

## II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

## BESCHLÜSSE

### DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2017/2117 DER KOMMISSION

vom 21. November 2017

**über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die die Herstellung von organischen Grundchemikalien**

(Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2017) 7469)

(Text von Bedeutung für den EWR)

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) <sup>(1)</sup>, insbesondere auf Artikel 13 Absatz 5,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) BVT-Schlussfolgerungen dienen als Referenzdokumente für die Festlegung der Genehmigungsaufgaben für unter Kapitel II der Richtlinie 2010/75/EU fallende Anlagen, und die zuständigen Behörden sollten Emissionsgrenzwerte festlegen, mit denen sichergestellt wird, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen nicht über den mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerten gemäß den BVT-Schlussfolgerungen liegen.
- (2) Mit dem Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 <sup>(2)</sup> wurde ein Forum eingesetzt, dem Vertreter der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, angehören; dieses Forum legte der Kommission am 5. April 2017 eine Stellungnahme zu dem vorgeschlagenen Inhalt des BVT-Merkblatts für die Herstellung von organischen Grundchemikalien vor. Diese Stellungnahme ist öffentlich zugänglich.
- (3) Die im Anhang dieses Beschlusses enthaltenen BVT-Schlussfolgerungen sind der wichtigste Bestandteil dieses BVT-Merkblatts.
- (4) 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 Schlussfolgerungen zu besten verfügbaren Techniken (BVT) für die Herstellung von organischen Grundchemikalien, wie im Anhang dargelegt, werden angenommen.

<sup>(1)</sup> ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17.

<sup>(2)</sup> Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 zur Einrichtung eines Forums für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (ABl. C 146 vom 17.5.2011, S. 3).

*Artikel 2*

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 21. November 2017

*Für die Kommission*  
Karmenu VELLA  
*Mitglied der Kommission*

---

## ANHANG

**SCHLUSSFOLGERUNGEN ZU DEN BESTEN VERFÜGBAREN TECHNIKEN (BVT) FÜR DIE HERSTELLUNG VON ORGANISCHEN GRUNDCHEMIKALIEN**

## ANWENDUNGSBEREICH

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen die Herstellung der folgenden organischen Chemikalien nach Abschnitt 4.1 des Anhangs I der Richtlinie 2010/75/EU:

- a) einfache Kohlenwasserstoffe (lineare oder ringförmige, gesättigte oder ungesättigte, aliphatische oder aromatische);
- b) sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester und Estergemische, Acetate, Ether, Peroxide und Epoxidharze;
- c) schwefelhaltige Kohlenwasserstoffe;
- d) stickstoffhaltige Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Amine, Amide, Nitroso-, Nitro- oder Nitratverbindungen, Nitrile, Cyanate, Isocyanate;
- e) phosphorhaltige Kohlenwasserstoffe;
- f) halogenhaltige Kohlenwasserstoffe;
- g) metallorganische Verbindungen;
- h) oberflächenaktive Stoffe und Tenside.

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen zudem die Herstellung von Wasserstoffperoxid nach Abschnitt 4.2 Buchstabe e des Anhangs I der Richtlinie 2010/75/EU.

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen die Verfeuerung von Brennstoffen in Prozessfeuerungen/-öfen, soweit diese Teil der vorgenannten Tätigkeiten ist.

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen die Herstellung der vorgenannten Chemikalien in kontinuierlichen Prozessen, wenn die gesamte Herstellungskapazität in Bezug auf diese Chemikalien 20 kt/Jahr überschreitet.

Diese BVT-Schlussfolgerungen gelten nicht für

- die Verfeuerung von Brennstoffen, die nicht in einer Prozessfeuerung bzw. einem Prozessofen oder einer Anlage zur thermischen/katalytischen Oxidation/thermischen/katalytischen Nachverbrennung erfolgt; diese kann Gegenstand der BVT-Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen (LCP) sein;
- die Verbrennung von Abfällen; diese kann Gegenstand der BVT-Schlussfolgerungen für die Abfallverbrennung (WI) sein;
- die Herstellung von Ethanol in einer Anlage, die unter die Tätigkeitsbeschreibung in Anhang I Abschnitt 6.4 Buchstabe b Ziffer ii der Richtlinie 2010/75/EU fällt oder die als unmittelbar mit einer derartigen Anlage verbundene Tätigkeit behandelt wird; diese kann Gegenstand der BVT-Schlussfolgerungen für die Nahrungsmittel-, Getränke- und Milchindustrie (FDM) sein.

Die nachstehenden BVT-Schlussfolgerungen gelten ergänzend zu den unter diese BVT-Schlussfolgerungen fallenden Tätigkeiten:

- Abwasser-/Abgasbehandlung und Abwasser/Abgasmanagementsysteme in der chemischen Industrie (CWW);
- Abgasreinigungssysteme in der chemischen Industrie (WGC).

Die nachstehenden BVT-Schlussfolgerungen und BVT-Merkblätter können für die unter diese BVT-Schlussfolgerungen fallenden Tätigkeiten relevant sein:

- Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM);
- Emissionen aus der Lagerung (EFS);
- Energieeffizienz (ENE);
- Industrielle Kühlsysteme (ICS);

- Großfeuerungsanlagen (LCP);
- Raffinieren von Mineralöl und Gas (REF);
- Überwachung der Emissionen aus IE-Anlagen in die Luft und in das Wasser (ROM);
- Abfallverbrennung (WI);
- Abfallbehandlung (WT).

#### ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN

#### Beste verfügbare Techniken

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.

#### Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft

Wenn nicht anders angegeben beziehen sich die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte („BVT-assozierte Emissionswerte“) für Emissionen in die Luft in diesen BVT-Schlussfolgerungen auf Konzentrationen, ausgedrückt als Masse emittierter Stoffe bezogen auf das Abgasvolumen unter Standardbedingungen (trockenes Gas, Temperatur 273,15 K, Druck 101,3 kPa) und ausgedrückt in der Einheit mg/Nm<sup>3</sup>.

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

Art der Messung	Mitteilungszeitraum	Begriffsbestimmung
Kontinuierlich	Tagesmittelwert	Mittelwert über einen Zeitraum von einem Tag ausgehend von gültigen stündlichen bzw. halbstündlichen Mittelwerten
Periodisch	Mittelwert über den Probenahmezeitraum	Mittelwert von drei aufeinanderfolgenden Messungen mit einer Dauer von jeweils mindestens 30 Minuten <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Für jeden Parameter, für den aufgrund von Einschränkungen bei der Probenahme oder analytischen Einschränkungen eine dreißigminütige Probenahme nicht geeignet ist, wird ein passender Probenahmezeitraum gewählt.

<sup>(2)</sup> Bei PCDD/F beträgt der Probenahmezeitraum 6 bis 8 Stunden.

In den Fällen, in denen sich die BVT-assozierten Werte auf spezifische Emissionsfrachten (ausgedrückt als Fracht des emittierten Stoffes je hergestellte Produktionseinheit) beziehen, werden die mittleren spezifischen Emissionsfrachten  $l_s$  mithilfe der Gleichung 1 berechnet:

Gleichung 1: 
$$l_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{c_i q_i}{p_i}$$

Dabei gilt:

$n$  = Anzahl der Messzeiträume;

$c_i$  = mittlere Konzentration des Stoffes im Messzeitraum  $i$ ;

$q_i$  = mittlerer Volumenstrom im Messzeitraum  $i$ ;

$p_i$  = Produktionsmenge im Messzeitraum  $i$ .

#### Bezugssauerstoffgehalt

Bei Prozessfeuerungen/-öfen beträgt der Bezugssauerstoffgehalt der Abgase ( $O_2$ ) 3 Vol-%.

### Umrechnung in Bezugssauerstoffgehalt

Die Emissionskonzentration bei einem bestimmten Bezugssauerstoffgehalt wird mithilfe der Gleichung 2 berechnet:

$$\text{Gleichung 2:} \quad E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

Dabei gilt:

$E_R$  = Emissionskonzentration bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt  $O_R$ ;

$O_R$  = Bezugssauerstoffgehalt in Vol-%;

$E_M$  = gemessene Emissionskonzentration;

$O_M$  = gemessener Sauerstoffgehalt in Vol-%.

### Mittelungszeiträume für wasserseitige Emissionen

Wenn nicht anders angegeben, sind für die mit den besten verfügbaren Techniken für wasserseitige Emissionen (ausgedrückt in Konzentrationen) assoziierten Umweltleistungswerte die folgenden Mittelungszeiträume definiert:

Mittelungszeitraum	Begriffsbestimmung
Mittelwert der in einem Monat gemessenen Werte (Monatsmittelwert)	Durchflussgewichteter Mittelwert der durchflussproportionalen 24-Stunden-Mischproben, die im Laufe eines Monats unter normalen Betriebsbedingungen entnommen wurden <sup>(1)</sup>
Mittelwert der in einem Jahr gemessenen Werte (Jahresmittelwert)	Durchflussgewichteter Mittelwert der durchflussproportionalen 24-Stunden-Mischproben, die im Laufe eines Jahres unter normalen Betriebsbedingungen entnommen wurden <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Bei nachweislich ausreichender Durchflussstabilität kann eine zeitproportionale Mischprobenahme erfolgen.

Die durchflussgewichteten mittleren Konzentrationen des Parameters ( $c_w$ ) werden mithilfe der Gleichung 3 berechnet:

$$\text{Gleichung 3:} \quad c_w = \frac{\sum_{i=1}^n c_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

Dabei gilt:

$n$  = Zahl der Messzeiträume;

$c_i$  = mittlere Konzentration des Parameters im Messzeitraum  $i$ ;

$q_i$  = mittlerer Volumenstrom im Messzeitraum  $i$ .

In den Fällen, in denen sich die BVT-assoziierten Umweltleistungswerte auf spezifische Emissionsfrachten (ausgedrückt als Fracht des emittierten Stoffes je hergestellte Produktionseinheit) beziehen, werden die mittleren spezifischen Emissionsfrachten mithilfe der Gleichung 1 berechnet.

### Abkürzungen und Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieser BVT-Schlussfolgerungen gelten die folgenden Abkürzungen und Definitionen:

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
BVT-assoziiierter Umweltleistungswert (BAT-AEPL)	Mit besten verfügbaren Techniken (BVT) assoziierte Umweltleistungswerte, wie in Durchführungsbeschluss 2012/119/EU der Kommission <sup>(1)</sup> beschrieben. Zu den BVT-assoziierten Umweltleistungswerten zählen auch die BVT-assoziierten Emissionswerte, wie in Artikel 3 Nummer 13 der Richtlinie 2010/75/EU beschrieben.
BTX	Sammelbegriff für Benzol, Toluol und Ortho-/Meta-/Para-Xylol oder Mischungen davon
CO	Kohlenmonoxid

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Feuerungsanlage	Jede technische Einrichtung, in der Brennstoffe im Hinblick auf die Nutzung der dabei erzeugten Wärme oxidiert werden. Feuerungsanlagen umfassen Kessel, Motoren, Turbinen und Prozessfeuerungen/-öfen, jedoch keine Abgasbehandlungsanlagen (z. B. thermische/katalytische Nachverbrennung zur Minderung organischer Verbindungen).
Kontinuierliche Messung	Messung mit einem „automatischen Messsystem“, das am jeweiligen Standort fest installiert ist
Kontinuierlicher Prozess	Ein Prozess, bei dem die Einsatzstoffe kontinuierlich in den Reaktor eingebracht werden und die Reaktionsprodukte anschließend in angeschlossene Trenn- und/oder Rückgewinnungsanlagen eingebracht werden.
Kupfer	Die Summe von Kupfer und seinen Verbindungen, gelöst und als Partikel, angegeben als Cu
DNT	Dinitrotoluol
EB	Ethylbenzol
EDC	Ethylendichlorid
EG	Ethylenglykole
EO	Ethylenoxid
Ethanolamine	Sammelbegriff für Monoethanolamin, Diethanolamin und Triethanolamin oder Mischungen davon
Ethylenglykol	Sammelbegriff für Monoethylenglykol, Diethylenglykol und Triethylenglykol oder Mischungen davon
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die keine neue Anlage ist
Bestehende Einheit	Eine Einheit, die keine neue Einheit ist
Rauchgas	Abgas, das aus einer Feuerungsanlage austritt
I-TEQ	Internationales Toxizitätsäquivalent — ermittelt anhand der internationalen toxischen Äquivalenzfaktoren gemäß Anhang VI Teil 2 der Richtlinie 2010/75/EU
Niedere Olefine (Kurzketttige Olefine)	Sammelbegriff für Ethylen, Propylen, Butylen und Butadien oder Mischungen davon
Wesentliche Anlagenänderung	Eine wesentliche Änderung der Auslegung oder der Technik einer Anlage, die mit größeren Anpassungen bzw. Austausch- und Ersatzmaßnahmen von Prozess- und/oder Emissionsminderungseinheiten und verbundenen Ausrüstungen einhergeht
MDA	Methylendiphenyldiamin
MDI	Methylendiphenyldiisocyanat
MDI-Anlage	Anlage zur Herstellung von MDI aus MDA durch Phosgenierung
Neue Anlage	Eine Anlage, die am Standort erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder der vollständige Ersatz einer Anlage nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen
Neue Einheit	Eine Einheit, die erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder der vollständige Ersatz einer Einheit nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
NO <sub>x</sub> -Vorläufersubstanzen	Stickstoffhaltige Verbindungen (z. B. Ammoniak, nitrose Gase und stickstoffhaltige organische Verbindungen), die einer thermischen Behandlung unterzogen werden, wobei NO <sub>x</sub> -Emissionen entstehen. Ausgeschlossen ist elementarer Stickstoff.
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane
Periodische Messung	Messung in bestimmten Zeitabständen mittels manueller oder automatischer Verfahren
Prozessfeuerung/-öfen	<p>Prozessfeuerungen/-öfen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Feuerungsanlagen, deren Rauchgase durch unmittelbaren Kontakt zur thermischen Behandlung von Objekten oder Einsatzstoffen eingesetzt werden, z. B. in Trocknungsprozessen oder chemischen Reaktoren, oder</li> <li>— Feuerungsanlagen, deren Strahlungs- und/oder Konduktionswärme auf Objekte oder Einsatzstoffe durch eine feste Wand übertragen wird, ohne Einsatz einer intermediären Wärmeträgerflüssigkeit, z. B. Öfen oder Reaktoren zur Erwärmung eines Prozessstroms in der (petro)chemischen Industrie wie etwa Dampfcracker-Öfen.</li> </ul> <p>Es ist anzumerken, dass infolge der Anwendung bewährter Praktiken zur Energierückgewinnung einige der Prozessfeuerungen/-öfen über ein angeschlossenes Dampf-/Stromerzeugungssystem verfügen können. Dies gilt als integrales Konstruktionsmerkmal der Prozessfeuerung bzw. des Prozessofens, das nicht isoliert betrachtet werden kann.</p>
Prozessabgas	Gas, das bei einem Prozess entweicht und zu Rückgewinnungs- und/oder Minderungszwecken weiter behandelt wird
NO <sub>x</sub>	Die Summe von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub>
Rückstände	Stoffe oder Gegenstände, die infolge der Tätigkeiten, die in den Anwendungsbereich dieses Dokuments fallen, als Abfall- oder Nebenprodukt anfallen
RTO (RNV)	Anlage zur regenerativen thermischen Oxidation/regenerativen Nachverbrennung
SCR	Selektive katalytische Reduktion ( <i>selective catalytic reduction</i> )
SMPO	Styrolmonomer und Propylenoxid
SNCR	Selektive nicht-katalytische Reduktion ( <i>selective non-catalytic reduction</i> )
SRU	Anlage zur Schwefelrückgewinnung ( <i>sulphur recovery unit</i> )
TDA	Toluoldiamin, Toluyldiamin
TDI	Toluoldiisocyanat, Toluyldiisocyanat
TDI-Anlage	Anlage zur Herstellung von TDI aus TDA durch Phosgenierung
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff ( <i>total organic carbon</i> ), angegeben als C; umfasst sämtliche organischen Verbindungen (in Wasser)
Abfiltrierbare Stoffe ( <i>total suspended solids</i> , TSS)	Massenkonzentration aller suspendierten Feststoffe, gemessen mittels Filtration durch Glasfaserfilter und Gravimetrie
TVOC	Gesamter flüchtiger organischer Kohlenstoff ( <i>total volatile organic carbon</i> ); Gesamtmenge an flüchtigen organischen Verbindungen, gemessen mithilfe eines Flammenionisationsdetektors (FID) und angegeben als Gesamtkohlenstoff
Einheit	Ein Segment/Teil einer Anlage, in dem ein bestimmter Prozess oder eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt wird (z. B. Reaktor, Gaswäscher, Destillationskolonne). Einheiten können neue oder bestehende Einheiten sein.

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Gültiger stündlicher bzw. halbstündlicher Mittelwert	Ein stündlicher (bzw. halbstündlicher) Mittelwert gilt als gültig, wenn keine Wartung oder Fehlfunktion des automatischen Messsystems vorliegt.
VCM	Vinylchloridmonomer
VOC	Flüchtige organische Verbindungen ( <i>volatile organic compounds</i> ) im Sinne von Artikel 3 Nummer 45 der Richtlinie 2010/75/EU

(1) Durchführungsbeschluss 2012/119/EU der Kommission vom 10. Februar 2012 mit Leitlinien für die Erhebung von Daten sowie für die Ausarbeitung der BVT-Merkblätter und die entsprechenden Qualitätssicherungsmaßnahmen gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen (ABl. L 63 vom 2.3.2012, S. 1).

