstahlerzeugung und Gießanlage und Elektrostahlwerk) sowohl bei den Formulierungen als auch bei den angegebenen Werten exakt an die jeweiligen BAT Kapitel (für Sinteranlagen siehe beispielsweise Kapitel 5.4.3). Einige Kommentare zu diesen einzelnen Abschnitten der Executive Summary sind im Folgendem angeführt. Die, für die einzelnen Anlagen als BAT angesehenen Techniken können in den einzelnen „BAT“ Kapiteln nachgelesen werden.

Sinteranlagen:

Die relevantesten Umwelteinflüsse einer Sinteranlage sind die Abgasemissionen vom Sinterband. Dieses Abgas enthält einen weiten Bereich an Schadstoffen wie Staub, Schwermetalle, SO₂, HCl, HF, PAHs und organische Chlorverbindungen (z. B. Dioxine und PCB).

Bezüglich Staub sind nur BAT Staubkonzentrationen (< 50 mg/Nm³ für Elektrofilter; 10 – 20 mg/Nm³ für Faserfilter) angegeben. Die Angabe eines Zeitbezugs für diese erreichbaren Emissionskonzentrationen fehlt sowohl in der Executive Summary als auch im BAT Kapitel über Sinteranlagen (siehe Kapitel 5.4.3). Ein Emissionsfaktor für Staub ist nicht angegeben. Auch bei den Dioxinen fehlt zum Teil die Angabe des Zeitbezugs und auch Emissionsfaktoren werden für Dioxine weder in der Executive Summary noch im Kapitel „BAT“ (Kapitel 4.4) angegeben. Auch bei den Emissionen von SO₂ werden wiederum nur Konzentrationen (< 500 mg/Nm³ durch Verringerung des Schwefelinputs; < 100 mg/Nm³ durch feuchte Rauchgasentschwefelung) ohne die Angabe eines Zeitbezugs angeführt. Für eine der angeführten Minderungstechnologien wird, zusätzlich zu den erreichbaren Konzentrationen auch noch das Reduktionspotential (> 98 %) angegeben.

Für Abwasseremissionen werden für TOC (< 20 mg C/l) und einige Schwermetalle (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn < 0.1 mg/l) BAT Werte angegeben. Wiederum fehlt allerdings die Angabe des Zeitbezugs bei den angeführten erreichbaren Konzentrationen.

Für alle weiteren Schadstoffe wie beispielsweise HCl, HF oder NO_x werden nicht einmal erreichbare Konzentrationen angegeben, sondern es wird lediglich auf mögliche Minderungstechnologien hingewiesen.

Pelletieranlagen:

Eine andere Möglichkeit um eisenhaltige Materialien zu agglomerieren stellen Pelletieranlagen dar. Auch für diese Anlagen sind die Emissionen in die Luft die relevantesten. Für Staub (< 10 mg/Nm³; > 95 %), SO₂ (< 20 mg/Nm³; > 80 %), HCl (< 1 mg/Nm³; > 95 %) und HF (< 1 mg/Nm³; > 95 %) sind jeweils erreichbare Konzentrationen und Reduktionspotentiale angegeben. Zeitbezüge wurden wie schon bei der Sinteranlage keine angegeben. Auch Emissionsfaktoren sind für die oben genannten Schadstoffe weder in der Executive Summary noch im Kapitel „BAT“ (Kapitel 5.4) angegeben.

Bei den angeführten Primärmaßnahmen zur Entstickung wird der Emissionsfaktor (< 150 g/t_{Pellet}) einer Anlage angeführt, allerdings mit dem Hinweis, dass die NO_x Emission von Anlage zu Anlage variieren könnte. Für Sekundärmaßnahmen wird ein mögliches Reduktionspotential (SCR > 80 %) angeführt. Erreichbare Konzentrationen für Stickoxide werden weder für Sekundär- noch für Primärmaßnahmen angegeben.

Kokereien:

Auch bei Kokereien sind die Emissionen in die Luft die signifikantesten. Viele dieser Emissionen sind diffuse Emissionen aus verschiedensten Quellen. Die Hauptquelle der Emissionen ist das Feuerungsabgas. Ebenfalls ein bedeutender Punkt bei Kokereien ist die Abwasserbehandlung.

Im Gegensatz zu Sinter – und Pelletieranlagen wird bei Kokereien in der Executive Summary häufig ein Emissionsfaktor statt einer erreichbaren Konzentration angegeben. Beispielsweise wird für Staub für das Beladen des Ofens, für das Ausstoßen und Löschen des Kokes jeweils ein Emissionsfaktor (< 5 g/t_{Koks}) angegeben. Für die Feuerung wird lediglich für NO_x ein BAT Wert angegeben. Dabei werden sowohl Emissionsfaktoren (450 – 700 g/t_{Koks}) als auch erreichbare Konzentrationen (500 – 770 mg/Nm³) für NO_x im Abgas angegeben. Der Zeitbezug für die angegebene Konzentration fehlt wiederum.

Für die Abwasservorbehandlung wird für Ammoniak eine erreichbare Konzentration (< 20 mg/l) ohne Angabe eines Zeitbezugs angegeben. Für die eigentliche Abwasserbe-

handlung sind erreichbare Konzentrationen im Abwasser für Sulfide ($< 0.1 \text{ mg/l}$), PAK ($< 0.05 \text{ mg/l}$), CN^- ($< 0.1 \text{ mg/l}$), Phenole ($< 0.5 \text{ mg/l}$), abfiltrierbare Stoffe ($< 40 \text{ mg/l}$) und Stickstoffverbindungen ($< 30 \text{ mg/l}$) angegeben. Ebenfalls angegeben ist die spezifische Abwassermenge ($0.4 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Koks}}$), wodurch auch Emissionsfaktoren berechnet werden können.

Hochofen:

Der Hochofen verbraucht die meiste Energie in einem integrierten Stahlwerk. Relevante Emissionen treten in alle Medien auf.

Für die Winderhitzer werden erreichbare Emissionskonzentrationen für Staub ($< 10 \text{ mg/Nm}^3$) und NO_x ($< 350 \text{ mg/Nm}^3$) angegeben, wobei in diesem Fall auch ein Sauerstoffbezugswert (3 %) angegeben ist, der Zeitbezug allerdings fehlt wiederum. Auch bei den BAT Werten von Gichtgas wird lediglich die erreichbare Staubkonzentration ($< 10 \text{ mg/Nm}^3$) ohne Zeitbezug angegeben. Sonstige Angaben fehlen zur Gänze.

Für die Gießhallenentstaubung sind einerseits erreichbare Konzentrationen ($1 - 15 \text{ mg/Nm}^3$) (ohne Zeitbezug) und andererseits Emissionsfaktoren ($5 - 15 \text{ g/t}_{\text{Roheisen}}$) für diffuse Emissionen angegeben.

Für die Behandlung des Waschwassers aus der Gichtgasreinigung ist lediglich eine erreichbare Konzentration für abfiltrierbare Stoffe angegeben, wobei zwei unterschiedliche Werte für verschiedene Zeitbezüge angegeben sind. Ein Wert bezieht sich auf den Jahresmittelwert ($< 20 \text{ mg/l}$), während der andere den erreichbaren Tagesmittelwert ($< 50 \text{ mg/l}$) angibt.

Sauerstoffkonverter und Gießerei:

Die relevantesten Einflüsse der Sauerstoffstahlherstellung betreffen die Emissionen in die Luft aus verschiedenen Quellen und verschiedene feste Abfälle/Nebenprodukte. Zusätzlich kann, wenn feuchte Entstaubungseinrichtungen verwendet werden Abwasser auftreten. Auch in der Stranggussanlage kann Abwasser anfallen.

Für die Entstaubung der Vorbehandlung von flüssigem Roheisen sind erreichbare Konzentrationen ($5 - 15 \text{ mg/Nm}^3$ für Sackfilter, $20 - 30 \text{ mg/Nm}^3$ für E – Filter) angegeben. Zeitbezug wurde für diese Werte keiner angegeben, und auch Emissionsfaktoren sind weder in der Executive Summary noch im „BAT“ Kapitel (siehe Kapitel 5.6.3) enthalten. Auch für Sekundärstaubentstaubungseinrichtungen wurden die selben BAT Werte angeführt.

Während der Förderung von flüssigem Roheisen, dem Entschlacken und der Sekundärmetallurgie ist für Staub ein Emissionsfaktor von $< 5 \text{ g/t}_{\text{Rohstahl}}$ angegeben.

Für die Abwasserbehandlung ist wiederum nur für abfiltrierbare Substanzen ein erreichbarer Wert ($< 20 \text{ mg/l}$) angegeben. Im Gegensatz zum Hochofenprozess ist für diese Abwasserbehandlung kein Zeitbezug angegeben.

Elektrostahlwerk:

Die Produktion von Stahl im Lichtbogenofen benötigt erhebliche Mengen an elektrischer Energie, verursacht Emissionen in die Luft und produziert feste Abfälle/Nebenprodukte (vor allem Filterstaub und Schlacken). Die Emissionen in die Luft bestehen aus einem weiten Bereich an anorganischen Verbindungen (z. B. Eisenoxidstaub oder Schwermetalle) sowie organischen Verbindungen (z. B. Chlorbenzole, PCB, PCDD/F).

In der Executive Summary werden lediglich BAT Werte für Staub ($< 5 \text{ mg/Nm}^3$ für Faserfilter Neuanlagen; $< 15 \text{ mg/Nm}^3$ für Faserfilter Altanlagen) und Dioxine ($0.1 - 0.5 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$) angeführt. Die angegebenen Staubkonzentrationen sind als Tagesmittelwert zu verstehen, die Dioxinkonzentrationen sind ohne Zeitbezug angeführt.

5.3 Überblick über Stahlproduktionstechniken

Kapitel 3 des Eisen und Stahl BAT Dokuments gibt einen kurzen Überblick über verschiedene Routen zur Eisen – und Stahlproduktion und führt die einzelnen Prozessstufen bei der komplexesten Art der Eisen – und Stahlproduktion, dem integrierten Hüttenwerk im Detail an. Insgesamt umfasst Kapitel 3 acht Seiten.

Vier verschiedene Routen zur Stahlproduktion werden derzeit verwendet. Die mengenmäßig bedeutendste Route in der EU ist nach wie vor das integrierte Hüttenwerk, die sogenannte Hochofenroute (~65 %). Ebenfalls von Bedeutung ist die Erzeugung im Elektrostahlwerk mit den verbleibenden 35 %.

Die beiden anderen Möglichkeiten (Direktreduktionsverfahren und Schmelzreduktionsverfahren) sind in der EU nur von untergeordneter Bedeutung. Die Produktion von direkt reduziertem Eisen wird derzeit nur in Deutschland und Schweden betrieben. Die vierte Möglichkeit, das Schmelzreduktionsverfahren wird in Europa noch nicht im kommerziellen Maßstab betrieben. Aus diesem Grund sind diese beiden Routen im Eisen und Stahl BAT Dokument nicht im Detail beschrieben, sondern nur im Kapitel „Alternative Eisenproduktionstechniken“ (Kapitel 10) angeführt.

Wie bereits erwähnt ist die Eisen – und Stahlerzeugung in einem integrierten Hüttenwerk die bedeutendste und komplexeste Variante. Eine Vielzahl von Anlagen (Kokerei, Sinteranlage oder Pelletieranlage, Hochofen, Sauerstoffkonverter und Gießanlagen) sind in einem integrierten Hüttenwerk vorhanden. Diese verschiedenen Anlagen können nicht einzeln betrachtet werden, weil sie in mehreren Bereichen wie Energie, Reststoffe/Nebenprodukte, Abluft und Abwasser sehr eng miteinander verknüpft sind.

Die Verknüpfung der Anlagen ist im Bereich der Energie am größten. Kokereigas, Gichtgas und Konvertergas werden in verschiedensten Bereichen in einem Hüttenwerk zur Energiebereitstellung verwendet. Ebenso wird Dampf aus dem Hochofen oder Sauerstoffkonverter in verschiedensten Prozessen eingesetzt.

Auch im Bereich der anfallenden Reststoffe kann die Verknüpfung der einzelnen Anlagen sehr deutlich gesehen werden. Ein Großteil der anfallenden Reststoffe (mit Ausnahme der Schlacken, die meist extern wiederverwendet werden) wird auf die Sinteranlage zurückgeführt, sodass nur ein geringer Anteil deponiert werden muss.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Anlagen eines integrierten Hüttenwerkes erfolgt in den Kapiteln 4 – 8 des „Eisen und Stahl“ BAT Dokuments. Auch das Elektrostahlverfahren wird in einem separaten Kapitel (Kapitel 9) genauer beschrieben.

5.4 Sinteranlagen

Das Kapitel 4, das sich mit Sinteranlagen beschäftigt umfasst insgesamt 66 Seiten. Es ist entsprechend der General Outline in fünf Kapitel unterteilt. Die ersten beiden Kapitel bilden dabei den beschreibenden Teil, in dem eine Prozessbeschreibung (Kapitel 4.1) und eine Darstellung der gegenwärtigen Verbrauchs- und Emissionswerte (Kapitel 4.2) gegeben wird. Insgesamt umfassen diese beiden Kapitel 22 Seiten. Das Kapitel „Candidate BAT“ (4.3) stellt mit 39 Seiten das umfangreichste Kapitel dar. Die Kapitel 4.4 „BAT“ und Kapitel 4.5 „Emerging Techniques“ sind eher kurz gehalten und umfassen gemeinsam nur 5 Seiten.

5.4.1 Sinteranlagen Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)

Im ersten Unterkapitel wird zunächst der Sinterprozess beschrieben (Kapitel 4.1). Die Beschreibung des Prozesses beschränkt sich dabei auf 4 Seiten.

Umfangreicher ist die Beschreibung gegenwärtiger Emissionen und Rohmaterialverbräuche europäischer Sinteranlagen im 2. Unterkapitel (Kapitel 4.2), die sich über 18 Seiten erstreckt. Tabelle 4.1 des vorliegenden BREFs gibt Emissionsfaktoren für verschiedene Schadstoffe an. Diese Emissionsfaktoren sind nicht auf eine Tonne Sinter sondern auf eine Tonne Rohstahl bezogen, um das Addieren der Emissionen aus den einzelnen Teilschritten der Stahlproduktion zu erleichtern. Zur Umrechnung der Emissionsfaktoren von einer Tonne Sinter auf eine Tonne Rohstahl wurden folgende Faktoren verwendet:

- 1160 kg Sinter/t Roheisen
- 940 kg Roheisen/t Rohstahl
- 1090.4 kg Sinter/t Rohstahl

Tabelle 5-1 gibt einen Teil der oben genannten Tabelle wieder. Auf die Darstellung des Rohmaterial- und Energieinputs wird verzichtet. Die dargestellten Emissionsfaktoren entsprechen den Emissionen der gesamten Sinteranlage (inklusive Abgas vom Sinterband, Abgas aus der Kühlung des Sinters, Entstaubung des Gebäudes, etc.) und stammen von insgesamt fünf Anlagen in Österreich, Belgien, Deutschland und den Niederlanden. Angaben über die Art der Ermittlung der Daten, wie beispielsweise die Analysenmethode, Probenentnahme, Zeitbezug, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen standen keine zur Verfügung und fehlen aus diesem Grund in diesem BREF.

Zusätzlich zu den im BREF angegebenen Emissionsfaktoren werden, soweit wie möglich, auch Konzentrationen verschiedener Schadstoffe in der gereinigten Abluft angegeben. Sofern keine Konzentrationen im Text des BREFs angegeben sind, wurden sie aus den angegebenen Emissionsfaktoren errechnet. Zur Umrechnung wurden einerseits die oben angegebenen Faktoren verwendet und andererseits ein Faktor von $2100 \text{ Nm}^3 \text{ Abgas}/t_{\text{Sinter}}$ verwendet. Dieser Faktor wird auch im BREF häufig für Umrechnungen verwendet. Typischerweise liegt der Abgasvolumenstrom einer Sinteranlage zwischen 1500 und $2500 \text{ Nm}^3/t_{\text{Sinter}}$. Zur Unterscheidung sind Konzentrationen, die sich aus der Umrechnung ergeben kursiv dargestellt (siehe auch Fußnote 2).

Tabelle 5-1: Emissionsfaktoren und Schadstoffkonzentrationen europäischer Sinteranlagen

| Emissionen in die Luft | | | | | |
|------------------------|---|-----------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Emissionsfaktor | Konzentration | | Emissionsfaktor | Konzentration |
| Staub | 170 – 280 g/t _{RS} ¹ | 100 – 150 mg/m ³ | HCl ² | 17 – 65 g/t _{RS} | 7 – 28 mg/Nm ³ |
| Cd ² | 0.002 – 0.04 g/t _{RS} ³ | 1 – 17 µg/Nm ³ | HF | 1.4 – 3.5 g/t _{RS} | 0.6 – 1.5 mg/Nm ³ |
| Cr ² | 0.005 – 0.05 g/t _{RS} ³ | 2 – 22 µg/Nm ³ | NO _x | 440 – 710 g/t _{RS} | 200 – 310 mg/Nm ³ |
| Cu ² | 0.007 – 0.16 g/t _{RS} ³ | 3 – 70 µg/Nm ³ | SO ₂ | 900 – 1850 g/t _{RS} | 400 – 1000 mg/Nm ³ |

¹ Die angegebenen Werte gelten für Elektrofilter; für Zyklone 560 – 740 g/t_{RS}; für Elektrofilter und Schlauchfilter 10 – 30 g/t_{RS} für den Staub vom Sinterband (1 Anlage in Europa); für feine Wäscher < 110 g/t_{RS} (2 Anlagen).

² Die angegebene Konzentration wurde aus dem Emissionsfaktor berechnet.

³ Die niedrigen Werte werden bei der Verwendung eines Quench und eines feinen Wäschers nach dem Elektrofilter oder bei Verwendung eines Elektrofilters mit nachfolgendem Schlauchfilter erzielt.

| Emissionen in die Luft | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------------------|------------------|--|-------------------------------|
| | Emissionsfaktor | Konzentration | | Emissionsfaktor | Konzentration |
| Hg ² | 16 – 149 mg/t _{RS} ⁴ | 7 – 65 µg/Nm ³ | CO ² | 13 – 43 kg/t _{RS} | 5 – 19 g/Nm ³ |
| Mn ² | 0.02 – 0.4 g/t _{RS} ³ | 9 – 175 µg/Nm ³ | CO ₂ | 205 – 240 kg/t _{RS} ⁵ | — |
| Ni ² | 0.002 – 0.04 g/t _{RS} ³ | 1 – 17 µg/Nm ³ | VOC | 150 g/t _{RS} ⁶ | siehe Text |
| Pb ² | 0.04 – 7 g/t _{RS} ³ | 0.02 – 3 mg/Nm ³ | PAK ² | 115 – 915 mg/t _{RS} ⁷ | 0.05 – 0.4 mg/Nm ³ |
| Tl ² | 0.005 – 0.03 g/t _{RS} ³ | 2 – 13 µg/Nm ³ | PCDD/F | 0.5 – 6.5 µg I-TEQ/t _{RS} ⁷ | siehe Text |
| V ² | 0.005 – 0.02 g/t _{RS} | 2 – 9 µg/Nm ³ | | | |
| Zn ² | 0.002 – 1.8 g/t _{RS} ³ | 0.001 – 0.78 mg/Nm ³ | PCB ² | 1 – 13 mg/t _{RS} ⁸ | 0.4 – 6 µg/Nm ³ |
| Reststoffe/Nebenprodukte | | | | | |
| Staub | 0.9 – 15 kg/t _{RS} ⁹ | | | | |
| Schlamm | 0.3 kg/t _{RS} ¹⁰ | | | | |
| Abwasser | 0.06 m ³ /t _{RS} ¹⁰ | | | | |

Die sehr hohe Konzentration von Staub (100 – 150 mg/m³) wird damit erklärt, dass ein Teil des Staubes aus sehr feinen Partikeln (vor allem Blei- und Alkalichloride) besteht, wodurch selbst gut ausgelegte und gut betriebene konventionelle Elektrofilter keine Staubkonzentrationen unter 100 – 150 mg/m³ (kein Zeitbezug) erreichen. Zusätzliche Staubemissionen können beim Kühlen des Sinters und bei Transport, Zerkleinerung, Trennung und Förderung von Rohmaterialien und Produkt auftreten.

Die Angaben zu den Dioxinmissionen im Text (Kapitel 4.2.2.1.2.9 des vorliegenden BRefs) sind höher als jene, die in Tabelle 5-1 angegebenen sind und von fünf europäischen Anlagen stammen. Bei Umrechnung der Emissionsfaktoren aus Tabelle 5-1 ergeben sich Dioxinkonzentrationen im Abgas von 0.2 – 3 ng I – TEQ/Nm³, wohingegen im Text 0.5 – 5 ng I – TEQ/Nm³ angeführt werden.

Zu den VOC – Emissionen muss angemerkt werden, dass diese sehr stark vom Einsatzmaterial abhängen. Die Hauptquelle von VOC – Emissionen sind rezirkulierte Reststoffe wie Walzzunder. Die angeführten VOC Konzentrationen liegen bei 49 – 109 mg C/Nm³ (11 Messungen) bzw. bei 20 – 90 mg/Nm³ (32 Messungen)¹¹.

Neben den bereits beschriebenen Emissionsfaktoren und Schadstoffkonzentrationen sind für einige Schadstoffe wie Staub, SO₂, NO_x und PCDD/F auch die Verläufe dieser Schadstoffe über die Länge des Sinterbands angegeben.

⁴ Höhere Werte sind möglich wenn Eisenerze mit relevanten Mengen an Quecksilber eingesetzt werden.

⁵ Werte bis zu 425 kg CO₂ pro Tonne flüssigem Stahl können erreicht werden, wenn Eisenerz verwendet wird, das Eisen(II)karbonat enthält (zerfällt in CO₂ und FeO).

⁶ Die Daten stammen von einer einzigen Anlage und wurden kontinuierlich mit einem Flammenionisationsdetektor bestimmt (11 Messungen).

⁷ Summe der EPA 16, berechnet aus Borneff 6 (EPA 16 = Borneff 6 x 4) mit 2100 Nm³/t_{Sinter}

⁸ Summe aller PCBs, berechnet aus (ΣPCB 28+52+101+153+138+180) x 5 mit einem Abgasstrom von 2 100 Nm³/t_{Sinter}, die Daten stammen von 2 Anlagen.

⁹ wenn ein Teil des Staubes deponiert wird (Staub aus der letzten Kammer des Elektrofilters)

¹⁰ wenn ein feiner Wäscher verwendet wird

¹¹ kein Zeitbezug

5.4.2 Sinteranlagen Kapitel 3 (Candidate BAT)

In diesem Unterkapitel (Kapitel 4.3) werden Techniken beschrieben die als Kandidaten für BAT in Frage kommen. Es erfolgt dabei eine sehr übersichtliche Trennung zwischen Primärmaßnahmen und Sekundärmaßnahmen. Ziel der beschriebenen Techniken ist es entweder eine Verringerung der Emissionen von Sinteranlagen oder eine Reduktion des Energieverbrauchs zu erreichen.

Jede der acht Primärmaßnahmen und sieben Sekundärmaßnahmen ist in diesem Kapitel genauer beschrieben. Dabei werden, unter anderem die erreichten Emissionswerte, die Anwendbarkeit, Nebeneffekte, Referenzanlagen, Betriebsdaten, Informationen zu Kosten und Gründe für die Verwendung genannt, soweit diese Informationen bekannt sind.

5.4.2.1 Primärmaßnahmen

Insgesamt sind in diesem Kapitel acht prozessintegrierte Techniken (Primärmaßnahmen) angeführt. Eine dieser Maßnahmen senkt Dioxinmissionen durch Optimierung des Prozesses. Drei Maßnahmen gehen von Änderungen der Einsatzmaterialien aus, wobei der Grund für den Ersatz bisheriger Einsatzmaterialien unterschiedlich ist. Zwei dieser Maßnahmen versuchen durch Substitution gewisser Einsatzstoffe die Emissionen zu verringern, während die dritte Maßnahme durch Recycling diverser Reststoffe bzw. Nebenprodukte versucht Ressourcen zu schonen. Eine weitere Maßnahme versucht die Effekte der oben angeführten Maßnahmen zu kombinieren, indem durch prozesstechnische Änderungen, sowohl das Recycling von Reststoffen ermöglicht wird, als auch eine Erhöhung der Emissionen unterbunden werden soll. Weiters sind zwei Maßnahmen angeführt, die durch Rückführung des Rauchgases eine Emissionsreduktion erreichen wollen und eine Maßnahme, die sich mit der Rückgewinnung von Energie im Sinterprozess befasst.

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen kurz beschrieben und ihre wesentlichen Einflüsse auf die Umwelt dargestellt.

Reduktion von Dioxinmissionen durch Prozessoptimierung (PM 1)¹²:

Durch den Versuch den Sinterprozess möglichst gleichbleibend und konstant zu gestalten konnte in vier englischen Sinteranlagen bei 41 Messungen eine durchschnittliche Dioxinkonzentration von 1 ng I-TEQ/Nm³ erreicht werden. Die typische Schwankungsbreite lag zwischen 0.5 und 1.5 ng I-TEQ/Nm³, wobei allerdings ein Großteil der Messungen in der Nähe von 1 ng I-TEQ/Nm³ lag. In anderen EU Staaten konnten diese niedrigen Werte bei gleichen oder ähnlichen Betriebsbedingungen nicht erreicht werden. In Deutschland werden gewöhnlich Dioxinkonzentrationen 2 – 3 ng I-TEQ/Nm³ bei Verwendung der Maßnahmen zur Prozessoptimierung erreicht. Für keine der angegebenen Konzentrationen wurde ein Zeitbezug festgelegt.

