

BESCHLÜSSE

DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS DER KOMMISSION

vom 9. Oktober 2014

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 das Raffinieren von Mineralöl und Gas

(Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2014) 7155)

(Text von Bedeutung für den EWR)

(2014/738/EU)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

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

in Erwägung nachstehender Gründe:

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

⁽¹⁾ ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17.

- (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.
- (9) Mit Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 hat die Kommission ein Forum für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen eingerichtet, dem Vertreter der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, angehören ⁽¹⁾.
- (10) Gemäß Artikel 13 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU hat die Kommission am 20. September 2013 die Stellungnahme des mit Beschluss vom 16. Mai 2011 eingerichteten Forums zu dem vorgeschlagenen Inhalt des BVT-Merkblatts für das Raffinieren von Mineralöl und Gas 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 das Raffinieren von Mineralöl und Gas sind im Anhang dieses Beschlusses dargestellt.

Artikel 2

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 9. Oktober 2014

Für die Kommission
Janez POTOČNIK
Mitglied der Kommission

⁽¹⁾ ABl. C 146 vom 17.5.2011, S. 3.

ANHANG

BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DAS RAFFINIEREN VON MINERALÖL UND GAS

ANWENDUNGSBEREICH	41
ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN	43
Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft	43
Umrechnung der Emissionskonzentration in Referenz-Sauerstoffgehalt	44
Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in Gewässer	44
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	44
1.1. Allgemeine BVT-Schlussfolgerungen für das Raffinieren von Mineralöl und Gas	46
1.1.1. Umweltmanagementsysteme	46
1.1.2. Energieeffizienz	47
1.1.3. Lagerung und Umschlag von Feststoffen	48
1.1.4. Überwachung der Emissionen in die Luft und der maßgeblichen Prozessparameter	48
1.1.5. Betrieb von Abgasbehandlungssystemen	49
1.1.6. Überwachung von Emissionen in Gewässer	50
1.1.7. Emissionen in Gewässer	50
1.1.8. Abfallaufkommen und Abfallwirtschaft	52
1.1.9. Lärmemissionen	53
1.1.10. BVT-Schlussfolgerungen für das integrierte Raffineriemanagement	53
1.2. BVT-Schlussfolgerungen für den Alkylierungsprozess	54
1.2.1. HF-Alkylierungsprozess	54
1.2.2. Schwefelsäure-Alkylierungsprozess	54
1.3. BVT-Schlussfolgerungen für Grundölherstellungsprozesse	54
1.4. BVT-Schlussfolgerungen für den Bitumenherstellungsprozess	55
1.5. BVT-Schlussfolgerungen für den FCC-Prozess	55
1.6. BVT-Schlussfolgerungen für das katalytische Reformieren	59
1.7. BVT-Schlussfolgerungen für den Verkokungsprozess	60
1.8. BVT-Schlussfolgerungen für den Entsalzungsprozess	62
1.9. BVT-Schlussfolgerungen für die Feuerungsanlagen	62
1.10. BVT-Schlussfolgerungen für den Veretherungsprozess	68
1.11. BVT-Schlussfolgerungen für den Isomerisationsprozess	69
1.12. BVT-Schlussfolgerungen für die Erdgasraffinerie	69
1.13. BVT-Schlussfolgerungen für den Destillationsprozess	69
1.14. BVT-Schlussfolgerungen für den Produktraffinationsprozess	69

1.15.	BVT-Schlussfolgerungen für Lager- und Umschlagprozesse	70
1.16.	BVT-Schlussfolgerungen für Visbreaking und andere thermische Prozesse	71
1.17.	BVT-Schlussfolgerungen für die Abgasentschwefelung	72
1.18.	BVT-Schlussfolgerungen für Fackelanlagen	72
1.19.	BVT-Schlussfolgerungen für das integrierte Emissionsmanagement	73
GLOSSAR		75
1.20.	Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Steuerung der Emissionen in die Luft	75
1.20.1.	Staub	75
1.20.2.	Stickstoffoxide (NO _x)	76
1.20.3.	Schwefeloxide (SO _x)	77
1.20.4.	Kombinierte Techniken (SO _x , NO _x und Staub)	79
1.20.5.	Kohlenstoffmonoxid (CO)	79
1.20.6.	Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	79
1.20.7.	Andere Techniken	81
1.21.	Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Steuerung von Emissionen in Gewässer	82
1.21.1.	Abwasservorbehandlung	82
1.21.2.	Abwasserbehandlung	82

ANWENDUNGSBEREICH

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen bestimmte in Abschnitt 1.2 von Anhang I der Richtlinie 2010/75/EU genannte industrielle Tätigkeiten, nämlich „1.2 Raffinieren von Mineralöl und Gas“.

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

Tätigkeit	Teiltätigkeiten oder Prozesse der Tätigkeit
Alkylierung	Alle Alkylierungsprozesse: Flusssäure (HF), Schwefelsäure (H ₂ SO ₄) und feste Säure
Grundölherstellung	Entasphaltierung, Aromatenextraktion, Paraffinverarbeitung und Schmierölhydrofinishing
Bitumenherstellung	Alle Verfahren von der Lagerung bis zu Additiven des Endprodukts
Katalytisches Cracken	Alle Arten von katalytischen Spaltanlagen wie z. B. katalytisches Spalten
Katalytisches Reformieren	Kontinuierliches, zyklisches und semiregeneratives katalytisches Reformieren
Verkokung	Delayed- und Fluid-Coking-Prozesse. Kokskalzinierung
Kühlen	Kühlverfahren in Raffinerien
Entsalzung	Entsalzung von Rohöl
Feuerungsanlagen zur Energieerzeugung	Feuerungsanlagen zur Verbrennung von Raffineriebrennstoffen, ausgenommen ausschließlich mit konventionellen oder handelsüblichen Brennstoffen betriebene Anlagen

Tätigkeit	Teiltätigkeiten oder Prozesse der Tätigkeit
Veretherung	Herstellung von Chemikalien (z. B. Alkoholen und Ethern wie MTBE, ETBE und TAME) zur Verwendung als Kraftstoffadditive
Gastrennung	Trennung von leichten Erdölfraktionen, z. B. Raffinerieheizgas, Flüssiggas
Wasserstoff verbrauchende Verfahren	Hydrosplaltung, Hydorraffination, Hydrofining und -treating, Hydrokonversion, hydrierende Verarbeitungs- und Hydrierverfahren
Wasserstoffherstellung	Partielle Oxidation, Dampfreformierung, gasbefeuerte Reformierung und Wasserstoffreinigung
Isomerisation	Isomerisation von Kohlenwasserstoffverbindungen C ₄ , C ₅ und C ₆
Erdgasanlagen	Erdgasverarbeitung, einschließlich Erdgasverflüssigung
Polymerisation	Polymerisation, Dimerisation und Kondensation
Primärdestillation	Atmosphärische und Vakuumdestillation
Produktraffination	Entschwefelung und Raffination des Fertigprodukts
Lagerung und Umschlag von Raffineriestoffen	Lagerung, Mischung, Verladung und Entladung von Raffineriestoffen
Visbreaking und andere thermische Umwandlungen	Thermische Behandlung wie Visbreaking oder thermischer Gasölprozess
Abgasreinigung	Verfahren zur Minderung von Emissionen in die Luft
Abwasserbehandlung	Verfahren zur Behandlung des Abwassers vor der Freisetzung
Abfallwirtschaft	Verfahren zur Verhinderung oder Verringerung der Entstehung von Abfall

Diese BVT-Schlussfolgerungen gelten nicht für:

- die Exploration und Förderung von Rohöl und Erdgas;
- den Transport von Rohöl und Erdgas;
- die Vermarktung und den Vertrieb von Produkten.

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

Merkblatt	Gegenstand
Allgemeine Abwasser- und Abgasbehandlungssysteme in der chemischen Industrie (CWW)	Verfahren der Abwasserwirtschaft und Abwasseraufbereitung
Industrielle Kühlsysteme (ICS)	Kühlprozesse
Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM)	Wirtschaftliche und medienübergreifende Auswirkungen von Verfahren

Merkblatt	Gegenstand
Emissionen aus der Lagerung (EFS)	Lagerung, Mischung, Verladung und Entladung von Raffineriestoffen
Energieeffizienz (ENE)	Energieeffizienz und integriertes Raffineriemanagement
Großfeuerungsanlagen (LCP)	Verbrennung von konventionellen und handelsüblichen Brennstoffen
Herstellung von anorganischen Grundchemikalien (Ammoniak, Säuren und Düngemittel) (LVIC-AAF)	Dampfreformierung und Wasserstoffreinigung
Herstellung von organischen Grundchemikalien (LVOC)	Veretherung (MTBE-, ETBE- und TAME-Herstellung)
Abfallverbrennung (WI)	Abfallverbrennung
Abfallbehandlung (WT)	Abfallbehandlung
Allgemeine Überwachungsgrundsätze (MON)	Überwachung der Emissionen in die Luft und in Gewässer

ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN

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

Wenn nicht anders angegeben, sind diese BVT-Schlussfolgerungen allgemein anwendbar.

Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die mit den BVT assoziierten („BVT-assoziierten“) Emissionswerte für Emissionen in die Luft in diesen BVT-Schlussfolgerungen auf Konzentrationen, ausgedrückt als Masse emittierter Stoffe je Menge Abgas unter folgenden Standardbedingungen: trockenes Gas, Temperatur 273,15 K, Druck 101,3 kPa.

Bei kontinuierlichen Messungen	Die BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf Monatsmittelwerte als Durchschnitt aller geltenden Stundenmittelwerte, gemessen über einen Zeitraum von einem Monat.
Bei periodischen Messungen	Die BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf den Mittelwert von drei Einzelmessungen von jeweils mindestens 30 Minuten.

Die Referenzbedingungen für Sauerstoff bei Feuerungsanlagen, katalytischen Crackprozessen und Anlagen zur Schwefelrückgewinnung aus Abgasen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Referenzbedingungen für BVT-assoziierte Emissionen bei Emissionen in die Luft

Tätigkeiten	Einheit	Referenzbedingungen Sauerstoff (Bezugssauerstoffgehalt)
Mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betriebene Feuerungsanlage, ausgenommen Gasturbinen und -motoren	mg/Nm ³	3 Vol.-% Sauerstoff
Mit festen Brennstoffen betriebene Feuerungsanlage	mg/Nm ³	6 Vol.-% Sauerstoff

Tätigkeiten	Einheit	Referenzbedingungen Sauerstoff (Bezugssauerstoffgehalt)
Gasturbinen (einschließlich Gas- und Dampfturbinen-Anlagen, GuD) und -motoren	mg/Nm ³	15 Vol.-% Sauerstoff
Katalytisches Krackverfahren (Regenerator)	mg/Nm ³	3 Vol.-% Sauerstoff
Anlage zur Schwefelrückgewinnung aus Abgasen ⁽¹⁾		

⁽¹⁾ Bei Anwendung von BVT 58.