## 1. ALLGEMEINE BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die in den Abschnitten 2 bis 11 beschriebenen sektorspezifischen BVT-Schlussfolgerungen gelten zusätzlich zu den in diesem Abschnitt genannten allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

### 1.1. Überwachung der Emissionen in die Luft

BVT 1: Die BVT besteht darin, gefasste Emissionen in die Luft aus Prozessfeuerungen/-öfen EN-normgerecht mit mindestens der in der nachstehenden Tabelle angegebenen Häufigkeit zu überwachen. 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 von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Stoff/Parameter	Norm(en) <sup>(1)</sup>	Gesamtfeuerungsleistung (MW <sub>th</sub> ) <sup>(2)</sup>	Mindesthäufigkeit der Überwachung <sup>(3)</sup>	Überwachung verbunden mit
CO	Allgemeine EN-Normen	≥ 50	Kontinuierlich	Tabelle 2.1, Tabelle 10.1
	EN 15058	10 bis < 50	Einmal alle drei Monate <sup>(4)</sup>	
Staub <sup>(5)</sup>	Allgemeine EN-Normen und EN 13284-2	≥ 50	Kontinuierlich	BVT 5
	EN 13284-1	10 bis < 50	Einmal alle drei Monate <sup>(4)</sup>	
NH <sub>3</sub> <sup>(6)</sup>	Allgemeine EN-Normen	≥ 50	Kontinuierlich	BVT 7, Tabelle 2.1
	Keine EN-Norm verfügbar	10 bis < 50	Einmal alle drei Monate <sup>(4)</sup>	
NO <sub>x</sub>	Allgemeine EN-Normen	≥ 50	Kontinuierlich	BVT 4, Tabelle 2.1, Tabelle 10.1
	EN 14792	10 bis < 50	Einmal alle drei Monate <sup>(4)</sup>	
SO <sub>2</sub> <sup>(7)</sup>	Allgemeine EN-Normen	≥ 50	Kontinuierlich	BVT 6
	EN 14791	10 bis < 50	Einmal alle drei Monate <sup>(4)</sup>	

(1) Allgemeine EN-Normen für kontinuierliche Messungen sind die Normen EN 15267-1, -2, und -3 sowie EN 14181. Die EN-Normen für periodische Messungen sind in der Tabelle aufgeführt.

(2) Bezieht sich auf die Gesamtfeuerungsleistung aller Prozessfeuerungen/-öfen, die an den Schornstein angeschlossenen sind, bei dem die Emissionen auftreten.

(3) Im Fall von Prozessfeuerungen/-öfen mit einer Gesamtfeuerungsleistung von weniger als 100 MW<sub>th</sub>, die weniger als 500 Stunden pro Jahr in Betrieb sind, kann die Häufigkeit der Überwachung auf mindestens einmal im Jahr reduziert werden.

(4) Bei periodischen Messungen kann die Mindesthäufigkeit der Überwachung auf einmal alle sechs Monate reduziert werden, wenn die Emissionswerte nachweislich eine hinreichende Stabilität aufweisen.

(5) Die Überwachung von Staub erfolgt nicht, wenn ausschließlich gasförmige Brennstoffe verfeuert werden.

(6) Ammoniak (NH<sub>3</sub>) wird nur bei Einsatz einer SCR bzw. SNCR überwacht.

(7) Bei Prozessfeuerungen/-öfen, in denen gasförmige Brennstoffe und/oder Öl mit einem bekannten Schwefelgehalt verfeuert werden und wo keine Rauchgasentschwefelung vorgenommen wird, kann die kontinuierliche Überwachung entweder durch periodische Überwachung mit einer Mindesthäufigkeit von einmal alle 3 Monate oder durch Berechnungen ersetzt werden, sofern damit die Bereitstellung von Daten gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleistet wird.



BVT 2: Die BVT besteht darin, gefasste Emissionen in die Luft aus anderen Quellen als Prozessfeuerungen/-öfen EN-normgerecht mit mindestens der in der nachstehenden Tabelle angegebenen Häufigkeit zu überwachen. 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 gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Stoff/Parameter	Prozesse/Quellen	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit
Benzol	Abgas aus der Cumol-Oxidationsanlage bei der Phenolherstellung <sup>(1)</sup>	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 57
	Alle anderen Prozesse/Quellen <sup>(3)</sup>			BVT 10
Cl <sub>2</sub>	TDI/MDI <sup>(1)</sup>	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 66
	EDC/VCM			BVT 76
CO	Thermische Oxidation/Thermische Nachverbrennung	EN 15058	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 13
	Niedere Olefine (Entkokung)	Keine EN-Norm verfügbar <sup>(4)</sup>	Einmal im Jahr oder einmal während einer Entkokung, wenn die Entkokung seltener durchgeführt wird	BVT 20
	EDC/VCM (Entkokung)			BVT 78
Staub	Niedere Olefine (Entkokung)	Keine EN-Norm verfügbar <sup>(5)</sup>	Einmal im Jahr oder einmal während einer Entkokung, wenn die Entkokung seltener durchgeführt wird	BVT 20
	EDC/VCM (Entkokung)			BVT 78
	Alle anderen Prozesse/Quellen <sup>(3)</sup>	EN 13284-1	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 11
EDC	EDC/VCM	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 76
Ethylenoxid	Ethylenoxid und Ethylenglykole	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 52
Formaldehyd	Formaldehyd	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 45
Gasförmige Chloride, angegeben als HCl	TDI/MDI <sup>(1)</sup>	EN 1911	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 66
	EDC/VCM			BVT 76
	Alle anderen Prozesse/Quellen <sup>(3)</sup>			BVT 12
NH <sub>3</sub>	Anwendung der SCR bzw. SNCR	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 7
NO <sub>x</sub>	Thermische Oxidation/Thermische Nachverbrennung	EN 14792	Einmal im Monat <sup>(2)</sup>	BVT 13
PCDD/F	TDI/MDI <sup>(6)</sup>	EN 1948-1, -2 und -3	Einmal alle sechs Monate <sup>(2)</sup>	BVT 67
	EDC/VCM			BVT 77

Stoff/Parameter	Prozesse/Quellen	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit
SO <sub>2</sub>	Alle Prozesse/Quellen <sup>(?)</sup>	EN 14791	Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 12
Tetrachlormethan	TDI/MDI <sup>(1)</sup>	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 66
TVOC	TDI/MDI	EN 12619	Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 66
	EO (Desorption von CO <sub>2</sub> aus Waschmedium)		Einmal alle 6 Monate <sup>(?)</sup>	BVT 51
	Formaldehyd		Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 45
	Abgas aus der Cumol-Oxidationsanlage bei der Phenolherstellung	EN 12619	Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 57
	Abgas aus anderen Quellen bei der Phenolherstellung, wenn nicht mit anderen Abgasströmen kombiniert		Einmal im Jahr	
	Abgas aus der Oxidationsanlage bei der Herstellung von Wasserstoffperoxid		Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 86
	EDC/VCM		Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 76
	Alle anderen Prozesse/Quellen <sup>(?)</sup>		Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 10
VCM	EDC/VCM	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat <sup>(?)</sup>	BVT 76

<sup>(1)</sup> Eine Überwachung erfolgt, wenn sich aus dem nach den CWW-BVT-Schlussfolgerungen zu führenden Kataster der Abgasströme ergibt, dass der Schadstoff im Abgas vorhanden ist.

<sup>(2)</sup> Bei periodischen Messungen kann die Mindesthäufigkeit der Überwachung auf einmal im Jahr reduziert werden, wenn die Emissionswerte nachweislich eine hinreichende Stabilität aufweisen.

<sup>(3)</sup> Alle (anderen) Prozesse/Quellen, wenn sich aus dem nach den CWW-BVT-Schlussfolgerungen zu führenden Kataster der Abgasströme ergibt, dass der Schadstoff im Abgas vorhanden ist.

<sup>(4)</sup> EN 15058 und der Probenahmezeitraum bedürfen der Anpassung in der Form, dass die gemessenen Werte repräsentativ für den gesamten Entkopplungszyklus sind.

<sup>(5)</sup> EN 13284-1 und der Probenahmezeitraum bedürfen der Anpassung in der Form, dass die gemessenen Werte repräsentativ für den gesamten Entkopplungszyklus sind.

<sup>(6)</sup> Es erfolgt eine Überwachung, sofern Chlor und/oder chlorierte Verbindungen im Abgas vorhanden sind und eine thermische Behandlung vorgenommen wird.

## 1.2. Emissionen in die Luft

### 1.2.1. Emissionen aus Prozessfeuerungen/-öfen in die Luft

BVT 3: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von CO und unverbrannten Bestandteilen aus Prozessfeuerungen/-öfen in die Luft besteht in der Gewährleistung einer optimierten Verbrennung.

Eine optimierte Verbrennung wird erreicht durch ein gutes Design und guten Betrieb der technischen Einrichtung; dies umfasst die Optimierung der Temperatur und der Verweilzeit in der Verbrennungszone, eine effiziente Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft sowie die Verbrennungsregelung. Die Verbrennungsregelung basiert auf der kontinuierlichen Überwachung und der automatischen Regelung geeigneter Verbrennungsparameter (z. B. O<sub>2</sub>, CO, Mischungsverhältnis Brennstoff/Luft und unverbrannte Bestandteile).

BVT 4: Die BVT zur Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von Prozessfeuerungen/-öfen in die Luft besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Auswahl des Brennstoffs	Siehe Abschnitt 12.3 Dies umfasst die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe unter Berücksichtigung der Kohlenwasserstoff-Gesamtbilanz.	Die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe kann bei bestehenden Anlagen durch die Bauart der Brenner eingeschränkt sein.
b.	Gestufte Verbrennung	Brenner mit gestufter Verbrennung erreichen geringere NO <sub>x</sub> -Emissionen durch die Stufung der Luft- oder Brennstoffzugabe im brennernen Bereich. Durch die Verteilung von Brennstoff bzw. Luft wird die Sauerstoffkonzentration in der Primärverbrennungszone des Brenners reduziert, was wiederum in einer Senkung der Spitzentemperaturen der Flammen und einer Verringerung der thermischen NO <sub>x</sub> -Bildung resultiert.	Die Anwendbarkeit kann bei der Aufrüstung kleiner Prozessfeuerungen aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein, wodurch wiederum die Nachrüstung der Brennstoff-/Luftstufung ohne Kapazitätsverringering eingeschränkt wird. Bei bestehenden EDC-Spaltöfen kann die Anwendbarkeit aufgrund der Bauart der Prozessfeuerung eingeschränkt sein.
c.	Rauchgaszirkulation (extern)	Rückführung eines Teils des Rauchgases in den Verbrennungsraum, um einen Teil der frischen Verbrennungsluft zu ersetzen; dies führt zu einer Verminderung des Sauerstoffgehalts und damit der Flammentemperatur.	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Prozessfeuerungen/-öfen aufgrund ihrer Bauart eingeschränkt sein. Nicht anwendbar bei bestehenden EDC-Spaltöfen.
d.	Rauchgaszirkulation (intern)	Rückführung eines Teils des Rauchgases innerhalb des Verbrennungsraums, um einen Teil der frischen Verbrennungsluft zu ersetzen; dies führt zu einer Verminderung des Sauerstoffgehalts und damit der Flammentemperatur.	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Prozessfeuerungen/-öfen aufgrund ihrer Bauart eingeschränkt sein.
e.	NO <sub>x</sub> -armer Brenner ( <i>low-NO<sub>x</sub> burner</i> , LNB) bzw. extrem NO <sub>x</sub> -armer Brenner ( <i>ultra-low-NO<sub>x</sub> burner</i> , ULNB)	Siehe Abschnitt 12.3	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Prozessfeuerungen/-öfen aufgrund ihrer Bauart eingeschränkt sein.
f.	Verwendung inerter Verdünnungsmittel	„Inerte“ Verdünnungsmittel, z. B. Dampf, Wasser, Stickstoff, werden verwendet (entweder indem sie vor der Verbrennung mit dem Brennstoff vorgemischt oder direkt in den Verbrennungsraum eingedüst werden), um die Flammentemperatur zu reduzieren. Durch Dampfeindüsung können die CO-Emissionen erhöht werden.	Allgemein anwendbar
g.	Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Siehe Abschnitt 12.1	Bei bestehenden Prozessfeuerungen/-öfen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
h.	Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	Siehe Abschnitt 12.1	Bei bestehenden Prozessfeuerungen/-öfen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Temperaturfensters (900-1 050°C) und der für die Reaktion erforderlichen Verweilzeit eingeschränkt sein. Nicht anwendbar bei EDC-Spaltöfen.

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte: siehe Tabelle 2.1 und Tabelle 10.1.

BVT 5: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Staubemissionen aus Prozessfeuerungen/-öfen in die Luft besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Auswahl des Brennstoffs	Siehe Abschnitt 12.3. Dies umfasst die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe unter Berücksichtigung der Kohlenwasserstoff-Gesamtbilanz.	Die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe kann bei bestehenden Anlagen durch die Bauart der Brenner eingeschränkt sein.
b.	Zerstäubung von Flüssigbrennstoffen	Einsatz von hohem Druck zur Verringerung der Tröpfchengröße von Flüssigbrennstoff. Die Auslegung der aktuellen optimierten Brenner umfasst generell eine Dampferstäubung.	Allgemein anwendbar
c.	Gewebe-, Keramik- oder Metallfilter	Siehe Abschnitt 12.1	Nicht anwendbar bei der Verbrennung von ausschließlich gasförmigen Brennstoffen

BVT 6: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Prozessfeuerungen/-öfen in die Luft besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Auswahl des Brennstoffs	Siehe Abschnitt 12.3. Dies umfasst die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe unter Berücksichtigung der Kohlenwasserstoff-Gesamtbilanz.	Die Umstellung von flüssigen auf gasförmige Brennstoffe kann bei bestehenden Anlagen durch die Bauart der Brenner eingeschränkt sein.
b.	Alkalische Wäsche	Siehe Abschnitt 12.1	Die Anwendbarkeit kann aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.

#### 1.2.2. Emissionen aus der SCR bzw. SNCR in die Luft

BVT 7: Die BVT zur Verminderung der Emissionen in die Luft von Ammoniak aus der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) bzw. der nicht-selektiven katalytischen Reduktion (SNCR) zur Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen besteht in der Optimierung der Auslegung und/oder des Betriebs der SCR- bzw. der SNCR-Anlage (z. B. optimiertes Reagens-NO<sub>x</sub>-Verhältnis, homogene Verteilung des Reagens und optimale Größe der Reagenstropfen).

BVT-assozierte Emissionswerte für Emissionen von einem Spaltofen für kurzkettige Olefine bei Anwendung der SCR bzw. SNCR: Tabelle 2.1.

#### 1.2.3. Emissionen aus anderen Prozessen/Quellen in die Luft

##### 1.2.3.1. Techniken zur Verminderung von Emissionen aus anderen Prozessen/Quellen

BVT 8: Die BVT zur Verminderung der Schadstofffracht, die der Abgasendbehandlung zugeführt wird, und zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken für Prozessabgasströme.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Rückgewinnung und Verwendung des Wasserstoffüberschusses oder des erzeugten Wasserstoffes	Rückgewinnung und Verwendung des Wasserstoffüberschusses oder des bei chemischen Reaktionen erzeugten Wasserstoffes (z. B. für Hydrierungsreaktionen). Zur Erhöhung des Wasserstoffgehalts können Rückgewinnungstechniken wie die Druckwechseladsorption oder das Membrantrennverfahren zum Einsatz kommen.	Die Anwendbarkeit kann dort eingeschränkt sein, wo der Energieaufwand für eine Rückgewinnung durch einen niedrigen Wasserstoffgehalt übermäßig hoch ist oder wo es keinen Bedarf für Wasserstoff gibt

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
b.	Rückgewinnung und Verwendung organischer Lösemittel und nicht umgesetzter organischer Rohstoffe	Es können Rückgewinnungstechniken wie Verdichtung, Kondensation, kryogene Kondensation, Membrantrennverfahren und Adsorption angewendet werden. Die Wahl der Technik kann von Sicherheitserwägungen beeinflusst werden, z. B. dem Vorhandensein anderer Stoffe oder Verunreinigungen.	Die Anwendbarkeit kann dort eingeschränkt sein, wo der Energieaufwand für eine Rückgewinnung durch einen niedrigen Gehalt an organischen Stoffen übermäßig hoch ist.
c.	Verwendung von Abluft	Die große Menge an Abluft aus Oxidationsreaktionen wird behandelt und als Stickstoff von niedriger Reinheit verwendet.	Nur anwendbar, sofern Einsatzmöglichkeiten für Stickstoff von niedriger Reinheit bestehen, die nicht die Sicherheit des Prozesses gefährden
d.	Rückgewinnung von HCl durch Nasswäsche zur weiteren Nutzung	Gasförmiges HCl wird mithilfe eines Nasswäschers in Wasser absorbiert; darauf kann eine Reinigung (z. B. mittels Adsorption) und/oder Aufkonzentration (z. B. mittels Destillation) folgen (eine Beschreibung der Technik ist in Abschnitt 12.1 zu finden). Das zurückgewonnene HCl wird dann verwendet (z. B. als Säure oder zur Herstellung von Chlor).	Die Anwendbarkeit kann im Falle von geringen HCl-Frachten eingeschränkt sein.
e.	Rückgewinnung von H <sub>2</sub> S durch regenerative Aminwäsche zur weiteren Nutzung	Die regenerative Aminwäsche wird zur Rückgewinnung von H <sub>2</sub> S aus Prozessabgasströmen und aus den sauren Abgasen von Sauerwasserstrierern angewendet. H <sub>2</sub> S wird dann in der Regel in einer Schwefelrückgewinnungsanlage in einer Raffinerie (Claus-Prozess) in elementarem Schwefel umgewandelt.	Nur anwendbar, wenn sich in der Nähe eine Raffinerie befindet
f.	Techniken zur Reduzierung des Mitrisses (Austrags) von Feststoffen und/oder Flüssigkeiten	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

BVT 9: Die BVT zur Verminderung der Schadstofffracht, die der Abgasendbehandlung zugeführt wird, und zur Erhöhung der Energieeffizienz besteht in der Zuführung von Prozessabgasströmen mit ausreichendem Heizwert in eine Feuerungsanlage. BVT 8a und 8b haben Vorrang vor der Einleitung von Prozessabgasströmen in eine Feuerungsanlage.