Recycling von eisenhaltigen Materialien in die Sinteranlage (PM 2):

In die meisten Sinteranlagen werden Stäube, Schlämme und Walzzunder zurückgeführt. Dadurch kann Rohmaterial eingespart werden und zusätzlich wird die Deponierung der eingesetzten Reststoffe vermieden. Der Anteil der zurückgeführten Reststoffe am gesamten Sintermaterial liegt in den meisten Sinteranlagen zwischen 10 – 20 %. Weltweit verwendet zumindest eine Sinteranlage ausschließlich Stäube, Schlämme, Schlacken und Additive als Einsatzstoffe. Reststoffe mit einem hohen Ölgehalt können bei Zurückführung auf die Sinteranlage zu erhöhten Kohlenwasserstoffemissionen und Dioxinmissionen (möglicherweise) führen. Auch höhere Abgasemissionen können auftreten.

¹² PM...Primärmaßnahme

Verringerung des Anteils an flüchtigen Kohlenwasserstoffen im Sintereinsatzmaterial (PM 3):

Ein geringerer Anteil an Öl im Einsatzmaterial führt zu geringeren Kohlenwasserstoffemissionen. Weiters können hohe Ölgehalte auch höhere Dioxinmissionen verursachen. Ein dritter Grund für die Verringerung des Ölgehalts ist die Vermeidung von Feuern in den Elektro- und Faserfiltern. Zwei verschiedene Möglichkeiten für die Herabsetzung des Ölgehalts sind im vorliegenden BRef angeführt:

- Limitierung des Öl – Inputs durch Auswahl entsprechender Einsatzmaterialien;
- Entölung des Walzzunders.

Nicht – Methan Kohlenwasserstoffemissionen von $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ (kein Zeitbezug) können dadurch erreicht werden.

Verringerung des Schwefelgehalts in den Sintereinsatzmaterialien (PM 4):

Durch die Verringerung des Schwefelgehalt in Koksgrus und Eisenerz können die Emissionen von SO_2 signifikant verringert werden. Auch die Größe des Koksgrus spielt eine wichtige Rolle bei der Höhe der anfallenden SO_2 Emissionen. Emissionsfaktoren von weniger als $1 \text{ kg SO}_2/\text{t}_{\text{Sinter}}$ und Konzentrationen $< 500 \text{ mg/Nm}^3$ (kein Zeitbezug) können so erreicht werden.

Wärmerückgewinnung beim Sintern und bei der Sinterkühlung (PM 5):

Wärmerückgewinnung kann bei Sinteranlagen aus dem Abgas und aus der Kühlluft der Sinterkühlung erfolgen. Sie wird häufig in Sinteranlagen eingesetzt. Neben der Energieeinsparung wird in einigen Fällen auch die Staubemission verringert, weil zusätzlich ein Grobstaubabscheider installiert wird.

Zwei – Schicht – Sinterverfahren (PM 6):

Das Zweischichtsinterverfahren stellt, abweichend von den bereits beschriebenen Maßnahmen eine Möglichkeit dar, Materialien mit variierenden Ölgehalten auf die Sinteranlage zurückzuführen. Um die zweite Sinterschicht zu zünden ist eine zweite Zündhaube notwendig, wodurch die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in den Sinterschichten optimiert wird, um die Elektrofilter zu schützen und um blauen Dunst, der für unverbrannte organische Komponenten steht zu vermeiden. Zusätzlich können die PCDD/F Emissionen reduziert werden.

Emissionsoptimiertes Sintern (EOS) (PM 7):

Ein Teil des Abgases des gesamten Sinterbands wird bei diesem Verfahren zurückgeführt. Dadurch verringert sich der Abgasvolumenstrom der Anlage und auch die Massen an emittierten Stoffen sowie der Energieverbrauch des Sinterprozesses werden verringert. Die Konzentrationen von Schadstoffen im Abgasstrom müssen durch diese Maßnahme nicht unbedingt niedriger sein. Tabelle 5-2 zeigt Emissionsfaktoren der Sinteranlage von Hoogovens IJmuiden bei konventioneller Sinterung und bei Verwendung des EOS Verfahrens.

Im Text des BREFs wird darauf hingewiesen, dass viele europäische Anlagen mit signifikant niedrigeren Emissionen betrieben werden, als in Tabelle 5-2 angegeben (siehe auch Tabelle 5-1). EOS kann sowohl bei Neu- als auch bei Altanlagen eingesetzt werden, allerdings sind die Investitionskosten bei Neuanlagen geringer.

Tabelle 5-2: Vergleich der Emissionen bei konventioneller Sinterung und beim EOS Verfahren bei der Produktion von hoch basischen Sinter

| | konventionelle Sinterung | | EOS | |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | Juli 1994 | Oktober 1994 | Juli 1994 | Oktober 1994 |
| totaler Abgasstrom | 394 000 Nm ³ /h | 372 000 Nm ³ /h | 328 000 Nm ³ /h | 328 000 Nm ³ /h |
| zurückgeführter Abgasstrom | 0 Nm ³ /h | 0 Nm ³ /h | 153 000 Nm ³ /h | 120 000 Nm ³ /h |
| emittierter Abgasstrom | 394 000 Nm ³ /h | 372 000 Nm ³ /h | 175 000 Nm ³ /h | 208 000 Nm ³ /h |
| Staub | 500 g/t _{Sinter} | keine Daten | 170 g/t _{Sinter} | keine Daten |
| O ₂ | 15 % | 15 % | 11.5 % | 12.1 % |
| CO ₂ | 7.5 % | 7 % | 11.7 % | 11.2 % |
| CO | 1 % | 1.2 % | 1 % | 1 % |
| SO ₂ | 1430 g/t _{Sinter} | 890 g/t _{Sinter} | 840 g/t _{Sinter} | 680 g/t _{Sinter} |
| NO _x | 630 g/t _{Sinter} | 570 g/t _{Sinter} | 300 g/t _{Sinter} | 410 g/t _{Sinter} |
| C _x H _y | 200 g/t _{Sinter} | 145 g/t _{Sinter} | 95 g/t _{Sinter} | 83 g/t _{Sinter} |
| PCDD/F | 2 µg I-TEQ/t _{Sinter} | keine Daten | 0.6 µg I-TEQ/t _{Sinter} | keine Daten |

Sektionsweises Zurückführen des Sinterabgases (PM 8):

Dieses Verfahren arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip wie EOS, nur es wird nicht das Abgas von der gesamten Länge des Sinterbands zurückgeführt, sondern die Absaugung erfolgt in verschiedenen Sektionen des Sinterbandes. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung der einzelnen Abgasfraktionen können diese dann entsprechend behandelt werden. Tabelle 5-3 zeigt die erzielten Emissionsreduktionen am Beispiel einer japanischen Referenzanlage. Die Angabe des Zeitbezugs fehlt für die dargestellten Konzentrationen.

Tabelle 5-3: Schadstoffkonzentrationen im Abgas der japanischen Referenzanlage mit und ohne sektionsweisem Rückführen des Sinterabgases

| | Konventionelles Sintern (inkl. Entschwefelung) | Sektionsweise Abgasrückführung | Reduktionsrate |
|---|---|-----------------------------------|----------------|
| Abgasmenge | 925 000 Nm ³ /h | 665 000 Nm ³ /h | 28 % |
| Staub ¹³ | 50 mg/Nm ³ | 30 mg/Nm ³ | 56 % Masse |
| SO _x ¹⁴ | 26 mg/Nm ³ | 14 mg/Nm ³ | 63 % Masse |
| NO _x | 408 mg/Nm ³ | 559 mg/Nm ³ | 3 % Masse |
| Energieverbrauch ¹⁵ (netto) | 1 662 GJ/t _{sinter} | 1 570 GJ/t _{sinter} | 6 % |

¹³ Die Staubabscheidung erfolgt mittels Elektrofilter. Die Reduktion der Staubemission ist teilweise auf eine Reparatur des Elektrofilters zurückzuführen.

¹⁴ Ein Teil des Abgases wird in der Entschwefelungseinheit behandelt.

¹⁵ Die Reduktion des Nettoenergieverbrauchs muß in Bezug auf relative Produktivität und Qualitätsanforderung in Japan und in EU Sinteranlagen betrachtet werden.

Wie auch EOS kann die sektionsweise Abgasrückführung sowohl bei Neu- als auch bei Altanlagen angewendet werden. Auch hier muss bei der Verwendung in Altanlagen mit höheren Investitionskosten gerechnet werden.

5.4.2.2 Sekundärmaßnahmen

Insgesamt sind sieben verschiedene Sekundärmaßnahmen angeführt. Vier dieser Maßnahmen haben primär den Zweck die Staubemissionen (Elektrofilter, Faserfilter, Zyklone, AIRFINE) zu verringern. Zwei weitere Maßnahmen dienen vor allem zur Reduktion der SO₂ Emissionen. Die letzte angeführte Sekundärmaßnahme, die selektive katalytische Reduktion (SCR) dient vor allem zur Reduktion der Stickoxide. Tabelle 5-4 soll einen Überblick über diese Technologien, deren Anwendbarkeit und vor allem deren Auswirkungen auf die Umwelt geben.

Tabelle 5-4: Sekundärmaßnahmen bei Sinteranlagen

| Technik | Emissionen/ Minderungsgrad | Anwendbarkeit | Bemerkungen |
|--------------------------------------|--|--|---|
| Elektrofilter ¹⁶ | 20 – 160 mg Staub/Nm ³ Abscheidegrad: > 95% in manchen Fällen 99 % | Neu – und Altanlagen | <ul style="list-style-type: none"> • fester Abfall wird produziert, der teilweise recycelt werden kann • höherer Energiebedarf (0.002 – 0.003 GJ/t_{Sinter}) |
| Faserfilter | sehr effizient zur Staubabscheidung bei Additivzugabe auch: <ul style="list-style-type: none"> • PCDD/F • HCl • HF • SO₂ | Neu – und Altanlagen ¹⁷ | <ul style="list-style-type: none"> • fester Abfall wird produziert, (teilweise recycelt) • höherer Energiebedarf (0.002 – 0.015 GJ/t_{Sinter}) |
| Zyklon | 90 – 95 % Abscheidegrad für große Partikel Sinteranlagen: 60 – 80 % bzw. 300 – 600 mg Staub/Nm ³ | Neu – und Altanlagen | <ul style="list-style-type: none"> • fester Abfall wird produziert, der komplett recycled werden kann • höherer Energiebedarf (0.001 GJ/t_{Sinter}) |
| Feinwäscher systeme z. B. AIRFINE | Staub: < 50 mg/Nm ³ Abscheidegrad ~ 95 % PCDD/F: < 0.4 ng/Nm ³ Abscheidegrad HCl + HF: 80 – 95 % Abscheidegrad Schwermetalle: > 90 % | Neu – und Altanlagen (aber standortspezifisch) | <ul style="list-style-type: none"> • Abwasser wird produziert, das behandelt werden muss • relativ großer Energiebedarf • auch zur SO₂ Abscheidung verwendbar |
| feuchte Entschwefelung | Abscheidegrad > 90 % für SO ₂ kann leicht erreicht werden HCl, HF und Staub können ebenfalls entfernt werden | Neu – und Altanlagen (Platzanforderungen können signifikant sein) | <ul style="list-style-type: none"> • fester Abfall (Gips) wird produziert • Abwasser fällt an • relativ hohe Investitionskosten |

¹⁶ Zwei neuere Entwicklungen von Elektrofiltern (Moving Electrode Electrostatic Precipitator und Electric Space Cleaner Super) erreichen weniger als 40 mg/Nm³. Die ebenfalls neuen Electrostatic Precipitator mit Energy Pulse Superimposition erreichen 20 – 30 mg/Nm³.

¹⁷ Die Anwendbarkeit ist anlagenspezifisch und beruht auf Abgas- und Staubeigenschaften.

| Technik | Emissionen/ Minderungsgrad | Anwendbarkeit | Bemerkungen |
|--|---|--|---|
| trockene Entschwefelung (mit regenerierter Aktivkohle) | Abscheidegrad > 95 % für SO ₂ kann erreicht werden HCl, HF und Hg können ebenfalls entfernt werden Abscheidegrad NO _x : 80 – 90 % | Neu – und Altanlagen | <ul style="list-style-type: none"> • H₂SO₄ kann als Nebenprodukt gewonnen werden • erhöhter Energiebedarf pro Tonne Sinter • ein geringer Abwasserstrom fällt an |
| SCR | NO _x Reduktion von mehr als 90 % kann erreicht werden | Neu – und Altanlagen (in Sinteranlagen werden bisher nur Reingassysteme verwendet) | <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Energieverbrauch • Ammoniakslupf ist möglich |

Zur besseren Verdeutlichung sollen, soweit im Dokument vorhanden, gemessene Emissionswerte und Abscheidegrade von Referenzanlagen, in denen die oben beschriebenen Sekundärmaßnahmen eingesetzt werden, angeführt werden.

Elektrofilter (SM 1)¹⁸:

Für Elektrofilter sind 4 Referenzanlagen angegeben. Drei dieser Anlagen befinden sich in Japan und eine dieser Anlagen steht in Deutschland. Der Tabelle 5-5 können Informationen über die erzielten Abscheidegrade und Staubkonzentrationen im Abgas entnommen werden. Informationen über die Ermittlung der Daten, wie beispielsweise Analysenmethode, Probenentnahme, Zeitbezug, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen stehen keine zur Verfügung.

Tabelle 5-5: Betriebsdaten von Elektrofiltern

| | Wakamatsu | Dortmund | Kakogawa | Wakayama |
|------------------------------|-------------------------------|--|--|----------------------------|
| Abgasstrom pro Elektrofilter | 500 000 Nm ³ /h | 2 x 300 000 Nm ³ /h 1 x 450 000 Nm ³ /h | 250 000 Nm ³ /h – 330 000 Nm ³ /h | 400 000 Nm ³ /h |
| Typ von Elektrofilter | ESCS ¹⁹ | MEEP ²⁰ | nicht bekannt | trockener Elektrofilter |
| Staub Eingang | nicht bekannt | 700 mg/Nm ³ | 1 000 mg/Nm ³ | 1 100 mg/Nm ³ |
| Staub Ausgang | 20 – 37 mg/Nm ³ | 25 mg/Nm ³ | 30 – 50 mg/Nm ³ | 40 mg/Nm ³ |
| Abscheidegrad | nicht bekannt | 96 % | 95 – 97 % | 96 % |
| Nebenprodukt (Staub) | 1 – 2 kg/t _{Sinter} | nicht bekannt | 1 – 2 kg/t _{Sinter} | 2 kg/t _{Sinter} |
| Verwendung | Recycling in die Sinteranlage | Recycling in die Sinteranlage | nicht bekannt | nicht bekannt |

Faserfilter (SM 2):

Mindestens drei Anlagen werden derzeit mit Faserfiltern betrieben. In der Anlage der Stahlwerke Bremen wird seit 1996 Kalk und Lignitkoks zur Dioxinreduktion zudosiert. Tabelle 5-6 soll beispielhaft die erreichten Emissionsreduktionen der Anlage in Bremen aufzeigen. Die

¹⁸ SM...Sekundärmaßnahme

¹⁹ Electrostatic Space Cleaner Super

²⁰ Moving Electrode Electrostatic Precipitator

angegebenen Schwermetalle sind nur eine Auswahl der im BAT Dokument angeführten. Der Abgasvolumenstrom der Anlage in Bremen beträgt etwa 400 000 – 450 000 Nm³/h. Informationen über die Ermittlung der Daten, wie beispielsweise Analysenmethode, Probenentnahme, Zeitbezug, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen stehen keine zur Verfügung. Über die beiden anderen Anlagen sind nur wenig Daten bekannt. Die erreichten Staubkonzentrationen im gereinigten Abgas werden mit 12 – 16 mg/Nm³ (Anlage mit einem Abgasvolumenstrom von 750 000 Nm³/h) und 20 mg/Nm³ (420 000 Nm³/h) angegeben (kein Zeitbezug).

Tabelle 5-6: Emissionsreduktion durch die Verwendung von Faserfiltern in Bremen

| Schadstoff | Eingangskonzentration | Ausgangskonzentration | Abscheidegrad |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Staub | ~ 300 mg/Nm ³ | < 5 mg/Nm ³ | > 99 % |
| Dioxine | 5 – 10 ng I-TEQ/Nm ³ | 0.02 – 1.0 ng I-TEQ/Nm ³ | 98 – 99.6 % |
| HCl | 26.6 mg/Nm ³ | 11.4 mg/Nm ³ | 57 % |
| HF | 5.9 mg/Nm ³ | 0.2 mg/Nm ³ | > 95 % |
| Blei | 13.4 mg/Nm ³ | 0.02 mg/Nm ³ | > 99 % |
| Zink | 0.41 mg/Nm ³ | 0.12 mg/Nm ³ | > 70 % |
| Cadmium | 0.076 mg/Nm ³ | 0.001 mg/Nm ³ | > 98 % |
| Quecksilber | 0.013 mg/Nm ³ | 0.0013 mg/Nm ³ | 90 % |

AIRFINE (Feinwäschersystem) (SM 3):

Derzeit werden drei kommerzielle Anlagen nach dem AIRFINE – System betrieben (Anmerkung des Autors). Tabelle 5-7 gibt Reingaskonzentrationen und Abscheidegrade für die älteste dieser drei Anlagen, die 1993 in Betrieb gegangen ist an.

Tabelle 5-7: Erreichte Emissionskonzentrationen des AIRFINE Systems bei der VOEST – Alpine Stahl AG in Linz

| Schadstoff | erreichte Konzentration ²¹ | Abscheidegrad |
|-------------------|---------------------------------------|---------------|
| Staub | 48 mg/Nm ³ | 95.2 % |
| Cadmium | 0.003 mg/Nm ³ | 92 % |
| Blei | 0.05 mg/Nm ³ | 96 % |
| Zink | 0.001 mg/Nm ³ | 94 % |
| Quecksilber | 0.01 mg/Nm ³ | 96 % |
| HCl ²² | 26.5 mg/Nm ³ | 96 % |
| HF | 0.6 mg/Nm ³ | 95 % |
| SO ₂ | 370 mg/Nm ³ | 10 % |
| VOC | 11 mg/Nm ³ | 50 – 60 % |
| PAH | 50 µg/Nm ³ | nicht bekannt |
| PCDD/F | 0.4 ng I-TEQ/Nm ³ | 94 % |

²¹ Es wurde kein Zeitbezug angegeben.

²² Bei dem angegebenen Wert von 26.5 mg/Nm³ HCl dürfte es sich um einen Kommafehler handeln. Richtiger dürfte ein Wert von 2.65 mg/Nm³ sein (Anmerkung des Autors)

Zur Abtrennung des Grobstaubes ist ein Vorelektrofilter installiert, so dass die Staubeingangskonzentration in das AIRFINE System zwischen 150 und 250 mg/Nm³ liegt. Die behandelte Rauchgasmenge beträgt in etwa 600 000 Nm³/h. Die angegebenen Schwermetalle sind nur eine Auswahl der im BAT Dokument angeführten.

Feuchte Entschwefelung (SM 4):

Es existiert eine große Anzahl an Referenzanlagen, die ein feuchtes Entschwefelungsverfahren verwenden. Die einzige europäische Sinteranlage mit einer feuchten Entschwefelung befindet sich in Duisburg (Deutschland). Alle anderen Referenzanlagen befinden sich in Japan. Tabelle 5-8 zeigt für fünf verschiedene Sinteranlagen die erreichten SO₂ Konzentrationen, den Abscheidegrad und die Menge an produzierten Nebenprodukten durch diese Art der Entschwefelung.

Tabelle 5-8: Betriebsdaten von feuchten Entschwefelungsanlagen bei Sinteranlagen

| | Duisburg | Chiba | Keihin | Wakamatsu | Wakayama |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Abgasmenge | 240 000 Nm ³ /h | 380 000 Nm ³ /h | nicht bekannt | 1 000 000 Nm ³ /h | 400 000 Nm ³ /h |
| SO ₂ Eingang | nicht bekannt | 370 mg/Nm ³ | 560–840 mg/Nm ³ | 510–684 mg/Nm ³ | 730–940 mg/Nm ³ |
| SO ₂ Ausgang | < 30 mg/Nm ³ | 9 mg/Nm ³ | 3 – 9 mg/Nm ³ | 6 – 29 mg/Nm ³ | nicht bekannt |
| Abscheidegrad an SO ₂ | > 98 % | 98 % | > 99 % | 95 – 98 % | nicht bekannt |
| Nebenprodukt | Gips | Gips | Ammoniumsulfat | Gips | Gips |
| Menge an Nebenprodukt | 0.9 kg/t _{Sinter} | 2.3 kg/t _{Sinter} | nicht bekannt | 1 – 1.34 kg/t _{Sinter} | 4.5 kg/t _{Sinter} |

Trockene Entschwefelung (mit regenerativer Aktivkohle) (SM 5):

Für das Verfahren der trockenen Entschwefelung mit Hilfe von regenerativer Aktivkohle sind die Betriebsdaten einer japanischen Anlage angeführt, die dieses Verfahren seit 1987 einsetzt. Der Abgasstrom von 900 000 Nm³/h wird auf zwei Adsorptionstürme zu je 450 000 Nm³/h aufgeteilt. Bei Eingangskonzentrationen von 370 mg/Nm³ SO₂ und einem Abscheidegrad von 97 % werden Ausgangskonzentrationen von 11 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) erreicht. Die Staubkonzentration, die vor der Entschwefelung durch einen Zyklon und einen Elektrofilter auf 20 – 30 mg/Nm³ reduziert wird, erreicht im Reingas etwa 15 – 20 mg/Nm³.

Selektive katalytische Reduktion (SCR) (SM 6):

Auch bei der selektiven katalytischen Reduktion werden Betriebsdaten von zwei japanischen Anlagen angeführt. Die Daten dieser Anlagen können Tabelle 5-9 entnommen werden.

Tabelle 5-9: Betriebsdaten der selektiven katalytischen Reduktion bei Sinteranlagen

| | Chiba | Keihin |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Abgasmenge | 620 000 – 750 000 Nm ³ /h | 1.2 – 1.3 Millionen Nm ³ /h |
| NO _x Eingang | 450 mg/Nm ³ | 410 mg/Nm ³ |
| NO _x Ausgang | 37 mg/Nm ³ | 100 – 120 mg/Nm ³ |
| Abscheidegrad | > 90 % | 70 – 75 % |
| Ammoniakverbrauch | nicht bekannt | 120 g/t _{Sinter} |
| Katalysator | Platin | Stückerz |

5.4.3 Sinteranlagen Kapitel 4 (BAT)

Wie üblich in BAT Dokumenten besteht das Kapitel „Beste verfügbare Techniken“ (Kapitel 4.4) zunächst aus einer standardisierten Einleitung, die für alle BAT Dokumente gleich ist. Sieht nimmt in etwa die Hälfte des gesamten Umfangs dieses Kapitels ein. In der Folge werden in Form von 10 Punkten, die besten verfügbaren Techniken und zum Großteil, die mit diesen Techniken erreichbaren Emissionen angeführt. Für einige Schadstoffe, wie beispielsweise NO_x , Schwermetalle, HCl, HF und PAKs fehlt allerdings die Angabe von erreichbaren Werten, obwohl in Kapitel „Candidate BAT“ (siehe Kapitel 5.4.2) durchaus noch erreichbare bzw. gemessene Werte für diese Schadstoffe angegeben sind. Tabelle 5-10 gibt eine Übersicht über die „Besten verfügbaren Techniken“ und zugehörigen erreichbaren Emissionswerte. Für keine einzige der angegebenen Konzentrationen wurde ein Zeitbezug angegeben, so dass nicht festgestellt werden kann, ob diese BAT Werte als Tagesmittelwert, Halbstundenmittelwert oder Jahresmittelwert angesehen werden können.

Tabelle 5-10: Beste verfügbare Techniken von Sinteranlagen

| Entstaubung | | |
|---|---|--|
| Technik | erreichbare Emissionen | Anmerkungen |
| fortschrittliche Elektrofilter | < 50 mg/Nm ³ | z.B. MEEP oder ESCS |
| Elektrofilter und Faserfilter | 10 – 20 mg/Nm ³ | |
| Vorentstaubung und Hochdruckwäscher | < 50 mg/Nm ³ | Zyklon oder E-Filter zur Vorentstaubung |
| Abgasrezirkulation | | |
| Technik | Anmerkungen | |
| teilweise Abgasrückführung vom gesamten Sinterband (z.B. EOS) | Sinterqualität und Produktivität dürfen durch die Abgasrückführung nicht signifikant beeinflusst werden | |
| sektionsweise Abgasrückführung | | |
| Minimierung von Dioxinmissionen | | |
| Technik | erreichte Emissionen | |
| Abgasrezirkulation | – | |
| feine Nasswäscher (z. B. AIRFINE) | < 0.4 ng I-TEQ/Nm ³ | |
| Faserfilter mit Zugabe von Lignitkokspulver | 0.1 – 0.5 ng I-TEQ/Nm ³ ; Reduktion > 98 % | |
| Minimierung von Schwermetallemissionen | | |
| Technik | Abscheidegrad | Anmerkung |
| feine Nasswäscher | > 90 % | Entfernung von wasserlöslichen Schwermetallchloriden |
| Schlauchfilter mit Kalkzugabe | – | – |
| Ausschluss des Staubs aus dem letzten E – Filterfeld vom Recycling | – | sichere Deponierung |
| Minimierung von festen Abfällen | | |
| Maßnahme | Anmerkungen | |
| Recycling von eisen- und kohlenstoffhaltigen Nebenprodukten aus integrierten Hüttenwerken | Ölgehalt einzelner Nebenprodukte < 0.1 % | |

| Produktion von festen Abfällen²³ | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Minimierung der Abfallproduktion | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Selektives Recycling in den Sinterprozess | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wenn interne Wiederverwendung nicht möglich ist, sollte externe Wiederverwendung angestrebt werden | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Wenn jegliche Wiederverwendung behindert ist, ist kontrollierte Entsorgung in Kombination mit dem Minimierungsgebot die einzige Möglichkeit | | |
| Verringerung des Kohlenwasserstoffgehalts im Sinteringangsmaterial und Vermeidung von Anthrazit als Brennstoff | | |
| Ölgehalt von zurückgeführten Nebenprodukten und Reststoffen | < 0.1 % ist erreichbar | |
| Wärmerückgewinnung | | |
| Wärmeabgabemedium | Anmerkungen | |
| Sinterkühlerabgas | Abgasrückführung kann auch als eine Art der Wärmerückführung betrachtet werden | |
| Sinterbandabgas | | |
| Minimierung von SO₂ Emissionen (Beispiele) | | |
| Technik | erreichbare Emissionen | Anmerkungen |
| Verringerung des Schwefelinputs | < 500 mg/Nm ³ | z.B. Koksgrus mit wenig Schwefel |
| feuchte Entschwefelung | < 100 mg/Nm ³ ; Abscheidegrad > 98% | hohe Kosten (siehe Fußnote) ²⁴ |
| Minimierung der NO_x Emissionen (Beispiele) | | |
| Technik | Anmerkungen | |
| Abgasrückführung | Aufgrund der hohen Kosten wird Entstickung nicht angewendet, ausgenommen dort, wo Umweltqualitätsstandards wahrscheinlich nicht eingehalten werden | |
| Entstickung durch regenerativen Aktivkohleprozess | | |
| Entstickung durch SCR | | |
| Emissionen ins Wasser | | |
| Technik | erreichbare Emissionen | Anmerkungen |
| Schwermetallfällung; Neutralisation und Sandfilterung | TOC < 20 mg C/l Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn: < 0.1 mg/l | nur relevant wenn eine feuchte Abgasreinigung oder Spülwasser verwendet wird |

5.4.4 Sinteranlagen Kapitel 5 (Emerging Techniques)

Unterkapitel 5 (Kapitel 4.5 des BREFs), das Technologien beschreibt, die sich gerade in Entwicklung befinden ist sehr kurz gehalten. Lediglich eine Technik, die zur Entfernung von Dioxinen entwickelt wird ist angeführt. In der derzeit betriebenen Demonstrationsanlage wird ein Flugstromreaktor (Adsorptionsstufe), der bereits vorhandene Elektrofilter und nachfolgend eine katalytische Oxidationsstufe zur Reduktion der Dioxinmissionen verwendet.