Umrechnung der Emissionskonzentration in Referenz-Sauerstoffgehalt

Die Emissionskonzentration bei einem bestimmten Referenz-Sauerstoffgehalt (siehe Tabelle 1) wird mit der folgenden Formel berechnet:

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

Dabei ist:

E_R (mg/Nm³): Emissionskonzentration bezogen auf den Referenz-Sauerstoffgehalt O_R

O_R (Vol.-%): Referenz-Sauerstoffgehalt

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

O_M (Vol.-%): gemessener Sauerstoffgehalt.

Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in Gewässer

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die mit den BVT assoziierten („BVT-assozierten“) Emissionswerte für Emissionen in Gewässer in diesen BVT-Schlussfolgerungen auf Konzentrationswerte (Masse emittierter Stoffe je Menge Wasser), ausgedrückt in mg/l.

Wenn nicht anders angegeben, sind bei BVT-assozierten Werten die folgenden Mittelungszeiträume anzuwenden:

Tagesmittelwert	Mittelwert über einen Probenahme-Zeitraum von 24 Stunden, gemessen anhand von durchflussproportionalen Mischproben oder — bei nachweislich ausreichender Durchflussstabilität — anhand einer zeitproportionalen Probe
Jahres-/Monatsmittelwert	Mittelwert aller im Laufe eines Jahres/Monats gemessenen Tagesmittelwerte, gewichtet nach dem täglichen Durchfluss

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

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

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Anlage	Segment/Teil der Raffinerie, in dem ein bestimmter Verarbeitungsvorgang durchgeführt wird.
Neue Anlage	Eine Anlage, die am Raffineriestandort erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder die vollständige Ersetzung einer Anlage auf dem bestehenden Fundament der Raffinerie nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die keine neue Anlage ist.

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Prozessabgas	Durch einen Prozess erzeugtes gesammeltes Gas, das z. B. in einer Sauer gasabscheidungs-anlage und in einer Schwefelrückgewinnungsanlage behandelt werden muss.
Rauchgas	Abgas, das aus einer Anlage nach einem Oxidationsschritt austritt, in der Regel bei Ver-brennung (z. B. Regenerator, Claus-Anlage).
Tailgas	Gebräuchliche Bezeichnung des Abgases aus einer Schwefelrückgewinnungsanlage (in der Regel Claus-Prozess).
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (<i>volatile organic compounds</i>) nach der Begriffsbestim-mung in Artikel 3 Nummer 45 der Richtlinie 2010/75/EU.
NM VOC	VOC außer Methan.
Diffuse VOC-Emissionen	VOC-Emissionen, die nicht kontrolliert über bestimmte Austrittspunkte — wie z. B. Schornsteine — freigesetzt werden. Sie können aus „Flächenquellen“ (z. B. Tanks) oder „Punktquellen“ (z. B. Rohrflansche) stammen.
NO _x , angegeben als NO ₂	Summe von Stickoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO ₂), angegeben als NO ₂ .
SO _x , angegeben als SO ₂	Summe von Schwefeldioxid (SO ₂) und Schwefeltrioxid (SO ₃), angegeben als SO ₂ .
H ₂ S	Schwefelwasserstoff. Carbonylsulfid und Mercaptan sind nicht mit eingeschlossen.
Chlorwasserstoff, angegeben als HCl	Alle gasförmigen Chloride, angegeben als HCl.
Fluorwasserstoff, angegeben als HF	Alle gasförmigen Fluoride, angegeben als HF.
FCC-Anlage	<i>Fluid catalytic cracking</i> — katalytisches Wirbelschicht-Kracken: Stoffumwandlungsprozess für die Behandlung von schweren Kohlenwasserstoffen unter Einsatz von Wärme und eines Katalysators zur Spaltung von größeren Kohlenwasserstoffmolekülen in kleinere Moleküle.
Schwefelrückgewinnungsan-lage (SRG)	Siehe Begriffsbestimmung in Abschnitt 1.20.3.
Raffineriebrennstoff	Feste, flüssige oder gasförmige brennbare Stoffe aus den Destillations- und Konversions-stufen der Rohölraffinierung. Beispiele sind Raffinerieheizgas, Synthesegas und Raffinerieöle, Petrolkoks.
Raffinerieheizgas	Als Brennstoff verwendete Abgase aus den Destillations- oder Konversionsanlagen.
Feuerungsanlage	Anlage zur Verbrennung von Raffineriebrennstoffen allein oder mit anderen Brennstoffen zur Erzeugung von Energie am Raffineriestandort, wie z. B. Kessel (ausgenommen CO-Boiler), Prozessöfen und Gasturbinen.
Kontinuierliche Messung	Messungen mit einem automatischen Messsystem (AMS) oder einem System für die konti-nuierliche Emissionsüberwachung (CEMS), das am jeweiligen Standort fest installiert ist.
Periodische Messung	Ermittlung einer Messgröße in bestimmten Zeitabständen mit manuellen oder automati-schen Referenzverfahren.
Indirekte Überwachung der Emissionen in die Luft	Schätzung der Emissionskonzentration eines Schadstoffs im Rauchgas durch eine geeig-nete Kombination von Messungen der Surrogatparameter (wie z. B. O ₂ -Gehalt, Schwefel- oder Stickstoffgehalt im Einsatzprodukt/Brennstoff), Berechnungen und regelmäßige Mes-sungen am Schornstein. Ein Beispiel für die indirekte Überwachung ist die Verwendung von Emissions-Kennzahlen [Quotient] auf der Basis des S-Gehalts im Brennstoff. Ein wei-teres Beispiel ist die Verwendung von PEMS.

Verwendeter Begriff	Begriffsbestimmung
Predictive Emissions Monitoring System (PEMS)	Vorhersagendes System für die Überwachung der atmosphärischen Emissionen. System zur Bestimmung der Emissionskonzentration eines Schadstoffs auf der Basis seines Verhältnisses zu einer Reihe von charakteristischen kontinuierlich überwachten Prozessparametern (z. B. Heizgasverbrauch, Luft-Brennstoff-Verhältnis) sowie von Daten zur Qualität des Brennstoffs oder Einsatzstoffs (z. B. Schwefelgehalt) einer Emissionsquelle.
Flüchtige flüssige Kohlenwasserstoffverbindungen	Erdölderivate mit einem Reid-Dampfdruck (RVP) von mehr als 4 kPa, wie z. B. Naphta und Aromaten.
Rückgewinnungsrate	Prozentualer Anteil der NMVOC, die aus den in eine Dämpferückgewinnungsanlage (VRU) geleiteten Strömen zurückgewonnen werden.

1.1. Allgemeine BVT-Schlussfolgerungen für das Raffinieren von Mineralöl und Gas

Die in den Abschnitten 1.2 bis 1.19 beschriebenen prozessspezifischen BVT-Schlussfolgerungen gelten zusätzlich zu den in diesem Abschnitt genannten allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen.

1.1.1. Umweltmanagementsysteme

BVT 1. Die BVT zur Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung von Anlagen zum Raffinieren von Mineralöl und Gas besteht in der Einführung und Anwendung eines Umweltmanagementsystems (UMS), das durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

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

- vi. Überprüfung des Umweltmanagementsystems und seiner fortgesetzten Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die leitenden Führungskräfte;
- vii. kontinuierliche Entwicklung umweltverträglicherer Technologien;
- viii. Berücksichtigung der Umweltauswirkungen einer späteren Außerbetriebsetzung der Raffinerie schon bei der Konzeption einer neuen Anlage sowie während der gesamten Nutzungsdauer;
- ix. regelmäßige Durchführung von Benchmarkings auf Branchenebene.

Anwendbarkeit

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

1.1.2. Energieeffizienz

BVT 2. Die BVT zur effizienten Nutzung von Energie besteht in einer geeigneten Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

Technik	Beschreibung
i. Auslegungstechniken	
a) Pinchanalyse	Methode auf der Basis einer systematischen Berechnung thermodynamischer Zielvorgaben zur Minimierung des Energieverbrauchs von Prozessen. Wird als Werkzeug zur Bewertung von Gesamtsystementwürfen verwendet.
b) Wärmeintegration	Die Wärmeintegration von Prozesssystemen sorgt dafür, dass ein erheblicher Anteil der in verschiedenen Prozessen benötigten Wärme durch den Wärmeaustausch zwischen zu erwärmenden und zu kühlenden Strömen geliefert wird.
c) Wärme- und Energierückgewinnung	Verwendung von Energierückgewinnungsanlagen, z. B.: — Abhitzeessel — Expander/Energierückgewinnung in der FCC-Anlage — Nutzung von Abwärme zur Fernwärmeversorgung
ii. Prozesssteuerungs- und Wartungstechniken	
a) Prozessoptimierung	Automatisch geregelte Verbrennung zur Senkung des Brennstoffverbrauchs je Tonne verarbeiteter Einsatzprodukte, oft in Kombination mit Wärmeintegration zur Verbesserung der Effizienz der Prozessöfen
b) Management und Reduzierung des Dampfverbrauchs	Systematische Kartierung von Ablassventilsystemen zur Verringerung des Verbrauchs und zur Optimierung der Nutzung von Dampf
c) Energie-Benchmarking	Teilnahme an Einstufungen und Benchmarkings zur Erzielung kontinuierlicher Verbesserungen durch Erfahrung aus Best-Practice-Verfahren
iii. Energieeffiziente Produktionsverfahren	
a) Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	System zur gleichzeitigen Gewinnung von Wärme (z. B. Dampf) und elektrischer Energie aus demselben Brennstoff
b) KWK mit integrierter Vergasung (IGCC)	Verfahren, bei dem mit hoher Umwandlungseffizienz aus verschiedenen Brennstoffarten (z. B. Schweröl oder Koks) Dampf, Wasserstoff (optional) und elektrischer Strom erzeugt werden

1.1.3. Lagerung und Umschlag von Feststoffen

BVT 3. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung von Staubemissionen aus der Lagerung und dem Umschlag von staubförmigen Stoffen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

- i. Lagerung pulverförmiger Schüttgüter in geschlossenen Silos, die mit einem Entstaubungssystem (z. B. Gewebefilter) ausgestattet sind;
- ii. Lagerung von Feinstoffen in geschlossenen Behältern oder verschlossenen Säcken;
- iii. Benetzung von Halden mit grobkörnigen staubförmigen Stoffen, Stabilisierung der Oberfläche mit Verkrustungsmitteln oder Lagerung auf abgedeckten Halden;
- iv. Einsatz von Straßenreinigungsfahrzeugen.

