

**DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS DER KOMMISSION****vom 9. Dezember 2013****über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen in Bezug auf die Chloralkaliindustrie***(Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2013) 8589)***(Text von Bedeutung für den EWR)**

(2013/732/EU)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

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

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Gemäß Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU organisiert die Kommission einen Informationsaustausch über Industrieemissionen zwischen der Kommission, den Mitgliedstaaten, den betreffenden Industriezweigen und den Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, um die Erstellung von Merkblättern über die besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblätter) gemäß Artikel 3 Nummer 11 der Richtlinie zu erleichtern.
- (2) Gemäß Artikel 13 Absatz 2 der Richtlinie 2010/75/EU geht es bei dem Informationsaustausch um die Leistungsfähigkeit der Anlagen und Techniken in Bezug auf Emissionen, gegebenenfalls ausgedrückt als kurz- und langfristige Mittelwerte sowie assoziierte Referenzbedingungen, Rohstoffverbrauch und Art der Rohstoffe, Wasserverbrauch, Energieverbrauch und Abfallerzeugung, um angewandte Techniken, zugehörige Überwachung, medienübergreifende Auswirkungen, wirtschaftliche Tragfähigkeit und technische Durchführbarkeit sowie Entwicklungen bei diesen Aspekten sowie um beste verfügbare Techniken und Zukunftstechniken, die nach der Prüfung der in Artikel 13 Absatz 2 Buchstaben a und b der Richtlinie aufgeführten Aspekte ermittelt worden sind.
- (3) „BVT-Schlussfolgerungen“ sind nach der Begriffsbestimmung in Artikel 3 Nummer 12 der Richtlinie 2010/75/EU der wichtigste Bestandteil der BVT-Merkblätter, der die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken, ihre Beschreibung, Informationen zur Bewer-

tung ihrer Anwendbarkeit, die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, die dazugehörigen Überwachungsmaßnahmen, die dazugehörigen Verbrauchswerte sowie gegebenenfalls einschlägige Standortsanierungsmaßnahmen enthält.

- (4) Gemäß Artikel 14 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU dienen die BVT-Schlussfolgerungen als Referenzdokument für die Festlegung der Genehmigungsaufgaben für unter Kapitel II der Richtlinie fallende Anlagen.
- (5) Gemäß Artikel 15 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU legt die zuständige Behörde Emissionsgrenzwerte fest, mit denen sichergestellt wird, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, wie sie in den Beschlüssen über die BVT-Schlussfolgerungen gemäß Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie festgelegt sind, nicht überschreiten.
- (6) Gemäß Artikel 15 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU dürfen Ausnahmeregelungen zur Abweichung von Artikel 15 Absatz 3 nur angewandt werden, wenn die Erreichung der Emissionswerte aufgrund des geografischen Standorts, der lokalen Umweltbedingungen oder der technischen Merkmale der betroffenen Anlage gemessen am Umweltnutzen zu unverhältnismäßig höheren Kosten führen würde.
- (7) Gemäß Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU stützen sich die Überwachungsauflagen der Genehmigung gemäß Artikel 14 Absatz 1 Buchstabe c auf die in den BVT-Schlussfolgerungen beschriebenen Überwachungsergebnisse.
- (8) Gemäß Artikel 21 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU überprüft die zuständige Behörde innerhalb von vier Jahren nach der Veröffentlichung von Beschlüssen über BVT-Schlussfolgerungen alle Genehmigungsaufgaben, bringt sie erforderlichenfalls auf den neuesten Stand und stellt sicher, dass die betreffende Anlage diese Genehmigungsaufgaben einhält.

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

- (9) Mit dem Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 zur Einrichtung eines Forums für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen <sup>(1)</sup> wurde ein Forum aus Vertretern der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, eingesetzt.
- (10) Gemäß Artikel 13 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU hat die Kommission am 6. Juni 2013 die Stellungnahme <sup>(2)</sup> des Forums zu dem vorgeschlagenen Inhalt des BVT-Merkblatts für die Chloralkaliindustrie eingeholt und diese Stellungnahme öffentlich zugänglich gemacht.
- (11) Die in diesem Beschluss vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des mit Artikel 75 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU eingesetzten Ausschusses —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

*Artikel 1*

Die BVT-Schlussfolgerungen für die Chloralkaliindustrie sind im Anhang dieses Beschlusses dargestellt.

*Artikel 2*

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 9. Dezember 2013

*Für die Kommission*

Janez POTOČNIK

*Mitglied der Kommission*

---

<sup>(1)</sup> ABl. C 146 vom 17.5.2011, S. 3.

<sup>(2)</sup> <https://circabc.europa.eu/w/browse/d4fbf23d-0da7-47fd-a954-0ada9ca91560>

## ANHANG

**BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE CHLORALKALIPRODUKTION**

ANWENDUNGSBEREICH	37
ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN	38
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	38
BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN	39
1. Elektrolysezellen: Verfahren	39
2. Stilllegung oder Umrüstung von Amalgamanlagen	39
3. Abwasseranfall	41
4. Energieeffizienz	42
5. Überwachung der Emissionen	43
6. Emissionen in die Luft	44
7. Emissionen in das Wasser	45
8. Abfallerzeugung	47
9. Standortsanierung	47
GLOSSAR	48

## ANWENDUNGSBEREICH

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen eine Reihe von Industrietätigkeiten, die in Anhang I Abschnitt 4.2 Buchstabe a und Buchstabe c der Richtlinie 2010/75/EU aufgeführt sind, nämlich die Herstellung von Chloralkali-Chemikalien (Chlor, Wasserstoff, Kaliumhydroxid und Natriumhydroxid) durch Elektrolyse einer Sole.