*Anwendbarkeit:*

Die Einleitung von Prozessabgasströmen in eine Feuerungsanlage kann aufgrund des Vorhandenseins von Verunreinigungen oder aufgrund von Sicherheitserwägungen eingeschränkt sein.

BVT 10: Die BVT zur Verminderung gefasster Emissionen organischer Verbindungen in die Luft besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1. Die Technik wird im Allgemeinen in Kombination mit weiteren Minderungstechniken angewendet.	Allgemein anwendbar

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
b.	Adsorption	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
c.	Nasswäsche	Siehe Abschnitt 12.1	Nur anwendbar bei flüchtigen organischen Verbindungen, die in wässrigen Lösungen absorbiert werden können
d.	Katalytische Oxidation/Katalytische Nachverbrennung	Siehe Abschnitt 12.1	Die Anwendbarkeit kann aufgrund des Vorhandenseins von Katalysatorgiften eingeschränkt sein.
e.	Thermische Oxidation/Thermische Nachverbrennung	Siehe Abschnitt 12.1. Anstelle einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung kann eine Verbrennungsanlage für die kombinierte Behandlung von flüssigen Abfällen und Abgas eingesetzt werden.	Allgemein anwendbar

BVT 11: Die BVT zur Verminderung gefasster Staubemissionen in die Luft besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Zyklon	Siehe Abschnitt 12.1. Diese Technik wird in Kombination mit weiteren Minderungstechniken angewendet.	Allgemein anwendbar
b.	Elektrostatischer Abscheider (Elektrofilter)	Siehe Abschnitt 12.1	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs oder aufgrund von Sicherheitsabwägungen eingeschränkt sein.
c.	Gewebefilter	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
d.	Zweistufiger Staubfilter	Siehe Abschnitt 12.1	
e.	Keramik-/Metallfilter	Siehe Abschnitt 12.1	
f.	Nasswäsche von Staub	Siehe Abschnitt 12.1	

BVT 12: Die BVT zur Verminderung der Emission von Schwefeldioxid und anderen sauren Gasen (z. B. HCl) besteht in der Anwendung der Nasswäsche.

*Beschreibung:*

Die Nasswäsche wird in Abschnitt 12.1 beschrieben.

#### 1.2.3.2. Techniken zur Verminderung von Emissionen aus einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung

BVT 13: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von NO<sub>x</sub>, CO und SO<sub>2</sub> aus der Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung in die Luft besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Hauptzielschadstoff	Anwendbarkeit
a.	Entfernung hoher Gehalte an NO <sub>x</sub> -Vorläufersubstanzen aus den Prozessabgasströmen	Entfernung (wenn möglich zwecks Wiederverwendung) hoher Gehalte an NO <sub>x</sub> -Vorläufersubstanzen im Vorfeld der thermischen Behandlung, z. B. durch Wäsche, Kondensation oder Adsorption.	NO <sub>x</sub>	Allgemein anwendbar

Technik		Beschreibung	Hauptzielschadstoff	Anwendbarkeit
b.	Auswahl des (Zusatz-) Brennstoffs	Siehe Abschnitt 12.3	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>	Allgemein anwendbar
c.	NO <sub>x</sub> -arme Brenner (Low-NO <sub>x</sub> burner LNB)	Siehe Abschnitt 12.1	NO <sub>x</sub>	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund von Beschränkungen hinsichtlich der Bauart und/oder des Betriebs eingeschränkt sein.
d.	Regenerative thermische Oxidation (RTO)/Regenerative Nachverbrennung (RNV)	Siehe Abschnitt 12.1	NO <sub>x</sub>	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund von Beschränkungen hinsichtlich der Bauart und/oder des Betriebs eingeschränkt sein.
e.	Optimierung der Verbrennung	Design und Betriebstechniken zur Maximierung der Beseitigung organischer Verbindungen bei gleichzeitiger Minimierung der Emissionen von CO und NO <sub>x</sub> in die Luft (z. B. durch Regelung der Verbrennungsparameter wie etwa Temperatur und Verweilzeit).	CO, NO <sub>x</sub>	Allgemein anwendbar
f.	Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Siehe Abschnitt 12.1	NO <sub>x</sub>	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
g.	Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	Siehe Abschnitt 12.1	NO <sub>x</sub>	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund der für die Reaktion erforderlichen Verweilzeit eingeschränkt sein.

### 1.3. Emissionen in Gewässer

BVT 14: Die BVT zur Verminderung der Abwassermenge, der Schadstofffrachten, die einer geeigneten Endbehandlung (in der Regel einer biologischen Behandlung) zugeführt werden, sowie der Emissionen in Gewässer besteht in einer integrierten Strategie für das Abwassermanagement und die Abwasserbehandlung, die eine geeignete Kombination von prozessintegrierten Techniken, Techniken zur Rückgewinnung von Schadstoffen an der Quelle sowie Techniken zur Abwasservorbehandlung umfasst und auf Informationen aus dem in den BVT-Schlussfolgerungen des CWW-BVT-Merkblatts beschriebenen Abwasserkataster basiert.

### 1.4. Ressourceneffizienz

BVT 15: Die BVT zur Erhöhung der Ressourceneffizienz bei der Nutzung von Katalysatoren besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung
a.	Auswahl des Katalysators	Auswahl des Katalysators, um ein optimales Gleichgewicht zwischen den folgenden Faktoren zu erzielen: — Katalysatoraktivität;

Technik		Beschreibung
		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Selektivität des Katalysators;</li> <li>— Lebensdauer des Katalysators (z. B. Empfindlichkeit gegenüber Katalysatorgiften);</li> <li>— Verwendung weniger toxischer Metalle.</li> </ul>
b.	Katalysatorschutz	Dem Katalysator vorgeschaltete Techniken, um ihn vor Katalysatorgiften zu schützen (z. B. Rohstoffvorbehandlung)
c.	Prozessoptimierung	Regelung der Reaktorbedingungen (z. B. Temperatur, Druck), um ein optimales Gleichgewicht zwischen Umwandlungseffizienz und Lebensdauer des Katalysators zu erreichen
d.	Überwachung der Katalysatorleistung	Überwachung der Umwandlungseffizienz zur Feststellung des Beginns des Leistungsabfalls des Katalysators anhand geeigneter Parameter (z. B. Reaktionswärme und CO <sub>2</sub> -Bildung im Falle partieller Oxidationsreaktionen)

BVT 16. Die BVT zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Rückgewinnung und Wiederverwendung organischer Lösemittel.

*Beschreibung:*

Organische Lösemittel, die im Rahmen von Prozessen (z. B. chemischen Reaktionen) oder Arbeitsschritten (z. B. Extraktion) zum Einsatz kommen, werden anhand geeigneter Techniken (z. B. Destillation oder Flüssigphasentrennung) zurückgewonnen, erforderlichenfalls gereinigt (z. B. durch Destillation, Adsorption, Stripping oder Filtration) und dem Prozess bzw. Arbeitsschritt wieder zugeführt. Die zurückgewonnene und wiederverwendete Menge ist prozessspezifisch.

#### 1.5. Rückstände

BVT 17: Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung der zu entsorgenden Abfallmenge besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Techniken zur Vermeidung oder Verminderung der Entstehung von Abfall</b>			
a.	Zugabe von Inhibitoren in das Destillationssystem	Auswahl (und Optimierung der Dosierung) von Polymerisationshemmern, die die Bildung von Rückständen (z. B. Harz oder Teer) vermeiden bzw. mindern. Bei der Optimierung der Dosierung ist unter Umständen zu berücksichtigen, dass ein höherer Stickstoff- und/oder Schwefelgehalt in den Rückständen herbeigeführt werden kann, der ihrer Verwendung als Brennstoff möglicherweise entgegensteht.	Allgemein anwendbar
b.	Minimierung der Bildung hochsiedender Rückstände in Destillationssystemen	Techniken zur Verringerung der Temperaturen und Verweilzeiten (z. B. Packungs- statt Bodenkolumnen zur Reduzierung des Druckabfalls und somit der Temperatur; Vakuum statt Atmosphärendruck zur Verringerung der Temperatur)	Nur anwendbar bei neuen Destillationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen



Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Techniken zur Rückgewinnung von Stoffen für die Wiederverwendung oder Wiederverwertung</b>			
c.	Rückgewinnung von Stoffen (z. B. durch Destillation, Cracken)	Stoffe (d. h. Rohstoffe, Produkte und Nebenprodukte) werden mittels Trenntechniken (z. B. Destillation) oder Umwandlung (z. B. thermisches/katalytisches Cracken, Vergasung, Hydrierung) aus Rückständen zurückgewonnen.	Nur anwendbar, sofern Einsatzmöglichkeiten für diese zurückgewonnenen Stoffe bestehen
d.	Regenerierung des Katalysators und des Adsorptionsmittels	Regenerierung des Katalysators und der Adsorptionsmittel, z. B. mittels thermischer oder chemischer Behandlung	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein, sofern die Regenerierung zu erheblichen medienübergreifenden Auswirkungen führt.
<b>Techniken zur Energierückgewinnung</b>			
e.	Verwendung von Rückständen als Brennstoff	Einige organische Rückstände, z. B. Teer, können als Brennstoffe in einer Feuerungsanlage genutzt werden.	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein aufgrund des Vorhandenseins bestimmter Stoffe in den Rückständen, durch die die Rückstände für die Verwendung in einer Feuerungsanlage unbrauchbar werden und somit entsorgt werden müssen.

#### 1.6. Betriebszustände außerhalb des Normalbetriebs

BVT 18: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Emissionen aus Fehlfunktionen technischer Einrichtungen besteht in der Anwendung aller folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
a.	Ermittlung kritischer technischer Einrichtungen	Einrichtungen, die für den Umweltschutz kritisch sind („kritische Einrichtungen“), werden auf der Grundlage einer Risikobewertung ermittelt (z. B. anhand einer Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse).	Allgemein anwendbar
b.	Programm zur Zuverlässigkeit kritischer technischer Einrichtungen	Ein strukturiertes Programm zur Maximierung der Verfügbarkeit und -leistung von Einrichtungen, das standardmäßige Betriebsverfahren, vorbeugende Wartung (z. B. zum Korrosionsschutz), Überwachung, die Aufzeichnung von Zwischenfällen sowie kontinuierliche Verbesserungen umfasst.	Allgemein anwendbar
c.	Backup-Systeme für kritische technische Einrichtungen	Einrichtung und Instandhaltung von Backup-Systemen, z. B. Abgassysteme, Emissionsminderungsvorrichtungen	Nicht anwendbar, wenn sich eine angemessene Verfügbarkeit der Einrichtungen durch die Anwendung von Technik b nachweisen lässt

BVT 19: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Emissionen in die Luft und in Gewässer bei Betriebszuständen außerhalb des Normalbetriebs besteht in der Umsetzung von Maßnahmen, welche der Relevanz potenzieller Schadstoffaustritte angemessen sind:

- i) beim Anfahr- und Abfahrbetrieb;
- ii) in anderen Situationen (z. B. planmäßige und außerordentliche Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Einheiten und/oder am Abgasbehandlungssystem), einschließlich derer, die das ordnungsgemäße Funktionieren der Anlage beeinträchtigen könnten.

## 2. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON KURZKETTIGEN OLEFINEN

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für die Herstellung von kurzkettigen Olefinen mithilfe des Dampfcrackverfahrens; sie gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

## 2.1. Emissionen in die Luft

## 2.1.1. BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen in die Luft aus Spaltöfen für kurzkettige Olefine

Tabelle 2.1

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen von NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> in die Luft aus Spaltöfen für kurzkettige Olefine**

Parameter	BVT-assoziierte Emissionswerte <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) (mg/Nm <sup>3</sup> bei 3 Vol-% O <sub>2</sub> )	
	Neuer Ofen	Bestehender Ofen
NO <sub>x</sub>	60-100	70-200
NH <sub>3</sub>	< 5-15 <sup>(4)</sup>	

<sup>(1)</sup> Werden die Rauchgase von einem oder mehreren Öfen über einen gemeinsamen Schornstein abgeleitet, gilt der BVT-assoziierte Emissionswert für die kombinierte Ableitung über den Schornstein.

<sup>(2)</sup> Die BVT-assoziierten Emissionswerte gelten nicht während des Entkokungsprozesses.

<sup>(3)</sup> Für CO gelten keine BVT-assoziierten Emissionswerte. Als Anhaltspunkt: Die CO-Emissionswerte liegen im Allgemeinen bei 10-50 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum.

<sup>(4)</sup> Die BVT-assoziierten Emissionswerte gelten nur dann, wenn eine SCR bzw. SNCR eingesetzt wird.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 1 angegeben.

## 2.1.2. Techniken zur Verminderung von Emissionen aus der Entkokung

BVT 20: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von Staub und CO aus der Entkokung der Cracker-Rohre in die Luft besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der nachstehenden Techniken zur Verringerung der Häufigkeit der Entkokung und in der Anwendung einer oder einer Kombination der nachstehenden Minderungstechniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
---------	--------------	---------------

**Techniken zur Verringerung der Häufigkeit der Entkokung**

a.	Rohrwerkstoffe, die die Koksbildung verzögern.	Nickel an der Oberfläche der Rohre katalysiert die Koksbildung. Durch den Einsatz von Materialien mit einem geringeren Nickelgehalt oder die Beschichtung der Rohrrinnenflächen mit einem inerten Stoff lässt sich die Koksbildung verringern.	Nur anwendbar bei neuen Einheiten oder wesentlichen Anlagenänderungen
b.	Dotierung des Rohstoff-Einsatzproduktes mit Schwefelverbindungen	Da Nickelsulfide die Bildung von Koks nicht katalysieren, kann auch die Dotierung des Einsatzproduktes mit Schwefelverbindungen, sofern diese nicht bereits in gewünschter Höhe vorhanden sind, dazu beitragen, die Koksbildung zu verringern, da dies die Passivierung der Rohroberfläche fördert.	Allgemein anwendbar

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
c.	Optimierung der thermischen Entkokung	Optimierung der Betriebsbedingungen, d. h. Luftstrom, Temperatur und Dampfgehalt während des gesamten Entkokungszyklus, zur Maximierung der Koksabeseitigung	Allgemein anwendbar
<b>Minderungstechniken</b>			
d.	Nasswäsche von Staub	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
e.	Trockenzyklon	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
f.	Verbrennung von Entkokungsabgas in Prozessfeuerungen/-öfen	Der Entkokungsabgasstrom wird während der Entkokung durch die Prozessfeuerung oder den Prozessofen geleitet, wobei die Kokspartikel (und CO) weiter verbrannt werden.	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Anlagen aufgrund der Auslegung des Rohrleitungssystems oder aufgrund von Brandschutzbeschränkungen eingeschränkt sein.

## 2.2. Emissionen in Gewässer

BVT 21: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Menge an organischen Verbindungen und Abwasser, die der Abwasserbehandlung zugeführt wird, besteht in der Maximierung der Rückgewinnung von Kohlenwasserstoffen aus dem Quenchwasser der ersten Stufe der Fraktionierung und dessen Wiederverwendung im Prozessdampferzeugungssystem.

### Beschreibung:

Die Technik besteht in der Gewährleistung einer effektiven Trennung organischer und wässriger Phasen. Die zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffe werden wieder in den Cracker zurückgeführt oder als Rohstoffe in anderen chemischen Prozessen verwendet. Die Rückgewinnung der organischen Verbindungen kann verstärkt werden, beispielsweise durch Dampf- oder Gas-Strippen oder den Einsatz eines Verdampfers. Behandeltes Quenchwasser wird innerhalb des Prozessdampferzeugungssystems wiederverwendet. Ein Teil des Quenchwassers wird ausgeschleust, um die Anreicherung von Salzen im System zu verhindern, und der nachgelagerten Abwasserendbehandlung zugeführt.

BVT 22: Es ist BVT, die organische Fracht, die der Abwasserbehandlung zugeführt wird und aus der verbrauchten alkalischen Waschflüssigkeit stammt, die bei der Beseitigung von H<sub>2</sub>S aus den Spaltgasen anfällt, durch Strippen zu verringern.

### Beschreibung:

Eine Beschreibung des Strippens ist in Abschnitt 12.2 zu finden. Zum Strippen der alkalischen Waschflüssigkeit wird ein Gasstrom genutzt, der im Anschluss verbrannt wird (z. B. im Spaltofen).