1.1.4. Überwachung der Emissionen in die Luft und der maßgeblichen Prozessparameter

BVT 4. Die BVT besteht in der Überwachung von Emissionen in die Luft durch Anwendung von Überwachungsverfahren in der im Folgenden angegebenen Mindesthäufigkeit und unter Einhaltung maßgeblicher EN-Normen. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT in der Anwendung von ISO-Normen bzw. von nationalen oder sonstigen internationalen Normen, die die Ermittlung von Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Beschreibung	Anlage	Mindesthäufigkeit	Überwachungsverfahren
i. SO _x -, NO _x - und Staubemissionen	Katalytisches Cracken	Kontinuierlich ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Direkte Messung
	Feuerungsanlagen ≥ 100 MW ⁽³⁾ und Kalzinieranlagen	Kontinuierlich ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Direkte Messung ⁽⁴⁾
	Feuerungsanlagen von 50 bis 100 MW ⁽³⁾	Kontinuierlich ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Direkte Messung oder indirekte Überwachung
	Feuerungsanlagen < 50 MW ⁽³⁾	Einmal pro Jahr und nach maßgeblichem Brennstoffwechsel ⁽⁵⁾	Direkte Messung oder indirekte Überwachung
	Schwefelrückgewinnungsanlagen (SRG)	Kontinuierlich nur für SO ₂	Direkte Messung oder indirekte Überwachung ⁽⁶⁾
ii. NH ₃ -Emissionen	Alle mit SCR oder SNCR ausgestattete Anlagen	Kontinuierlich	Direkte Messung
iii. CO-Emissionen	Katalytisches Cracken und Feuerungsanlagen ≥ 100 MW ⁽³⁾	Kontinuierlich	Direkte Messung
	Sonstige Feuerungsanlagen	Alle 6 Monate ⁽⁵⁾	Direkte Messung
iv. Metallemissionen: Nickel (Ni), Antimon (Sb) ⁽⁷⁾ , Vanadium (V)	Katalytisches Cracken	Alle 6 Monate und nach maßgeblichen Änderungen an der Anlage ⁽⁵⁾	Direkte Messung oder Analyse anhand des Metallgehalts feiner Katalysatorpartikel und des Brennstoffs
	Feuerungsanlagen ⁽⁸⁾		

Beschreibung	Anlage	Mindesthäufigkeit	Überwachungsverfahren
v. Emissionen von Polychlordibenzodioxinen/-furanen (PCDD/F)	Katalytischer Reformer	Einmal pro Jahr oder einmal pro Regeneration, je nachdem, was länger dauert	Direkte Messung

- (¹) Die kontinuierliche Messung der SO₂-Emissionen kann durch Berechnungen auf der Basis von Messungen des Schwefelgehalts des Brennstoffs oder Einsatzprodukts ersetzt werden, wenn dies nachweislich eine gleichwertige Genauigkeit aufweist.
- (²) Bei SO_x wird nur SO₂ kontinuierlich gemessen, während die Messung von SO₃ periodisch erfolgt (z. B. bei der Kalibrierung des SO₂-Überwachungssystems).
- (³) Bezieht sich auf die Feuerungswärmeleistung aller an den Schornstein mit Emissionen angeschlossenen Feuerungsanlagen.
- (⁴) Oder indirekte Überwachung von SO_x.
- (⁵) Die Häufigkeit der Überwachung kann angepasst werden, wenn die Datenreihen nach einem Jahr eindeutig eine hinreichende Stabilität aufweisen.
- (⁶) Messungen der SO₂-Emissionen aus SRG können durch eine kontinuierliche Stoffbilanz oder eine andere Überwachung relevanter Prozessparameter ersetzt werden, sofern geeignete Messungen des SRG-Wirkungsgrades auf periodischen (d. h. alle 2 Jahre erfolgenden) Prüfungen der Anlagenleistung basieren.
- (⁷) Antimon (Sb) wird in katalytischen Spaltanlagen nur dann überwacht, wenn eine Sb-Zufuhr im Prozess erfolgt (z. B. zur Metallpassivierung).
- (⁸) Ausgenommen Feuerungsanlagen, in denen nur gasförmige Brennstoffe verfeuert werden.

BVT 5. Die BVT besteht in der Überwachung der relevanten Prozessparameter in Bezug auf Schadstoffemissionen, bei katalytischen Spaltanlagen und Feuerungsanlagen durch Einsatz geeigneter Techniken mit der im Folgenden angegebenen Mindesthäufigkeit.

Beschreibung	Mindesthäufigkeit
Überwachung von Parametern in Bezug auf Schadstoffemissionen, z. B. O ₂ -Gehalt im Rauchgas, N- und S-Gehalt im Brennstoff oder Einsatzprodukt (¹)	Kontinuierlich für O ₂ -Gehalt. Für N- und S-Gehalt periodisch mit einer Häufigkeit auf der Basis eines maßgeblichen Wechsels von Brennstoff/Einsatzprodukt

- (¹) Eine Überwachung von N und S im Brennstoff oder Einsatzprodukt ist unter Umständen nicht notwendig, wenn kontinuierliche Emissionsmessungen für NO_x und SO₂ am Schornstein durchgeführt werden.

BVT 6. Die BVT besteht in der Überwachung diffuser VOC-Emissionen in die Luft am gesamten Standort durch Anwendung aller folgenden Techniken:

- i. Schnüffelverfahren assoziiert mit Korrelationskurven für wichtige Anlagenteile;
- ii. Gasdetektion mittels optischer Bildgebung (Optical Gas Imaging);
- iii. Berechnungen der kontinuierlichen Emissionen auf der Basis von Emissionsfaktoren, die regelmäßig (z. B. alle zwei Jahre) durch Messungen validiert werden.

Eine sinnvolle ergänzende Technik ist das Screening und die Quantifizierung von Anlagenemissionen durch absorptionsbasierte optische Verfahren, wie z. B. das differentielle Absorptions-LIDAR (DIAL) oder „Solar Occultation Flux“ (SOF).

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.20.6.

1.1.5. Betrieb von Abgasbehandlungssystemen

BVT 7. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von Emissionen in die Luft besteht im Betrieb der Sauergasabscheidungsanlagen, Schwefelrückgewinnungsanlagen und aller anderen Abgasbehandlungssysteme, bei hoher Verfügbarkeit und bei optimaler Kapazität.

Beschreibung

Besondere Verfahren lassen sich für Betriebszustände außerhalb des Normalbetriebs festlegen, insbesondere:

- i. beim Hoch- und Herunterfahren von Anlagen;
- ii. in anderen Situationen, die das ordnungsgemäße Funktionieren der Systeme beeinträchtigen könnten (z. B. ordentliche und außerordentliche Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Anlagen und/oder am Abgasbehandlungssystem);
- iii. bei unzureichendem Abgasfluss oder bei unzureichender Temperatur, sodass das Abgasbehandlungssystem nicht mit voller Kapazität eingesetzt werden kann.

BVT 8. Die BVT zur Vermeidung und Verringerung der Emissionen von Ammoniak (NH_3) in die Luft beim Einsatz von Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) und der selektiven nichtkatalytischen Reduktion (SNCR) besteht in der Aufrechterhaltung geeigneter Betriebsbedingungen für die SCR- oder SNCR-Abgasbehandlungssysteme mit dem Ziel, die Emissionen von unreaktiertem NH_3 zu begrenzen.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2

Prozessanlage, in der SCR- oder SNCR-Techniken eingesetzt werden

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsdurchschnitt) mg/Nm^3
Ammoniak, angegeben als NH_3	< 5-15 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Der höhere Wert ergibt sich aus höheren NO_x -Einlasskonzentrationen, höheren NO_x -Reduktionsraten und der Alterung des Katalysators

⁽²⁾ Der niedrigere Wert ergibt sich aus dem Einsatz der SCR-Technik.

BVT 9. Die BVT zur Vermeidung und Verringerung von Emissionen in die Luft beim Einsatz eines Sauerwasserstrippers besteht in der Ableitung der Sauer gases aus dieser Anlage an eine Schwefelrückgewinnungsanlage oder ein gleichwertiges Gasbehandlungssystem.

Es ist keine BVT, die unbehandelten Sauerwasserstrippgase direkt zu verbrennen.

1.1.6. Überwachung von Emissionen in Gewässer

BVT 10. Die BVT besteht in der Überwachung von Emissionen in Gewässer durch Anwendung von Überwachungsverfahren in der in Tabelle 3) angegebenen Mindesthäufigkeit und unter Einhaltung maßgeblicher EN-Normen. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT in der Anwendung von ISO-Normen bzw. von nationalen oder sonstigen internationalen Normen, die die Ermittlung von Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

1.1.7. Emissionen in Gewässer

BVT 11. Die BVT zur Verringerung des Wasserverbrauchs und der Menge von schadstoffbelastetem Wasser besteht in der Anwendung aller folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Integration der Wasserströme	Verringerung des auf Anlagenebene erzeugten Prozesswassers vor der Ableitung durch interne Wiederverwendung von Wasserströmen z. B. aus der Kühlung, aus Kondensaten, vor allem zur Verwendung bei der Rohölentsalzung.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann ein vollständiger Umbau der Anlage oder der Raffinerie erforderlich sein.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
ii. Wasser- und Entwässerungssystem zur Trennung verunreinigter Wasserströme	Entsprechende Auslegung des Industriestandorts zur Optimierung des Wasser-Managements, sodass jeder Strom angemessen behandelt wird, z. B. Leitung des anfallenden Sauerwassers (aus Destillations-, Krack-, Verkokungsanlagen usw.) an die geeignete Vorbehandlung, wie z. B. Stripper.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann ein vollständiger Umbau der Anlage oder der Raffinerie erforderlich sein.
iii. Trennung nicht verunreinigter Wasserströme (z. B. Durchlaufkühlwasser, Regenwasser)	Entsprechende Auslegung eines Standorts zur Vermeidung der Einleitung von nicht verunreinigtem Wasser in die Abwasserbehandlung und zur gesonderten Freisetzung nach einer möglichen Wiederverwendung dieser Art von Strom.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann ein vollständiger Umbau der Anlage oder der Raffinerie erforderlich sein.
iv. Verhinderung von Stoffaustritten und Leckagen	Praktiken wie der Einsatz besonderer Verfahren und/oder provisorischer Ausrüstungen zur Aufrechterhaltung der Leistung und erforderlichenfalls zur Bewältigung besonderer Umstände wie Austritte, Leckagen usw.	Allgemein anwendbar

BVT 12. Die BVT zur Verringerung der Schadstoffemissionsfracht bei der Abwassereinleitung in das aufnehmende Gewässer besteht in der Entfernung unlöslicher und löslicher Schadstoffe durch Anwendung aller folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Entfernung unlöslicher Stoffe durch Ölrückgewinnung	Siehe Abschnitt 1.21.2	Allgemein anwendbar
ii. Entfernung unlöslicher Stoffe durch Entfernung von Schwebstoffen und Öleinträgen	Siehe Abschnitt 1.21.2	Allgemein anwendbar
iii. Entfernung löslicher Stoffe, einschließlich biologische Behandlung und Klärung	Siehe Abschnitt 1.21.2	Allgemein anwendbar

BVT-assozierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 3.

BVT 13. Wenn eine weitere Abtrennung organischer Stoffe oder von Stickstoff erforderlich ist, besteht die BVT in einem in Abschnitt 1.21.2 beschriebenen zusätzlichen Behandlungsschritt.