²³ Die folgenden besten verfügbaren Techniken sind nach absteigender Priorität gereiht.

²⁴ Aufgrund der hohen Kosten sollte feuchte Entschwefelung nur dort nötig sein, wo Umweltqualitätsstandards wahrscheinlich nicht eingehalten werden.

5.4.5 Vergleich der Kapitel 4.2 bis 4.4 des BAT Dokuments mit österreichischen Standards

In Österreich ist der Betrieb von Sinteranlagen in der „Verordnung für Anlagen zum Sintern von Eisenerzen“ (BGBl. II 1997/163) gemäß § 82 GewO geregelt. Diese Verordnung ist am 21. Juni 1997 in Kraft getreten. Sie schreibt Emissionsgrenzwerte für Staub, HCl, HF, Schwefeloxide, Stickoxide und PCDD/F vor. Alle Emissionsgrenzwerte müssen auf trockenes Rauchgas bei 0 °C und 1 013 hPa sowie auf den gemessenen Sauerstoffgehalt bezogen werden. Altanlagen, die vor Inkrafttreten der Verordnung bereits genehmigt waren müssen der Verordnung spätestens am 21. Juni 2002 entsprechen. Der Grenzwert für Dioxin-emissionen tritt am 1. Januar 2004 in Kraft, gilt allerdings nicht für Anlagen die vor diesem Zeitpunkt genehmigt wurden. Bei Neuanlagen oder Änderungen bestehender Anlagen ist eine Reduktion der Dioxinmissionen durch Maßnahmen wie z.B. Vorbehandlung der Einsatzstoffe, Umstellung oder Optimierung der Prozess- und Abgasführung sowie durch Einsatz besonders wirksamer Abgasreinigungseinrichtungen anzustreben.

Eine Gegenüberstellung der Emissionsgrenzwerte laut BGBl. II 1997/163 mit den erreichbaren Emissionswerten laut BAT Dokument kann Tabelle 5-11 entnommen werden.

Tabelle 5-11: Vergleich von BGBl. II 1997/163 mit BAT Werten von Sinteranlagen

| Schadstoff | BGBl. II 1997/163 ²⁵ | BAT – Wert |
|-----------------|---------------------------------|---|
| Staub | 50 mg/Nm ³ | <ul style="list-style-type: none"> • fortschrittlicher E – Filter < 50 mg/Nm³ • E – Filter und Faserfilter 10 – 20 mg/Nm³ • Vorentstaubung und Hochdruckwäscher < 50 mg/Nm³ |
| HCl | 30 mg/Nm ³ | kein Wert angegeben |
| HF | 5 mg/Nm ³ | kein Wert angegeben |
| SO ₂ | 500 mg/Nm ³ | < 500 mg/Nm ³ durch Primärmaßnahmen < 100 mg/Nm ³ durch Sekundärmaßnahmen |
| NO _x | 400 mg/Nm ³ | kein Wert angegeben |
| PCDD/F | 0.4 ng TEQ/Nm ³ | < 0.4 ng TEQ/m ³ bzw. ²⁶ 0.1 – 0.5 ng TEQ/m ³ |

Wie aus Tabelle 5-11 entnommen werden kann liegen die österreichischen Grenzwerte häufig im Bereich jener Werte, die im Kapitel „beste verfügbare Technologien“ des BAT Dokuments Eisen und Stahl angeführt sind.²⁷

Eine Ausnahme bildet der BAT Wert für Staub bei der Verwendung eines Elektro- und Faserfilters zur Staubabscheidung, der mit 10 – 20 mg/Nm³ deutlich unter dem österreichischen Grenzwert liegt. Zwei weitere Techniken zur Entstaubung, die ebenfalls als BAT angesehen werden, geben genau den österreichischen Grenzwert wieder. Die Sinteranlage der VOEST Alpine Stahl Linz AG in Linz verwendet das, in Kapitel 5.4.2.2 beschriebene AIRFINE Verfahren und erreicht mit 48 mg/Nm³ ziemlich genau die als BAT angesehenen

²⁵ Bei kontinuierlichen Messungen gilt der Grenzwert als eingehalten wenn, kein Tagesmittelwert den Grenzwert überschreitet, weniger als 3 % der Beurteilungswerte den Grenzwert um mehr als 20 % überschreiten und kein Halbstundenmittelwert das Zweifache des Emissionsgrenzwertes überschreitet.

Bei Einzelmessungen sind innerhalb eines Zeitraums von drei Stunden drei Messwerte als Halbstundenmittelwert zu bilden. Der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn kein Beurteilungswert den Grenzwert überschreitet.

²⁶ Zwei unterschiedliche BAT Werte wurden in Abhängigkeit von der Technologie angegeben

²⁷ Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass für die BAT Werte keine Zeitbezüge angegeben wurden und somit ein Vergleich nur bedingt möglich ist.

50 mg/Nm³. Die Festlegung des BAT Wertes für diese Art von Entstaubung (Vorentstaubung und Hochdruckwäscher) erfolgte unter anderem anhand der Betriebserfahrungen der Anlage in Linz.

Vergleicht man die Angaben im Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 4.3) mit jenen im Kapitel „BAT“ (Kapitel 4.4) so treten einige Widersprüche auf. Für fortschrittliche E – Filter wird eine Staubemission von weniger als 50 mg/Nm³ als BAT angesehen. In Kapitel „Candidate BAT“ hingegen wird davon ausgegangen, dass MEEP²⁸ und ESCS²⁸ Staubkonzentrationen < 40 mg/Nm³ erreichen. Für eine weitere Art von weiterentwickelten E – Filtern werden die erreichbaren Emissionen mit 20 – 30 mg/Nm³ angegeben. Messwerte von Referenzanlagen bestätigen die oben angegebenen Konzentrationen (siehe auch Tabelle 5-5). Im Vergleich zu diesen niedrigeren Staubkonzentrationen, die mit den fortschrittlichen Verfahren erzielt werden könnten, liegen die österreichischen Grenzwerte doch erheblich höher. Diese niedrigeren Werte, die moderne Elektrofilter erreichen können wurden bei der Bestimmung des BAT Wertes nicht herangezogen.

Für SO₂ wird zwar beim Einsatz von Sekundärmaßnahmen (feuchte Entschwefelung) im BAT Dokument ein wesentlich niedrigerer Wert (< 100 mg/Nm³) als in der österreichischen Verordnung angegeben, allerdings wird die Anwendung dieser Technologie aufgrund der hohen Kosten stark eingeschränkt. Auch hier tritt ein Widerspruch zu Kapitel 4 „Candidate BAT“ auf. Die in diesem Kapitel angegebenen Referenzanlagen (siehe Tabelle 5-8) erreichen alle weniger als 30 mg/Nm³, somit erheblich weniger als die als BAT festgelegten 100 mg/Nm³.

Für drei Schadstoffe, für die im BGBl. II 1997/163 ein Grenzwert festgelegt wird sind im Eisen und Stahl BAT Dokument für Sinteranlagen keine BAT Werte festgelegt.

Zur Minderung der NO_x Konzentration im Abgas wird die selektive katalytische Reduktion als BAT angesehen (allerdings wieder mit der Einschränkung der Kosten siehe auch SO₂). Im Kapitel „Candidate BAT“ werden NO_x Konzentrationen von zwei Referenzanlagen angeführt, die mit 37 bzw. 100 – 120 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) deutlich unter dem österreichischen Grenzwert liegen. Auch die derzeit von europäischen Sinteranlagen ohne SCR erreichten NO_x Konzentrationen liegen mit 200 – 310 mg/Nm³ (siehe Tabelle 5-1, kein Zeitbezug) deutlich unter dem österreichischen Grenzwert von 400 mg/Nm³; so dass in diesem Bereich offenbar der österreichische Grenzwert von vielen europäischen Sinteranlagen erheblich unterschritten wird.

Für die beiden weiteren Schadstoffe, HCl und HF liegen die Emissionen europäischer Sinteranlagen derzeit zwischen 7 und 28 mg/Nm³ für HCl²⁹ und 0.6 – 1.5 mg/Nm³ für HF²⁹ (siehe Tabelle 5-1). Insbesondere der Wert für HF Emissionen liegt erheblich unter dem österreichischen Grenzwert von 5 mg/Nm³. Beispielhaft sei auch noch die Anlage in Bremen angeführt die mit einem Faserfilter und unter Zugabe von Additiven, unter anderem auch die HCl und HF Emissionen reduziert. Dabei werden für HCl Konzentrationen von ~ 11 mg/Nm³ und für HF von etwa 0.2 mg/Nm³ erreicht. Obwohl Daten für HCl und HF Emissionen in verschiedenen Kapiteln vorhanden sind wurden keine BAT Werte für HCl und HF in das BAT Kapitel aufgenommen.

Die Abwasseremissionen von Sinteranlagen werden in Österreich durch die Abwasseremissionsverordnung Eisen – Metallindustrie (BGBl. II 1997/345) geregelt. Für Sinteranlagen gelten die in Anlage B dieser Verordnung festgelegten Emissionsbegrenzungen. Ebenfalls von oben genannter Verordnung erfasst sind Abwässer die beim Reinigen der Abluft von Sinteranlagen unter Einsatz von wässrigen Medien entstehen. Die Verordnung ist am 28. November 1998 in Kraft getreten. Anlagen die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens eine bestehende

²⁸ MEEP Moving electrode electrostatic precipitator; ESCS Electrostatic Space Cleaner Super

²⁹ Es wurde kein Zeitbezug angegeben.

rechtmäßige Genehmigung für die Einleitung von Abwässern hatten müssen innerhalb von 7 Jahren (28. November 2005) die Anforderungen dieser Verordnung erfüllen.

Im Allgemeinen sind Nasswäscher, wenn sie zur Abluftreinigung in Sinteranlagen verwendet werden, die bedeutendste Abwasserquelle innerhalb einer Sinteranlage. Aus diesem Grund vergleicht Tabelle 5-12 die im BGBl. II 1997/345 vorgeschriebenen Emissionsbegrenzungen mit den Werten die für Abwasser aus der Rauchgasreinigung und für Spülwasser aus Sinteranlagen als BAT angesehen werden (siehe Tabelle 5-10). Ebenfalls in Tabelle 5-12 werden die erreichten Emissionswerte einer österreichischen Anlage, die Abwasser aus der Abluftreinigung und aus der Elektrofilterstaubextraktion behandelt, dargestellt.

Tabelle 5-12: Vergleich des BGBl. II 1997/345 mit BAT Werten und gemessenen Abwasserwerten einer österreichischen Anlage

| | BGBl. II 1997/345 ³⁰ | | BAT – Wert ²⁹ | gemessene Emissionswerte ³¹ | |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| | Konzentration | Emissionsfaktor | Konzentration | Konzentration | Emissionsfaktor |
| abfiltrierb. Substanzen | 50 mg/l | – | – | 8 mg/l | 0.5 mg/t _{Sinter} |
| Blei | 0.5 mg/l | 0.25 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.006 mg/l | 0.0004 mg/t _{Sinter} |
| Cadmium | 0.1 mg/l | 0.05 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.002 mg/l | 0.00013 mg/t _{Sinter} |
| Chrom _{gesamt} | 0.5 mg/l | 0.25 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.009 mg/l | 0.0006 mg/t _{Sinter} |
| Eisen | 2.0 mg/l | 1.0 g/t _{Sinter} | – | 0.23 mg/l | 0.014 mg/t _{Sinter} |
| Kupfer | 0.5 mg/l | 0.25 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.062 mg/l | 0.004 mg/t _{Sinter} |
| Quecksilber | 0.005 mg/l | 0.0025 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.001 mg/l | 0.00009 mg/t _{Sinter} |
| Zink | 1.0 mg/l | 0.5 g/t _{Sinter} | 0.1 mg/l | 0.026 mg/l | 0.0016 mg/t _{Sinter} |
| Ammonium | 20 mg/l | – | – | 110 mg/l | 7.1 mg/t _{Sinter} |
| Fluorid | 30 mg/l | – | – | 6.7 mg/l | 0.43 mg/t _{Sinter} |
| Nitrit | 1.0 mg/l | – | – | 0.64 mg/l | 0.04 mg/t _{Sinter} |
| Sulfit | 1.0 mg/l | – | – | – | – |
| CSB Wert | 150 mg/l | 75 g/t _{Sinter} | – | – | – |
| TOC | – | – | 20 mg C/l | 17 mg/l | 1.1 mg/t _{Sinter} |

Ein Vergleich der Grenzwerte laut österreichischer Gesetzgebung mit den BAT Werten zeigt, dass für beinahe alle angegebenen Schadstoffe die BAT Werte deutlich niedriger liegen als die Grenzwerte nach BGBl. II 1997/345. Die einzigen Ausnahmen bilden die Grenzwerte für Quecksilber und Cadmium. Der Grenzwert für Quecksilber ist in der österreichischen Gesetzgebung deutlich geringer (etwa um den Faktor 20). Der Grenzwert für Cadmium liegt jeweils bei 0.1 mg/l. Eine Auswirkung auf bestehende Anlagen in Österreich ist trotz der niedrigen BAT Werte nicht zu erwarten, weil sie bereits zurzeit deutlich sowohl unter den österreichischen Grenzwerten (auch für Quecksilber) als auch unter den BAT Werten liegen (siehe Tabelle 5-12).

³⁰ bei Einleitung in ein Fließgewässer; Ein Emissionswert gilt als eingehalten wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen vier Meßwerte nicht größer als der Grenzwert sind und lediglich ein Meßwert um maximal 50 % den Emissionsgrenzwert überschreitet.

³¹ erreichte Emissionskonzentration und Emissionsfaktoren des AIRFINE Systems bei der Sinteranlage der VOEST Alpine Stahl AG in Linz

Der einzige Parameter bei dem die oben angeführte österreichische Anlage zurzeit noch über dem Grenzwert laut Abwasseremissionsverordnung (muss für Altanlagen erst ab November 2005 eingehalten werden) liegt, ist der Gehalt an Ammonium. Hierzu sei bemerkt, dass alle angegebenen Grenzwerte sich auf das Einleiten in ein Fließgewässer beziehen. Bei Einleitung in die öffentliche Kanalisation wird für Ammonium kein Grenzwert vorgeschrieben³².

5.5 Hochöfen

Das Kapitel 7, das sich mit dem Hochofenprozess beschäftigt umfasst insgesamt 44 Seiten. Es ist entsprechend der General Outline in fünf Kapitel unterteilt. Die ersten beiden Kapitel bilden dabei den beschreibenden Teil, in dem eine Prozessbeschreibung (Kapitel 7.1) und eine Darstellung der gegenwärtigen Verbrauchs- und Emissionswerte (Kapitel 7.2) gegeben wird. Insgesamt umfassen diese beiden Kapitel 21 Seiten. Das Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) stellt mit 18 Seiten das umfangreichste Kapitel dar. Die Kapitel 4 „BAT“ (Kapitel 7.4) und 5 „Emerging Techniques“ (Kapitel 7.5) sind eher kurz dargestellt und umfassen gemeinsam nur 5 Seiten.

5.5.1 Hochöfen Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)

Im ersten Unterkapitel (7.1) wird zunächst der Hochofenprozess auf 9 Seiten beschrieben. Dabei beschränkt sich die Beschreibung nicht nur auf die eigentlichen Prozesse und Vorgänge im Hochofen, sondern auch wichtige periphere Teile, die zur Rohstoff- und Energiebereitstellung und zum Produkt- und Nebenproduktabtransport dienen, werden beschrieben. Unter anderem werden die Winderhitzer und die Hochofengießhalle genauer betrachtet. Ebenfalls in diesem Kapitel beschrieben werden verschiedene Möglichkeiten zur Aufarbeitung von Hochofenschlacke, die mengenmäßig der bedeutendste Reststoff aus dem Hochofenprozess ist.

In Unterkapitel 2 (Kapitel 7.2) erfolgt die Beschreibung von gegenwärtigen Emissionen und gegenwärtigem Ressourcenverbrauch europäischer Hochöfen. Bei den meisten angegebenen Messwerten und Emissionsfaktoren fehlt die Angabe der Messbedingungen und des Zeitbezugs. Die bedeutendsten Rohmaterialien für den Hochofenprozess sind in Tabelle 5-13 dargestellt. Zusätzlich wird noch Sauerstoff, Dampf, Druckluft und Wasser benötigt. Die Angaben stammen von vier europäischen Hochöfen aus vier unterschiedlichen EU – Staaten.

Tabelle 5-13: Spezifischer Rohmaterial- und Energieverbrauch in vier europäischen Hochöfen

| Rohmaterial | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Sinter ³³ | 720 – 1480 kg/t _{Roheisen} | Heizöl schwer ³⁴ | 0 – 60 kg/t _{Roheisen} |
| Eisenerz ³³ | 25 – 350 kg/t _{Roheisen} | Kalk | 0 – 10 kg/t _{Roheisen} |
| Pellets ³³ | 100 – 770 kg/t _{Roheisen} | recyc. Material | 2 – 8 kg/t _{Roheisen} |
| Koks ³³ | 280 – 410 kg/t _{Roheisen} | Kunststoffe ³⁵ | 0 – 30 kg/t _{Roheisen} |
| Kohle ³⁶ | 0 – 180 kg/t _{Roheisen} | | |

³² Bei Gefahr der Geruchsbelästigung oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Bereich der öffentlichen Kanalisations- oder Kläranlage ist der Emissionswert gemäß Ö-Norm B 2503 September 1992 festzulegen.

³³ Die Mengen sind stark von individuellen Standortbedingungen abhängig.

³⁴ Bei Öleindüsung, kann bei anderen Hochöfen bis zu 140 kg/t_{Roheisen} betragen.

³⁵ 1998 wird die Eindüsung von Kunststoffen nur in zwei Hochöfen innerhalb der EU durchgeführt.

| Rohmaterial | | | |
|------------------|--------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| Energieverbrauch | | | |
| Gichtgas | 1050 – 2700 MJ/t _{Roheisen} | Erdgas | 50 – 230 MJ/t _{Roheisen} |
| Kokereigas | 90 – 540 MJ/t _{Roheisen} | Elektrizität | 270 – 370 MJ/t _{Roheisen} |

Tabelle 5-14 zeigt die Emissionsfaktoren für gasförmige Schadstoffe, den Anfall an Reststoffen und Nebenprodukten, sowie den Anfall an Abwasser. Die Angaben stammen wiederum von vier Hochöfen aus vier verschiedenen EU – Staaten. Die Emissionsfaktoren sind nicht auf eine Tonne Roheisen sondern auf eine Tonne Rohstahl bezogen und beziehen sich auf die Emissionen des gesamten Hochofens. Zur Umrechnung wurde ein Faktor von 940 kg Roheisen pro Tonne Rohstahl verwendet. Emissionen die durch die Verbrennung des Gichtgases in anderen Anlagen wie z.B. dem Sauerstoffkonverter oder der Kokerei entstehen sind nicht berücksichtigt.

Tabelle 5-14: Emissionsfaktoren und Reststoffanfall vier europäischer Hochöfen

| Gasförmige Emissionen | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|--|
| Staub | 10 – 50 g/t _{Rohstahl} | NO _x | 30 - 120 g/t _{Rohstahl} |
| Mn | < 0.01 – 0.13 g/t _{Rohstahl} | H ₂ S | 0.2 – 20 g/t _{Rohstahl} |
| Ni | < 0.01 – 0.02 g/t _{Rohstahl} | CO | 770 – 1750 g/t _{Rohstahl} |
| Pb | < 0.01 – 0.12 g/t _{Rohstahl} | CO ₂ | 280 – 500 kg/t _{Rohstahl} |
| SO _x | 20 – 230 g/t _{Rohstahl} | PCDD/F | < 0.001 – 0.004 µg I-TEQ/t _{Rohstahl} |
| Reststoffe/Nebenprodukte | | | |
| Schlacke | 200 – 290 kg/t _{Rohstahl} | Gichtgasstaub | 6 – 16 kg/t _{Rohstahl} |
| Gichtgasschlamm | 3 – 5 kg/t _{Rohstahl} | Rinnenschutt | 14 – 25 kg/t _{Rohstahl} |
| Staub aus der Gießhallenentstaubung | | | 0.5 – 1.5 kg/t _{Rohstahl} |
| Abwasser | | | |
| Abwasser | 0.1 – 3.3 m ³ /t _{Rohstahl} | | |

Vor allem für die Emissionen in die Luft wurden zusätzlich zu den Gesamtemissionen des Hochofenprozesses auch noch Emissionen einzelner Prozessabschnitte wie z.B. Emissionen der Winderhitzer angegeben. Tabelle 5-15 gibt einen Überblick über die verschiedenen Quellen und führt, soweit vorhanden Schadstoffkonzentrationen und Emissionsfaktoren der einzelnen Quellen an.

³⁶ Kohle wird nur dann benötigt wenn Kohlestaubeindüsung verwendet wird, was heute schon häufig, aber nicht überall gemacht wird (im Falle der Kohlestaubeindüsung 140 – 180 kg/t_{Roheisen}).

Tabelle 5-15: Emissionsfaktoren und Schadstoffkonzentrationen im Hochofenprozess

| Emissionen aus den Winderhitzern | | |
|---|---------------------------------|----------------------------------|
| Schadstoff | Konzentration | Emissionsfaktoren |
| SO ₂ (angereichertes Gichtgas) | 160 – 400 mg/Nm ³ | 20 – 250 g/t _{Roheisen} |
| SO ₂ (Mischung Gicht- und Kokereigas) | – | < 400 g/t _{Roheisen} |
| NO _x | 70 – 400 mg/Nm ³ | 10 – 580 g/t _{Roheisen} |
| Staub | < 10 mg/Nm ³ | 3 – 6 g/t _{Roheisen} |
| CO (innenliegender Brennschacht) | < 2500 mg/Nm ³ | < 2700 g/t _{Roheisen} |
| CO (außenliegender Brennschacht) | < 50 mg/Nm ³ | – |
| Emissionen aus der Begichtung und Beförderung | | |
| Alle Schadstoffe die im Gichtgas vorliegen, können emittiert werden (hauptsächlich CO und Staub). | | |
| Emissionen aus der Verbrennung von Gichtgas (als indirekte Emission) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ungereinigtes Gichtgas enthält Staub (inklusive Schwermetalle), CO, CO₂, NH₃, Schwefel- und Zyanidverbindungen, Kohlenwasserstoffe und PAKs. • Die Behandlung von Gichtgas besteht normalerweise aus einer Abscheidung der groben Partikel und einem Nasswäscher zur Abscheidung von Feinstaub (+ Schwermetalle), SO₂ und Zyanidverbindungen. • Nach der Behandlung beträgt der Staubgehalt weniger als 10 mg/Nm³. Dieser Staub wird an der Einsatzstelle des Gichtgases emittiert. | | |
| Emissionen aus der Gießhalle | | |
| Schadstoff | Konzentration | Emissionsfaktoren |
| Staub ³⁷ | < 10 mg/Nm ³ | 2 – 85 g/t _{Roheisen} |
| SO ₂ | – | 2 – 270 g/t _{Roheisen} |
| NO _x | – | 1 – 29 g/t _{Roheisen} |
| H ₂ S | – | 0.3 – 4 g/t _{Roheisen} |
| Emissionen aus der Schlackeverarbeitung | | |
| Schadstoff | Emissionsfaktoren | |
| H ₂ S | 1 – 320 g/t _{Roheisen} | |
| SO ₂ | 1 – 150 g/t _{Roheisen} | |

Für die in Tabelle 5-14 angegebenen Reststoffe und Nebenprodukte wie Hochofenschlacke, Gichtgasstaub und Gichtgasschlamm sind im BREF in der weiteren Folge typische Zusammensetzungen angegeben. Das ist deshalb von großer Bedeutung, weil die weitere Verwendung einzelner Reststoffe sehr stark von deren Zusammensetzung (z.B. Blei – und Zinkgehalt) abhängt. Angaben über die Art der Ermittlung der Daten, wie beispielsweise Analysemethoden, Probenentnahme, Zeitbezug, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen sind nicht bekannt.

