

**Integrierte Vermeidung und Verminderung der
Umweltverschmutzung (IVU)**

**Referenzdokument über die Besten Verfügbaren Techniken
in der Zellstoff- und Papierindustrie**

Zusammenfassung in deutscher Übersetzung

ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Referenzdokument über die besten verfügbaren Techniken in der Zellstoff- und Papierindustrie beruht auf einem Informationsaustausch entsprechend Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG des Rates. Das Dokument ist im Zusammenhang mit dem Vorwort zu sehen, das die Zielsetzungen des Dokuments beschreibt und Hinweise zu seiner Verwendung gibt.

Bei Papier handelt es sich im Wesentlichen um einen Bogen oder eine Bahn aus Fasern, der zur Verbesserung seiner Eigenschaften und Qualität mit Chemikalien versetzt wird. Neben Fasern und Chemikalien werden bei der Herstellung von Zellstoff und Papier große Mengen Prozesswasser und viel Energie in Form von Dampf und Elektrizität benötigt. Daher betreffen die wichtigsten mit der Zellstoff- und Papierindustrie zusammenhängenden Umweltprobleme die Wasser- und Luftemissionen sowie den Energieverbrauch. Auch vom Abfall geht eine ständig wachsende Umweltbelastung aus.

Der Faserstoff zur Papierherstellung wird mittels chemischer oder mechanischer Verfahren entweder aus Frischfasern oder durch die Aufbereitung von Altpapier erzeugt. Eine Papierfabrik kann entweder den an einem anderen Standort erzeugten Faserstoff einfach zu Papier verarbeiten oder in den gesamten Aufschlussprozess an ein und demselben Standort integriert sein.

Im dem vorliegenden Dokument werden die einschlägigen Umweltfragen betrachtet, die sich bei der Zellstoff- und Papiererzeugung aus unterschiedlichen Faserstoffen in integrierten und nichtintegrierten Zellstoff- und Papierfabriken ergeben. In nichtintegrierten Zellstoffwerken (zur Erzeugung von Marktzellstoff) wird lediglich Zellstoff zum Verkauf auf dem freien Markt hergestellt. In nichtintegrierten Papierfabriken kommt zur Papiererzeugung Halbstoff zum Einsatz, der anderweitig erworben wurde. Demgegenüber werden in integrierten Zellstoff- und Papierwerken Zellstoff- und Papier am gleichen Standort erzeugt. Sulfatzellstofffabriken werden sowohl integriert als auch nichtintegriert betrieben, während Sulfitzellstoffanlagen normalerweise in die Papiererzeugung eingebunden sind. In den meisten Fällen sind auch der mechanische Aufschluss und die Aufbereitung von Altpapier fester Bestandteil der Papierproduktion, jedoch gibt es auch einige Einzelfälle, in denen diese Prozesse separat ausgeführt werden.

Es sei angemerkt, dass in dem vorliegenden Dokument weder umweltrelevante vorgelagerte Prozesse, wie z.B. die Forstwirtschaft, die Herstellung von Prozesschemikalien an anderen Standorten bzw. der Transport von Rohstoffen zur Fabrik, noch nachgelagerte Tätigkeiten, wie z.B. die Papierverarbeitung oder das Bedrucken von Papier, berücksichtigt werden. So werden Umweltfragen, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Produktion von Zellstoff und Papier stehen, wie z.B. die Lagerung und der innerbetriebliche Transport von Chemikalien, Fragen der Arbeitssicherheit und der Vermeidung von Arbeitsrisiken, Probleme in Verbindung mit Wärme- und Energieerzeugungsanlagen sowie Kühl- und Vakuumsystemen und Fragen der Rohwasseraufbereitung nicht oder nur kurz behandelt.

Das vorliegende BVT-Referenzdokument ist in eine Einleitung (allgemeine Informationen, Kapitel 1) und fünf Hauptabschnitte unterteilt:

- das Sulfatverfahren (Kapitel 2),
- das Sulfitverfahren (Kapitel 3),
- der mechanische und chemisch-mechanische Aufschluss (Kapitel 4),
- die Aufbereitung von Altpapier (Kapitel 5) sowie
- die Papierherstellung und damit verbundene Verfahren (Kapitel 6).

Jedes Kapitel ist entsprechend der allgemeinen Gliederung von IVU-BVT-Referenzdokumenten jeweils in fünf Hauptabschnitte unterteilt. Die Mehrheit der Leser braucht nicht das gesamte Dokument zu studieren, sondern kann sich mit jenen Kapiteln bzw. Abschnitten befassen, die für die betreffende Anlage von Interesse sind. So werden z.B. Anlagen zur Produktion von Handelssulfatzellstoff nur im Kapitel 2 abgehandelt; bei integrierten Sulfatzellstoff- und Papierfabriken genügt es, sich auf die Kapitel 2 und 6 zu konzentrieren, und einschlägige Angaben zu integrierten Altpapier verarbeitende Fabriken wurden in die Kapitel 5 und 6 aufgenommen.

Am Ende des Dokuments befindet sich eine Liste mit Referenzangaben sowie ein Glossar mit Begriffen und Abkürzungen zum besseren Verständnis des Dokuments.

Zu den allgemeinen Informationen (Kapitel 1) gehören statistische Daten zum Papierverbrauch in Europa, die geografische Verteilung der Zellstoff- und Papierproduktion in den europäischen Ländern, einige wirtschaftliche Gesichtspunkte, eine grobe Übersicht zur Zellstoff- und Papierproduktion sowie zu wesentlichen Umweltfragen und eine Klassifizierung der Zellstoff- und Papierfabriken in Europa. Am Schluss des allgemeinen Kapitels findet der Leser einige allgemeine Bemerkungen zur Festsetzung der BVT für eine Branche, die durch ein breites Spektrum von Erzeugnissen und (Kombinationen von) Verfahren sowie fortschrittliche prozessintegrierte technische Lösungen gekennzeichnet ist.

Jedes der fünf Hauptkapitel gibt Auskunft zu folgenden Punkten: angewandte Verfahren und Techniken; wesentliche Umweltaspekte wie Ressourcen- und Energiebedarf, Emissionen und Abfallproblematik; Beschreibung von einschlägigen Techniken zur Emissionssenkung, zur weitestgehenden Reduzierung des Abfallaufkommens und zur Energieeinsparung; Benennung der besten verfügbaren Techniken; in der Entwicklung befindliche Verfahren.

Im Hinblick auf die vorgelegten Emissions- und Verbrauchszahlen ist zu bedenken, dass die Daten auf Grund verschiedener Messmethoden in den einzelnen Mitgliedstaaten nicht unbedingt von Land zu Land vergleichbar sind. (Näheres dazu in Anhang III, wobei aber feststeht, dass die im vorliegenden Dokument gezogenen Schlussfolgerungen durch die verschiedenen eingesetzten Methoden nicht beeinflusst werden.)

Die Erläuterung der bei der Festlegung der BVT zu berücksichtigenden Techniken folgt einer einheitlichen Gliederung und erstreckt sich auf eine kurze Beschreibung der Technik, die wichtigsten erreichten Emissionswerte bzw. der erreichte Umweltnutzen, die Anwendbarkeit, Verlagerungseffekte in andere Umweltmedien, Betriebserfahrungen, wirtschaftliche Gesichtspunkte, Gründe für den Einsatz dieser Technik, Anlagenbeispiele sowie Referenzliteratur. Der Abschnitt zu den besten verfügbaren Techniken beinhaltet Emissions- und Verbrauchswertebereiche in Verbindung mit der Umsetzung der BVT. Die Schlussfolgerungen zu den BVT basieren auf tatsächlichen Erfahrungen und auf der Beurteilung durch die Sachverständigen der technischen Arbeitsgruppe (TWG).

Bei der Zellstoff- und Papierherstellung handelt es sich um ein komplexes Verfahren mit zahlreichen Prozessstufen und verschiedenen Produkten. Jedoch ist es möglich, die sehr unterschiedlichen Rohstoffe sowie die Verfahren bei der Zellstoff- und Papierfertigung zum Zwecke der Erläuterung in einzelne Abschnitte zu untergliedern. Im vorliegenden Dokument werden Umweltaspekte und einschlägige Techniken zur Vermeidung und Verminderung von Emissionen/Abfällen und zur Senkung des Energie- und Rohstoffverbrauchs getrennt für fünf Hauptklassen beschrieben (Kapitel 2 bis 6). Wenn es als geeignet und erforderlich angesehen wird, werden diese Hauptklassen weiter in Unterklassen unterteilt.

Das Dokument widerspiegelt für die betreffende Branche das breite Spektrum von Rohstoffen, Energieträgern, Produkten und Verfahren, die in der europäischen Papierindustrie zum Einsatz kommen. Jedoch gibt es in Einzelfällen innerhalb der Hauptproduktkategorien eine Reihe von Rohstoffen und Produktspezifikationen, die Unterschiede im Hinblick auf die Erzeugung einer Standardqualität aufweisen und einen Einfluss auf die Betriebsbedingungen und mögliche Verbesserungen haben können. Das gilt insbesondere für spezielle Papierfabriken, die auf ihren Maschinen nacheinander zahlreiche unterschiedliche Qualitäten herstellen bzw. für Anlagen, die Spezialpapiere produzieren

Die Schlussfolgerungen zu BVT basieren auf dem durchgeführten Informationsaustausch. Zum umfassenden Verständnis der BVT und der damit verbundenen Emissionen wird empfohlen, die BVT-Abschnitte in den einzelnen Kapiteln zu konsultieren. Die wichtigsten Erkenntnisse werden nachstehend zusammengefasst.