Tabelle 3

BVT-assozierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Abwasser aus der Raffinierung von Mineralöl und Gas sowie BVT-assozierte Überwachungshäufigkeit ⁽¹⁾

Parameter	Einheit	BVT-assoziierter Emissionswert (Jahresmittelwert)	Überwachungshäufigkeit ⁽²⁾ und Analyse-methode (Standard)
Kohlenwasserstoff-Index (KWI)	mg/l	0,1-2,5	Täglich EN 9377- 2 ⁽³⁾
Gesamtmenge an Schwebstoffen (TSS)/ Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	5-25	Täglich
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) ⁽⁴⁾	mg/l	30-125	Täglich

Parameter	Einheit	BVT-assoziiierter Emissionswert (Jahresmittelwert)	Überwachungshäufigkeit (2) und Analysemethode (Standard)
BSB ₅	mg/l	keine BVT-assoziierten Emissionswerte	Wöchentlich
Gesamtstickstoffgehalt (3), angegeben als N	mg/l	1-25 (6)	Täglich
Blei, angegeben als Pb	mg/l	0,005-0,030	Vierteljährlich
Cadmium, angegeben als Cd	mg/l	0,002-0,008	Vierteljährlich
Nickel, angegeben als Ni	mg/l	0,005-0,100	Vierteljährlich
Quecksilber, angegeben als Hg	mg/l	0,000 1-0,001	Vierteljährlich
Vanadium	mg/l	keine BVT-assoziierten Emissionswerte	Vierteljährlich
Phenol-Index	mg/l	keine BVT-assoziierten Emissionswerte	Monatlich EN 14402
Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX)	mg/l	Benzol: 0,001-0,050 keine BVT-assoziierten Emissionswerte für T, E, X	Monatlich

(1) Nicht alle Parameter und Probenahmehäufigkeiten sind auf Abwasser aus Gasraffinerieanlagen anwendbar.

(2) Bezieht sich auf eine durchflussproportionale Mischprobe, gemessen über einen Zeitraum von 24 Stunden oder — bei nachweislich ausreichender Durchflussstabilität — auf eine zeitproportionale Probe.

(3) Für die Umstellung von der derzeitigen Methode auf EN 9377-2 kann ein Übergangszeitraum erforderlich sein.

(4) Ist eine Standortkorrelation möglich, kann CSB durch TOC ersetzt werden. Die Korrelation zwischen CSB und TOC sollte fallweise erstellt werden. Eine Überwachung des TOC wäre vorzuziehen, da sie sich nicht auf die Verwendung von sehr toxischen Verbindungen stützt.

(5) Dabei ist der Gesamtstickstoff die Summe aus dem gesamten Kjeldahl-Stickstoff (TKN), Nitraten und Nitriten.

(6) Bei Einsatz von Nitrifikation/Denitrifikation sind Werte unter 15 mg/l erreichbar.

1.1.8. Abfallaufkommen und Abfallwirtschaft

BVT 14. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verringerung des Abfallaufkommens besteht in der Einführung und Umsetzung eines Abfallwirtschaftsplans, der entsprechend der Prioritätenfolge dafür sorgt, dass Abfall zur Wiederverwendung, zum Recycling, zur Verwertung oder zur Entsorgung vorbereitet wird.

BVT 15. Die BVT zur Verringerung der zu behandelnden oder zu entsorgenden Schlammmenge besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Schlammvorbehandlung	Vor der abschließenden Behandlung (z. B. in einem Wirbelschichtofen) werden die Schlämme entwässert und/oder entölt (z. B. durch Dekantierzentrifugen oder Dampftrockner), um ihr Volumen zu reduzieren und Öl aus der Slopanlage zu verwerten.	Allgemein anwendbar
ii. Wiederverwendung von Schlamm in Prozessanlagen	Bestimmte Schlammarten (z. B. öliger Schlamm) können aufgrund ihres Ölgehalts als Teil der Einsatzprodukte in Anlagen (z. B. Verkokung) verarbeitet werden.	Die Anwendbarkeit ist auf Schlämme beschränkt, die den Anforderungen für die Verarbeitung in Anlagen mit entsprechender Behandlung genügen.

BVT 16. Die BVT zur Verringerung des Anfalls von verbrauchtem festen Katalysator besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung
i. Management von verbrauchtem festen Katalysator	Handhabung der als Katalysator verwendeten Materialien unter geplanten und sicheren Bedingungen (z. B. durch Auftragnehmer) zur Rückgewinnung oder Wiederverwendung in externen Einrichtungen. Diese Arbeiten richten sich nach der Art des Katalysators und des Prozesses.
ii. Entfernung von Katalysator aus abgesetztem Ölschlamm	Abgesetzter Ölschlamm aus Prozessanlagen (z. B. FCC-Anlage) kann erhebliche Konzentrationen an feinen Katalysatorpartikeln enthalten. Diese müssen abgeschieden werden, bevor das Öl erneut als Einsatzstoff verwendet werden kann.

1.1.9. Lärmemissionen

BVT 17. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Lärmemissionen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken:

- i. Durchführung einer Umgebungslärbewertung und Erstellung eines für das örtliche Umfeld geeigneten Lärmmanagementplans;
- ii. Kapselung von Ausrüstungen/Betriebsvorgängen mit hohen Lärmemissionen in einer gesonderten Einrichtung/Anlage;
- iii. Einsatz von Böschungen zur Abschirmung der Lärmquelle;
- iv. Einsatz von Lärmschutzwänden.

1.1.10. BVT-Schlussfolgerungen für das integrierte Raffineriemanagement

BVT 18. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung diffuser VOC-Emissionen besteht im Einsatz der im Folgenden angeführten Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
I. Techniken im Zusammenhang mit der Anlageauslegung	i. Begrenzung der Zahl potenzieller Emissionsquellen ii. Maximierung der Eigenschaften eines in sich geschlossenen Prozesses iii. Auswahl hochwirksam abgedichteter Ausrüstungen iv. Erleichterung der Überwachung und Wartung durch Gewährleistung des Zugangs zu potenziell undichten Bauteilen	Anwendbarkeit kann bei bestehenden Anlagen eingeschränkt sein.
II. Techniken im Zusammenhang mit der Montage und Inbetriebnahme der Anlage	i. genau festgelegte Verfahren für Bau und Montage ii. robuste Inbetriebnahme- und Übergabeverfahren, die gewährleisten, dass die Anlage entsprechend den Auslegungsanforderungen installiert wurde.	Anwendbarkeit bei bestehenden Anlagen kann eingeschränkt sein.
III. Techniken im Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlage	Verwendung eines risikobasierten Lecksuch- und Reparaturprogramms (LDAR) zur Feststellung von undichten Bauteilen und zur Reparatur dieser Leckstellen. Siehe Abschnitt 1.20.6	Allgemein anwendbar

1.2. BVT-Schlussfolgerungen für den Alkylierungsprozess

1.2.1. HF-Alkylierungsprozess

BVT 19. Die BVT zur Vermeidung von Flusssäureemissionen in die Luft aus dem Flusssäure-(HF)-Alkylierungsprozess besteht in der Nasswäsche mit einer alkalischen Lösung zur Behandlung der unkondensierbaren Gasströme vor der Ableitung zur Fackel.

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.20.3.

Anwendbarkeit:

Die Technik ist allgemein anwendbar. Sicherheitsanforderungen aufgrund des Gefährdungspotenzials von Flusssäure sind zu beachten.

BVT 20. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in das Wasser aus dem HF-Alkylierungsprozess besteht in einer Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Abscheidung/Neutralisierung	Abscheidung (z. B. mit Zusätzen auf Calcium- oder Aluminiumbasis) oder Neutralisierung (wobei das Abwasser mit Kaliumhydroxid (KOH) indirekt neutralisiert wird).	Allgemein anwendbar. Sicherheitsanforderungen aufgrund des Gefährdungspotenzials von Flusssäure sind zu beachten.
ii. Abtrennung	Die im ersten Schritt entstandenen unlöslichen Verbindungen (z. B. CaF_2 oder AlF_3) werden — beispielsweise in einem Absetzbecken — abgetrennt.	Allgemein anwendbar

1.2.2. Schwefelsäure-Alkylierungsprozess

BVT 21. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in das Wasser aus dem Schwefelsäure-Alkylierungsprozess besteht in der Reduzierung des Schwefelsäureeinsatzes durch Regenerierung der verbrauchten Säure und in der Neutralisierung des bei diesem Verfahren entstehenden Abwassers vor seiner Einleitung in die Abwasserbehandlungsanlage.

1.3. BVT-Schlussfolgerungen für Grundölherstellungsprozesse

BVT 22. Die BVT zur Vermeidung und Verringerung von Emissionen gefährlicher Stoffe in die Luft und in Gewässer aus Grundölherstellungsprozessen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Geschlossener Prozess mit Lösemittelrückgewinnung	Prozess, bei dem das Lösemittel nach der Verwendung in der Grundölherstellung (z. B. in Extraktions-, Entparaffinierungsanlagen) durch Destillation und Stripping zurückgewonnen wird. Siehe Abschnitt 1.20.7	Allgemein anwendbar
ii. Lösemittelextraktionsprozess mit Mehrfachwirkung	Lösemittelextraktionsprozess mit mehreren Verdunstungsstufen (z. B. Zweifach- oder Dreifachwirkung) zur Verringerung von Leckagen	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Die Anwendung eines Prozesses mit Dreifachwirkung kann auf nicht verschmutzende Einsatzstoffe beschränkt sein.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
iii. Extraktionsanlagenprozesse mit weniger gefährlichen Stoffen	Auslegung (neuer Anlagen) oder Umrüstung (bestehender Anlagen), sodass ein Lösemittelextraktionsprozess mit einem weniger gefährlichen Lösemittel betrieben werden kann: z. B. Umstellung der Furfural- oder Phenolextraktion auf den N-Methylpyrrolidon-(NMP)-Prozess	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Für die Umstellung bestehender Anlagen auf einen anderen Lösemittelextraktionsprozess mit anderen physikalisch-chemischen Eigenschaften sind eventuell erhebliche Umbauten erforderlich.
iv. Katalytische Prozesse auf Basis der Hydrierung	Prozesse auf der Basis der Konversion unerwünschter Verbindungen mittels katalytischer Hydrierung, ähnlich dem Hydrotreatment Siehe Abschnitt 1.20.3 (Hydrotreatment)	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen

1.4. BVT-Schlussfolgerungen für den Bitumenherstellungsprozess

BVT 23. Die BVT zur Vermeidung und Verringerung der Emissionen in die Luft aus dem Bitumenherstellungsprozess besteht in der Behandlung der Kopfdämpfe durch eine der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Thermische Oxidation der Kopfdämpfe oberhalb 800 °C	Siehe Abschnitt 1.20.6	Allgemein anwendbar für die Bitumenblasanlage
ii. Nasswäsche der Kopfdämpfe	Siehe Abschnitt 1.20.3	Allgemein anwendbar für die Bitumenblasanlage

1.5. BVT-Schlussfolgerungen für den FCC-Prozess

BVT 24. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung der NO_x-Emissionen in die Luft beim katalytischen Cracken (Regenerator) besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
Prozessoptimierung und Einsatz von Promotoren oder Zusatzmitteln		
i. Prozessoptimierung	Kombination von Betriebsbedingungen oder Praktiken mit dem Ziel, die NO _x -Bildung zu verringern, z. B. Senkung des Sauerstoffüberschusses im Rauchgas bei Fahrweise mit Vollverbrennung, Luftstufung des CO-Boilers bei Fahrweise mit partieller Verbrennung, vorausgesetzt, der CO-Boiler ist entsprechend ausgelegt.	Allgemein anwendbar
ii. CO-Oxidationspromotoren mit geringer NO _x -Bildung	Einsatz eines Stoffes, der selektiv nur die Verbrennung von CO fördert und die Oxidation des NO _x -Vorstufen enthaltenden Stickstoffs verhindert: z. B. Nicht-Platin-Promotoren	Nur im Betrieb mit vollständiger Verbrennung für den Ersatz von CO-Promotoren auf Platinbasis anwendbar. Zur Erzielung des größtmöglichen Nutzens kann eine geeignete Luftverteilung im Regenerator erforderlich sein.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
iii. Spezielle Zusätze für die Reduzierung von NO _x	Verwendung spezieller katalytischer Zusätze zur Förderung der Reduktion von NO durch CO	Nur im Betrieb mit vollständiger Verbrennung bei geeigneter Auslegung und bei erreichbarbarem Sauerstoffüberschuss anwendbar. Die Anwendbarkeit von kupferbasierten Zusätzen zur NO _x -Reduzierung kann durch die Kapazität des Gaskompressors eingeschränkt sein.