³⁷ Die Staubemissionen hängen von der Abscheidetechnik und von der Effizienz der Staubsammeleinrichtung ab. Der angegebene Wert von < 10 mg/Nm³ bezieht sich auf die Verwendung von Faserfiltern

5.5.2 Hochofen Kapitel 3 (Candidate BAT)

Wie schon in Unterkapitel 3 des Kapitels Sinteranlagen erfolgt auch bei der Beschreibung der „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) für den Hochofenprozess eine übersichtliche Unterteilung in Primär- und Sekundärmaßnahmen. Insgesamt werden auf 18 Seiten 11 verschiedene Techniken beschrieben, die entweder zu Einsparung von Energie, zur Reduktion von Emissionen oder zur Verringerung des Abwassers und der zu deponierenden Abfälle eingesetzt werden können.

5.5.2.1 Primärmaßnahmen

Insgesamt werden 5 Primärmaßnahmen beschrieben, von denen der Großteil (4 Maßnahmen) eine Verringerung des Energiebedarfs bzw. eine Verbesserung der Energierückgewinnung bezweckt. Die fünfte Maßnahme verringert die Emissionen aus der Gießhalle. Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen kurz beschrieben und ihre wesentlichen Einflüsse auf die Umwelt dargestellt.

Direkteindüsung von Reduktionsmittel (PM 1):

Durch das direkte Eindüsen von Reduktionsmitteln (Kohle, Öl, ...) in den Hochofen, wird der Bedarf an Koks im Hochofen verringert. Bei einer Einblasrate von 180 kg Kohle pro Tonne Roheisen können ungefähr $0.68 \text{ GJ/t}_{\text{Roheisen}}$ eingespart werden. Diese $0.68 \text{ GJ/t}_{\text{Roheisen}}$ entsprechen in etwa 3.6 % des Bruttoenergiebedarf des gesamten Hochofens. Neben den Energieeinsparungen ergibt sich durch die Substitution von Koks noch der zusätzliche positive Effekt, dass durch den verringerten Koksverbrauch auch die Emissionen aus der Kokerei geringer werden.

Energiegewinnung aus dem Gichtgas (PM 2):

Gichtgas enthält 20 – 28 % CO und 1 – 5 % Wasserstoff. Der Heizwert des Gichtgases variiert von $2.7 - 4.0 \text{ MJ/Nm}^3$. Aufgrund dieses niedrigen Heizwerts wird Gichtgas häufig mit Kokereigas oder Erdgas angereichert. Nichtsdestotrotz kann aufgrund der großen anfallenden Menge an Gichtgas eine erhebliche Menge an Energie durch die Verbrennung von Gichtgas wiedergewonnen werden. Insgesamt verlässt Gichtgas mit einem Energieinhalt von ungefähr $5 \text{ GJ/t}_{\text{Roheisen}}$ den Hochofen. Das entspricht einem Anteil von 30 % am Bruttoenergiebedarf des Hochofens. Zur Verbrennung muss das Gichtgas gereinigt werden, wobei feste Rückstände (Recycling zur Sinteranlage) und Abwasser entstehen.

Eine weitere Möglichkeit zur Energiegewinnung aus Gichtgas besteht bei Gegendruckhochöfen. Bei einem Überdruck von 2 – 2.5 bar im Gichtgas können mittels einer Expansionsturbine bis zu 15 MW Elektrizität erzeugt werden. Energieeinsparungen von bis zu $0.4 \text{ GJ/t}_{\text{Roheisen}}$ sind für eine 15 MW Turbine kalkuliert worden. Diese Energieeinsparung entspricht einem Anteil von 2 % des Bruttoenergiebedarfs eines Hochofens.

Energieeinsparungen bei den Winderhitzern (PM 3):

Für Energieeinsparungen bei Winderhitzern werden vier verschiedene Techniken vorgeschlagen. Tabelle 5-16 zeigt diese Techniken und die Höhe der möglichen Energieeinsparungen bei Anwendung dieser Techniken.

Tabelle 5-16: Energieeinsparmöglichkeiten bei Winderhitzern

| Technik | Energieeinsparung |
|--|------------------------------------|
| Computerunterstützter Betrieb der Winderhitzer | ~ 0.1 GJ/t _{Roheisen} |
| Vorheizung des Brennstoffs | ~ 0.3 GJ/t _{Roheisen} |
| Verbesserung der Verbrennung durch passende Brenner | 0.04 GJ/t _{Roheisen} |
| Schnelle O ₂ Messungen ⇒ Adaption der Verbrennungsbedingungen | |
| Gesamt | 0.5 GJ/t_{Roheisen} |

Möglicherweise kann es durch die Vorheizung des Brennstoffs und durch Erhöhung der Abgastemperatur zu einer Erhöhung der NO_x Bildung kommen. Durch die Verwendung von modernen Brenner können die NO_x Emissionen reduziert werden.

Verwendung von teerfreien Gießrinnenauskleidungen (PM 4):

Durch die Verwendung von teerfreien Gießrinnenauskleidungen können die Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen und von PAKs erheblich reduziert werden. Tabelle 5-17 zeigt die, basierend auf einem theoretischen Modell berechneten möglichen Emissionsreduktionen für VOCs und PAKs.

Tabelle 5-17: Emissionsreduktion durch Verwendung von teerfreien Gießrinnenauskleidungen

| Schadstoff | traditionelle Auskleidung | teerfreie Auskleidung | Emissionsreduktion |
|--|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| flüchtige organische Verbindungen (VOC) | 100 g/t _{Roheisen} | 1 g/t _{Roheisen} | 99 % |
| polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | 3.5 g/t _{Roheisen} | 0.03 g/t _{Roheisen} | 99 % |

5.5.2.2 Sekundärmaßnahmen

Von den insgesamt sechs angeführten Sekundärmaßnahmen, die als „Candidate BAT“ angesehen werden befassen sich 4 Maßnahmen mit der Reduktion von Emissionen in die Luft. Jeweils eine Maßnahme dient zur Behandlung und Wiederverwendung von Abwasser, beziehungsweise zur Vermeidung der Deponierung von Abfällen.

Reinigen des Gichtgases (SM 1):

Bevor Gichtgas zur Gewinnung seines Energieinhaltes verwendet werden kann (siehe Kapitel 5.5.2.1) muss es gereinigt werden, um Staub, Zyanide (HCN), Ammoniak und schwefelhaltige Verbindungen abzutrennen. Diese Reinigung erfolgt gewöhnlich in einem zweistufigen Prozess. In einer ersten Stufe wird der Grobstaub entfernt. Für die zweite Stufe, die vor allem zur Entfernung des Feinstaubes eingesetzt wird, wird häufig eine Nasswäscher verwendet. Staubkonzentrationen < 10 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) werden damit erreicht. Auch Werte bis zu 1 mg/Nm³ sind bereits erreicht worden. Als Reststoffe fallen dabei der Staub aus der ersten Stufe (recycelt zur Sinteranlage) und der Schlamm aus dem Nasswäscher, der die feineren Staubpartikel enthält an. Maßnahmen zur Behandlung dieses Schlammes und des Abwassers aus dem Wäscher werden mit nachfolgenden Techniken beschrieben.

Entstaubung der Gießrinnen und des Abstichloches (SM 2):

Während dem Abstechen des Roheisens werden etwa 400 – 1500 g Staub pro Tonne Roheisen frei, wenn keine Abgasreinigung verwendet wird. Durch Absaugung des Staubes von den Gießrinnen und dem Abstichloch, kann diese Menge erheblich verringert werden.

Die spezifische abgesaugte Abgasmenge beträgt zwischen 1200 – 3300 Nm³/t_{Roheisen}. Mit effizienter Staubabsaugung und einem effizienten Abscheidesystem (z.B. Faserfilter) können Emissionsfaktoren von weniger als 10 g/t_{Roheisen} erzielt werden. Sowohl die Staubsammel-effizienz als auch der Abscheidegrad der Faserfilter kann 99 % überschreiten. Zusätzliche Energie (0.007 GJ/t_{Roheisen}) wird für die Ventilatoren benötigt.

Unterdrückung der Staubbildung während dem Gießen (SM 3):

Diese Technik versucht im Gegensatz zur vorher beschriebenen (siehe SM2) bereits die Bildung des Staubes zu verhindern. Dazu wird versucht das flüssige Metall durch Abdeckungen so gut wie möglich von der Luft abzuschirmen und damit die Bildung des Staubes (Fe₂O₃) zu verhindern. Der Platz zwischen Abdeckung und flüssigem Metall wird möglichst gering gehalten und kann falls notwendig mit Stickstoff geflutet werden.

Wie bereits bei der Beschreibung der Entstaubung der Gießrinnen erwähnt liegt die Staubemission zwischen 400 und 1500 g/t_{Roheisen} wenn keine Abgasreinigung verwendet wird. Durch die Technik der Unterdrückung der Staubbildung kann diese Menge auf etwa 12 g/t_{Roheisen} gesenkt werden.

Hydrozyklone zur Behandlung von Schlamm aus der Gichtgasreinigung (SM 4):

Etwa 3 – 5 kg Schlamm entstehen aus der Abgasreinigung des Gichtgases pro Tonne Roheisen. Dieser Schlamm besitzt einen relativ hohen Gehalt an Zink, der das Zurückführen des Schlammes auf die Sinteranlage verhindert. Hydrozyklone trennen diesen Schlamm in eine zinkarme Fraktion (Unterlauf) und in eine kleinere zinkreiche Fraktion (Oberlauf). Der Schlamm aus dem Unterlauf kann nun aufgrund seines geringeren Zinkanteils auf die Sinteranlage zurückgeführt werden. Der Oberlauf wird entweder deponiert oder in Erwartung zukünftiger Methoden gelagert. Durch diese Technik wird die Menge an Schlamm, die deponiert werden muss erheblich reduziert. Tabelle 5-18 gibt Auskunft über die Verteilung des Schlammes und der Zinkfraktion auf die beiden Fraktionen.

Tabelle 5-18: Verteilung des Schlammes und der Zinkfraktion bei der Verwendung von Hydrozyklonen

| | Schlammproduktion | Zinkgehalt | Gewicht ³⁸ | Behandlung |
|-----------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------|
| unbehandelter Schlamm | 1.0 – 9.7 kg/t _{Roheisen} | 0.1 – 2.5 % | 100 % | Hydrozyklon |
| Oberlauf | 0.2 – 2.7 kg/t _{Roheisen} | 1 – 10 % | 20 – 40 % | Deponie oder Lager |
| Unterlauf | 0.8 – 7.8 kg/t _{Roheisen} | 0.2 – 0.6 % | 60 – 80 % | Sinteranlage |

Behandlung und Wiederverwendung von Waschwasser (SM 5):

Zur Reinigung des Gichtgases wird gewöhnlich eine Nasswäsche verwendet. Für diese Nasswäsche werden etwa 0.3 – 4.0 l/Nm³ Wasser benötigt, das nach der Wäsche vor allem mit Feststoffen (1 – 10 kg/t_{Roheisen}), Zyaniden und Phenolen belastet ist. Die Behandlung des Waschwassers erfolgt größtenteils in kreisförmigen Absetzbecken, wobei die Absetzeigenschaften des Schlammes häufig durch die Zugabe von Flockungsmitteln verbessert wird.

³⁸ Die Angabe der Gewichtsprozentage ist auf die Trockenmasse bezogen.

Daten von sieben deutschen Anlagen zur Abwasserbehandlung von Waschwasser aus der Gichtgasreinigung zeigen, dass Konzentrationen von 10 – 50 mg/l an abfiltrierbaren Stoffen (kein Zeitbezug) erreicht werden. Zur Behandlung der Zyanide wird meistens Formaldehyd dem Abwasser zugegeben. Durch die Abwasserreinigung können große Recyclingraten für das Waschwasser erreicht werden. Etwa $0.1 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Roheisen}}$ werden mit dem abgeschiedenen Schlamm aus dem System ausgeschleust.

In Tabelle 5-20 ist unter anderem ein Beispiel für die Belastung von behandeltem Abwasser aus der Gichtgaswäsche einer niederländischen Anlage (wurde der technischen Arbeitsgruppe Eisen – und Stahlproduktion von den niederländischen Vertretern zur Verfügung gestellt) angeführt.

Rauchkondensation in der Schlackebearbeitung (SM 6):

Wie bereits in erwähnt kommt es bei der Weiterbearbeitung von Hochofenschlacke zu H_2S und SO_2 Emissionen. Durch die Kondensation der Dämpfe aus der Schlackebearbeitung können diese Emissionen reduziert werden. Die H_2S Emissionen können auf diese Art und Weise auf weniger als $10 \text{ g}/\text{t}_{\text{Roheisen}}$ reduziert werden. Auch Werte von nur $1 \text{ g}/\text{t}_{\text{Roheisen}}$ sind erreichbar.

5.5.3 Hochofen Kapitel 4 (BAT)

Wie auch das BAT Kapitel über Sinteranlagen besteht das BAT Kapitel über den Hochofenprozess (Kapitel 7.4) aus einer langen Einleitung von etwa $1 \frac{1}{2}$ Seiten und einem etwa gleich langen Teil in dem die „Besten verfügbaren Techniken“ für Hochöfen in 10 Punkten angeführt sind.

- 1.) Gichtgaswiederverwendung;
- 2.) Direkteinspritzung von Reduktionsmitteln:
Kohlestaub einspritzung bis zu $180 \text{ kg}/\text{t}_{\text{Roheisen}}$ ist bewährt, aber höhere Einspritzraten könnten möglich sein.
- 3.) Energiegewinnung aus dem Überdruck des Gichtgases wo die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sind;
- 4.) Winderhitzer:
 - Emissionskonzentration von Staub $< 10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ und $\text{NO}_x < 350 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (bezogen auf einen Sauerstoffgehalt von 3 %) sind erreichbar.³⁹
 - Energieeinsparungen wo es das Design erlaubt.
- 5.) Verwendung von teerfreien Gießrinnenauskleidungen;
- 6.) Behandlung von Gichtgas mit effizienter Entstaubung:
Grobstaub ist vorzugsweise mittels trockenen Trenntechniken abzutrennen (z.B. Prallblechen) und sollte wiederverwendet werden.
Zur Abtrennung von feinen Partikeln sollen
 - Wäscher oder
 - Nasselektrofilter oder
 - eine andere Technik verwendet werden, die die selben Emissionswerte erreicht.Eine Restkonzentration von Staub im Gichtgas $< 10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ ist erreichbar³⁹.

³⁹ Der Zeitbezug für die Emissionskonzentrationen fehlt.

- 7.) Gießhallenentstaubung (Abstichloch, Rinnen, Schlackenüberlauf, Torpedopfannenladepunkte):
- Die Emissionen sollen durch Abdeckung der Rinnen, Absaugung der angegebenen Quellen und Reinigung der abgesaugten Luft mittels Faser – oder Elektrofilter minimiert werden. Staubkonzentrationen von 1 – 15 mg/Nm³ können erreicht werden³⁹. Bezüglich der fugitiven Emissionen können 5 – 15 g Staub/t_{Roheisen} erreicht werden. Die Einfangrate der Rauchgase ist dabei bedeutend.
 - Unterdrückung der Rauchgasbildung durch die Verwendung von Stickstoff, in jenen speziellen Fällen, wo das Design der Gießhalle es zulässt und Stickstoff zur Verfügung steht.
- 8.) Behandlung des Waschwassers aus der Gichtgasreinigung:
- a) Wiederverwendung von möglichst viel Waschwasser;
 - b) Ausflockung und Sedimentation von abfiltrierbaren Substanzen (Restgehalte von < 20 mg/l Jahresmittelwert und 50 mg/l Tagesmittelwert sind erreichbar);
 - c) Hydrozyklonieren des Schlammes mit nachfolgender Wiederverwendung der Grobfraction wenn die Korngrößenverteilung eine vernünftige Trennung erlaubt.
- 9.) Minimierung der Emissionen aus der Schlackebehandlung und Minimierung der Deposition von Schlacke:
- Schlackebehandlung, vorzugsweise durch Granulierung wo Marktbedingungen es ermöglichen;
 - Kondensation der Dämpfe wenn eine Reduktion der Geruchsbelästigung benötigt wird;
 - Wenn Stückschlacke produziert wird, soll Wasserkühlung minimiert oder vermieden werden, soweit es der benötigte Platz erlaubt.
- 10.) Minimierung von festen Abfällen:
- Für feste Abfälle werden die folgenden Techniken als BAT angesehen (absteigende Priorität):
- a) Minimierung der Bildung von festen Abfällen;
 - b) Effektive Verwendung von festen Abfällen und Nebenprodukten; insbesondere Recycling von groben Staub aus der Gichtgasbehandlung und Staub aus der Gießhallenentstaubung, komplette Wiederverwendung der Schlacke (z.B. Zementindustrie, Straßenbau);
 - c) Kontrollierte Entsorgung von unvermeidbaren Abfälle/Nebenprodukten (z.B. feine Staubfraktion des Schlammes aus der Gichtgasbehandlung).

Nur für die beiden Schadstoffe Staub und NO_x werden in den oben angeführten Maßnahmen bzw. Techniken BAT Werte angegeben. Bei den restlichen Punkten werden lediglich die Maßnahmen angeführt, aber auf eine Festlegung der erreichbaren Werte wird verzichtet. Ein Beispiel ist die Reduktion der VOC und PAK Emissionen durch Verwendung von teerfreien Gießrinnenauskleidungen. Im Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) werden noch Emissionsreduktionsraten und Emissionsfaktoren, die sich bei Verwendung dieser Technik ergeben angeführt. Im „BAT“ Kapitel (Kapitel 7.4) wird lediglich die Technik angeführt, aber keinerlei Information über die mögliche Emissionsreduktion gegeben. Diese Information würde bei Nichtübersetzung des Kapitels „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) für einen Teil der Benutzer verloren gehen.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Darstellung der Techniken zur Reduktion der H₂S Emissionen aus der Schlackebehandlung. Sind im Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) noch erreichbare Emissionsfaktoren von H₂S bei Verwendung der Dampfkondensation bei der Schlackebehandlung angegeben, so werden im „BAT“ Kapitel lediglich die Techniken, aber keine Emissionswerte oder Emissionsfaktoren genannt.

5.5.4 Hochofen Kapitel 5 (Emerging Techniques)

Auch für den Bereich des Hochofenprozesses ist das Kapitel über Techniken, die sich gerade in Entwicklung befinden (Kapitel 7.5) sehr kurz ausgefallen. Es werden drei Techniken beschrieben, die im Folgenden nur namentlich genannt werden sollen:

- High Oxy Kohle Technik;
- Reduktion der CO Emissionen aus den Winderhitzern, bei Verwendung eines innenliegenden Brennschachts;
- Wärmezurückgewinnung aus der Schlacke.

5.5.5 Vergleich der Kapitel 7.2 bis 7.4 des BAT Dokuments mit österreichischen Standards

In Österreich ist der Betrieb von Hochöfen in der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl II 1997/160) gemäß § 82 GewO geregelt. Diese Verordnung ist am 18. Juni 1997 in Kraft getreten. Sie schreibt Emissionsgrenzwerte für Staub, Schwefeloxide, Stickoxide und Zyanide in § 4 Abs. 1 vor. Als Grenzwert für TOC, HCl, HF, CO und Schwermetalle sind die allgemeinen Grenzwerte der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl II 1997/160), die in § 3 festgelegt werden heranzuziehen. Alle Emissionsgrenzwerte müssen auf trockenes Rauchgas bei 0 °C und 1 013 hPa bezogen werden. Die Emissionen sind bei Verwendung von gasförmigen Brennstoffen, wie es bei Hochöfen (besonders bei den Winderhitzern) üblich ist, auf einen Sauerstoffgehalt von 3 % Volumenkonzentration zu beziehen. Altanlagen, die vor Inkrafttreten der Verordnung bereits genehmigt waren, müssen der Verordnung spätestens fünf Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung (am 18. Juni 2002) entsprechen. Hochöfen, die Teile von im Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung bereits genehmigter Anlagen sind, müssen dieser Verordnung spätestens mit Abschluss der dem Inkrafttreten dieser Verordnung folgenden Hochofenzustellung entsprechen.

In der folgenden Tabelle ist eine Gegenüberstellung der als BAT angesehenen Emissionswerte mit den Grenzwerten der oben beschriebenen österreichischen Verordnung dargestellt.

Tabelle 5-19: Vergleich von Emissionsgrenzwerten laut BGBl. II 1997/160 mit BAT Werten von Hochöfen

| Schadstoff | BGBl. II 1997/160 ⁴⁰ | BAT – Wert |
|-----------------|---------------------------------|---|
| Staub | 50 mg/Nm ³ | < 10 mg/Nm ³ Winderhitzer < 10 mg/Nm ³ Gichtgas 1 – 15 mg/Nm ³ Gießhallenentstaubung |
| SO _x | 500 mg/Nm ³ | – |
| NO _x | 500 mg/Nm ³ | 350 mg/Nm ³ |
| Zyanide | 5 mg/Nm ³ | – |

⁴⁰ Bei kontinuierlichen Messungen gilt der Grenzwert als eingehalten wenn, kein Tagesmittelwert den Grenzwert überschreitet, weniger als 3 % der Beurteilungswerte den Grenzwert um mehr als 20 % überschreiten und kein Halbstundenmittelwert das Zweifache des Emissionsgrenzwertes überschreitet.

Bei Einzelmessungen sind innerhalb eines Zeitraums von drei Stunden drei Meßwerte als Halbstundenmittelwert zu bilden. Der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn kein Beurteilungswert den Grenzwert überschreitet.

Wie bereits erwähnt sind im BAT Kapitel (siehe auch Kapitel 5.5.3) nur für zwei Schadstoffe mit BAT assoziierte Emissionswerte angegeben. Diese Werte liegen durchwegs deutlich unter den Werten, die in der österreichischen Verordnung vorgegeben werden. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass im BAT Dokument kein Zeitbezug für die Emissionswerte angegeben ist. Die Werte für Staubkonzentrationen und Stickoxidkonzentrationen aus den Winderhitzern sind ebenso wie die Werte der österreichischen Verordnung auf einen Sauerstoffgehalt von 3 % bezogen. Auf einen Widerspruch im BAT Dokument sei an dieser Stelle nochmals hingewiesen. Als BAT Wert für die Entstaubung der Gießhallen wird ein Bereich von 1 – 15 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) angegeben, während in Kapitel 7.2 „Present Emission and Consumption Levels“ in dem die derzeitigen Emissionen beschrieben werden angeführt ist, dass in vielen Fällen, in denen Sackfilter zur Entstaubung verwendet werden weniger als 10 mg/Nm³ Staub erreicht werden. Auf jeden Fall liegt der österreichische Grenzwert mit 50 mg/Nm³ deutlich sowohl über den als BAT angesehenen Werten (siehe Kapitel 5.5.3) als auch über den derzeit erreichten Werten verschiedener europäischer Hochöfen. Sofern österreichische Anlagen nicht heute schon die erheblich niedrigeren BAT werte einhalten ist durch das BAT Dokument in diesem Bereich mit einer Verringerung der Emissionen insbesondere bei Altanlagen zu erwarten.

Für Zyanide (angegeben als HCN) gilt bei kontinuierlichem Betrieb der Anlage in Voll- oder Teillast in Österreich ein Grenzwert von 5 mg/Nm³. Im BAT Dokument sind keine BAT Werte für Zyanide angegeben, und auch zu derzeit erreichten Emissionen liegen kaum Informationen vor. Die einzigen angegebenen Zyanidkonzentrationen beziehen sich auf das Gichtgas vor der zweistufigen Reinigung. Diese liegen mit 0.26 bis 1 mg/Nm³ (angegeben als CN⁻)⁴¹ deutlich unter dem österreichischen Grenzwert.

Ein Vergleich mit derzeit von österreichischen Anlagen erreichten Schadstoffkonzentrationen kann leider nicht durchgeführt werden, weil die Verwendung der zur Verfügung stehenden Daten von der betroffenen Firma nicht gestattet wurde.

Die Abwasseremissionen von Anlagen zur Roheisenherstellung werden in Österreich durch die Abwasseremissionsverordnung Eisen – Metallindustrie (BGBl. II 1997/345) geregelt. Für Hochöfen gelten die in Anlage C dieser Verordnung festgelegten Emissionsbegrenzungen⁴². Ebenfalls von oben genannter Verordnung erfasst sind Abwässer die beim Reinigen der Abluft (Gichtgas) von Hochöfen unter Einsatz von wässrigen Medien entstehen. Die Verordnung ist am 28. November 1998 in Kraft getreten. Anlagen die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens eine bestehende rechtmäßige Genehmigung für die Einleitung von Abwässern hatten, müssen innerhalb von sieben Jahren (28. November 2005) die Anforderungen dieser Verordnung erfüllen.

Ein Vergleich dieser österreichischen Abwasseremissionsverordnung mit den BAT Werten ist nur sehr begrenzt möglich, da BAT Werte nur für den Parameter abfiltrierbare Stoffe angegeben sind. In der österreichischen Verordnung liegt dieser Grenzwert bei 50 mg/l. Dieser Wert deckt sich mit dem BAT Tagesmittelwert. Als Jahresmittelwert ist ein BAT Wert von 20 mg/l angegeben.

Zum Vergleich mit der österreichischen Abwasseremissionsverordnung wird in Ermangelung anderer Daten das Beispiel für Abwasser aus der Gichtgaswäsche, das im Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 7.3) angeführt ist herangezogen.

⁴¹ Es wurde kein Zeitbezug angegeben.

⁴² Ein Emissionswert gilt als eingehalten wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen vier Meßwerte nicht größer als der Grenzwert sind und lediglich ein Meßwert um maximal 50 % den Emissionsgrenzwert überschreitet.

