

DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS DER KOMMISSION**vom 26. September 2014****über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton***(Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2014) 6750)***(Text von Bedeutung für den EWR)**

(2014/687/EU)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) ⁽¹⁾, insbesondere auf Artikel 13 Absatz 5,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Gemäß Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU organisiert die Kommission einen Informationsaustausch über Industrieemissionen zwischen der Kommission, den Mitgliedstaaten, den betreffenden Industriezweigen und den Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, um die Erstellung von Merkblättern über die besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblätter) gemäß Artikel 3 Nummer 11 der Richtlinie zu erleichtern.
- (2) Gemäß Artikel 13 Absatz 2 der Richtlinie 2010/75/EU geht es bei dem Informationsaustausch um die Leistungsfähigkeit der Anlagen und Techniken in Bezug auf Emissionen, gegebenenfalls ausgedrückt als kurz- und langfristige Mittelwerte sowie assoziierte Referenzbedingungen, Rohstoffverbrauch und Art der Rohstoffe, Wasserverbrauch, Energieverbrauch und Abfallerzeugung, um angewandte Techniken, zugehörige Überwachung, medienübergreifende Auswirkungen, wirtschaftliche Tragfähigkeit und technische Durchführbarkeit sowie Entwicklungen bei diesen Aspekten sowie um beste verfügbare Techniken und Zukunftstechniken, die nach der Prüfung der in Artikel 13 Absatz 2 Buchstaben a und b der Richtlinie aufgeführten Aspekte ermittelt worden sind.
- (3) „BVT-Schlussfolgerungen“ nach der Begriffsbestimmung in Artikel 3 Nummer 12 der Richtlinie 2010/75/EU sind der wichtigste Bestandteil der BVT-Merkblätter, der die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken, ihre Beschreibung, Informationen zur Bewertung ihrer Anwendbarkeit, die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, die dazugehörigen Überwachungsmaßnahmen, die dazugehörigen Verbrauchswerte sowie gegebenenfalls einschlägige Standortsanierungsmaßnahmen enthält.
- (4) Gemäß Artikel 14 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU dienen die BVT-Schlussfolgerungen als Referenzdokument für die Festlegung der Genehmigungsaufgaben für unter Kapitel II der Richtlinie fallende Anlagen.
- (5) Gemäß Artikel 15 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU legt die zuständige Behörde Emissionsgrenzwerte fest, mit denen sichergestellt wird, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, wie sie in den Beschlüssen über die BVT-Schlussfolgerungen gemäß Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie festgelegt sind, nicht überschreiten.
- (6) Gemäß Artikel 15 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU dürfen Ausnahmeregelungen zur Abweichung von Artikel 15 Absatz 3 nur angewandt werden, wenn die Erreichung der Emissionswerte aufgrund des geografischen Standorts, der lokalen Umweltbedingungen oder der technischen Merkmale der betroffenen Anlage gemessen am Umweltnutzen zu unverhältnismäßig höheren Kosten führen würde.
- (7) Gemäß Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU stützen sich die Überwachungsaufgaben der Genehmigung gemäß Artikel 14 Absatz 1 Buchstabe c auf die in den BVT-Schlussfolgerungen beschriebenen Überwachungsergebnisse.
- (8) Gemäß Artikel 21 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU überprüft die zuständige Behörde innerhalb von vier Jahren nach der Veröffentlichung von Beschlüssen über BVT-Schlussfolgerungen alle Genehmigungsaufgaben, bringt sie erforderlichenfalls auf den neuesten Stand und stellt sicher, dass die betreffende Anlage diese Genehmigungsaufgaben einhält.

⁽¹⁾ ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17.

- (9) Mit dem Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 ⁽¹⁾ wurde ein Forum für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen eingesetzt, dem Vertreter der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, angehören.
- (10) Gemäß Artikel 13 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU hat die Kommission am 20. September 2013 die Stellungnahme des Forums zu dem vorgeschlagenen Inhalt des BVT-Merkblatts für die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton eingeholt und diese Stellungnahme öffentlich zugänglich gemacht ⁽²⁾.
- (11) Die in diesem Beschluss vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des mit Artikel 75 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU eingesetzten Ausschusses —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

Artikel 1

Die BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton sind im Anhang dieses Beschlusses dargestellt.

Artikel 2

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 26. September 2014

Für die Kommission
Janez POTOČNIK
Mitglied der Kommission

⁽¹⁾ ABl. C 146 vom 17.5.2011, S. 3.

⁽²⁾ <https://circabc.europa.eu/w/browse/6516b21a-7f84-4532-b0e1-52d411bd0309>.

ANHANG

BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON ZELLSTOFF, PAPIER UND KARTON

ANWENDUNGSBEREICH	79
ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN	80
MIT BVT ASSOZIIERTE EMISSIONSWERTE	80
MITTELUNGSZEITRÄUME FÜR EMISSIONEN IN GEWÄSSER	80
REFERENZBEDINGUNGEN FÜR EMISSIONEN IN DIE LUFT	80
MITTELUNGSZEITRÄUME FÜR EMISSIONEN IN DIE LUFT	81
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	81
1.1. Allgemeine BVT-Schlussfolgerungen für die Zellstoff- und Papierindustrie	84
1.1.1. Umweltmanagementsystem	84
1.1.2. Materialmanagement und gute Betriebspraxis	85
1.1.3. Frisch- und Abwassermanagement	86
1.1.4. Energieverbrauch und -effizienz	87
1.1.5. Geruchsemissionen	88
1.1.6. Überwachung wesentlicher Prozessparameter sowie der Emissionen in Gewässer und in die Luft	89
1.1.7. Abfallwirtschaft	91
1.1.8. Emissionen in Gewässer	92
1.1.9. Lärmemissionen	93
1.1.10. Stilllegung	94
1.2. BVT-Schlussfolgerungen für den Sulfatzellstoffprozess	94
1.2.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer	94
1.2.2. Emissionen in die Luft	96
1.2.3. Abfallaufkommen	102
1.2.4. Energieverbrauch und -effizienz	103
1.3. BVT-Schlussfolgerungen für den Sulfitzellstoffprozess	104
1.3.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer	104
1.3.2. Emissionen in die Luft	106
1.3.3. Energieverbrauch und -effizienz	108
1.4. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Holzstoff und chemisch-mechanischem Holzstoff	109
1.4.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer	109
1.4.2. Energieverbrauch und -effizienz	110
1.5. BVT-Schlussfolgerungen für die Verarbeitung von Altpapier	111
1.5.1. Materialmanagement	111

1.5.2.	Abwasser und Emissionen in Gewässer	112
1.5.3.	Energieverbrauch und -effizienz	114
1.6.	BVT-Schlussfolgerungen für die Papierherstellung und für verwandte Prozesse	114
1.6.1.	Abwasser und Emissionen in Gewässer	114
1.6.2.	Emissionen in die Luft	117
1.6.3.	Abfallaufkommen	117
1.6.4.	Energieverbrauch und -effizienz	117
1.7.	Beschreibung der Techniken	118
1.7.1.	Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Verminderung der Emissionen in die Luft	118
1.7.2.	Beschreibung von Techniken zur Reduzierung des Frischwasserbedarfes und des Abwasservolumens und der Schadstoffbelastung des Abwassers	121
1.7.3.	Beschreibung der Techniken zur Abfallvermeidung und Abfallmanagement	126

ANWENDUNGSBEREICH

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen die in Abschnitt 6.1 Buchstaben a und b des Anhangs der Richtlinie 2010/75/EU genannten Tätigkeiten, d. h. die integrierte und die nicht integrierte Herstellung der folgenden Produkte in Industrieanlagen:

- a) Zellstoff aus Holz und anderen Faserstoffen,
- b) Papier oder Karton mit einer Produktionskapazität von über 20 t pro Tag.

Gegenstand dieser BVT-Schlussfolgerungen sind insbesondere die folgenden Prozesse und Tätigkeiten:

- i) Herstellung von Zellstoff:
 - a) Herstellung von Kraftzellstoff (Sulfatzellstoff) und
 - b) Herstellung von Sulfitzellstoff;
- ii) mechanische und chemisch-mechanische Aufschlussverfahren;
- iii) Verarbeitung von Altpapier mit und ohne Deinking;
- iv) Papierherstellung und verwandte Prozesse;
- v) alle Ablaugekessel und Kalköfen in Zellstoff- und Papierfabriken.

Diese BVT-Schlussfolgerungen gelten nicht für:

- i) die Herstellung von Zellstoff aus nicht holzbasierten Rohfasern (z. B. Zellstoff aus Einjahrespflanzen);
- ii) stationäre Verbrennungsmotoren;
- iii) Verbrennungsanlagen zur Erzeugung von Dampf und Strom (keine Ablaugekessel);
- iv) Trockner mit internen Brennern für Papiermaschinen und Streichaggregate.

Folgende andere Merkblätter sind für die in diesen BVT-Schlussfolgerungen behandelten Tätigkeiten relevant:

Merkblätter	Gegenstand
Industrielle Kühlsysteme (ICS)	Industrielle Kühlsysteme (z. B. Kühltürme oder Plattenwärmeaustauscher)
Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM)	Wirtschaftliche und medienübergreifende Auswirkungen von Techniken

Merkblätter	Gegenstand
Emissionen aus der Lagerung (EFS)	Emissionen aus Tanks, Rohrleitungen und gelagerten Chemikalien
Energieeffizienz (ENE)	Allgemeine Energieeffizienz
Großfeuerungsanlagen (LCP)	Erzeugung von Dampf und Strom durch Verbrennungsanlagen in Zellstoff- und Papierfabriken
Allgemeine Überwachungsgrundsätze (MON)	Emissionsüberwachung
Abfallverbrennung (WI)	Verbrennung vor Ort und Mitverbrennung von Abfällen
Abfallbehandlungsanlagen (WT)	Aufbereitung von Abfällen zu Brennstoffen

ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN

Die in diesen BVT-Schlussfolgerungen genannten und beschriebenen Techniken sind weder normativ noch erschöpfend. Es können andere Techniken eingesetzt werden, die mindestens ein gleiches Umweltschutzniveau gewährleisten.

Wenn nicht anderweitig angegeben, sind die BVT-Schlussfolgerungen allgemein anwendbar.

MIT BVT ASSOZIIERTE EMISSIONSWERTE

Wenn die mit den BVT assoziierten („BVT-assozierten“) Emissionswerte für den gleichen Mittelungszeitraum in unterschiedlichen Einheiten angegeben werden (z. B. als Konzentrationen und als spezifische Frachtwerte (d. h. pro Tonne Nettoproduktion)), sind diese unterschiedlichen Formen von BVT-assozierten Emissionswerten als gleichwertige Alternativen zu betrachten.

Bei integrierten und zur Herstellung mehrerer Produkte ausgelegten Zellstoff- und Papierfabriken müssen die für die jeweiligen Prozesse (Zellstoff- und Papierherstellung) und/oder Produkte definierten BVT-assozierten Emissionswerte nach Maßgabe einer Mischungsregel basierend auf den jeweiligen kumulativen Einleitungen zusammengefasst werden.

MITTELUNGSZEITRÄUME FÜR EMISSIONEN IN GEWÄSSER

Wenn nicht anders angegeben, sind für BVT-assozierte Werte für Emissionen in Gewässer folgende Mittelungszeiträume definiert:

Tagesmittelwert	Mittelwert über einen Probenahme-Zeitraum von 24 Stunden, gemessen anhand von durchflussproportionalen Mischproben ⁽¹⁾ oder — bei nachweislich ausreichender Durchflussstabilität — anhand einer zeitproportionalen Probe ⁽¹⁾
Jahresmittelwert	Mittelwert aller im Laufe eines Jahres gemessenen Tagesmittelwerte, gewichtet nach der täglichen Produktion und angegeben als Masse emittierter Stoffe pro Masseneinheit der erzeugten oder verarbeiteten Produkte/Materialien.

⁽¹⁾ In besonderen Fällen muss unter Umständen ein anderes Probenahmeverfahren angewendet werden (z. B. Stichprobe).

REFERENZBEDINGUNGEN FÜR EMISSIONEN IN DIE LUFT

Die BVT-assozierten Emissionswerte für Emissionen in die Luft beziehen sich auf folgende Standardbedingungen: trockenes Gas, Temperatur 273,15 K, Druck 101,3 kPa; Wenn die BVT-assozierten Emissionswerte als Konzentrationen angegeben werden, wird der Bezugssauerstoffgehalt (in Vol.-%) genannt.

Umrechnung auf Bezugssauerstoffgehalt

Die Emissionskonzentration wird mit der folgenden Formel auf einen Bezugssauerstoffgehalt umgerechnet:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

Dabei ist:

E_R (mg/Nm³): Emissionskonzentration bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt O_R

O_R (Vol.-%): Bezugssauerstoffgehalt

E_M (mg/Nm³): gemessene Emissionskonzentration bezogen auf den gemessenen Sauerstoffgehalt O_M

O_M (Vol.-%): gemessener Sauerstoffgehalt.

MITTELUNGSZEITRÄUME FÜR EMISSIONEN IN DIE LUFT

Wenn nicht anders angegeben, sind für BVT-assoziierte Werte für Emissionen in Gewässer folgende Mittelungszeiträume definiert:

Tagesmittelwert	Mittelwert über einen Zeitraum von 24 Stunden ausgehend von gültigen Stundenmittelwerten kontinuierlicher Messung.
Mittelwert über die Probenahmezeit	Mittelwert von drei aufeinanderfolgenden Messungen mit einer Dauer von jeweils mindestens 30 Minuten.
Jahresmittelwert	Bei kontinuierlicher Messung: Mittelwert aller gültigen Stundenmittelwerte. Bei periodischer Messung: Mittelwert aller im Laufe eines Jahres ermittelten „Mittelwerte über die Probenahmezeit“.

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für den Zweck dieser BVT-Schlussfolgerungen gelten die folgenden Definitionen:

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Neue Anlage	Eine Anlage, die am Standort der Fabrik erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder die vollständige Ersetzung einer Anlage auf dem bestehenden Fundament der Fabrik nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die keine neue Anlage ist.
Umfangreichere Modernisierung	Eine umfangreichere Änderung der Konstruktion oder der Technologie einer Anlage/eines Emissionsminderungssystems, die mit Anpassungen oder dem Austausch von Prozesseinheiten und verbundenen Ausrüstungen in größerem Umfang einhergeht.
Neues Entstaubungssystem	Ein Entstaubungssystem, das nach Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen zum ersten Mal am Standort der Fabrik eingesetzt wird.
Vorhandenes Entstaubungssystem	Ein Entstaubungssystem, das kein neues Entstaubungssystem ist.
Nicht kondensierbare geruchsaktive Gase (NCG)	Als nicht kondensierbare geruchsaktive Gase werden die im Sulfatzellstoffprozess entstehenden Geruchsgase bezeichnet.
Konzentrierte nicht kondensierbare geruchsaktive Gase (CNCG)	Konzentrierte nicht kondensierbare geruchsaktive Gase (oder „Starkgase“): Gase mit TRS-Verbindungen, die bei der Kochung und beim Eindampfen sowie bei der Strippung von Kondensaten entstehen.

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Starkgase	Konzentrierte nicht kondensierbare geruchsaktive Gase (CNCG).
Schwachgase	Verdünnte nicht kondensierbare geruchsaktive Gase: Gase mit TRS-Verbindungen, die nicht als Starkgase zu betrachten sind (z. B. Gase aus Tanks, Waschfiltern, Hackschnitzsilos, Kalkschlammfiltern und Trocknungsanlagen).
Restschwachgase	Schwachgase, die nicht aus einem Abaugekessel, einem Kalkofen oder einem Geruchsgaskessel emittiert werden.
Kontinuierliche Messung	Messungen mit einem automatischen Messsystem (AMS), das am jeweiligen Standort fest installiert ist.
Periodische Messung	Ermittlung einer Messgröße (insbesondere einer zu messenden Menge) in bestimmten Zeitabständen mit manuellen oder automatischen Verfahren.
Diffuse Emissionen	Emissionen aufgrund des direkten (nicht gefassten) Kontaktes von Staub oder flüchtigen Stoffen mit der Umgebung bei normalen Betriebsbedingungen.
Integrierte Produktion	Sowohl Faserstoff als auch Papier und Karton werden am selben Standort hergestellt. Der Faserstoff wird vor der Papier- oder Kartonherstellung gewöhnlich nicht getrocknet.
Nicht integrierte Produktion	Entweder a) Herstellung von Marktzellstoff (zum Verkauf) in Papierfabriken, die selbst keine Papiermaschinen betreiben, oder b) Herstellung von Papier/Karton mit Faserstoff, der ausschließlich in anderen Fabriken erzeugt wird (Marktzellstoff).
Nettoproduktion	<ul style="list-style-type: none"> i) Bei Papierfabriken: unverpackte, verkaufsfähige Produktion nach der letzten Rollenschneidmaschine, d. h. vor der Verarbeitung. ii) Bei getrennten Beschichtungsanlagen: Produktion nach dem Streichen. iii) Bei Anlagen zur Herstellung von Hygienepapier: verkaufsfähige Produktion nach der Hygienepapiermaschine vor dem Aufrollen des Materials und ohne Kern. iv) Bei Marktzellstofffabriken: Produktion nach dem Verpacken (Tonne lutro). v) Bei integrierten Fabriken: Als Netto-Faserstoffproduktion werden die Produktion nach dem Verpacken (Tonnen lutro) und der in die Papierfabrik transportierte Faserstoff bezeichnet (Faserstoff mit Trocknungsgrad 90 %, d. h. lufttrocken). Nettopapierproduktion: wie Ziffer i.
Spezialpapierfabrik	Eine Fabrik, in der zahlreiche Papier- und Kartonsorten für Spezialanwendungen (in der Industrie und in sonstigen Bereichen) hergestellt werden, die durch besondere Merkmale, einen verhältnismäßig kleinen Endverbrauchermarkt oder Nischenanwendungen gekennzeichnet und häufig speziell für einen bestimmten Kunden oder eine bestimmte Endverbrauchergruppe hergestellt werden; Spezialpapiere sind z. B. Zigarettenpapiere, Filterpapiere, metallisierte Papiere, Thermopapier, Durchschreibepapier, Klebetiketten und gussgestrichenes Papier sowie Gipskarton und Spezialpapiere zum Wachsen oder Isolieren, zu Bedachungszwecken, zum Asphaltieren und für sonstige spezielle Anwendungen oder Behandlungen. All diese Sorten sind keine Standardpapiere.
Hartholz	Eine Gruppe von Hölzern, u. a. Espe, Buche, Birke und Eukalyptus; der Begriff „Hartholz“ wird als Gegensatz zum Begriff „Weichholz“ verwendet.
Weichholz	Holz von Koniferen (z. B. Kiefer und Fichte); der Begriff „Weichholz“ wird als Gegensatz zum Begriff „Hartholz“ verwendet.
Kaustizierung	Prozess im Kalkkreislauf zur Rückgewinnung von Hydroxid (Weißlauge) durch folgende Reaktion: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$

ABKÜRZUNGEN

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
AFS	Abfiltrierbare Stoffe (in Abwasser); Abfiltrierbare Stoffe bestehen aus kleinen Faserfragmenten, Füllstoffen, Feinstoffen, nicht sedimentierter Biomasse (Ansammlung von Mikroorganismen) und sonstigen kleinen Partikeln. (<i>Total suspended solids, TSS</i>)
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene gemessen nach der in EN ISO 9562 beschriebenen Standardmethode für Abwasser.
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf; die Menge an gelöstem Sauerstoff, die Mikroorganismen zur Zersetzung organischer Bestandteile in Abwasser benötigen.
CMP	Chemi-mechanischer Holzstoff (<i>Chemimechanical pulp</i>).
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf; Anteil chemisch oxidierbarer organischer Bestandteile in Abwasser (gewöhnlich bezogen auf Analysen mit Dichromatoxidation).
CTMP	Chemi-thermisch-mechanischer Holzstoff.
DS	Trockene Feststoffe (<i>Dry Solids</i>), angegeben in Gew.- %.
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure (beim Peroxidbleichen verwendeter Komplexbildner).
ECF	Elementarchlorfrei)
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure (Komplexbildner).
H ₂ S	Schwefelwasserstoff.
LWC	Leichtgewichtiges gestrichenes Papier.
NO _x	Summe von Stickoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO ₂), angegeben als NO ₂ .
NSSC	Neutralsulfit-Halbzellstoff (<i>Neutral sulphite semi chemical</i>).
RCF	Recycelte Fasern.
SO ₂	Schwefeldioxid.
TCF	Totalchlorfrei)
TMP	Thermisch-mechanischer Holzstoff.
TOC	Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff.
Tonne lutro	Tonne lufttrocken (Zellstoff), Trocknungsgrad 90 %.
Tot-N	Der Gesamtstickstoffgehalt (<i>Total nitrogen, Tot-N</i>), ausgedrückt in N, beinhaltet organischen Stickstoff, freies Ammoniak und Ammonium (NH ₄ ⁺ -N), Nitrite (NO ₂ ⁻ -N) und Nitrate (NO ₃ ⁻ -N).