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Siehe Abschnitt 1.20.2	Zur Vermeidung einer nachgelagerten potenziellen Verschmutzung könnte eine zusätzliche Filterung vor der SCR erforderlich sein. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Selektive nichtkatalytische Reduktion (SNCR)	Siehe Abschnitt 1.20.2	Bei FCC-Anlagen mit partieller Verbrennung und CO-Boiler ist eine ausreichende Verweilzeit bei geeigneter Temperatur erforderlich. Bei FCC-Anlagen mit vollständiger Verbrennung ohne Hilfsboiler kann eine zusätzliche Brennstoffzugabe (z. B. Wasserstoff) erforderlich sein, um ein niedrigeres Temperaturfenster auszugleichen.
iii. Niedertemperatur-Oxidation	Siehe Abschnitt 1.20.2	Bedarf an zusätzlicher Wäscherkapazität. Ozonherzeugung und das damit zusammenhängende Risikomanagement sind zu berücksichtigen. Die Anwendbarkeit kann durch die notwendige zusätzliche Abwasserbehandlung und damit zusammenhängende medienübergreifende Auswirkungen (z. B. Nitratemissionen) sowie durch eine unzureichende Versorgung mit flüssigem Sauerstoff (zur Ozonherzeugung) eingeschränkt sein. Die Anwendbarkeit kann aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 4.

Tabelle 4

BVT-assoziierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen in die Luft aus dem Regenerator im katalytischen Krackprozess

Parameter	Anlagenart/Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
NO _x , angegeben als NO ₂	Neue Anlage/alle Verbrennungsarten	< 30-100
	Bestehende Anlage/vollständige Verbrennung	< 100-300 ⁽¹⁾
	Bestehende Anlage/partielle Verbrennung	100-400 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bei Eindüsung von Antimon (Sb) zur Metallpassivierung können NO_x-Werte bis zu 700 mg/Nm³ auftreten. Der niedrigere Wert kann durch Einsatz des SCR-Verfahrens erzielt werden.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 25. Die BVT zur Verringerung der Staub- und Metallemissionen in die Luft beim katalytischen Cracken (Regenerator) besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Verwendung eines abriebbeständigen Katalysators	Wahl eines Katalysatorstoffs, der abrieb- und zerfallsbeständig ist, um Staubemissionen zu verringern.	Allgemein anwendbar, sofern Aktivität und Selektivität des Katalysators ausreichend sind.
ii. Verwendung schwefelarmer Einsatzstoffe (z. B. durch entsprechende Wahl oder durch Hydrotreatment der Einsatzstoffe)	Bei der Wahl der Einsatzstoffe Bevorzugung schwefelarmer Stoffe unter den möglichen Quellen zur Verarbeitung in der Anlage. Hydrotreatment dient der Reduzierung des Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalts des Einsatzgutes. Siehe Abschnitt 1.20.3	Erfordert ausreichende Verfügbarkeit schwefelarmer Einsatzstoffe, sowie Kapazitäten für Wasserstoff-erzeugung und Schwefelwasserstoff-(H ₂ S)-Behandlung (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen).

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Elektrostatischer Abscheider (ESA)	Siehe Abschnitt 1.20.1	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Mehrstufige Zyklonabscheider	Siehe Abschnitt 1.20.1	Allgemein anwendbar
iii. Blowback-Filter der dritten Stufe	Siehe Abschnitt 1.20.1	Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein.
iv. Nasswäsche	Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann in Trockengebieten sowie in Fällen eingeschränkt sein, in denen die bei der Behandlung anfallenden Nebenprodukte (darunter z. B. Abwasser mit hohem Salzgehalt) nicht wiederverwendet oder auf geeignete Weise entsorgt werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.

BVT-assozierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 5.

Tabelle 5

BVT-assozierte Emissionswerte für Staubemissionen in die Luft aus dem Regenerator im katalytischen Crackprozess

Parameter	Anlagenart	BVT-assozierte Emissionswerte (Monatsmittelwert) ⁽¹⁾ mg/Nm ³
Staub	Neue Anlage	10-25
	Bestehende Anlage	10-50 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Ausgenommen Rußblasen im CO-Boiler und durch den Gaskühler.

⁽²⁾ Der niedrigere Wert kann mit einem vierfeldrigen ESA erzielt werden.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 26. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung der SO_x -Emissionen in die Luft beim katalytischen Kacken (Regenerator) besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Verwendung von SO_x -reduzierenden Katalysatorzusätzen	Verwendung eines Stoffes, der den Schwefel zusammen mit Koks vom Regenerator zurück zum Reaktor überträgt. Siehe Beschreibung in 1.20.3	Anwendbarkeit kann durch die Auslegung der Regeneratorbedingungen eingeschränkt sein. Erfordert geeignete Kapazitäten für die Minderung von Schwefelwasserstoff (z. B. SRG).
ii. Verwendung schwefelarmer Einsatzstoffe (z. B. durch entsprechende Wahl oder durch Hydrotreatment der Einsatzstoffe)	Bei der Wahl der Einsatzstoffe Bevorzugung schwefelarmer Stoffe unter den möglichen Quellen zur Verarbeitung in der Anlage. Hydrotreatment dient der Reduzierung des Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalts des Einsatzgutes. Siehe Beschreibung in 1.20.3	Erfordert ausreichende Verfügbarkeit schwefelarmer Einsatzstoffe, sowie Kapazitäten für Wasserstoffherzeugung und Schwefelwasserstoff- (H_2S) -Behandlung (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen).

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Nicht regenerative Wäsche	Nasswäsche oder Meerwasserwäsche. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann in Trockengebieten sowie in Fällen eingeschränkt sein, in denen die bei der Behandlung anfallenden Nebenprodukte (darunter z. B. Abwasser mit hohem Salzgehalt) nicht wiederverwendet oder auf geeignete Weise entsorgt werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Regenerative Wäsche	Einsatz eines speziellen SO_x -absorbierenden Reagens (z. B. Absorptionslösung), das generell die Rückgewinnung von Schwefel als Nebenprodukt eines Regenerationszyklus ermöglicht, bei dem das Reagens wiederverwendet wird. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit ist auf den Fall beschränkt, dass regenerierte Nebenprodukte verkauft werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit durch die vorhandene Schwefelrückgewinnungskapazität sowie durch den Platzbedarf eingeschränkt sein.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 6.

Tabelle 6

BVT-assoziierte Emissionswerte für SO_x-Emissionen in die Luft aus dem Regenerator im katalytischen Krackprozess

Parameter	Anlagenart/Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
SO ₂	Neue Anlagen	≤ 300
	Bestehende Anlagen/vollständige Verbrennung	< 100-800 ⁽¹⁾
	Bestehende Anlagen/partielle Verbrennung	100-1 200 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bei Wahl von schwefelarmen (z. B. < 0,5 Gew.-%) Einsatzstoffen (oder Hydrotreatment) oder Wäsche ist für alle Verbrennungsarten der obere Bereich der BVT-assoziierten Emissionswerte ≤ 600 mg/Nm³.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 27. Die BVT zur Verringerung der Emissionen von Kohlenmonoxid (CO) in die Luft beim katalytischen Kracken (Regenerator) besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Steuerung des Verbrennungsvorgangs	Siehe Abschnitt 1.20.5	Allgemein anwendbar
ii. Katalysatoren mit CO-Oxidationspromotoren	Siehe Abschnitt 1.20.5	Allgemein anwendbar nur für vollständige Verbrennung
iii. CO-Boiler	Siehe Abschnitt 1.20.5	Allgemein anwendbar nur für partielle Verbrennung

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 7.

Tabelle 7

BVT-assoziierte Emissionswerte für Kohlenmonoxidemissionen in die Luft aus dem Regenerator im katalytischen Krackprozess für den partiellen Verbrennungsbetrieb

Parameter	Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
Kohlenmonoxid, angegeben als CO	Partielle Verbrennung	≤ 100 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ist u. U. nicht erreichbar, wenn CO-Boiler nicht unter Volllast betrieben wird.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

1.6. BVT-Schlussfolgerungen für das katalytische Reformieren

BVT 28. Die BVT für die Verringerung der Emissionen von Polychlordibenzodioxinen/-furanen (PCDD/F) in die Luft aus der katalytischen Reformieranlage besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Wahl des Katalysatorpromotors	Verwendung eines Katalysatorpromotors zur Minimierung der Bildung von Polychlordibenzodioxinen/-furanen (PCDD/F) während der Regenerierung. Siehe Abschnitt 1.20.7	Allgemein anwendbar
ii. Behandlung des Regenerierungsrauchgases		
a) Recyclingkreislauf für Regenerierungsgas mit Adsorptionsbett	Abgas aus der Regenerierungsstufe wird behandelt, um chlorierte Verbindungen (z. B. Dioxine) zu entfernen.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit von der derzeitigen Auslegung der Regenerierungsanlage abhängen.
b) Nasswäsche	Siehe Abschnitt 1.20.3	Nicht anwendbar bei semiregenerativen Reformern.
c) Elektrostatischer Abscheider (ESA)	Siehe Abschnitt 1.20.1	Nicht anwendbar bei semiregenerativen Reformern.

1.7. BVT-Schlussfolgerungen für den Verkokungsprozess

BVT 29. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in die Luft aus den Verkokungsprozessen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken:

Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Sammlung und Recycling von Koksstaub	Systematische Sammlung und Wiederverwertung von Koksstaub, der während des gesamten Verkokungsprozesses anfällt (Bohren, Umschlag, Zerkleinern, Kühlen usw.)	Allgemein anwendbar
ii. Umschlag und Lagerung von Koks nach BVT 3	Siehe BVT 3	Allgemein anwendbar
iii. Verwendung eines geschlossenen Blow-down-Systems	Rückhaltesystem zur Druckentlastung aus den Koksbehältern	Allgemein anwendbar
iv. Gasrückgewinnung (einschließlich Entlüftung vor Öffnung des Behälters zur Atmosphäre) als Bestandteil des Raffinerieheizgases	Leitung der Abluft vom Koksbehälter zum Gaskompressor zur Verwertung als Raffinerieheizgas statt Abfackelung. Beim Flexicoking-Prozess ist vor der Behandlung des Gases aus der Verkokungsanlage ein Umsetzungsschritt (zur Umsetzung des Carbonylsulfids (COS) zu H ₂ S) erforderlich.	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit der Techniken durch den Platzbedarf eingeschränkt sein.