BVT 23: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der der Abwasserbehandlung zugeführten Menge an Sulfiden, die aus der verbrauchten alkalischen Waschflüssigkeit stammt, die bei der Beseitigung saurer Gase aus den Spaltgasen anfällt, besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Schwefelarme Cracker-Einsatzstoffe	Einsatz von Rohstoffen, die einen geringen Schwefelgehalt haben oder entschwefelt wurden	Die Anwendbarkeit kann im Fall einer erforderlichen Schwefeldotierung zur Reduzierung der Koksabildung eingeschränkt sein.
b.	Maximierung der Anwendung der Aminwäsche zur Beseitigung saurer Gase	Die Wäsche der Spaltgase mit einem regenerativen (Amin-) Lösemittel zur Beseitigung saurer Gase, vorwiegend H <sub>2</sub> S, zur Verringerung der Belastung des nachgelagerten alkalischen Wäschers	Nicht anwendbar, wenn sich der Cracker für kurzketten Olefine weit weg von einer Schwefelrückgewinnungsanlage (SRU) befindet. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund der Kapazität der SRU eingeschränkt sein.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
c.	Oxidation	Oxidation von Sulfiden in der verbrauchten Waschflüssigkeit zu Sulfaten, z. B. unter Verwendung von Luft bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur (luftgestützte Nassoxidation) oder eines Oxidationsmittels wie etwa Wasserstoffperoxid	Allgemein anwendbar

### 3. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON AROMATEN

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für die Herstellung von Benzol, Toluol, Ortho-, Meta- und Para-Xylol (allgemein bekannt als BTX-Aromate) sowie von Cyclohexan aus dem Nebenprodukt Pyrolysebenzin (Pygas) von Dampfcrackern und aus in katalytischen Reformern hergestelltem Reformat/Naphtha; sie gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

#### 3.1. Emissionen in die Luft

BVT 24: Die BVT zur Verminderung der organischen Fracht aus Prozessabgasen, die der Abgasendbehandlung zugeführt werden, und zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Rückgewinnung organischer Stoffe unter Anwendung von BVT 8 Buchstabe b oder, sofern dies nicht möglich ist, in der Rückgewinnung von Energie aus diesen Prozessabgasen (siehe auch BVT 9).

BVT 25: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von Staub und organischen Verbindungen aus der Regenerierung von Hydrierkatalysatoren in die Luft besteht in der Einleitung des Prozessabgases aus der Katalysatorregenerierung in ein geeignetes Behandlungssystem.

##### Beschreibung:

Das Prozessabgas wird zuerst Nass- oder Trocken-Entstaubungseinrichtungen zugeführt, um Staub abzuscheiden, und dann in eine Feuerungsanlage oder Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung eingeleitet, um organische Verbindungen zu beseitigen, damit direkte Emissionen in die Luft oder Abfackelung vermieden werden. Der Einsatz von Entkokungsbehältern alleine ist nicht ausreichend.

#### 3.2. Emissionen in Gewässer

BVT 26: Die BVT zur Verminderung der Menge an organischen Verbindungen und Abwasser, die der Abwasserbehandlung aus Anlagen zur Aromatenextraktion zugeführt wird, besteht entweder in der Verwendung trockener Lösemittel oder, im Falle nasser Lösemittel, in der Verwendung eines geschlossenen Systems für die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Wasser.

BVT 27: Die BVT zur Verminderung der Abwassermenge und der organischen Fracht, die der Abwasserbehandlung zugeführt wird, besteht in einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Wasserfreie Vakuumerzeugung	Einsatz mechanischer Pumpensysteme in einem Verfahren mit geschlossenem Kreislauf, wobei nur eine kleine Menge an Wasser als Abschlammung abgeleitet wird, oder Einsatz von Trockenläuferpumpen. In einigen Fällen kann die abwasserfreie Vakuumerzeugung durch Verwendung des Produkts als Sperrflüssigkeit in einer mechanischen Vakuumpumpe oder durch die Verwendung eines Gasstroms aus dem Herstellungsprozess erreicht werden.	Allgemein anwendbar

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
b.	Trennung der Abwasserströme an der Quelle	Abwässer aus Aromatenanlagen werden vom Abwasser aus anderen Quellen getrennt gehalten, um die Rückgewinnung von Rohstoffen oder Produkten zu ermöglichen.	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund von standortspezifischen Entwässerungssystemen eingeschränkt sein.
c.	Flüssigphasentrennung mit Rückgewinnung von Kohlenwasserstoffen	Trennung organischer und wässriger Phasen mittels einer geeigneten Konstruktion und Betriebsweise (z. B. hinreichende Verweilzeit, Detektion und Kontrolle der Phasengrenzen), um das Mitreißen ungelöster organischer Stoffe zu verhindern	Allgemein anwendbar
d.	Strippen mit Rückgewinnung von Kohlenwasserstoffen	Siehe Abschnitt 12.2. Strippen kann bei einzelnen oder zusammengeführten Strömen zum Einsatz kommen.	Die Anwendbarkeit kann bei einer geringen Konzentration der Kohlenwasserstoffe eingeschränkt sein.
e.	Wiederverwendung von Wasser	Nach dem Strippen kann Wasser als Prozess- oder Kesselspeisewasser verwendet werden, bei manchen Abwasserströmen erst nach weitergehender Behandlung, und ersetzt so andere Wasserquellen.	Allgemein anwendbar

### 3.3. Ressourceneffizienz

BVT 28: Zur effizienten Nutzung von Ressourcen besteht die BVT darin, den größtmöglichen Anteil des z. B. bei Dealkylierungsreaktionen anfallenden Wasserstoffs, unter Anwendung von BVT 8 Buchstabe a, als chemisches Reagens oder Brennstoff zu verwenden, oder, sofern dies nicht möglich ist, Energie aus diesen Prozessgasen zurückzugewinnen (siehe BVT 9).

### 3.4. Energieeffizienz

BVT 29: Die BVT zur effizienten Nutzung von Energie bei der Destillation besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Optimierung der Destillation	Für jede Destillationskolonne wird Folgendes optimiert: die Zahl der Destillationsböden, das Rücklaufverhältnis, der Einspeisepunkt und bei der Extraktivdestillation das Verhältnis von Lösemittel und Zulauf.	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund des Designs, der Platzverhältnisse und/oder aufgrund von betrieblichen Beschränkungen eingeschränkt sein.
b.	Rückgewinnung von Wärme aus Gasströmen am Kolonnenkopf	Wiederverwendung der Kondensationswärme aus den Toluol- und Xylol-Destillationskolonnen zur Wärmeversorgung andernorts in der Anlage	

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
c. Kombinierte (Single) Extraktivdestillationskolonne	In einem konventionellen Extraktivdestillationssystem bedarf die Trennung zweier aufeinanderfolgender Separationsschritte (d. h. Hauptdestillationskolonne mit Seitenkolonne oder Stripper). In einer kombinierten Extraktivdestillationskolonne erfolgt die Abtrennung des Lösemittels in einer kleineren Destillationskolonne, die in den Kolonnenmantel der ersten Kolonne integriert ist.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen. Die Anwendbarkeit kann bei Einheiten mit geringerer Kapazität eingeschränkt sein, da die Funktionsfähigkeit dadurch beschränkt wird, dass mehrere Arbeiten in einer Einrichtung ausgeführt werden.
d. Trennwandkolonne	In einem konventionellen Destillationssystem erfordert die Trennung eines Dreistoffgemisches in seine Reifractionen eine direkte Hintereinanderschaltung von mindestens zwei Destillationskolonnen (oder Hauptkolonnen mit Seitenkolonnen). Mit einer Trennwandkolonne kann die Trennung in nur einem Apparat erfolgen.	
e. Thermisch gekoppelte Destillation	Erfolgt die Destillation in zwei Kolonnen, ist eine Kopplung der Energieströme in beiden Kolonnen möglich. Der Dampf vom Kopf der ersten Kolonne wird einem Wärmetauscher zugeführt, der sich am Fuß der zweiten Kolonne befindet.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen. Die Anwendbarkeit hängt von der Anordnung der Destillationskolonnen sowie den Prozessbedingungen (z. B. Betriebsdruck) ab.

### 3.5. Rückstände

BVT 30: Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung der zu entsorgenden Menge an verbrauchter Tonerde besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a. Selektive Hydrierung von Reformat oder Pygas	Reduzierung des Olefingehalts von Reformat oder Pygas durch Hydrierung. Vollständig hydrierte Rohstoffe führen zu längeren Betriebszyklen der Tonerde-Behandlungsanlagen.	Nur anwendbar bei Anlagen, die Rohstoffe mit hohem Olefingehalt verwenden
b. Auswahl des Tonerdematerials	Verwendung eines Tonerdematerials mit möglichst langer Lebensdauer unter den gegebenen Bedingungen (d. h. mit Oberflächen-/Struktureigenschaften, die die Länge des Betriebszyklus erhöhen) oder Verwendung eines synthetischen Materials, das dieselbe Funktion wie Tonerde hat, aber regenerierbar ist	Allgemein anwendbar

### 4. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON EHTYLBENZOL UND STYROL-MONOMER

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für die Herstellung von Ethylbenzol entweder mittels des Zeolith- oder des  $AlCl_3$ -katalysierten Alkylierungsprozesses sowie für die Herstellung von Styrol-Monomer entweder durch Ethylbenzol-Dehydrierung oder Kuppelproduktion mit Propylenoxid; sie gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

#### 4.1. **Prozessauswahl**

BVT 31: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Emissionen organischer Verbindungen und saurer Gase in die Luft, der Entstehung von Abwasser sowie der zu entsorgenden Menge an Abfall aus der Alkylierung von Benzol mit Ethylen besteht bei neuen Anlagen und bei wesentlichen Anlagenänderungen in der Anwendung des Zeolith-Katalysatorverfahrens.

#### 4.2. **Emissionen in die Luft**

BVT 32: Die BVT zur Reduzierung der HCl-Fracht, die der Abgasendbehandlung aus der Alkylierungsanlage im  $\text{AlCl}_3$ -katalysierten Ethylbenzol-Herstellungsprozess zugeführt wird, besteht in der alkalischen Wäsche.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der alkalischen Wäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden.

*Anwendbarkeit:*

Nur anwendbar bei bestehenden Anlagen, in denen der  $\text{AlCl}_3$ -katalysierte Ethylbenzol-Herstellungsprozess angewendet wird.

BVT 33: Die BVT zur Reduzierung der Staub- und HCl-Fracht, die der Abgasendbehandlung aus den Katalysator-austauscharbeiten im  $\text{AlCl}_3$ -katalysierten Ethylbenzol-Herstellungsprozess zugeführt wird, besteht in der Nasswäsche und dann in der Verwendung der verbrauchten Waschflüssigkeit als Waschwasser in dem Wäscher, der dem Alkylierungsreaktor nachgelagert ist.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Nasswäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden.

BVT 34: Die BVT zur Verringerung der organischen Fracht, die der Abgasendbehandlung aus der Oxidationsanlage im SMPO-Herstellungsprozess zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Techniken zur Reduzierung des Mittrisses von Flüssigkeiten	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
b.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
c.	Adsorption	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
d.	Wäsche	Siehe Abschnitt 12.1. Die Wäsche erfolgt unter Verwendung eines geeigneten Lösemittels (z. B. gekühltes, zurückgeführtes Ethylbenzol) zur Absorption von Ethylbenzol, das dem Reaktor zurückgeführt wird.	Bei bestehenden Anlagen kann die Verwendung des zurückgeführten Ethylbenzol-Stroms aufgrund des Anlagendesigns eingeschränkt sein.

BVT 35: Die BVT zur Verminderung der Emissionen organischer Verbindungen in die Luft aus der Einrichtung zur Hydrierung von Acetophenon im Rahmen des SMPO-Herstellungsprozesses bei Betriebszuständen außerhalb des Normalbetriebs (wie etwa beim Anfahrbetrieb) besteht in der Zuführung des Prozessabgases in ein geeignetes Behandlungssystem.

#### 4.3. **Emissionen in Gewässer**

BVT 36: Die BVT zur Verringerung des Abwasseranfalls bei der Dehydrierung von Ethylbenzol und zur Maximierung der Rückgewinnung organischer Verbindungen besteht in einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Optimierte Flüssigphasentrennung	Trennung organischer und wässriger Phasen mittels einer geeigneten Auslegung und Betriebsweise (z. B. hinreichende Verweilzeit, Detektion und Kontrolle der Phasengrenzen), um das Mitreißen ungelöster organischer Stoffe zu verhindern	Allgemein anwendbar
b.	Dampf-Strippen	Siehe Abschnitt 12.2	Allgemein anwendbar
c.	Adsorption	Siehe Abschnitt 12.2	Allgemein anwendbar
d.	Wiederverwendung von Wasser	Kondensate aus der Reaktion können nach dem Dampf-Strippen (siehe Technik b) und der Adsorption (siehe Technik c) als Prozesswasser oder als Kesselspeisewasser verwendet werden.	Allgemein anwendbar

BVT 37: Die BVT bei der Herstellung von SMPO zur Verminderung der Emissionen organischer Peroxide aus der Oxidationsanlage in Gewässer und zum Schutz der nachgelagerten biologischen Abwasserbehandlungsanlage besteht in der Vorbehandlung von Abwasser, das organische Peroxide enthält, mittels Hydrolyse, bevor es mit anderen Abwasserströmen vermischt und der biologischen Endbehandlung zugeführt wird.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Hydrolyse ist in Abschnitt 12.2 zu finden.

#### 4.4. Ressourceneffizienz

BVT 38: Die BVT zur Rückgewinnung organischer Verbindungen aus der Dehydrierung von Ethylbenzol vor der Wasserstoffrückgewinnung (siehe BVT 39) besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
b.	Wäsche	Siehe Abschnitt 12.1. Das Absorptionsmittel besteht aus kommerziellen organischen Lösemitteln (oder Teer aus Ethylbenzolanlagen) (siehe BVT 42 Buchstabe b). Flüchtige organische Verbindungen werden mittels Strippen der Waschflüssigkeit rückgewonnen.	

BVT 39: Die BVT zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Rückgewinnung des bei der Ethylbenzol-Dehydrierung anfallenden Wasserstoffs und in seiner Verwendung als chemisches Reagens oder in der Verbrennung des Dehydrierungsabgases als Brennstoff (z. B. im Dampfüberhitzer).

BVT 40: Die BVT zur Erhöhung der Ressourceneffizienz der Einrichtung zur Hydrierung von Acetophenon im SMPO-Herstellungsprozess besteht in der Minimierung des Wasserstoffüberschusses oder im Recycling von Wasserstoff unter Anwendung von BVT 8 Buchstabe a. Ist BVT 8 Buchstabe a nicht anwendbar, besteht die BVT in der Energierückgewinnung (siehe BVT 9).

#### 4.5. Rückstände

BVT 41: Die BVT zur Verringerung der zu entsorgenden Abfallmenge aus der Neutralisation von verbrauchtem Katalysator im  $\text{AlCl}_3$ -katalysierten Ethylbenzol-Herstellungsprozess besteht darin, verbliebene organische Verbindungen mittels Strippen zurückzugewinnen und dann die wässrige Phase aufzukonzentrieren, sodass ein verwertbares Nebenprodukt ( $\text{AlCl}_3$ ) erzeugt wird.



*Beschreibung:*

Zuerst werden flüchtige organische Verbindungen durch Dampf-Strippen entfernt; danach wird die verbrauchte Katalysatorlösung durch Verdampfung konzentriert, um ein verwertbares  $AlCl_3$ -Nebenprodukt zu erzeugen. Die Dampfphase wird kondensiert, um eine HCl-Lösung zu erzeugen, die in den Prozess zurückgeführt wird.

BVT 42: Die BVT zur Verminderung der zu entsorgenden Menge an Teerabfall aus der Destillationsanlage der Ethylbenzol-Herstellung besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Rückgewinnung von Stoffen (z. B. durch Destillation, Cracken)	Siehe BVT 17 Buchstabe c	Nur anwendbar, sofern Einsatzmöglichkeiten für diese zurückgewonnenen Stoffe bestehen
b.	Verwendung von Teer als Absorptionsmittel für die Wäsche	Siehe Abschnitt 12.1. Verwendung von Teer als Absorptionsmittel in den bei der Styrolmonomer-Herstellung durch Ethylbenzol-Dehydrierung eingesetzten Wäschern anstelle von kommerziellen organischen Lösemitteln (siehe BVT 38 Buchstabe b). In welchem Ausmaß Teer verwendet werden kann, hängt von der Wäscherkapazität ab.	Allgemein anwendbar
c.	Verwendung von Teer als Brennstoff	Siehe BVT 17 Buchstabe e	Allgemein anwendbar

BVT 43: Die BVT zur Reduzierung der Bildung von Koks (der sowohl ein Katalysatorgift als auch ein Abfallstoff ist) in Einrichtungen zur Herstellung von Styrol durch Ethylbenzol-Dehydrierung besteht im Betreiben bei dem geringstmöglichen Druck, der sicher und technisch möglich ist.