Tabelle 5-20: Vergleich der Grenzwerte laut BGBl. II 1997/345 mit einer Beispielanlage für Abwasser aus der Gichtgaswäsche

| Parameter | BGBl. II 1997/345 ^{42, 43} | Beispielanlage |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------|
| abfiltrierbare Substanzen | 50 mg/l | 16.1 mg/l |
| Blei (Pb) | 0.5 mg/l | 0.089 mg/l |
| Eisen (Fe) | 2 mg/l | – |
| Kupfer (Cu) | 0.5 mg/l | 0.0127 mg/l |
| Nickel (Ni) | 0.5 mg/l | 0.039 mg/l |
| Quecksilber (Hg) | 0.005 mg/l | < 0.0001 mg/l |
| Zink (Zn) | 2 mg/l | 1.051 mg/l |
| CN ⁻ | 0.5 mg/l | 0.7 mg/l |
| Fluorid | 30 mg/l | – |
| Nitrit | 1 mg/l | – |
| CSB | 100 mg/l | 51 mg/l |
| Summe der KW | 10 mg/l | – |
| Phenolindex | 0.1 mg/l | – |
| PAK – EPA | – | 0.0031 mg/l |
| Kjeldal – N | – | 133 mg/l |
| Chrom (Cr) | – | 0.0334 mg/l |
| Sulfide (H ₂ S) | – | 2.2 mg/l |

Die Beispielanlage liegt bei fast allen Parametern deutlich unter den in der österreichischen Abwasseremissionsverordnung angegebenen Grenzwerten. Leider liegen keine Informationen über die verwendete Abwasserbehandlung in der Beispielanlage vor. Auch Angaben über Probenentnahme, Analysenmethode, Zeitbezug, usw. fehlen bei der Beispielanlage.

5.6 Sauerstoffstahlwerk und Gießerei

Das Kapitel 8, das sich mit der Sauerstoffstahlerzeugung und der Stranggussanlage beschäftigt umfasst insgesamt 57 Seiten. Es ist entsprechend der General Outline in fünf Kapitel unterteilt. Die ersten beiden Kapitel bilden dabei den beschreibenden Teil, in dem eine Prozessbeschreibung (Kapitel 8.1) und eine Darstellung der gegenwärtigen Verbrauchs- und Emissionswerte (Kapitel 8.2) gegeben wird. Insgesamt umfassen diese beiden Kapitel 27 Seiten. Das Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 8.3) stellt mit 26 Seiten das umfangreichste Einzelkapitel dar. Die Kapitel 4 „BAT“ (Kapitel 8.4) und 5 „Emerging Techniques“ (Kapitel 8.5) sind eher kurz dargestellt und umfassen gemeinsam nur 4 Seiten.

⁴³ Bei Einleitung in ein Fließgewässer.

5.6.1 Sauerstoffkonverter Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)

Im ersten Unterkapitel (Kapitel 8.1) werden die verschiedenen Prozesse, die an der Produktion von Sauerstoffblasstahl beteiligt sind auf 12 Seiten beschrieben. Dabei wird auf die folgenden Prozessabschnitte genauer eingegangen:

- Transfer und Lagerung des flüssigen Roheisens;
- Vorbehandlung des flüssigen Roheisens (z. B. Entschwefelung);
- Oxidation im Sauerstoffkonverter;
- Nachbehandlung durch diverse sekundärmetallurgische Prozesse (z. B. Vakuumbehandlung);
- Vergießen (Strangguss oder Blockguss).

Im zweiten Unterkapitel (Kapitel 8.2) erfolgt die Darstellung der gegenwärtigen Emissionen und der jeweilige Verbrauch von Energie und Rohmaterialien. Die gasförmigen Emissionen und der Anfall an Reststoffen in vier Sauerstoffstahlwerken (aus vier verschiedenen EU Staaten) sind in Tabelle 5-21 angegeben.

Tabelle 5-21: Emissionen und Reststoffanfall in vier europäischen Sauerstoffstahlwerken

| Gasförmige Emissionen | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---|
| Staub | 15 – 80 g/t _{Rohstahl} | NO _x | 5 – 20 g/t _{Rohstahl} |
| Chrom | 0.01 – 0.36 g/t _{Rohstahl} | CO | 1500 – 7960 g/t _{Rohstahl} |
| Kupfer | 0.01 – 0.04 g/t _{Rohstahl} | CO ₂ | 11.2 – 140 kg/t _{Rohstahl} |
| Blei | 0.13 – 0.9 g/t _{Rohstahl} | PAK | 0.08 – 0.16 mg/t _{Rohstahl} |
| Mangan | < 0.01 – 1.2 g/t _{Rohstahl} | PCDD/F | < 0.001 – 0.06 µg I-TEQ/t _{Rohstahl} |
| Reststoffe/Nebenprodukte | | | |
| Entschwefelungsschlacke | 2.2 – 19.2 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Konverterschlacke | 85 – 110 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Schlacken aus der Sekundärmetallurgie | 2 – 16 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Auswürfe | 4 – 5 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Staub | 1.5 – 7 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Schlacke aus dem Strangguss | 4 – 5 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Walzzunder | 1.2 – 6 kg/t _{Rohstahl} | | |
| Feuerfestausbruch | 0.8 – 5 kg/t _{Rohstahl} | | |

Wie meist im BAT Dokument „Produktion von Eisen und Stahl“ liegen zu den oben angeführten Emissionen keine Daten über Probenentnahme, Analysenmethode, Zeitbezug, Auswertemethode und Referenzbedingungen vor.

In der weiteren Folge dieses Kapitels wird noch genauer auf die einzelnen Quellen für gasförmige Emissionen eingegangen. Dabei wird zwischen primären und sekundären Abgasen unterschieden.

Eine Quelle für primäres Abgas bildet die Roheisenvorbehandlung. Der wichtigste Schadstoff in diesem Abgas ist Staub. Eine weitere primäre Quelle ist der Sauerstoffkonverter während dem Blasvorgang. Das freiwerdende Konvertergas enthält Kohlenmonoxid und große Mengen an Staub (inklusive Schwermetalle). In relativ geringen Mengen sind SO₂ und NO_x im Konvertergas enthalten. Sehr geringe Mengen an Dioxinen und PAKs werden zu-

sätzlich emittiert. Die Wahl des Systems zur Energierückgewinnung aus dem Konvertergas (teilweise/volle Verbrennung oder unterdrückte Verbrennung) haben einen großen Einfluss auf die auftretenden Emissionen. Eine dritte Quelle von primären Abgasen sind Pfannen, Pfannenöfen und weitere Apparaturen, die in der Sekundärmetallurgie verwendet wird. Als Hauptschadstoff tritt auch hier wieder Staub auf.

Sekundäre Abgasemissionen können bei den folgenden Quellen auf treten:

- Umfüllen und Entschlacken des flüssigen Roheisens;
- Befüllen des Konverters mit flüssigem Roheisen und Schrott;
- Abstechen des Rohstahls und der Schlacke aus dem Konverter und den Pfannen;
- Sekundärmetallurgie und Abstechoperationen;
- Förderung von Additiven;
- Strangguss.

Die bedeutendsten Quellen unter den oben angeführten sind das Befüllen und Abstechen des Konverters. Tabelle 5-22 gibt nochmals den spezifischen Anfall an Reststoffen in einem Sauerstoffstahlwerk wieder. Die Daten von (EUROFER) und (Rentz et al., 1996) bestätigen die Daten aus den vier europäischen Sauerstoffstahlwerken (siehe Tabelle 5-21).

Tabelle 5-22: Spezifischer Anfall von Reststoffen in Sauerstoffstahlwerken

| Abfall/Reststoff | spezifischer Anfall |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Entschwefelungsschlacke | 2 – 25 kg/t _{Rohstahl} |
| Konverterschlacke | 100 – 130 kg/t _{Rohstahl} |
| Auswurf | 4 – 10 kg/t _{Rohstahl} |
| grober Konverterstaub und –schlamm | 3 – 12 kg/t _{Rohstahl} |
| feiner Konverterstaub und –schlamm | 9 – 15 kg/t _{Rohstahl} |
| Staub aus der Sekundärentstaubung | 0.2 – 3 kg/t _{Rohstahl} |
| Schlacke aus der Sekundärmetallurgie | 2 – 16 kg/t _{Rohstahl} |
| Schlacke aus dem Strangguss | 4 – 5 kg/t _{Rohstahl} |
| Walzzunder aus dem Strangguss | 1.2 – 6 kg/t _{Rohstahl} |
| Feuerfestausbruch | 0.8 – 6 kg/t _{Rohstahl} |

Soweit Informationen zur Verfügung standen wurden auch die Zusammensetzungen der oben angeführten Reststoffe in das Dokument aufgenommen. Angaben über die Zusammensetzung der folgenden Abfälle/Nebenprodukte wurden gemacht:

- Konverterschlacke;
- Entschwefelungsschlacke;
- Grobstaub aus der Konvertergasreinigung;
- Feinstaub aus der Konvertergasreinigung.

Als Quellen für Abwasseremissionen werden drei verschiedene Bereiche angegeben. Einerseits wird Abwasser produziert, wenn zur Reinigung des Konvertergases eine feuchte Reinigungstechnik verwendet wird. Andererseits entsteht ein Abwasserstrom bei der direkten Kühlung im Bereich des Stranggusses. Ein weiterer Abwasserstrom kann bei der Generierung des Vakuums zur Vakuumbehandlung im Zuge der Sekundärmetallurgie entstehen.

5.6.2 Sauerstoffstahlwerk und Gießerei Kapitel 3 (Candidate BAT)

In diesem Unterkapitel (Kapitel 8.3) werden die Techniken beschrieben, die als Kandidaten für BAT in Frage kommen. Wie schon in den entsprechenden Kapiteln über Sinteranlagen und Hochöfen wird wieder zwischen Primär- und Sekundärmaßnahmen unterschieden. Dabei werden sehr ausführlich auf 26 Seiten drei Primär- und sechs Sekundärmaßnahmen beschrieben.

5.6.2.1 Primärmaßnahmen

Von den drei Primärmaßnahmen, die auf fünf Seiten beschrieben werden befasst sich eine mit der Rückgewinnung von Energie und eine andere mit der Reduktion von Emissionen bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität. Eine Maßnahme versucht durch gezielte Auswahl der Einsatzstoffe den Anfall von Reststoffen, die deponiert werden müssen komplett zu vermeiden.

Energierückgewinnung aus dem Konvertergas (PM 1):

Konvertergas enthält beim Verlassen des Konverters etwa 70 bis 80 % Kohlenmonoxid und besitzt einen Heizwert von 8.8 MJ/Nm³. Pro Tonne Stahl fallen zwischen 50 und 100 Nm³ Konvertergas an. Grundsätzlich werden zwei verschiedene Systeme zur Energierückgewinnung aus dem Konvertergas verwendet:

Die erste Möglichkeit besteht in der **Verbrennung des Konvertergases** in der Rohrleitung durch Einbringen von Luft in das Rohrleitungssystem. Anschließend wird die freie Wärme des Abgases in einem Abhitzeessel wiedergewonnen. Bei der Verwendung dieses System können bis zu 80 % der Energie des Konvertergases wiedergewonnen werden.

Die zweite Möglichkeit geht von der **Unterdrückung der Verbrennung des Konvertergases** aus. Zur Vermeidung der Verbrennung wird die Zugabe von Luft zum Konvertergas vermieden und das Konvertergas in einem Gasbehälter gelagert. Nachfolgend wird das gespeicherte Konvertergas an einer anderen Stelle im integrierten Stahlwerk als Energieträger verwendet. Die gesamte Energiezurückgewinnung durch unterdrückte Verbrennung kann bei Verwertung des Konvertergases und bei Verwendung eines Abhitzeessel bis zu 90 % betragen. Wenn das Konvertergas abgepackelt wird geht diese Energie verloren.

Zurzeit geht der Trend in Richtung unterdrückte Verbrennung mit anschließender Wiederverwendung des Konvertergases. Zwei Hauptgründe für diesen Trend sind das reduzierte Abgasvolumen, wodurch sich die Kosten für Ventilatoren und Staubabscheidung verringern und das Faktum dass die Wiederverwendung des Konvertergases sehr viel flexibler ist als die Verbrennung des Konvertergases.

Verringerung des Zinkanteils im Schrott (PM 2):

Ein Großteil des Zinks wird mit dem Schrott in den Konverter eingebracht. Ziel der Zinkreduktion in den Einsatzmaterialien ist es einen Staub oder Schlamm aus der Abgasreinigung zu erhalten, der die Anforderungen für ein Recycling innerhalb des integrierten Hüttenwerks erfüllen kann. Dadurch muss galvanisierter Schrott von einem Einsatz im Konverter ausgeschlossen werden.

Online Probenentnahme und Analyse des Stahls (PM 3):

Durch dynamische Modellierung und Überwachungssysteme konnte eine Präzision erreicht werden, wodurch eine Probenentnahme während dem Blasvorgang nicht mehr notwendig ist. Eine Kontrollprobe wird während dem Ausgießen genommen. Dadurch können die Emissionen, die bisher während der Probenentnahme auftraten, weil der Konverter gekippt werden musste vermieden werden.

5.6.2.2 Sekundärmaßnahmen

Auf insgesamt 20 Seiten werden 6 verschiedene Sekundärmaßnahmen beschrieben. Das Schwergewicht der Maßnahmen liegt bei der Entstaubung sowohl von primären, als auch von sekundären Abluftströmen. Drei der angeführten Maßnahmen beschreiben Techniken die zur Entstaubung dienen. Zwei weitere Maßnahmen beschreiben Techniken zur Abwasserbehandlung und die sechste angeführte Technik, bezweckt die vollständige Vermeidung der Deponierung von Abfällen durch spezielle Aufarbeitung und teilweise externe Wiederverwendung.

Primärentstaubung (SM 1):

Das während dem Ausblasvorgang erzeugte Konvertergas enthält einen großen Anteil an Staub. Die verwendete Art der Entstaubung des Gases ist aufgrund der unterschiedlichen Möglichkeiten zur Wiederverwendung des Konvertergases (siehe PM 1) unterschiedlich, weil die Anforderungen an die Entstaubung je nach verwendetem Energierückgewinnungssystem unterschiedlich sind. Während die Verbrennung des Konvertergases zu hohen Rauchgasmengen mit geringeren Staubbelastungen führt, treten bei der unterdrückten Verbrennung große Staubbelastungen mit geringerem Rauchgasvolumen auf.

Im Allgemeinen wird zur Entstaubung ein Venturiwäscher (~ 90 %) oder ein trockener Elektrofilter verwendet. Grobe Partikel werden gewöhnlich mit Prallblechen oder ähnlichem vorabgeschieden. Die Anzahl der Anlagen, die trockene Elektrofilter verwenden steigt in letzter Zeit. Die erreichten Staubkonzentrationen verschiedener Reinigungssysteme sind in Tabelle 5-23 dargestellt. Ein Zeitbezug für die angeführten Emissionskonzentrationen ist nicht angegeben.

Tabelle 5-23: Erreichbare Staubkonzentrationen verschiedener Entstaubungssysteme

| Entstaubung | erreichte Staubkonzentrationen |
|---|--|
| trockene Entstaubung / unterdrückte Verbrennung | $\geq 10 \text{ mg/Nm}^3$ (entspricht $0.5 - 1 \text{ g/t}_{\text{Rohstahl}}$) jedenfalls $< 50 \text{ mg/Nm}^3$ |
| trockene Entstaubung / Verbrennung | keine Betriebsdaten vorhanden |
| Wäscher / unterdrückte Verbrennung | gewöhnlich $15 - 50 \text{ mg/Nm}^3$ aber auch $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ |
| Wäsche / Verbrennung | $10 - 50 \text{ mg/Nm}^3$ |

Staubabscheidung bei der Roheisenvorbehandlung (SM 2):

Die Beladung der, aus der Roheisenbehandlung abgesaugten Luft ($30\,000$ bis $40\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) mit Staub kann bis zu $10\,000 \text{ mg/Nm}^3$ betragen. In der Regel werden Faserfilter zur Abscheidung eingesetzt, aber auch trockene Elektrofilter werden verwendet. Bei der Verwendung von Faserfiltern oder Elektrofiltern können Konzentrationen $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ (kein Zeitbezug)⁴⁴ erreicht werden.

Entstaubung des Sekundärabgases (SM 3):

Die verschiedenen Quellen von Sekundärabgas wurden bereits in Kapitel 5.6.1 beschrieben. Die abgeschätzten Sekundärstaubemissionen variieren sehr stark zwischen 100 und $2000 \text{ g/t}_{\text{Rohstahl}}$. Den bedeutendsten Anteil nimmt dabei das Befüllen und Abstechen des Konverters ein.

⁴⁴ Entspricht in etwa $1 \text{ g/t}_{\text{Rohstahl}}$.

Sowohl für diese beiden Bereiche als auch für weitere wichtige Quellen von Sekundäremissionen, wie das Entschlacken und Entladen von flüssigem Roheisen, sind in der weiteren Folge Techniken zum Absaugen der Sekundärluft beschrieben. Die Reinigung der abgesaugten Luft erfolgt normalerweise mit Faserfiltern, allerdings werden auch trockene Elektrofilter eingesetzt.

Bei der Verwendung von Faserfiltern können Konzentrationen $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ (kein Zeitbezug) erreicht werden, wobei allerdings die Effizienz der Absaugung der Partikel während dem Beladen und Abstechen berücksichtigt werden muss. Für jede der angeführten Quellen können Staubemissionen von weniger als $5 \text{ g/t}_{\text{Rohstahl}}$ erzielt werden. Die Wirksamkeit von Elektrofiltern ist vermutlich etwas geringer, sollte allerdings auch in Zusammenhang mit der Effektivität der Partikelabsaugung betrachtet werden.

Heißbrikkettieren von Staub und Recycling unter Gewinnung von Pellets mit hohen Zinkkonzentrationen zur externen Wiederverwendung (SM 4):

Der bei der Konvertergasreinigung anfallende Staub wird durch dieses Verfahren brikkettiert und in den Konverter zurückgeführt. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften der beiden Staubfraktionen (Grob – und Feinstaub) werden sie zwar in der selben Anlage brikkettiert, aber separat in die Anlage eingebracht. Durch das Recycling des Staubs kommt es zu einer Anreicherung des Zinkgehalts im Konverterstaub. Bei Erreichen eines Zinkgehalts von mindestens 17 Gewichtsprozent werden die Briketts aus dem Kreislauf genommen und einer externen Verwendung in der Nichteisenmetallindustrie zugeführt. Die Kontrolle des Zinkgehalts kann online durch das neue LIBS Verfahren (laser-induced breakdown spectroscopy) durchgeführt werden. Insgesamt kann durch dieses Verfahren die Deponierung von festen Abfällen vermieden und Rohmaterial eingespart werden.

Behandlung von Abwasser aus der feuchten Entstaubung (SM 5):

Das Waschwasser aus der feuchten Entstaubung enthält vor allem abfiltrierbare Substanzen. Zink und Blei sind die relevantesten Schwermetalle, die im Waschwasser enthalten sind.

Eine hohe Rezirkulationsrate kann durch zweistufige Sedimentation erreicht werden, wobei in der zweiten Stufe CO_2 zugefügt werden sollte⁴⁵, um die Abscheidung von Karbonaten zu vergrößern. Obwohl eine hohe Rezirkulationsrate erreicht werden kann muss ein gewisser Teil des Abwasser entfernt werden, um die Anreicherung von Salzen/Mineralien zu verhindern. Zur Entfernung der abfiltrierbaren Stoffe aus diesem ausgeschleusten Abwasser wird Sedimentation und Filtration verwendet. Tabelle 5-24 zeigt Emissionen durch das Abwasser aus vier verschiedenen Anlagen. Zur Umrechnung der Emissionsfaktoren auf Konzentrationen wurde der angegebene Abwasserstrom verwendet. Die Emissionsfaktoren sind auf eine Tonne Rohstahl bezogen.

Tabelle 5-24: Beispiele für Abwasseremissionen aus der Entstaubung von Konvertergas (4 Anlagen)

| | Niederlande 1 | Kanada | USA | Niederlande 2 |
|-----------------------|---|--|--|---|
| Abwassermenge | $0.52 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Rohstahl}}$ | $1.1 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Rohstahl}}$ | $0.002 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Rohstahl}}$ | $0.65 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{Rohstahl}}$ |
| abfiltrierbare Stoffe | 20 g/t 38.5 mg/l | 5.5 g/t 5 mg/l | 0.0083 g/t 4.15 mg/l | 9.4 g/t 14.5 mg/l |
| Zink | 73 mg/t 0.14 mg/l | 210 mg/t 0.19 mg/l | 0.36 mg/t 0.18 mg/l | 252 mg/t 0.39 mg/l |
| Blei | 31 mg/t 0.006 mg/l | 110 mg/t 0.1 mg/l | 0.057 mg/t 0.03 mg/l | $< 74 \text{ mg/t}$ $< 0.1 \text{ mg/l}$ |

⁴⁵ Nur bei der Verwendung unterdrückter Verbrennung möglich.

Behandlung von Abwasser aus der Stranggussanlage (SM 6):

Wasser, das zur direkten Kühlung der produzierten Brammen, Knüppel und Blöcke verwendet wird, ist vor allem mit abfiltrierbaren Substanzen und Öl verschmutzt. Es wird häufig mit dem Abwasser aus Walzwerken mitbehandelt.

Zur Reduktion der abgegebenen Emissionen eignet sich eine hohe Rezirkulationsrate. Jener Anteil an Abwasser der trotz der Rezirkulation ausgeschleust werden muss wird einer Sedimentation und/oder Filtration unterzogen. Öl kann in Ölabscheiderbecken abgetrennt werden. Tabelle 5-25 zeigt wiederum Emissionsfaktoren und Konzentrationen von vier verschiedenen Stranggussanlagen. Die Emissionsfaktoren sind auf eine Tonne gegossenen Stahl bezogen. Zur Umrechnung der Emissionsfaktoren auf Konzentrationen wurden die angegebenen spezifischen Abwassermengen verwendet.

Tabelle 5-25: Beispiele für Abwasseremissionen aus vier Stranggussanlagen

| | Niederlande 1 | Niederlande 2 | Kanada | USA |
|-----------------------|---|---|--|--|
| Abwassermenge | 0.08 m ³ /t _{Stahlguss} | 0.04 m ³ /t _{Stahlguss} | 1.4 m ³ /t _{Stahlguss} | 0.076 m ³ /t _{Stahlguss} |
| Rezirkulation | — | 98 % | 78 % | 99 % |
| abfiltrierbare Stoffe | 0.8–10.7 g/t 10-134 mg/l | 0.11 g/t 2.8 mg/l | 26 g/t 18.6 mg/l | 1.4 g/t 18.4 mg/l |
| Zink | – – | 2 mg/t 0.05 mg/l | – – | 8 mg/t 0.1 mg/l |
| Blei | – – | 5.7 mg/t 0.14 mg/l | – – | 8.7 mg/t 0.1 mg/l |
| Öl | 30-365 mg/t 0.4-4.5 mg/l | 41 mg/t 1 mg/l | 2000 mg/t 1.4 mg/l | 160 mg/t 2.1 mg/l |

5.6.3 Sauerstoffstahlwerk Kapitel 4 (BAT)

Auch das „BAT“ Kapitel (Kapitel 8.4) über Sauerstoffstahlherstellung ist sehr kurz gehalten. Abgesehen von der standardisierten Einleitung über 1 ½ Seiten umfasst es nur noch eine weitere Seite auf der die Techniken, die als BAT angesehen werden dargestellt sind. Diese Techniken sind in sechs Punkten aufgeführt.

1.) Staubabscheidung bei der Roheisenvorbehandlung

Durch effiziente Absaugung und nachfolgende Reinigung durch Faserfilter oder Elektrofilter können die folgenden Staubkonzentrationen erreicht werden:

5 – 15 mg/Nm³ bei der Verwendung von Faserfiltern

20 – 30 mg/Nm³ bei der Verwendung von Elektrofiltern

Zu diesen Werten muss bemerkt werden, dass wiederum keine Zeitbezüge angegeben sind. Auch Emissionsfaktoren wurden keine angegeben. Im Vergleich zu Unterkapitel 3 (Candidate BAT) sind die BAT Werte erhöht worden. In Unterkapitel 3 (siehe auch Kapitel 5.6.2.2) wurden Konzentrationen < 10 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) als erreichbar angesehen.

2.) Wiederverwendung von Konvertergas und primäre Entstaubung

Unterdrückte Verbrennung und trockene Elektrofilter werden für neue und existierende Anlagen als BAT angesehen. In existierenden Anlagen wird die Entstaubung durch Wäscher ebenfalls als BAT angesehen. Der abgeschiedene Staub oder Schlamm sollte, soweit wie möglich recycelt werden. Besondere Beachtung sollte auch noch den Staubemissionen aus dem Loch durch das die Sauerstoffanlage geführt ist geschenkt werden.

Für die Primärentstaubung wurden keine BAT Werte für die erreichbaren Emissionen angegeben. In Kapitel 3 „Candidate BAT“ (siehe auch Kapitel 5.6.2.2) sind sowohl für Wäscher als auch Elektrofilter in Abhängigkeit von der Wiederverwendung des Konvertergases erreichbare Emissionen angegeben.

3.) Entstaubung von sekundären Abgasen

- a) Für das Beladen und Abstechen des Konverters wird effiziente Absaugung mit nachfolgender Reinigung durch Faserfilter oder Elektrofilter (oder einer Technik, die die selbe Abscheideeffizienz besitzt) angesehen. Eine Einfangrate von ~ 90 % und Staubkonzentrationen von 5 – 15 mg/Nm³ bei Sackfiltern und 20 – 30 mg/Nm³ bei Elektrofiltern können erreicht werden. Es fehlt wiederum die Angabe des Zeitbezugs. Im Vergleich zu Kapitel 3 „Candidate BAT“ (siehe auch Kapitel 5.6.2.2) wurden wiederum höhere erreichbare Konzentrationen für Faserfilter im Kapitel „BAT“ angeführt. Im Kapitel „Candidate BAT“ werden < 10 mg Staub/Nm³ statt 5 – 15 mg/Nm³ (kein Zeitbezug) als erreichbare Konzentration angegeben.
- b) Auch für die Bereiche der Roheisenförderung, Roheisenentschlackung und Sekundärmetallurgie wird effiziente Absaugung mit nachfolgender Abscheidung mittels Faserfilter als BAT angesehen. In diesem Fall wurden keine erreichbaren Konzentrationen, sondern erreichbare Emissionsfaktoren von < 5 g/t_{Rohstahl} als BAT angeführt.