BVT 30. Die BVT zur Verringerung der NO_x-Emissionen in die Luft aus der Kalzinierung von Grünkoks besteht im Einsatz der selektiven nichtkatalytischen Reduktion (SNCR).

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.20.2.

Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit des SNCR-Verfahrens (insbesondere im Hinblick auf Verweilzeit und Temperaturfenster) kann aufgrund der Spezifik des Kalzinierungsprozesses eingeschränkt sein.

BVT 31. Die BVT zur Verringerung der SO_x -Emissionen in die Luft aus der Kalzinierung von Grünkoks besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Nicht regenerative Wäsche	Nasswäsche oder Meerwasserwäsche. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann in Trockengebieten sowie in Fällen eingeschränkt sein, in denen die bei der Behandlung anfallenden Nebenprodukte (darunter z. B. Abwasser mit hohem Salzgehalt) nicht wiederverwendet oder auf geeignete Weise entsorgt werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Regenerative Wäsche	Einsatz eines speziellen SO_x -absorbierenden Reagens (z. B. Absorptionslösung), das generell die Rückgewinnung von Schwefel als Nebenprodukt eines Regenerationszyklus ermöglicht, bei dem das Reagens wiederverwendet wird. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit ist auf den Fall beschränkt, dass regenerierte Nebenprodukte verkauft werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit durch die vorhandene Schwefelrückgewinnungskapazität sowie durch den Platzbedarf eingeschränkt sein.

BVT 32. Die BVT zur Verringerung der Staubemissionen in die Luft aus der Kalzinierung von Grünkoks besteht in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Elektrostatischer Abscheider (ESA)	Siehe Abschnitt 1.20.1	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein. Bei der Kokskalzinierung für Graphit und Anoden kann die Anwendbarkeit aufgrund des hohen Widerstands der Kokspartikel eingeschränkt sein.
ii. Mehrstufige Zyklonabscheider	Siehe Abschnitt 1.20.1	Allgemein anwendbar

BVT-assozierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 8

Tabelle 8

BVT-assozierte Emissionswerte für Staubemissionen in die Luft aus einer Anlage für die Kalzinierung von Grünkoks

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm^3
Staub	10-50 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Der niedrigere Wert kann mit einem Vier-Feld-ESA erzielt werden.

⁽²⁾ Ist ein ESA nicht anwendbar, können Werte von bis zu $150 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ auftreten.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

1.8. BVT-Schlussfolgerungen für den Entsalzungsprozess

BVT 33. Die BVT zur Verringerung des Wasserverbrauchs und der Emissionen in Gewässer aus dem Entsalzungsprozess besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Wasserrückführung und Optimierung des Entsalzungsprozesses	Verschiedene gute Entsalzungspraktiken mit dem Ziel, den Wirkungsgrad des Entsalzers zu steigern und die Waschwassermenge zu reduzieren, z. B. durch „Low-Shear“-Mischer, niedrigen Wasserdruck. Dazu gehört das Management von Schlüsselparametern für die Schritte Waschen (z. B. gute Mischung) und Trennung (z. B. pH-Wert, Dichte, Viskosität, Potenzial elektrischer Felder für Koaleszenz).	Allgemein anwendbar
ii. Mehrstufige Entsalzer	Mehrstufige Entsalzer arbeiten mit Wasserzugabe und Entwässerung, die über zwei oder mehr Stufen wiederholt wird, um einen höheren Wirkungsgrad der Abtrennung und somit weniger Korrosion in nachgelagerten Prozessen zu erreichen.	Anwendbar bei neuen Anlagen
iii. Zusätzlicher Abtrennungsschritt	Eine zusätzliche, verbesserte Öl/Wasser- und Feststoff/Wasser-Trennung zur Reduzierung des Öleintrags in die Abwasserbehandlungsanlage und zu dessen Rückführung in den Prozess. Dazu gehören z. B. ein Absetzbehälter und die Nutzung optimaler Phasengrenzregler.	Allgemein anwendbar

1.9. BVT-Schlussfolgerungen für die Feuerungsanlagen

BVT 34. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von NO_x-Emissionen in die Luft aus den Feuerungsanlagen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Brennstoffauswahl oder -behandlung		
a) Verwendung von Gas anstelle von Flüssigbrennstoff	Gas enthält generell weniger Stickstoff als Flüssigbrennstoff, und seine Verbrennung hat niedrigere NO _x -Emissionen zur Folge. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann durch Einschränkungen im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von schwefelarmen Gasbrennstoffen eingeschränkt sein, die sich aus der Energiepolitik des Mitgliedsstaats ergeben.
b) Verwendung von stickstoffarmem flüssigem Raffineriebrennstoff (RFO), z. B. durch RFO-Auswahl oder durch Hydrotreatment von RFO	Bei der Auswahl des flüssigen Raffineriebrennstoffs für die Verwendung in der Anlage erhalten stickstoffarme Brennstoffe den Vorzug. Hydrotreatment dient der Reduzierung des Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalts des Brennstoffs. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit ist eingeschränkt durch die Verfügbarkeit stickstoffarmer flüssiger Brennstoffe sowie Kapazitäten für Wasserstofferzeugung und Schwefelwasserstoff-(H ₂ S)-Behandlung (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen).

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
ii. Modifizierung der Verbrennung		
a) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Siehe Abschnitt 1.20.2	Für die gestufte Brennstoffzugabe bei Misch- oder Flüssigbrennstofffeuerung ist möglicherweise eine spezielle Auslegung des Brenners erforderlich.
b) Optimierung der Verbrennung	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar
c) Rauchgasrezirkulation	Siehe Abschnitt 1.20.2	Anwendbar durch Einsatz spezieller Brenner mit interner Rückführung des Rauchgases. Die Anwendbarkeit kann auf die Nachrüstung einer externen Rauchgasrückführung bei Anlagen mit Sauggebläse/Gebläse beschränkt sein.
d) Einspritzen eines Verdünnungsmittels	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar für Gasturbinen, bei denen geeignete inerte Verdünnungsmittel zur Verfügung stehen.
e) Verwendung von Low-NO _x -Brennern (LNB)	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen unter Berücksichtigung der brennstoffspezifischen Einschränkung (z. B. für Schweröl). Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit durch die Komplexität aufgrund standortspezifischer Bedingungen, z. B. Ofenauslegung, umgebende Vorrichtungen, eingeschränkt sein. In ganz speziellen Fällen können erhebliche Umbauten erforderlich sein. Die Anwendbarkeit kann bei Prozessöfen im Delayed-Coking-Prozess aufgrund der möglichen Kokserzeugung in den Öfen eingeschränkt sein. Bei Gasturbinen ist die Anwendbarkeit auf Brennstoffe mit niedrigem Wassergehalt (im Allgemeinen < 10 %) beschränkt.

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund der Anforderungen hinsichtlich eines erheblichen Platzbedarfes und einer optimalen Einspritzung der Reaktionspartner eingeschränkt sein.
ii. Selektive nichtkatalytische Reduktion (SNCR)	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund der Anforderung an das Temperaturfenster und der mit der Einspritzung der Reaktionspartner zu erreichenden Verweilzeit eingeschränkt sein.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
iii. Niedertemperatur-Oxidation	Siehe Abschnitt 1.20.2	Die Anwendbarkeit kann durch die notwendige zusätzliche Wäscherkapazität sowie dadurch eingeschränkt sein, dass Ozonerzeugung und das damit zusammenhängende Risikomanagement entsprechend berücksichtigt werden müssen. Die Anwendbarkeit kann durch die notwendige zusätzliche Abwasserbehandlung und damit zusammenhängende medienübergreifende Auswirkungen (z. B. Nitratemissionen) sowie durch eine unzureichende Versorgung mit flüssigem Sauerstoff (zur Ozonerzeugung) eingeschränkt sein. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
iv. Kombiniertes SNO _x -Verfahren	Siehe Abschnitt 1.20.4	Nur anzuwenden bei hohem Rauchgasstrom (z. B. > 800 000 Nm ³ /h) und wenn eine kombinierte NO _x - und SO _x -Minderung notwendig ist.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11.

Tabelle 9

BVT-assoziierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen in die Luft aus einer Gasturbine

Parameter	Anlagenart	BVT-assoziiierter Emissionswert ⁽¹⁾ (Monatsmittelwert) mg/Nm ³ bei 15 % O ₂
NO _x , angegeben als NO ₂	Gasturbinen (einschließlich Gas- und Dampfturbinen-Anlagen (GuD)) und Gas- und Dampfturbinenanlagen mit integrierter Kohlevergasung (IGCC)	40-120 (bestehende Turbine)
		20-50 (neue Turbine) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Der BVT-assoziierte Emissionswert bezieht sich auf kombinierte Emissionen aus der Gasturbine und dem zusatzbefeueren Abhitzeessel, sofern vorhanden.

⁽²⁾ Bei Brennstoffen mit hohem H₂-Gehalt (d. h. über 10 %), beträgt der höhere Wert 75 mg/Nm³.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

Tabelle 10

BVT-assoziierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen in die Luft aus einer gasbefeueren Feuerungsanlage, ausgenommen Gasturbinen

Parameter	Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
NO _x , angegeben als NO ₂	Gasfeuerung	30-150 für bestehende Anlage ⁽¹⁾
		30-100 für neue Anlage

⁽¹⁾ Bei einer bestehenden Anlage mit hoher Luftvorwärmung (d. h. > 200 °C oder mit einem H₂-Gehalt von mehr als 50 % im Heizgas beträgt der höhere Wert der BVT-assoziierten Emissionswerte 200 mg/Nm³.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

Tabelle 11

BVT-assoziierte Emissionswerte für NO_x-Emissionen in die Luft aus einer Mehrstofffeuerungsanlage, ausgenommen Gasturbinen

Parameter	Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
NO _x , angegeben als NO ₂	Mehrstofffeuerungsanlage	30-300 für bestehende Anlage ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Bei bestehenden Anlagen < 100 MW und Einsatz von Flüssigbrennstoff mit einem Stickstoffgehalt von mehr als 0,5 Gew.-% oder Flüssigfeuerung > 50 % oder Luftvorwärmung können Werte von bis zu 450 mg/Nm³ auftreten.