Allgemeine BVT für sämtliche Verfahren

Im Verlauf des Informationsaustauschs wurde festgestellt, dass die Senkung der Emissionen/des Verbrauchs und die Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit am effizientesten durch die Umsetzung der besten

verfügbaren Verfahrens- und Umweltschutztechnologien in Verbindung mit folgenden Maßnahmen herbeigeführt werden können:

- Schulung, Ausbildung und Motivierung des Leitungs- und Bedienungspersonals;
- Optimierung der Prozesskontrolle;
- Ausreichende Wartung der technischen Anlagen und der damit verbundenen Umweltschutztechniken;
- Schaffung eines Umweltmanagementsystems zur Optimierung des Managements, zur Erhöhung des Umweltbewusstseins und zur Festlegung von Zielsetzungen und Maßnahmen sowie Prozess- und Arbeitsanweisungen usw.

BVT zur Herstellung von Sulfatzellstoff (Kapitel 2)

Beim Sulfatverfahren handelt es sich um das weltweit am häufigsten eingesetzte Aufschlussverfahren, da damit höhere Zellstofffestigkeiten erzielt werden und das Verfahren bei sämtlichen Holzarten eingesetzt werden kann. Beim Sulfatverfahren richtet sich das Interesse in erster Linie auf die Abwasserproblematik, die Beeinträchtigung der Luftqualität durch Emissionen einschließlich übelriechender Gase sowie auf den Energieverbrauch. In einigen Ländern wird davon ausgegangen, dass sich auch die entstehenden Abfälle zu einem Umweltproblem entwickeln können. Als Rohstoffe werden mehrheitlich erneuerbare Ressourcen (Holz und Wasser) sowie Chemikalien zum Kochen und Bleichen eingesetzt. Die Gewässer werden in erster Linie durch organische Substanzen belastet. Abwasser aus Bleichanlagen, in denen chlorhaltige Bleichchemikalien zum Einsatz kommen, enthalten organische Chlorverbindungen, die in Form von AOX gemessen werden. Einige Verbindungen, die in den Abwässern enthalten sind, haben toxische Wirkungen auf Wasserorganismen. Emissionen von gefärbten Substanzen können negative Auswirkungen auf die Fauna im betroffenen Gewässer nach sich ziehen. Emissionen von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) können zur Eutrophierung im Gewässer beitragen. Aus dem Holz extrahierte *Metalle* werden zwar nur in geringen Mengen freigesetzt, können jedoch in Folge der großen Volumenströme zu einem signifikanten Problem werden. Hauptsächlich durch prozessintegrierte Maßnahmen ist es gelungen, den Gehalt von chlorierten und nicht chlorierten organischen Substanzen in den Abwässern von Zellstoffwerken entscheidend zu reduzieren.

Es wird davon ausgegangen, dass folgende Maßnahmen zu den besten verfügbaren Techniken bei Sulfatzellstoff-Anlagen gehören:

- Trockenentrindung des Holzes;
- Verstärkte Entfernung des Lignins vor der Verarbeitung in der Bleichanlage durch ein verlängertes bzw. modifiziertes Kochen und zusätzliche Sauerstoffstufen;
- Hocheffizientes Waschen des ungewaschenen Zellstoffs sowie Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs im geschlossenen Kreislauf;
- Elementarchlorfreies (ECF) Bleichen mit geringem AOX-Gehalt bzw. total chlorfreies (TCF) Bleichen;
- Teilweises Recycling des hauptsächlich alkalischen Prozesswassers aus der Bleichanlage;
- Einsatz eines wirksamen Überwachungs-, Sicherungs- und Wiedergewinnungssystems für das Leckagewasser;
- Strippung und Wiederverwendung des Kondensats aus der Eindampfanlage;
- Bereitstellung ausreichender Kapazitäten in der Schwarzlaugeneindampfanlage und beim Laugen-Rückgewinnungskessel zum Zwecke der Aufnahme der zusätzlichen Laugen- und Feststoffbelastungen;
- Auffangen und Wiederverwenden des sauberen Kühlwassers;
- Bereitstellung ausreichend großer Pufferbehältern zur Speicherung aufgefangener Koch- und Aufbereitungslösungen und des verschmutzten Kondensats mit dem Ziel der Vermeidung von plötzlich auftretenden Belastungsspitzen und gelegentlichen Störungen in der externen Abwasserbehandlungsanlage;
- Neben den prozessintegrierten Maßnahmen zählen auch primäre und biologische Abwasserbehandlungsverfahren zu den besten verfügbaren Techniken für Sulfatzellstoffanlagen.

Bei Anlagen zur Herstellung von gebleichtem und ungebleichtem Sulfatzellstoff sehen die BVT-Werte für die Wasserbelastung beim Einsatz einer geeigneten Kombination der entsprechenden Techniken wie folgt aus:

	Abwasser volumen- strom m³/t	CSB kg/t	BSB kg/t	Abfiltrierbare Stoffe kg/t	AOX kg/t	Gesamt- N kg/t	Gesamt- P kg/t
Gebleichter Zellstoff	30 - 50	8-23	0,3-1,5	0,6-1,5	< 0,25	0,1-0,25	0,01-0,03
Ungebleichter Zellstoff	15 - 25	5-10	0,2-0,7	0,3-1,0	-	0,1-0,2	0,01-0,02

Bei diesen Emissionswerten handelt es sich um Jahresmittelwerte. Der Abwasservolumenstrom basiert auf der Annahme, dass Kühlwasser und sonstiges sauberes Wasser getrennt eingeleitet wird. Die angegebenen Werte beziehen sich ausnahmslos auf die Belastungen durch den Aufschluss. Bei integrierten Anlagen sind die Emissionen aus dem Bereich Papierherstellung (siehe Kapitel 6) entsprechend dem tatsächlichen Produktsortiment hinzuzufügen.

Abgasemissionen aus unterschiedlichen Quellen stellen ein weiteres wesentliches Umweltproblem dar. Emissionen in die Atmosphäre entstehen am Laugen-Rückgewinnungskessel, am Kalkofen, bei der Rindenverbrennung, bei der Hackschnitzellagerung, am Zellstoffkocher, bei der Zellstoffwäsche, in der Bleichanlage, bei der Aufbereitung der Bleichchemikalien, beim Eindampfen, Sortieren und Waschen sowie bei der Aufbereitung des Kreislaufwassers und an verschiedenen Tanks. Dazu gehören ebenfalls diffuse Emissionen, die an verschiedenen Punkten des Prozesses entweichen, in der Hauptsache am Laugen-Rückgewinnungskessel, am Kalkofen sowie an den Hilfskesseln. Hauptbestandteile der Emissionen sind Stickoxide, schwefelhaltige Verbindungen, wie z.B. Schwefeldioxid, sowie übelriechende reduzierte Schwefelverbindungen. Schließlich gelangt auch Staub in die Atmosphäre.

Zur Verminderung der Emissionen in die Atmosphäre können die nachstehend aufgeführten besten verfügbaren Techniken eingesetzt werden:

- Erfassen und Verbrennen von konzentrierten übelriechenden Gasen und Abgasreinigung von entstehenden SO₂-Emissionen. Starkgase können im Rückgewinnungskessel, im Kalkofen oder in einer separaten Verbrennung mit niedrigem NO_x-Gehalt beseitigt werden. Das Rauchgas aus der letztgenannten Anlage weist eine hohe Konzentration von SO₂ auf, das mittels eines Gaswäschers zurückgewonnen wird.
- Verdünnte übelriechende Gase aus verschiedenen Emissionsquellen werden ebenfalls erfasst und verbrannt, wobei auch hier das entstehende Abgas von SO₂ gereinigt wird.
- Emissionen der gesamten reduzierten Schwefelverbindungen (TRS) aus dem Rückgewinnungskessel werden durch eine effiziente Überwachung des Verbrennungsprozesses und die Messung des CO-Gehalts vermindert.
- Emissionen der gesamten reduzierten Schwefelverbindungen (TRS) aus dem Kalkofen werden durch die Kontrolle des Sauerstoffüberschusses, durch den Einsatz von schwefelarmen Brennstoffen sowie durch die Überwachung löslicher Natriumverbindungen vermindert, die sich im Kalkschlamm befinden, mit dem der Ofen gespeist wird.
- Die SO₂-Emissionen aus den Laugen-Rückgewinnungskesseln werden durch die Einspeisung von Schwarzlauge mit hohem Feststoffgehalt in den Rückgewinnungskessel bzw. durch den Einsatz eines Rauchgaswäschers vermindert.
- Zu den BVT gehört ferner die Senkung der NO_x-Emissionen aus dem Laugen-Rückgewinnungskessel (d.h. geeignete Mischung und Verteilung der Luft im Kessel) sowie aus dem Kalkofen und den Hilfskesseln durch die Regelung der Feuerungsbedingungen sowie zusätzlich durch geeignete Auslegung neuer und nachgerüsteter Anlagen.
- SO₂-Emissionen aus Hilfskesseln können durch den Einsatz von Rinde, Gas, schwefelarmem Heizöl und schwefelarmer Kohle bzw. durch die Reinigung des Abgases von Schwefelverbindungen in einem Gaswäscher vermindert werden.
- Rauchgase aus Laugen-Rückgewinnungskesseln und Hilfskesseln (in denen andere Biomassebrennstoffe bzw. fossile Brennstoffe zum Einsatz kommen) sowie Kalköfen werden mit wirksamen Elektrofiltern gereinigt, um die Emission von Staub zu reduzieren.