BVT 44: Die BVT zur Verringerung der zu entsorgenden Menge organischer Rückstände aus der Herstellung von Styrolmonomer, einschließlich seiner Kuppelproduktion mit Propylenoxid, besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Zugabe von Inhibitoren in das Destillationssystem	Siehe BVT 17 Buchstabe a	Allgemein anwendbar
b.	Minimierung der Bildung hochsiedender Rückstände in Destillationssystemen	Siehe BVT 17 Buchstabe b	Nur anwendbar bei neuen Destillationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
c.	Verwendung von Rückständen als Brennstoff	Siehe BVT 17 Buchstabe e	Allgemein anwendbar

## 5. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON FORMALDEHYD

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

5.1. **Emissionen in die Luft**

BVT 45: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen in die Luft aus der Formaldehyd-Herstellung und zur effizienten Nutzung von Energie besteht in der Anwendung einer der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Zuführung des Abgasstroms in eine Feuerungsanlage	Siehe BVT 9	Nur auf das Silberverfahren anwendbar
b.	Katalytische Oxidation/Katalytische Nachverbrennung mit Energierückgewinnung	Siehe Abschnitt 12.1. Energie wird als Dampf zurückgewonnen.	Nur auf das Metalloxid-Verfahren anwendbar. Die technischen Möglichkeiten der Energierückgewinnung können in kleinen eigenständigen Anlagen eingeschränkt sein.
c.	Thermische Oxidation/Thermische Nachverbrennung mit Energierückgewinnung	Siehe Abschnitt 12.1. Energie wird als Dampf zurückgewonnen.	Nur auf das Silberverfahren anwendbar

Tabelle 5.1

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen von TVOC und Formaldehyd aus der Formaldehyd-Herstellung in die Luft**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) (mg/Nm <sup>3</sup> , keine Korrektur des Sauerstoffgehalts)
TVOC	< 5-30 <sup>(1)</sup>
Formaldehyd	2-5

<sup>(1)</sup> Die unteren Werte können durch Einsatz einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung im Silberverfahren erzielt werden.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

5.2. **Emissionen in Gewässer**

BVT 46: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Abwassermenge (z. B. aus Reinigungsvorgängen, Überläufen/Leckagen und Kondensaten) und der organischen Fracht, die der weiteren Abwasserbehandlung zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Wiederverwendung von Wasser	Wässrige Ströme (z. B. aus Reinigungsvorgängen, Überläufen/Leckagen und Kondensaten) werden vorwiegend zum Einstellen der Formaldehydkonzentration im Produkt in den Prozess zurückgeführt. In welchem Ausmaß Wasser wiederverwendet werden kann, hängt von der gewünschten Formaldehyd-Konzentration ab.	Allgemein anwendbar
b.	Chemische Vorbehandlung	Umwandlung von Formaldehyd in andere weniger toxische Stoffe, z. B. durch Zugabe von Natriumsulfit oder durch Oxidation	Nur anwendbar bei Abwässern, die aufgrund ihres Formaldehyd-Gehalts negative Auswirkungen auf die nachgelagerte biologische Abwasserbehandlung haben könnten

5.3. **Rückstände**

BVT 47: Die BVT zur Verminderung der zu entsorgenden Menge paraformaldehydhaltiger Abfälle besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Minimierung der Bildung von Paraformaldehyd	Die Bildung von Paraformaldehyd wird durch Verbesserungen bei der Wärmezufuhr, der Wärmedämmung und der Strömungszirkulation minimiert.	Allgemein anwendbar
b.	Rückgewinnung von Stoffen	Paraformaldehyd wird durch Lösen in heißem Wasser zurückgewonnen, wobei es eine Hydrolyse und Depolymerisation durchläuft, wodurch eine Formaldehyd-Lösung entsteht; es kann aber auch direkt in anderen Prozessen wiederverwendet werden.	Nicht anwendbar, wenn das zurückgewonnene Paraformaldehyd aufgrund seiner Kontamination nicht verwendet werden kann
c.	Verwendung von Rückständen als Brennstoff	Paraformaldehyd wird zurückgewonnen und als Brennstoff verwendet.	Nur anwendbar, wenn die Anwendung von Technik b nicht möglich ist

## 6. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON ETHYLENOXID UND ETHYLENGLYKOLEN

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

6.1. **Prozessauswahl**

BVT 48: Die BVT zur Senkung des Verbrauchs von Ethylen und zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen und CO<sub>2</sub> in die Luft besteht bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen in der Verwendung von Sauerstoff anstelle von Luft für die direkte Oxidation von Ethylen zu Ethylenoxid.

6.2. **Emissionen in die Luft**

BVT 49: Die BVT zur Rückgewinnung von Ethylen und Energie und zur Verminderung der Emissionen organischer Verbindungen aus der EO-Anlage in die Luft besteht in der Anwendung der beiden folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
<b>Techniken zur Rückgewinnung organischer Stoffe für die Wiederverwendung oder Wiederverwertung</b>			
a.	Anwendung der Druckwechseladsorption oder von Membrantrennverfahren zur Rückgewinnung von Ethylen aus der Inertgaspülung	Bei der Druckwechseladsorption werden die Moleküle des Zielgases (in diesem Fall Ethylen) auf einem Festkörper (z. B. Molekularsieb) bei hohem Druck adsorbiert und anschließend in konzentrierter Form bei geringerem Druck zur Wiederverwendung oder Wiederverwertung desorbiert.  Membrantrennverfahren: siehe Abschnitt 12.1.	Die Anwendbarkeit kann dort eingeschränkt sein, wo der Energieaufwand durch einen niedrigen Ethylen-Massenstrom übermäßig hoch ist.
<b>Techniken zur Energierückgewinnung</b>			
b.	Zuführung des Inertgaspülstroms in eine Feuerungsanlage	Siehe BVT 9	Allgemein anwendbar

BVT 50: Die BVT zur Senkung des Verbrauchs von Ethylen und Sauerstoff und zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der EO-Anlage in die Luft besteht in einer Kombination der Techniken in BVT 15 und in der Verwendung von Inhibitoren.

*Beschreibung:*

Die Zugabe kleiner Mengen eines chlororganischen Inhibitors (wie etwa Ethylchlorid oder Dichlorethan) in den Reaktorlauf erfolgt, um den Anteil des vollständig zu Kohlendioxid oxidierten Ethylens zu verringern. Geeignete Parameter für die Überwachung der Katalysatorleistung sind unter anderem die Reaktionswärme und die CO<sub>2</sub>-Bildung pro Tonne zugeführtem Ethylen.

BVT 51: Die BVT zur Verminderung der Emissionen organischer Verbindungen aus der Desorption von CO<sub>2</sub> aus dem in der EO-Anlage eingesetzten Waschmedium in die Luft besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Prozessintegrierte Techniken</b>			
a.	Gestufte CO <sub>2</sub> -Desorption	Die Technik besteht aus einer zweistufigen anstelle einer einstufigen Durchführung der Druckentlastung, die erforderlich ist, um das Absorptionsmedium von Kohlendioxid zu befreien. Dies ermöglicht, zunächst einen kohlenwasserstoffreichen Strom zur potenziellen Rückführung abzutrennen, womit ein relativ sauberer Kohlendioxidstrom zur weiteren Behandlung verbleibt.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
<b>Minderungstechniken</b>			
b.	Katalytische Oxidation/Katalytische Nachverbrennung	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
c.	Thermische Oxidation/Katalytische Nachverbrennung	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

Tabelle 6.1

**BVT-assoziierter Emissionswert für Emissionen von organischen Verbindungen aus der Desorption von CO<sub>2</sub> aus dem in der EO-Anlage eingesetzten Waschmedium in die Luft**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert
TVOC	1-10 g/t hergestelltem EO <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Der BVT-assozierte Emissionswert wird als Mittelwert der in einem Jahr gemessenen Werte angegeben.

<sup>(2)</sup> Bei einem erheblichen Methangehalt im Abgas wird der gemäß EN ISO 25140 bzw. EN ISO 25139 gemessene Methangehalt vom Ergebnis abgezogen.

<sup>(3)</sup> „Hergestelltes EO“ ist als Summe von für den Verkauf und als Zwischenprodukt hergestelltem EO definiert.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

BVT 52: Die BVT zur Verminderung der EO-Emissionen in die Luft besteht in der Anwendung der Nasswäsche für EO-haltige Abgasströme.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Nasswäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden. Wäsche mit Wasser zur Befreiung der Abgasströme von EO vor der direkten Freisetzung bzw. vor der weiteren Verminderung organischer Verbindungen.

BVT 53: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Emissionen von organischen Verbindungen aus der Kühlung des EO-Absorptionsmittels in der EO-Rückgewinnungsanlage in die Luft besteht in der Anwendung einer der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Indirekte Kühlung	Einsatz indirekter Kühlsysteme (mit Wärmetauschern) anstelle von offenen Kühlsystemen	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
b.	Vollständige EO-Entfernung durch Strippung	Aufrechterhaltung geeigneter Betriebsbedingungen und Online-Überwachung der EO-Strippung, um die vollständige Entfernung des EO zu gewährleisten, sowie Einsatz geeigneter Schutzsysteme zur Vermeidung von EO-Emissionen bei Betriebszuständen außerhalb des Normalbetriebs	Nur anwendbar, wenn die Anwendung von Technik a nicht möglich ist

### 6.3. Emissionen in Gewässer

BVT 54: Die BVT zur Reduzierung der Abwassermenge und zur Verminderung der organischen Fracht, die der Abwasserendbehandlung aus der Produktreinigung zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Wiederverwendung der Spülströme aus der EO-Anlage in der EG-Anlage	Die Spülströme aus der EO-Anlage werden dem EG-Prozess zugeführt und nicht als Abwasser abgelassen. In welchem Ausmaß die Spülströme im EG-Prozess wiederverwendet werden können, hängt von Abwägungen in Bezug auf die EG-Produktqualität ab.	Allgemein anwendbar
b.	Destillation	Bei der Destillation handelt es sich um eine Technik, die zur Trennung von Verbindungen mit unterschiedlichen Siedepunkten mittels partieller Verdampfung und Rekondensation angewendet wird.  Die Technik wird in EO- und EG-Anlagen zur Aufkonzentrierung wässriger Ströme angewendet, um Glykole zurückzugewinnen oder ihre Entsorgung (z. B. durch Verbrennung anstelle der Ableitung als Abwasser) sowie die teilweise Wiederverwendung/Kreislaufführung von Wasser zu ermöglichen.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen

### 6.4. Rückstände

BVT 55: Die BVT zur Verringerung der zu entsorgenden Menge an organischem Abfall aus der EO- und EG-Anlage besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Optimierung der Hydrolysereaktion	Optimierung des Verhältnisses von Wasser zu EO, um sowohl die Kuppelproduktion schwererer Glykole zu verringern als auch übermäßigen Energiebedarf für die Glykol-Entwässerung zu vermeiden. Das optimale Verhältnis hängt von der Zielproduktion von Di- und Triethylenglykol ab.	Allgemein anwendbar
b.	Isolierung von Nebenprodukten in EO-Anlagen zur Verwendung	In EO-Anlagen wird die aufkonzentrierte organische Fraktion, die aus der Entwässerung der flüssigen Ableitung aus der EO-Rückgewinnung gewonnen wird, destilliert, um wertvolle kurzkettige Glykole und einen höhersiedenden Rückstand zu erzeugen.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
c.	Isolierung von Nebenprodukten in EG-Anlagen zur Verwendung	In EG-Anlagen kann die Fraktion längerkettiger Glykole entweder als solche verwendet oder weiter fraktioniert werden, um wertvolle Glykole zu erzeugen.	Allgemein anwendbar

## 7. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON PHENOL

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten für die Herstellung von Phenol aus Cumol; sie gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

### 7.1. Emissionen in die Luft

BVT 56: Die BVT zur Rückgewinnung von Rohstoffen und zur Verminderung der organischen Fracht, die der Abgasbehandlung aus der Cumol-Oxidationsanlage zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
<b>Prozessintegrierte Techniken</b>			
a.	Techniken zur Reduzierung des Mittrisses (Austrags) von Flüssigkeiten	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
<b>Techniken zur Rückgewinnung organischer Stoffe für die Wiederverwendung</b>			
b.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
c.	Adsorption (regenerativ)	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

BVT 57: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen in die Luft besteht in der Anwendung der folgenden Technik d für Abgas aus der Cumol-Oxidationsanlage. Für sonstige einzelne oder zusammengeführte Abgasströme besteht die BVT in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Zuführung des Abgasstroms in eine Feuerungsanlage	Siehe BVT 9	Nur anwendbar, sofern Einsatzmöglichkeiten für das Abgas als gasförmiger Brennstoff bestehen
b.	Adsorption	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
c.	Thermische Oxidation/Thermische Nachverbrennung	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
d.	Regenerative thermische Oxidation/Regenerative Nachverbrennung (RTO bzw. RNV)	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

Tabelle 7.1

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen von TVOC und Benzol aus der Herstellung von Phenol in die Luft**

Parameter	Quelle	BVT-assoziiertes Emissionswert (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) (mg/Nm <sup>3</sup> , keine Korrektur des Sauerstoffgehalts)	Bedingungen
Benzol	Cumol-Oxidationsanlage	< 1	Der BVT-assoziierte Emissionswert gilt, wenn die Emission 1 g/h überschreitet.
TVOC		5-30	—

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

## 7.2. Emissionen in Gewässer

BVT 58: Die BVT zur Verminderung der Emissionen organischer Peroxide aus der Oxidationsanlage in Gewässer und, sofern erforderlich, zum Schutz der nachgelagerten biologischen Abwasserbehandlungsanlage besteht in der Vorbehandlung von Abwasser, das organische Peroxide enthält, mittels Hydrolyse, bevor es mit anderen Abwasserströmen vermischt und der biologischen Endbehandlung zugeführt wird.

### Beschreibung:

Eine Beschreibung der Hydrolyse ist in Abschnitt 12.2 zu finden. Abwasser (vorwiegend aus den Kondensatoren und der Adsorberregenerierung im Anschluss an die Phasentrennung) wird einer thermischen Behandlung (bei Temperaturen über 100 °C und hohem pH-Wert) oder einer katalytischen Behandlung unterzogen, um organische Peroxide in nicht ökotoxische und biologisch besser abbaubare Verbindungen zu zerlegen.

Tabelle 7.2

**BVT-assoziiertes Umweltsleistungswert für organische Peroxide am Auslass der Anlage zum Abbau von Peroxiden**

Parameter	BVT-assoziiertes Umweltsleistungswert (Mittelwert von mindestens drei Einzelmessungen im Abstand von jeweils mindestens 30 Minuten)	Assoziierte Überwachung
Summe der organischen Peroxide, angegeben als Cumolhydroperoxid	< 100 mg/l	Keine EN-Norm verfügbar. Die Mindesthäufigkeit der Überwachung beläuft sich auf einmal täglich und kann auf viermal im Jahr reduziert werden, sofern durch die Kontrolle der Prozessparameter (z. B. pH-Wert, Temperatur und Verweilzeit) eine ausreichende Leistung der Hydrolyse nachgewiesen wird.

BVT 59: Die BVT zur Verminderung der organischen Fracht, die der Abwasserweiterbehandlung aus der Spaltanlage und der Destillationsanlage zugeführt wird, besteht in der Rückgewinnung von Phenol und sonstigen organischen Verbindungen (z. B. Aceton) mittels Extraktion und anschließendem Strippen.

*Beschreibung:*

Rückgewinnung von Phenol aus phenolhaltigen Abwasserströmen durch Einstellung des pH-Werts auf  $< 7$  mit anschließender Extraktion mit geeignetem Lösemittel und Abwasser-Strippen zur Entfernung von Lösemittelrückständen und anderen leicht siedenden Verbindungen (z. B. Aceton). Eine Beschreibung der Behandlungstechniken ist in Abschnitt 12.2 zu finden.

### 7.3. Rückstände

BVT 60: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der zu entsorgenden Menge an Teer aus der Phenolreinigung besteht in der Anwendung einer oder der beiden folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Rückgewinnung von Stoffen (z. B. durch Destillation, Cracken)	Siehe BVT 17 Buchstabe c. Destillation zur Rückgewinnung von Cumol, $\alpha$ -Methylstyrol-Phenol usw.	Allgemein anwendbar
b.	Verwendung von Teer als Brennstoff	Siehe BVT 17 Buchstabe e	Allgemein anwendbar

### 8. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON ETHANOLAMINEN

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

#### 8.1. Emissionen in die Luft

BVT 61: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von Ammoniak in die Luft und zur Senkung des Verbrauchs von Ammoniak beim wässrigen Ethanolamin-Herstellungsprozess besteht in einem mehrstufigen Nasswäschesystem.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Nasswäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden. Nicht umgesetztes Ammoniak wird aus dem Abgas des Ammoniak-Strippers und aus der Verdampfungsanlage mittels Nasswäsche in mindestens zwei Stufen und anschließender Rückführung des Ammoniaks in den Prozess zurückgewonnen.

#### 8.2. Emissionen in Gewässer

BVT 62: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Emissionen von organischen Verbindungen in die Luft und von Emissionen von organischen Stoffen aus den Vakuumsystemen in Gewässer besteht in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Wasserfreie Vakuumerzeugung	Einsatz von Trockenläufer-Pumpen, z. B. Verdrängerpumpen	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund von konstruktions- und/oder betriebsbedingten Beschränkungen eingeschränkt sein.
b.	Einsatz von Wasserring-Vakuumpumpen mit Kreislaufführung des Sperrwassers	Wasser, das in der Pumpe als Sperrflüssigkeit dient, wird in einem geschlossenen Kreislauf mit nur geringen Abschlägen in das Pumpengehäuse zurückgeführt, sodass der Abwasseranfall minimiert wird.	Nur anwendbar, wenn die Anwendung von Technik a. nicht möglich ist. Nicht anwendbar bei der Destillation von Triethanolamin.



Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
c.	Wiederverwendung wässriger Ströme aus Vakuumsystemen im Prozess	Rückführung wässriger Ströme aus den Wasserringpumpen oder Dampfstrahlern in den Prozess zur Rückgewinnung organischer Stoffe und zur Wiederverwendung des Wassers. In welchem Ausmaß das Wasser im Prozess wiederverwendet werden kann, hängt vom Wasserbedarf des Prozesses ab.	Nur anwendbar, wenn die Anwendung von Technik a nicht möglich ist
d.	Den Vakuumsystemen vorgeschaltete Kondensation organischer Verbindungen (Amine)	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

### 8.3. Rohstoffverbrauch

BVT 63: Die BVT zur effizienten Verwendung von Ethylenoxid besteht in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
a.	Verwendung von überschüssigem Ammoniak	Mit der Aufrechterhaltung einer hohen Ammoniak-Konzentration in der Reaktionsmischung lässt sich auf wirksame Art und Weise sicherstellen, dass das gesamte Ethylenoxid in Produkte umgewandelt wird.	Allgemein anwendbar
b.	Optimierung des Wassergehalts in der Reaktion	Wasser wird ohne Veränderung der Produktverteilung und ohne nennenswerte Nebenreaktionen mit Ethylenoxid zu Glykolen zur Beschleunigung der Hauptreaktionen verwendet.	Nur auf den wässrigen Prozess anwendbar
c.	Optimierung der Prozessbetriebsbedingungen	Ermittlung und Aufrechterhaltung der optimalen Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur, Druck, Verweilzeit) zur Maximierung der Umwandlung von Ethylenoxid in die gewünschte Mischung aus Mono-, Di- und Triethanolaminen	Allgemein anwendbar

### 9. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON TOLUOLDIISOCYANAT (TDI) UND METHYLENDIPHENYLDIISOCYANAT (MDI)

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt betreffen die Herstellung von:

- Dinitrotoluol (DNT) aus Toluol;
- Toluoldiamin (TDA) aus DNT;
- TDI aus TDA;
- Methylendiphenyldiamin (MDA) aus Anilin;
- MDI aus MDA.

Sie gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

#### 9.1. Emissionen in die Luft

BVT 64: Die BVT zur Verminderung der Fracht von organischen Verbindungen,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ -Vorläufer-substanzen und  $\text{SO}_x$ , die der Abgasendbehandlung (siehe BVT 66) aus DNT-, TDA- und MDA-Anlagen zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
b.	Nasswäsche	Siehe Abschnitt 12.1. In vielen Fällen wird die Wascheffizienz durch die chemische Reaktion des absorbierten Schadstoffs erhöht (partielle Oxidation von NO <sub>x</sub> mit Rückgewinnung von Salpetersäure, Entfernen von Säuren unter Verwendung einer alkalischen Lösung, Entfernen von Aminen mittels saurer Lösungen, Reaktion von Anilin mit Formaldehyd in alkalischer Lösung).	
c.	Thermische Reduktion	Siehe Abschnitt 12.1	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
d.	Katalytische Reduktion	Siehe Abschnitt 12.1	

BVT 65: Die BVT zur Verminderung der Fracht von HCl und Phosgen, die der Abgasendbehandlung zugeführt wird, und zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Rückgewinnung von HCl und Phosgen aus den Prozessabgasströmen von TDI- und/oder MDI-Anlagen mittels einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Absorption von HCl mittels Nasswäsche	Siehe BVT 8 Buchstabe d	Allgemein anwendbar
b.	Absorption von Phosgen mittels Wäsche	Siehe Abschnitt 12.1. Das überschüssige Phosgen wird in einem organischen Lösemittel absorbiert und dem Prozess wieder zugeführt.	Allgemein anwendbar
c.	HCl-/Phosgen-Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

BVT 66: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen (einschließlich chlorierter Kohlenwasserstoffe), HCl und Chlor in die Luft besteht in der Behandlung zusammengeführter Abgasströme in einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung und anschließender alkalischer Wäsche.

*Beschreibung:*

Für die Behandlung werden die einzelnen Abgasströme aus DNT-, TDA-, TDI-, MDA- und MDI-Anlagen zu einem oder mehreren Abgasströmen zusammengeführt. (Eine Beschreibung der Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung und der Wäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden.) Anstelle einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung kann eine Verbrennungsanlage für die kombinierte Behandlung von flüssigen Abfällen und Abgas eingesetzt werden. Bei der alkalischen Wäsche handelt sich um eine Nasswäsche unter Zugabe von Laugen, um HCl und Chlor effizienter entfernen zu können.

Tabelle 9.1

**BVT-assozierte Emissionswerte für Emissionen von TVOC, Tetrachlormethan, Cl<sub>2</sub>, HCl und PCDD/F aus dem TDI-/MDI-Prozess in die Luft**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert (mg/Nm <sup>3</sup> , keine Korrektur des Sauerstoffgehalts)
TVOC	1-5 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
Tetrachlormethan	≤ 0,5 g/t hergestelltem MDI <sup>(3)</sup> ≤ 0,7 g/t hergestelltem TDI <sup>(3)</sup>

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert (mg/Nm <sup>3</sup> , keine Korrektur des Sauerstoffgehalts)
Cl <sub>2</sub>	< 1 <sup>(2)</sup> <sup>(4)</sup>
HCl	2-10 <sup>(2)</sup>
PCDD/F	0,025-0,08 ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Der BVT-assoziierte Emissionswert gilt nur bei zusammengeführten Abgasströmen mit einem Volumenstrom von > 1 000 Nm<sup>3</sup>/h.

<sup>(2)</sup> Der BVT-assoziierte Emissionswert wird als Tagesmittelwert oder als Mittelwert über den Probenahmezeitraum angegeben.

<sup>(3)</sup> Der BVT-assoziierte Emissionswert wird als Mittelwert der in einem Jahr gemessenen Werte angegeben. „Hergestelltes TDI und/oder MDI“ bezieht sich auf das Zielprodukt ohne Einrechnung der Rückstände, wie es bei der Festlegung der Anlagenkapazität zugrunde gelegt wird.

<sup>(4)</sup> Liegen die NO<sub>x</sub>-Werte in der Probe über 100 mg/Nm<sup>3</sup>, kann der BVT-assoziierte Emissionswert höher sein und aufgrund von Interferenzen bei der analytischen Bestimmung bis zu 3 mg/Nm<sup>3</sup> betragen.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

BVT 67: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von PCDD/F aus einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung (siehe Abschnitt 12.1) zur Behandlung von Prozessabgasströmen, die Chlor und/oder chlorierte Verbindungen enthalten, besteht in der Anwendung der folgenden Technik a und falls erforderlich anschließend der Technik b.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a. Schnelles Quenchen	Rasches Abkühlen von Abgasen zur Verhinderung der De-novo-Synthese von PCDD/F	Allgemein anwendbar
b. Aktivkohleeindüsung	Entfernen von PCDD/F durch Adsorption auf Aktivkohle, die in das Abgas eingedüst wird, und anschließende Entstaubung	

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte: siehe Tabelle 9.1

## 9.2. Emissionen in Gewässer

BVT 68: Die BVT besteht in der Überwachung von wasserseitigen Emissionen unter Einhaltung der folgenden Mindesthäufigkeit und in Übereinstimmung mit 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 von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Stoff/Parameter	Anlage	Probenahmestellen	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit
TOC	DNT-Anlage	Auslass der Vorbehandlungsanlage	EN 1484	Einmal in der Woche <sup>(1)</sup>	BVT 70
	MDI- und/oder TDI-Anlage	Auslass der Anlage		Einmal im Monat	BVT 72
Anilin	MDA-Anlage	Auslass der Abwasserendbehandlung	Keine EN-Norm verfügbar	Einmal im Monat	BVT 14
Chlorierte Lösemittel	MDI- und/oder TDI-Anlage		Verschiedene EN-Normen verfügbar (z. B. EN ISO 15680)		BVT 14

<sup>(1)</sup> Bei diskontinuierlicher Ableitung von Abwasser beträgt die Mindesthäufigkeit der Überwachung einmal pro Ableitung.

BVT 69: Die BVT zur Verminderung der Fracht von Nitrit, Nitrat und organischen Verbindungen, die der Abwasserbehandlung aus der DNT-Anlage zugeführt wird, besteht in der Rückgewinnung von Einsatzstoffen, der Verringerung der Abwassermenge und der Wiederverwendung von Wasser mittels einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Verwendung von hochkonzentrierter Salpetersäure	Verwendung von hochkonzentrierter $\text{HNO}_3$ (z. B. rund 99 %) zur Erhöhung der Prozesseffizienz und zur Verminderung des Abwasseranfalls und der Schadstofffracht	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund von konstruktions- und/oder betriebsbedingten Beschränkungen eingeschränkt sein.
b.	Optimierung der Regenerierung und Rückgewinnung verbrauchter Säure	Durchführung der Regenerierung der verbrauchten Säure aus der Nitrierungsreaktion in solch einer Weise, dass auch Wasser und die enthaltenen organische Stoffe durch eine geeignete Kombination von Eindampfung/Destillation, Stripung und Kondensation zwecks Wiederverwendung zurückgewonnen werden	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund von konstruktions- und/oder betriebsbedingten Beschränkungen eingeschränkt sein.
c.	Wiederverwendung von Prozesswasser für die DNT-Wäsche	Wiederverwendung von Prozesswasser aus der Anlage zur Rückgewinnung verbrauchter Säure und der Nitrierungsanlage zur DNT-Wäsche	Bei bestehenden Einheiten kann die Anwendbarkeit aufgrund von konstruktions- und/oder betriebsbedingten Beschränkungen eingeschränkt sein.
d.	Wiederverwendung von Wasser aus der ersten Waschstufe im Prozess	Salpeter- und Schwefelsäure werden mit Wasser aus der organischen Phase extrahiert. Das angesäuerte Wasser wird dem Prozess zur direkten Wiederverwendung oder zur Weiterverarbeitung zwecks Stoffrückgewinnung wieder zugeführt.	Allgemein anwendbar
e.	Mehrfachnutzung und Kreislaufführung von Wasser	Wiederverwendung von Wasch- und Spülwasser und Wasser aus der Apparatereinigung, z. B. in der mehrstufigen Gegenstromwäsche der organischen Phase	Allgemein anwendbar

BVT-assozierte Abwassermenge: siehe Tabelle 9.2

BVT 70: Die BVT zur Verminderung der Fracht biologisch schlecht abbaubarer organischer Verbindungen, die aus der DNT-Anlage der weiteren Abwasserbehandlung zugeführt wird, besteht in der Vorbehandlung des Abwassers mittels einer oder beider der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Extraktion	Siehe Abschnitt 12.2	Allgemein anwendbar
b.	Chemische Oxidation	Siehe Abschnitt 12.2	

Tabelle 9.2

**BVT-assoziierte Umweltleistungswerte für die Ableitung aus der DNT-Anlage am Auslass der Vorbehandlungsanlage, vor der weiteren Abwasserbehandlung.**

Parameter	BVT-assoziiierter Umweltleistungswert (Mittelwert der in einem Monat gemessenen Werte)
TOC	< 1 kg/t hergestelltem DNT
Spezifische Abwassermenge	< 1 m <sup>3</sup> /t hergestelltem DNT

Die zugehörige TOC-Überwachung ist in BVT 68 angegeben.

BVT 71: Die BVT zur Verminderung des Abwasseranfalls und der organischen Fracht, die der Abwasserbehandlung aus der TDA-Anlage zugeführt wird, besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken a, b und c, gefolgt von der folgenden Technik d.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Eindampfung	Siehe Abschnitt 12.2	Allgemein anwendbar
b.	Strippung	Siehe Abschnitt 12.2	
c.	Extraktion	Siehe Abschnitt 12.2	
d.	Wiederverwendung von Wasser	Wiederverwendung von Wasser (z. B. aus Kondensaten oder der Wäsche) im Prozess oder in sonstigen Prozessen (z. B. in einer DNT-Anlage). In welchem Ausmaß bei bestehenden Anlagen eine Wiederverwendung von Wasser möglich ist, kann von technischen Beschränkungen abhängen.	Allgemein anwendbar

Tabelle 9.3

**BVT-assoziiertes Umweltleistungswert für die Ableitung aus der TDA-Anlage zur Abwasserbehandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Umweltleistungswert (Mittelwert der in einem Monat gemessenen Werte)
Spezifische Abwassermenge	< 1 m <sup>3</sup> /t hergestelltem TDA

BVT 72: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der organischen Fracht, die der Abwasserbehandlung aus MDI- und/oder TDI-Anlagen zugeführt wird, besteht in der Rückgewinnung von Lösemitteln und der Wiederverwendung von Wasser durch die Optimierung der Anlagenkonstruktion und des Anlagenbetriebs.

Tabelle 9.4

**BVT-assoziiertes Umweltleistungswerte für die Zuführung zur Abwasserbehandlung aus einer TDI- oder MDI-Anlage**

Parameter	BVT-assoziiertes Umweltleistungswert (Mittelwert der in 1 Jahr gemessenen Werte)
TOC	< 0,5 kg/t Produkt (TDI oder MDI) <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Der BVT-assoziierte Umweltleistungswert bezieht sich auf das Zielprodukt ohne Einrechnung der Rückstände, wie es bei der Festlegung der Anlagenkapazität zugrunde gelegt wird.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 68 angegeben.

BVT 73: Die BVT zur Verminderung der organischen Fracht, die der weiteren Abwasserbehandlung aus einer MDA-Anlage zugeführt wird, besteht in der Rückgewinnung organischer Stoffe mittels einer der folgenden Techniken oder einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Eindampfung	Siehe Abschnitt 12.2. Dient der Vereinfachung der Anwendung der Extraktion (siehe Technik b)	Allgemein anwendbar
b.	Extraktion	Siehe Abschnitt 12.2. Dient der Rückgewinnung/Entfernung von MDA	Allgemein anwendbar
c.	Dampf-Strippen	Siehe Abschnitt 12.2. Dient der Rückgewinnung/Entfernung von Anlin und Methanol	Bei Methanol hängt die Anwendbarkeit von der Bewertung von Alternativoptionen im Rahmen der Abwassermanagement- und Abwasserbehandlungsstrategie ab.
d.	Destillation	Siehe Abschnitt 12.2. Dient der Rückgewinnung/Entfernung von Anilin und Methanol.	

### 9.3. Rückstände

BVT 74: Die BVT zur Verminderung der zu entsorgenden Menge an organischen Rückständen aus der TDI-Anlage besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
<b>Techniken zur Verhinderung oder Verringerung der Entstehung von Abfall</b>			
a.	Minimierung der Bildung hochsiedender Rückstände in Destillationssystemen	Siehe BVT 17 Buchstabe b	Nur anwendbar bei neuen Destillationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
<b>Techniken zur Rückgewinnung organischer Stoffe für die Wiederverwendung oder Wiederverwertung</b>			
b.	Verbesserung der Rückgewinnung von TDI durch Verdampfung oder weitere Destillation	Destillationsrückstände werden weiterverarbeitet, um möglichst viel enthaltenes TDI zurückzugewinnen, z. B. mittels eines Dünnschichtverdampfers oder sonstiger Kurzwegdestillationsanlagen sowie einer Trocknungsanlage.	Nur anwendbar bei neuen Destillationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
c.	Rückgewinnung von TDA durch chemische Reaktion	Behandlung von teerartigen Rückständen, um TDA durch chemische Reaktion (z. B. Hydrolyse) zurückzugewinnen	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen

### 10. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON ETHYLENDICHLORID UND VINYLCHLORIDMONOMER

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

10.1. **Emissionen in die Luft**10.1.1. *BVT-assoziierter Emissionswert für Emissionen in die Luft aus EDC-Spaltöfen*

Tabelle 10.1

**BVT-assozierte Emissionswerte für Emissionen von NO<sub>x</sub> in die Luft aus einem EDC-Spaltofen**

Parameter	BVT-assozierte Emissionswerte <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) (mg/Nm <sup>3</sup> bei 3 Vol-% O <sub>2</sub> )
NO <sub>x</sub>	50-100

<sup>(1)</sup> Werden die Rauchgase von zwei oder mehreren Öfen über einen gemeinsamen Schornstein abgeleitet, gilt der BVT-assozierte Emissionswert für die kombinierte Ableitung über den Schornstein.

<sup>(2)</sup> Die BVT-assozierten Emissionswerte gelten nicht während des Entkokungsprozesses.

<sup>(3)</sup> Für CO gilt kein BVT-assoziierter Emissionswert. Als Anhaltspunkt: Der CO-Emissionswert liegt im Allgemeinen bei 5-35 mg/Nm<sup>3</sup>, angegeben als Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 1 angegeben.