⁽²⁾ Die unteren Werte können durch Einsatz des SCR-Verfahrens erzielt werden.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 35. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung der Staub- und Metallemissionen in die Luft aus Feuerungsanlagen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Brennstoffauswahl oder -behandlung		
a) Verwendung von Gas anstelle von Flüssigbrennstoff	Die Verbrennung von Gas anstelle von Flüssigbrennstoff hat niedrigere Staubemissionen zur Folge. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von schwefelarmen Brennstoffen wie z. B. Erdgas eingeschränkt sein, die sich aus der Energiepolitik des Mitgliedsstaats ergeben.
b) Verwendung von schwefelarmem flüssigem Raffineriebrennstoff (RFO), z. B. durch RFO-Auswahl oder durch Hydrotreatment von RFO	Bei der Auswahl des flüssigen Raffineriebrennstoffs für die Verwendung in der Anlage erhalten schwefelarme Brennstoffe den Vorzug. Hydrotreatment dient der Reduzierung des Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalts des Brennstoffs. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann durch die Verfügbarkeit schwefelarmer flüssiger Brennstoffe sowie Kapazitäten für Wasserstofferzeugung und Schwefelwasserstoff-(H ₂ S)-Behandlung (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen) eingeschränkt sein.
ii. Modifizierung der Verbrennung		
a) Optimierung der Verbrennung	Siehe Abschnitt 1.20.2	Allgemein anwendbar bei allen Verbrennungsarten.
b) Zerstäubung von Flüssigbrennstoff	Einsatz von hohem Druck zur Verringerung der Tröpfchengröße von Flüssigbrennstoff. Die Auslegung der neuesten optimierten Brenner umfasst generell eine Dampfzerstäubung.	Allgemein anwendbar bei Flüssigbrennstofffeuerung.

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Elektrostatischer Abscheider (ESA)	Siehe Abschnitt 1.20.1	Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Blowback-Filter der dritten Stufe	Siehe Abschnitt 1.20.1	Allgemein anwendbar
iii. Nasswäsche	Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann in Trockengebieten sowie in Fällen eingeschränkt sein, in denen die bei der Behandlung anfallenden Nebenprodukte (darunter z. B. Abwasser mit hohem Salzgehalt) nicht wiederverwendet oder auf geeignete Weise entsorgt werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
iv. Zentrifugalwäscher	Siehe Abschnitt 1.20.1	Allgemein anwendbar

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 12.

Tabelle 12

BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen in die Luft aus einer Mehrstofffeuerungsanlage, ausgenommen Gasturbinen

Parameter	Verbrennungsart	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
Staub	Mehrstofffeuerung	5-50 für bestehende Anlage ⁽¹⁾ ⁽²⁾
		5-25 für neue Anlage < 50 MW

⁽¹⁾ Der untere Wert ist für Anlagen mit nachgeschalteten Techniken erreichbar.

⁽²⁾ Der höhere Wert bezieht sich auf einen hohen Anteil von Ölverbrennung und die ausschließliche Anwendbarkeit von Primärtechniken.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 36. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von SO_x-Emissionen in die Luft aus Feuerungsanlagen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

I. Primär- oder prozessbezogene Techniken auf der Basis einer Auswahl oder einer Behandlung des Brennstoffs, wie z. B.:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Verwendung von Gas anstelle von Flüssigbrennstoff	Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von schwefelarmen Brennstoffen wie z. B. Erdgas eingeschränkt sein, die sich aus der Energiepolitik des Mitgliedstaats ergeben.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
ii. Behandlung von Raffinerieheizgas	Die Rest-H ₂ S-Konzentration im Raffinerieheizgas hängt von Behandlungsprozessparametern ab, z. B. vom Aminwäschedruck. Siehe Abschnitt 1.20.3	Bei Gasen mit niedrigem Heizwert, die Carbonylsulfid (COS) enthalten, z. B. aus Verkokungsanlagen, ist vor der H ₂ S-Entfernung möglicherweise ein Konverter notwendig.
iii. Verwendung von schwefelarmem flüssigem Raffineriebrennstoff (RFO), z. B. durch RFO-Auswahl oder durch Hydrotreatment von RFO	Bei der Auswahl des flüssigen Raffineriebrennstoffs für die Verwendung in der Anlage erhalten schwefelarme Brennstoffe den Vorzug. Hydrotreatment dient der Reduzierung des Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalts des Brennstoffs. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit ist eingeschränkt durch die Verfügbarkeit schwefelarmer flüssiger Brennstoffe sowie Kapazitäten für Wasserstoffherzeugung und Schwefelwasserstoff-(H ₂ S)-Behandlung (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen).

II. Sekundäre oder nachgeschaltete Techniken:

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Nicht regenerative Wäsche	Nasswäsche oder Meerwasserwäsche. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit kann in Trockengebieten sowie in Fällen eingeschränkt sein, in denen die bei der Behandlung anfallenden Nebenprodukte (darunter z. B. Abwasser mit hohem Salzgehalt) nicht wiederverwendet oder auf geeignete Weise entsorgt werden können. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit der Technik aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
ii. Regenerative Wäsche	Einsatz eines speziellen SO _x -absorbierenden Reagens (z. B. Absorptionslösung), das generell die Rückgewinnung von Schwefel als Nebenprodukt eines Regenerationszyklus ermöglicht, bei dem das Reagens wiederverwendet wird. Siehe Abschnitt 1.20.3	Die Anwendbarkeit ist auf den Fall beschränkt, dass regenerierte Nebenprodukte verkauft werden können. Die Nachrüstung bestehender Anlagen kann durch die vorhandene Schwefelrückgewinnungskapazität eingeschränkt sein. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit der Technik aufgrund des Platzbedarfs eingeschränkt sein.
iii. Kombiniertes SNO _x -Verfahren	Siehe Abschnitt 1.20.4	Nur anzuwenden bei hohem Rauchgasstrom (z. B. > 800 000 Nm ³ /h) und wenn eine kombinierte NO _x - und SO _x -Minderung notwendig ist.

Tabelle 13

BVT-assoziierte Emissionswerte für SO_x-Emissionen in die Luft aus einer raffinerieheizgasbefeuernden Feuerungsanlage, ausgenommen Gasturbinen

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
SO ₂	5-35 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ In der speziellen Konfiguration einer Raffinerieheizgasbehandlung mit niedrigem Wäscherbetriebsdruck und einem Raffinerieheizgas mit einem H-C-Verhältnis von mehr als 5 kann der höhere Wert der BVT-assoziierten Emissionswerte bis zu 45 mg/Nm³ betragen.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

Tabelle 14

BVT-assoziierte Emissionswerte für SO₂-Emissionen in die Luft aus Mehrstofffeuerungsanlagen, ausgenommen Gasturbinen und stationäre Gasmotoren

Diese BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die gewichteten Durchschnittsemissionen aus bestehenden Mehrstofffeuerungsanlagen innerhalb der Raffinerie, ausgenommen Gasturbinen und stationäre Gasmotoren.

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
SO ₂	35-600

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

BVT 37. Die BVT zur Verringerung der Emissionen von Kohlenmonoxid (CO) in die Luft aus den Feuerungsanlagen besteht in einer Verbrennungssteuerung.

Beschreibung

Siehe Abschnitt 1.20.5.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 15.

Tabelle 15

BVT-assoziierte Emissionswerte für Kohlenmonoxidemissionen in die Luft aus einer Feuerungsanlage

Parameter	BVT-assoziierte Emissionswerte (Monatsmittelwert) mg/Nm ³
Kohlenmonoxid, angegeben als CO	≤ 100

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

1.10. BVT-Schlussfolgerungen für den Veretherungsprozess

BVT 38. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in die Luft aus dem Veretherungsprozess besteht in der Gewährleistung der geeigneten Behandlung von Prozessabgasen durch Zuführung in das Raffinerieheizgassystem.

BVT 39. Die BVT zur Verhinderung von Störungen der biologischen Behandlungsanlage besteht im Einsatz eines Vorratstanks und einer geeigneten Produktionsplanung für die Anlage zur Kontrolle des gelösten Gehalts an toxischen Bestandteilen (z. B. Methanol, Ameisensäure, Ether) im Abwasserstrom vor der abschließenden Behandlung.

1.11. BVT-Schlussfolgerungen für den Isomerisationsprozess

BVT 40. Die BVT zur Verringerung der Emissionen von chlorierten Verbindungen in die Luft besteht in der Optimierung des Einsatzes chlorierter organischer Verbindungen zwecks Aufrechterhaltung der Katalysatoraktivität bei Vorhandensein eines derartigen Prozesses oder im Einsatz nicht chlorierter katalytischer Systeme.

1.12. BVT-Schlussfolgerungen für die Erdgasraffinerie

BVT 41. Die BVT zur Verringerung der Schwefeldioxidemissionen in die Luft aus der Erdgasanlage besteht in der Anwendung der BVT 54.

BVT 42. Die BVT zur Verringerung der Stickoxid(NO_x)-Emissionen in die Luft aus der Erdgasanlage besteht in der Anwendung der BVT 34.

BVT 43. Die BVT zur Vermeidung der Emissionen von in Rohgas enthaltenem Quecksilber besteht in der Entfernung des Quecksilbers und der Rückgewinnung des quecksilberhaltigen Schlammes zur Abfallentsorgung.

1.13. BVT-Schlussfolgerungen für den Destillationsprozess

BVT 44. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung des Abwasseranfalls durch den Destillationsprozess besteht im Einsatz von Flüssigkeitsringvakuumumpen oder Oberflächenkondensatoren.

Anwendbarkeit

Ist bei einigen Nachrüstungen eventuell nicht anwendbar. Bei neuen Anlagen werden möglicherweise Vakuumpumpen entweder in Kombination oder nicht in Kombination mit Dampfejektoren benötigt, um ein hohes Vakuum (10 mm Hg) zu erzielen. Außerdem sollte bei Ausfall der Vakuumpumpe ein Ersatzaggregat bereitstehen.

BVT 45. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung der Wasserverschmutzung durch den Destillationsprozess besteht darin, das Sauerwasser der Strippanlage zuzuführen.

BVT 46. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von Emissionen in die Luft aus Destillationsanlagen besteht in der Gewährleistung der geeigneten Behandlung von Prozessabgasen, insbesondere von unkondensierbaren Abgasen, durch Sauer gasentfernung vor der Weiterverwendung.

Anwendbarkeit

Allgemein anwendbar für Rohöl- und Vakuumdestillationsanlagen. Eventuell nicht anwendbar für separate Schmieröl- und Bitumenraffinerien mit Emissionen von Schwefelverbindungen von weniger als 1 t/d. Bei speziellen Raffineriekonfigurationen kann die Anwendbarkeit aufgrund von beispielsweise notwendigen umfangreichen Rohrinstallationen, Kompressoren oder zusätzlichen Aminbehandlungskapazitäten eingeschränkt sein.

1.14. BVT-Schlussfolgerungen für den Produktraffinationsprozess

BVT 47. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in die Luft aus dem Produktraffinationsprozess besteht in der Gewährleistung einer geeigneten Entsorgung von Abgasen, insbesondere von geruchsbeladener Abluft aus den Entschwefelungsanlagen durch deren Zuführung zur Vernichtung, z. B. durch Verbrennung.

Anwendbarkeit

Allgemein anwendbar bei Produktraffinationsprozessen, bei denen die Gasströme den Beseitigungsanlagen sicher zugeführt werden können. Eventuell aus Sicherheitsgründen nicht anwendbar bei Entschwefelungsanlagen.