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen insbesondere folgende Prozesse und Tätigkeiten:

- die Salzlagerung;
- die Ansetzung, Reinigung und Wiederaufkonzentrierung der Sole;
- die Elektrolyse der Sole;
- die Aufkonzentrierung, Reinigung, Lagerung und Handhabung von Natrium- bzw. Kaliumhydroxid;
- die Kühlung, Trocknung, Reinigung, Verdichtung, Verflüssigung, Lagerung und Handhabung von Chlor;
- die Kühlung, Reinigung, Verdichtung, Lagerung und Handhabung von Wasserstoff;
- die Umrüstung von Amalgamanlagen zu Membrananlagen;
- die Stilllegung von Amalgamanlagen;
- die Sanierung von Standorten der Chloralkaliindustrie.

Folgende Tätigkeiten und Prozesse werden in den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen nicht behandelt:

- die Herstellung von Chlor durch Salzsäureelektrolyse;
- die Herstellung von Natriumchlorat durch Elektrolyse einer Sole; dies ist Gegenstand des Referenzdokuments zu den besten verfügbaren Techniken für die Herstellung anorganischer Grundchemikalien — Feststoffe und andere (LVIC-S);
- die Herstellung von Alkali- oder Erdalkalimetallen durch Schmelzflusselektrolyse; dies ist Gegenstand des Referenzdokuments über die besten verfügbaren Techniken in der Nichteisenmetallindustrie (NFM);
- die Herstellung von Spezialchemikalien wie Alkoholaten, Dithioniten und Alkalimetallen unter Verwendung von in Amalgamanlagen hergestelltem Alkalimetallamalgam;
- die Herstellung von Chlor, Wasserstoff oder Natrium- bzw. Kaliumhydroxid durch andere Verfahren als Elektrolyse.

Die nachstehend aufgeführten Aspekte der Chloralkaliproduktion werden in den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen nicht behandelt, da sie Gegenstand des BVT-Referenzdokuments zum Thema Abwasser-/Abgasbehandlung und -management in der chemischen Industrie (CWW) sind:

- die Aufbereitung von Abwasser in einer nachgeschalteten Abwasserbehandlungsanlage;
- Umweltmanagementsysteme;
- Lärmemissionen.

Folgende Referenzdokumente sind für die von den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen erfassten Tätigkeiten ebenfalls von Belang:

Referenzdokument	Thema
BVT-Merkblatt zu Abwasser-/Abgasbehandlung und -management in der chemischen Industrie (CWW)	Abwasser-/Abgasbehandlung und -management in der chemischen Industrie
Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM)	Ökonomische und medienübergreifende Effekte von Techniken

Referenzdokument	Thema
Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter (EFS)	Lagerung von Stoffen und Umgang damit
Energieeffizienz (ENE)	Allgemeine Aspekte der Energieeffizienz
Industrielle Kühlsysteme (ICS)	Indirekte Kühlung mit Wasser
Großfeuerungsanlagen (LCP)	Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW aufwärts
Allgemeine Überwachungsgrundsätze (MON)	Allgemeine Aspekte der Überwachung von Emissionen und Verbrauch
Abfallverbrennungsanlagen (WI)	Abfallverbrennung
Abfallbehandlungsanlagen (WT)	Abfallbehandlung

#### ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN

Die Liste der in den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen aufgeführten und beschriebenen Techniken ist weder normativ noch erschöpfend. Es können auch andere Techniken angewandt werden, sofern sie mindestens dasselbe Umweltschutzniveau gewährleisten.

Sofern nicht anders angegeben, sind die BVT-Schlussfolgerungen allgemein anwendbar.

Die mit den BVT assoziierten Emissionswerte für Emissionen in die Luft in den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen beziehen sich auf:

- die Konzentrationswerte, ausgedrückt als Masse der emittierten Stoffe bezogen auf das Abgasvolumen, im Normzustand (273,15 K; 101,3 kPa), nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf, aber ohne Berichtigung des Sauerstoffgehalts, in der Einheit  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

die mit den BVT assoziierten Emissionswerte für Emissionen in das Wasser in den vorliegenden BVT-Schlussfolgerungen beziehen sich auf:

- die Konzentrationswerte, ausgedrückt als Masse der emittierten Stoffe bezogen auf das Abwasservolumen, in der Einheit  $\text{mg}/\text{l}$ .

#### BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Zwecke dieser BVT-Schlussfolgerungen finden die folgenden Definitionen Anwendung:

Begriff	Definition
Neue Anlage	Eine Anlage, die erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen in Betrieb genommen wird, oder ein vollständiger Ersatz einer Anlage auf dem bestehenden Fundament nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die keine neue Anlage ist
Neue Chlorverflüssigungseinheit	Eine Chlorverflüssigungseinheit, die in der Anlage erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen in Betrieb genommen wird, oder ein vollständiger Ersatz einer Chlorverflüssigungseinheit nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen
Chlor und Chlordioxid, ausgedrückt als $\text{Cl}_2$	Die Summe von Chlor ( $\text{Cl}_2$ ) und Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ ), zusammen gemessen und ausgedrückt als $\text{Cl}_2$ .
Freies Chlor, ausgedrückt als $\text{Cl}_2$	Die Summe von gelöstem elementarem Chlor, Hypochlorit, hydrochloriger Säure, gelöstem elementarem Brom, Hypobromit und hypobromiger Säure, zusammen gemessen und ausgedrückt als $\text{Cl}_2$
Quecksilber, ausgedrückt als Hg	Die Summe aller anorganischen und organischen Quecksilberverbindungen, zusammen gemessen und ausgedrückt als Hg.

## BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN

**1. Elektrolysezellen: Verfahren**

BVT 1: Die BVT für die Herstellung von Chloralkali bestehen in der Anwendung einer oder mehrerer der folgenden Techniken. Das Amalgamverfahren gilt unter keinen Umständen als BVT. Die Verwendung von Asbestdiaphragmen stellt keine BVT dar.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	bipolare Membranzellen	Die Membranzellen bestehen aus einer Anode und einer Kathode, die durch eine Membran getrennt sind. Bei der bipolaren Konfiguration werden die einzelnen Membranzellen in Reihe geschaltet.	Allgemein anwendbar.
b	monopolare Membranzellen	Die Membranzellen bestehen aus einer Anode und einer Kathode, die durch eine Membran getrennt sind. Bei der monopolaren Konfiguration werden die einzelnen Membranzellen parallel geschaltet.	Nicht anwendbar für neue Anlagen mit einer Chlorproduktionskapazität von > 20 kt/a.
c	Asbestfreie Diaphragmazellen	Asbestfreie Diaphragmazellen bestehen aus einer Anode und einer Kathode, die durch ein asbestfreies Diaphragma getrennt sind. Die einzelnen Diaphragmazellen werden in Reihe (bipolar) oder parallel (monopolar) geschaltet.	Allgemein anwendbar.

**2. Stilllegung oder Umrüstung von Amalgamanlagen**

BVT 2: Um die Emissionen von Quecksilber und den Anfall von durch Quecksilber verunreinigtem Abfall bei der Stilllegung oder Umrüstung von Amalgamanlagen möglichst gering zu halten, sehen die BVT die Ausarbeitung und Umsetzung eines Stilllegungsplans vor, der folgende Bestandteile ohne Ausnahme umfasst:

- i) Einbeziehung einer Reihe von Mitarbeitern, die über Erfahrung mit dem Betrieb der alten Anlage verfügen, in sämtliche Stadien der Erarbeitung und Umsetzung des Plans;
- ii) Ablaufbeschreibungen und Anweisungen für sämtliche Stufen der Durchführung;
- iii) detailliertes Schulungs- und Betreuungsprogramm für Mitarbeiter, die keine Erfahrung im Umgang mit Quecksilber haben;
- iv) Ermittlung der Menge des metallischen Quecksilbers, das zurückgewonnen werden muss, und Schätzung der zu entsorgenden Abfallmenge und der darin enthaltenen Verunreinigung durch Quecksilber;
- v) Die Arbeitsstätte muss folgendermaßen beschaffen sein:
  - a) überdacht;
  - b) ausgestattet mit einem glatten, abschüssigen, undurchlässigen Boden, über den ausgetretenes Quecksilber in ein Sammelbecken geleitet wird;
  - c) gut beleuchtet;
  - d) frei von Hindernissen oder Schutt, auf denen sich Quecksilber ablagern könnte;
  - e) ausgestattet mit einem Wasseranschluss zum Waschen;
  - f) angebunden an ein Abwasserbehandlungssystem.
- vi) Die Entleerung der Zellen und die Überführung des metallischen Quecksilbers in Behälter muss unter folgenden Bedingungen erfolgen:
  - a) in einem möglichst geschlossenen System;
  - b) Waschen des Quecksilbers;
  - c) nach Möglichkeit unter Ausnutzung der Schwerkraft;

- d) bei Bedarf Entfernung von Verunreinigungen des Quecksilbers durch Feststoffe;
  - e) Befüllung der Behälter mit  $\leq 80$  % ihres Fassungsvermögens;
  - f) hermetische Versiegelung der Behälter nach der Befüllung;
  - g) Waschen der geleerten Zellen und anschließende Auffüllung mit Wasser.
- vii) Berücksichtigung folgender Kriterien bei allen Demontage- und Abbautätigkeiten:
- a) Möglichst keine Warmschnitt-, sondern Kaltschnittverfahren;
  - b) Lagerung verunreinigter Anlagenteile in geeigneten Bereichen;
  - c) häufiges Waschen des Fußbodens in den Arbeitsbereichen;
  - d) rasche Beseitigung ausgetretenen Quecksilbers unter Einsatz von Sauggeräten mit Aktivkohlefiltern;
  - e) Dokumentation der Abfallströme;
  - f) Trennung durch Quecksilber verunreinigten Abfalls von nicht verunreinigtem Abfall;
  - g) Dekontaminierung des durch Quecksilber verunreinigten Abfalls durch mechanische und physikalische Behandlungsverfahren (z. B. Waschen, Ultraschallvibration, Staubsauger), chemische Behandlungsverfahren (z. B. Waschen mit Hypochlorit, chlorierter Sole oder Wasserstoffperoxid) und/oder thermische Behandlungsverfahren (z. B. Destillation/Retorte);
  - h) nach Möglichkeit Wiederverwendung oder Recycling dekontaminierter Anlagenteile;
  - i) Dekontaminierung des Zellaals durch Reinigung von Wänden und Fußboden, anschließend Beschichtung oder Anstrich zur Oberflächenversiegelung, sofern das Gebäude weiterverwendet werden soll;
  - j) Dekontaminierung oder Erneuerung der Abwassersammelsysteme in oder um die Anlage herum;
  - k) Absperrung des Arbeitsbereichs und Behandlung der Abluft, wenn hohe Quecksilberkonzentrationen zu erwarten sind (z. B. bei Hochdruckreinigung); Behandlungsverfahren für die Abluft sind die Abscheidung des Quecksilbers an mit Jod oder Schwefel imprägnierter Aktivkohle, Abluftwäsche mit Hypochlorit oder chlorierter Sole oder durch Zugabe von Chlor zwecks Bildung festen Diquecksilberdichlorids;
  - l) Behandlung von quecksilberhaltigem Abwasser, einschließlich des Waschwassers für Schutzbekleidung;
  - m) Überwachung des Quecksilbergehalts in der Luft, im Wasser und im Abfall, auch für eine angemessene Dauer nach Abschluss der Stilllegung oder Umrüstung;
- viii) bei Bedarf Zwischenlagerung metallischen Quecksilbers in Lagerstätten, die folgende Eigenschaften aufweisen:
- a) gut beleuchtet und witterungsfest;
  - b) ausgerüstet mit einer geeigneten doppelten Ummantelung, die 110 % des Flüssigkeitsvolumens jedes einzelnen Behälters zurückhalten kann;
  - c) frei von Hindernissen oder Schutt, auf denen sich Quecksilber ablagern könnte;

- d) ausgestattet mit Sauggeräten mit Aktivkohlefiltern;  
 e) regelmäßige Überwachung, sowohl durch Besichtigung als auch durch Quecksilber-Überwachungsgeräte;  
 ix) bei Bedarf Abtransport, Weiterbehandlung und Entsorgung von Abfall.