10.1.2. *Techniken und BVT-assoziierter Emissionswert für Emissionen in die Luft aus anderen Quellen*

BVT 75: Die BVT zur Verminderung der organischen Fracht, die der Abgasendbehandlung zugeführt wird, und zur Senkung des Rohstoffverbrauchs besteht in der Anwendung sämtlicher folgender Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Prozessintegrierte Techniken</b>			
a.	Qualitätskontrolle der Einsatzstoffe	Qualitätskontrolle der Einsatzstoffe zur Minimierung der Bildung von Rückständen (z. B. Propan- und Acetylengehalt von Ethylen, Bromgehalt von Chlor, Acetylengehalt von Chlorwasserstoff)	Allgemein anwendbar
b.	Verwendung von Sauerstoff anstelle von Luft für die Oxychlorierung		Nur anwendbar bei neuen Oxychlorierungsanlagen oder wesentlichen Änderungen von Oxychlorierungsanlagen
<b>Techniken zur Rückgewinnung organischer Stoffe</b>			
c.	Kondensation unter Verwendung von Kühlwasser oder Kühlmitteln	Kondensation (siehe Abschnitt 12.1) mittels Kühlwasser oder Kühlmittel wie etwa Ammoniak oder Propylen zur Rückgewinnung organischer Verbindungen aus einzelnen Abgasströmen vor ihrer Zuführung zur Endbehandlung	Allgemein anwendbar

BVT 76: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen (einschließlich halogener Verbindungen), HCl und Cl<sub>2</sub> in die Luft besteht in der Behandlung der zusammengeführten Abgasströme aus der EDC- und/oder VCM-Herstellung in einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung und in einer anschließenden zweistufigen Nasswäsche.

**Beschreibung:**

Eine Beschreibung der Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung sowie der Nasswäsche und der alkalischen Wäsche ist in Abschnitt 12.1 zu finden. Die thermische Oxidation/thermische Nachverbrennung kann in einer Flüssigabfallverbrennungsanlage durchgeführt werden. In diesem Fall übersteigt die Oxidationstemperatur 1 100 °C bei einer Mindestverweilzeit von zwei Sekunden; anschließend erfolgt eine rasche Abkühlung der Abgase zur Vermeidung der *De-novo*-Synthese von PCDD/F.

Die Wäsche wird in zwei Stufen durchgeführt: Nasswäsche mit Wasser, in der Regel mit Rückgewinnung von Salzsäure, sowie anschließende Nasswäsche unter Verwendung von Laugen.

Tabelle 10.2

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen von TVOC, der Summe von EDC und VCM, Cl<sub>2</sub>, HCl und PCDD/F aus der Herstellung von EDC/VCM in die Luft**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) (mg/Nm <sup>3</sup> bei 11 Vol-% O <sub>2</sub> )
TVOC	0,5-5
Summe von EDC und VCM	< 1
Cl <sub>2</sub>	< 1-4
HCl	2-10
PCDD/F	0,025-0,08 ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup>

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

BVT 77: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von PCDD/F aus einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung (siehe Abschnitt 12.1) zur Behandlung von Prozessabgasströmen, die Chlor und/oder chlorierte Verbindungen enthalten, besteht in der Anwendung der folgenden Technik a, falls erforderlich gefolgt von Technik b.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Schnelles Quenchen	Allgemein anwendbar
b.	Aktivkohleeindüsung	

Mit den BVT assoziierte Emissionswerte: siehe Tabelle 10.2

BVT 78: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von Staub und CO aus der Entkokung der Cracker-Rohre in die Luft besteht in der Anwendung einer der folgenden Techniken zur Verringerung der Häufigkeit der Entkokung und in der Anwendung einer oder einer Kombination der folgenden Minderungstechniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
<b>Techniken zur Verringerung der Häufigkeit der Entkokung</b>		
a.	Optimierung der thermischen Entkokung	Allgemein anwendbar



	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
b.	Optimierung der mechanischen Entkokung	Optimierung der mechanischen Entkokung (z. B. Sandstrahlen), um möglichst viel Koksstaub zu entfernen	Allgemein anwendbar

#### **Minderungstechniken**

c.	Nasswäsche von Staub	Siehe Abschnitt 12.1	Nur anwendbar bei thermischer Entkokung
d.	Zyklon	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
e.	Gewebefilter	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar

### 10.2. Emissionen in Gewässer

BVT 79: Die BVT besteht in der Überwachung von wasserseitigen Emissionen zumindest in der nachstehend angegebenen Häufigkeit und nach 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 Ermittlung von Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Stoff/Parameter	Anlage	Probenahmestelle	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit				
EDC	Alle Anlagen	Auslass des Abwasser-strippers	EN ISO 10301	Einmal pro Tag	BVT 80				
VCM									
Kupfer	Wirbelschicht-Oxychlorierungsanlage	Auslass der Vorbehandlungsanlage zur Feststoffabtrennung	Verschiedene EN-Normen verfügbar, z. B. EN ISO 11885, EN ISO 15586, EN ISO 17294-2	Einmal pro Tag <sup>(1)</sup>	BVT 81				
PCDD/F						Keine EN-Norm verfügbar	Einmal alle drei Monate		
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)						EN 872	Einmal pro Tag <sup>(1)</sup>		
Kupfer	Wirbelschicht-Oxychlorierungsanlage	Auslass der Abwasserendbehandlungsanlage	Verschiedene EN-Normen verfügbar, z. B. EN ISO 11885, EN ISO 15586, EN ISO 17294-2	Einmal pro Monat	BVT 14 und BVT 81				
EDC						Alle Anlagen	EN ISO 10301	Einmal pro Monat	BVT 14 und BVT 80
PCDD/F							Keine EN-Norm verfügbar	Einmal alle drei Monate	BVT 14 und BVT 81

<sup>(1)</sup> Die Mindesthäufigkeit der Überwachung kann auf eine Überwachung pro Monat reduziert werden, sofern durch häufige Überwachung sonstiger Parameter (z. B. durch kontinuierliche Messung der Trübung) kontrolliert wird, dass die Leistung der Feststoff- und Kupferentfernung ausreicht.

BVT 80: Die BVT zur Verminderung der der Abwasserweiterbehandlung zugeführten Fracht chlorierter Verbindungen und zur Verminderung der Emissionen aus dem Abwassersammelungs- und -behandlungssystem in die Luft besteht in der Anwendung von Hydrolyse und Strippen möglichst nahe am Entstehungsort.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Hydrolyse und des Strippens ist in Abschnitt 12.2 zu finden. Die Hydrolyse erfolgt im alkalischen pH-Bereich, um Chloralhydrat aus dem Oxychlorierungsprozess zu zersetzen. Dies resultiert in der Bildung von Chloroform, das anschließend zusammen mit EDC und VCM durch Strippen entfernt wird.

BVT-assoziierte Umweltleistungswerte: Siehe Tabelle 10.3.

BVT-assoziierte Emissionswerte für die Direkteinleitung in ein aufnehmendes Gewässer am Auslass der Endbehandlungsanlage: Siehe Tabelle 10.5.

Tabelle 10.3

**BVT-assoziierte Umweltleistungswerte für chlorierte Kohlenwasserstoffe im Abwasser am Auslass eines Abwasser-Strippers**

Parameter	BVT-assoziiierter Umweltleistungswert (Mittelwert der in einem Monat gemessenen Werte) <sup>(1)</sup>
EDC	0,1-0,4 mg/l
VCM	< 0,05 mg/l

<sup>(1)</sup> Der Mittelwert der im Zeitraum von einem Monat gemessenen Werte wird aus den jeweiligen Tagesmittelwerten (von mindestens drei Einzelmessungen im Abstand von jeweils mindestens 30 Minuten) berechnet.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 79 angegeben.

BVT 81: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von PCDD/F und Kupfer aus dem Oxychlorierungsprozess in Gewässer besteht in der Anwendung der folgenden Technik a oder alternativ Technik b sowie einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken c, d und e.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Prozessintegrierte Techniken</b>			
a.	Festbett-Oxychlorierung	Auslegung der Oxychlorierungsreaktion: Beim Festbettreaktor werden weniger Katalysatorpartikel im Gasstrom am Kolonnenkopf mitgerissen.	Nicht anwendbar bei bestehenden Wirbelschichtanlagen
b.	Zyklon oder Trockenfiltersystem zur Katalysatorabtrennung	Mit Hilfe eines Zyklones oder eines Trockenfiltersystems zur Katalysatorabtrennung werden Katalysatorverluste aus dem Reaktor und somit auch ihr Übergang ins Abwasser verringert.	Nur anwendbar bei Wirbelschichtanlagen
<b>Abwasservorbehandlung</b>			
c.	Chemische Fällung	Siehe Abschnitt 12.2. Die chemische Fällung dient der Entfernung von gelöstem Kupfer.	Nur anwendbar bei Wirbelschichtanlagen
d.	Koagulation und Flockung	Siehe Abschnitt 12.2	Nur anwendbar bei Wirbelschichtanlagen
e.	Membranfiltration (Mikro- oder Ultrafiltration)	Siehe Abschnitt 12.2	Nur anwendbar bei Wirbelschichtanlagen

Tabelle 10.4

**BVT-assoziierte Umweltleistungswerte für wasserseitige Emissionen aus der Herstellung von EDC mittels Oxychlorierung in Wirbelschichtanlagen am Auslass der Vorbehandlung für die Entfernung von Feststoffen**

Parameter	BVT-assoziiierter Umweltleistungswert (Mittelwert der in einem Jahr gemessenen Werte)
Kupfer	0,4-0,6 mg/l
PCDD/F	< 0,8 ng I-TEQ/l
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	10-30 mg/l

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 79 angegeben.

Tabelle 10.5

**BVT-assoziierte Emissionswerte für die Direkteinleitung von Kupfer, EDC und PCDD/F aus der EDC-Herstellung in ein aufnehmendes Gewässer (Vorfluter)**

Parameter	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert der in einem Jahr gemessenen Werte)
Kupfer	0,04-0,2 g/t durch Oxychlorierung hergestelltem EDC <sup>(1)</sup>
EDC	0,01-0,05 g/t gereinigtem EDC <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
PCDD/F	0,1-0,3 µg I-TEQ/t durch Oxychlorierung hergestelltem EDC

<sup>(1)</sup> Bei der Festbett-Oxychlorierung wird das untere Ende der Spanne normalerweise eingehalten.

<sup>(2)</sup> Der Mittelwert der über einen Zeitraum von einem Jahr gemessenen Werte wird aus den jeweiligen Tagesmittelwerten (von mindestens drei Einzelmessungen im Abstand von jeweils mindestens 30 Minuten) berechnet.

<sup>(3)</sup> „Gereinigtes EDC“ ist die Summe von mittels Oxychlorierung und/oder Direktchlorierung hergestelltem EDC und aus der VCM-Herstellung in die EDC-Reinigung zurückgeführtem EDC.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 79 angegeben.

### 10.3. Energieeffizienz

BVT 82: Die BVT zur effizienten Nutzung von Energie besteht in der Verwendung eines Siedereaktors für die direkte Chlorierung von Ethylen.

*Beschreibung:*

Die Reaktion im Siedereaktorsystem für die Direktchlorierung von Ethylen erfolgt in der Regel bei einer Temperatur zwischen unter 85 °C und 200 °C. Dies ermöglicht im Gegensatz zum Niedrigtemperaturprozess die effektive Rückgewinnung und Nutzung der Reaktionswärme (z. B. für die Destillation von EDC).

*Anwendbarkeit:*

Nur anwendbar bei neuen Direktchlorierungsanlagen.

BVT 83: Die BVT zur Senkung des Energieverbrauchs von EDC-Spaltöfen besteht im Einsatz von Promotoren für die chemische Umwandlung.

*Beschreibung:*

Promotoren wie etwa Chlor oder sonstige radikalbildende Stoffe dienen der Verbesserung der Crack-Reaktion sowie der Senkung der Reaktionstemperatur und somit des erforderlichen Wärmeeintrags. Promotoren können durch den Prozess selbst erzeugt oder zugegeben werden.

## 10.4. Rückstände

BVT 84: Die BVT zur Reduzierung der zu entsorgenden Menge an Koks aus VCM-Anlagen besteht in der Anwendung einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Einsatz von Promotoren beim Cracken	Siehe BVT 83	Allgemein anwendbar
b.	Schnelles Quenchen des Gasstroms nach der EDC-Spaltung	Der Gasstrom aus dem EDC-Cracken wird zur Verringerung der Koksbildung durch direkten Kontakt mit kaltem EDC in einem Turm gequenchet. In einigen Fällen wird der Strom vor dem Quenchen durch Wärmeaustausch mit kaltem, flüssigem EDC-Zulauf abgekühlt.	Allgemein anwendbar
c.	Vorverdampfen des eingesetzten EDC	Die Koksbildung wird durch Verdampfen des EDC vor dem Reaktor, um hochsiedende Koksvorläuferverbindungen zu entfernen, reduziert.	Nur anwendbar bei neuen Anlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
d.	Flachflammenbrenner	Eine Art von Brenner im Ofen, der Hot Spots (Temperaturspitzen) an den Cracker-Rohrwänden reduziert	Nur anwendbar bei neuen Öfen oder wesentlichen Anlagenänderungen

BVT 85: Die BVT zur Verminderung der zu entsorgenden Menge gefährlicher Abfälle und zur Erhöhung der Ressourceneffizienz besteht in der Anwendung sämtlicher folgender Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Acetylen-Hydrierung	HCl wird in der EDC-Crack-Reaktion gebildet und durch Destillation zurückgewonnen. Es erfolgt eine Hydrierung des in diesem HCl-Strom enthaltenen Acetylens, um die Bildung unerwünschter Verbindungen während der Oxychlorierung zu verringern. Es empfehlen sich Acetylen-Werte unter 50 ppmv am Auslass der Hydrierungsanlage.	Nur anwendbar bei neuen Einheiten oder wesentlichen Anlagenänderungen
b.	Rückgewinnung und Wiederverwendung von HCl aus der Verbrennung von flüssigen Abfällen	HCl wird aus dem Abgas der Verbrennungsanlage durch Nasswäsche mit Wasser oder verdünntem HCl (siehe Abschnitt 12.1) zurückgewonnen und wiederverwendet (z. B. in der Oxychlorierungsanlage).	Allgemein anwendbar
c.	Isolierung chlorierter Verbindungen zur Verwendung	Isolierung und, falls erforderlich, Reinigung von Nebenprodukten zur Verwendung (z. B. Monochlorethan und/oder 1,1,2-Trichlorethan, letzteres für die Herstellung von 1,1-Dichlorethylen)	Nur anwendbar bei neuen Destillationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen. Die Anwendbarkeit kann aufgrund mangelnder Verwendungsmöglichkeiten für diese Verbindungen eingeschränkt sein.

## 11. BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON WASSERSTOFFPEROXID

Die BVT-Schlussfolgerungen in diesem Abschnitt gelten zusätzlich zu den in Abschnitt 1 enthaltenen allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

## 11.1. Emissionen in die Luft

BVT 86: Die BVT zur Rückgewinnung von Lösemitteln und zur Verminderung der Emissionen organischer Verbindungen aus allen Anlagen außer der Hydrierungsanlage in die Luft besteht in der Anwendung einer geeigneten Kombination der folgenden Techniken. Bei Verwendung von Luft in der Oxidationsanlage umfasst dies mindestens Technik d.. Bei Verwendung reinen Sauerstoffs in der Oxidationsanlage umfasst dies mindestens Technik b unter Einsatz von gekühltem Wasser.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
<b>Prozessintegrierte Techniken</b>			
a.	Optimierung des Oxidationsprozesses	Die Prozessoptimierung umfasst die Erhöhung des Drucks und die Verringerung der Temperatur bei der Oxidation zur Reduzierung der Lösemitteldampf-Konzentration im Prozessabgas.	Nur anwendbar bei neuen Oxidationsanlagen oder wesentlichen Anlagenänderungen
b.	Techniken zur Reduzierung des Mitstrisses von Feststoffen und/oder Flüssigkeiten	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
<b>Techniken zur Rückgewinnung von Lösemitteln für die Wiederverwendung</b>			
c.	Kondensation	Siehe Abschnitt 12.1	Allgemein anwendbar
d.	Adsorption (regenerativ)	Siehe Abschnitt 12.1	Nicht anwendbar bei Prozessabgas aus der Oxidation mit reinem Sauerstoff

Tabelle 11.1

**BVT-assoziierte Emissionswerte für TVOC-Emissionen aus der Oxidationsanlage in die Luft**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup> (Tagesmittelwert bzw. Mittelwert über den Probenahmezeitraum) <sup>(2)</sup> (keine Korrektur des Sauerstoffgehalts)
TVOC	5-25 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Der BVT-assoziierte Emissionswert gilt nicht, wenn die Emission weniger als 150 g/h beträgt.

<sup>(2)</sup> Bei der Adsorption ist der Probenahmezeitraum repräsentativ für einen vollständigen Adsorptionszyklus.

<sup>(3)</sup> Bei einem erheblichen Methangehalt im Abgas wird der gemäß EN ISO 25140 bzw. EN ISO 25139 gemessene Methangehalt vom Ergebnis abgezogen.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 2 angegeben.

BVT 87: Die BVT zur Verminderung der Emissionen von organischen Verbindungen aus der Hydrierungsanlage in die Luft während des Anfahrbetriebs besteht darin, Kondensation und/oder Adsorption anzuwenden.

*Beschreibung:*

Eine Beschreibung der Kondensation und Adsorption ist in Abschnitt 12.1 zu finden.

BVT 88: Die BVT zur Vermeidung von Emissionen von Benzol in die Luft und in Gewässer besteht darin, in der Arbeitslösung kein Benzol zu verwenden.

11.2. **Emissionen in Gewässer**

BVT 89: Die BVT zur Verminderung der Abwassermenge und der organischen Fracht, die der Abwasserbehandlung zugeführt wird, besteht in der Anwendung der beiden folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung	Anwendbarkeit
a.	Optimierte Flüssigphasentrennung	Trennung organischer und wässriger Phasen mittels einer geeigneten Konstruktion und Betriebsweise (z. B. hinreichende Verweilzeit, Detektion und Kontrolle der Phasengrenzen), um das Mitreißen ungelöster organischer Stoffe zu verhindern	Allgemein anwendbar
b.	Wiederverwendung von Wasser	Wiederverwendung von Wasser, z. B. aus der Reinigung oder Flüssigphasentrennung. In welchem Ausmaß Wasser im Prozess wiederverwendet werden kann, hängt von Erwägungen in Bezug auf die Produktqualität ab.	Allgemein anwendbar

BVT 90: Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Emissionen von biologisch schlecht eliminierbaren organischen Verbindungen in Gewässer besteht in der Anwendung einer der folgenden Techniken.