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Tot-P	Der Gesamtposphorgehalt (Tot-P), ausgedrückt in P, beinhaltet sowohl gelösten Phosphor als auch nicht löslichen Phosphor, der in Form von Ausfällungen oder mit Mikroorganismen in das Abwasser gelangt.
TRS	Gesamte reduzierte Schwefelverbindungen (<i>Total reduced sulphur</i>); Summe der folgenden reduzierten übelriechenden Schwefelverbindungen, die bei der Zellstoffherstellung freigesetzt werden: Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid, angegeben als Schwefel.
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (<i>Volatile organic compounds</i>) nach der Begriffsbestimmung in Artikel 3 Nummer 45 der Richtlinie 2010/75/EU.

1.1. ALLGEMEINE BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE ZELLSTOFF- UND PAPIERINDUSTRIE

Die in den Abschnitten 1.2 bis 1.6 beschriebenen prozessspezifischen BVT-Schlussfolgerungen gelten zusätzlich zu den in diesem Abschnitt genannten allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

1.1.1. Umweltmanagementsystem

BVT 1. Die BVT zur Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung von Anlagen zur Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton besteht in der Einführung und Anwendung eines Umweltmanagementsystems (UMS), das alle folgenden Merkmale umfasst:

- a) besonderes Engagement der Führungskräfte, auch auf leitender Ebene;
- b) Festlegung einer Umweltstrategie, die eine kontinuierliche Verbesserung der Anlage durch die Leitungsebene beinhaltet;
- c) Planung und Umsetzung der erforderlichen Verfahren, Ziele und Vorgaben, einschließlich finanzieller Planung und Investitionen;
- d) Anwendung der Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:
 - i) Struktur und Zuständigkeiten,
 - ii) Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz,
 - iii) Kommunikation,
 - iv) Einbeziehung der Arbeitnehmer,
 - v) Dokumentation,
 - vi) effiziente Prozesssteuerung,
 - vii) Instandhaltungsprogramme,
 - viii) Bereitschaftsplanung und Maßnahmen für Notfallsituationen,
 - ix) Gewährleistung der Einhaltung von umweltrechtliche Anforderungen;
- e) Leistungskontrolle und Korrekturmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:
 - i) Überwachung und Messung (siehe auch Referenzdokument über die allgemeinen Überwachungsgrundsätze, „*General Principles of Monitoring*“),
 - ii) Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen,
 - iii) Führen von Aufzeichnungen,
 - iv) (soweit praktikabel) unabhängige interne und externe Prüfung, um festzustellen, ob mit dem Umweltmanagementsystem die vorgesehenen Regelungen eingehalten werden und ob das UMS ordnungsgemäß eingeführt wurde und angewandt wird;

- f) Überprüfung des Umweltmanagementsystems und seiner fortgesetzten Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die leitenden Führungskräfte;
- g) Laufende Verfolgung der Entwicklung umweltverträglicherer Technologien;
- h) Berücksichtigung der Umweltauswirkungen einer späteren Stilllegung der Fabrik schon bei der Konzeption einer neuen Anlage sowie während der gesamten Nutzungsdauer;
- i) regelmäßige Durchführung von sektorspezifischem Benchmarking.

Anwendbarkeit

Der Anwendungsbereich (z. B. die Detailtiefe) und die Art des Umweltmanagementsystems (z. B. standardisiert oder nicht-standardisiert) hängen in der Regel mit der Art, Größe und Komplexität der Anlage sowie mit dem Ausmaß ihrer potenziellen Umweltbelastung zusammen.

1.1.2. Materialmanagement und gute Betriebspraxis

BVT 2. Die BVT zur Gewährleistung guter betrieblicher Praxis zur Minimierung der Umweltauswirkung des Produktionsprozesses besteht in der Anwendung einer Kombination folgender Techniken.

	Technik
a	Sorgfältige Auswahl und Kontrolle von Chemikalien und Zusatzstoffen
b	Input-Output-Analyse anhand eines Inventars für Chemikalien, einschließlich Erfassung der Menge und der toxikologischen Eigenschaften
c	Reduzierung des Chemikalieneinsatzes auf das Mindestmaß, das den Qualitätsanforderungen des Endprodukts entspricht
d	Vermeidung des Einsatzes schädlicher Stoffe (z. B. nonylphenoethoxylat-haltige Dispersionen oder Reinigungsmittel oder Tenside) und Substitution durch weniger schädliche alternative Stoffe
e	Minimierung des Eintrags von Stoffen in den Boden durch Leckage, Niederschlag aus der Luft und durch ungeeignete Lagerung von Rohstoffen, Produkten und Abfällen
f	Entwicklung eines Leckagemanagement-Programms und bessere Umschließung gefährlicher Stoffe, um Boden- und Grundwasserkontaminationen zu vermeiden
g	Geeignete Konstruktion der Rohrleitungs- und der Lagerungssysteme, damit die betreffenden Flächen sauber gehalten werden und seltener abgewaschen und gereinigt werden müssen

BVT 3. Die BVT zur Vermeidung der Freisetzung von schwer biologisch abbaubaren organischen Komplexbildnern (z. B. EDTA oder DTPA) beim Peroxidbleichen besteht in der Anwendung einer Kombination folgender Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Periodische Messungen zur Bestimmung der Menge der in die Umwelt freigesetzten Komplexbildner	Nicht anwendbar bei Anlagen, in denen keine Komplexbildner verwendet werden.
b	Prozessoptimierung zur Reduzierung des Verbrauchs und der Freisetzung von schwer biologisch abbaubaren Komplexbildnern	Nicht anwendbar für Anlagen, bei denen EDTA/DTPA in Kläranlagen oder -prozessen mindestens zu 70 % entfernt wird.
c	Vorzugsweise Einsatz biologisch abbaubarer oder eliminierbarer Komplexbildner, allmähliches Auslaufen der Verwendung biologisch nicht abbaubarer Produkte	Die Anwendbarkeit hängt von der Verfügbarkeit geeigneter Substitute ab (biologisch abbaubarer Stoffe, die z. B. bestimmte Anforderungen an den Weißgrad des Zellstoffs erfüllen).

1.1.3. **Frisch- und Abwassermanagement**

BVT 4. Die BVT zur Verringerung des Abwasservolumens und der Verunreinigung von Abwasser beim Lagern und bei der Vorbehandlung von Holz besteht in der Anwendung einer Kombination folgender Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Trockenentrindung (siehe Beschreibung in Abschnitt 1.7.2.1)	Eingeschränkt anwendbar, wenn bei einem TCF-Verfahren eine hohe Reinheit und ein hoher Weißgrad erforderlich sind.
b	Handhabung von Langholz in einer Weise, durch die Verunreinigungen der Rinde und des Holzes durch Sand und Steine vermieden werden.	Allgemein anwendbar
c	Befestigen des Holzplatzes und insbesondere der Flächen, auf denen die Hackschnitzel gelagert werden	Die Anwendbarkeit kann je nach Größe des Holzplatzes und des Lagerbereichs eingeschränkt sein.
d	Kontrolle der Beregnungswassermenge und Minimierung des Ablaufs von Oberflächenwässern vom Holzplatz	Allgemein anwendbar
e	Sammlung verschmutzten Oberflächenwässer vom Holzplatz und Abtrennen abfiltrierbarer Stoffe aus dem Abwasser vor der biologischen Behandlung	Die Anwendbarkeit kann durch den Verschmutzungsgrad des Niederschlagswassers (niedrige Konzentration) und/oder die Größe der Kläranlage (große Volumina) eingeschränkt sein.

Die BVT-assozierte Abwassermenge beim Trockenentrinden beträgt 0,5-2,5 m³/Tonne lutro.

BVT 5. Die BVT zur Verringerung des Frischwasserverbrauchs und des Abwasseranfalls besteht in der Anwendung einer Kombination folgender Techniken zur Schließung der Wasserkreisläufe soweit technisch machbar in Abhängigkeit von der jeweils herzustellenden Faserstoff- oder Papiersorte.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Überwachung und Optimierung des Wassereinsatzes	Allgemein anwendbar
b	Evaluierung von Möglichkeiten zur Rückführung von Wasser	
c	Herstellung einer angemessenen Balance zwischen dem Umfang, in dem Wasserkreisläufe geschlossen werden, und potenziellen Nachteilen; erforderlichenfalls Einbeziehung zusätzlicher Geräte	
d	Getrennthaltung weniger verunreinigten Sperrwassers aus Vakuumpumpen und Wiederverwendung des Wassers	
e	Getrennthaltung sauberen Kühlwassers von verunreinigtem Prozesswasser und Wiederverwendung des Wassers	
f	Wiederverwendung von Prozesswasser als Ersatz für Frischwasser (Wasserrückführung und Schließen von Wasserkreisläufen)	Anwendbar für neue Anlagen und für umfangreichere Modernisierungen. Je nach Anforderungen an die Wasser- und/oder Produktqualität sowie aufgrund von technischen Erfordernissen (z. B. Ausfällungen/Verkrustungen im Wassersystem) oder wegen einer zu erwartenden verstärkten Geruchsbelästigung kann die Anwendbarkeit eingeschränkt sein.
g	Integrierte (Teilstrom-) Prozesswasserbehandlung, um die Wasserqualität so zu verbessern, dass das Wasser im Kreislauf geführt oder wiederverwendet werden kann	Allgemein anwendbar

Jahresmittelwerte **der mit BVT-assoziierten Abwassermenge** an der Einleitungsstelle nach der Abwasserbehandlung:

Sektor	BVT-assoziierte Abwassermenge
Gebleichter Sulfatzellstoff	25-50 m ³ /Tonne lutro
Ungebleichter Sulfatzellstoff	15-40 m ³ /Tonne lutro
Gebleichter Sulfitzellstoff zur Papierherstellung	25-50 m ³ /Tonne lutro
Magnefite-Zellstoff	45-70 m ³ /Tonne lutro
Chemiezellstoff	40-60 m ³ /Tonne lutro
Neutralsulfit-Halbzellstoff	11-20 m ³ /Tonne lutro
Holzstoff	9-16 m ³ /t
CTMP und CMP	9-16 m ³ /Tonne lutro
Altpapierverarbeitende Papierfabriken ohne Deinking	1,5-10 m ³ /t (die höhere Menge ergibt sich hauptsächlich bei der Herstellung von Faltschachtelkarton)
Altpapierverarbeitende Papierfabriken mit Deinking	8-15 m ³ /t
Altpapierverarbeitende Hygienepapierfabriken mit Deinking	10-25 m ³ /t
Nicht integrierte Papierfabriken	3,5-20 m ³ /t

1.1.4. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 6. Die BVT zur Verringerung des Brennstoff- und des Energieverbrauchs in Zellstoff- und Papierfabriken besteht in der Anwendung von Technik a und einer Kombination der anderen im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Einsatz eines Energiemanagementsystems mit allen folgenden Merkmalen: i) Bewertung des gesamten Energieverbrauchs und der gesamten Energieerzeugung der Fabrik ii) Ermittlung, Quantifizierung und Optimierung der Potenziale zur Rückgewinnung von Energie iii) Überwachung und Erhaltung der Gegebenheiten für einen optimierten Energieverbrauch	Allgemein anwendbar
b	Rückgewinnung von Energie durch Verbrennung von Abfällen und Rückständen aus der Zellstoff- und Papierproduktion mit einem hohen Anteil an organischen Bestandteilen und einem hohen Heizwert; in diesem Zusammenhang ist BVT 12 zu berücksichtigen.	Nur anwendbar, wenn bei der Zellstoff- und Papierproduktion anfallende Abfälle und Rückstände mit hohen Anteilen an organischen Bestandteilen und hohem Heizwert nicht recycelt oder wiederverwendet werden können.

	Technik	Anwendbarkeit
c	Deckung des mit den Produktionsprozessen verbundenen Bedarfs an Dampf und Strom in größtmöglichem Umfang durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Anwendbar für alle neuen Anlagen und für umfangreichere Modernisierungen von Energieanlagen; die Anwendbarkeit bei bestehenden Anlagen kann je nach Bauart der Fabrik und je nach verfügbarem Platz eingeschränkt sein.
d	Einsatz überschüssiger Wärme zum Trocknen von Biomasse und Schlamm, zur Erwärmung des Kesselspeisewassers und des Prozesswassers, zur Gebäudeheizung usw.	Die Anwendbarkeit dieser Technik kann eingeschränkt sein, wenn die Wärmequellen und die betreffenden Standorte weit voneinander entfernt sind.
e	Einsatz von Thermokompressoren	Anwendbar bei neuen und bestehenden Anlagen für alle Papiersorten sowie bei Streichmaschinen, sofern Mitteldruck-Dampf verfügbar ist.
f	Isolierung der Anschlüsse von Dampf- und Kondensatleitungen	Allgemein anwendbar
g	Einsatz energieeffizienter Vakuumsysteme zum Entwässern	
h	Einsatz hocheffizienter Elektromotoren, -pumpen und -rührwerke	
i	Einsatz von Frequenzumrichtern für Lüfter, Kompressoren und Pumpen	
j	Anpassung des Dampfdrucks an den tatsächlichen Druckbedarf	

Beschreibung

Technik c: Gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom und/oder mechanischer Energie in einem einzigen Prozess (auch als Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet); bei KWK-Anlagen in der Zellstoff- und Papierindustrie werden gewöhnlich Dampf- und/oder Gasturbinen eingesetzt. Die Rentabilität (erzielbare Einsparungen und Amortisationszeit) hängt hauptsächlich von den Strom- und Brennstoffkosten ab.

1.1.5. Geruchsemissionen

Zu Emissionen übelriechender schwefelhaltiger Gase in Sulfat- und Sulfitzellstoff-Fabriken siehe prozessspezifische BVT in den Abschnitten 1.2.2 und 1.3.2.

BVT 7. Die BVT zur Vermeidung und zur Verringerung der Emission geruchsbehafteter Verbindungen aus Abwassersystemen besteht in der Anwendung einer Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik
l) Anwendbar zur Vermeidung von Gerüchen in Zusammenhang mit der Schließung von Wassersystemen	
a	Bei Papierfabriken sind Prozesse, Vorrats- und Wassertanks, Leitungen und Büten so auszulegen, dass längere Verweilzeiten, Totzonen oder Bereiche mit schlechter Durchmischung in Wasserkreisläufen und verbundenen Einheiten und somit die unkontrollierte Ablagerung bzw. das Faulen oder Zersetzen organischer und biologischer Bestandteile vermieden werden.
b	Einsatz von Bioziden, Dispergiermitteln oder Oxidationsmitteln (z. B. katalytische Desinfektion mit Wasserstoffperoxid) zur Bekämpfung von Gerüchen und des Wachstums von Bakterien, die Zersetzungsprozesse begünstigen.