BVT 3: Zur Reduzierung der Quecksilberemissionen in das Wasser während der Stilllegung oder Umrüstung von Amalgamanlagen bestehen die BVT in der Anwendung einer oder mehrerer der folgenden Techniken:

	Technik	Beschreibung
a	Oxidation und Ionenaustausch	Mit Oxidationsmitteln wie Hypochlorit, Chlor oder Wasserstoffperoxid wird das Quecksilber in seine oxidierte Form umgewandelt, in der es dann durch Ionenaustauschharze entfernt wird.
b	Oxidation und Ausfällung	Mit Oxidationsmitteln wie Hypochlorit, Chlor oder Wasserstoffperoxid wird das Quecksilber in seine oxidierte Form umgewandelt, dann als Quecksilbersulfid ausgefällt und anschließend filtriert.
c	Reduktion und Adsorption an Aktivkohle	Mit Reduktionsmitteln wie Hydroxylamin wird Quecksilber in seine elementare Form umgewandelt, in der es dann durch Koaleszenz und Rückgewinnung von metallischem Quecksilber mit anschließender Abscheidung an Aktivkohle entfernt wird.

Die mit den **BVT verbundene Umweltleistungsstufe** <sup>(1)</sup> für Quecksilberemissionen in das Wasser, ausgedrückt als Hg, am Abfluss der Quecksilberbehandlungseinheit während der Stilllegung oder Umrüstung beträgt 3-15 µg/l in täglich entnommenen 24-h-durchflussproportionalen Mischproben. Die Überwachung erfolgt gemäß BVT 7.

### 3. Abwasseranfall

BVT 4: Die BVT zur Verringerung des Abwasseranfalls bestehen aus einer Kombination der nachstehend beschriebenen Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Rückführung der Sole	Die abkonzentrierte Sole aus den Elektrolysezellen wird mit festem Salz oder durch Verdampfung aufgesättigt und den Zellen wieder zugeführt.	Nicht anwendbar bei Diaphragmaanlagen. Nicht anwendbar bei Membrananlagen, bei denen die Sole durch Solung gewonnen wird, wenn reichlich Salz- und Wasserressourcen sowie ein salzhaltiges Aufnahmegewässer vorhanden sind, das hohe Chloridemissionen toleriert. Nicht anwendbar bei Membrananlagen, die die ausgeschleuste Sole in anderen Produktionseinheiten verwenden.
b	Recycling salzhaltigen Abwassers aus anderen Produktionsprozessen	Prozessströme der Chloralkalanlage wie Kondensate aus der Verarbeitung von Chlor, Natrium-/Kaliumhydroxid und Wasserstoff werden verschiedenen Prozessschritten wieder zugeführt. Der Umfang dieses Recyclings wird durch die Reinheitsanforderungen des Flüssigkeitsstroms, dem der Prozessstrom wieder zugeführt wird, und durch die Wasserbilanz der Anlage begrenzt.	Allgemein anwendbar.
c	Nutzung von Abwasser für die Solung	Salzhaltiges Abwasser aus anderen Produktionsprozessen wird aufbereitet und dem Solesystem zugeführt. Der Umfang dieses Recyclings wird durch die Reinheitsanforderungen des Solesystems und durch die Wasserbilanz der Anlage begrenzt.	Nicht anwendbar bei Anlagen, bei denen die zusätzliche Aufbereitung des Abwassers den Umweltnutzen aufhebt.

<sup>(1)</sup> Da sich diese Leistungsstufe nicht auf normale Betriebsbedingungen bezieht, stellt sie keinen mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswert gemäß Artikel 3 Nummer 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen dar.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
d	Konzentration von Solefiltrationsschlamm	Abwasser aus der Chloralkalanlage wird aufbereitet und in den Salzstock zurückgepumpt.	Nicht anwendbar bei Membrananlagen, die die ausgeschleuste Sole in anderen Produktionseinheiten verwenden. Nicht anwendbar, wenn der Salzstock wesentlich höher gelegen ist als die Anlage.
e	Nanofiltration	Solefiltrationsschlämme werden in Filterpressen, Vakuum-Rotationsfiltern oder Zentrifugen aufkonzentriert. Das Restwasser wird in das Solesystem zurückgeleitet.	Nicht anwendbar, wenn die Solefiltrationsschlämme als trockener Kuchen entfernt werden können. Nicht anwendbar bei Anlagen, die Abwasser für die Solung wiederverwenden.
f	Techniken zur Senkung der Chloratmissionen	Eine bestimmte Art der Membranfiltration mit Porengrößen von etwa 1 nm, die verwendet wird, um Sulfat in der ausgeschleusten Sole aufzukonzentrieren und damit das Abwasservolumen zu verringern.	Anwendbar bei Membrananlagen mit Solerückführung, wenn die Soleausschleusungsrate durch den Sulfatgehalt bestimmt wird.
g	Recycling salzhaltigen Abwassers aus anderen Produktionsprozessen	Techniken zur Senkung der Chloratmissionen sind in BVT 14 beschrieben. Diese Techniken führen zu einer Verringerung der Soleausschleusung.	Anwendbar bei Membrananlagen mit Solerückführung, wenn die Soleausschleusungsrate durch die Chloratkonzentration bestimmt wird.