Weiters wird auch die Unterdrückung der Rauchgasbildung mit Inertgasen während dem Entleeren der Torpedopfanne zum Befüllen der Pfannen zur Minimierung der Dampf – und Staubbildung als BAT angesehen.

4.) Minimierung/Verringerung der Abwasseremissionen durch nasse Primärentstaubung

Als BAT werden die **trockene Konvertergasreinigung** (sofern genügend Raum zur Verfügung steht), das Recycling von möglichst viel Waschwasser und Koagulation und Sedimentation von abfiltrierbaren Stoffen aus dem Waschwasser angesehen. Ein Wert von 20 mg/l abfiltrierbare Stoffe kann erreicht werden.

Wiederum fehlt die Angabe eines Zeitbezugs bei dem angegebenen BAT Wert für abfiltrierbare Substanzen. Von den vier Referenzanlagen, die in Kapitel 5.6.2.2 angeführt sind liegt eine Anlage mit ~38 mg/l deutlich über den BAT Wert von 20 mg/l. Die drei weiteren Anlagen liegen teilweise deutlich unter den als BAT angesehenen 20 mg/l (4 –15 mg/l). Leider fehlt auch bei diesen Anlagen die Angabe des Zeitbezuges und auch Informationen über die genaue Art der Abwasserreinigung sind nicht vorhanden.

5.) Emissionsminderung von Abwasseremissionen aus der direkten Kühlung von Stranggussanlagen

Als BAT angesehen werden das Recycling von Prozess – und Kühlwasser (so viel wie möglich), Koagulation und Sedimentation von abfiltrierbaren Substanzen und Entfernen von Öl in Ölabscheiderbecken oder irgendeiner anderen effizienten Technik. Angaben zu BAT Werten erfolgen keine. Auch die Angaben der vier Referenzanlagen aus Kapitel 5.6.2.2 werden nicht zur Festlegung von BAT Werten herangezogen.

6.) Minimierung von Abfällen

Die folgenden „Besten Verfügbaren Techniken“ sind nach abfallender Priorität geordnet:

- Minimierung der Abfallproduktion;
- Effektive Verwertung (Recycling oder Wiederverwendung) von festen Abfällen bzw. Nebenprodukten, insbesondere das Recycling von Konverterschlacke und Grob – bzw. Feinstaub aus der Konvertergasreinigung;
- Kontrollierte Entsorgung von unvermeidbaren Abfällen.

5.6.4 Sauerstoffstahlwerk Kapitel 5 (Emerging Techniques)

Es werden auf nur 2 Seiten fünf Techniken sehr kurz beschrieben, die sich in Entwicklung befinden. Sie sind in der Folge, mit einer Ausnahme nur kurz angeführt.

- Endabmessungsnahes Gießen und horizontales Gießen;
- Verarbeitung von zinkreichen Schlämmen und Stäuben;
- Neue Reagenzien im Entschwefelungsprozess;
- Verwendung von Schäumtechniken in der Roheisenvorbehandlung und beim Frischen;
- Ersatz von Luft durch Inertgase (CO₂, N₂) über dem flüssigen Roheisen.

Zur Technologie des „Endabmessungsnahen Gießens“ sei erwähnt, dass es im derzeit vor der Fertigstellung stehenden BAT Dokument über „Eisenmetallverarbeitung“ nicht mehr als „Emerging Techniques“ angesehen wird (Stand Juli 2000). Endabmessungsnahes Gießen wird im oben angeführten Dokument sowohl in Kapitel 4 (Candidate BAT) als auch in Kapitel 5 (BAT) angeführt und somit als erprobte Technik eingestuft. Dies kann als Hinweis gelten, wie schnell in manchen Bereichen Teile eines BAT Dokuments veralten können und von welcher großer Bedeutung eine rechtzeitige Überarbeitung der Dokumente ist.

5.6.5 Vergleich der Kapitel 8.3 und 8.4 des BAT Dokuments mit österreichischen Verordnungen

In Österreich ist die Stahlerzeugung in Konvertern in der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl. II 1997/160) gemäß § 82 GewO geregelt. Diese Verordnung ist am 18. Juni 1997 in Kraft getreten. Sie schreibt Emissionsgrenzwerte für Staub, Schwefeloxide und Stickoxide in § 4 Abs. 2 vor. Als Grenzwert für TOC, HCl, HF, CO und Schwermetalle sind die allgemeinen Grenzwerte der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl. II 1997/160), die in § 3 festgelegt werden heranzuziehen. Alle Emissionsgrenzwerte müssen auf trockenes Rauchgas bei 0 °C und 1 013 hPa bezogen werden. Altanlagen, die vor Inkrafttreten der Verordnung bereits genehmigt waren, müssen der Verordnung spätestens fünf Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung (also am 18. Juni 2002) entsprechen. Tabelle 5-26 gibt einen Überblick über die Emissionsgrenzwerte laut BGBl. II 1997/160.

Tabelle 5-26: Emissionsgrenzwerte für Stahlerzeugung in Konvertern [BGBl. II 1997/160]

| Schadstoff | Grenzwert ⁴⁶ |
|-----------------|-------------------------|
| Staub | 50 mg/Nm ³ |
| SO ₂ | 500 mg/Nm ³ |
| NO _x | 500 mg/Nm ³ |

Für SO₂ und NO_x kann kein Vergleich durchgeführt werden, weil im BAT Dokument in keinem Kapitel Emissionskonzentrationen dieser beiden Schadstoffe angegeben wurden. Bei Berechnung der Konzentrationen aus den in Kapitel 8.2.2.1.1.2 des BRefs angegebenen

⁴⁶ Bei kontinuierlichen Messungen gilt der Grenzwert als eingehalten wenn, kein Tagesmittelwert den Grenzwert überschreitet, weniger als 3 % der Beurteilungswerte den Grenzwert um mehr als 20 % überschreiten und kein Halbstundenmittelwert das Zweifache des Emissionsgrenzwertes überschreitet.

Bei Einzelmessungen sind innerhalb eines Zeitraums von drei Stunden drei Messwerte als Halbstundenmittelwert zu bilden. Der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn kein Beurteilungswert den Grenzwert überschreitet.

Emissionsfaktoren (NO_x 5 – 20 g/ t_{Rohstahl} und SO_2 0.4 – 5.5 g/ t_{Rohstahl}) und Abgasströmen⁴⁷ (50 - 120 $\text{Nm}^3/t_{\text{Rohstahl}}$) kann allerdings davon ausgegangen werden, dass die österreichischen Grenzwerte nicht überschritten werden. Bei Verwendung der maximalen Emissionsfaktoren (NO_x 20 g/ t_{Rohstahl} und SO_2 5.5 g/ t_{Rohstahl}) und minimalen Abgasströme (50 Nm^3/h) werden die folgenden maximalen Konzentrationen berechnet:

$$\text{NO}_x \quad 400 \text{ mg/Nm}^3$$

$$\text{SO}_2 \quad 110 \text{ mg/Nm}^3$$

Die oben angegebenen Konzentrationen stellen, die theoretischen, maximalen Konzentrationen in den vier europäischen Sauerstoffstahlwerken dar, die nur erreicht werden wenn der höchste Emissionsfaktor mit dem geringsten Abgasvolumenstrom zusammenfällt.

Auch für den Staubgehalt des Konvertergases wurde im BAT Dokument kein BAT Wert angegeben. Im Kapitel „Candidate BAT“ werden unabhängig vom verwendeten Entstaubungsverfahren jedenfalls 50 mg/Nm^3 als erreichbar angesehen. Auch niedrigere Konzentrationen werden als erreichbar angesehen.

Anders stellt sich die Situation bei der Roheisenvorbehandlung und bei der Sekundärentstaubung dar. Bei der Roheisenvorbehandlung werden 5 – 15 mg/Nm^3 bei der Verwendung von Faserfiltern und 20 – 30 mg/Nm^3 bei der Verwendung von Elektrofiltern als erreichbar angesehen. Im Kapitel „Candidate BAT“ werden sogar noch niedrigere Staubkonzentrationen (< 10 mg/Nm^3) als erreichbar angesehen. Alle diese Werte liegen deutlich unter den österreichischen Grenzwerten von 50 mg/Nm^3 . Aus diesem Grund ist bei konsequenter Umsetzung der Dokumente durchaus mit einer Verbesserung der Emissionssituation, insbesondere bei Altanlagen zu erwarten. Es muss allerdings nochmals darauf hingewiesen werden, dass bei den BAT Werten kein Zeitbezug angegeben wurde und somit ein direkter Vergleich mit den österreichischen Grenzwerten nicht möglich ist. Ebenfalls nicht beurteilt werden kann, inwieweit österreichische Anlagen bereits heute die angegebenen BAT Werte unterschreiten, weil für die Verwendung der vorhandenen Emissionsdaten seitens der Betreiberfirmen keine Zustimmung erteilt wurde.

Für den Bereich der Sekundärentstaubung tritt eine ähnliche Situation auf, wie bei der Entstaubung der Roheisenvorbehandlung. Auch hier liegen die angegebenen BAT Werte deutlich unter den österreichischen Grenzwerten (5 – 15 mg/Nm^3 bei Faserfiltern und 20 – 30 mg/Nm^3 bei Elektrofiltern), der wiederum bei 50 mg/Nm^3 liegt. Die im vorigen Absatz angeführten Einschränkungen bezüglich Zeitbezug, Vergleichbarkeit und inwieweit österreichische Anlagen bereits heute die BAT Werte erreichen gelten in analoger Weise für die Sekundärentstaubung.

Die Abwasseremissionen von Anlagen zur Herstellung von Rohstahl im Blasverfahren bzw. für Stranggussanlagen werden in Österreich durch die Abwasseremissionsverordnung Eisen – Metallindustrie (BGBl. II 1997/345) geregelt. Für Konverter und Stranggussanlage gelten die in Anlage D dieser Verordnung festgelegten Emissionsbegrenzungen⁴⁸. Ebenfalls von oben genannter Verordnung erfasst sind Abwässer, die beim Reinigen der Abluft von Konverter oder Stranggussanlage unter Einsatz von wässrigen Medien entstehen. Die Verordnung ist am 28. November 1998 in Kraft getreten. Anlagen die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens eine bestehende rechtmäßige Genehmigung für die Einleitung von Abwässern hatten, müssen innerhalb von sieben Jahren (28. November 2005) die Anforderungen dieser Verordnung erfüllen.

⁴⁷ Diese Abgasvolumenströme beziehen sich auf unterdrückte Verbrennung. Bei Verwendung von voller Verbrennung sind die Abgasvolumenströme sehr viel größer (2000 – 3000 Nm^3/h) wodurch sich bei der Berechnung erheblich niedrigere Konzentrationen ergeben würden.

⁴⁸ Ein Emissionswert gilt als eingehalten wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen vier Messwerte nicht größer als der Grenzwert sind und lediglich ein Messwert um maximal 50 % den Emissionsgrenzwert überschreitet.

Ein Vergleich der österreichischen Abwasseremissionsverordnung mit den BAT Werten ist nur sehr begrenzt möglich, da BAT Werte für Abwasser aus der Entstaubung des Konvertermgases nur für den Parameter abfiltrierbare Stoffe angegeben sind. In der österreichischen Verordnung liegt dieser Grenzwert bei 50 mg/l. Der zugehörige BAT Wert für diesen Parameter liegt mit 20 mg/l deutlich unter dem österreichischen Grenzwert. Einschränkend muss wiederum erwähnt werden, dass die Angabe des BAT Wertes ohne Zeitbezug erfolgte und somit eine Vergleichbarkeit nur beschränkt möglich ist. Trotzdem sollte, bei konsequenter Verwendung des BAT Dokuments eine Verbesserung der Emissionssituation, insbesondere bei Altanlagen in Österreich eintreten.

Neben dem Grenzwert für abfiltrierbare Stoffe sind in der österreichischen Abwasseremissionsverordnung eine Reihe weiterer Parameter geregelt. In Ermangelung anderer Daten werden für den Vergleich zweier weiterer Parameter (Zink – und Bleigehalt), die in Kapitel 5.6.2.2 angeführten Daten von vier verschiedenen Stahlwerken herangezogen.

Tabelle 5-27: Vergleich österreichischer Grenzwerte laut BGBl. II 1997/345 mit Zink – und Bleiemissionen von vier Beispielanlagen

| Schadstoff | BGBl. II 1997/345 | Niederlande 1 | Kanada | USA | Niederlande 2 |
|------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
| Zink | 1 mg/l | 0.14 mg/l | 0.19 mg/l | 0.18 mg/l | 0.39 mg/l |
| Blei | 0.5 mg/l | 0.006 mg/l | 0.1 mg/l | 0.03 mg/l | < 0.1 mg/l |

Wie Tabelle 5-27 zeigt werden die österreichischen Grenzwerte von allen vier Anlagen leicht eingehalten, wobei angemerkt werden muss, dass wiederum kein Zeitbezug für die zum Vergleich herangezogenen Daten bekannt ist. Da die Konzentrationen aus den angegebenen Emissionsfaktoren berechnet wurden kann allerdings vermutet werden, dass es sich um Mittelwerte über einen längeren Zeitraum (kein Tagesmittelwert) handelt.

5.7 Elektrostahlwerk und Gießerei

Wie auch die bisher beschriebenen Kapitel Sinteranlage, Hochofen und Sauerstoffstahlwerk ist das Kapitel über die Herstellung von Stahl im Elektrolichtbogenofen in fünf Unterkapitel unterteilt. Den Vorgaben der General Outline entsprechend werden in Kapitel 9.1 angewandte Techniken und Prozesse beschrieben. In Kapitel 9.2 werden die derzeitigen Emissionen und Rohmaterialverbräuche dargestellt. Die als Kandidaten für BAT angesehenen Techniken werden in Kapitel 9.3 beschrieben und in weiterer Folge werden in Kapitel 9.4 die als BAT angesehen Techniken aufgeführt. Den Abschluss bildet ein Kapitel über Techniken die sich noch in der Entwicklungsphase befinden (Kapitel 9.5).

5.7.1 Elektrostahlwerk Kapitel 1 und 2 (Allgemeine Informationen)

Im ersten Unterkapitel „angewandte Techniken und Prozesse“ (Kapitel 9.1) wird auf sechs Seiten die Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen beschrieben. Dabei wird auf die folgenden Einzelprozesse bzw. Prozessabschnitte eingegangen.

- Rohmaterialförderung und Lagerung;
- Schrottvorheizung;
- Befüllen des Lichtbogenofens;
- Frischen und Schmelzen im Lichtbogen;
- Abstechen des Stahls und der Schlacke;

- Sekundärmetallurgie;
- Schlackebehandlung;
- Strangguss.

Auf den folgenden 11 Seiten werden gegenwärtige Rohmaterialverbräuche und Emissionen beschrieben. In den beiden folgenden Tabellen werden sowohl die Mengen der eingesetzten Rohmaterialien als auch die Emissionen in die Luft dargestellt.

Tabelle 5-28: Eingesetzte Rohmaterialien und benötigte Energie in Elektrolichtbogenöfen

| Rohmaterialien | |
|-------------------|---|
| Schrott | 1 080 – 1 130 kg/t _{Rohstahl} |
| Kalk | 30 – 80 kg/t _{Rohstahl} |
| Kohle | 13 – 15 kg/t _{Rohstahl} |
| Graphitelektroden | 1.5 – 4.5 kg/t _{Rohstahl} |
| Ausmauerung | 1.9 – 25.1 kg/t _{Rohstahl} |
| Energie | |
| totale Energie | 2 300 – 2 700 MJ/t _{Rohstahl} |
| Strom | 1 250 – 1 800 MJ/t _{Rohstahl} |
| Sauerstoff | 24 – 47 m ³ /t _{Rohstahl} |

Der Durchschnittsverbrauch an Auskleidungen liegt bei 8.1 kg/t_{Rohstahl}. In Ausnahmefällen wird auch flüssiges Roheisen, direkt reduziertes Eisen und Roheisen eingesetzt. Der Anteil an eingesetztem Schrott ist dann entsprechend geringer.

Zur Berechnung der Emissionsfaktoren wurde, sofern der technischen Arbeitsgruppe nur Konzentrationen bekannt waren, ein Abgasvolumenstrom von 8 000 Nm³/t_{Rohstahl} herangezogen. Es muss allerdings bei der Bewertung der angegebenen Emissionsfaktoren berücksichtigt werden, dass in der Praxis der Abgasvolumenstrom zwischen 6 000 und 16 000 Nm³/t_{Rohstahl} variiert.

Tabelle 5-29 gibt die angegebenen Emissionsfaktoren wieder. Die Emissionsfaktoren sind auf eine Tonne Rohstahl bezogen. Die Quellen für die unterschiedlichen Daten können meist den Fußnoten entnommen werden.

Wie aus obiger Tabelle entnommen werden kann liegt für einen Großteil der Schadstoffe eine sehr große Bandbreite bei den derzeit erreichten Emissionsfaktoren vor. Zu den Emissionsfaktoren von Quecksilber wird zusätzlich angegeben, dass sie von Charge zu Charge erheblich variieren können.

Das primäre Abgas aus dem Lichtbogenofen macht ungefähr 95 % der totalen Emissionen aus. Die meisten Anlagen liegen für Staub unter einer Konzentration von 10 mg/Nm³, allerdings gibt es auch Anlagen die Konzentrationen von etwa 50 mg/Nm³ erreichen. Von den Metallemissionen sind die Zinkemissionen die größten. SO₂ und NO_x Emissionen besitzen keine besondere Relevanz. Die VOC Emissionen können bemerkenswert hoch sein und hängen mit der Verwendung von Kohle zusammen. Wie auch viele andere Emissionen variieren die PCB Emissionen sehr stark. Sie werden von der technischen Arbeitsgruppe als umweltrelevant eingestuft.

Tabelle 5-29: Luftschadstoffemissionen von Elektrostahlwerken

| Schadstoff | Emissionsfaktoren | Schadstoff | Emissionsfaktoren |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| Staub ⁴⁹ | 1 – 780 g/t | HCl ⁵⁰ | 800 – 9600 mg/t |
| Hg ⁵¹ | 6 – 4470 mg/t | SO ₂ ⁵⁰ | 24 – 130 g/t |
| Pb ⁵² | 16 – 3600 mg/t | NO _x ⁵³ | 120 – 240 g/t |
| Cr ⁵⁴ | 8 – 2500 mg/t | CO ⁵⁰ | 740 – 3900 g/t |
| Ni ⁵⁵ | 1 – 1400 mg/t | TOC | 16 – 130 g C/t |
| Zn ⁵⁶ | 280 – 45 600 mg/t | Benzol ⁵⁷ | 170 – 4400 mg/t |
| Cd ⁵⁸ | <1 – 72 mg/t | Chlorbenzole ⁵⁹ | 3 – 37 mg/t |
| Cu ⁶⁰ | <1 – 460 mg/t | PAK ⁶¹ | 3.5 – 71 mg/t |
| HF ⁵⁰ | < 700 – 4000 mg/t | PCB ⁶² | 1.5 – 45 mg/t |
| PCDD/F ⁶³ | 0.07 – 9 µg I-TEQ/t | | |

Wie bereits erwähnt sind die sekundären Emissionen im Vergleich mit den Primäremissionen aus dem Lichtbogenofen von untergeordneter Bedeutung. In Zusammenhang mit Mikro-schadstoffen wie organischen Chlorverbindungen, insbesondere Dioxine sind die sekundären Emissionen jedoch durchaus von Bedeutung.

Neben den Emissionen in die Luft ist auch der Anfall von Abfall/Nebenprodukten bei der Elektrostahlproduktion von Relevanz. Tabelle 5-30 zeigt die Mengen an anfallenden Reststoffen, wobei zwischen Kohlenstoff – und niedriglegierten Stählen und hochlegierten Stählen unterschieden wird. Die Mengenangaben sind auf eine Tonne Rohstahl bezogen.

⁴⁹ Der Durchschnittswert der 38 Anlagen liegt bei 124 g/t mit einer Standardabweichung von 166 g/t.

⁵⁰ Daten einer deutschen Anlage (9 Messungen).

⁵¹ Werte vier deutscher Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 370 mg/t); Daten einer dänischen Anlage ($\bar{\sigma}$ = 150 mg/t); Weiters Daten von 16 Messungen ($\bar{\sigma}$ = 6 mg/t).

⁵² Werte vier deutscher Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 450 mg/t); Daten einer dänischen Anlage ($\bar{\sigma}$ = 700 mg/t).

⁵³ Daten einer deutschen Anlage (9 Messungen); Daten aus verschiedenen schwedischen Anlagen (17 Messungen 22 – 680 g NO₂/t).

⁵⁴ Werte vier deutscher Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 400 mg/t).

⁵⁵ Werte vier deutscher Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 140 mg/t); Daten einer dänischen Anlage ($\bar{\sigma}$ = 280 mg/t).

⁵⁶ Werte vier deutscher Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 11 400 mg/t); Daten einer dänischen Anlage ($\bar{\sigma}$ = 5 550 mg/t).

⁵⁷ Daten einer deutschen Anlage (9 Messungen) $\bar{\sigma}$ = 1 920 mg/t.

⁵⁸ Werte von Theobald < 1 – 72 mg/t ($\bar{\sigma}$ = 16 mg/t); Daten einer dänischen Anlage ($\bar{\sigma}$ = 40 mg/t); Weiters Daten von 8 Messungen 4 – 37 mg/t ($\bar{\sigma}$ = 25 mg/t).

⁵⁹ Daten von Lindblad, 20 Messungen von 9 Anlagen ($\bar{\sigma}$ = 22 mg/t) inkludiert sind alle Chlorbenzole außer Monochlorbenzol.

⁶⁰ $\bar{\sigma}$ von 4 Anlagen ist 80 mg/t.

⁶¹ Summe EPA 16; Daten von Werner 9 Messungen mit 3.5 – 71 mg/t ($\bar{\sigma}$ = 35 mg/t); Daten von Lindblad, 13 Messungen von 7 Anlagen (8/23/84/120/180/240/920 mg/t).

⁶² PCB als totale PCB berechnet aus (PCB 28+52+101+153+138+180)*5; Daten von Werner, 9 Messungen mit 2 – 45 mg/t ($\bar{\sigma}$ = 17 mg/t); Weiters 9 Messungen mit 1.5 – 16 mg/t ($\bar{\sigma}$ = 7.8 mg/t).

⁶³ Daten 8 schwedischer Anlagen 0.2 – 9 µg/t ($\bar{\sigma}$ = 4 µg/t); Daten 4 deutscher Anlagen 0.07 – 1.8 µg/t; Daten einer dänischen Anlage mit $\bar{\sigma}$ = 1.7 µg/t; Weiters Daten von LUA – NRW mit 0.3 – 5.7 µg/t.

Tabelle 5-30: Anfall an Abfällen/Nebenprodukten in Elektrostahlwerken

| Abfall/Nebenprodukt | Menge |
|--|----------------|
| Schlacke aus der Erzeugung von Kohlenstoff – bzw. niedriglegiertem Stahl | |
| Schlacke aus dem Lichtbogenofen | 100 – 150 kg/t |
| Schlacke aus der Pfanne | 10 – 30 kg/t |
| Schlacke aus der Erzeugung von hochlegiertem Stahl | |
| Schlacke aus dem Lichtbogenofen | 100 – 135 kg/t |
| Schlacke aus der Pfanne | 30 – 40 kg/t |
| Schlacke aus der Argon Sauerstoff Entkohlung | ~ 160 kg/t |
| Staub ⁶⁴ | 10 – 20 kg/t |
| feuerfeste Steine | 2 – 8 kg/t |

In der weiteren Folge sind noch die Zusammensetzungen der bedeutendsten Abfälle /Reststoffe (Schlacken und Staub) angeführt. Diese Zusammensetzungen sind ausschlaggebend für die nachfolgende Behandlung, Wiederverwendung oder Entsorgung der Reststoffe. Die Beschreibung der Emissionen ins Wasser, der Bodenverschmutzung und der Lärmbelastung beschränkt sich, wie in den meisten Kapiteln mehr oder weniger auf die Angabe der wichtigsten Quellen für die verschiedenen Schutzgüter.

5.7.2 Elektrostahlwerk Kapitel 3 (Candidate BAT)

Im Unterkapitel 3 (Kapitel 9.3) sind auf insgesamt 20 Seiten drei Primärmaßnahmen und fünf Sekundärmaßnahmen angeführt die als „Candidate BAT“ angesehen werden. Von den fünf Sekundärmaßnahmen dienen drei zur Reduktion der Schadstoffemissionen (vor allem PCDD/F) in die Luft. Zwei Sekundärmaßnahmen zeigen Möglichkeiten zum Recycling von Abfällen/Nebenprodukten auf. Die Primärmaßnahmen beschäftigen sich allgemein mit Möglichkeiten zur Prozessoptimierung und Einsparung von Energie, sowie der Vermeidung von Emissionen ins Wasser.

5.7.2.1 Primärmaßnahmen

Die drei beschriebenen Primärmaßnahmen sind auf insgesamt acht Seiten dargestellt, wobei den Optimierungsmaßnahmen für den Betrieb des Elektrostahlwerks die größte Bedeutung zukommt.

Optimierung des Elektrolichtbogenofenprozesses (PM 1):

Das Hauptziel der Optimierungsmaßnahmen ist eine Erhöhung der Produktivität und dadurch in weiterer Folge eine Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs. Insgesamt werden sieben verschiedene Optimierungsmaßnahmen kurz beschrieben:

- Ultrahochleistungsbetrieb des Ofens;
- Wassergekühlte Seitenwände und Deckel;
- Verwendung von Sauerstoffbrennern und Sauerstoffflanzen;
- Verwendung von Bodenabstichsystemen;
- Einsatz der Schaumslagentechnik;
- Verwendung von Pfannen und Sekundärmetallurgie für einige Produktionsschritte;
- Verwendung von Computerkontrolltechnik.