	Technik
c	Einrichtung integrierter Behandlungsprozesse („Nieren“) zur Reduzierung der Konzentration organischer Stoffe und entsprechend zur Verringerung möglicher Geruchsbelastungen im Kreislaufwassersystem.
II) Anwendbar für Gerüche in Zusammenhang mit der Behandlung von Abwasser und Schlämmen, um zu vermeiden, dass Abwasser und Schlämme anaerob werden	
a	Einführung geschlossener Abwassersysteme mit kontrollierter Belüftung; in gewissen Fällen Einsatz von Chemikalien, um die Entstehung von Schwefelwasserstoff in Abwassersystemen zu verhindern bzw. um diesen zu oxidieren.
b	Vermeidung übermäßiger Belüftung der Ausgleichsbecken bei Aufrechterhaltung einer hinreichenden Durchmischung
c	Gewährleistung hinreichender Belüftungskapazität und geeigneter Durchmischung der Belüftungsbecken; regelmäßige Wartung des Belüftungssystems
d	Gewährleistung, dass am Nachklärbecken ein geeignetes System zur Schlammfassung und -rückführung eingesetzt wird.
e	Begrenzung der Aufenthaltszeit von Schlamm im Schlammbecken, indem der Schlamm kontinuierlich in Entwässerungsanlagen gefördert wird
f	Sicherstellen, dass Abwasser nicht länger als erforderlich im Ausgleichsbecken belassen wird und dass das Ausgleichsbecken aufnahmefähig ist
g	Wenn Schlamm Trockner eingesetzt werden, Behandlung der Abgase von thermischen Schlamm Trocknern durch Nasswäsche und/oder Biofiltration (z. B. durch Kompostfilter)
h	Vermeidung von Kühltürmen bei unbehandeltem Abwasser durch Einsatz von Plattenwärmeaustauschern

1.1.6. Überwachung wesentlicher Prozessparameter sowie der Emissionen in Gewässer und in die Luft

BVT 8. Die BVT besteht in der Überwachung der wesentlichen Prozessparameter entsprechend der folgenden Tabelle:

I) Überwachung wesentlicher Prozessparameter für Emissionen in die Luft

Parameter	Häufigkeit der Überwachung
Bei Verbrennungsprozessen Druck, Temperatur, Sauerstoff, CO und Feuchtegehalt im Rauchgas	Kontinuierlich

II. Überwachung wesentlicher Prozessparameter für Emissionen in Gewässer

Parameter	Häufigkeit der Überwachung
Wasserdurchfluss, Temperatur und pH-Wert	Kontinuierlich
P- und N-Gehalt von Biomasse, Schlammindex, überschüssiges Ammoniak und Orthophosphat des Abwassers; mikroskopische Untersuchungen der Biomasse	periodisch
Durchflussmenge und CH ₄ -Gehalt des Biogases aus der anaeroben Abwasserbehandlung	Kontinuierlich
H ₂ S- und CO ₂ -Gehalte des Biogases aus der anaeroben Abwasserbehandlung	periodisch

BVT 9. Die BVT besteht in der regelmäßigen Überwachung und Messung von Emissionen in die Luft, wie im Folgenden beschrieben, in der jeweils angegebenen Häufigkeit und unter Einhaltung der maßgeblichen EN-Normen. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT in der Anwendung von ISO-Normen bzw. von nationalen oder sonstigen internationalen Normen, die die Ermittlung von Daten in gleicher wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

	Parameter	Häufigkeit der Überwachung	Emissionsquelle	Bei der Überwachung beachten
a	NO _x und SO ₂	Kontinuierlich	Ablaugekessel	BVT 21 BVT 22 BVT 36 BVT 37
		Periodisch oder kontinuierlich	Kalkofen	BVT 24 BVT 26
		Periodisch oder kontinuierlich	Spezieller Brenner für nicht kondensierbare geruchsaktive Gase	BVT 28 BVT 29
b	Staub	Periodisch oder kontinuierlich	Ablaugekessel (Sulfatzellstoff) und Kalkofen	BVT 23 BVT 27
		Periodisch	Ablaugekessel (Sulfitzellstoff)	BVT 37
c	TRS (einschl. H ₂ S)	Kontinuierlich	Ablaugekessel	BVT 21
		Periodisch oder kontinuierlich	Kalkofen und spezieller Brenner für nicht kondensierbare Geruchsgase	BVT 24 BVT 25 BVT 28
		Periodisch	Diffuse Emissionen aus verschiedenen Quellen (Faserlinie, Tanks, Hackschnitzsilos usw.) und Restschwachgase	BVT 11 BVT 20
d	NH ₃	Periodisch	Ablaugekessel mit SNCR	BVT 36

BVT 10. Die BVT besteht in der Überwachung von Emissionen in Gewässer, wie im Folgenden beschrieben, in der jeweils angegebenen Häufigkeit und unter Einhaltung maßgeblicher EN-Normen. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT in der Anwendung von ISO-Normen bzw. von nationalen oder sonstigen internationalen Normen, die die Ermittlung von Daten in gleicher wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

	Parameter	Häufigkeit der Überwachung	Bei der Überwachung beachten
a	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) oder Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) ⁽¹⁾	Täglich ⁽²⁾ ⁽³⁾	BVT 19 BVT 33 BVT 40 BVT 45 BVT 50
b	BSB ₅ oder BSB ₇	Wöchentlich (einmal pro Woche)	
c	Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	Täglich ⁽²⁾ ⁽³⁾	
d	Gesamtstickstoffgehalt	Wöchentlich (einmal pro Woche) ⁽²⁾	
e	Gesamtphosphorgehalt	Wöchentlich (einmal pro Woche) ⁽²⁾	
f	EDTA, DTPA ⁽⁴⁾	Monatlich (einmal pro Monat)	

	Parameter	Häufigkeit der Überwachung	Bei der Überwachung beachten
g	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) (nach EN ISO 9562:2004) ⁽⁵⁾	Monatlich (einmal pro Monat)	BVT 19: gebleichter Sulfatzellstoff
		Einmal alle zwei Monate	BVT 33: außer bei TCF-Bleiche und bei der Herstellung von Neutralsulfit-Halbzellstoff. BVT 40: außer bei der Herstellung von CTMP und CMP BVT 45 BVT 50
h	Relevante Metalle (zum Beispiel Zn, Cu, Cd, Pb, Ni)	Einmal jährlich	

⁽¹⁾ Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen wird anstelle des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) zunehmend der Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) gemessen. Wenn der TOC bereits als wesentlicher Prozessparameter erfasst wird, ist eine Messung des CSB nicht erforderlich. Allerdings sollte für die jeweilige Emissionsquelle und den betreffenden Schritt in der Abwasserbehandlung eine Korrelation zwischen diesen beiden Parametern ermittelt werden.

⁽²⁾ Die Prüfung kann auch mit Schnelltests vorgenommen werden. Die Ergebnisse der Schnelltests sollten regelmäßig nach Maßgabe von EN-Normen überprüft werden (z. B. monatlich); wenn keine EN-Normen verfügbar sind, sollten ISO-Normen, nationale Normen oder sonstige internationale Normen zugrunde gelegt werden, die die Ermittlung von Daten in gleicher wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

⁽³⁾ Für Fabriken, in denen weniger als sieben Tage pro Woche gearbeitet wird, kann die Häufigkeit der CSB- und der AFS-Kontrollen auf die Anzahl der tatsächlichen Produktionstage reduziert werden, oder der Zeitraum für die Probenahme kann auf 48 oder 72 Stunden ausgedehnt werden.

⁽⁴⁾ Maßgeblich, wenn in einem Prozess EDTA oder DTPA (Komplexbildner) eingesetzt werden.

⁽⁵⁾ Nicht anwendbar bei Fabriken, die Nachweise dafür vorlegen, dass weder AOX erzeugt noch AOX durch chemische Zusatzstoffe oder chemische Ausgangsmaterialien hinzugegeben werden.

BVT 11. Die BVT besteht in der regelmäßigen Überwachung und Bewertung des Gesamtgehalts an diffusen Emissionen reduzierter Schwefelverbindungen aus relevanten Quellen.

Beschreibung

Die Bewertung des Gesamtgehalts an diffusen Emissionen reduzierter Schwefelverbindungen kann durch periodische Messung und die Bewertung diffuser Emissionen aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel aus der Faserlinie, aus Tanks, Hackschnitzsilos usw.) durch direkte Messung erfolgen.

1.1.7. Abfallwirtschaft

BVT 12. Die BVT zur Reduzierung der zu entsorgenden Abfallmengen besteht in der Einführung eines Abfallbeurteilungs- (einschließlich Bestandsaufnahme der Abfälle) und Abfallmanagementsystems, um die Wiederverwendung von Abfällen bzw., wenn eine Wiederverwendung nicht möglich sein sollte, das Recycling von Abfällen und, wenn auch dies nicht möglich sein sollte, die „anderweitige Verwertung“ von Abfällen unter Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken zu erleichtern.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Getrennte Sammlung verschiedener Abfallfraktionen (einschließlich Trennung und Einstufung gefährlicher Abfälle)	Siehe Abschnitt 1.7.3	Allgemein anwendbar.
b	Mischung geeigneter Rückstandsfraktionen zur Erzielung von Gemischen, die besser verwendet werden können		Allgemein anwendbar.
c	Vorbehandlung von Prozessrückständen vor der Wiederverwendung bzw. vor dem Recycling		Allgemein anwendbar.
d	Stoffliche Rückgewinnung oder Recycling von Prozessrückständen am Standort		Allgemein anwendbar.
e	Energetische Verwertung von Abfällen mit hohem Gehalt an organischen Bestandteilen am oder außerhalb des Standortes		Bei Verwendung an einem anderen Standort hängt die Anwendbarkeit von der Verfügbarkeit eines geeigneten Dritten ab.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
f	Stoffliche Verwendung an einem anderen Standort		Je nach Verfügbarkeit eines Dritten.
g	Vorbehandlung des Abfalls vor der Entsorgung		Allgemein anwendbar.

1.1.8. Emissionen in Gewässer

Weitere Informationen zur Behandlung des Abwassers von Zellstoff- und Papierfabriken und zu prozessspezifischen BVT-assoziierten Emissionswerten sind den Abschnitten 1.2 bis 1.6 zu entnehmen.

BVT 13. Die BVT zur Reduzierung des Nährstoffeintrags (Stickstoff und Phosphor) in aufnehmende Gewässer besteht darin, chemische Zusatzstoffe mit hohen Stickstoff- und Phosphorgehalten durch Zusatzstoffe mit niedrigen Stickstoff- und Phosphorgehalten zu ersetzen.

Anwendbarkeit

Anwendbar, wenn der Stickstoffgehalt der chemischen Zusätze nicht bioverfügbar ist (d. h. wenn er in der biologischen Behandlung nicht als Nährstoff dienen kann) oder wenn ein Nährstoffüberschuss gegeben ist.

BVT 14. Die BVT zur Reduzierung der Emission von Schadstoffen in aufnehmende Gewässer besteht in der Anwendung aller folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Vorklärung (physikalisch-chemische Behandlung)	Siehe Abschnitt 1.7.2.2
b	Zweite Reinigungsstufe (biologische Behandlung) ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ Nicht anwendbar bei Anlagen, bei denen nach der Vorklärung nur noch ein sehr geringer Anteil biologischer Bestandteile im Abwasser verbleibt (z. B. bei einigen Papierfabriken zur Herstellung von Spezialpapieren).

BVT 15. Wenn eine weitere Entfernung organischer Stoffe oder von Stickstoff oder Phosphor erforderlich ist, besteht die BVT in einer in Abschnitt 1.7.2.2 beschriebenen dritten Reinigungsstufe.

BVT 16. Die BVT zur Reduzierung der Emission von Schadstoffen aus Anlagen zur biologischen Abwasserbehandlung in aufnehmende Gewässer besteht in der Anwendung aller folgenden Techniken.

	Technik
a	Geeignete Dimensionierung und geeigneter Betrieb der Anlage zur biologischen Behandlung
b	Regelmäßige Kontrolle der aktiven Biomasse
c	Anpassung der Nährstoffzufuhr (Stickstoff und Phosphor) an den tatsächlichen Bedarf der aktiven Biomasse

1.1.9. **Lärmemissionen**

BVT 17. Die BVT zur Reduzierung der Lärmemissionen bei der Zellstoff- und Papierherstellung besteht in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Programm zur Verringerung der Lärmbelastung	Ein Programm zur Verringerung der Lärmbelastung beinhaltet die Ermittlung der Lärmquellen und der betroffenen Bereiche sowie Berechnungen und Messungen der Lärmpegel, um die Lärmquellen den Lärmpegeln entsprechend einzustufen; das Programm umfasst auch die Ermittlung der kostenwirksamsten Kombination von Techniken, deren Umsetzung und Überwachung.	Allgemein anwendbar.
b	Strategische Planung der Standorte von Ausrüstungen, Anlagen und Gebäuden	Lärmpegel können reduziert werden, indem der Abstand zwischen Lärmquelle und Lärmempfänger erhöht wird und indem Gebäude als Schallschutz genutzt werden.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen; bei bestehenden Anlagen sind die Möglichkeiten zur Änderung des Standortes von Einzelaggregaten und Produktionsanlagen unter Umständen aus Platz- oder Kostengründen eingeschränkt.
c	Betriebs- und Managementverfahren bei Gebäuden, in denen sich laute Einzelaggregate befinden	Folgende Verfahren kommen in Betracht: — Verbesserte Inspektion und Wartung von Aggregaten, um Ausfälle zu verhindern — Schließen von Türen und Fenstern in geschlossenen Räumen — Betrieb der Aggregate durch erfahrenes Personal — Vermeidung von Tätigkeiten mit hoher Lärmemission in den Nachtstunden — Vorkehrungen zur Lärmkontrolle bei Wartungsmaßnahmen	
d	Kapselung von Aggregaten und Anlagen mit hohen Lärmemissionen	Kapselung von Aggregaten mit hohen Lärmemissionen (z. B. Holzverarbeitung, hydraulische Anlagen und Kompressoren) in getrennten Einrichtungen (z. B. Gebäude oder Schallschutzschränke), die mit schallabsorbierendem Material ausgekleidet sind.	Allgemein anwendbar.
e	Verwendung von leiseren Aggregaten und von Schalldämpfern für Aggregate und Leitungsrohre		
f	Vibrationsisolierung	Vibrationsisolierung von Maschinen und entkoppelte Anordnung von Lärmquellen und potenziell schwingenden Bauteilen.	
g	Schallschutz in Gebäuden	In Betracht kommen: — schallabsorbierende Materialien in Wänden und Decken — schallisolierende Türen — Fenster mit Doppelverglasung	

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
h	Lärmverminderung	Die Ausbreitung von Lärm kann durch Hindernisse zwischen Lärmquelle und Lärmempfänger verringert werden. Geeignete Hindernisse sind z. B. Schutzwände, Böschungen und Gebäude. Geeignete Techniken zur Lärminderung sind z. B. der Einbau von Schalldämpfern und Dämmungen in Aggregaten mit hohen Lärmemissionen (etwa beim Ablassen von Dampf oder bei der Lüftungsöffnung von Trocknungsanlagen).	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen; bei bestehenden Anlagen können die Möglichkeiten zur Einrichtung von Schallschutzbarrieren aus Platzgründen eingeschränkt sein.
i	Einsatz größerer Holzverarbeitungsmaschinen zur Verkürzung der Zeiträume, in denen das Material angehoben und transportiert wird und in denen Langholz auf Lagerplätze oder Vorschubtische fällt.		Allgemein anwendbar.
j	Verbesserte Arbeitsverfahren, z. B. Langholz aus einer geringeren Höhe auf den Lagerplatz oder den Vorschubtisch fallen lassen; unmittelbare Rückmeldung der Arbeiter über den Lärmpegel.		

1.1.10. Stilllegung

BVT 18. Die BVT zur Vermeidung von Verschmutzungsrisiken bei der Stilllegung einer Anlage besteht in der Verwendung der im Folgenden beschriebenen allgemeinen Techniken.

	Technik
a	Sicherstellen, dass unterirdische Behälter und Rohrleitungen entweder bereits bei der Auslegung einer Anlage vermieden oder aber so angeordnet werden, dass die Lage bzw. Führung gut bekannt und dokumentiert ist.
b	Erstellung von Anweisungen zur Entleerung von Prozessausrüstungen, Behältern und Rohrleitungen.
c	Sicherstellen, dass die Anlage nach dem Herunterfahren sauber hinterlassen wird, z. B. durch Reinigung und Renaturierung des Betriebsgeländes; die natürlichen Bodenfunktionen sollen möglichst erhalten werden.
d	Einsatz eines Überwachungsprogramms insbesondere zur Überwachung des Grundwassers, um mögliche künftige Auswirkungen auf das Betriebsgelände oder auf benachbarte Gebiete erkennen zu können.
e	Entwicklung und Aufrechterhaltung eines Plans zur Stilllegung oder Außerbetriebnahme eines Betriebsgeländes ausgehend von einer Risikoanalyse; im Plan sollten die Tätigkeiten zur Stilllegung transparent und unter Berücksichtigung der maßgeblichen spezifischen lokalen Bedingungen beschrieben werden.

1.2. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DEN SULFATZELLSTOFFPROZESS

Bei integrierten Fabriken zur Herstellung von Sulfatzellstoff und Papier sind ergänzend zu den BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt die prozessspezifischen BVT-Schlussfolgerungen aus Abschnitt 1.6 anzuwenden.

1.2.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer

BVT 19. Die BVT zur Reduzierung der Emission von Schadstoffen aus einer Fabrik in aufnehmende Gewässer besteht im Einsatz des TCF oder der fortschrittlichen ECF-Bleiche (siehe Beschreibung in Abschnitt 1.7.2.1) und in einer geeigneten Kombination der in den Abschnitten BVT 13, BVT 14, BVT 15 und BVT 16 beschriebenen Verfahren sowie der im Folgenden erläuterten Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Modifizierte Kochung vor der Bleiche	Siehe Abschnitt 1.7.2.1.	Allgemein anwendbar.
b	Sauerstoff-Delignifizierung vor der Bleiche		
c	Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs im geschlossenen Kreislauf und wirksame Braunstoffwäsche		
d	Teilweises Recycling des Prozesswassers in der Bleichanlage		Die Möglichkeit eines Wasser-Recyclings kann durch Verkrustungen im Bleichprozess eingeschränkt sein.
e	Wirksames Leckageüberwachungs- und Rückhaltesystem mit geeignetem Rückgewinnungssystem		Allgemein anwendbar.
f	Vorhalten ausreichender Kapazität in der Schwarzlaugeneindampfanlage und dem Ablaugekessel zur Aufnahme von Spitzenlasten		Allgemein anwendbar.
g	Strippung und Wiederverwendung der Kondensate im Prozess		

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 1 und Tabelle 2; diese BVT-assozierten Emissionswerte sind nicht auf Fabriken zur Herstellung von Chemiezellstoff im Sulfatverfahren anwendbar.

Die Referenz-Abwassermenge bei Sulfatzellstoff-Fabriken ist BVT 5 zu entnehmen.

Tabelle 1

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff in aufnehmende Gewässer

Parameter	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro ⁽¹⁾
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	7-20
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,3-1,5
Gesamtstickstoffgehalt	0,05-0,25 ⁽²⁾
Gesamtphosphorgehalt	0,01-0,03 ⁽²⁾ Eukalyptus: 0,02-0,11 kg/Tonne lutro ⁽³⁾
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	0-0,2

⁽¹⁾ Die BVT-assozierten Emissionswerte beziehen sich auf die Herstellung von Marktzellstoff und auf die Zellstoffproduktion in integrierten Fabriken. (Emissionen aus der Papierherstellung wurden nicht berücksichtigt.)

⁽²⁾ Bei einer kompakten Anlage zur biologischen Abwasserbehandlung können sich etwas höhere Emissionswerte ergeben.

⁽³⁾ Die höheren Werte im angegebenen Bereich gelten für Fabriken, in denen Eukalyptus aus Regionen mit höherem Phosphorgehalt (z. B. Iberischer Eukalyptus) verwendet wird.

⁽⁴⁾ Anwendbar bei Fabriken, in denen Bleichchemikalien auf Chlorbasis eingesetzt werden.

⁽⁵⁾ Für Fabriken, in denen Zellstoff mit hoher Festigkeit, Steifheit und Reinheit hergestellt wird (z. B. für Getränkekarton und leichtes gestrichenes Papier), können die Emissionen adsorbierbarer organisch gebundener Halogene (AOX) bis zu 0,25 kg/Tonne lutro betragen.