Für Anlagen zur Herstellung von gebleichtem und ungebleichtem Sulfatzellstoff werden die BVT-Werte für die Abgasbelastung bei Einsatz einer geeigneten Kombination der genannten Techniken in folgender Tabelle ausgewiesen. Bei den Emissionswerten handelt es sich dabei um Jahresmittelwerte unter Normbedingungen.

Die Angaben enthalten jedoch nicht die Emissionen aus Hilfskesseln, die zum Beispiel bei der Erzeugung von Dampf für die Trocknung des Zellstoffs bzw. Papiers entstehen. Im Hinblick auf die Emissionswerte bei Hilfskesseln verweisen wir den Leser auf den Abschnitt „BVT für Hilfskessel“.

	Staub kg/t	SO₂ (als S) kg/t	NO_x (NO+NO₂ als NO₂) kg/t	TRS (als S) kg/t
Gebleichter und unge-bleichter Sulfatzellstoff	0,2-0,5	0,2-0,4	1,0-1,5	0,1-0,2

Diese Werte beziehen sich allein auf den Beitrag der Zellstoffproduktion. Dies bedeutet, dass sich bei integrierten Anlagen die Werte der Prozessemissionen allein auf die Herstellung von Sulfatzellstoff beziehen und nicht die Emissionen aus Dampferzeugern bzw. sonstigen Anlagen enthalten, die möglicherweise betrieben werden, um die zur Papierherstellung erforderliche Energie bereit zu stellen.

Zu den besten verfügbaren Techniken bei der Abfallverminderung gehören die weitestgehende Verminderung sowie die Wiedergewinnung, Aufbereitung und Verwertung von festen Abfällen, wo immer sich dies als praktikabel erweist. Eine Getrennterfassung und Zwischenlagerung von Abfallfraktionen am Entstehungsort erleichtert das Erreichen dieses Ziels in beträchtlichem Maße. Wenn der erfasste Abfall im Prozess selbst nicht wieder verwendbar ist, dann gehört die externe Verwertung von Reststoffen/Abfällen als Ersatzstoff bzw. die Verbrennung von organischen Stoffen in entsprechend konstruierten Kesseln bei gleichzeitiger Energierückgewinnung zu den BVT.

Zur Senkung des Verbrauchs von Frischdampf und elektrischer Energie und zur Steigerung der anlageninternen Erzeugung von Dampf und Strom steht eine Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. In energieeffizienten nichtintegrierten Zellstoffwerken übersteigt der Anteil der aus Schwarzlauge und der Rindenverbrennung erzeugten Wärme den Energiebedarf für den gesamten Produktionsprozess. Trotzdem ist der Einsatz von Heizöl nach wie vor an bestimmten Punkten erforderlich, wie z.B. beim Anfahren der Anlage und auch am Kalkofen vieler Zellstoffwerke.

Der Wärme- und Stromverbrauch energieeffizienter Anlagen zur Sulfatzellstoff- und Papierherstellung stellt sich wie folgt dar:

- Nicht integrierte Anlagen zur Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff: 10-14 GJ/t Zellstoff Prozesswärme und 0,6-0,8 MWh/t Zellstoff elektrische Energie;
- Integrierte Anlagen zur Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff und Papier (z.B. ungestrichenes Feinpapier): 14-20 GJ/t Zellstoff Prozesswärme und 1,2-1,5 MWh/t Zellstoff elektrische Energie
- Integrierte Anlagen zur Herstellung von ungebleichtem Sulfatzellstoff und Papier (z.B. Kraftliner): 14-17,5 GJ/t Zellstoff Prozesswärme und 1-1,3 MWh/t Zellstoff elektrische Energie.

BVT für die Herstellung von Sulfitzellstoff (Kapitel 3)

Sulfitzellstoff wird in wesentlich geringeren Mengen hergestellt als Sulfatzellstoff. Das Aufschlussverfahren kann hier unter Einsatz verschiedener Aufschlusschemikalien durchgeführt werden. Das vorliegende Dokument konzentriert sich in der Hauptsache auf den Magnesium-Sulfit-Aufschluss, da dieses Verfahren sowohl kapazitätsmäßig als auch von der Anzahl der in Europa betriebenen Anlagen einen vorderen Platz einnimmt.

Das Sulfatverfahren und das Sulfitverfahren weisen zahlreiche Ähnlichkeiten auf, nicht zuletzt im Hinblick auf die Möglichkeiten zum Einsatz unterschiedlicher interner und externer Maßnahmen zur Verminderung der Emissionen. Die Hauptunterschiede zwischen den beiden Verfahren zur Zellstoffherstellung aus Sicht des Umweltschutzes liegen in der chemischen Beschaffenheit des Kochprozesses, im System der Chemikalienvor- und -aufbereitung sowie in einem weniger intensiven Bleichvorgang, da Sulfitzellstoff über eine höhere Ausgangsweiße verfügt.

Wie beim Sulfatverfahren gilt auch beim Sulfitverfahren das Hauptinteresse der Abwasserproblematik und den Abgasemissionen. Als Rohstoffe werden mehrheitlich erneuerbare Ressourcen (Holz und Wasser) sowie Chemikalien zum Kochen und Bleichen eingesetzt. Die Gewässer werden in erster Linie durch organische Substanzen belastet. Einige Verbindungen, die in den Zellstoffabwässern enthalten sind, haben toxische

Wirkungen auf Wasserorganismen. Emissionen von gefärbten Substanzen können negative Auswirkungen auf die Fauna im betroffenen Gewässer nach sich ziehen. Emissionen von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) können zur Eutrophierung im Gewässer beitragen. Aus dem Holz extrahierte Metalle werden zwar nur in geringen Mengen freigesetzt, können jedoch in Folge der großen Volumenströme zu einem signifikanten Problem werden. Beim Bleichen des Sulfitzellstoffs wird der Einsatz chlorhaltiger Bleichchemikalien normalerweise vermieden, d.h. das TCF-Bleichverfahren wird eingesetzt. Aus diesem Grund enthalten Abwässer aus Bleichanlagen keine größeren Mengen an organischen Chlorverbindungen.

Im Allgemeinen stehen für Sulfitzellstoffanlagen deutlich weniger Informationen zur Festlegung der BVT zur Verfügung als für Sulfatzellstoffanlagen. Daher konnten aus den begrenzten Informationen, die seitens der Mitglieder der technischen Arbeitsgruppe (TWG) während des Informationsaustausches bereitgestellt wurden, nur einige wenige Techniken ebenso ausführlich beschrieben werden wie beim Sulfatverfahren. Der verfügbare Datenbestand ist von relativ geringem Umfang. Dieses Ungleichgewicht konnte aufgrund der zwischen dem Sulfit- und dem Sulfatverfahren bestehenden Ähnlichkeiten teilweise kompensiert werden. Verschiedene Techniken zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung bei der Sulfatzellstoffherstellung gelten in den meisten Fällen auch für das Sulfitzellstoffverfahren. An den Stellen, an denen es besondere Unterschiede zwischen der Sulfat- und der Sulfittechnologie gibt, wurde versucht, die erforderlichen Informationen einzuholen. Jedoch konnten nur Angaben aus Österreich, Deutschland und Schweden für die Beschreibung der Techniken und die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken genutzt werden. Die Abwasseremissionen konnten durch prozessbezogene Maßnahmen signifikant reduziert werden.

Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei folgenden Techniken um BVT für Sulfitzellstoffanlagen handelt:

- Trockenentrindung des Holzes;
- Verstärkte Entfernung des Lignins vor der Verarbeitung in der Bleichanlage durch ein verlängertes bzw. modifiziertes Kochen;
- Hocheffizientes Waschen des ungewaschenen Zellstoffs sowie Sortieren des ungewaschenen Zellstoffs im geschlossenen Kreislauf;
- Einsatz eines wirksamen Überwachungs-, Sicherungs- und Wiedergewinnungssystems für das Leckagewasser;
- Stilllegung der Bleichanlage im Falle des Einsatzes von Kochprozessen auf Natriumbasis;
- Einsatz des TCF-Bleichverfahrens;
- Neutralisierung der Schwachlauge vor der Eindampfung und anschließende Wiederverwendung eines Großteils des Kondensats im Prozess selbst oder dessen anaerobe Behandlung;
- Zur Vermeidung unnötiger Belastungen und gelegentlicher Störungen bei der externen Abwasserbehandlung auf Grund des Einsatzes von Prozess-, Koch- und Aufbereitungslösungen und verschmutztem Kondensat wird das Vorhandensein ausreichend großer Pufferbehälter als notwendig erachtet;
- Zusätzlich zu prozessintegrierten Maßnahmen zählen auch primäre und biologische Abwasserbehandlungsverfahren zu den besten verfügbaren Techniken für Sulfitzellstofffabriken.

Bei Fabriken zur Herstellung von gebleichtem Sulfitzellstoff sehen die BVT-Werte für die Abwasseremissionen beim Einsatz einer geeigneten Kombination der entsprechenden Techniken wie folgt aus:

	Abwasser volumen- strom m³/t	CSB kg/t	BSB kg/t	Abf. St. kg/t	AOX kg/t	ges-N kg/t	ges-P kg/t
Geblicherter Zellstoff	40 - 55	20-30	1-2	1,0-2,0	-	0,15-0,5	0,02-0,05

Bei diesen Emissionswerten handelt es sich um Jahresmittelwerte. Der Abwasservolumenstrom basiert auf der Annahme, dass Kühlwasser und sonstiges sauberes Wasser getrennt eingeleitet werden. Die angegebenen Werte beziehen sich ausnahmslos auf die Belastungen durch den Aufschluss. Bei integrierten Anlagen sind die Emissionen aus dem Bereich Papierherstellung (siehe Kapitel 6) entsprechend dem tatsächlichen Produktsortiment hinzuzufügen.