⁶⁴ Sowohl aus der Erzeugung von niedrig- bzw. hochlegiertem Stahl als auch aus der Erzeugung von Kohlenstoffstahl.

Schrottvorwärmung (PM 2):

Das Ziel der Schrottvorwärmung ist ebenfalls eine Verringerung des Energieverbrauchs und eine Erhöhung der Produktivität. Bei der Verwendung eines einzelnen Schachtofens zur Schrottvorwärmung können mindestens 50 % des eingesetzten Schrottes vorgewärmt werden, wobei bis zu 70 kWh/t_{Rohstahl} elektrische Energie eingespart werden können. Bei der Verwendung von sogenannten „Fingerschachtofen“ kann sogar der gesamte eingesetzte Schrott vorgewärmt werden. Dadurch kann eine Energieeinsparung von bis zu 100 kWh/t_{Rohstahl} erreicht werden, was etwa 25 % des gesamten Energieinputs entspricht. Als unerwünschter Nebeneffekt kann bei der Schrottvorwärmung ein Ansteigen der Emissionen von organischen Mikroschadstoffen und Geruchstoffen, wie z. B. Dioxinen erfolgen.

Geschlossene Wasserkreislaufsysteme (PM 3):

Die relevanteste Quelle für Abwasser ist das Kühlwasser für die Kühlung des Lichtbogenofens. Durch den Betrieb von geschlossenen Kühlwassersystemen in den Lichtbogenöfen und in der Sekundärmetallurgie kann der Anfall von Abwasser zur Gänze vermieden werden.

5.7.2.2 Sekundärmaßnahmen

Die fünf angeführten Sekundärmaßnahmen sind auf insgesamt 11 Seiten beschrieben. Den größten Anteil nimmt dabei die Beschreibung einer effizienten Nachverbrennung in Kombination mit einer fortschrittlichen Abgasbehandlung ein. Wie bereits erwähnt befassen sich drei Sekundärmaßnahmen mit Schadstoffemissionen in die Luft und zwei mit dem Recycling von Reststoffen.

Fortschrittliche Sammel- bzw. Absaugsysteme für Emissionen in die Luft (SM 1):

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Stauberfassung in einem Elektrostahlwerk. Zur Absaugung des Primärstaubes wird häufig ein viertes Deckelloch verwendet. Die auftretenden Emissionen während dem Abstecken, Beladen, etc. des Ofens können durch Haubensysteme erfasst werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Einkapselung des Ofens. Die Abgase werden dann meist in der Nähe des Deckels einer der Wände abgesaugt.

Eine weitere Möglichkeit zur Erfassung der Staubemissionen besteht in der kompletten Einkapselung aller Anlagenteile in einem geschlossenen Gebäude. Die erreichten Einfangraten verschiedener Systeme bzw. deren Kombinationen sind in Tabelle 5-31 angeführt.

Tabelle 5-31: Einfangraten verschiedener Absaugsysteme

| | Effizienz |
|---|--|
| Deckelloch und Haubensystem | bis zu 98 % Primäremissionen und signifikante Anteile von Sekundäremissionen |
| Deckelloch und Ofeneinkapselung | 97 – 100 % der totalen Staubemissionen |
| komplette Einkapselung aller Anlagen | praktisch 100 % der Emissionen |

Effiziente Nachverbrennung in Kombination mit fortschrittlicher Abgasbehandlung (SM 2):

Das primäre Ziel der Nachverbrennung in einer Brennkammer besteht darin die volle Verbrennung von CO und H₂, das sich noch im Abgas befindet zu gewährleisten. Durch die Optimierung der Brennkammern können auch organische Mikroschadstoffe wie PCBs oder PCDD/Fs verringert werden. Um die de-novo Synthese von Dioxinen zu vermeiden ist es notwendig, die Rauchgase vor den Faserfiltern sehr schnell abzukühlen.

Bei Verwendung der oben genannten Maßnahmen können Dioxinmissionen $< 0.5 \text{ ng I} - \text{TEQ/Nm}^3$ erreicht werden. Bei der Verwendung von separaten Nachverbrennungskammer mit zusätzlichen Brennen sind Konzentrationen $\leq 0.1 \text{ ng I} - \text{TEQ/Nm}^3$ erreichbar, allerdings traten in der Praxis Probleme auf, diese Werte konstant über einen längeren Zeitraum zu erreichen. Die Angabe von Zeitbezügen für die oben genannten erreichbaren Werte wurde unterlassen.

Eindüsen von Lignitkokspulver in die Abgasbehandlung (SM 3):

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung der Dioxinmissionen besteht im Eindüsen von Lignitkokspulver in die Abgasrohrleitung vor den Sackfiltern. Die in der Praxis erreichbare Dioxinmission liegt unterhalb von $0.5 \text{ ng I} - \text{TEQ/Nm}^3$. Einige Messungen zeigten auch Konzentrationen $< 0.1 \text{ ng I} - \text{TEQ/Nm}^3$ (kein Zeitbezug).

Recycling von Schlacke aus Elektrolichtbogenöfen (SM 4):

Im Elektrolichtbogenofen fallen etwa 100 – 150 kg Schlacke pro Tonne Rohstahl an. Ein wichtiges Kriterium für die Verwendung der Schlacke ist die Volumenkonstanz, die stark vom freien Kalkanteil abhängt. Ein Großteil der Schlacken aus der Herstellung von kohlenstoffarmem Stahl besitzt einen relativ niedrigen freien Kalkanteil und kann daher im Straßenbau, im Wasserbau und für Erdauffüllungen verwendet werden. Damit die Schlacke verwendet werden kann wird sie zunächst gebrochen, gesiebt und klassiert. Eisenhaltige Schlackebestandteile werden durch Magnetabscheider abgetrennt.

Recycling von Staub aus Elektrolichtbogenöfen (SM 5):

Abhängig von der Art des Stahls der erzeugt wird, werden zwischen 10 und 20 kg Staub/ t_{Rohstahl} aus dem Abgas abgetrennt. Zwei verschiedene Methoden zum Recycling dieses abgetrennten Staubs werden in der Folge näher diskutiert.

Einerseits ist das Recycling von Staub durch Rückführung des Staub in den Lichtbogenofen möglich, andererseits besteht die Möglichkeit durch pyrometallurgische oder hydro-metallurgische Prozesse Zink und andere Schwermetalle zurückzugewinnen oder zu entfernen. Der bedeutendste und häufigste dieser Prozesse ist der Waelzprozess.

Das Recycling von Staub in den Lichtbogenofen verringert die Rate an zu entsorgendem Staub. Weiters wird der Zinkgehalt im Staub erhöht und auch der Eisengehalt des Staubs in den Lichtbogenofen zurückgeführt. Ein Nachteil des Recyclings ist, dass einerseits die Effizienz des Ofens abnimmt und andererseits der Verbrauch an elektrischer Energie erhöht wird.

5.7.3 Elektrostahlwerk Kapitel 4 (BAT)

In Kapitel 9.4 des BAT Dokuments „Eisen und Stahl“ werden in sechs Punkten die als BAT angesehenen Techniken aufgeführt. Die ausgewählten Techniken dienen zur Reduktion von Emissionen in die Luft (Staub und Dioxine), zur Energieeinsparung, zum Vermeiden der Deposition von Abfällen/Nebenprodukten und zur Vermeidung und Reduktion der Abwasseremissionen.

1.) Staubsammeleffizienz:

- Kombination von direkter Absaugung durch das Deckelloch und Haubensysteme oder
- Kombination von Haubensystemen mit Ofeneinkapselungen oder⁶⁵
- totale Einkapselung aller Anlagen und Absaugung des gesamten Gebäudes.

⁶⁵ Im Text des BRefs dürfte sich hier ein Fehler ergeben haben. Basierend auf der Beschreibung der Absaugsysteme sollte vermutlich eine Kombination aus direkter Absaugung und Einkapselung des Ofens als BAT angesehen werden.

98 % oder mehr der primären und sekundären Staubemissionen können bei Verwendung einer der oben angeführten Techniken erfasst werden.

2.) Entstaubung des Abgases

- Gut ausgelegte Faserfilter erreichen Staubkonzentrationen von weniger als 5 mg/Nm³ (Tagesmittelwert) im Fall von Neuanlagen und weniger als 15 mg/Nm³ (Tagesmittelwert) im Fall von Altanlagen.

Die angegebenen Konzentrationen sind als Tagesmittelwerte zu verstehen. Durch die Verringerung der Staubemissionen wird auch die Emission an Schwermetallen reduziert (Ausnahme bilden Metalle die in der Gasphase vorkommen Z.B. Quecksilber)

Es muss lobend erwähnt werden, dass für die erreichbaren Staubkonzentrationen ein Zeitbezug angegeben wurde.

3.) Minimierung der Emissionen von organischen Chlorverbindungen (vor allem PCB und PCDD/F):

- Nachverbrennung in der Abgasrohrleitung oder in separaten Nachverbrennungskammern und nachfolgende rasche Abkühlung zur Vermeidung der de-novo Synthese und/oder
- Eindüsung von Lignitkokspulver in die Rohrleitung vor den Faserfiltern.

Mit diesen Maßnahmen können Dioxinemissionen von 0.1 – 0.5 ng I-TEQ/Nm³ erreicht werden (keine Angabe eines Zeitbezugs)

4.) Schrottvorwärmung (in Kombination mit Maßnahmen nach Punkt 3 zur Wiedergewinnung von freier Energie des primären Abgases.

Durch teilweiser Vorwärmung des Schrottes können bis zu 60 kWh/t_{Rohstahl} eingespart werden. Bei totaler Schrottvorwärmung sind bis zu 100 kWh/t_{Rohstahl} elektrische Energie einsparbar. Auf mögliche höhere Emissionen von organischen Schadstoffen muss geachtet werden.

5.) Minimierung von Abfällen/Nebenprodukten

Die folgenden Techniken die als BAT angesehen werden sind nach fallender Priorität geordnet.

- Minimierung der Abfallproduktion;
- Minimierung der Abfälle durch Recycling von Schlacken und Filterstäuben. Filterstaub kann in den Lichtbogenofen recycelt werden, um eine Zinkanreicherung auf bis zu 30 % zu erreichen. Stäube mit einem Zinkgehalt > 20 % können in der Nichteisenmetallindustrie verwendet werden.
- Filterstäube aus der Produktion von hochlegierten Stählen können zur Wiedergewinnung der Legierungselemente eingesetzt werden.
- Für feste Abfälle, die weder vermieden noch recycelt werden können, sollte die produzierte Menge minimiert werden. Wenn jegliche Verminderung oder Wiederverwendung unmöglich ist, ist kontrollierte Entsorgung die einzige Möglichkeit.

6.) Abwasseremissionen:

- Verwendung von geschlossenen Kühlswassersysteme zur Kühlung der Öfen;
- Abwasser aus dem Strangguss sollte zu einem möglichst großen Anteil recycelt werden, abfiltrierbare Substanzen sollen gefällt und sedimentiert werden und Öl soll in Ölabscheiderbecken oder ähnlichen Anlagen abgetrennt werden.

Bemerkenswert an diesem „BAT“ Kapitel ist, dass Werte für erreichbare Staubkonzentrationen angegeben werden (siehe Punkt 2), obwohl im Kapitel „Candidate BAT“ (Kapitel 9.3) keinerlei erreichbare Staubkonzentrationen angegeben sind. Im Kapitel „Candidate BAT“ findet sich einzig und allein bei jenen drei Sekundärmaßnahmen, die sich mit Reduktion der Luftschadstoffemissionen befassen der Hinweis, dass häufig Faserfilter zur Entstaubung eingesetzt werden.

Auch bei den Technologien, die als BAT für die Behandlung von Abwasser aus den Stranggussanlagen angesehen werden, ist im Kapitel „Candidate BAT“ keine der in Kapitel „BAT“ (Kapitel 9.4) angegebenen Techniken beschrieben. Die Auswahl der Techniken orientiert sich sehr stark an jenen Techniken, die für Stranggussanlagen in integrierten Hüttenwerken angegeben wurden. Erreichbare Emissionen wurden keine angeführt.

5.7.4 Elektrostahlwerk Kapitel 5 (Emerging Techniques)

In diesem Kapitel (Kapitel 9.5) werden zwei Techniken angegeben, die bisher noch nicht in industriellen Anlagen verwirklicht wurden, sich aber derzeit in Entwicklung befinden.

Als erste Maßnahme wird das **Sortieren von Schrott** beschrieben, die dazu dient Emissionen von organischen Chlorverbindungen, insbesondere PCB zu verringern. PCB sind vornehmlich in kleinen Kondensatoren enthalten, die wiederum in verschiedenen Apparaten wie beispielsweise Waschmaschinen, Haartrockner oder fluoreszierenden Lampen enthalten sind. Der Hauptgrund warum die Entfernung dieser Kondensatoren heute noch nicht betrieben wird, dürfte in den hohen Kosten liegen.

Als weitere Techniken, die sich in Entwicklung befinden werden neue Ofenkonzepte angeführt. Zwei Konzepte (Comelt Lichtbogenöfen und Contiarco Öfen) werden in diesem Abschnitt genauer beschrieben.

5.7.5 Vergleich der Kapitel 9.2 bis 9.4 des BAT Dokuments mit österreichischen Standards

In Österreich ist der Betrieb von Elektrolichtbogenöfen in der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl. II 1997/160) gemäß § 82 GewO geregelt. Diese Verordnung ist am 18. Juni 1997 in Kraft getreten. Sie schreibt Emissionsgrenzwerte für Schwefeloxide, Stickoxide und PCDD/F in § 4 Abs. 3 vor. Als Grenzwert für Staub, TOC, HCl, HF, CO und Schwermetalle sind die allgemeinen Grenzwerte der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ (BGBl. II 1997/160) heranzuziehen, die in § 3 festgelegt werden. Alle Emissionsgrenzwerte müssen auf trockenes Rauchgas bei 0 °C und 1 013 hPa bezogen werden. Altanlagen, die vor Inkrafttreten der Verordnung bereits genehmigt waren müssen der Verordnung spätestens fünf Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung (am 18. Juni 2002) entsprechen.

In der folgenden Tabelle ist eine Gegenüberstellung der als BAT angesehenen Emissionswerte mit den Grenzwerten der oben beschriebenen österreichischen Verordnung dargestellt. Zum Vergleich können leider nur die Werte für Staub und PCDD/F herangezogen werden, weil für alle anderen Schadstoffe keine BAT Werte festgelegt wurden.

Tabelle 5-32: Vergleich von Grenzwerten gemäß BGBl. II 1997/160 mit BAT Werten von Elektrolichtbogenöfen

| Schadstoff | BGBl. II 1997/160 ⁶⁶ | BAT – Wert |
|-------------------------------|---------------------------------|---|
| Staub | 20 mg/Nm ³ | < 5 mg/Nm ³ für Neuanlagen (Faserfilter) < 15 mg/Nm ³ für Altanlagen (Faserfilter) |
| PCDD/F | 0.4 ng I-TEQ/Nm ³ | 0.1 – 0.5 ng I-TEQ/Nm ³ |
| SO _x ⁶⁷ | 500 mg/Nm ³ | ~ 16 mg/Nm ³ |
| NO _x ⁶⁷ | 500 mg/Nm ³ | 30 mg/Nm ³ |

Wie aus Tabelle 5-32 ersichtlich, liegen die als BAT angesehenen Emissionskonzentrationen für Staub erheblich niedriger als in der österreichischen Gesetzgebung vorgesehen. Insbesondere für Neuanlagen, für die ein BAT Wert von < 5 mg Staub/Nm³ (Tagesmittelwert) als erreichbar gilt, ist bei Verwendung der BAT Dokumente im Genehmigungsverfahren mit deutlich niedrigeren Grenzwerten zu rechnen, als im BGBl. II 1997/160 vorgesehen sind. Auch für Altanlagen ist, sofern sie den Grenzwert (< 20 mg/Nm³) nicht heute schon erheblich unterschreiten, eine geringfügige Verbesserung der Staubemissionen zu erwarten, da der BAT Wert für Altanlagen mit 15 mg/Nm³ (Tagesmittelwert) angegeben wird.

Wie bereits angeführt sind für SO₂ und NO_x keine BAT Werte angegeben und auch im Kapitel „Candidate BAT“ (siehe auch Kapitel 5.7.2.2) sind keine erreichbaren Emissionen dargestellt. Um einen ersten Anhaltspunkt zu einer Bewertung der österreichischen Grenzwerte zu erhalten, wurden die Emissionsfaktoren einer deutschen Anlage (siehe auch Tabelle 5-29) mit einem angenommenen Abgasvolumenstrom von 8 000 Nm³ Abgas/t_{Rohstahl}⁶⁸ auf Konzentrationen umgerechnet. Dazu wurde jeweils der höchste angegebene Emissionsfaktor zu Umrechnung herangezogen. Aus den errechneten Konzentrationen (30 mg/Nm³ NO_x und ~16 mg/Nm³ SO₂) kann man sehen, dass diese deutlich unter den österreichischen Grenzwerten von jeweils 500 mg/Nm³ liegen. Die Einhaltung dieser Grenzwerte dürfte Anlagenbetreibern aus diesem Grund keine allzu großen Schwierigkeiten bereiten. Auch bei der Berechnung der NO_x Konzentrationen aus Emissionsfaktoren verschiedener schwedischer Anlagen liegt die maximal errechnete NO_x Konzentration mit ~ 85 mg/Nm³ deutlich unter 500 mg/Nm³.

Da für die Abwasserbehandlung in Elektrostahlwerken keine BAT Werte angegeben wurden und auch in den übrigen Kapitel (Kapitel 9.2 und 9.3) die Abwasserbehandlung nur sehr kurz erwähnt bzw. überhaupt nicht behandelt wurde kann kein Vergleich mit österreichischer Gesetzgebung durchgeführt werden.

5.8 Alternative Routen zur Eisenerzeugung (Kapitel 10)

Eine Evaluierung dieses Kapitels wird nicht durchgeführt, weil die darin beschriebenen Techniken und Routen derzeit noch von untergeordneter Bedeutung sind. Außerdem wird in

⁶⁶ Bei kontinuierlichen Messungen gilt der Grenzwert als eingehalten wenn, kein Tagesmittelwert den Grenzwert überschreitet, weniger als 3 % der Beurteilungswerte den Grenzwert um mehr als 20 % überschreiten und kein Halbstundenmittelwert das Zweifache des Emissionsgrenzwertes überschreitet.

Bei Einzelmessungen sind innerhalb eines Zeitraums von drei Stunden drei Messwerte als Halbstundenmittelwert zu bilden. Der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn kein Beurteilungswert den Grenzwert überschreitet.

⁶⁷ Bei den in der Spalte BAT angegebenen Werten handelt es sich nicht um BAT Werte, sondern um errechnete Konzentrationen aus einer deutschen Anlage (siehe auch Text).

⁶⁸ In der Praxis variiert der spezifische Abgasvolumenstrom zwischen 6 000 und 16 000 Nm³/t_{Rohstahl}. Die Technische Arbeitsgruppe einigte sich auf einen Faktor von 8 000 Nm³/t_{Rohstahl} zur Umrechnung von Konzentrationen auf Emissionsfaktoren.

Österreich weder das Direktreduktionsverfahren noch das Schmelzreduktionsverfahren betrieben, wengleich das weltweit einzige Schmelzreduktionsverfahren, das in kommerziellen Maßstab betrieben wird von einer österreichischen Firma entworfen und gebaut worden ist (derzeit 2 Anlagen in Betrieb und 5 Anlagen in Bau).

5.9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen (Kapitel 11)

Das Kapitel 11 „Conclusions and Recommendations“ befasst sich nicht mit Schlussfolgerungen für einzelne Anlagen oder Prozessabschnitte im Zuge der Stahlproduktion. Diese werden in den jeweiligen Kapiteln angeführt (siehe z. B. Kapitel 5.4.3 für Sinteranlagen).

In Kapitel 11 sind vielmehr der zeitliche Ablauf der Erstellung des Dokumentes, die Informationsquellen, das Ausmaß des Konsenses und Empfehlungen für die zukünftige Arbeit angegeben.

Der zeitliche Ablauf der Erstellung des BAT Dokuments wurde bereits in Kapitel 5.1 dargestellt. Als Quellen wurden 93 umfassende Reports an das EIPPC Büro übermittelt. Die Art der Informationen, die in diesen Reports enthalten ist, ist sehr unterschiedlich. Besonders herausgehoben werden zwei hervorragende Berichte, die aus diesem Grund zu einem großen Teil für die Erstellung des BAT Dokuments herangezogen wurden.

- Dutch Notes on BAT for Production of Primary Iron and Steel;
- Report on BAT in the Electric Steelmaking Industry (Germany).

Zu dem vorliegenen BAT Dokument liegt breite Zustimmung vor. Keine getrennten Standpunkte mussten in das Dokument aufgenommen werden, weil in allen Bereichen ein Konsens unter den Mitgliedern der technischen Arbeitsgruppe erreicht werden konnte. Eine starke Empfehlung wurde abgegeben, die Daten wie folgt zu qualifizieren.

„Wenn nicht anders angegeben, sind die in den BAT Kapitel vorliegenden Emissionswerte, welche mit BAT assoziiert werden als Tagesmittelwerte sowohl bei den Emissionen in die Luft als auch ins Wasser zu verstehen“

Das Problem im vorliegenden Dokument war, dass die vorhandenen Daten keine Angaben über den Zeitbezug machten und aus diesem Grund eine derartige Schlussfolgerung für die Technische Arbeitsgruppe auch für einen Großteil der mit BAT assoziierten Werte nicht möglich war.

Für die zukünftige Arbeit wurden die folgenden Empfehlungen gegeben:

- Entwicklung einer Methode zur Auswahl von Techniken, die bei der Ermittlung von BAT in Betracht zu ziehen sind;
- Ermittlung einer Methode für Schlussfolgerungen zu BAT;
- Verbesserung des IPPC Ansatzes und der medienübergreifenden Bewertung;
- Verbesserung der Qualität der vorhandenen Emissions – und Verbrauchsdaten (Angabe von: Probenentnahmemethode, Analysenmethode, Zeitbezug, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen);
- Darstellung von mehr Informationen bezüglich Energie, Lärm, Förderung, Transport und Lagerung der Materialien sowie Gesundheit und Sicherheit.

Von höchster Priorität dürfte die Verbesserung der Qualität der Daten sein, mit der so schnell wie möglich begonnen werden sollte. Eine Überarbeitung des gesamten Dokuments sollte bis 2005 vorhanden sein.

5.10 Vergleich des BAT Dokuments „Eisen und Stahl“ mit den Vorgaben der „General Outline“

Aufgrund der Komplexität der Eisen – und Stahlerzeugung weicht die Struktur dieses BAT Dokuments auf den ersten Blick deutlich von der vorgesehenen Struktur laut „General Outline“ ab. Kapitel 1 stellt entsprechend den Vorgaben der General Outline „Allgemein Informationen“ dar. Zusätzlich zur General Outline wurden die Kapitel 2 und 3 in den BREF aufgenommen. Kapitel 2 beschäftigt sich auf einer Seite mit der Lagerung und Förderung, während Kapitel 3 einen Überblick über Routen zur Stahlerzeugung und über Prozesse innerhalb eines integrierten Hüttenwerkes gibt. Die in der General Outline vorgesehenen Kapiteln 2 bis 6 (Beschreibung der Technologien, Verbrauch und Emissionen, Kandidaten für BAT, BAT und Techniken in Entwicklung) wurden nicht für den gesamten Prozess der Stahlerzeugung in jeweils einem Kapitel zusammengefasst, sondern es wurden für die relevanten Anlagen (Sinteranlage, Hochofen, Pelletieranlage Kokerei, Sauerstoffstahlwerk und Elektrostahlwerk) jeweils eigene Kapitel erstellt (Kapitel 4 – 9), die in weiterer Folge entsprechend den Vorgaben der General Outline aufgebaut sind und somit die oben erwähnten Kapitel entsprechend der General Outline enthalten. Kapitel 10 informiert zusätzlich zu den Vorgaben der General Outline über neue Routen zur Stahlerzeugung, die sich entweder noch in Entwicklung befinden, oder aber eine sehr geringe Relevanz für den europäischen Raum besitzen. Tabelle 5-33 zeigt einen groben Vergleich der Vorgaben der General Outline mit dem BAT Dokument zur „Eisen – und Stahlproduktion“.