Tabelle 2

BVT-assoziierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von ungebleichtem Sulfatzellstoff in aufnehmende Gewässer

Parameter	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro ⁽¹⁾
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	2,5-8
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,3-1,0
Gesamtstickstoffgehalt	0,1-0,2 ⁽²⁾
Gesamtphosphorgehalt	0,01-0,02 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Die BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Herstellung von Marktzellstoff und auf die Zellstoffproduktion in integrierten Fabriken. (Emissionen aus der Papierherstellung wurden nicht berücksichtigt.)

⁽²⁾ Bei einer kompakten Anlage zur biologischen Abwasserbehandlung können sich etwas höhere Emissionswerte ergeben.

Das behandelte Abwasser sollte eine geringe BSB-Konzentration aufweisen (etwa 25 mg/l bei einer 24-Stunden Mischprobe).

1.2.2. Emissionen in die Luft

1.2.2.1. Reduzierung der Emissionen von Stark- und Schwachgasen

BVT 20. Die BVT zur Reduzierung der Geruchsemissionen und der TRS-Emissionen durch Stark- und Schwachgase besteht in der Vermeidung diffuser Emissionen durch Erfassen aller schwefelhaltigen Prozessabgase einschließlich aller Entlüftungen mit schwefelhaltigen Emissionen durch Einsatz aller im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Beschreibung
a		Systeme zur Erfassung von Stark- und Schwachgasen mit folgenden Vorrichtungen: — Abdeckungen, Abzugshauben, Leitungen und Absaugsysteme mit ausreichender Kapazität; — System zur kontinuierlichen Leckageerkennung; — Sicherheitsmaßnahmen und -ausrüstung.
b	Verbrennung nicht kondensierbarer Stark- und Schwachgase	Die Verbrennung kann durchgeführt werden in: — Ablaugekessel, — Kalköfen ⁽¹⁾ , — TRS-Brenner mit Nasswäscher zur SO _x -Abscheidung oder — Kesselanlage zur Energiegewinnung ⁽²⁾ . Um die konstante Verbrennung geruchsbehafteter Starkgase zu gewährleisten, werden Ersatzsysteme eingerichtet. Kalköfen können als Ersatz für Ablaugekessel dienen; außerdem kommen Fackelanlagen und Hilfsdampfkessel („Kompakt-Dampfkessel“) als Ersatzsaurüstung in Betracht.
c		Führen von Aufzeichnungen über Zeiten, in denen das Verbrennungssystem nicht verfügbar ist, und über die entsprechenden freigesetzten Emissionen. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Die SO_x-Emissionen der Kalköfen erhöhen sich beträchtlich, wenn nicht kondensierbare Starkgase in die Öfen geleitet und keine alkalischen Wäscher verwendet werden.

⁽²⁾ Anwendbar bei der Behandlung von Schwachgasen.

⁽³⁾ Anwendbar bei der Behandlung von Starkgasen.

Anwendbarkeit

Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen und bei umfangreicheren Modernisierungen bestehender Anlagen; der Einbau der erforderlichen Ausrüstung kann bei bestehenden Anlagen je nach Bauart und Platzverhältnissen schwierig sein. Aus Sicherheitsgründen ist der Einsatz von Verbrennungsanlagen nicht uneingeschränkt möglich. In diesen Fällen könnten Nasswäscher zur Anwendung kommen.

Die **BVT-assozierten Emissionswerte** für den TRS-Gehalt von Restschwachgasen liegen im Bereich von 0,05-0,2 kg S/Tonne lutro.

1.2.2.2. Reduzierung der Emissionen aus Ablaugekesseln

SO₂- und TRS-Emissionen

BVT 21. Die BVT zur Reduzierung von SO₂- und TRS-Emissionen aus Ablaugekesseln besteht aus einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Erhöhung des Trockengehalts der Schwarzlauge	Die Schwarzlauge kann vor dem Verbrennen durch einen Eindampfprozess eingedickt werden.
b	Optimierte Feuerung	Die Feuerungsbedingungen können z. B. durch eine gute Mischung von Luft und Brennstoff oder durch geeignete Kontrolle der Lastbedingungen verbessert werden.
c	Nasswäscher	Siehe Abschnitt 1.7.1.3

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 3.

Tabelle 3

BVT-assozierte Emissionswerte für SO₂- und TRS-Emissionen aus einem Ablaugekessel

Parameter		Tagesmittelwert ⁽¹⁾ ⁽²⁾ mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert ⁽¹⁾ mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert ⁽¹⁾ kg S/Tonne lutro
SO ₂	DS < 75 %	10-70	5-50	—
	DS 75-83 % ⁽³⁾	10-50	5-25	—
TRS-Gehalt (gesamte reduzierte Schwefelverbindungen)		1-10 ⁽⁴⁾	1-5	—
Gasförmige Schwefelverbindungen (TRS-S + SO ₂ -S)	DS < 75 %	—	—	0,03-0,17
	DS 75 –83 % ⁽³⁾			0,03-0,13

⁽¹⁾ Eine Erhöhung des Trockengehalts der Schwarzlauge führt zu geringeren SO₂-Emissionen und höheren NO_x-Emissionen. Daher können bei Ablaugekesseln mit niedrigen SO₂-Emissionen höhere NO_x-Emissionen auftreten und umgekehrt.

⁽²⁾ Die BVT-assozierten Emissionswerte beziehen sich nicht auf Zeiträume, in denen der Ablaugekessel mit einem deutlich geringeren Trockengehalt als normal betrieben wird, weil die Anlage zum Eindicken der Schwarzlauge heruntergefahren oder gewartet wurde.

⁽³⁾ Wenn in einem Ablaugekessel Schwarzlauge mit einem Trockengehalt > 83 % verbrannt werden soll, sollten die SO₂-Emissionen und die Emissionen gasförmiger Schwefelverbindungen im Einzelfall geprüft werden.

⁽⁴⁾ Die Werte in diesem Bereich gelten für den Betrieb ohne die Verbrennung von Starkgasen.

DS (Dry Solids); Trockengehalt der Schwarzlauge.

NO_x-Emissionen

BVT 22. Die BVT zur Reduzierung der NO_x-Emissionen aus Ablaugekesseln besteht im Einsatz eines optimierten Feuerungssystems mit allen folgenden Merkmalen:

	Technik
a	Elektronische Verbrennungsregelung
b	Gute Mischung von Brennstoff und Luft
c	Systeme mit gestufter Luftzufuhr, z. B. durch getrennte Luftregister und getrennte Lufteinlässe

Anwendbarkeit

Technik ist bei neuen Ablaugekesseln und bei umfangreicheren Modernisierungen vorhandener Ablaugekessel anwendbar, da diese Technik erhebliche Änderungen an den Luftzufuhrsystemen und dem Feuerraum erfordert.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 4.

Tabelle 4

BVT-assozierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen aus einem Ablaugekessel

Parameter		Jahresmittelwert ⁽¹⁾ mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert ⁽¹⁾ kg NO _x /Tonne lutro
NO _x	Weichholz	120-200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0,8-1,4 DS 75-83 % ⁽³⁾ : 1,0-1,6
	Hartholz	120-200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0,8-1,4 DS 75-83 % ⁽³⁾ : 1,0-1,7

⁽¹⁾ Eine Erhöhung des Trockengehalts der Schwarzlauge führt zu geringeren SO₂-Emissionen und höheren NO_x-Emissionen. Daher können bei Ablaugekesseln mit niedrigen SO₂-Emissionen höhere NO_x-Emissionen auftreten und umgekehrt.

⁽²⁾ Die tatsächlichen NO_x-Emissionen eines Ablaugekessels hängen vom Trockengehalt und vom Stickstoffgehalt der Schwarzlauge sowie vom Anteil und von der Kombination der verbrannten nicht kondensierbaren Geruchsgase und der sonstigen stickstoffhaltigen Ströme ab (z.B. Gase aus dem Auflösetank, aus dem Kondensat abgeschiedenes Methanol, Bioschlamm). Je höher der Trockengehalt, der Stickstoffgehalt der Schwarzlauge und der Anteil an nicht kondensierbaren Geruchsgasen und sonstigen verbrannten stickstoffhaltigen Strömen, desto eher werden die Emissionswerte im oberen Bereich der BVT-assozierten Emissionswerte liegen.

⁽³⁾ Wenn in einem Ablaugekessel Schwarzlauge mit einem Trockengehalt > 83 % verbrannt werden soll, sollten die NO₂-Emissionen im Einzelfall geprüft werden.

DS (Dry Solids); Trockengehalt der Schwarzlauge.

Staubemissionen

BVT 23. Die BVT zur Reduzierung von Staubemissionen aus einem Ablaugekessel besteht im Einsatz eines Elektrofilters (ESP = *Electrostatic Precipitator*) oder der Kombination eines ESP mit einem Nasswäscher.

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.7.1.1.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 5.

Tabelle 5

BVT-assozierte Emissionswerte für Staubemissionen aus einem Ablaugekessel

Parameter	Entstaubungssystem	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert kg Staub/Tonne lutro
Staub	Neu oder umfangreich modernisiert	10-25	0,02-0,20
	Bestehend	10-40 ⁽¹⁾	0,02-0,3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bei einem bestehenden Ablaugekessel mit Elektrofilter können die Emissionswerte gegen Ende der Betriebslebensdauer des Filters auf bis zu 50 mg/Nm³ (entspricht 0,4 kg/Tonne lutro) ansteigen.

1.2.2.3. Reduzierung der Emissionen aus Kalköfen

SO₂-Emissionen

BVT 24. Die BVT zur Reduzierung von SO₂-Emissionen aus Kalköfen besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Brennstoffauswahl/Brennstoffe mit niedrigem Schwefelgehalt	Siehe Abschnitt 1.7.1.3
b	Begrenzung der Verbrennung von schwefelhaltigen Starkgasen in den Kalköfen	
c	Kontrolle des Na ₂ S-Gehalts der Kalkschlammzufuhr	
d	Einsatz eines alkalischen Wäschers	

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 6.

Tabelle 6

BVT-assozierte Emissionswerte für SO₂- und Schwefelemissionen aus einem Kalkofen

Parameter ⁽¹⁾	Jahresmittelwert mg SO ₂ /Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert kg S/Tonne lutro
SO ₂ , wenn im Kalkofen keine Starkgase verbrannt werden	5-70	—

Parameter ⁽¹⁾	Jahresmittelwert mg SO ₂ /Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert kg S/Tonne lutro
SO ₂ , wenn im Kalkofen Starkgase verbrannt werden	55-120	—
Gasförmige Schwefelverbindungen (TRS-S + SO ₂ -S), wenn im Kalkofen keine Starkgase verbrannt werden	—	0,005-0,07
Gasförmige Schwefelverbindungen (TRS-S + SO ₂ -S), wenn im Kalkofen Starkgase verbrannt werden	—	0,055-0,12

⁽¹⁾ Zu „Starkgasen“ werden auch Methanol und Terpentin gerechnet.

TRS-Emissionen

BVT 25. Die BVT zur Reduzierung von TRS-Emissionen aus Kalköfen besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Kontrolle des überschüssigen Sauerstoffgehaltes	Siehe Abschnitt 1.7.1.3
b	Kontrolle des Na ₂ S-Gehalts der Kalkschlammzufuhr	
c	Kombination eines Elektrofilters mit einem alkalischen Wäscher	Siehe Abschnitt 1.7.1.1

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 7.

Tabelle 7

BVT-assozierte Emissionswerte für TRS-Emissionen aus einem Kalkofen

Parameter	Jahresmittelwert mg S/Nm ³ bei 6 % O ₂
TRS-Gehalt (gesamte reduzierte Schwefelverbindungen)	< 1-10 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Wenn in Kalköfen Starkgase verbrannt werden (u. a. Methanol und Terpentin), können die höheren assoziierten Emissionswerte bis zu 40 mg/Nm³ betragen.

NO_x-Emissionen

BVT 26. Die BVT zur Reduzierung von NO_x-Emissionen aus Kalköfen besteht aus einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Optimierte Verbrennung und Verbrennungsregelung	Siehe Abschnitt 1.7.1.2
b	Gute Mischung von Brennstoff und Luft	
c	Brenner mit niedrigen NO _x -Emissionen (<i>Low-NOx Burner</i>)	
d	Brennstoffauswahl/Brennstoffe mit niedrigem Stickstoffgehalt	

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 8.

Tabelle 8

BVT-assozierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen aus einem Kalkofen

Parameter		Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert kg NO _x /Tonne lutro
NO _x	Flüssige Brennstoffe	100-200 ⁽¹⁾	0,1-0,2 ⁽¹⁾
	Gasförmige Brennstoffe	100-350 ⁽²⁾	0,1-0,3 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Wenn flüssige Brennstoffe pflanzlichen Ursprungs (z. B. Terpentin, Methanol oder Tallöl), einschließlich solcher, die als Nebenprodukte beim Zellstoffaufschluss anfallen, eingesetzt werden, können Emissionen bis zu 350 mg/Nm³ (entspricht 0,35 kg NO_x/Tonne lutro) auftreten.

⁽²⁾ Wenn gasförmige Brennstoffe pflanzlichen Ursprungs (z. B. nicht kondensierbare Gase), einschließlich solcher, die als Nebenprodukte beim Aufschließen des Zellstoffs anfallen, eingesetzt werden, können Emissionen bis zu 450 mg/Nm³ (entspricht 0,45 kg NO_x/Tonne lutro) auftreten.

Staubemissionen

BVT 27. Die BVT zur Reduzierung von Staubemissionen aus Kalköfen besteht im Einsatz eines Elektrofilters (ESP, *Electrostatic Precipitator*) oder der Kombination eines ESP mit einem Nasswäscher.

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.7.1.1.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 9.

Tabelle 9

BVT-assozierte Emissionswerte für Staubemissionen aus einem Kalkofen

Parameter	Entstaubungssystem	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 6 % O ₂	Jahresmittelwert kg Staub/Tonne lutro
Staub	Neu oder umfangreich modernisiert	10-25	0,005-0,02
	Bestehend	10-30 ⁽¹⁾	0,005-0,03 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bei einem vorhandenen Kalkofen mit Elektrofilter können die Emissionswerte gegen Ende der Betriebslebensdauer des Filters auf bis zu 50 mg/Nm³ (entspricht 0,05 kg/Tonne lutro) ansteigen.

1.2.2.4. Reduzierung der Emissionen aus einem Brenner für Starkgase (Geruchsgaskessel)

BVT 28. Die BVT zur Reduzierung von SO₂-Emissionen bei der Verbrennung von Starkgasen in einem Geruchsgaskessel besteht im Einsatz eines alkalischen SO₂-Wäschers.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 10.

Tabelle 10

BVT-assozierte Emissionswerte für SO₂- und TRS-Emissionen bei der Verbrennung von Starkgasen in einem Geruchsgaskessel

Parameter	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 9 % O ₂	Jahresmittelwert kg S/Tonne lutro
SO ₂	20-120	—
TRS	1-5	
Gasförmige Schwefelverbindungen (TRS-S + SO ₂ -S)	—	0,002-0,05 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dieser BVT-assozierte Emissionswert basiert auf einem Abgasvolumenstrom von 100-200 Nm³/Tonne lutro.

BVT 29. Die BVT zur Reduzierung von NO_x-Emissionen aus der Verbrennung von Starkgasen in einem Geruchsgaskessel besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Optimieren des Brenners/ der Feuerung	Siehe Abschnitt 1.7.1.2.	Allgemein anwendbar.
b	Gestufte Verbrennung	Siehe Abschnitt 1.7.1.2.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen und umfangreicheren Modernisierungen; bei bestehenden Fabriken nur dann anwendbar, wenn die Platzverhältnisse den Einbau der Ausrüstung zulassen.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 11.

Tabelle 11

BVT-assozierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen bei der Verbrennung von Starkgasen in einem Geruchsgaskessel

Parameter	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 9 % O ₂	Jahresmittelwert kg NO _x /Tonne lutro
NO _x	50-400 ⁽¹⁾	0,01-0,1 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Wenn die Umstellung bestehender Anlagen auf eine gestufte Verbrennung nicht machbar ist, können Emissionswerte bis zu 1 000 mg/Nm³ (entspricht 0,2 kg/Tonne lutro) auftreten.

1.2.3. Abfallaufkommen

BVT 30. Die BVT zur Vermeidung von Abfall und zur Minimierung zu beseitigender fester Abfälle besteht in der Rückführung von Staub aus dem Elektrofilter des Ablaugekessels in den Prozess.

Anwendbarkeit

Die Rückführung von Staub kann durch prozessfremde Inhaltsstoffe im Staub eingeschränkt werden.

1.2.4. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 31. Die BVT zur Reduzierung des Verbrauchs an Wärmeenergie (Dampf), zur bestmöglichen Verwertung der eingesetzten Energieträger und zur Verringerung des Stromverbrauchs besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik
a	Hohe Trockensubstanzgehalte der Rinde durch Einsatz wirksamer Pressen oder durch Trocknung
b	Hocheffiziente Dampfkessel, z. B. mit niedrigen Rauchgastemperaturen
c	Wirksame sekundäre Heizsysteme
d	Schließen von Wasserkreisläufen, u. a. in der Bleichanlage
e	Hohe Faserkonzentration (Technik mit mittlerer oder hoher Stoffdichte)
f	Hocheffiziente Verdampfungsanlagen
g	Wärmerückgewinnung aus Auflösebehältern z. B. durch Abgaswäscher
h	Rückgewinnung und Nutzung von Niedertemperaturwärme in Abwasserströmen und sonstigen Abwärmquellen zur Beheizung von Gebäuden, Kesselspeisewasser und Prozesswasser
i	Angemessene Nutzung von Sekundärwärme und Sekundärkondensaten
j	Überwachung und Regelung von Prozessen mit fortschrittlichen Steuerungssystemen
k	Optimierung des integrierten Wärmetauschernetzes
l	Wärmerückgewinnung aus dem Rauchgas des Ablaugekessels zwischen dem Elektrofilter und dem Lüfter
m	Sicherstellung möglichst hoher Stoffdichte durch Sortierung und Reinigung
n	Regelung der Drehzahl verschiedener großer Motoren
o	Einsatz wirksamer Vakuumpumpen
P	Geeignete Dimensionierung von Leitungen, Pumpen und Gebläsen
q	Optimierte Pegelstände der Behälter

BVT 32. Die BVT zur Verbesserung der Effizienz der Stromerzeugung besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik
a	Hoher Trockensubstanzgehalt der Schwarzlauge (erhöht den Wirkungsgrad des Kessels, der Dampferzeugung und damit auch der Stromerzeugung)
b	Betrieb des Ablaugekessels mit hohen Druck- und Temperaturwerten; bei neuen Ablaugekesseln kann der Druck mindestens 100 bar und die Temperatur mindestens 510 °C betragen.