Abgasemissionen aus unterschiedlichen Emissionsquellen stellen ein weiteres wesentliches Umweltproblem dar. Emissionen in die Atmosphäre entstehen an verschiedenen Emissionsquellen, insbesondere am Laugen-Rückgewinnungskessel und bei der Rindenverbrennung. Abgasemissionen mit weniger konzentriertem SO₂ werden bei Wasch- und Sortiervorgängen sowie an Entlüftungskanälen der Eindampfer und an verschiedenen Tanks freigesetzt. Diese Emissionen entweichen teilweise diffus an verschiedenen Stellen des Prozesses. Sie bestehen hauptsächlich aus Schwefeldioxid, Stickoxiden und Staub.

Zur Verminderung der Abgasemissionen können die nachstehend aufgeführten besten verfügbaren Techniken eingesetzt werden:

- Erfassen der konzentrierten SO₂-Emissionen und Rückhaltung in Tanks mit unterschiedlichen Druckniveaus;
- Erfassen von diffusen SO₂-Emissionen aus unterschiedlichen Emissionsquellen und Einleitung in den Laugen-Rückgewinnungskessel als Verbrennungsluft;
- Reduzierung der SO₂-Emissionen aus dem/den Rückgewinnungskessel/n durch den Einsatz von Elektrofiltern und mehrstufigen Rauchgaswäschern sowie Erfassen und Waschen verschiedener Abgase aus Entlüftungseinrichtungen;
- Verminderung von SO₂-Emissionen aus Hilfskesseln durch den Einsatz von Rinde, Gas, schwefelarmem Heizöl und schwefelarmer Kohle bzw. durch die Reinigung des Abgases von Schwefelverbindungen;
- Verminderung der Freisetzung geruchsbelasteter Gase durch den Einsatz leistungsfähiger Erfassungssysteme;
- Reduzierung der NO_x-Emissionen aus dem Rückgewinnungskessel und den Hilfskesseln durch wirksame Regelung der Feuerungsbedingungen;
- Reinigung von Rauchgasen aus Hilfskesseln durch effiziente Elektrofilter mit dem Ziel einer geringeren Staubemission;
- Emissionsoptimierte Verbrennung von Reststoffen bei gleichzeitiger Energierückgewinnung.

Die BVT-Emissionswerte des Prozesses beim Einsatz einer Kombination aus BVT-Techniken werden in der folgenden Tabelle beschrieben. Die Angaben enthalten jedoch nicht die Emissionen aus Hilfskesseln, die zum Beispiel bei der Erzeugung von Dampf für die Trocknung des Zellstoffs bzw. Papiers entstehen. Im Hinblick auf die Emissionswerte bei diesen Anlagen verweisen wir den Leser auf den nachstehenden Abschnitt, der sich mit den BVT für Hilfskessel beschäftigt.

	Staub kg/t	SO₂ (als S) kg/t	NO_x (als NO₂) kg/t
Gebleichter Zellstoff	0,02 – 0,15	0,5 – 1,0	1,0 – 2,0

Diese Emissionswerte stellen Jahresmittelwerte unter Normbedingungen dar. Die Werte beinhalten einzig und allein den Beitrag aus der Zellstoffproduktion. Das bedeutet, dass die Werte der Prozessemissionen nur für die Zellstoffproduktion gelten und keine Abgasemissionen aus Hilfskesseln bzw. sonstigen Anlagen beinhalten, die betrieben werden, um die für die Papierproduktion erforderliche Energie bereit zu stellen.

Zu den besten verfügbaren Techniken bei der Abfallverminderung gehört die weitestgehende Verminderung sowie die Wiedergewinnung, Aufbereitung und Verwertung von festen Abfällen, wo immer sich dies als praktikabel erweist. Eine Getrennterfassung und Zwischenlagerung von Abfallfraktionen am Entstehungsort erleichtert das Erreichen dieses Ziels in beträchtlichem Maße. Wenn der erfasste Abfall im Prozess selbst nicht wieder verwendbar ist, dann gehört die externe Verwertung von Reststoffen/Abfällen als Ersatzstoff bzw. die Verbrennung von organischen Stoffen in entsprechend konstruierten Kesseln bei gleichzeitiger Energierückgewinnung zu den BVT.

Zur Senkung des Verbrauchs von Frischdampf und elektrischer Energie und zur Steigerung der anlageninternen Erzeugung von Dampf und Strom steht eine Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. Anlagen zur Herstellung von Sulfitzellstoff können sich durch die Nutzung des Heizwertes von Dicklauge, Rinde und Holzabfällen selbst mit Wärme und elektrischer Energie versorgen. In integrierten Anlagen besteht jedoch Bedarf an zusätzlichem Dampf und zusätzlicher elektrischer Energie, die entweder in Anlagen vor Ort oder an anderen Standorten

erzeugt werden. Integrierte Fabriken zur Herstellung von Sulfitzellstoff und Papier verbrauchen 18 - 24 GJ/t Zellstoff Prozesswärme und 1,2 – 1,5 MWh/t Zellstoff elektrische Energie.

BVT für mechanischen und chemisch-mechanischen Aufschluss (Kapitel 4)

Beim mechanischen Aufschluss werden die Holzfasern durch die auf die Holzmatrix wirkende mechanische Energie voneinander getrennt. Ziel dieses Vorganges ist die Erhaltung des Hauptanteils an Lignin, um dadurch eine hohe Ausbeute bei gleichzeitiger ausreichender Festigkeit und Weiße zu erzielen. Dabei ist zwischen zwei Hauptverfahren zu unterscheiden:

- Das **Holzschliff** - Verfahren, bei dem Holzprügel unter Wasserzusatz gegen einen rotierenden Schleifstein gedrückt wird, sowie
- das Refiner-Verfahren, bei dem Hackschnitzel in Scheibenrefinern zerkleinert werden.

Die Eigenschaften des Holzstoffs können durch die Erhöhung der Prozesstemperatur und im Falle des Refiner-Verfahrens durch eine chemische Vorbehandlung der Hackschnitzel beeinflusst werden. Das Aufschlussverfahren, bei dem das Holz durch die Zugabe von Chemikalien vorgeweicht und unter Druck zerkleinert wird, wird als chemisch-thermisch-mechanischer Aufschluss (CTMP) bezeichnet und ebenfalls im vorliegenden Dokument beschrieben.

In den meisten Fällen ist der mechanische Aufschluss in die Papierherstellung integriert. Aus diesem Grund werden die Emissionswerte im Zusammenhang mit dem Einsatz von BVT für integrierte Anlagen zur Herstellung von Faserstoff und Papier angegeben (mit Ausnahme des CTMP-Verfahrens).

Beim mechanischen und chemisch-mechanischen Aufschluss konzentriert sich das Interesse auf die Entsorgung der Abwässer und den Stromverbrauch für die Antriebe der Holzschleifer bzw. Refiner. Die wichtigsten Rohstoffe sind erneuerbare Ressourcen (Holz und Wasser) sowie einige Chemikalien für das Bleichen (bzw. für die chemische Vorbehandlung der Hackschnitzel beim CTMP-Verfahren). Als Prozesshilfsmittel und zur Verbesserung der Produkteigenschaften kommen während der Papierproduktion verschiedene Zusatzstoffe (Papierhilfsstoffe) zum Einsatz. Abwasseremissionen bestehen in der Hauptsache aus organischen Substanzen, die in der wässrigen Phase in Form von gelösten bzw. dispergierten Substanzen anfallen. Wenn Holzschliff in einem bzw. zwei Schritten unter Einsatz von alkalischem Peroxid gebleicht wird, erhöht sich die Freisetzung von organischen Schadstoffen beträchtlich. Die Peroxidbleiche führt zu einer zusätzlichen CSB-Belastung von ca. 30 kg O₂/t Zellstoff vor der Abwasserbehandlung. Einige der aus Papierfabriken freigesetzten Verbindungen haben toxische Wirkungen auf Wasserorganismen. Durch Nährstoffemissionen (Stickstoff und Phosphor) wird die Eutrophierung im betroffenen Gewässer begünstigt. **Metalle**, die aus dem Holz extrahiert wurden, werden zwar nur in geringen Konzentrationen eingeleitet, können jedoch durch die anfallenden großen Volumenströme zu einem signifikanten Problem werden.

Ein Großteil der Techniken, die bei der Festlegung der BVT zu berücksichtigen sind, betreffen die Verminderung der Abwasseremissionen. Beim Einsatz von mechanischen Aufschlusstechnologien sind die Wasserkreisläufe in der Regel stark eingeengt. Dabei wird überschüssiges gereinigtes Wasser aus der Papiermaschine normalerweise zum Ersatz des Wassers genutzt, das den Kreislauf mit dem Faserstoff und den Rejekten verlässt.

Als beste verfügbare Techniken für Anlagen zum mechanischen Aufschluss gelten folgende Verfahren:

- Trockenentrindung des Holzes
- Weitestgehende Verminderung der Rejektverluste durch den Einsatz leistungsfähiger Anlagen zur Rejektbehandlung
- Wasserrückführung beim mechanischen Aufschluss
- Wirksame Trennung der Wassersysteme der Fabrik zur Holzstoff- und Papierherstellung durch den Einsatz von Eindickern
- Verwendung eines Klarwassersystems nach dem Gegenstromprinzip zwischen der Papier- und der Holzstofffabrik in Abhängigkeit vom jeweiligen Grad der Integration

- Einsatz von ausreichend großen Pufferbehältern zur Speicherung von konzentrierten Abwasserströmen aus dem Prozess (hauptsächlich beim CTMP-Verfahren)
- Primäre und biologische Abwasserreinigung, in einigen Fällen auch Flockung bzw. chemische Fällung.