#### 4. Energieeffizienz

BVT 5: Die BVT zur effizienten Energienutzung bei der Elektrolyse bestehen aus einer Kombination der nachstehend beschriebenen Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Hochleistungsmembranen	Hochleistungsmembranen zeichnen sich durch geringe Spannungsabfälle und eine hohe Stromausbeute aus und gewährleisten zugleich unter den gegebenen Betriebsbedingungen mechanische Festigkeit und chemische Stabilität.	Anwendbar bei Membrananlagen, wenn die Membranen zum Ende ihrer Lebensdauer erneuert werden.
b	Asbestfreie Diaphragmen	Asbestfreie Diaphragmen bestehen aus einem Fluorkarbonpolymer und Füllstoffen wie Zirkoniumdioxid. Im Vergleich zu Asbestdiaphragmen weisen sie eine geringere Widerstandsüberspannung auf.	Allgemein anwendbar.
c	Hochleistungselektroden und -beschichtungen	Elektroden und Beschichtungen mit einer verbesserten Gasfreisetzung (geringe Gasblasenüberspannung) und geringer Elektrodenüberspannung.	Anwendbar bei der Erneuerung von Beschichtungen zum Ende ihrer Lebensdauer.
d	Hochreine Sole	Die Sole wird hinreichend gereinigt, um eine Kontamination der Elektroden und Diaphragmen/Membranen zu minimieren, welche andernfalls den Energieverbrauch erhöhen könnte.	Allgemein anwendbar.

BVT 6: Im Interesse einer effizienten Energienutzung bestehen die BVT darin, einen möglichst großen Anteil des bei der Elektrolyse anfallenden Wasserstoffs als chemisches Reagens oder Brennstoff zu verwenden.

## Beschreibung

Wasserstoff kann als Reagens in chemischen Reaktionen (z. B. bei der Herstellung von Ammoniak, Wasserstoffperoxid, Salzsäure und Methanol; zur Reduktion organischer Verbindungen; zur Hydrodesulfurierung von Erdöl; zur Öl- und Fetthydrierung; zum Kettenabbruch bei der Polyolefin-Produktion) oder als Brennstoff bei der Dampf- oder Stromerzeugung oder zur Ofenbeheizung eingesetzt werden. Der Umfang, in dem Wasserstoff verwendet wird, hängt von einer Reihe Faktoren ab (z. B. dem Bedarf an Wasserstoff als Reagens, dem Bedarf an Dampf am Standort oder der Entfernung zu potenziellen Nutzern).

## 5. Überwachung der Emissionen

BVT 7: Die BVT besteht darin, die Emissionen in die Luft und das Wasser durch EN-normgerechte Techniken mindestens mit der nachstehend aufgeführten Häufigkeit zu überwachen. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT darin, ISO-Normen oder andere nationale oder internationale Normen heranzuziehen, die Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Umweltmedium	Stoffe	Ort der Probenahme	Methode	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit
Luft	Chlor und Chlordioxid, ausgedrückt als Cl <sub>2</sub> (!)	Auslass der Chlorabsorptionsanlage	Elektrochemische Zellen	Keine EN- oder ISO-Normen verfügbar	Kontinuierlich	—
			Absorption in einer Lösung mit anschließender Analyse	Keine EN- oder ISO-Normen verfügbar	Jährlich (dabei mindestens drei aufeinanderfolgende Stundenmessungen)	BAT 8
Wasser	Chlorat	An dem Punkt, an dem die Emissionen die Anlage verlassen	Ionenchromatografie	EN ISO 10304-4	Monatlich	BAT 14
	Chlorid	Soleausschleusung	Ionenchromatografie oder Fließanalyse	EN ISO 10304-1 oder EN ISO 15682	Monatlich	BAT 12
	Freies Chlor (!)	Nahe am Entstehungsort	Redoxpotenzial	Keine EN- oder ISO-Normen verfügbar	Kontinuierlich	—
		An dem Punkt, an dem die Emissionen die Anlage verlassen	Freies Chlor	EN ISO 7393-1 oder -2	Monatlich	BAT 13
	Halogenierte organische Verbindungen	Soleausschleusung	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	Anhang A zur EN ISO 9562	Jährlich	BAT 15
Quecksilber	Abfluss der Quecksilberbehandlungseinheit	Atomabsorptionsspektrometrie oder Atomfluoreszenzspektrometrie	EN ISO 12846 oder EN ISO 17852	Täglich	BAT 3	

Umweltmedium	Stoffe	Ort der Probenahme	Methode	Norm(en)	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Überwachung verbunden mit
	Sulfat	Soleausschleusung	Ionenchromatografie	EN ISO 10304-1	Jährlich	—
	Relevante Schwermetalle (z. B. Nickel, Kupfer)	Soleausschleusung	Induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie oder induktiv gekoppelte Plasma-Massen-spektrometrie	EN ISO 11885 oder EN ISO 17294-2	Jährlich	—

(<sup>1</sup>) Sowohl kontinuierliche als auch regelmäßige Überwachung wie angegeben.