	Technik
c	Dampfdruck am Auslass der Gegendruckturbine so niedrig wie technisch machbar
d	Kondensationsturbine zur Stromerzeugung aus überschüssigem Dampf
e	Hoher Wirkungsgrad der Turbinen
f	Vorheizung des Speisewassers fast bis zur Siedetemperatur
g	Vorheizung der Verbrennungsluft und des in die Kessel zuzuführenden Brennstoffs

1.3. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DEN SULFITZELLSTOFFPROZESS

Bei integrierten Fabriken zur Herstellung von Sulfitzellstoff und Papier sind ergänzend zu den BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt die prozessspezifischen BVT-Schlussfolgerungen aus Abschnitt 1.6 anzuwenden.

1.3.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer

BVT 33. Die BVT zur Vermeidung und Verringerung von Schadstoffemissionen aus einer Fabrik in aufnehmende Gewässer besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der Techniken in BVT 13, BVT 14, BVT 15 und BVT 16 und der im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Erweiterte modifizierte Kochung vor der Bleiche.	Siehe Abschnitt 1.7.2.1	Je nach Anforderungen an die Zellstoffqualität kann die Anwendbarkeit eingeschränkt sein (z. B. wenn eine hohe Festigkeit benötigt wird).
b	Sauerstoff-Delignifizierung vor der Bleiche		
c	Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs im geschlossenen Kreislauf und hochwirksame Braunstoffwäsche		Allgemein anwendbar.
d	Verdampfung von Abwässern aus der Heiß-Alkaliextraktion und Verbrennung von Konzentraten in einem Sodakessel		Eingeschränkte Anwendbarkeit bei Chemiezellstoff-Fabriken, wenn eine biologische Behandlung der Abwässer in mehreren Schritten eine insgesamt günstigere Ökobilanz ergibt.
e	TCF-Bleiche		Eingeschränkte Anwendbarkeit bei Fabriken zur Herstellung von Marktpapierzellstoff, in denen hochweißer Zellstoff oder Spezialzellstoff für chemische Anwendungen erzeugt wird.
f	Bleiche im geschlossenen Kreislauf		Nur anwendbar bei Anlagen, in denen bei der Kochung und bei der Einstellung des pH-Werts bei der Bleiche dieselbe Basis verwendet wird.
g	Vorbleiche auf MgO-Basis und Rückführung von Waschflüssigkeiten aus der Vorbleiche in die Braunstoffwäsche		Die Anwendbarkeit kann durch Faktoren wie die Produktqualität (z. B. Reinheit, Sauberkeit, Weißgrad), die Kappa-Zahl nach dem Kochen, die hydraulische Kapazität der Anlage sowie die Kapazität der jeweiligen Behälter, Eindampfanlagen und Ablagekessel und je nach Möglichkeit zur Reinigung der Wascheinrichtung eingeschränkt sein.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
h	Neutralisierung der Schwachlauge vor/in der Eindampfanlage		Allgemein anwendbar bei Anlagen auf Magnesiumbasis; im Ablaugekessel und im Aschekreislauf wird freie Kapazität benötigt.
i	Anaerobe Behandlung der Kondensate aus der Eindampfanlage		Allgemein anwendbar.
j	Strippung und Rückgewinnung von SO ₂ aus den Kondensaten der Eindampfanlage		Anwendbar, wenn zum Schutz einer anaeroben Abwasserbehandlung erforderlich.
k	Wirksames Leckageüberwachungs- und Rückhaltesystem, kombiniert mit dem Chemikalien und Energierückgewinnungssystem		Allgemein anwendbar.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 12 und Tabelle 13; diese BVT-assozierten Emissionswerte sind nicht anwendbar bei Fabriken zur Herstellung von Chemiezellstoff und von Spezialzellstoff für chemische Anwendungen.

Die Referenz-Abwassermenge bei Sulfitzellstoff-Fabriken ist BVT 5 zu entnehmen.

Tabelle 12

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Sulfitzellstoff und Magnefite-Zellstoff zur Papierherstellung in aufnehmende Gewässer

Parameter	Gebleichter Sulfitzellstoff zur Papierherstellung ⁽¹⁾	Magnefite-Zellstoff zur Papierherstellung ⁽¹⁾
	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro ⁽²⁾	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	10-30 ⁽³⁾	20-35
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,4-1,5	0,5-2,0
Gesamtstickstoffgehalt	0,15-0,3	0,1-0,25
Gesamtphosphorgehalt	0,01-0,05 ⁽³⁾	0,01-0,07
	Jahresmittelwert mg/l	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	0,5-1,5 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	

⁽¹⁾ Die BVT-assozierten Emissionswerte beziehen sich auf die Herstellung von Marktzellstoff und auf die Zellstoffproduktion in integrierten Fabriken. (Emissionen aus der Papierherstellung wurden nicht berücksichtigt.)

⁽²⁾ Die BVT-assozierten Emissionswerte gelten nicht für Fabriken zur Herstellung von natürlichem fettgedichtem Zellstoff.

⁽³⁾ Die BVT-assozierten Emissionswerte für CSB und Gesamtphosphor gelten nicht für Marktzellstoff auf Eukalyptus-Basis.

⁽⁴⁾ Fabriken, in denen Marktzellstoff im Sulfitverfahren hergestellt wird, können eine schonende ClO₂-Bleiche vornehmen, um die Produktanforderungen zu erfüllen; dabei entstehen entsprechende AOX-Emissionen.

⁽⁵⁾ Nicht anwendbar bei Fabriken mit TCF-Verfahren.

Tabelle 13

BVT-assoziierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser aus einer Fabrik zur Herstellung von gebleichtem Neutralsulfit-Halbzellstoff in aufnehmende Gewässer

Parameter	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro ⁽¹⁾
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	3,2-11
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,5-1,3
Gesamtstickstoffgehalt	0,1-0,2 ⁽²⁾
Gesamtphosphorgehalt	0,01-0,02

⁽¹⁾ Die BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Herstellung von Marktzellstoff und auf die Zellstofffraktion integrierter Fabriken (Emissionen aus der Papierherstellung wurden nicht berücksichtigt).

⁽²⁾ Aufgrund der prozessspezifischen höheren Emissionen gelten die BVT-assoziierten Emissionswerte für den Gesamtgehalt an Stickstoff nicht für die Herstellung von Neutralsulfit-Halbzellstoff (NSSC) auf Ammoniumbasis.

Das behandelte Abwasser sollte eine geringe BSB-Konzentration aufweisen (etwa 25 mg/l in der 24-Stunden Mischprobe).

1.3.2. Emissionen in die Luft

BVT 34. Die BVT zur Vermeidung und Reduzierung von SO₂-Emissionen besteht in der Abtrennung aller hochkonzentrierten SO₂-Gasströme aus der Kochsäureproduktion sowie aus Kochern, Ausblasetanks oder Waschaggregaten (Diffuser) und aus der Rückgewinnung der Schwefelanteile.

BVT 35. Die BVT zur Vermeidung und Reduzierung diffuser schwefelhaltiger und geruchsbehafteter Emissionen aus der Wäsche, Sortierung und Eindampfung besteht in der Erfassung dieser Schwachgase und der Anwendung einer der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Verbrennung in einem Ablaugekessel	Siehe Abschnitt 1.7.1.3	Nicht anwendbar bei Fabriken, in denen Sulfitzellstoff durch Kochen auf Kalziumbasis hergestellt wird; in diesen Fabriken werden keine Ablaugekessel eingesetzt.
b	Nasswäscher	Siehe Abschnitt 1.7.1.3	Allgemein anwendbar.

BVT 36. Die BVT zur Reduzierung der NO_x-Emissionen aus Ablaugekesseln besteht im Einsatz eines optimierten Feuerungssystems unter Anwendung einer der folgenden Techniken oder einer Kombination dieser Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Optimierung des Ablaugekessels durch Regelung der Feuerungsbedingungen	Siehe Abschnitt 1.7.1.2	Allgemein anwendbar.
b	Gestufte Ablauge-Einspritzung		Anwendbar bei neuen großen Ablaugekesseln und umfangreicheren Modernisierungen von Ablaugekesseln

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
c	Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)		Die Möglichkeit einer Nachrüstung bestehender Ablaagekessel kann durch Verkrustungsprobleme und damit verbundenem erhöhtem Reinigungs- und Wartungsbedarf eingeschränkt sein. Für Fabriken auf Ammoniumbasis liegen keine Berichte über die Anwendung dieser Technik vor. Wegen der spezifischen Zusammensetzung des Abgases dürfte eine selektive nicht-katalytische Reduktion jedoch wirkungslos sein. Bei Fabriken auf Natriumbasis ist die Technik wegen der Explosionsgefahr nicht anwendbar.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 14.

Tabelle 14

BVT-assozierte Emissionswerte für NO_x- und NH₃-Emissionen aus einem Ablaagekessel

Parameter	Tagesmittelwert mg/Nm ³ bei 5 % O ₂	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 5 % O ₂
NO _x	100-350 ⁽¹⁾	100-270 ⁽¹⁾
NH ₃ (Ammoniak-Schlupf bei selektiver nicht-katalytischer Reduktion)		< 5

⁽¹⁾ Bei Fabriken auf Ammoniumbasis können höhere NO_x-Emissionen auftreten: Tagesmittelwerte bis zu 580 mg/Nm³ und Jahresmittelwerte bis zu 450 mg/Nm³.

BVT 37. Die BVT zur Reduzierung von Staub- und SO₂-Emissionen aus Ablaagekesseln besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken und in der Beschränkung des „sauren Betriebs“ der Wäscher auf das zur Gewährleistung eines störungsfreien Betriebs erforderliche Minimum.

	Technik	Beschreibung
a	Elektrofilter oder Multizyklone mit mehrstufigen Venturi-Wäschern	Siehe Abschnitt 1.7.1.3
b	Elektrofilter oder nachgeschaltete mehrstufige Wäscher mit doppeltem Einlass	

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 15.

Tabelle 15

BVT-assozierte Emissionswerte für Staub- und SO₂-Emissionen aus einem Ablaagekessel

Parameter	Mittelwert über die Probenahmezeit mg/Nm ³ bei 5 % O ₂
Staub	5-20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Parameter	Mittelwert über die Probenahmezeit mg/Nm ³ bei 5 % O ₂	
	Tagesmittelwert mg/Nm ³ bei 5 % O ₂	Jahresmittelwert mg/Nm ³ bei 5 % O ₂
SO ₂	100-300 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	50-250 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Bei Ablaugekesseln in Fabriken, in denen Rohstoff mit einem Anteil von mehr als 25 % Hartholz (mit hohem Kaliumgehalt) verwendet wird, können höhere Staubemissionen (bis zu 30 mg/Nm³) auftreten.

⁽²⁾ Die BVT-assoziierten Emissionswerte für Staub gelten nicht für Anlagen, die auf Ammonium-Basis betrieben werden.

⁽³⁾ Wegen der prozessspezifisch höheren Emissionen sind die BVT-assoziierten Emissionswerte für SO₂ bei Ablaugekesseln, die ständig unter „sauren“ Bedingungen betrieben werden (d. h. bei denen im Prozess zur Sulfitrückgewinnung Sulfitlauge als Waschflüssigkeit für die Nasswäscher verwendet wird), nicht anwendbar.

⁽⁴⁾ Bei vorhandenen mehrstufigen Venturi-Wäschern können höhere SO₂-Emissionen (Tagesmittelwerte bis zu 400 mg/Nm³ und Jahresmittelwerte bis zu 350 mg/Nm³) auftreten.

⁽⁵⁾ Nicht anwendbar im „sauren“ Betrieb, d. h. während der vorbeugenden Wäsche und während des Entfernens von Verkrustungen in den Wäschern; die Emissionen können beim Reinigen eines vorgeschalteten Wäschers bis zu 300-500 mg SO₂/Nm³ (bei 5 % O₂) und beim Reinigen des Endwäschers bis zu 1 200 mg SO₂/Nm³ (halbstündliche Mittelwerte bei 5 % O₂) betragen.

Als **BVT-assoziiertes Umwelleistungsbereich** wird die Dauer des „sauren“ Betriebs der (vorgeschalteten) Wäscher (etwa 240 Stunden pro Jahr) bzw. des Monosulfit-Endwäschers (24 Stunden pro Monat) bezeichnet.

1.3.3. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 38. Die BVT zur Reduzierung des Verbrauchs an Wärmeenergie (Dampf), zur möglichst effizienten Nutzung der eingesetzten Energieträger und zur Verringerung des Stromverbrauchs besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik
a	Hohe Trockensubstanzgehalte der Rinde durch Einsatz wirksamer Pressen oder durch Trocknung
b	Hocheffiziente Dampfkessel, z. B. Kessel mit niedrigen Rauchgastemperaturen
c	Wirksames sekundäres Heizsystem
d	Schließen von Wasserkreisläufen, u. a. in der Bleichanlage
e	Hohe Faserkonzentration (Technik mit mittlerer oder hoher Stoffdichte)
f	Rückgewinnung und Nutzung der Niedertemperaturwärme von Abwasserströmen und sonstigen Abwärmequellen zur Beheizung von Gebäuden, Kesselspeisewasser und Prozesswasser
g	Angemessene Nutzung von Sekundärwärme und Sekundärkondensaten
h	Überwachung und Regelung von Prozessen mit fortschrittlichen Steuerungssystemen
i	Optimierung des integrierten Wärmetauschernetzes
j	Sicherstellung der höchstmöglichen Stoffdichte durch Sortierung und Reinigung
k	Optimierte Pegelstände in Behältern

BVT 39. Die BVT zur Erhöhung der Effizienz der Stromerzeugung besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik
a	Betrieb des Ablaugekessels mit hohen Druck- und Temperaturwerten
b	Dampfdruck am Auslass der Gegendruckturbine so niedrig wie technisch machbar
c	Kondensationsturbine zur Stromerzeugung aus überschüssigem Dampf
d	Hoher Wirkungsgrad der Turbinen
e	Vorheizung des Speisewassers fast bis zur Siedetemperatur
f	Vorheizung der Verbrennungsluft und des in die Kessel zuzuführenden Brennstoffs

1.4. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON HOLZSTOFF UND CHEMISCH-MECHANISCHEM HOLZSTOFF

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für alle integrierten Anlagen zur Herstellung von Holzstoff sowie von Papier und Karton und für nicht integrierte Anlagen zur Herstellung von Holzstoff, CTMP und CMP. Für die Papierherstellung in integrierten Anlagen zur Herstellung von Holzstoff sowie von Papier und Karton gelten ergänzend zu den BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt auch **BVT 49**, **BVT 51**, **BVT 52c** und **BVT 53**.

1.4.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer

BVT 40. Die BVT zur Reduzierung des Frischwasserverbrauchs, der Abwassermenge und der Schmutzfracht besteht in einer geeigneten Kombination der Techniken in BVT 13, BVT 14, BVT 15 und BVT 16 und der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Gegenstromführung von Prozesswasser und Trennung von Wassersystemen	Siehe Abschnitt 1.7.2.1	Allgemein anwendbar.
b	Hochkonsistenzbleiche		
c	Wäsche vor dem Zerfasern von Weichholz-Holzstoff mit Hackschnitzelvorbehandlung		
d	Substitution von NaOH durch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oder $\text{Mg}(\text{OH})_2$ als Lauge beim Peroxidbleichen		Wenn höchste Weißgrade erzielt werden sollen, kann die Anwendbarkeit eingeschränkt sein.
e	Rückgewinnung von Fasern und Füllstoffen und Behandlung des Kreislaufwassers (Papierherstellung)		Allgemein anwendbar.
f	Optimale Auslegung und Konstruktion von Behältern und Bütten (Papierherstellung).		

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 16; diese BVT-assozierten Emissionswerte gelten auch für Fabriken zur Herstellung von Holzstoff. Die Referenz-Abwassermenge bei integrierten Fabriken zur Herstellung von mechanischem, chemisch-mechanischem und chemisch-thermisch-mechanischem Holzstoff ist BVT 5 zu entnehmen.

Tabelle 16

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer aus der integrierten Produktion von Papier und Karton aus am Standort erzeugtem Holzstoff (TMP)

Parameter	Jahresmittelwert kg/t
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	0,9-4,5 ⁽¹⁾
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,06-0,45
Gesamtstickstoffgehalt	0,03-0,1 ⁽²⁾
Gesamtphosphorgehalt	0,001-0,01

⁽¹⁾ Bei stark gebleichtem Holzstoff (Fasergehalt des fertigen Papiers 70-100 %) können Emissionswerte bis zu 8 kg/t auftreten.

⁽²⁾ Wenn aufgrund der Anforderungen an die Holzstoffqualität (z. B. hoher Weißgrad) keine biologisch abbaubaren oder eliminierbaren Komplexbildner verwendet werden können, können die Stickstoffemissionen insgesamt höher sein als der hier genannte BVT-assozierte Emissionswertebereich; dies ist entsprechend im Einzelfall zu prüfen.

Tabelle 17

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer aus einer Fabrik zur Herstellung von chemisch-thermisch-mechanischem Holzstoff (CTMP) oder chemisch-mechanischem Holzstoff (CMP)

Parameter	Jahresmittelwert kg/Tonne lutro
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	12-20
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,5-0,9
Gesamtstickstoffgehalt	0,15-0,18 ⁽¹⁾
Gesamtphosphorgehalt	0,001-0,01

⁽¹⁾ Wenn aufgrund der Anforderungen an die Holzstoffqualität (z. B. hoher Weißgrad) keine biologisch abbaubaren oder eliminierbaren Komplexbildner verwendet werden können, können die Stickstoffemissionen insgesamt höher sein als der hier genannte BVT-assozierte Emissionswert; dies ist entsprechend im Einzelfall zu prüfen.

Das behandelte Abwasser sollte eine geringe BSB-Konzentration aufweisen (etwa 25 mg/l in der 24 -Stunden Mischprobe).