Bei CTMP-Anlagen wird auch die Kombination von anaerober und aerober Behandlung des Abwassers als effektives Verfahren angesehen. Letztlich ist auch die Eindampfung der am meisten kontaminierten Abwässer sowie die Verbrennung des **Konzentrates** mit zusätzlicher Belebtschlammbehandlung der Restbelastung speziell bei der Modernisierung von Fabriken eine äußerst interessante Lösung.

Die Emissionswerte für den Einsatz einer geeigneten Kombination aus diesen Techniken werden getrennt für nichtintegrierte CTMP-Anlagen sowie für integrierte Holzstoff- und Papierfabriken mit mechanischem Aufschluss aufgeführt. Bei den Emissionswerten handelt es sich um Jahresmittelwerte.

	Abwasser- volumen- strom m ³ /t	CSB kg/t	BSB kg/t	Abf. St. kg/t	AOX kg/t	ges-N kg/t	ges-P kg/t
Nichtintegrierte CTMP-Fabriken (tragen nur zu einem Teil zum Aufschluss bei)	15-20	10-20	0,5-1,0	0,5-1,0	-	0,1-0,2	0,005-0,01
Integrierte Holzstoff- und Papierfabriken (z.B. Herstellung von Zeitungsdruck-, LWC- und SC-Papier)	12-20	2,0-5,0	0,2-0,5	0,2-0,5	< 0,01	0,04-0,1	0,004-0,01

Im Falle von integrierten CTMP-Fabriken sind in Abhängigkeit vom hergestellten Produktsortiment die Emissionen aus der Papierherstellung hinzuzufügen (siehe Kapitel 6).

Bei integrierten Holzstoff- und Papierfabriken beziehen sich die Emissionswerte sowohl auf den mechanischen Holzaufschluss als auch auf die Papierherstellung und sind in kg Schadstoff pro Tonne erzeugten Papiers angegeben.

Beim mechanischen Aufschluss sind die CSB-Wertebereiche insbesondere vom Anteil des Faserrohstoffs abhängig, der mit Peroxid gebleicht wird, da die Peroxidbleiche zu höheren Anfangsbelastungen bei organischen Substanzen vor der Behandlung führt. Daher gilt der obere Bereich der Emissionswerte im Zusammenhang mit BVT für Papierfabriken mit einem hohen Anteil von peroxidgebleichtem Holzstoff aus dem thermisch-mechanischen Aufschlussverfahren (TMP).

Die Abgasemissionen sind in den meisten Fällen Emissionen aus der Wärme- und Energieerzeugung in Hilfskesseln sowie flüchtige organische Kohlenstoffe (VOC). VOC-Emissionen entstehen bei der Lagerung der Hackschnitzel, bei der Luftabführung aus Behältern zum Waschen der Hackschnitzel und anderen Behältern sowie bei Kondensaten, die bei der Dampfdruckgewinnung aus den Refinern anfallen und mit flüchtigen Holzbestandteilen kontaminiert sind. Ein Teil dieser Emissionen entweicht diffus an verschiedenen Punkten der Fabrik.

Die besten verfügbaren Techniken zur Verminderung der Abgasemissionen bestehen in einer wirksamen Wärmerückgewinnung aus den Refinern sowie in der Senkung der VOC-Emissionen aus kontaminiertem Dampf. Neben den VOC-Emissionen kommt es beim mechanischen Aufschluss zu Abgasemissionen, die nicht verfahrensbedingt sind, sondern aus der Energieerzeugung vor Ort herrühren. So werden Wärme und elektrische Energie mittels Verbrennung verschiedener fossiler Brennstoffe bzw. erneuerbarer Holzrückstände, wie z.B. Rinde, erzeugt. Die besten verfügbaren Techniken für Hilfskessel werden weiter unten dargelegt.

Die besten verfügbaren Techniken zur Abfallverminderung bestehen in der weitestgehenden Verminderung festen Abfällen sowie der Rückgewinnung, dem Recycling und der Verwertung dieser Stoffe, wo immer sich dies als praktikabel erweist. Durch Getrennterfassung und Zwischenlagerung der Abfallfraktionen am Punkt der Entstehung wird die Erreichung dieses Ziels erleichtert. In den Fällen, in denen die erfassten Abfälle im

Verfahren selbst keiner Wiederverwendung zugeführt werden können, werden die externe Verwertung der Reststoffe/Abfälle als Ersatzstoffe bzw. die Verbrennung der organischen Stoffe in geeigneten Kesseln bei gleichzeitiger Energierückgewinnung als beste verfügbare Techniken angesehen, da dadurch die Entsorgung der Rejekte auf Deponien weitestgehend vermieden wird.

Zur Senkung des Verbrauchs von Frischdampf und Elektroenergie steht eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. Der Wärme- und Energieverbrauch effizient arbeitender Zellstoff- und Papierwerke mit mechanischem Aufschluss stellt sich wie folgt dar:

- In nichtintegrierten CTMP-Fabriken kann zur Stofftrocknung zurückgewonnene Prozesswärme eingesetzt werden, so dass kein Primärdampf benötigt wird. Der Verbrauch an elektrischer Energie beläuft sich dabei auf 2 - 3 MWh/t.
- In integrierten Fabriken zur Herstellung von Zeitungsdruckpapier werden 0 - 3 GJ/t Prozesswärme und 2 - 3 MWh/t elektrische Energie verbraucht. Der Bedarf an Dampf orientiert sich am eingesetzten Faserrohstoff sowie dem Grad der Dampfdruckgewinnung aus den Refinern.
- In integrierten Fabriken zur Herstellung von LWC-Papier werden 3 - 12 GJ/t Prozesswärme und 1,7 – 2,6 MWh/t elektrische Energie verbraucht. Dabei ist festzustellen, dass der Faserrohstoff für LWC-Papier generell nur zu einem Drittel aus PGW (Steinschliff unter Druck) bzw. TMP besteht und der übrige Teil auf gebleichten Sulfatzellstoff, Füllstoff und Streichmasse entfällt. Wenn die Produktion von gebleichtem Sulfatzellstoff am selben Standort erfolgt (integrierte Produktion), muss der Energiebedarf für die Sulfatzellstoffherstellung in Abhängigkeit vom Faserrohstoffsoriment hinzugefügt werden.
- In integrierten Fabriken zur Herstellung von SC-Papier werden 1 - 6 GJ/t Prozesswärme und 1,9 – 2,6 MWh/t elektrische Energie benötigt.

BVT für die Verarbeitung von Recyclingfasern (Kapitel 5)

Rückgewonnener Faserrohstoff ist sind zu einem unverzichtbaren Ausgangsrohstoff für die Papierherstellung geworden, zum einen auf Grund des Preisvorteils von Recyclingfasern gegenüber vergleichbaren Qualitäten primären Zellstoffs, und zum anderen auf Grund der in zahlreichen europäischen Ländern geförderten Maßnahmen zum Papierrecycling. Dabei unterscheiden sich die Systeme zur Aufarbeitungsbereitung von Altpapier je nach der erwarteten produzierter Papierqualität, wobei es sich z.B. um Verpackungspapier, Zeitungsdruckpapier, Testliner bzw. oder SeidenpapierTissue handeln kann, sowie je nach dem eingesetzten Faserrohstoff. Generell können Verfahren unter Einsatz von Recyclingfasern (Verfahren zur Aufbereitung von Altpapier) in zwei Hauptkategorien unterteilt werden:

- Verfahren mit ausschließlich mechanischer Reinigung, d.h. ohne Druckfarbenentfernung (Deinking), die z.B. zur Herstellung von Testliner, Wellenpapier, Karton und Karton eingesetzt werden.
- Verfahren unter Verwendung mechanischer und chemischer Technologien, d.h. einschließlich Druckfarbenentfernung, die u.a. bei der Herstellung von Zeitungsdruckpapier, Tissue, Druck- und Kopierpapier, Zeitschriftendruckpapiere (SC/LWC) sowie bei einigen Sorten von Karton bzw. Handels-DIP (deinkter Altpapierstoff) zur Anwendung kommen.

Die Rohstoffe für die Papierproduktion auf der Grundlage von Recyclingfasern sind hauptsächlich Altpapier, Wasser, chemische Zusatzstoffe und Energie in Form von Dampf und elektrischer Energie. Dabei kommen große Mengen Wasser als Prozess- bzw. Kühlwasser zum Einsatz. Als Prozesshilfsmittel und zur Verbesserung der Produkteigenschaften werden während der Papierherstellung verschiedene Zusätze (**Papierhilfsmittel**) eingesetzt. Die Umweltbelastung umfasst bei der Verarbeitung von Altpapier grundsätzlich Abwasseremissionen, feste Abfälle (insbesondere beim Waschdeinking z.B. in Anlagen zur Herstellung von Tissue) sowie Abgasemissionen. Abgasemissionen treten vor allem bei der Energieerzeugung durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen in Kraftwerken auf.

Die Mehrheit der Fabriken zur Aufarbeitung von Altpapier sind in die Papierherstellung integriert. Aus diesem Grund werden die Emissionswerte im Zusammenhang mit dem Einsatz der besten verfügbaren Techniken (BVT) für integrierte Fabriken angegeben.

Ein Großteil der Techniken, die bei der Festlegung der BVT zu berücksichtigen sind, beziehen sich auf die Verminderung der Abwasseremissionen.