## 6. Emissionen in die Luft

BVT 8: Zur Verminderung der gefassten Emissionen von Chlor und Chlordioxid aus der Chlorverarbeitung bestehen die BVT darin, eine Chlorabsorptionseinheit zu errichten, zu warten und zu betreiben, die über eine angemessene Kombination der folgenden Eigenschaften verfügt:

- i) Absorptionseinheit auf der Grundlage von gepackten Säulen und/oder Strahlwäschern mit einer alkalischen Lösung (z. B. Natriumhydroxidlösung) als Waschflüssigkeit;
- ii) Dosiervorrichtung für Wasserstoffperoxid oder bei Bedarf getrennter Nasswäscher mit Wasserstoffperoxid zur Verringerung der Chlordioxidkonzentrationen;
- iii) hinreichende Größe für das (aus der Risikobewertung abgeleitete) Worst-Case-Szenario im Hinblick auf Menge und Durchflussrate des hergestellten Chlors (Absorption der Produktion des gesamten Zellensaals, so lange, bis die Anlage heruntergefahren ist);
- iv) Vorräte an Waschflüssigkeit und hinreichende Lagerkapazitäten, die zu jeder Zeit einen Überschuss sicherstellen;
- v) die gepackten Säulen sind so groß, dass eine Überflutung zu jeder Zeit verhindert werden kann;
- vi) Absicherung der Absorptionseinheit gegen das Eindringen flüssigen Chlors;
- vii) Absicherung des Chlorsystems gegen den Rückfluss von Waschflüssigkeit;
- viii) Verhinderung der Ausfällung von Feststoffen in der Absorptionseinheit;
- ix) Einsatz von Wärmetauschern, die die Temperatur in der Absorptionseinheit konstant unter 55 °C halten;
- x) Zufuhr von Verdünnungsluft im Anschluss an die Chlorabsorption, um die Bildung explosiver Gasgemische zu verhindern;
- xi) Verwendung von Baustoffen, die den extremen Korrosionseinflüssen dauerhaft widerstehen;
- xii) Bereitstellung von Reservegeräten, beispielsweise einem zusätzlichen Wäscher, einem Nottank mit Waschflüssigkeit, die unter Ausnutzung der Schwerkraft in den Wäscher geleitet werden kann, Reserveventilatoren und Reservepumpen;
- xiii) ein unabhängiges Ersatzsystem für wichtige elektrische Geräte;
- xiv) automatische Umstellung auf das Ersatzsystem in Notfällen, regelmäßige Tests dieses Notsystems und der Umstellung;
- xv) Überwachungs- und Alarmsystem für folgende Parameter:
  - a) Chlor am Auslass der Absorptionseinheit und im umliegenden Bereich;
  - b) Temperatur der Waschflüssigkeiten;

- c) Redoxpotenzial und Alkalität der Waschflüssigkeiten;
- d) Saugdruck;
- e) Durchflussrate der Waschflüssigkeiten.

Der mit den **BVT assoziierte Emissionswert** für Chlor und Chlordioxid, zusammen gemessen und ausgedrückt als Cl<sub>2</sub>, beträgt 0,2-1,0 mg/m<sup>3</sup>, als Durchschnittswert von mindestens drei am Auslass der Chlorabsorptionseinheit durchgeführten Stundenmessungen, die mindestens einmal pro Jahr stattfinden. Die Überwachung erfolgt gemäß BVT 7.

*BVT 9: Die Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff zur Beseitigung von Stickstofftrichlorid oder zur Rückgewinnung von Chlor aus Restgas ist keine BVT.*

*BVT 10: Die Verwendung von Kältemitteln mit hohem Treibhauspotenzial, also höher als 150 (wie z. B. zahlreiche Fluorkohlenwasserstoffe (HFC)), in neuen Chlorverflüssigungseinheiten stellt keine BVT dar.*

#### Beschreibung

Geeignete Kältemittel sind zum Beispiel:

- die Kombination von Kohlendioxid und Ammoniak in zwei Kühlkreisläufen;
- Chlor;
- Wasser.

#### Anwendbarkeit

Bei der Auswahl des Kältemittels sollten Betriebssicherheit und Energieeffizienz berücksichtigt werden.

### 7. Emissionen in das Wasser

*BVT 11: Die BVT zur Verringerung von Schadstoffemissionen in das Wasser bestehen aus einer geeigneten Kombination der nachstehend beschriebenen Techniken.*

	Technik	Beschreibung
a	Prozessintegrierte Techniken <sup>(1)</sup>	Techniken, die die Entstehung von Schadstoffen verhindern oder reduzieren
b	Abwasserbehandlung am Entstehungsort <sup>(1)</sup>	Techniken zur Verringerung oder Rückgewinnung der Schadstoffe vor ihrer Einleitung in das Abwassersammelsystem
c	Vorbehandlung von Abwasser <sup>(2)</sup>	Techniken zur Verringerung der Schadstoffe vor der abschließenden Abwasserbehandlung
d	Abschließende Abwasserbehandlung <sup>(2)</sup>	Abschließende Behandlung des Abwassers durch mechanische, physikalisch-chemische und/oder biologische Verfahren vor der Einleitung in ein Aufnahmegewässer

<sup>(1)</sup> Gegenstand von BVT 1, 4, 12, 13, 14 und 15.

<sup>(2)</sup> Unterliegt dem Anwendungsbereich des BVT-Merkblatts zum Thema Abwasser-/Abgasbehandlung und -management in der chemischen Industrie (CWW BREF).

*BVT 12: Zur Verringerung der Chloridemissionen aus der Chloralkalialanlage in das Wasser bestehen die BVT in einer Kombination der Techniken aus den BVT 4.*

*BVT 13: Zur Verminderung der Emission freien Chlors aus der Chloralkalialanlage in das Wasser besteht die BVT darin, freies Chlor enthaltende Abwasserströme möglichst nahe am Entstehungsort zu behandeln, um die Ausgasung von Chlor und/oder die Entstehung halogener organischer Verbindungen zu verhindern; dabei sollen eine oder mehrere der nachstehend genannten Techniken verwendet werden.*

	Technik	Beschreibung
a	Chemische Reduktion	Das freie Chlor wird in Rührkesseln durch Reduktionsmittel wie Sulfit und Wasserstoffperoxid zerstört.
b	Katalytische Zersetzung	Das freie Chlor wird in einem katalytischen Festbettreaktor in Chlorid und Sauerstoff zerlegt. Als Katalysator kann ein Nickeloxid mit Eisen als Promoter und Aluminiumoxid als Träger verwendet werden.