1.4.2. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 41. Die BVT zur Reduzierung des Verbrauchs an thermischer und elektrischer Energie besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Einsatz energieeffizienter Refiner	Anwendbar in Verbindung mit dem Ersatz, der Nachrüstung oder der Modernisierung von Prozessausrüstungen

	Technik	Anwendbarkeit
b	Extensive Rückgewinnung von Sekundärwärme aus TMP- und CTMP-Refinern und Nutzung des zurückgewonnenen Dampfs zum Trocknen von Papier oder Holzstoff	Allgemein anwendbar.
c	Minimierung der Faserverluste durch Einsatz von effizienten Rejekt-Zerfaserungssystemen (Sekundärrefiner)	
d	Einbau energiesparender Aggregate, u. a. durch automatisierte Prozessregelung anstelle von manuellen Systemen	
e	Minderung des Frischwassereinsatzes durch Systeme zur integrierten Prozesswasserbehandlung und -Rückführung	
f	Reduzierung der direkten Nutzung von Dampf durch sorgfältige Prozessintegration (z. B. mithilfe einer Pinch-Analyse)	

1.5. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE VERARBEITUNG VON ALTPAPIER

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für alle integrierten Fabriken zur Herstellung von Papier und Zellstoff aus recycelten Fasern (RCF). Für die Papierherstellung in integrierten Anlagen zur Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton aus recycelten Fasern sind ergänzend zu den BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt auch **BVT 49**, **BVT 51**, **BVT 52c** und **BVT 53** anzuwenden.

1.5.1. Materialmanagement

BVT 42. Die BVT zur Vermeidung von Boden- und Grundwasserunreinigungen bzw. zur Minderung eines entsprechenden Risikos und zur Reduzierung von Altpapierverwehungen und diffusen Staubemissionen vom Altpapierlagerplatz besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Fester Oberflächenbelag des Altpapierlagerplatzes	Allgemein anwendbar.
b	Sammlung verunreinigten Oberflächenwassers des Altpapierlagerplatzes und Aufbereitung in einer Kläranlage (nicht verschmutztes Regenwasser (z. B. von Dächern) kann getrennt abgeleitet werden.)	Die Anwendbarkeit kann durch den Grad der Verschmutzung des Oberflächenwassers (niedrige Konzentration) und/oder den Umfang der Kläranlage (große Volumina) eingeschränkt sein.
c	Verringerung von Verwehungen durch Einzäunen des Altpapierlagerplatzes	Allgemein anwendbar.
d	Regelmäßige Reinigung des Lagerplatzes, Kehren der Straßen und Entleeren von Gullytöpfen zur Reduzierung diffuser Staubemissionen, damit Verwehungen von Papierteilen und Fasern vermieden werden und weniger Papier durch Fabrikverkehr zerrieben wird (was insbesondere in der trockenen Jahreszeit ebenfalls zusätzliche Staubemissionen zur Folge haben kann)	Allgemein anwendbar.
e	Lagern von Ballen oder losem Papier an einem überdachten Ort, um das Material vor Witterungseinflüssen (Feuchtigkeit, Zersetzung durch Mikroorganismen usw.) zu schützen	Je nach Platzverhältnissen unter Umständen nur eingeschränkt möglich.

1.5.2. Abwasser und Emissionen in Gewässer

BVT 43. Die BVT zur Reduzierung des Frischwasserverbrauchs, der Abwassermenge und der Schadstofffracht besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Trennung der Wassersysteme	Siehe Abschnitt 1.7.2.1
b	Gegenstromführung von Prozesswasser und Wasserrückführung	
c	Teilweise Wiederverwendung des behandelten Abwassers nach der biologischen Behandlung	In vielen altpapierverarbeitenden Papierfabriken wird das biologisch behandelte Abwasser teilweise wieder in den Wasserkreislauf zurückgeführt; dies gilt insbesondere für Fabriken, in denen Wellenpapier (<i>Corrugated Medium</i>) oder Testliner hergestellt werden.
d	Behandlung von Kreislaufwasser	Siehe Abschnitt 1.7.2.1

BVT 44. Die BVT, um die weitgehende Schließung der Wasserkreisläufe in altpapierverarbeitenden Fabriken aufrechtzuerhalten und mögliche nachteilige Auswirkungen der verstärkten Rückführung von Prozesswasser zu vermeiden, besteht im Einsatz einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination dieser Techniken.

	Technik	Beschreibung
a	Überwachung und kontinuierliche Kontrolle der Prozesswasserqualität	Siehe Abschnitt 1.7.2.1
b	Vermeidung und Entfernung von Biofilmen mit Methoden zur Minimierung von Biozidemissionen	
c	Abtrennung von Calcium aus dem Prozesswasser durch kontrollierte Calciumcarbonat-Ausfällung	

Anwendbarkeit

Die Techniken a bis c sind nur bei altpapierverarbeitenden Papierfabriken mit weitgehend geschlossenen Wasserkreisläufen anwendbar.

BVT 45. Die BVT zur Vermeidung und Reduzierung der Schadstofffracht aus sämtlichen Abwassereinleitungen einer Fabrik in aufnehmende Gewässer besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der in BVT 13, BVT 14, BVT 15, BVT 16, BVT 43 und BVT 44 beschriebenen Techniken.

Bei integrierten altpapierverarbeitenden Papierfabriken beinhalten die BVT-assozierten Emissionswerte die Emissionen aus der Papierherstellung, da die Prozesswasserkreisläufe der Papiermaschine und der Stoffaufbereitung eng miteinander verbunden sind.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 18 und Tabelle 19; die BVT-assozierten Emissionswerte in Tabelle 18 gelten auch für RCF-Anlagen zur Herstellung von Altpapierstoff ohne Deinking; die BVT-assozierten Emissionswerte in Tabelle 19 gelten auch für RCF-Anlagen zur Herstellung von Altpapierstoff mit Deinking.

Die Referenz-Abwassermenge bei RCF-Anlagen ist BVT 5 zu entnehmen.

Tabelle 18

BVT-assoziierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer, das bei der integrierten Produktion von Papier und Karton aus Recyclingfasern ohne Deinking an einem Standort anfällt

Parameter	Jahresmittelwert kg/t
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	0,4 ⁽¹⁾ -1,4
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,02-0,2 ⁽²⁾
Gesamtstickstoffgehalt	0,008-0,09
Gesamtphosphorgehalt	0,001-0,005 ⁽³⁾
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	0,05 für nassfestes Papier

⁽¹⁾ Bei Fabriken mit vollständig geschlossenen Wasserkreisläufen, fallen keine CSB-Emissionen an.

⁽²⁾ Bei bestehenden Anlagen können wegen der kontinuierlich abnehmenden Qualität des Altpapiers und wegen der Schwierigkeit kontinuierlicher Nachrüstungen der Abwasserbehandlung Emissionen bis zu 0,45 kg/t auftreten.

⁽³⁾ Bei Fabriken mit einer spezifischen Abwassermenge zwischen 5 und 10 m³/t beträgt der obere Wert 0,008 kg/t.

Tabelle 19

BVT-assoziierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer, das bei der integrierten Produktion von Papier und Karton aus Recyclingfasern mit Deinking an einem Standort anfällt.

Parameter	Jahresmittelwert kg/t
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	0,9-3,0 0,9-4,0 bei Hygienepapier
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,08-0,3 0,1-0,4 bei Hygienepapier
Gesamtstickstoffgehalt	0,01-0,1 0,01-0,15 bei Hygienepapier
Gesamtphosphorgehalt	0,002-0,01 0,002-0,015 bei Hygienepapier
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	0,05 für nassfestes Papier

Das behandelte Abwasser sollte eine geringe BSB-Konzentration aufweisen (etwa 25 mg/l in der 24-Stunden-Mischprobe).

1.5.3. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 46. Die BVT besteht in der Reduzierung des Stromverbrauchs in altpapierverarbeitenden Papierfabriken zur Papierherstellung durch Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Hochkonsistenzzerfaserung zur Stofflösung bei Altpapier	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen und bei umfangreicheren Modernisierungen bestehender Anlagen.
b	Wirksame Grob- und Feinsortierung durch Optimierung der Rotorauslegung, der Siebe und der Betriebsweise derart, dass kleinere Aggregate mit geringerem spezifischen Energieverbrauch verwendet werden können.	
c	Konzepte zur energiesparenden Stoffvorbereitung unter möglichst frühzeitiger Abtrennung von Verunreinigungen beim Wiederaufschlagen (Re-Pulping) mit möglichst wenigen und optimierten Bauteilen, um die energieintensive Faserbehandlung zu begrenzen.	

1.6. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE PAPIERHERSTELLUNG UND FÜR VERWANDTE PROZESSE

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für alle nicht integrierten Papier- und Kartonfabriken sowie für die Papier- und Kartonherstellung bei integrierten Anlagen zur Erzeugung von Sulfatzellstoff, Sulfitzellstoff, CTMP und CMP.

BVT 49, BVT 51, BVT 52c und BVT 53 gelten für alle integrierten Zellstoff- und Papierfabriken.

Bei integrierten Fabriken zur Herstellung von Sulfatzellstoff, Sulfitzellstoff, CTMP und CMP und bei integrierten Papierfabriken sind ergänzend zu den BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt auch die prozessspezifischen BVT-Schlussfolgerungen anzuwenden.

1.6.1. Abwasser und Emissionen in Gewässer

BVT 47. Die BVT zur Reduzierung des Abwasservolumens besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Optimale Auslegung und Konstruktion von Behältern und Bütten	Siehe Abschnitt 1.7.2.1	Anwendbar für neue Anlagen und für umfangreichere Modernisierungen bestehender Anlagen
b	Rückgewinnung von Fasern und Füllstoffen und Behandlung des Kreislaufwassers		Allgemein anwendbar.
c	Wasserrückführung		Allgemein anwendbar; gelöste organische und anorganische Stoffe und Kolloide können die Möglichkeit einer Wasserrückführung in der Siebpartie einschränken.
d	Optimierung der Reinigungseinrichtungen (Spritzrohre) in der Papiermaschine		Allgemein anwendbar.

BVT 48. Die BVT zur Reduzierung des Frischwasserverbrauchs und der Emissionen aus Spezialpapier-Fabriken in Gewässer besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Verbesserte Planung der Papierproduktion	Verbesserte Planung zur optimierten Kombination von Produktionslosen und -zeiten	Allgemein anwendbar.
b	Anpassung von Wasserkreisläufen an vorgenommene Änderungen	Anpassung der Wasserkreisläufe an Änderungen der verwendeten Papiersorten, Farben und chemischen Zusatzstoffe	
c	Einsatz einer Kläranlage, die an Prozessänderungen angepasst werden kann	Anpassung der Abwasserbehandlung, damit Änderungen in Bezug auf Volumen, niedrige Konzentrationen und unterschiedliche Arten und Mengen chemischer Zusatzstoffen bewältigt werden können	
d	Anpassung des Ausschuss-Systems und der Büttenskapazitäten		
e	Minimierung der Freisetzung von chemischen Zusatzstoffen (z. B. fett- oder wasserbeständige Mittel), die Per- oder Polyfluorverbindungen enthalten oder zur Bildung dieser Verbindungen beitragen		Anwendbar nur für Anlagen, in denen fett- oder wasserabweisendes Papier hergestellt wird.
f	Umstellung auf Produkt-Hilfsstoffe mit niedrigem AOX-Gehalt (z. B. zur Substituierung von Nassfestmitteln auf der Basis von Epichlorhydrin-Harzen)		Anwendbar nur für Anlagen, in denen Papiersorten mit hoher Nassfestigkeit hergestellt werden

BVT 49. Die BVT zur Reduzierung von Emissionsfracht von Streichfarben oder Bindemitteln, welche die biologische Kläranlage beeinträchtigen können, besteht in der Anwendung der folgenden Technik a oder, wenn Technik a technisch nicht umsetzbar ist, in der folgenden Technik b.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Rückgewinnung von Streichfarben/Wiederverwendung von Pigmenten	Abwässer mit Streichfarben werden getrennt gesammelt. Die Rückgewinnung der Streichchemikalien erfolgt z. B. durch i) Ultrafiltration oder ii) einen Prozess mit Siebungs-, Flockungs- und Entwässerungsstufe mit Rückführung der Pigmente in den Streichprozess. Das geklärte Wasser kann in den Prozess zurückgeführt werden.	Im Fall der Ultrafiltration kann die Anwendbarkeit unter folgenden Bedingungen eingeschränkt sein: — Die Abwasservolumina sind sehr gering; — die Abwässer aus dem Streichprozess entstehen an verschiedenen Stellen in der Fabrik; — am Streichprozess werden viele Änderungen vorgenommen, oder — die verschiedenen Rezepturen der Streichfarben sind nicht miteinander vereinbar.
b	Vorbehandlung von Abwässern, die Streichfarben enthalten	Abwässer mit Streichfarben werden z. B. durch Flockung behandelt, um Beeinträchtigungen der anschließenden biologischen Abwasserbehandlung zu vermeiden.	Allgemein anwendbar.

BVT 50. Die BVT zur Vermeidung und Reduzierung der Schadstoffbelastung aus sämtlichen Abwassereinleitungen einer Fabrik in aufnehmende Gewässer besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der in BVT 13, BVT 14, BVT 15, BVT 47, BVT 48 und BVT 49 beschriebenen Techniken.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte

Siehe Tabelle 20 und Tabelle 21; die BVT-assozierten Emissionswerte in Tabelle 20 und Tabelle 21 gelten auch für die Papier- und die Kartonherstellung in integrierten Anlagen zur Herstellung von Sulfatzellstoff, Sulfitzellstoff, CTMP und CMP sowie für integrierte Papierfabriken.

Die Referenz-Abwassermenge bei nicht integrierten Papier- und Kartonfabriken ist BVT 5 zu entnehmen.

Tabelle 20

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer aus einer nicht integrierten Papier- und Kartonfabrik (mit Ausnahme von Fabriken zur Herstellung von Spezialpapier)

Parameter	Jahresmittelwert kg/t
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	0,15-1,5 ⁽¹⁾
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,02-0,35
Gesamtstickstoffgehalt	0,01-0,1 0,01-0,15 bei Hygienepapier
Gesamtphosphorgehalt	0,003-0,012
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	0,05 für Dekorpapier und nassfestes Papier

⁽¹⁾ Bei Fabriken zur Herstellung grafischer Papiere beziehen sich die Werte am oberen Ende des Bereichs auf Anlagen, in denen im Streichprozess Stärke verwendet wird.

Das behandelte Abwasser sollte eine geringe BSB-Konzentration aufweisen (etwa 25 mg/l bei einer 24-Stunden Mischprobe).

Tabelle 21

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser in Gewässer aus einer nicht integrierten Fabrik zur Herstellung von Spezialpapieren

Parameter	Jahresmittelwert kg/t ⁽¹⁾
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	0,3-5 ⁽²⁾
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	0,10-1
Gesamtstickstoffgehalt	0,015-0,4
Gesamtphosphorgehalt	0,002-0,04
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	0,05 für Dekorpapier und nassfestes Papier

⁽¹⁾ Bei Fabriken mit besonderen Gegebenheiten (z. B. häufigen Änderungen der Papiersorte, im Jahresmittel etwa ≥ 5 pro Tag) und bei Fabriken, in denen sehr leichte Spezialpapiere hergestellt werden (im Jahresmittel ≤ 30 g/m²), können höhere Emissionswerte auftreten als hier angegeben.

⁽²⁾ Die höheren BVT-assozierten Emissionswerte gelten für Fabriken, in denen hochausgemahlene Papiere hergestellt werden und in denen eine intensive Mahlung erforderlich ist, sowie für Fabriken mit häufigen Änderungen der Papiersorte (im Jahresmittel z. B. ≥ 1 -2 Wechsel/Tag).

1.6.2. Emissionen in die Luft

BVT 51. Die BVT zur Reduzierung von VOC-Emissionen aus Offline- oder Online-Streichmaschinen besteht in der Auswahl von Streichfarbenrezepturen, bei deren Verwendung geringere VOC- Emissionen zu erwarten sind.

1.6.3. Abfallaufkommen

BVT 52. Die BVT zur Minimierung von festen Abfällen zur Entsorgung besteht in der Vermeidung von Abfällen und in Recyclingtätigkeiten durch eine Kombination der folgenden Techniken (siehe allgemeine BVT 20).

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Rückgewinnung von Fasern und Füllstoffen und Behandlung des Kreislaufwassers	Siehe Abschnitt 1.7.2.1	Allgemein anwendbar.
b	System zur Ausschuss-Rückführung	Bei der Papierherstellung wird Ausschuss an verschiedenen Stellen innerhalb des Prozesses bzw. in verschiedenen Prozessphasen erfasst, erneut zerfasert und in den Stoffauflauf zurückgeführt.	Allgemein anwendbar.
c	Rückgewinnung von Streichfarben/Wiederverwendung von Pigmenten	Siehe Abschnitt 1.7.2.1	
d	Wiederverwendung des Faserschlammes aus der primären Abwasserbehandlung	Aus der primären Abwasserbehandlung stammender Schlamm mit hohem Faseranteil kann im Produktionsprozess wiederverwendet werden.	Die Anwendbarkeit kann durch Anforderungen an die Produktqualität eingeschränkt sein.

1.6.4. Energieverbrauch und -effizienz

BVT 53. Die BVT zur Reduzierung des Verbrauchs an thermischer und elektrischer Energie besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Energieeinsparende Sortierverfahren (optimierte Rotorauslegung, optimierte Siebe und optimierter Betrieb)	Anwendbar bei neuen Anlagen oder umfangreicher Modernisierungen.
b	Fortschrittliche Mahlaggregate mit optimierter Wärmerückgewinnung aus den Refiner-Anlagen	
c	Optimierte Entwässerung der Presspartie	Nicht anwendbar bei Hygienepapier und bei vielen Spezialpapiersorten.
d	Rückgewinnung von Dampfkondensaten und Einsatz wirksamer Systeme zur Rückgewinnung der Abwärme aus der Abluft	Allgemein anwendbar.
e	Reduzierung der direkten Nutzung von Dampf durch sorgfältige Prozessintegration (z. B. mithilfe einer Pinch-Analyse)	
f	Hocheffiziente Refiner	Anwendbar bei neuen Anlagen.

	Technik	Anwendbarkeit
g	Optimierung des Betriebs bestehender Mahlaggregate (z. B. durch Reduzierung des Stromverbrauches im lastfreien Betrieb)	Allgemein anwendbar.
h	Optimierte Auslegung der Pumpen, variable Regelung der Pumpendrehzahl, Direktantriebe	
i	Modernste Zerkleinerungstechnologie	
j	Bedampfung der Papierbahn mit dem Dampfblaskasten zur Verbesserung des Ablaufverhaltens/der Entwässerungskapazität	Nicht anwendbar bei Hygienepapier und bei vielen Spezialpapiersorten.
k	Optimiertes Vakuumsystem (z. B. Zentrifugalgebläse statt Wasserringpumpen)	Allgemein anwendbar.
l	Optimierung der Erzeugung und der Wartung des Verteilungsnetzes	
m	Optimierung der Wärmerückgewinnung, der Lufttechnischen Anlagen und der Isolierung	
n	Einsatz hocheffizienter Motoren (EFF1)	
o	Vorwärmung des Spritzrohrwassers mit einem Wärmetauscher	
p	Nutzung der Abwärme zur Schlamm-trocknung oder zur Nach-trocknung entwässerter Biomasse	
q	Wärmerückgewinnung aus Axialgebläsen (wenn eingesetzt) zum Wärmen der Luftzufuhr zur Trocknungshaube	
r	Wärmerückgewinnung aus dem Abluftstrom der Yankee-Haube mit einem Tropfkörperturm	
s	Rückgewinnung der Abwärme aus dem Abgas der Infrarot-trockners	

1.7. BESCHREIBUNG DER TECHNIKEN

1.7.1. Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Verminderung der Emissionen in die Luft

1.7.1.1. Staub

Technik	Beschreibung
Elektrofilter (ESP)	Elektrofilter laden Partikel elektrisch auf und trennen diese Partikel dann unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes ab. Sie kommen unter den unterschiedlichsten Anwendungsbedingungen zum Einsatz.
Alkalischer Wäscher	Siehe Abschnitt 1.7.1.3 (Nasswäscher).