Tabelle 5-33: Vergleich der General Outline mit dem „Eisen und Stahl“ BRRF

| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
|--|--|
| Kapitel 1 (Allgemeine Informationen) | |
| Statistische Daten zu: Produktionsmenge Anlagen, Investitionen Beschäftigung geographische Verteilung | Daten für 1995 und 1996 Daten für 1995 Daten für 1996 Daten für 1995 Daten vorhanden |
| Kapitel 2 (Beschreibung der Technologien) | |
| | Sinteranlagen (Kapitel 4.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |
| | Pelletieranlagen (Kapitel 5.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |
| | Kokereien (Kapitel 6.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |
| | Hochöfen (Kapitel 7.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |
| | Sauerstoffstahlwerk (Kapitel 8.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |
| | Elektrostahlwerk (Kapitel 9.1) |
| Beschreibung der Technologien | Leicht verständlich und übersichtlich |

| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
|---|--|
| Kapitel 3 (Verbrauch und Emissionen) | |
| | Sinteranlagen (Kapitel 4.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten von fünf europäischen Sinteranlagen • Emissionsfaktoren für Staub, Schwermetalle, HCl, HF, NO_x, SO₂, CO, CO₂, VOC, PAK, PCDD/F und PCB • Emissionskonzentrationen für Staub, HF, NO_x, SO₂, VOC, PCDD/F und PCB • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analyseverfahren, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Angabe der Quellen und anfallenden Mengen, keine Daten zu Schadstoffkonzentrationen • Mengenangabe von Staub und Schlamm • Daten vorhanden • Angabe von zwei Quellen, keine Daten vorhanden |
| | Pelletieranlagen (Kapitel 5.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten vorhanden • Emissionsfaktoren für Staub, Schwermetalle, HCl, HF, NO_x, SO_x, CO, CO₂, VOC, PAK und PCDD/F • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analyseverfahren, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Mengenangaben einer Anlage, keine Schadstoffkonzentrationen • Angabe von Quellen, keine Daten vorhanden • Daten vorhanden • keine Daten vorhanden |
| | Kokereien (Kapitel 6.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle/Nebenprodukte • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten von elf europäischen Kokereien • Emissionsfaktoren für Staub, NO_x, SO₂, NH₃, H₂SO₄, HCN, H₂S, CO, CO₂, CH₄, VOC, Benzol und PAK • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analyseverfahren, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Mengenangaben zu verschiedenen Quellen. Schadstoffkonzentrationen im Abwasser der Kokerei und aus dem feuchten oxidativen Entschwefelungsprozess • Mengenangaben von Benzol, H₂SO₄, Teer, (NH₄)₂SO₄ und Schwefel • Daten vorhanden • keine Daten vorhanden |

| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
|---|--|
| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
| Kapitel 3 (Verbrauch und Emissionen) | |
| | Hochofen (Kapitel 7.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle/Nebenprodukte • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten vorhanden • Emissionsfaktoren für Staub, Mn, Ni, Pb, NO_x, SO_x, CO, CO₂, PCDD/F und H₂S Emissionskonzentrationen für Staub, NO_x, SO₂ und CO • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analysemethode, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Mengenangaben für Abwasser aus der Gichtgasbehandlung und der Schlackegranulierung. • Emissionsfaktoren und Schadstoffkonzentrationen für Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, TOC und COD im Abwasser aus der Schlackegranulierung • Mengenangaben für Schlacke, Gichtgasschlamm, Gichtgasstaub und Rinnenschutt • Daten vorhanden • keine Daten vorhanden |
| Kapitel 3 (Verbrauch und Emissionen) | |
| | Sauerstoffstahlwerk (Kapitel 8.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle/Nebenprodukte • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten von vier europäischen Sauerstoffstahlwerken • Emissionsfaktoren für Staub, Cr, Mn, Cu, Pb, NO_x, CO, CO₂, PCDD/F und PAH • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analysemethode, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Angabe von drei Quellen, keine Daten • Mengenangaben für Schlacken, Staub, Auswürfe, Walzzunder und Feuerfestausbrüche • Daten vorhanden • keine Daten vorhanden |
| | Elektrostahlwerk (Kapitel 9.2) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch von Rohstoffen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Wasser • anfallende Abfälle/Nebenprodukte • Energieverbrauch/–produktion • Lärmemissionen | <ul style="list-style-type: none"> • Daten vorhanden • Emissionsfaktoren für Staub, Schwermetalle, HCl, HF, NO_x, SO₂, CO, TOC, Benzol, Chlorbenzole, PAK, PCDD/F und PCB • Emissionskonzentrationen für Staub, PCDD/F und PAK • Bei allen Angaben fehlen Daten über Zeitbezüge, Analysemethode, Probenentnahme, Auswertungsmethode und Referenzbedingungen • Angabe von drei Quellen, keine Daten Mengenangaben für Schlacken, Staub und feuerfeste Steine • Daten vorhanden • Angabe von fünf Quellen, keine Daten |

| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
|---|--|
| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
| Kapitel 4 (Candidate BAT) | |
| Diese Kapitel wurden bereits nach der neuen, noch nicht gültigen General Outline verfasst | |
| | Kapitel (4.3, 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 und 9.3) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Description • Environmental Performance • Applicability • Cross Media Effects • Reference Plants • Operational Experience • Driving Force of Implementation • Economic Performance | <ul style="list-style-type: none"> • für jede Maßnahme vorhanden • Primärmaßnahmen geben häufig Reduktionspotentiale und seltener Konzentrationen an. In manchen Fällen wird nur die Technik beschrieben. • Sekundärmaßnahmen geben häufig Emissionsfaktoren, Konzentrationen oder Reduktionspotentiale an. • Für Abwasser wird meist nur für abfiltrierbare Substanzen ein Wert angegeben. • Der mit Abstand größte Teil der angegebenen Konzentrationen ist ohne Zeitbezug angeführt • In so gut wie allen Fällen angegeben, wobei zwischen Alt – und Neuanlagen unterschieden wird • meist angegeben • meist angegeben • meist angegeben • sehr selten angegeben • häufig nur Einzelbeispiele oder überhaupt keine Daten |
| Kapitel 5 (BAT) | |
| | (Kapitel 4.4, 5.4, 6.4, 7.4, 8.4 und 9.4) |
| <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Maßnahmen • Emissionen in die Luft • Emissionen ins Abwasser • Energieeinsparmaßnahmen • Abfälle | siehe Text |
| Kapitel 6 (Emerging Techniques) | |
| (Kapitel 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5 und 9.5) | |
| In allen Bereichen des BRefs wurden nur sehr wenig Informationen und Technologien angeführt | |
| Kapitel 7 (Conclusions and Recommendations) | |
| Kapitel 11 im vorliegenden BRef | |
| Zeitplan, Informationsbeschaffung, Konsens innerhalb der TWG und Empfehlungen für die Zukunft sind vorhanden. | |
| Anhänge | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Literaturverzeichnis • Nationale Gesetzgebung • Monitoring | <ul style="list-style-type: none"> • vorhanden • nicht vorhanden • nicht vorhanden |

| Vorgaben General Outline | BAT Eisen und Stahl |
|--------------------------|---------------------|
| • Fallbeispiele | • nicht vorhanden |

Kommentar zu Kapitel 5 „BAT“:

Fast alle Punkte werden in allen verschiedenen Kapiteln behandelt. Für Maßnahmen betreffend Emissionen in die Luft sind entweder Emissionsfaktoren, Konzentrationen oder Reduktionspotentiale angegeben. In einigen Fällen ist auch lediglich die Technologie beschrieben. Für einen Großteil der angegebenen Konzentrationen wurde kein Zeitbezug festgelegt. Viele Schadstoffe, die in Kapitel 3 oder 4 noch behandelt wurden und für die in diesen Kapiteln erreichbare Werte angegeben sind, wurden nicht in die BAT Kapitel aufgenommen. Diese Informationen gehen bei Nichtübersetzung der Kapitel 3 und 4 für einen Teil der Benutzer verloren.

Für Emissionen ins Abwasser sind meist (bis auf wenige Ausnahmen) nur erreichbare Werte für abfiltrierbare Substanzen oder eine Beschreibung der als BAT angesehenen Technologie angegeben. Nochmals muss darauf hingewiesen werden, dass für die meisten angegebenen erreichbaren Konzentrationen weder im Abwasser noch in der Abluft Zeitbezüge festgelegt wurden.

Auf die Executive Summary wird in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen, weil wie bereits erwähnt die BAT Kapitel wortwörtlich in die Executive Summary übernommen wurden und somit oben genanntes auch für die Executive Summary gilt.

5.11 Zusammenfassung

Das vorliegende BAT Dokument behandelt die sehr komplexe Eisen – und Stahlproduktion, an der eine Vielzahl von verschiedenen Anlagen beteiligt sind. Aus diesem Grund wurde eine Struktur für das Dokument gewählt, die von den Vorgaben der „General Outline“ für BAT Dokumente abweicht. Es wurden für die einzelnen Anlagen, die an der Stahlproduktion beteiligt sind, jeweils Unterkapitel erstellt. Diese Unterkapitel sind in der weiteren Folge nach den Vorgaben der „General Outline“ aufgebaut. Durch die Behandlung der einzelnen Anlagen in eigenen Kapiteln ist das Dokument für zukünftige Nutzer sicherlich einfacher zu verwenden.

Einen sehr guten Überblick über die Eisen – und Stahlproduktion gibt Kapitel 1. Ebenfalls recht gut gelungen sind die Unterkapitel für die jeweiligen Anlagen, die „Angewandte Prozesse und Techniken“ beschreiben. In diesen Kapiteln sind die einzelnen Prozesse in der Eisen – und Stahlherstellung meist in sehr kurzer komprimierter Form, sehr informativ und gut verständlich zusammengefasst.

Bei den drei folgenden Kapiteln (für jede Anlage die Kapitel „Emissionen“, „Candidate BAT“ und „BAT“ beschreiben) müssen einige sehr wesentliche Kritikpunkte angebracht werden. Nur für einen sehr geringen Anteil der angegebenen Emissionen, bzw. der angegebenen BAT Werte wurde ein Zeitbezug angegeben. Auch weitere Informationen über die Art der Ermittlung der Daten, wie beispielsweise die Analysenmethode, Probenentnahme, Auswertungsmethoden und Referenzbedingungen fehlen in weiten Bereichen des BREFs. Ein weiterer Kritikpunkt liegt darin, dass für viele Schadstoffe keine BAT Werte festgelegt wurden, obwohl in den vorhergehenden Kapiteln („Emissionen“ und „Candidate BAT“) durchaus erreichbare Werte für diverse Schadstoffe angegeben sind. Derartige Informationen gehen bei Nichtübersetzung des Kapitels „Candidate BAT“ für einen Teil der Benutzer des BREF verloren.

Zusätzlich muss hingewiesen werden, dass abgesehen von Emissionsdaten (mit den oben angeführten Einschränkungen bezüglich Zeitbezug, etc.) nur äußerst wenig Daten enthalten sind. Besonders die Bereiche Energie, Lärm, Förderung, Transport und Lagerung der Materialien sowie Gesundheit und Sicherheit werden im vorliegenden Dokument kaum behandelt. Besser ist die Datenlage im Bezug auf die anfallenden Reststoffe, von denen häufig anfallende Mengen und Zusammensetzungen beschrieben sind.

Ein positiver Aspekt dieses Dokuments liegt in der breiten Zustimmung, die zwischen der Industrie, den Umweltorganisationen und den Mitgliedsstaaten erreicht werden konnte. Keine getrennten Standpunkte müssten in den vorliegenden BREF aufgenommen werden, weil in allen Bereichen ein Konsens erreicht werden konnte.

Für die Überarbeitung des BREFs wird eine Verbesserung der Datenqualität unbedingt erforderlich sein. Insbesondere wird die Industrie gefordert sein, die ihr vorliegenden Daten in einer nachvollziehbaren Form (Zeitbezüge, Referenzbedingungen und –anlagen) einzubringen.

Die Emissionen in die Luft aus österreichischen Eisen - und Stahlwerken werden in zwei Verordnungen geregelt. Der Betrieb von Sinteranlagen wird von der „Verordnung für Anlagen zum Sintern von Eisenerzen“ (BGBl. II 1997/163) geregelt, während die restlichen Teile eines integrierten Hüttenwerks, ebenso wie Elektrostahlwerke von der „Verordnung für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl“ geregelt werden. Die Emissionen ins Wasser aus österreichischen Anlagen zur Aufbereitung, Veredelung und Weiterverarbeitung von Eisenerzen sowie aus der Eisen- und Stahlherstellung und –verarbeitung werden durch die Abwasseremissionsverordnung Eisen – Metallindustrie (BGBl. II 1997/345) geregelt.

Ein Vergleich dieser Verordnungen mit den BAT Werten ist nur sehr begrenzt möglich, weil wie bereits erwähnt nur für sehr wenige Schadstoffe BAT Werte festgelegt wurden (siehe dazu auch die Kapitel 5.4.3, 5.5.3, 5.6.3 und 5.7.3). Die wenigen angegebenen BAT Werte liegen entweder im Bereich der österreichischen Grenzwerte oder deutlich darunter (z.B. BAT Werte für diverse Schwermetalle im Abwasser von Sinteranlagen oder Staubwerte aus den Winderhitzern im Hochofen oder aus dem Sauerstoffkonverter). Einschränkend muss erwähnt werden, dass für einen Großteil der BAT Werte kein Zeitbezug festgelegt wurde und somit ein direkter Vergleich mit österreichischen Grenzwerten schwer möglich ist. Für den genaueren Vergleich einzelner BAT Werte mit österreichischen Grenzwerten laut Verordnung wird auf die jeweiligen Kapitel verwiesen (siehe Kapitel 5.4.5, 5.5.5, 5.6.5 und 5.7.5)

Ein Vergleich mit den Emissionen österreichischer Anlagen oder der gängigen Genehmigungspraxis konnte kaum durchgeführt werden, weil entweder keine Daten über die entsprechenden Anlagen vorhanden waren, oder sofern Daten vorhanden waren, von den betroffenen Betrieben die Zustimmung zur Verwendung dieser Daten im Rahmen dieser Evaluierung verweigert wurde. Eine Ausnahme bilden die Luft- und Abwasseremissionen einer österreichischen Sinteranlage, da diese im vorliegenden BREF veröffentlicht wurden (siehe auch Kapitel 5.4.5).

6 LITERATUR

- [1] Final Draft „BAT Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries“, September 1999
- [2] BAT/IPPC-Workshop 11./12. Februar 1998 in Berlin – Manuscripts
- [3] Draft-Version von „Proposal for an integrated approach for the assessment of cross-media aspects relevant for the determination of „Best Available Techniques“ BAT in the European Union“, Rentz; Geldermann; Jahn; Spengler; Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung, Karlsruhe, Jänner 1998
- [4] Final Report von „Integrated Environmental Protection Based on BAT“, L. Ó Cléirigh, A. O’Brien, T. V. Cleary, April 1997
- [5] Integrierte Bewertung medienübergreifender Aspekte, EU-Workshop Berlin 1998, BE-114
- [6] Draft BAT-Dokument „Zement und Kalk“, Jänner 1999 und Juni 1999, Februar 2000
- [7] Draft BAT-Dokument „Papier und Zellstoff“, August 1998 und August 2000
- [8] Draft BAT-Dokument „Eisen und Stahl“, August 1998 und März 2000
- [8] Suhr, M. (2000): The BREF in the pulp and paper industry. European Conference on „The Sevilla Process: A Driver for Environmental Performance in Industry“, Stuttgart, 6 and 7 April 2000
- [9] Austropapier, 2000: Schriftliche Mitteilung der Vereinigung der österreichischen Papierindustrie
- [10] Umweltbericht 1999, Modo Paper
- [11] Suhr, M. 2000 A: Mündliche Mitteilung
- [12] AEV Papier und Pappe (BGBl 220/2000 und BGBl 610/1992)
- [13] AEV gebleichter Zellstoff (BGBl 219/2000 und BGBl 181/1991)
- [14] LRG-K (BGBl 1988/380 idgF) und LRK-V (BGBl 1989/19 idgF)
- [15] VO über die Verbrennung gefährlicher Abfälle BGBl. II Nr. 22/1999
- [15] VO über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerbl. Betriebsanlagen (BGBl. II Nr. 32/1999)
- [16] VO für Anlagen zur Zementerzeugung (BGBl. Nr. 63/1993)
- [17] VO für Anlagen zur Erzeugung von Eisen und Stahl (BGBl. II Nr. 160/1997)
- [18] VO für Anlagen zum Sintern von Eisenerzen (BGBl. II Nr. 163/1997)
- [19] Der Sevilla Prozess, Konferenz über die Erstellung und Anwendung der BAT-Dokumente, BE-172

7 ANHANG

7.1 Abkürzungen (deutsch und englisch)

| | |
|---------------|--|
| Adt | Air dry ton (entspricht einem Trockengehalt von 90 %) |
| AOX | Adsorbable Organic Halides |
| BAT | Best Available Technique (Beste Verfügbare Technik) |
| BATNEEC | Best Available Technique Not Entailing Excessive Costs (Beste Verfügbare Technik, die keine exzessiven Kosten verursacht) |
| BImSchG..... | Bundes-Immissions-Schutzgesetz |
| BOD | Biological Oxygen Demand (biologischer Sauerstoffbedarf) |
| BPEO | Best Practical Environmental Option (Beste Praktikable Möglichkeit für die Umwelt) |
| COD | Chemical Oxygen Demand (chemischer Sauerstoffbedarf) |
| CTMP | Chemi-thermomechanical Pulp (Chemo-thermomechanischer Holzstoff) |
| EA | Environment Agency (Umweltagentur) |
| EC | European Community (Europäische Gemeinschaft) |
| EPA..... | Environment Protection Agency (Umweltschutzagentur) |
| EQ..... | Environmental Quotient (Quotient aus Emission und EAL) |
| EU | European Union (Europäische Union) |
| EULA..... | European Lime Association |
| IEF | Information Exchange Forum (Forum für Informationsaus- tausch) |
| IPPC..... | Integrated Prevention and Pollution Control (Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) |
| LWC..... | Light Weight Coated Paper |
| PM..... | Particulate Matter |
| RL | Richtlinie |
| SC..... | Supercalendered Paper |

| | |
|-----------|--|
| TMP | Thermo-mechanical Pulp (Thermomechanischer Holzstoff) |
| TRS..... | Total Reduced Sulfur (Gesamte Reduzierte Schwefelverbindungen) |
| TSS..... | Total Suspended Solids (abfiltrierbare Stoffe) |
| TWG | Technical Working Group (Technische Arbeitsgruppe) |
| VO..... | Verordnung |

7.2 Annex I IPPC-RL und korrespondierende BAT-Dokument-Nr.

Die folgende Übersicht zeigt, wie der Anhang I der IPPC-RL auf die einzelnen BAT-Dokumente und Arbeitsgruppen verteilt wurde.

Annex: Coverage of BAT Reference Documents

| # | IPPC Annex I Industrial Activities |
|------|---|
| | 1. Energy Industries |
| 1 | 1.1 Combustion installations >50MW |
| 2 | 1.2 Mineral oil and gas refineries |
| 3 | 1.4 Coal gasification and liquefaction plants |
| | 2. Production and Processing of Metals |
| 4 | Primary and secondary iron and steel 1.3 Coke ovens 2.1 Metal ore (incl. sulphide ore) roasting or sintering installations 2.2 Pig iron or steel (primary or secondary smelting) including continuous casting, capacity > 2.5 t/h |
| 5 | 2.3 Processing of ferrous metals a. hot-rolling mills >20 t/h c. protective smelt metal coats > 2 t/h |
| 5a | 2.6 Surface treatment of metals and plastic materials using electrolytic or chemical process (volume of treatment vats > 30 m ³) |
| 6, 7 | 2.5.a production of non-ferrous crude metals by metallurgical, chemical or electrolytic processes 2.5.b smelting (incl.alloyage) of non-ferrous metals (incl. recovered products): refining etc., but <u>excluding</u> foundry casting, with capacity > 4 t/d for lead, and > 20 t/d to all others 6.8 production of carbon (hard-burnt coal) or electrographite by means of incineration or graphitization |
| 8 | 2.3.b smitheries (E>50 kJoule per hammer, calorific power >20MW) 2.4 Ferrous and non-ferrous metal foundries > 20 t/d (4 t/d for lead) |
| | 3. Mineral Industry |
| 9 | 3.1.a Production of cement > 500 t/d in rotary kilns or > 50 t/d in other kilns 3.1.b Production of lime > 50 t/d |
| 10 | 3.2 Asbestos and asbestos-based products |
| 11 | 3.3 Glass (incl.glass fibre) with capacity > 20 t/d 3.4 Installations for melting mineral substances (incl.mineral fibres) with capacity > 20 tonnes per day |
| 12 | 3.5 Ceramics products (roofing tiles, bricks, refractory bricks, tiles, stoneware or porcelain) with production capacity > 75 t/d and/or with a kiln capacity > 4 m ³ and setting capacity > 300 kg/m ³ |

Annex: Coverage of BAT Reference Documents

| # | IPPC Annex I Industrial Activities |
|----|---|
| | 4. Chemical Industry |
| 13 | 4.1 Basic organic chemicals a. simple hydrocarbons b. oxygen-containing hydrocarbons c. sulphurous hydrocarbons d. nitrogenous hydrocarbons e. phosphorous-containing hydrocarbons f. halogenic hydrocarbons g. organometallic compounds |
| 14 | 4.1.h basic plastic materials 4.1.i synthetic rubbers |
| 15 | 4.2.a gases: chlorine, hydrogen 4.2.c bases: potassium hydroxide, sodium hydroxide |
| 16 | 4.2.a gases such as ammonia, hydrogen chloride, fluorine, hydrogen fluoride, carbon oxides, sulphur compounds, nitrogen oxides, sulphur dioxide and carbonyl chloride, but <u>excluding</u> chlorine and hydrogen 4.2.b acids, such as chromic acid, hydrofluoric acid, hydrochloric acid, sulphuric acid, oleum, sulphurous acids, but <u>excluding</u> phosphoric acid and nitric acid 4.2.c ammonium hydroxide |
| 17 | 4.2.d salts such as ammonium chloride, potassium chlorate, potassium carbonite, sodium carbonate, perborate, silver nitrate 4.2.e carbon black, silicas, titanium dioxide 4.3 Fertilizers (P, N, K) |
| 18 | 4.2.e non-metals, metal oxides (excl. titanium dioxide) or other inorganic compounds such as calcium carbide, silicon, silicon carbide 4.2.j dyes and pigments (inorganic, excl. titanium dioxide) 4.6 explosives (inorganic) |
| 19 | 4.2.j dyes and pigments (organic) 4.2.k surface-active agents and surfactants 4.4 Basic plant health products and biocides 4.5 Basic pharmaceutical products (chemical/biological processes) 4.6 Explosives (organic) |
| | 5. Waste Management |
| 20 | 5.1 Hazardous waste (disposal/recovery: capacity > 10 t/d) |
| 21 | 5.2 Incineration of municipal waste (capacity >3 t/h) |
| 22 | 5.3 Non-hazardous waste (disposal: capacity > 50 t/d) |
| 23 | 5.4 Landfills (flow >10 t/d or total capacity > 25 000 tonnes) |

Annex: Coverage of BAT Reference Documents

| # | IPPC Annex I Industrial Activities |
|----|---|
| | 6. Others Activities |
| 24 | 6.1.a pulp from timber and similar fibrous materials 6.1.b paper/board (capacity > 20 t/d) |
| 25 | 6.2 Pre-treatment (washing, bleaching, mercerization) or dyeing of fibres or textiles with capacity > 10 t/d |
| 26 | 6.3 Tanneries with capacity > 12 t/d |
| 27 | 6.4.a slaughterhouses (capacity > 50 t/d) 6.5 Animal carcasses/waste disposal or recycling (capacity >10 t/d) |
| 28 | 6.4.b production of food . animal raw material: capacity > 75 t/d . vegetable raw material: capacity > 300 t/d 6.4.c milk processing and treatment: capacity > 200 t/d |
| 29 | 6.6 Intensive rearing of poultry or pigs, capacity > 40.000 poultry, > 2.000 production pigs over 30 kg, or > 750 sows |
| 30 | 6.7 Installations for surface treatments using organic solvents (consumption capacity > 150 kg/h or 200 t/y) |

7.3 Übersicht über den Stand der BAT Dokumente September 2000

| BAT Referenz Dokument | 1. TWG | Draft | 2. TWG | Bemerkung |
|---|---------|-------|---------|---------------------------------------|
| Arbeitsprogramm für 1997 | | | | |
| Eisen- und Stahlerzeugung | Juli 97 | Final | Nov. 98 | Juli 1999 und März 2000 ¹⁾ |
| Zement und Kalk | Juni 97 | Final | Nov. 98 | Sept. 99 und März 2000 |
| Papier und Zellstoff | Mai 97 | Final | Nov. 98 | August 2000 |
| Kühlsysteme ^{2, 3)} | Juni 97 | Final | Mai 00 | August 2000 |
| Arbeitsprogramm für 1998 | | | | |
| Verarbeitung von Eisenmetallen | Dez. 97 | Final | März 00 | August 2000 |
| Glasherstellung | Jän. 98 | Final | Nov. 99 | Juli 2000 |
| Chloralkalielektrolyse ³⁾ | Dez. 97 | Final | März 00 | August 2000, |
| Erzeugung und Verarbeitung von Nichteisenmetallen ⁴⁾ | Jän. 98 | Final | Nov. 99 | Zwei Experten im IPPCB Mai 2000 |
| Gerbereien ³⁾ | Feb. 98 | II | Nov. 00 | Abgrenzungsprobleme |
| Textilindustrie ³⁾ | Feb. 98 | -- | | Abgrenzungsprobleme |
| Überwachung von Emissionen | Juni 98 | -- | | 2. Meeting Nov. 2000 |
| Arbeitsprogramm für 1999 | | | | |
| Schmieden und Gießereien | Dez. 98 | -- | | Wenig Information vorh. |
| Abwasser und Abluftreinigung in der Chemischen Industrie | Apr. 99 | I | | Draft inkl. Kap. 4 |
| Organ. Großchemie | Apr. 99 | I | | Draft inkl. Kap. 5 |
| Raffinerien | Juli 99 | I | | Draft inkl. Kap. 4 |
| Intensivtierhaltung | Jän. 99 | -- | | Wenig Information vorh. |
| Anorgan. Großchemie Gase und Flüssigkeiten | xxx | -- | | Noch kein Kick-off Meeting |
| Emissionen aus Lagerung in der chem. Industrie | Dez. 99 | -- | | Fragebogen, Anlagenbesichtigungen |
| Ökonomische und Medienübergreifende Aspekte | Mai 00 | -- | | Task Force Oktober 2000 |
| Arbeitsprogramm für 2000 | | | | |
| Großfeuerungsanlagen | Feb. 00 | -- | | Anlagenbesichtigungen |
| Anorgan. Großchemie Feststoffe | xxx | -- | | Noch kein Kick-off Meeting |
| Schlachthöfe / TKV | Nov. 00 | -- | | |
| Nahrungsmittel und Milch | xxx | -- | | Noch kein kick-off Meeting |

¹⁾ Die Final Drafts werden nach ihrer Annahme durch das IEF noch auf Sprach- und Schreibfehler hin überarbeitet, dadurch gibt es verschiedene Versionen (Datum) von „Final Drafts“

²⁾ Vakuumsysteme wurden entgegen der ursprüngl. Planung nicht behandelt

³⁾ Bei folgenden Dokumenten wechselte der Sachbearbeiter des EIPPCB

⁴⁾ ursprünglich waren jeweils ein Dokument über Herstellung und Verarbeitung von NE-Metallen geplant