	Technik	Beschreibung
c	Thermische Zersetzung	Das freie Chlor wird durch thermische Zersetzung bei rund 70 °C in Chlorid und Chlorat umgewandelt. Anschließend muss das Abwasser weiter behandelt werden, um die Chlorat- und Bromatmissionen zu verringern (BVT 14).
d	Saure Zersetzung	Das freie Chlor wird durch Ansäuerung zersetzt. Dabei wird Chlor freigesetzt und anschließend zurückgewonnen. Die saure Zersetzung kann in einem getrennten Reaktor oder durch die Rückführung des Abwassers in das Solesystem erfolgen. Die Menge des Abwassers, das in das Solesystem zurückgeführt werden kann, hängt von der Wasserbilanz der Anlage ab.
e	Abwasserrecycling	Abwasserströme aus der Chloralkalanlage, die freies Chlor enthalten, werden in anderen Produktionseinheiten wiederverwendet.

**Der mit den BVT assoziierte Emissionswert** für freies Chlor, ausgedrückt als Cl<sub>2</sub>, beträgt 0,05-0,2 mg/l in Stichproben, die mindestens einmal pro Monat an dem Punkt, an dem die Emissionen die Anlage verlassen, genommen werden. Die Überwachung erfolgt gemäß BVT 7.

*BVT 14: Zur Verringerung der Chloratmissionen aus der Chloralkalanlage in das Wasser bestehen die BVT darin, eine der nachstehend beschriebenen Techniken anzuwenden oder diese zu kombinieren.*

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Hochleistungsmembranen	Membranen, die eine hohe Stromausbeute aufweisen und die Chloratbildung verringern, während sie zugleich unter den gegebenen Betriebsbedingungen mechanische Festigkeit und chemische Stabilität gewährleisten.	Anwendbar bei Membrananlagen, wenn die Membranen zum Ende ihrer Lebensdauer erneuert werden.
b	Hochleistungsbeschichtungen	Beschichtungen mit geringer Elektrodenüberspannung, die zu einer verringerten Chloratbildung und zu einer verstärkten Sauerstoffbildung an der Anode führen.	Anwendbar bei der Erneuerung von Beschichtungen zum Ende ihrer Lebensdauer. Die Anwendbarkeit kann durch die Qualitätsanforderungen an das erzeugte Chlor (Sauerstoffkonzentration) beschränkt sein.
c	Hochreine Sole	Die Sole wird hinreichend gereinigt, um eine Kontamination der Elektroden und Diaphragmen/Membranen zu minimieren, welche andernfalls zu einer verstärkten Chloratbildung führen könnte.	Allgemein anwendbar.
d	Ansäuerung der Sole	Die Sole wird vor der Elektrolyse angesäuert, um die Chloratbildung zu verringern. Das Ausmaß der Ansäuerung wird durch die Widerstandsfähigkeit der verwendeten Anlagenteile begrenzt (z. B. Membranen und Anoden).	Allgemein anwendbar.
e	Reduktion mit Säure	Chlorat wird mit Salzsäure bei pH-Werten von 0 und Temperaturen von mehr als 85 °C reduziert.	Nicht anwendbar bei Anlagen mit nur einem Durchgang der Sole.
f	Katalytische Reduktion	In einem Trickle-Bed-Reaktor wird Chlorat unter Verwendung von Wasserstoff und einem Rhodium-Katalysator in einer Dreiphasenreaktion unter Druck zu Chlorid reduziert.	Nicht anwendbar bei Anlagen mit nur einem Durchgang der Sole.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
g	Verwendung chlorathaltiger Abwasserströme in anderen Produktionseinheiten	Die Abwasserströme aus der Chloralkalanlage werden in anderen Produktionseinheiten wiederverwendet, üblicherweise im Solesystem einer Anlage zur Herstellung von Natriumchlorat.	Beschränkt auf Standorte, an denen Abwasserströme dieser Qualität in anderen Produktionseinheiten verwendet werden können.

BVT 15: Zur Verringerung der Emissionen halogener organischer Verbindungen aus der Chloralkalanlage in das Wasser bestehen die BVT darin, die nachstehend beschriebenen Techniken zu kombinieren.

	Technik	Beschreibung
a	Auswahl und Kontrolle des Salzes und der Hilfsstoffe	Salz und Hilfsstoffe werden ausgewählt und kontrolliert, um die Verunreinigung der Sole durch organische Stoffe zu verringern.
b	Wasserreinigung	Das Prozesswasser kann durch Membranfiltration, Ionenaustausch, UV-Bestrahlung und Adsorption an Aktivkohle gereinigt werden, damit die Verunreinigung der Sole durch organische Stoffe verringert wird.
c	Auswahl und Kontrolle der Anlagenteile	Bei der Auswahl von Anlagenteilen wie Zellen, Schläuchen, Ventilen und Pumpen wird genau darauf geachtet, dass möglichst wenige organische Verunreinigungen in die Sole abgegeben werden.