1.7.1.2. NO_x

Technik	Beschreibung
Verringerung des Luft-/Brennstoff-Verhältnisses	Dieses Verfahren ist im Wesentlichen durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet: — sorgfältige Kontrolle der Verbrennungsluft (geringer Anteil überschüssigen Sauerstoffs), — Minimierung von Lufteintritten in den Ofen, — modifizierte Gestaltung der Brennkammer.
Optimierte Verbrennung und Verbrennungsregelung	Durch ständige Überwachung der Verbrennungsparameter (z. B. O ₂ , CO-Gehalt, Brennstoff-/Luft-Gemisch und nicht verbrannte Bestandteile); diese Technik beruht auf dem Einsatz einer geeigneten Prozesssteuerung zur Aufrechterhaltung der optimalen Verbrennungsbedingungen. Die Bildung und die Emission von NO _x kann durch Anpassung der Betriebsparameter, der Luftverteilung, des überschüssigen Sauerstoffanteils, der Flammenform und des Temperaturprofils reduziert werden.
Gestufte Verbrennung	Die gestufte Verbrennung beruht auf der Nutzung von zwei Verbrennungszonen mit kontrolliertem Brennstoff-/Luft-Gemisch und kontrollierter Temperatur in der ersten Kammer. Die erste Verbrennungszone wird unter unterstöchiometrischen Bedingungen betrieben, damit Ammoniakverbindungen bei hohen Temperaturen in elementaren Stickstoff umgewandelt werden. In der zweiten Zone wird der Verbrennungsprozess unter zusätzlicher Luftzufuhr bei niedrigerer Temperatur abgeschlossen. Nach der zweistufigen Verbrennung strömt das Rauchgas in eine zweite Kammer, aus der die in den Gasen enthaltene Wärme zurückgewonnen wird, um Prozessdampf zu erzeugen.
Brennstoffauswahl/Brennstoffe mit niedrigem Stickstoffgehalt	Die Verwendung von Brennstoffen mit niedrigem Stickstoffgehalt reduziert den Anteil an NO _x -Emissionen aus der Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Stickstoffs während der Verbrennung. Die Verbrennung von Geruchsgasen (CNCG) oder Brennstoffen auf Biomassebasis führt zu höheren NO _x -Emissionen als bei der Verbrennung von Öl oder Erdgas, da CNCG und alle holzbasierten Brennstoffe höhere Stickstoffgehalte aufweisen als Öl und Erdgas. Wegen der höheren Verbrennungstemperaturen entstehen in Systemen mit Gasfeuerung höhere NO _x -Gehalte als bei Systemen mit Ölfeuerung.
Brenner mit niedrigen NO _x -Emissionen (Low-NOx burner)	Brenner mit niedrigen NO _x -Emissionen (Low-NOx Burner) beruhen auf der Reduzierung der Spitzentemperaturen der Flamme, der verzögerten aber vollständigen Verbrennung und der erhöhten Wärmeübertragung (erhöhte Flammenstrahlung). Die entsprechenden Maßnahmen können mit einer modifizierten Gestaltung der Brennkammer einhergehen.
Gestufte Ablauge-Einspritzung	Die Einspritzung von Sulfit-Ablauge auf verschiedenen Kesselebenen verhindert die Bildung von NO _x und sorgt für eine vollständige Verbrennung.
Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	Dieses Verfahren beruht auf der Reduktion von NO _x zu Stickstoff in einer Reaktion mit Ammoniak oder Harnstoff bei hohen Temperaturen. Ammoniakwasser (bis zu 25 % NH ₃), Ammoniak-Vorläuferverbindungen oder Harnstofflösung werden in das Verbrennungsgas injiziert, um NO zu N ₂ zu reduzieren. Die Reaktion erfolgt optimal in einem Temperaturfenster von etwa 830-1 050 °C. Damit die eingespritzten Agenzien mit NO reagieren können, muss eine ausreichende Verweilzeit gegeben sein. Die Dosierung der Einspritzung der Ammoniak- oder Harnstofflösung muss so geregelt sein, dass der NH ₃ -Schlupf möglichst gering ist.

1.7.1.3. Vermeidung und Kontrolle von O₂/TRS-Emissionen

Technik	Beschreibung
Hoher Trockengehalt der Schwarzlauge	Ein höherer Trockengehalt der Schwarzlauge bewirkt eine Erhöhung der Verbrennungstemperatur. Dadurch verdampft mehr Natrium (Na); dieses bindet SO ₂ zu Na ₂ SO ₄ und reduziert so die SO ₂ -Emissionen aus dem Ablaugekessel. Ein Nachteil der höheren Temperatur besteht darin, dass die NO _x -Emissionen zunehmen können.

Technik	Beschreibung
Brennstoffauswahl/Brennstoffe mit niedrigem Schwefelgehalt	Die Verwendung von Brennstoffen mit niedrigem Schwefelgehalt (0,02-0,05 Gew.-%; wie Holz, Rinde, schwefelarmes Öl oder Gas) reduziert die während der Verbrennung durch die Oxidation der im Brennstoff enthaltenen Schwefelanteile entstehenden SO ₂ -Emissionen.
Optimierte Feuerung	Techniken wie z. B. die wirksame Regelung der Feuerungsleistung (Brennstoff-/Luft-Gemisch, Temperatur, Verweilzeit), die Regelung des Überschuss-Sauerstoffs und eine gute Durchmischung von Luft und Brennstoff.
Kontrolle des Na ₂ S-Gehalts der Kalkschlammzufuhr	Eine wirksame Wäsche und Filtration des Kalkschlamm reduziert die Na ₂ S-Konzentration und verringert so im Ofen die Entstehung von Schwefelwasserstoff im Brennprozess.
Erfassung und Rückgewinnung von SO ₂ -Emissionen	Die bei der Kochsäureproduktion sowie bei Digestern/Kochern und Ausblastanks auftretenden hochkonzentrierten SO ₂ -Gasströme werden gesammelt. SO ₂ wird in Absorptionstanks mit unterschiedlichen Druckniveaus sowohl aus wirtschaftlichen als auch als umwelttechnischen Gründen zurückgewonnen.
Verbrennung von Geruchsgasen und TRS	Erfasste Starkgase können durch Verbrennen im Ablaugekessel, in speziellen Geruchsgaskesseln oder im Kalkofen beseitigt werden. Gesammelte Schwachgase können im Ablaugekessel, im Kalkofen, in der Kesselanlage oder im Geruchsgaskessel verbrannt werden. In modernen Ablaugekesseln können auch Abgase aus dem Auflösetank verbrannt werden.
Sammlung und Verbrennung von Schwachgasen im Ablaugekessel	Verbrennung von Schwachgasen (großes Volumen, niedrige SO ₂ -Konzentrationen) kombiniert mit einem Ersatzsystem; Schwachgase und andere geruchsbehaftete Bestandteile werden gemeinsam zur Verbrennung im Ablaugekessel erfasst. Das im Abgas des Ablaugekessels enthaltene Schwefeldioxid wird anschließend in mehrstufigen Gegenstromwäschern zurückgewonnen und in der Zellstoffkochung wiederverwendet. Als Reserve werden weitere Wäscher genutzt.
Nasswäscher	Gasförmige Verbindungen werden in einer geeigneten Flüssigkeit (Wasser oder alkalische Lösung) gelöst. Feststoffe und gasförmige Verbindungen können gleichzeitig abgetrennt werden. Im Anschluss an die Nasswäsche werden die Rauchgase mit Wasser gesättigt; vor der Freisetzung der Rauchgase müssen allerdings die Tröpfchen abgetrennt werden. Das so abgetrennte Abwasser muss behandelt werden; die nicht löslichen Bestandteile werden durch Sedimentation oder Filtration abgeschieden.
Elektrofilter oder Multizyklone mit mehrstufigen Venturi-Wäschern oder nachgeschaltete mehrstufige Wäscher mit doppeltem Einlass	Die Staubabtrennung erfolgt in einem Elektrofilter oder einem Multizyklon. Im Sulfitprozess auf Magnesiumbasis enthält der im E-Filter abgetrennte Staub hauptsächlich MgO sowie geringe Anteile an K-, Na- bzw. Ca-Verbindungen. Die zurückgewonnene MgO-Asche wird in Wasser suspendiert und durch Waschen und Ablöschen in Mg(OH) ₂ umgewandelt; dieses wird dann als alkalische Waschlösung in den mehrstufigen Wäschern verwendet, um die Schwefelbestandteile der Kochchemikalien zurückzugewinnen. Im Sulfitprozess auf Ammoniumbasis kann die Basischemikalie Ammoniak (NH ₃) nicht zurückgewonnen werden, da diese bei der Verbrennung in Stickstoff zerfällt. Nach der Staubabtrennung wird das Rauchgas abgekühlt, indem es durch einen mit Wasser betriebenen Kühlwäscher geleitet wird; anschließend wird es in einen mindestens dreistufigen Wäscher geleitet, wo die SO ₂ -Emissionen mit einer alkalischen Mg(OH) ₂ -Lösung (Sulfitprozess auf Magnesiumbasis) bzw. mit einer 100 %igen frischen NH ₃ -Lösung (Sulfitprozess auf Ammoniumbasis) abgetrennt werden.

1.7.2. Beschreibung von Techniken zur Reduzierung des Frischwasserbedarfes und des Abwasservolumens und der Schadstoffbelastung des Abwassers

1.7.2.1. Prozessintegrierte Techniken

Technik	Beschreibung
Trockenentrindung	Trockenentrindung von Langholz in trockenen Trommeln. (Wasser wird nur zum Abwaschen des Holzes verwendet und anschließend unter minimaler Wäsche in die Kläranlage geführt.)
Total chlorfreies Bleichen (TCF-Bleichen)	Beim TCF-Bleichen wird die Verwendung chlorhaltiger Bleichchemikalien vollständig vermieden; entsprechend werden beim Bleichen keinerlei organische oder chlororganische Stoffe freigesetzt.
Modernes elementarchlor-freies (ECF) Bleichen	Beim modernen ECF-Bleichen wird der Verbrauch von Chlordioxid minimiert, indem einer der folgenden Bleichschritte oder eine Kombination davon angewendet werden: Sauerstoffbehandlung, Heißsäure-Hydrolyse, Ozonbehandlung bei mittlerer und hoher Stoffdichte und Behandlung mit atmosphärischem und mit komprimiertem Wasserstoffperoxid oder mit heißem Chlordioxid.
Erweiterte Delignifizierung	Eine erweiterte Delignifizierung mit a) modifizierter Kochung oder b) Sauerstoff-Delignifizierung verbessert die Delignifizierung des Zellstoffs (geringere Kappa-Zahl) vor dem Bleichen und reduziert entsprechend den Verbrauch an Bleichchemikalien und die CSB-Fracht des Abwassers. Die Reduzierung der Kappa-Zahl um eine Einheit vor dem Bleichen kann zu einer Verringerung der in die Bleichanlage freigesetzten CSB-Fracht um etwa 2 kg CSB/Tonne luro führen. Das abgetrennte Lignin kann zurückgewonnen und in das System zur Rückgewinnung von Chemikalien und Energie zurückgeführt werden.
a) Erweiterte modifizierte Kochung	Die erweiterte Kochung (bei diskontinuierlichen oder kontinuierlichen Systemen) umfasst längere Kochungszeiten bei optimierten Bedingungen (z. B. niedrigere Alkalikonzentration der Kochflüssigkeit am Anfang und höhere Konzentrationen am Ende des Kochungsprozesses), um möglichst viel Lignin noch vor dem Bleichen abzutrennen, ohne übermäßigen Kohlenhydratabbau oder wesentlichen Verlust der Festigkeit des Zellstoffs. Der Einsatz von Chemikalien in der anschließenden Bleichpartie und die organische Fracht des Abwassers der Bleichanlage können entsprechend verringert werden.
b) Sauerstoff-Delignifizierung	Durch eine Sauerstoff-Delignifizierung kann ein erheblicher Anteil der nach der Kochung verbleibenden Lignin-Fracht abgetrennt werden, wenn Kochungsanlagen mit höheren Kappa-Zahlen betrieben werden müssen. Der Zellstoff reagiert unter alkalischen Bedingungen mit Sauerstoff und trennt damit einen weiteren Teil des verbliebenen Lignins ab.
Wirksames Sortieren und Waschen des Braunstoffs im geschlossenen Kreislauf	Das Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs erfolgt mit geschlitzten Drucksieben in einem mehrstufigen geschlossenen Kreislauf. Verunreinigungen und Holzsplitter werden so bereits frühzeitig im Prozess abgetrennt. Bei der Braunstoffwäsche werden gelöste organische und anorganische Chemikalien aus den Zellstofffasern gelöst. Der Braunstoff kann zunächst im Kocher gewaschen werden; anschließend erfolgt eine Behandlung mit hochwirksamen Wäschern. Danach folgt vor dem Bleichen noch eine Sauerstoff-Delignifizierung. Unerwünschte Einträge, der Chemikalienverbrauch im Bleichprozess und die Abwasseremissionen werden reduziert. Außerdem können die Kochungschemikalien aus dem Waschwasser zurückgewonnen werden. Eine wirksame Waschung erfolgt durch mehrstufige Gegenstromwäsche mit Filtern und Pressen. Das Wassersystem der Anlage zum Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs wird in einem vollständig geschlossenen Kreislauf betrieben.

Technik	Beschreibung
Teilweises Recycling des Prozesswassers in der Bleichanlage	<p>Saure und alkalische Filtrate werden im Gegenstrom zum Zellstofffluss in der Bleichanlage zurückgeführt. Das Wasser wird entweder in die Anlage zur Abwasserbehandlung oder — in seltenen Fällen — in den Waschprozess im Anschluss an die Sauerstoffbehandlung geführt.</p> <p>Effiziente Wäscher in den zwischengeschalteten Waschpartien sind eine Voraussetzung für geringe Emissionen. In effizienten Anlagen zur Herstellung von Sulfatzellstoff wird der Abwasserdurchfluss des Bleichprozesses auf 12-25 m³/Tonne lutro reduziert.</p>
Wirksame Leckageüberwachung und Rückhaltung, auch mit chemischer Rückgewinnung und mit Energierückgewinnung	<p>Ein wirksames System zur Überwachung, zum Auffangen und zur Rückgewinnung von Leckagen, das die unbeabsichtigte Freisetzung hoher organischer und manchmal toxischer Frachten sowie von pH-Wert-Spitzen (in die sekundäre Anlage zur Abwasserbehandlung) verhindert, umfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> — die Überwachung der Leitfähigkeit oder des pH-Wertes an strategisch wichtigen Punkten, um Verluste und Leckagen zu erkennen; — die Sammlung ausgelaufener oder verschütteter Flüssigkeiten mit größtmöglichem Feststoffgehalt; — eine Rückführung der gesammelten Flüssigkeit und der gesammelten Fasern in den Prozess an geeigneten Punkten; — Vorrichtungen, die vermeiden, dass ausgelaufene konzentrierte oder schädliche Flüssigkeiten aus kritischen Prozessbereichen (u. a. Tallöl und Terpentin) in die Anlage zur biologischen Abwasserbehandlung gelangen; — angemessen ausgelegte Puffertanks zur Sammlung und zur Lagerung stark toxischer oder heißer konzentrierter Flüssigkeiten.
Vorhalten ausreichender Kapazität der Eindampfanlagen von Schwarzlauge und der Kessel zur Ablaugerückgewinnung, um Spitzenlasten bewältigen zu können	<p>Die hinreichende Kapazität der Eindampfanlage der Schwarzlauge sowie des Ablaugekessels gewährleistet, dass auch beim Sammeln von Leckagen oder Abwässern aus Bleichanlagen zusätzlich anfallende Flüssigkeiten und Feststofffrachten behandelt werden können. Dadurch verringern sich die Verluste an schwacher Schwarzlauge sowie an anderen konzentrierten Prozessabwässern sowie möglicherweise an Filtraten aus der Bleichanlage.</p> <p>Die mehrstufige Eindampfanlage konzentriert schwache Schwarzlauge aus der Braunstoffwäsche und manchmal auch Bioschlamm aus der Abwasserbehandlung und/oder Salzkuchen aus der ClO₂-Anlage. Zusätzliche Eindampfungskapazität über die bei normalem Betrieb erforderliche Kapazität hinaus bietet ausreichende Reserven zur Rückgewinnung von Leckagen und zur Behandlung potenziell rückzuführender Bleichfiltratströme.</p>
Strippung von Schmutzkondensaten und Wiederverwendung der Kondensate im Prozess	<p>Durch Strippung verunreinigter Kondensate (Schmutzkondensate) und durch Wiederverwendung von Kondensaten im Prozess werden der Frischwasserbedarf einer Fabrik und die organische Belastung der Anlage zur Abwasserbehandlung reduziert.</p> <p>In einer Strippkolonne wird Dampf in Gegenstromrichtung durch zuvor gefilterte Prozesskondensate mit reduzierten Schwefelverbindungen, Terpenen, Methanol und anderen organischen Verbindungen geführt. Die im Kondensat enthaltenen flüchtigen Stoffe sammeln sich im Kopfdampf als nicht kondensierbare Gase sowie in Form von Methanol und werden aus dem System entfernt. Die gereinigten Kondensate können im Prozess wiederverwendet werden (z. B. zum Waschen in der Bleichanlage, zur Braunstoffwäsche, bei der Kaustizierung (Schlammwäsche und -verdünnung, Schlammfilter-Spritzrohre), als Flüssigkeit für TRS-Wäschen bei Kalköfen oder als Wasser zum Auffüllen der Weißlauge).</p> <p>Die abgetrennten nicht kondensierbaren Gase aus den am stärksten konzentrierten Kondensaten werden in das System zum Sammeln von Starkgasen zurückgeführt und verbrannt. Abgetrennte Gase aus mäßig verschmutzten Kondensaten werden im LVHC-System (<i>Low Volume High Concentration</i>) gesammelt und verbrannt.</p>
Eindampfung und Verbrennung von Abwässern aus der Heiß-Alkaliextraktion	<p>Die Abwässer werden zunächst durch Eindampfung konzentriert und dann als Biobrennstoff in einem Ablaugekessel verbrannt. Natriumcarbonat-haltiger Staub und die Schmelze aus dem Ofenboden werden gelöst, um Natronlauge zurückzugewinnen.</p>