Als beste verfügbare Techniken für Fabriken zur Aufarbeitung von Altpapier werden folgende Verfahren betrachtet:

- Trennung des geringer belasteten Wassers von belastetem Wasser sowie erneuter Einsatz des gereinigten Prozesswassers;
- Optimales Wassermanagement (Wasserkreislaufführung), Wasserreinigung durch *Sedimentation*, Flotations- oder Filtrationsverfahren sowie erneute Nutzung des Prozesswassers für unterschiedliche Einsatzzwecke;
- Sorgfältige Trennung der Wasserkreislaufsysteme und Nutzung des Gegenstromprinzips beim Einsatz des Prozesswassers;
- Bereitstellung von Wasser zur Anwendung in Deinking-Anlagen (Flotation);
- Installation eines Ausgleichsbeckens und Vorklärung;
- Biologische Abwasserreinigung: Bei deinkten Papiersorten und gegebenenfalls auch bei Papiersorten ohne Deinking kommt die aerobe biologische Behandlung, zum Teil auch die Flockung und chemische Fällung in Frage. Bei nicht deinkten Papiersorten empfiehlt sich dagegen eine mechanische Reinigung mit anschließender anaerober-aerober biologischer Behandlung. Anlagen in diesem Bereich müssen auf Grund enger geschlossener Wasserkreisläufe oft Abwässer in höheren Konzentrationen aufbereiten;
- Partieller Wiedereinsatz von behandeltem Wasser nach der biologischen Reinigung: hierbei hängt das Ausmaß des Wiedereinsatzes des Wassers von den speziellen Papiersorten ab, die hergestellt werden. Bei nicht deinkten Papiersorten gilt dieses Verfahren als BVT. Jedoch müssen die Vor- und Nachteile dieses Verfahrens sorgfältig untersucht werden, da dieses normalerweise eine weitergehende Reinigung erforderlich macht (tertiäre Behandlung).
- Behandlung interner Wasserkreisläufe.

Bei integrierten Fabriken zur Aufbereitung von Altpapier gelten im Zusammenhang mit dem Einsatz einer geeigneten Kombination von besten verfügbaren Techniken folgende Emissionswerte:

	Abwasservolumenstrom m ³ /t	CSB kg O ₂ /t	BSB kg O ₂ /t	Abf. St. kg/t	ges-N kg/t	ges-P kg/t	AOX kg/t
Integrierte Altpapier verarbeitende Fabriken ohne De-inking (z.B. Wellenstoff, Testliner, weißer Topliner, Karton usw.)	< 7	0,5-1,5	<0,05-0,15	0,05-0,15	0,02-0,05	0,002-0,005	<0,005
Altpapier verarbeitende Fabriken mit Deinking (z.B. Zeitungsdruckpapier, Druck- und Schreibpapier usw.)	8 - 15	2 - 4	<0,05-0,5	0,1-0,3	0,05-0,1	0,005-0,01	<0,005
Altpapier verarbeitende Fabriken zur Herstellung von Tissue	8-25	2,0-4,0	<0,05-0,4	0,1-0,4	0,05-0,25	0,005-0,015	<0,005

Die BVT-Emissionswerte stellen Jahresmittelwerte dar und werden getrennt für die Verfahren mit bzw. ohne Druckfarbentfernung dargestellt. Die Abwasservolumenströme basieren auf der Annahme, dass Kühlwasser und sonstiges unbelastetes Wasser getrennt eingeleitet werden. Die Werte gelten für integrierte Anlagen, in denen die Aufbereitung des Altpapiers und die Papierherstellung an einem Standort durchgeführt werden.

Auch die gemeinsame Behandlung von Abwasser aus einer einzigen Altpapier verarbeitenden Fabrik oder einer Gruppe von Altpapier verarbeitenden Fabriken in einer kommunalen Abwasserbehandlungsanlage wird als BVT eingestuft, wenn die gemeinsame Anlage für die Behandlung von Abwässern aus Papierfabriken geeignet ist. Bevor diese Variante als BVT eingestuft wird, sollte der Wirkungsgrad der Reinigung in der gemeinsamen

Abwasserbehandlungsanlage berechnet und vergleichbare Reinigungswirkungsgrade bzw. Konzentrationen der Einleitungen festgelegt werden.

Die Abgasemissionen aus Altpapier verarbeitenden Fabriken fallen hauptsächlich in Anlagen zur Erzeugung von Wärme und in einigen Fällen auch in Anlagen mit Wärme-Kraft-Kopplung an. Daher ist die Energieeinsparung eng mit der Verminderung der Abgasemissionen verbunden. Bei den Energieerzeugungsanlagen handelt es sich gewöhnlich um Standardkessel, so dass sie wie jedes andere Kraftwerk dieser Art behandelt werden können. Bei der Senkung des Energieverbrauchs und der Emissionen in die Atmosphäre gelten folgende Maßnahmen als beste verfügbare Techniken: Kraft-Wärme-Kopplung, Modernisierung der vorhandenen Kessel sowie Einsatz von technischen Einrichtungen mit geringerem Energiebedarf bei Ersatzinvestitionen. Bezüglich der BVT-Emissionswerte wird auf den weiter unten aufgenommenen Abschnitt zu den besten verfügbaren Techniken für Hilfskessel verwiesen.

Zu den besten verfügbaren Techniken bei der Abfallverminderung werden die weitestgehende Verminderung von festen Abfällen sowie die Rückgewinnung, das Recycling und der Wiedereinsatz dieser Stoffe gerechnet, wo immer sich dies als praktikabel erweist. Durch Getrennterfassung und Zwischenlagerung der Abfallfraktionen am Ort der Entstehung wird die Erreichung dieses Ziels erleichtert. In den Fällen, in denen die erfassten Abfälle im Verfahren selbst keiner Wiederverwendung zugeführt werden können, werden die externe Verwertung der Reststoffe/Abfälle als Ersatzstoffe bzw. die Verbrennung der organischen Stoffe in geeigneten Kesseln bei gleichzeitiger Energierückgewinnung als beste verfügbare Techniken angesehen. Die Verminderung fester Abfälle kann durch eine Optimierung der Faserrückgewinnung mittels Modernisierung der betreffenden Faserstoffaufbereitungsanlagen, durch die Optimierung der Anzahl der Reinigungsstufen bei der Faserstoffaufbereitung, durch den Einsatz der Druckentspannungsflotation zur prozessintegrierten Abscheidung von Fasern und Füllstoffen aus Prozesswasserkreisläufen sowie durch die Aufbereitung des Prozesswassers erreicht werden. Generell ist zwischen dem Reinheitsgrad des Faserstoffs, den Faserverlusten sowie dem Energiebedarf und den Kosten ein ausgewogenes Verhältnis herzustellen, das vielfach auch von den herzustellenden Papiersorten bestimmt wird. Die Reduzierung der festen Abfälle, die auf Deponien zu entsorgen sind, zählt zu den besten verfügbaren Techniken. Erreicht werden kann dies durch eine effiziente Aufbereitung der anfallenden Rückstände und Schlämme vor Ort (Entwässerung) mit dem Ziel der Erhöhung des Trockensubstanzgehalts und durch die anschließende Verbrennung der Schlämme und Rückstände bei gleichzeitiger Energierückgewinnung. Die anfallende Asche kann als Rohstoff in der Baustoffindustrie zum Einsatz kommen. Für die Verbrennung von Rückständen und Schlämmen stehen verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl. Deren Nutzung wird lediglich durch die Größe der Papierfabrik und in gewisser Hinsicht durch die Art des Brennstoffs eingeschränkt, der für die Erzeugung von Dampf bzw. Energie genutzt wird.

In energieeffizienten Fabriken zur Aufbereitung von Altpapier wird Prozesswärme und Elektroenergie in folgenden Größenordnungen verbraucht:

- Integrierte Altpapier verarbeitende Fabriken ohne Deinking (z.B. zur Fertigung von Testliner und Wellenpapier): 6 – 6,5 GJ/t Prozesswärme und 0,7 – 0,8 MWh/t elektrische Energie;
- Integrierte Fabriken zur Produktion von Tissue einschließlich DIP-Anlage: 7 - 12 GJ/t Prozesswärme und 1,2 – 1,4 MWh/t elektrische Energie;
- Integrierte Fabriken zur Herstellung von Zeitungsdruckpapier bzw. integrierte Fabriken zur Herstellung von Druck- und Schreibpapier einschließlich DIP-Anlage: 4 – 6,5 GJ/t Prozesswärme und 1 – 1,5 MWh/t elektrische Energie.

BVT zur Papierherstellung und verwandte Verfahren (Kapitel 6)

Die Herstellung der zur Papierproduktion verwendeten Fasern wurde in den Kapiteln 2 bis 5 beschrieben. In Kapitel 6 wird nunmehr die Papier- und Kartonherstellung, unabhängig von der Faserstoffherzeugung dargelegt. Dieser Ansatz wurde gewählt, da in jeder Papierfabrik die Grundprozesse an der Papier- und Kartonmaschine identisch sind, gleichgültig ob es sich um eine integrierte Faserstoff- und Papierherstellung handelt oder nicht. Die Beschreibung der Papierherstellung als Bestandteil der Produktion in integrierten Faserstofffabriken würde die technische Beschreibung zu komplex machen. Hinzu kommt, dass zahlenmäßig die meisten Papierfabriken in Europa keine *integrierten* Anlagen sind.

Das vorliegende Kapitel ist auch für integrierte Papierfabriken von Relevanz, sofern die Papierherstellung selbst betroffen ist.