## 8. Abfallerzeugung

BVT 16: Um die Menge der zu entsorgenden verbrauchten Schwefelsäure zu verringern, bestehen die BVT darin, eine der nachstehend aufgeführten Techniken zu verwenden oder diese zu kombinieren. Die Neutralisierung verbrauchter Schwefelsäure aus der Chlortrocknung mit frischen Reagenzien ist keine BVT.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
a	Verwendung am Standort oder außerhalb	Die verbrauchte Säure wird für andere Zwecke eingesetzt, beispielsweise zur pH-Wert-Kontrolle in Prozesswasser- und Abwasserströmen oder zur Zerstörung von überschüssigem Hypochlorit.	Anwendbar, wenn am Standort oder extern Bedarf an Abfallsäure in dieser Qualität besteht.
b	Aufkonzentrierung	Die verbrauchte Säure wird am Standort oder extern in Verdampfern mit geschlossenem Kreislauf durch indirekte Erhitzung unter Vakuumbedingungen aufkonzentriert, oder durch die verstärkende Zugabe von Schwefeltrioxid.	Die externe Aufkonzentrierung ist nur anwendbar, wenn in der Nähe ein entsprechender Dienstleister angesiedelt ist.

Die mit den BVT verbundene Umweltleistungsstufe für zu entsorgende Abfallschwefelsäure, ausgedrückt als H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96 Gew. %), beträgt ≤ 0,1 kg pro Tonne produzierten Chlors.

## 9. Standortsanierung

BVT 17: Zur Verringerung der Kontamination von Boden, Grundwasser und Luft und um zu verhindern, dass sich die Schadstoffe aus kontaminierten Chloralkalanlagen ausbreiten und in Biota gelangen, bestehen die BVT darin, einen Standortsanierungsplan auszuarbeiten und umzusetzen, der alle folgenden Bestandteile enthält:

- i) Umsetzung von Notfalltechniken, um Expositionswege und die Ausbreitung der Kontamination zu verhindern;
- ii) Schreibtischstudie zur Ermittlung von Quellen, Ausmaß und Zusammensetzung der Kontamination (z. B. Quecksilber, PCDD/PCDF, polychlorierte Naphtaline);
- iii) Beschreibung der Kontamination unter Einschluss von Erhebungen und Erstellung eines Berichts;
- iv) Zeit- und raumbezogene Risikobewertung auf Grundlage der derzeitigen und genehmigten künftigen Nutzung des Geländes;
- v) Vorbereitung eines Ingenieursprojekts mit folgenden Bestandteilen:
  - a) Dekontaminierung und/oder dauerhafte Einschließung;

- b) Zeitpläne;
- c) Überwachungsplan;
- d) zielgerechte Finanzplanung und Investitionen;
- vi) Durchführung des Ingenieursprojekts in einer Weise, die gewährleistet, dass das Gelände unter Berücksichtigung seiner derzeitigen und genehmigten künftigen Nutzung in Zukunft keine ernsthafte Gefährdung für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt mehr darstellt; wenn weitere Verpflichtungen bestehen, muss das Ingenieursprojekt möglicherweise strengeren Vorgaben genügen;
- vii) falls notwendig, müssen aufgrund von Restkontamination unter Berücksichtigung der derzeitigen und genehmigten künftigen Nutzung des Geländes Nutzungsbeschränkungen verhängt werden;
- viii) begleitende Überwachung des Standorts und seiner Umgebung, um zu kontrollieren, ob die Ziele dauerhaft erreicht werden.

#### Beschreibung

Ein Standortsanierungsplan wird häufig nach dem Stilllegungsbeschluss für die Anlage ausgearbeitet und umgesetzt, obwohl es sein kann, dass sonstige Anforderungen eine (Teil-) Sanierung bei noch laufendem Betrieb gebieten.

Je nach sonstigen Anforderungen können einige Bestandteile des Standortsanierungsplans sich überschneiden, übersprungen werden oder in anderer Reihenfolge ausgeführt werden.

#### Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit von BVT 17 Ziffer v bis 17 Ziffer viii hängt von den Ergebnissen der unter BVT 17 Ziffer iv aufgeführten Risikobewertung ab.

#### GLOSSAR

<b>Anode</b>	Elektrode, an der Elektronen über einen Leiter abfließen. Die Anode kann positiv oder negativ geladen sein. In Elektrolysezellen ist die Anode der Pluspol, an dem oxidierende Prozesse ablaufen.
<b>Asbest</b>	Sammelbezeichnung für sechs natürlich vorkommende Silikatminerale, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften wirtschaftlich genutzt werden. Chrysotil (auch als weißer Asbest bezeichnet) ist die einzige Asbestform, die in Diaphragmaanlagen genutzt wird.
<b>Sole</b>	Mit Natrium- oder Kaliumchlorid vollständig oder nahezu gesättigte Lösung.
<b>Kathode</b>	Elektrode, an der Elektronen über einen Leiter zufließen. Die Kathode kann positiv oder negativ geladen sein. In Elektrolysezellen ist die Kathode der Minuspol, an dem Reduktionsprozesse ablaufen.
<b>Elektrode</b>	Elektrischer Leiter, der die Verbindung zu einem nichtmetallischen Bestandteil eines Stromkreislaufs herstellt.
<b>Elektrolyse</b>	Durchleitung elektrischen Gleichstroms durch einen ionischen Stoff, wodurch chemische Reaktionen an den Elektroden hervorgerufen werden. Der ionische Stoff ist entweder geschmolzen oder in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst.
<b>EN</b>	Vom Europäischen Komitee für Normung (Comité Européen de Normalisation) verabschiedete Norm.
<b>HFC</b>	Fluorkohlenwasserstoff.
<b>ISO</b>	Internationale Organisation für Normung oder eine von dieser verabschiedete Norm.
<b>Überspannung</b>	Differenz zwischen dem thermodynamisch bestimmten Redoxpotenzial einer Halbzelle und der Elektrodenspannung, die bei Redoxvorgängen in der Praxis beobachtet wird. Bei Elektrolysezellen führt die Überspannung zu einem höheren Energieverbrauch, als allein aufgrund thermodynamischer Berechnungen zu erwarten wäre.
<b>PCDD</b>	Polychlorierte Dibenzo- <i>p</i> -Dioxine.
<b>PCDF</b>	Polychlorierte Dibenzofurane.