Technik		Beschreibung
a.	Adsorption	Siehe Abschnitt 12.2. Die Adsorption wird vor der Ableitung der Abwasserströme zur biologischen Endbehandlung durchgeführt.
b.	Abwasserverbrennung	Siehe Abschnitt 12.2

*Anwendbarkeit:*

Nur anwendbar, wenn die Abwasserströme die organische Hauptfracht aus der Wasserstoffperoxidanlage tragen und wenn die Verringerung der TOC-Fracht aus der Wasserstoffperoxidanlage mittels biologischer Behandlung weniger als 90 % beträgt.

12. **BESCHREIBUNG DER TECHNIKEN**12.1. **Techniken zur Prozessabgas-/Abgasbehandlung**

Technik	Beschreibung
Adsorption	Eine Technik zur Entfernung von Verbindungen aus einem Prozessabgas- oder Abgasstrom durch das Zurückhalten an der Oberfläche eines Feststoffes (in der Regel Aktivkohle). Die Adsorption kann regenerativ oder nicht regenerativ sein (siehe unten).
Adsorption (nicht regenerativ)	Bei einer nicht regenerativen Adsorption wird das verbrauchte Adsorptionsmittel nicht regeneriert, sondern entsorgt.
Adsorption (regenerativ)	Adsorption, bei der das Adsorbat anschließend zur Wiederverwendung oder Entsorgung desorbiert wird, z. B. mit Dampf (häufig vor Ort), und das Adsorptionsmittel wiederverwendet wird. Bei kontinuierlichem Betrieb werden in der Regel mehr als zwei Adsorber parallel betrieben, wobei einer im Desorptionsmodus läuft.

Technik	Beschreibung
Anlage zur katalytischen Oxidation/katalytischen Nachverbrennung	Emissionsminderungseinrichtungen, in denen brennbare Verbindungen in einem Prozessabgas- oder Abgasstrom mit Luft oder Sauerstoff in einem Katalysatorbett oxidiert werden. Der Katalysator ermöglicht die Oxidation bei geringeren Temperaturen und in kleineren Einrichtungen verglichen mit einer Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung.
Katalytische Reduktion	NO <sub>x</sub> wird mittels eines Katalysators und eines Reduktionsgases reduziert. Im Gegensatz zur SCR erfolgt keine Zugabe von Ammoniak und/oder Harnstoff.
Alkalische Wäsche	Die Entfernung saurer Schadstoffe aus einem Gasstrom durch Wäsche unter Verwendung einer alkalischen Lösung.
Keramik-/Metallfilter	<p>Keramisches Filtermaterial. Ist die Entfernung saurer Verbindungen wie etwa HCl, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> und Dioxine vorgesehen, wird das Filtermaterial mit Katalysatoren ausgestattet; zudem kann die Eindüsung von Reagenzien erforderlich sein.</p> <p>Bei Metallfiltern erfolgt eine Oberflächenfiltration mithilfe von porösen Sintermetallfilterelementen.</p>
Kondensation	Eine Technik zur Beseitigung der Dämpfe organischer und anorganischer Verbindungen aus einem Prozessabgas- oder Abgasstrom durch Absenkung seiner Temperatur unter den Kondensationspunkt, sodass sich die Dämpfe verflüssigen. Je nach erforderlichem Betriebstemperaturbereich gibt es unterschiedliche Methoden der Kondensation, z. B. mit Kühlwasser, gekühltem Wasser (Temperatur in der Regel um die 5 °C) oder Kühlmittel wie etwa Ammoniak oder Propen.
Zyklon (trocken oder nass)	Einrichtung zur Entfernung von Staub aus einem Prozessabgas- oder Abgasstrom mithilfe der Zentrifugalkraft, üblicherweise innerhalb einer konischen Kammer
Elektrofilter (Elektrostatischer Abscheider) (trocken oder nass)	Eine Staubabscheidevorrichtung, die sich elektrostatische Kräfte zunutze macht, um in einem Prozessabgas- oder Abgasstrom mitgerissene Partikel zur Niederschlagselektrode zu transportieren. Die mitgerissenen Partikel werden elektrisch aufgeladen, wenn sie eine Korona passieren, in der gasförmige Ionen fließen. An die Elektroden in der Mitte des Strömungsbereichs wird Hochspannung angelegt, und aufgrund des erzeugten elektrischen Felds wandern die Partikel zu den Niederschlagselektrodenwänden, wo sie anhaften.
Gewebefilter	Durchlässiger Web- oder Filzstoff, durch den Gase geleitet werden, um mithilfe eines Siebs oder sonstiger Mechanismen Partikel zu entfernen. Gewebefilter gibt es in der Form von Tuch-, Patronen und Schlauchfiltern, wobei mehrere Einzelgewebefiltereinheiten in einer Baugruppe untergebracht sind.
Membrantrennverfahren	Abgas wird komprimiert und durch eine Membran geleitet, die eine selektive Permeabilität gegenüber organischen Dämpfen aufweist. Das angereicherte Permeat kann mithilfe von Methoden wie Kondensation oder Adsorption zurückgewonnen oder aber auch gemindert werden (z. B. durch katalytische Oxidation). Der Prozess ist am besten für höhere Dampfkonzentrationen geeignet. In den meisten Fällen bedarf es einer Zusatzbehandlung, um für die Ableitung ausreichend niedrige Konzentrationen zu erreichen.
Nebelabscheider	Üblicherweise Filter mit Gewebeeinlage (z. B. Tropfenabscheider, Demister), die in der Regel aus gewebtem oder gewirktem metallischem oder synthetischem Monofil-Material in willkürlicher oder spezifischer Konfiguration bestehen. Ein Nebelabscheider funktioniert nach dem Prinzip der Tiefenfiltration, die über die gesamte Tiefe des Filters erfolgt. Feste Staubpartikel verbleiben im Filter, bis er gesättigt ist und durch Durchspülung gereinigt werden muss. Wird der Nebelabscheider zum Abscheiden von Tropfen und/oder Aerosolen verwendet, reinigen letztere den Filter, wenn sie als Flüssigkeit abfließen. Sie funktionieren nach dem Aufprallprinzip und sind geschwindigkeitsabhängig. Prallwinkelabscheider werden ebenfalls häufig als Nebelabscheider eingesetzt.

Technik	Beschreibung
Anlage zur regenerativen thermischen Oxidation/regenerativen Nachverbrennung (RTO bzw. RNV)	Bestimmte Art von Anlage zur thermischen Oxidation (siehe unten), in der der zuströmende Abgasstrom von einem Keramikfüllkörper erwärmt wird, wenn er diesen vor Eintritt in die Verbrennungskammer passiert. Die gereinigten Heißgase treten aus dieser Kammer aus, indem sie einen (oder mehrere) Keramikfüllkörper (der/die in einem früheren Verbrennungszyklus durch einen eintretenden Abgasstrom gekühlt wurde(n)) passieren. Dieser wiedererwärmte Füllkörper leitet dann durch das Vorwärmen eines neuen eingehenden Abgasstroms einen neuen Verbrennungszyklus ein. Die typische Verbrennungstemperatur liegt zwischen 800 und 1 000 °C.
Wäsche	Unter Wäsche oder Absorption versteht man die Entfernung von Schadstoffen aus einem Gasstrom durch Kontakt mit einem flüssigen Lösemittel, oftmals Wasser (siehe „Nasswäsche“). Dies kann eine chemische Reaktion umfassen (siehe „alkalische Wäsche“). In einigen Fällen können die Verbindungen aus dem Lösemittel zurückgewonnen werden.
Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Reduktion von NO <sub>x</sub> zu Stickstoff durch Reaktion mit Ammoniak (in der Regel in wässriger Lösung) in einem Katalysatorbett bei einer optimalen Betriebstemperatur von ca. 300-450 °C. Es können eine oder mehrere Katalysatorschichten verwendet werden.
Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	Reduktion von NO <sub>x</sub> zu Stickstoff durch Reaktion mit Ammoniak oder Harnstoff bei hohen Temperaturen. Die Betriebstemperatur muss in einem Fenster von 900 °C bis 1 050 °C gehalten werden.
Techniken zur Reduzierung des Mitrisses von Feststoffen und/oder Flüssigkeiten	Techniken zur Reduzierung des Mitrisses von Tropfen oder Partikeln in Gasströmen (z. B. aus chemischen Prozessen, Kondensatoren, Destillationskolonnen) mithilfe von mechanischen Vorrichtungen wie Absetzkammern, Nebelabscheidern, Zyklonen und Abscheidern (Knock-out Drum)
Anlage zur thermischen Oxidation/thermischen Nachverbrennung	Emissionsminderungseinrichtung, die brennbare Verbindungen in einem Prozessabgas- oder Abgasstrom durch Erhitzen mit Luft oder Sauerstoff in einer Brennkammer über den Selbstentzündungspunkt hinaus und ausreichend langer Aufrechterhaltung dieser hohen Temperatur oxidiert, bis das Gemisch vollständig in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt wurde
Thermische Reduktion	NO <sub>x</sub> wird durch Erhitzen in Anwesenheit eines reduzierenden Gases in einer zusätzlichen Verbrennungskammer reduziert, in der in sauerstoffarmem Milieu bzw. bei Sauerstoffmangel ein Oxidationsprozess abläuft. Im Gegensatz zur SNCR erfolgt keine Zugabe von Ammoniak und/oder Harnstoff.
Zweistufiger Staubfilter	Eine Vorrichtung, die als Filtermaterial ein Metallgewebe besitzt. Im ersten Filtrationsschritt wird ein Filterkuchen aufgebaut und die eigentliche Filtration findet in dem zweiten Schritt statt. Je nach Druckabfall über dem Filter schaltet das System zwischen den beiden Stufen um. Zur Entfernung des Filtertaubs ist im System ein Mechanismus integriert.
Nasswäsche	Siehe „Wäsche“ oben. Wäsche, bei der als Lösemittel Wasser oder eine wässrige Lösung verwendet wird, z. B. alkalische Wäsche zur Minderung von HCl. Siehe auch „Nasswäsche von Staub“.
Nasswäsche von Staub	Siehe „Nasswäsche“ oben. In einer Nasswäsche erfolgt die Staubabscheidung durch eine intensive Vermischung des einströmenden Gases mit Wasser, üblicherweise kombiniert mit der Abscheidung der groben Partikel durch Zentrifugalkraft. Dazu strömt das Gas in tangentialer Richtung ein. Der abgeschiedene Feststoffstaub wird unten im Abscheider gesammelt.



## 12.2. Techniken der Abwasserbehandlung

Alle nachstehend aufgeführten Techniken können auch zur Reinigung von Wasserströmen im Hinblick auf die Wiederverwendung/-verwertung von Wasser angewendet werden. Der Großteil der Techniken wird zudem zur Rückgewinnung organischer Verbindungen aus Prozesswasserströmen angewendet.

Technik	Beschreibung
Adsorption	Trennverfahren, bei dem Verbindungen (d. h. Schadstoffe) in einer Flüssigkeit (d. h. Abwasser) an der Oberfläche eines Feststoffes (in der Regel Aktivkohle) zurückgehalten werden
Chemische Oxidation	Organische Verbindungen werden durch die Zugabe von Ozon oder Wasserstoffperoxid oxidiert, optional mit Hilfe von Katalysatoren oder UV-Strahlung, um sie in weniger schädliche und biologisch besser abbaubare Verbindungen umzuwandeln.
Koagulation und Flockung	Koagulation und Flockung werden eingesetzt, um Schwebstoffe vom Abwasser zu trennen, und werden oft in aufeinanderfolgenden Schritten ausgeführt. Die Koagulation erfolgt durch das Hinzufügen von Koagulationsmitteln mit elektrischen Ladungen, die denen der Schwebstoffe entgegengesetzt sind. Die Flockung erfolgt durch das Hinzufügen von Polymeren, sodass sich Mikrofloccen bei Zusammenstoßen miteinander verbinden und so größere Floccen entstehen.
Destillation	Bei der Destillation handelt es sich um eine Technik zur Trennung von Verbindungen mit unterschiedlichen Siedepunkten mittels partieller Verdampfung und Rekondensation. Bei der Destillation von Abwässern werden leichtsiedende Verunreinigungen aus dem Abwasser entfernt, indem sie in die Dampfphase überführt werden. Die Destillation erfolgt in gepackten oder Boden-Kolonnen mit anschließender Kondensation.
Extraktion	Gelöste Schadstoffe werden aus der Abwasserphase in ein organisches Lösemittel überführt, z. B. in Gegenstromkolonnen oder Mixer-Settler-Systemen. Nach der Phasentrennung wird das Lösemittel gereinigt, z. B. durch Destillation, und der Extraktion wieder zugeführt. Der Extrakt mit den Schadstoffen wird entsorgt oder dem Prozess wieder zugeführt. Es erfolgt eine nachgelagerte Verminderung der Lösemittelverluste in das Abwasser durch entsprechende Weiterbehandlung (z. B. Strippung).
Eindampfung	Die Anwendung der Destillation (siehe oben) zur Konzentration wässriger Lösungen hochsiedender Stoffe zur weiteren Verwendung, Verarbeitung oder Entsorgung (z. B. Abwasserverbrennung) durch Verdampfung von Wasser. Erfolgt in der Regel in mehrstufigen Anlagen mit zunehmendem Unterdruck zur Senkung des Energiebedarfs. Die Wasserdämpfe werden kondensiert, um entweder wiederverwendet oder als Abwasser abgeleitet zu werden.
Filtration	Die Abscheidung von Feststoffen aus Abwasser mittels Durchleitung durch ein poröses Material. Sie umfasst unterschiedliche Arten von Techniken, z. B. Sandfiltration, Mikrofiltration und Ultrafiltration.
Flotation	Ein Verfahren zur Abscheidung fester und flüssiger Partikel aus der Abwasserphase durch Anlagerung an kleine Gasblasen (üblicherweise Luftblasen). Die Partikel steigen nach oben, sammeln sich an der Wasseroberfläche an und werden mithilfe von Skimmern abgeschöpft.
Hydrolyse	Eine chemische Reaktion, in der organische oder anorganische Verbindungen mit Wasser reagieren und die üblicherweise dazu dient, biologisch nicht abbaubare in biologisch abbaubare bzw. toxische in nicht toxische Verbindungen umzuwandeln. Um die Reaktion zu ermöglichen bzw. zu beschleunigen, wird die Hydrolyse bei erhöhter Temperatur und gegebenenfalls erhöhtem Druck (Thermolyse) oder unter Zugabe starker Alkalien oder Säuren oder mit Hilfe eines Katalysators durchgeführt.

Technik	Beschreibung
Fällung	Die Umwandlung gelöster Schadstoffe (z. B. Metallionen) in unlösliche Verbindungen durch Zugabe von Fällungsmitteln. Die gebildeten festen Niederschläge werden anschließend durch Sedimentation, Flotation oder Filtration abgeschieden.
Sedimentation	Abscheidung von Schwebstoffen durch das schwerkraftbedingte Absetzen am Boden
Strippung	Flüchtige Verbindungen werden durch eine gasförmige Phase (z. B. Dampf, Stickstoff oder Luft), die durch die Flüssigkeit geleitet wird, aus der wässrigen Phase entfernt und anschließend zur weiteren Verwendung oder Entsorgung zurückgewonnen (z. B. durch Kondensation). Die Minderungsleistung kann durch Temperaturerhöhung oder Druckminderung verbessert werden.
Abwasserverbrennung	Oxidation organischer und anorganischer Schadstoffe mit Luft bei gleichzeitiger Verdampfung des Wasseranteils bei Normaldruck und Temperaturen zwischen 730 °C und 1 200 °C. Bei CSB-Werten über 50 g/l ist die Abwasserverbrennung in der Regel autotherm. Bei geringen organischen Frachten wird ein Stütz-/Zusatzbrennstoff benötigt.

### 12.3. Techniken zur Verminderung von Emissionen aus der Verbrennung in die Luft

Technik	Beschreibung
Auswahl von (Zusatz-) Brennstoffen	Die Verwendung von Brennstoffen (einschließlich Stütz-/Zusatzbrennstoffe) mit einem geringen Gehalt an potenziellen schadstoffverursachenden Verbindungen (z. B. geringer Schwefel-, Asche-, Stickstoff-, Quecksilber-, Fluor- oder Chlor-Gehalt des Brennstoffs)
NO <sub>x</sub> -arme Brenner (LNB) und extrem NO <sub>x</sub> -arme Brenner (ULNB)	Diese Technik beruht auf einer Reduzierung der Spitzentemperaturen der Flammen, die gleichzeitig eine Verzögerung und Vollständigkeit der Verbrennung bewirkt und die Wärmeübertragung erhöht (erhöhte Flammenstrahlung). Die entsprechenden Maßnahmen können mit einer modifizierten Gestaltung der Brennkammer einhergehen. Extrem NO <sub>x</sub> -arme Brenner (ULNB) verfügen über (Luft-)Brennstoffstufung und Abgas-/Rauchgasrezirkulation.