Technik	Beschreibung
Rückführung von Waschflüssigkeiten aus der Vorbleiche in die Braunstoffwäsche und Verdampfung zur Reduzierung von Emissionen bei Vorbleichen auf MgO-Basis	<p>Voraussetzungen für die Nutzung dieser Technik sind eine verhältnismäßig kleine Kappa-Zahl nach dem Kochen (z. B. 14-16), hinreichende Kapazitäten der Becken/Behälter und Verdampfer sowie des Ablaugekessels zur Bewältigung zusätzlicher Volumina, die Möglichkeit zur Abtrennung von Ablagerungen aus der Waschausrüstung und ein mäßiger Weißgrad des Zellstoffs (≤ 87 % ISO), da diese Technik eine leichte Beeinträchtigung des Weißgrads zur Folge haben kann.</p> <p>Bei Herstellern, die sehr hohe Weißgrade (> 87 % ISO) erzielen müssen (z. B. bei Marktzellstoff zur Papiererzeugung), können Prozesse zur MgO-Vorbleiche problematisch sein.</p>
Gegenstromführung des Prozesswassers	In integrierten Fabriken wird Frischwasser vorwiegend durch die Spritzrohre der Papiermaschinen zugeführt und von dort in die Aufschlusspartie geleitet.
Trennung der Wassersysteme	Die Wassersysteme unterschiedlicher Prozesseinheiten (z. B. Stofflöser, Bleichanlage und Papiermaschine) werden nach dem Waschen und Entwässern des Zellstoffs (etwa durch Waschpressen) getrennt. Diese Trennung verhindert die Eintragung von Verschmutzungen in anschließende Prozessschritte und ermöglicht die Abtrennung störender Stoffe aus kleineren Volumina.
Hochkonsistenzbleiche (Peroxidbleiche)	Beim Hochkonsistenzbleichen wird der Zellstoff vor Zugabe der Bleichchemikalien entwässert (z. B. durch ein Doppelsieb oder durch Pressen). Dies ermöglicht eine wirksamere Nutzung der Bleichchemikalien, erhöht die Reinheit des Zellstoffs, reduziert den Eintrag schädlicher Stoffe in die Papiermaschine und verringert die CSB-Fracht. Verbliebenes Peroxid kann zurückgeführt und wiederverwendet werden.
Rückgewinnung von Fasern und Füllstoffen und Behandlung des Siebwassers	<p>Siebwasser aus der Papiermaschine kann mit folgenden Techniken behandelt werden:</p> <p>a) Save-all-Filter (in der Regel Trommel- oder Scheibenfilter oder Druckentspannungs-Flotationseinheiten (DAF = <i>Dissolved-Air Flotation</i>) usw.) zur Abtrennung von Feststoffen (Fasern und Füllstoffe) aus dem Prozesswasser; durch Druckentspannungs-Flotation in Siebwasserkreisläufen werden suspendierte Stoffe, Feinstoffe, kleine Kolloid-Partikel und anionische Stoffe ausgeflockt; die entstehenden Flocken können anschließend abgetrennt werden. Die zurückgewonnenen Fasern und Füllstoffe werden in den Prozess zurückgeführt. Sauberes Siebwasser kann in Reinigungseinrichtungen mit weniger strengen Anforderungen an die Wasserqualität wiederverwendet werden.</p> <p>b) Eine zusätzliche Ultrafiltration des vorgefilterten Siebwassers führt zu einem Superklar-Filtrat, dessen Qualität hinreichend für die Verwendung in Hochdruck-Spritzrohren ist und das als Sperrwasser und zur Verdünnung von Chemikalienzusätzen verwendet werden kann.</p>
Klärung von Siebwasser	In der Papierindustrie werden nahezu ausschließlich auf Sedimentierungs-, Filtrations- (mit Scheibenfiltern) und Flotationstechniken beruhende Systeme zur Wasserklä rung eingesetzt. Am gebräuchlichsten ist die Druckentspannungs-Flotation (DAF). Anionische Verunreinigungen und Feinstoffe werden mit Zusatzstoffen zu Flocken ausgefällt, die physikalisch behandelt werden können. Als Flockungsmittel werden hochmolekulare, wasserlösliche Polymere oder anorganische Elektrolyte verwendet. Die erzeugten Agglomerate (Flocken) werden dann im Klärbecken aufgeschwemmt. Bei der Druckentspannungs-Flotation (DAF) werden die suspendierten Feststoffe an Luftblasen gebunden.
Wasserrückführung	Das geklärte Wasser wird als Prozesswasser in der Anlage oder in integrierten Fabriken aus der Papiermaschine in den Aufschlussprozess und aus der Aufschlusspartie in den Entrindungsprozess geführt. Das Abwasser wird hauptsächlich an den Punkten mit der stärksten Verschmutzung abgelassen (z. B. Klarfiltrat des Scheibenfilters beim Aufschließen, Entrinden).

Technik	Beschreibung
Optimale Gestaltung und Konstruktion von Behältern und Bütten (Papierherstellung)	Speicher- und Kreislaufwassertanks sind auf Prozessschwankungen und unterschiedliche Durchflussmengen auch beim Hoch- und Herunterfahren von Anlagen ausgelegt.
Waschpartie vor der Zerfaserung von Holzstoff aus Weichholz	In einigen Fabriken erfolgt eine Vorbehandlung von Weichholz-Schnitzeln durch Vorheizung mit Überdruck kombiniert mit einem Imprägnierungsprozess zur Verbesserung der Zellstoffeigenschaften. Eine Waschpartie vor dem Zerfasern und vor dem Bleichen reduziert die CSB-Fracht erheblich, indem ein geringes, aber hochkonzentriertes Abwasservolumen abgetrennt wird, das anschließend getrennt behandelt werden kann.
Substitution von NaOH durch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oder $\text{Mg}(\text{OH})_2$ als Lauge beim Peroxidbleichen	Die Verwendung von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ als Lauge führt zu etwa 30 % geringeren CSB-Frachten unter Erhalt eines hohen Weißgrads. NaOH wird auch durch $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ersetzt.
Bleiche im geschlossenen Kreislauf	In Sulfitzellstoff-Fabriken mit Kochung auf Natriumbasis kann das Abwasser aus der Bleichanlage z. B. durch Ultrafiltration, Flotation und Abscheidung harz- und fetthaltiger Bestandteile behandelt werden, damit die Bleiche im geschlossenen Kreislauf erfolgen kann. Die Filtrate aus der Bleich- und der Waschpartie werden in der ersten Waschpartie nach der Kochung wiederverwendet und schließlich in die Einheiten zur chemischen Rückgewinnung geführt.
Einstellung des pH-Wertes der Schwachlauge vor/in der Verdampfungsanlage	Die Neutralisation erfolgt vor der Verdampfung oder nach der ersten Verdampfungspartie, damit die organischen Säuren im Konzentrat gelöst bleiben und leichter mit der Ablauge in den Rückgewinnungsbehälter zurückgeführt werden können.
Anaerobe Behandlung der Verdampferkondensate	Siehe Abschnitt 1.7.2.2 (kombinierte anaerobe/aerobe Behandlung).
Strippping und Rückgewinnung von SO_2 aus den Verdampferkondensaten	SO_2 wird aus den Kondensaten gestrippt; die Kondensate werden biologisch behandelt, und das gestrippte SO_2 wird zur Rückgewinnung als Kochungschemikalie weitergeleitet.
Überwachung und kontinuierliche Kontrolle der Prozesswasserqualität	Bei fortschrittlichen Systemen mit geschlossenem Wasserkreislauf muss das gesamte System (Fasern, chemische Zusatzstoffe und Energiekreislauf) optimiert werden. Diese Optimierung umfasst auch eine Überwachung der Wasserqualität sowie der Motivation und der Kenntnisse des Personals und der Tätigkeiten in Verbindung mit den verschiedenen Maßnahmen, die die erforderliche Wasserqualität sicherstellen sollen.
Vermeidung und Entfernung von Biofilmen mit Methoden zur Minimierung von Biozidemissionen	Der kontinuierliche Eintrag von Mikroorganismen durch Wasser und Fasern führt in jeder Papierfabrik zu einem spezifischen mikrobiologischen Gleichgewicht. Um übermäßiges Wachstum der Mikroorganismen zu verhindern und Ablagerungen agglomerierter Biomasse oder Biofilme in Wasserkreisläufen und Ausrüstungen zu vermeiden, werden häufig biologische Dispergiermittel oder Biozide verwendet. Bei der katalytischen Desinfektion mit Wasserstoffperoxid werden keine Biozide benötigt, um Biofilme und freie Keime im Prozesswasser und im Papierschlamm zu beseitigen.
Abtrennung von Calcium aus Prozesswasser durch kontrollierte Calciumcarbonat-Ausfällung	Eine Senkung der Calcium-Konzentration durch kontrollierte Abtrennung von Calciumcarbonat (z. B. in einer DAF-Zelle) mindert die Gefahr unerwünschter Ausfällungen von Calciumcarbonat oder Kalk in Wassersystemen und Ausrüstungen (z. B. in den Walzen der verschiedenen Parteien oder in Sieben, Filzen, Spritzrohrdüsen und Leitungen oder in Anlagen zur biologischen Abwasserbehandlung).
Optimierung der Reinigungseinrichtungen (Spritzrohre) in der Papiermaschine	Die Optimierung der Spritzrohre umfasst: a) die Wiederverwendung des Prozesswassers (z. B. geklärtes Siebwasser), um den Frischwasserverbrauch zu reduzieren, und b) die Verwendung von Spezialdüsen für die Spritzrohre.

1.7.2.2. Abwasserbehandlung

Technik	Beschreibung
Vorklärung	<p>Physikalisch-chemische Behandlung z. B. zur Vergleichmäßigung, Neutralisierung oder Sedimentierung.</p> <p>Beispielsweise mithilfe von Ausgleichsbecken wird eine Vergleichmäßigung hergestellt, um größere Schwankungen des Durchflusses, der Temperatur und der Konzentration von Verunreinigungen zu verhindern und dadurch eine Überlastung des Systems zur Abwasserbehandlung zu vermeiden.</p>
Zweite Reinigungsstufe (biologisch)	<p>Bei der Abwasserbehandlung mit Mikroorganismen ist zwischen Prozessen mit aerober und anaerober Behandlung zu unterscheiden. In einem zweiten Klärungsschritt werden Feststoffe und Biomasse durch Sedimentierung (gelegentlich kombiniert mit einer Flockung) aus den Abwässern ausgefällt.</p>
a) Aerobe Behandlung	<p>Bei der aeroben biologischen Abwasserbehandlung wird biologisch abbaubares gelöstes und kolloidales Material im Wasser unter Lufteinwirkung durch Mikroorganismen teilweise in festes Zellmaterial (Biomasse) und teilweise in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt. Folgende Prozesse kommen zur Anwendung:</p> <ul style="list-style-type: none"> — ein- oder zweistufige Belebtschlammanlagen; — Biofilm-Reaktorprozesse; — Biofilm-/Belebtschlamm-Prozesse (Kompaktanlagen zur biologischen Behandlung); bei dieser Technik werden Schwebbetten mit Füllkörpern (Carrier) und Belebtschlamm (BAS = <i>Bed carriers with activated sludge</i>) kombiniert. <p>Die erzeugte Biomasse (überschüssiger Schlamm) wird aus dem Abwasser abgetrennt, bevor das Wasser abgeleitet wird.</p>
b) Kombinierte anaerobe/aerobe Behandlung	<p>Bei der anaeroben Abwasserbehandlung werden organische Anteile des Abwassers durch Mikroorganismen unter Luftabschluss in Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff usw. umgewandelt. Der Prozess erfolgt in einem luftdichten Reaktor. Die Mikroorganismen werden im Anaerobreaktor als Biomasse (Schlamm) zurückgehalten. Das bei diesem biologischen Prozess entstehende Biogas besteht aus Methan, Kohlendioxid und anderen Gasen (Wasserstoff, Schwefelwasserstoff usw.) und kann zur Energieerzeugung genutzt werden.</p> <p>Wegen der verbleibenden CSB-Frachten ist die anaerobe Behandlung als Vorbehandlung vor der aeroben Behandlung zu betrachten. Die anaerobe Vorbehandlung reduziert das Volumen des bei der biologischen Behandlung entstehenden Schlammes.</p>
Dritte Reinigungsstufe	<p>Die dritte Reinigungsstufe beinhaltet Techniken wie z. B. die Filtration zur Abtrennung weiterer Feststoffe, die Nitrifikation und die Denitrifikation zur Elimination von Stickstoff oder Flockung/Fällung mit anschließender Phosphatfiltration. In der Regel erfolgt eine dritte Reinigungsstufe dann, wenn die Vorklärung und die biologische Behandlung nicht ausreichend sind, um die erforderlichen niedrigen AFS-, Stickstoff- oder Phosphorkonzentrationen zu erzielen (etwa aufgrund besonderer örtlicher Gegebenheiten).</p>
Angemessen ausgelegte und betriebene Anlagen zur biologischen Behandlung	<p>Eine angemessen ausgelegte und betriebene Anlage zur biologischen Behandlung setzt eine geeignete Ausgestaltung und Dimensionierung der Behandlungsbehälter/-becken (z. B. Sedimentationsbehälter) entsprechend der jeweiligen hydraulischen Belastung und den vorhandenen Verunreinigungen voraus. Niedrige AFS-Emissionen werden durch eine gute Ausfällung der aktiven Biomasse erreicht. Mit regelmäßigen Überprüfungen der Auslegung, der Dimensionierung und des Betriebs der Anlage zur Abwasserbehandlung sind diese Ziele leichter zu erreichen.</p>

1.7.3. **Beschreibung der Techniken zur Abfallvermeidung und Abfallmanagement**

Technik	Beschreibung
System zur Abfallbewertung und -entsorgung	Systeme zur Abfallbewertung und zum Abfallmanagement werden eingesetzt, um machbare Ansätze zur optimierten Vermeidung, Wiederverwendung, Rückgewinnung, Recyclierung und endgültigen Entsorgung der Abfälle zu ermitteln. Abfallverzeichnisse ermöglichen die Identifizierung und die Einstufung von Typen, Merkmalen, Mengen und Herkunft der einzelnen Abfallfraktionen.
Getrennte Sammlung unterschiedlicher Abfallfraktionen	Die getrennte Sammlung unterschiedlicher Abfallfraktionen jeweils am Entstehungsort und ggf. die Zwischenlagerung der Abfälle können die Möglichkeiten zur Wiederverwendung oder zum Recyclieren der Abfälle verbessern. Die getrennte Sammlung beinhaltet auch die Abtrennung und Einstufung gefährlicher Abfallfraktionen (z. B. Öl- und Fettrückstände, Hydraulik- und Transformatoröle, Altbatterien, Elektroschrott, Lösemittel, Lacke, Biozide und Chemikalienrückstände).
Mischung geeigneter Rückstandsfraktionen	Mischung geeigneter Rückstandsfraktionen je nach bevorzugten Optionen zur Wiederverwendung/zum Recycling und je nach weiterer Behandlung und Entsorgung.
Vorbehandlung von Prozessrückständen vor der Wiederverwendung bzw. vor dem Recycling	Die Vorbehandlung umfasst Techniken wie zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> — Entwässern z. B. von Schlamm, Rinde oder Spuckstoffen sowie gelegentlich Trocknung zur Verbesserung der Wiederverwendungsmöglichkeiten noch vor der Nutzung (z. B. Erhöhen des Brennwertes vor der eigentlichen Verbrennung); oder — Entwässern zur Gewichts- oder Volumenreduzierung für den Transport; zur Entwässerung werden Bandpressen, Schraubenpressen, Dekantierzentrifugen und Kammerfilterpressen eingesetzt; — Zerkleinern/Schreddern von Spuckstoffen z. B. aus der Altpapierverarbeitung und Abtrennung metallischer Teile zur Verbesserung des Verbrennungsverhaltens vor der Verbrennung; — biologische Stabilisierung vor dem Entwässern, wenn eine Verwendung in der Landwirtschaft vorgesehen ist.
Stoffliche Rückgewinnung oder Recycling von Prozessrückständen vor Ort	Zur Rückgewinnung von Material werden beispielsweise folgende Techniken eingesetzt: <ul style="list-style-type: none"> — Abscheidung von Fasern aus Wasserströmen und Rückführung in das Ausgangsmaterial; — Rückgewinnung von chemischen Zusatzstoffen, Beschichtungspigmenten usw.; — Rückgewinnung von Kochungschemikalien mit Ablaugekesseln, durch Kaustizieren usw.
Rückgewinnung von Energie vor Ort oder an einem anderen Standort aus Abfällen mit hohem Gehalt an organischen Bestandteilen	Rückstände aus Entrindungs-, Häcksel- und Siebprozessen usw.; z. B. Rinde, Faserschlamm oder sonstige hauptsächlich organische Rückstände werden wegen ihres Heizwerts in Verbrennungsanlagen verbrannt oder zur Energierückgewinnung in Biomasse-Kraftwerken eingesetzt.
Externe stoffliche Verwendung an einem anderen Standort	Die stoffliche Verwendung geeigneter Abfälle aus der Zellstoff- und Papierproduktion kann auch in anderen Industriezweigen erfolgen; z. B. <ul style="list-style-type: none"> — beim Verbrennen in den Öfen oder beim Mischen mit dem Einsatzmaterial für die Herstellung von Zement, Keramik oder Ziegeln (beinhaltet die Rückgewinnung von Energie); — Kompostierung des Papierschlammes oder Ausbringung geeigneter Abfallfraktionen in der Landwirtschaft; — Nutzung anorganischer Abfallfraktionen (Sand, Steine, Grobstaub, Asche und Kalk) im Bausektor (zur Herstellung von Pflastern, zum Straßenbau usw.); Die Eignung von Abfallfraktionen zur Verwendung an anderen Standorten hängt von der Zusammensetzung der Abfälle (z. B. vom Gehalt an anorganischen Stoffen/Mineralien) ab und kommt nur dann in Betracht, wenn bei der vorgesehenen Wiederverwertung nachweislich keine Umwelt- oder Gesundheitsschäden zu erwarten sind.
Vorbehandlung der Abfallfraktion vor der Beseitigung	Die Vorbehandlung des Abfalls vor der Entsorgung beinhaltet Maßnahmen zur Gewichts- oder Volumenreduzierung vor dem Transport oder der Entsorgung (Entwässern, Trocknen usw.).