Papier wird aus Faserstoffen, Wasser und chemischen Additiven hergestellt. Darüber hinaus besteht ein hoher Energiebedarf, um das gesamte Verfahren zu realisieren. Elektrische Energie wird vor allem zum Betrieb der verschiedenen Motorantriebe und bei der Mahlung der Fasern benötigt. Prozesswärme wird in der Hauptsache zur Erwärmung von Wasser, **anderen Flüssigkeiten** und Luft sowie zur Wasserverdampfung in der Trockenpartie der Papiermaschine und zur Umwandlung von Dampf in Elektroenergie (bei Wärme-Kraft-Kopplung) genutzt. Große Mengen an Wasser werden als Prozesswasser und zur Kühlung benötigt. In der Papierproduktion selbst können verschiedene Zusätze als Prozesshilfsmittel bzw. zur Verbesserung der Produkteigenschaften (**Papierhilfsmittel**) zur Anwendung kommen.

Die aus diesen Papierfabriken resultierenden Umweltprobleme hängen vornehmlich mit dem Schadstoffeintrag in das Wasser sowie mit dem Energieverbrauch und Chemikalieneinsatz zusammen. Des Weiteren fallen feste Abfälle an. Abgasemissionen erfolgen zumeist bei der Energieerzeugung durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kraftwerken.

Die folgenden besten verfügbaren Techniken zur Verminderung der Abwasseremissionen sind:

- Weitestgehende Verminderung des Wassereinsatzes bei der Produktion verschiedener Papiersorten durch erhöhte Nutzung des Prozesswassers und verbessertes Wassermanagement;
- Überwachung der möglichen Nachteile einer Wasserkreislaufeinengung;
- Schaffung eines ausgewogenen Systems zur Behandlung von Kreislaufwasser, (nicht belastetem) Filtrat und zur Speicherung von Ausschuss sowie weitestgehender Einsatz von Konstruktionen, Bauarten und Maschinen mit reduziertem Wasserverbrauch. Normalerweise werden derartige Maßnahmen im Rahmen von Ersatzinvestitionen bei Maschinen bzw. Anlagenkomponenten oder im Verlaufe von Umbauarbeiten durchgeführt.
- Durchführung von Maßnahmen zur Senkung der Häufigkeit und der Auswirkungen von unbeabsichtigten Einleitungen;
- Erfassen und Wiederverwendung von unbelastetem Kühl- und Sperrwasser bzw. getrennte Einleitung;
- Separate Vorbehandlung des beim Streichen anfallenden Abwassers;
- **Ersatz** möglicher Schadstoffe durch weniger schädliche Alternativen;
- Abwasserbehandlung durch Einbau eines Ausgleichsbeckens;
- Behandlung des Abwassers durch primäre Aufbereitungsverfahren, biologische Behandlung und/oder in einigen Fällen sekundäre chemische Fällung bzw. Flockung. Wenn lediglich eine chemische Aufbereitung stattfindet, ist mit einer leichten Erhöhung der CSB-Einleitungen zu rechnen, die etwas höher sind, aber hauptsächlich aus leicht abbaubaren Stoffen bestehen.

In der folgenden Tabelle sind die Emissionswerte für BVT in nichtintegrierten Papierfabriken getrennt für ungestrichenes und gestrichenes Feinpapier sowie für Tissue angegeben, wobei festzustellen ist, dass die Unterschiede zwischen den Papiersorten nur gering ausfallen.

Parameter	Einheiten	Ungestrichenes Feinpapier	Gestrichenes Feinpapier	Tissue
BSB ₅	kg O ₂ /t Papier	0,15 - 0,25	0,15 - 0,25	0,15 - 0,4
CSB	kg O ₂ /t Papier	0,5 - 2	0,5 - 1,5	0,4 - 1,5
Abfiltrierbare Stoffe	kg/t Papier	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
AOX	kg/t Papier	< 0,005	< 0,005	< 0,01
ges-P	kg/t Papier	0,003 - 0,01	0,003 - 0,01	0,003 - 0,015
ges-N	kg/t Papier	0,05 - 0,2	0,05 - 0,2	0,05 - 0,25
Abwasser-volumenstrom	m ³ /t Papier	10 - 15	10 - 15	10 - 25

Die BVT-Emissionswerte stellen Jahresmittelwerte dar, in denen die Werte aus der Zellstoffproduktion nicht berücksichtigt werden. Obwohl sich die Angaben auf nichtintegrierte Fabriken beziehen, können sie auch zur näherungsweise Bestimmung von Emissionen genutzt werden, die von der Papierproduktion in integrierten Fabriken ausgehen. Die Abwasservolumenströme basieren auf der Annahme, dass Kühlwasser und sonstiges unbelastetes Wasser getrennt eingeleitet wird.

Auch die gemeinsame Reinigung von Abwasser aus einer einzigen Papierfabrik oder einer Gruppe von Papierfabriken in einer kommunalen Abwasseraufbehandlungsanlage wird als BVT eingestuft, wenn das gemeinsame System für die Behandlung von Abwässern aus Papierfabriken geeignet ist. Bevor diese Möglichkeit als BVT eingestuft wird, sollte der Wirkungsgrad der Reinigung in der gemeinsamen Abwasserbehandlungsanlage berechnet und vergleichbare Reinigungswirkungsgrade bzw. Konzentrationen der Einleitungen festgelegt werden.

Die Abgasemissionen aus nichtintegrierten Papierfabriken gehen meist von Dampferzeugern und Energieerzeugungsanlagen aus. Dabei handelt es sich in der Regel um Standardkessel, die sich nicht von anderen Verbrennungsanlagen unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen in der gleichen Weise wie sonstige Hilfskessel gleicher Kapazität betrieben werden (siehe weiter unten).

Zu den besten verfügbaren Techniken bei der Verminderung fester Abfälle gehören die weitestgehende Vermeidung derartiger Abfälle sowie die größtmögliche Rückgewinnung und Wiederverwendung von Reststoffen. Die Getrennterfassung von Abfallfraktionen am Ort der Entstehung sowie die Zwischenlagerung von Reststoffen/Abfällen können dazu beitragen, einen erhöhten Anteil dieser Stoffe erneut einzusetzen bzw. in den Kreislauf zurück zu führen, wodurch eine Entlastung der Deponie erreicht wird. Weitere BVT sind die Reduzierung der Faser- und Füllstoffverluste, die Anwendung der Ultrafiltration zur Aufbereitung des beim Streichen anfallenden Abwassers (gilt nur für gestrichene Papiersorten) sowie die wirksame Entwässerung der Reststoffe und Schlämme zur Erzielung eines hohen Feststoffanteils. Die besten verfügbaren Techniken schließen auch die Verminderung der zu deponierenden Abfälle durch die Entwicklung von Rückgewinnungsmethoden sowie die mögliche Verwertung von Abfällen zur Wertstoffaufbereitung bzw. eine Verbrennung bei gleichzeitiger Energiegewinnung ein.

Generell wird in diesem Bereich davon ausgegangen, dass der Einsatz energieeffizienter Technologien eine der wesentlichen BVT darstellt. So bieten sich in zahlreichen Stufen des Herstellungsprozesses eine ganze Reihe von Varianten an. Im Allgemeinen sind diese Maßnahmen mit Ersatzinvestitionen, Umbaumaßnahmen bzw. Modernisierungen im Hinblick auf verfahrenstechnische Ausrüstungen verbunden. An dieser Stelle sollte betont werden, dass Energiesparmaßnahmen in den meisten Fällen nicht nur aus Gründen der Senkung des Energieverbrauchs getroffen werden. Die Hauptgründe für Investitionen sind oft die Erhöhung der Produktivität, die Verbesserung der Produktqualität und die Senkung der Gesamtkosten. Energieeinsparungen werden u.a. möglich durch die Einführung eines Systems zur Überwachung des Energieverbrauchs und der Anlagenleistung, eine effizientere Entwässerung der Papierbahn in der Pressstrecke der Papiermaschine mit Hilfe von Schuhpressen sowie die Anwendung weiterer energiesparender Technologien, wie z.B. Dickstoffauflöser, energieeffizientes Mahlen, Doppelsiebformung, Einsatz optimierter Vakuumsysteme, drehzahlveränderlicher Antriebe für Gebläse und Pumpen, elektrischer Hochleistungsmotoren und optimal ausgelegter Elektromotoren, Rückgewinnung des Dampfkondensats, Erhöhung des Feststoffanteils in der Leimpresse bzw. Einsatz von Systemen zur Abwärmerückgewinnung. Der direkte Dampfeinsatz kann durch eine genaue Prozessintegration unter Einsatz von Energieeffizienz-Analysen (Pinch – Analysen) reduziert werden.

In energieeffizienten nichtintegrierten Papierfabriken werden Wärme und Energie in folgenden Größenordnungen verbraucht:

- In nichtintegrierten Fabriken zur Herstellung von ungestrichenem Feinpapier besteht ein Prozesswärmebedarf von 7 – 7,5 GJ/t und ein Energiebedarf von 0,6 – 0,7 MWh/t;
- In nichtintegrierten Fabriken zur Herstellung von gestrichenem Feinpapier beläuft sich der Prozesswärmebedarf auf 7 - 8 GJ/t und der Energiebedarf auf 0,7 – 0,9 MWh/t;
- Nichtintegrierte Fabriken zur Herstellung von Tissue aus Frischfasern benötigen Prozesswärme in Höhe 5,5 – 7,5 GJ/t und elektrische Energie in Höhe von 0,6 – 1,1 MWh/t.

BVT für Hilfskessel

Die Abgasemissionen aus Hilfskesseln sind unter Berücksichtigung der tatsächlichen Energiebilanz einer konkreten Zellstoff- bzw. Papierfabrik, der Art der außerhalb bezogenen Brennstoffe und dem Einsatz möglicher Biomassebrennstoffe wie Rinde und Holzabfall zu betrachten. Zellstoff- und Papierfabriken, die Faserstoffe aus Primärfasern herstellen, betreiben im allgemeinen rindenbefeuerte Kessel. Bei nichtintegrierten Papierfabriken und Altpapier verarbeitende Fabriken fallen Abgasemissionen hauptsächlich an Dampferzeugern und/oder Energieerzeugungsanlagen an. Bei diesen Anlagen handelt es sich generell um Standardkessel, wobei sich die Anlagen selbst von sonstigen Verbrennungsanlagen nicht unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen wie alle anderen derselben Kapazität betrieben werden. Daher werden die allgemein anerkannten besten verfügbaren Techniken für Hilfskessel in vorliegendem Dokument nur kurz aufgeführt. Bei diesen Techniken handelt es sich um folgende:

- Einsatz der Wärme-Kraft-Kopplung , wenn das Wärme/Kraft-Verhältnis dies zulässt;
- Verwendung erneuerbarer Brennstoffe wie Holz bzw. eventuell anfallender Holzabfall zur Verminderung des Ausstoßes von fossilem CO₂;
- Minderung der NO_x-Emissionen aus Hilfskesseln durch Regelung der Feuerungsbedingungen sowie Einbau von Brennern mit geringen NO_x-Emissionen;
- Verminderung der SO₂-Emissionen durch den Einsatz von Rinde, Gas bzw. schwefelarmen Brennstoffen oder Reinigung des Abgases von Schwefelverbindungen;
- Verwendung wirksamer Elektrofilter (bzw. Schlauchfilter) zur Staubabscheidung in Hilfskesseln, die mit festen Brennstoffen befeuert werden.

In der nachstehenden Tabelle werden BVT-Emissionswerte für Hilfskessel in der Zellstoff- und Papierindustrie angeführt, in denen verschiedene Brennstoffe eingesetzt werden. Bei diesen Werten handelt es sich um Jahresmittelwerte unter Normbedingungen. Jedoch ist festzustellen, dass die produktspezifischen Abgasemissionen insgesamt in hohem Maße standortabhängig sind (z.B. eingesetzte Brennstoffart, Größe und Typ der Fabrik, integrierte bzw. nichtintegrierte Bauart des Werkes, Stromerzeugung).

Freigesetzte Stoffe	Kohle	Schweres Heizöl	Dieselöl	Gas	Biomassebrennstoffe (z.B. Rinde)
mg S/MJ Brennstoffeinsatz	100 - 200 ¹ (50 - 100) ⁵	100 - 200 ¹ (50-100) ⁵	25-50	<5	< 15
mg NO _x /MJ Brennstoffeinsatz	80 - 110 ² (50-80 SNCR) ³	80 - 110 ² (50-80 SNCR) ³	45-60 ²	30 -60 ²	60 -100 ² (40-70 SNCR) ³
mg Staub/Nm ³	10 - 30 ⁴ 6% O ₂	10 - 40 ⁴ 3 % O ₂	10-30 3% O ₂	< 5 3% O ₂	10 - 30 ⁴ 6% O ₂
Hinweise: 1) Schwefelemissionen aus öl- bzw. kohlebefeuerten Kesseln entstehen in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von schwefelarmem Heizöl und schwefelarmer Kohle. Eine gewisse Schwefelreduzierung kann durch das Eindüsen von Calciumcarbonat erreicht werden. 2) Nur bezogen auf die Verbrennungstechnologie. 3) Sofern auch Sekundärmaßnahmen wie SNCR zur Anwendung kommen; jedoch normalerweise nur in Großanlagen. 4) Werte bei Einsatz leistungsfähiger Elektrofilter. 5) Bei Verwendung eines Gaswäschers; kommt nur bei Großanlagen zum Einsatz.					

In diesem Zusammenhang muss festgestellt werden, dass die in der Zellstoff- und Papierindustrie eingesetzten Hilfskessel sehr unterschiedliche Größen aufweisen (von 10 bis mehr als 200 MW). Bei kleineren Kesseln lohnt sich nur die Nutzung von schwefelarmen Brennstoffen und der entsprechenden Verbrennungstechnologien, während bei größeren Kesseln auch sekundäre Minderungsmaßnahmen hilfreich sein können. Dieser Unterschied ist aus obiger Tabelle ersichtlich. Die höheren Werte beziehen sich auf BVT für kleinere Fabriken und können durch eine entsprechende Heizölqualität und interne Maßnahmen erreicht werden; demgegenüber sind die niedrigeren Werte (in Klammern) nur mit zusätzlichen Minderungsmaßnahmen wie SNCR sowie den Einsatz von Gaswäschern zu erreichen und gelten als BVT-Werte für größere Anlagen.

Verwendung von Chemikalien und Zusatzstoffen

In der Zellstoff- und Papierindustrie werden in Abhängigkeit von der hergestellten Papiersorte, der Prozessauslegung, dem Prozessbetrieb und den geforderten Produktqualitäten zahlreiche Chemikalien eingesetzt. Dabei sind einerseits Prozesschemikalien für die Produktion der Faserstoffe erforderlich, und andererseits werden chemische Zusatzstoffe und Hilfsstoffe für die Papierherstellung benötigt. Chemische Zusatzstoffe kommen zum Einsatz, um dem Papier verschiedene Eigenschaften zu verleihen, während chemische Hilfsstoffe verwendet werden, um die Effektivität des Produktionsprozesses zu erhöhen und Störungen zu vermeiden.

Beim Einsatz von Chemikalien gilt die Verfügbarkeit einer Datenbank mit sämtlichen verwendeten Chemikalien und Zusatzstoffen sowie die Anwendung des Substitutionsprinzips als BVT. Dies bedeutet, dass bei entsprechender Verfügbarkeit weniger gefährliche Stoffe zur Anwendung kommen sollten. Des Weiteren sind Maßnahmen zur Vermeidung unbeabsichtigter Einleitungen in das Erdreich bzw. in die Gewässer beim Transport und der Lagerung von Chemikalien anzuwenden.

Grad des Konsenses

Das vorliegende BVT-Referenzdokument wurde von der Mehrheit der Mitglieder der Technischen Arbeitsgruppe (TWG) und der Teilnehmer beim 7. Treffen des Informationsaustauschforums gebilligt. Jedoch haben die CEPI als Vertreterin der Zellstoff- und Papierindustrie und einige wenige Mitgliedstaaten zum Ausdruck gebracht, dass sie den endgültigen Entwurf nicht vorbehaltlos unterstützen und einige der im Dokument enthaltenen Schlussfolgerungen anfechten. Nachstehend werden einige wesentliche strittige Punkte aufgeführt, und in Kapitel 7 werden weitere Einzelheiten dargelegt.

CEPI und ein Mitgliedstaat sind der Auffassung, dass der wirtschaftliche Unterschied zwischen neuen/bestehenden und großen/kleinen Anlagen nicht ausreichend berücksichtigt wurde, und dass im BVT-Referenzdokument die entsprechenden Unterschiede klar herausgestellt werden sollten. Des Weiteren vertreten CEPI und drei Mitgliedstaaten die Auffassung, dass eine typische Fabrik nicht in der Lage ist, gleichzeitig alle dargelegten Emissions- und Verbrauchswerte zu erreichen, die mit dem Einsatz einer geeigneten Kombination verschiedener BVT-Techniken einhergehen. Diese Vertreter meinen, dass die Gesamtheit der Parameter keiner hinreichend ganzheitlichen Bewertung unterzogen wurde. Im Gegensatz zu dieser Ansicht wurden jedoch Fabriken ermittelt, die tatsächlich sämtliche dargelegten Werte gleichzeitig erreichen, so dass diese von einer Minderheit vertretene Auffassung nicht von der Mehrheit der TWG-Mitglieder geteilt wurde.

Abgesehen von diesen Fragen allgemeiner Art, gibt es einige wenige spezielle Probleme, bei denen die abschließenden Schlussfolgerungen nicht auf die einstimmige Zustimmung der technischen Arbeitsgruppe stießen. CEPI und zwei Mitgliedstaaten sind der Meinung, dass bei dem Wert für abfiltrierbare Stoffe bei der Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff der obere BVT-Wert 2,0 kg/t Zellstoff anstatt 1,5 kg/t Zellstoff lauten sollte. Des Weiteren sind CEPI und ein Mitgliedstaat der Auffassung, dass einige BVT-Wertbereiche für verschiedene Papiersorten zu eng gefasst sind. Demgegenüber gibt es einige TWG-Mitglieder, nach deren Ansicht bestimmte vereinbarte BVT-Werte viel zu großzügig festgelegt wurden, wenn man sich die Leistungen einiger Zellstoff- und Papieranlagen in jüngerer Zeit vor Augen hält.

Auch das Europäische Umweltbüro – als Vertreter von Umweltorganisationen – vertrat in einigen Punkten abweichende Meinungen. Dazu gehört die Auffassung, dass die ECF-Bleiche in Sulfatzellstoffanlagen nicht die BVT-Kriterien im Hinblick auf das Vorsorge- und Vermeidungsprinzip erfüllt und dass die dritte Reinigungsstufe bei Abwässern generell die Behandlung mit Ozon, Peroxid bzw. UV-Strahlung mit anschließender Biofiltration einschließen sollte.