BVT 48. Die BVT zur Verringerung des Abfall- und Abwasseranfalls bei Verwendung von Laugen in einem Produktraffinationsprozess besteht in der Kaskadenführung der Lauge und in einem Gesamtmanagement von Abläufen, einschließlich Recycling nach geeigneter Behandlung, z. B. durch Strippen.

1.15. **BVT-Schlussfolgerungen für Lager- und Umschlagprozesse**

BVT 49. Die BVT zur Verminderung von VOC-Emissionen in die Luft bei der Lagerung flüchtiger flüssiger Kohlenwasserstoffverbindungen besteht im Einsatz von Schwimmdachtanks mit Hochleistungsdichtungen oder Festdachtanks mit Anschluss an eine Dampfrückgewinnungsanlage.

Beschreibung

Hochleistungsdichtungen sind spezielle Vorrichtungen zur Begrenzung von Dampfverlusten, z. B. verbesserte Primärdichtungen, zusätzliche (sekundäre oder tertiäre) Mehrfachdichtungen (je nach ausgestoßener Schadstoffmenge).

Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit von Hochleistungsdichtungen kann bei Nachrüstung tertiärer Dichtungen an bestehenden Lagertanks eingeschränkt sein.

BVT 50. Die BVT zur Verringerung von VOC-Emissionen in die Luft bei der Lagerung flüchtiger flüssiger Kohlenwasserstoffverbindungen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Manuelle Reinigung von Rohöltanks	Die Öltankreinigung erfolgt durch Arbeitskräfte, die in den Tank einsteigen und den Ölschlamm händisch entfernen.	Allgemein anwendbar
ii. Verwendung einer Anlage mit geschlossenem Kreislauf	Für Inneninspektionen werden Tanks regelmäßig entleert, gereinigt und entgast. Diese Reinigung umfasst auch das Auflösen der Tankbodenrückstände. Anlagen mit geschlossenem Kreislauf, die sich mit additiven mobilen Umweltschutztechniken kombinieren lassen, verhindern oder mindern VOC-Emissionen.	Die Anwendbarkeit kann z. B. durch die Art der Rückstände, den Tankdachaufbau oder die Tankmaterialien begrenzt sein.

BVT 51. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von Emissionen in den Boden und das Grundwasser bei der Lagerung flüssiger Kohlenwasserstoffverbindungen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Instandhaltungsprogramm inklusive Überwachung, Verhinderung und Kontrolle von Korrosion	Ein Managementsystem mit Lecküberwachung und betrieblichen Kontrollmaßnahmen zur Überfüllsicherung, periodischen Bestandserfassungen und risikobasierten Tankinspektionen zum Nachweis der Unversehrtheit sowie Instandhaltungsmaßnahmen zur Verbesserung der Tankdichtigkeit. Hierzu gehört auch eine folgenorientierte systemische Reaktion auf Stoffaustritte unter Einleiten von Gegenmaßnahmen noch bevor austretende Stoffmengen in das Grundwasser eindringen können. Während Instandhaltungsperioden besonders zu verstärken.	Allgemein anwendbar
ii. Doppelbodentanks	Ein zweiter undurchlässiger Boden als Schutzmaßnahme gegen primäre Stoffaustritte.	Allgemein anwendbar für neue Tanks und nach Ertüchtigung bestehender Tanks. (1)
iii. Undurchlässige Membranauskleidungen	Durchgängiger Leckschutz unter der gesamten Bodenfläche des Tanks.	Allgemein anwendbar für neue Tanks und nach Ertüchtigung bestehender Tanks (1).

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
iv. Ausreichender Auffangraum für Tanklager	Ein Auffangraum wird zur Rückhaltung großer Flüssigkeitsmengen ausgelegt, die durch Bersten des Tankmantels oder bei Überlaufen des Tanks entstehen (Umwelt- und Sicherheitsmaßnahme). Die Größe und die baulichen Anforderungen unterliegen in der Regel örtlichen Vorschriften.	Allgemein anwendbar

(¹) Die allgemeine Anwendbarkeit der Techniken ii und iii gilt eventuell nicht bei Tanks, die für die Lagerung von Produkten bestimmt sind, die für den Umschlag unter Wärmezufuhr verflüssigt werden müssen, z. B. Bitumen, und bei denen Leckagen aufgrund der Erstarrung des Produkts unwahrscheinlich sind.

BVT 52. Die BVT zur Vermeidung oder Verringerung von VOC-Emissionen in die Luft bei der Befüllung und Entnahme flüchtiger flüssiger Kohlenwasserstoffverbindungen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken, um eine Rückgewinnungsrate von mindestens 95 % zu erreichen.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit (¹)
Dämpferückgewinnung durch: i. Kondensation ii. Absorption iii. Adsorption iv. Abscheidung im Membranverfahren v. Hybridsysteme	Siehe Abschnitt 1.20.6	Allgemein anwendbar bei Befüllungs-/Entleerungsvorgängen mit einem Jahresdurchsatz von > 5 000 m ³ /a. Nicht anwendbar bei Befüllungs-/Entleerungsvorgängen für Hochseeschiffe mit einem Jahresdurchsatz von < 1 Mio. m ³ /a.

(¹) Anstelle einer Dämpferückgewinnungsanlage kann eine Dampfbeseitigungsanlage (z. B. Dampfverbrennung) verwendet werden, wenn die Dämpferückgewinnung unsicher oder wegen der Menge der anfallenden Rückdämpfe technisch unmöglich ist.

BVT-assoziierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 16.

Tabelle 16

BVT-assoziierte Emissionswerte für NMVOC- und Benzolemissionen in die Luft aus den Befüllungs- und Entleerungsvorgängen bei flüchtigen flüssigen Kohlenwasserstoffverbindungen

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert (Stundenmittelwert) (¹)
NMVOC	0,15-10 g/Nm ³ (²) (³)
Benzol (³)	< 1 mg/Nm ³

(¹) Stundenwerte im kontinuierlichen Betrieb, dargestellt und gemessen gemäß Richtlinie 94/63/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 365 vom 31.12.1994, S. 24).

(²) Unterer Wert mit zweistufigen Hybridsystemen erzielbar. Oberer Wert mit einstufigem Adsorptions- oder Membranverfahren erreichbar.

(³) Benzol-Überwachung gegebenenfalls nicht notwendig, wenn die NMVOC-Emissionen am unteren Ende des Wertebereichs liegen.

1.16. BVT-Schlussfolgerungen für Visbreaking und andere thermische Prozesse

BVT 53. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in Gewässer aus dem Visbreaking und anderen thermischen Prozessen besteht in der Sicherstellung der Abwasserbehandlung mit den Techniken nach BVT 11.

1.17. **BVT-Schlussfolgerungen für die Abgasentschwefelung**

BVT 54. Die BVT zur Verringerung von Schwefelemissionen in die Luft aus Schwefelwasserstoff(H_2S)-haltigen Abgasen besteht in der Verwendung aller unten angegebenen Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit ⁽¹⁾
i. Sauer gasentfernung, z. B. durch Aminbehandlung	Siehe Abschnitt 1.20.3	Allgemein anwendbar
ii. Schwefelrückgewinnungsanlage (SRG), z. B. nach dem Claus-Verfahren	Siehe Abschnitt 1.20.3	Allgemein anwendbar
iii. Tailgas-Behandlungsanlage (TGTU)	Siehe Abschnitt 1.20.3	Bei Nachrüstung an einer bestehenden SRG-Anlage eventuell eingeschränkt anwendbar, je nach Größe der SRG und Konfiguration der Anlagen und Art des bestehenden Schwefelrückgewinnungsprozesses.

⁽¹⁾ Gegebenenfalls nicht anwendbar bei separaten Schmierstoff- oder Bitumenraffinerien mit einem Ausstoß von Schwefelverbindungen unter 1 t/d

BVT-assoziierte Umweltleistungswerte: Siehe Tabelle 17.

Tabelle 17

BVT-assoziierte Umweltleistungswerte für eine Anlage zur Abgasschwefel(H_2S)-Rückgewinnung

	BVT-assoziierte Umweltleistung (Monatsmittelwert)
Sauer gasentfernung	Eliminiert Schwefelwasserstoff (H_2S) aus dem behandelten Raffineriegas zur Einhaltung der BVT-assoziierten Emissionswerte der Gasfeuerung für BVT 36.
Wirkungsgrad der Schwefelrückgewinnung ⁽¹⁾	Neue Anlage: 99,5 — > 99,9 %
	Bestehende Anlage: ≥ 98,5 %

⁽¹⁾ Der Wirkungsgrad der Schwefelrückgewinnung wird über die gesamte Behandlungskette berechnet (einschließlich SRG und TGTU) und als der im Austrag rückgewonnene Anteil des im Eintrag enthaltenen Schwefels ermittelt. Enthält die angewandte Technik keine Schwefelrückgewinnung (z. B. Gaswäsche mit Meerwasser), wird hierunter der Wirkungsgrad der Schwefelbeseitigung verstanden, ermittelt als der prozentuale Schwefelanteil, der durch die gesamte Behandlungskette beseitigt wird.

Die zugehörige Überwachung ist in BVT 4 angegeben.

1.18. **BVT-Schlussfolgerungen für Fackelanlagen**

BVT 55. Die BVT zur Vermeidung von Emissionen aus Fackelanlagen in die Luft besteht darin, das Abfackeln nur zur Wahrung der Sicherheit oder bei besonderen Betriebszuständen (z. B. Hochfahren, Herunterfahren) einzusetzen.

BVT 56. Die BVT zur Verringerung von Emissionen aus Fackelanlagen in die Luft, wenn das Abfackeln unerlässlich ist, besteht in der Verwendung der nachfolgend angegebenen Techniken.

Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit
i. Fachgerechte Anlagenplanung	Siehe Abschnitt 1.20.7	Anwendbar bei neuen Anlagen. Bestehende Anlagen können mit einer Fackelgasrückgewinnung nachgerüstet werden.
ii. Anlagenmanagement	Siehe Abschnitt 1.20.7	Allgemein anwendbar
iii. Fachgerechte Planung der Fackelsysteme	Siehe Abschnitt 1.20.7	Anwendbar bei neuen Anlagen.
iv. Überwachung und Protokollierung	Siehe Abschnitt 1.20.7	Allgemein anwendbar

1.19. BVT-Schlussfolgerungen für das integrierte Emissionsmanagement

BVT 57. Die BVT für eine Gesamtreduzierung von NO_x -Emissionen in die Luft aus Feuerungsanlagen und katalytischen Wirbelschichtspaltanlagen (FCC-Anlagen) besteht in einer Technik des integrierten Emissionsmanagements als Alternative zur Anwendung von BVT 24 und BVT 34.

Beschreibung

Die Technik besteht aus einem integrierten Management der NO_x -Emissionen einiger oder sämtlicher Feuerungs- und FCC-Anlagen einer Raffinerie, indem die geeignetste BVT-Kombination in den verschiedenen betroffenen Anlagen eingeführt und angewendet sowie auf ihre Wirksamkeit überwacht wird, so dass sichergestellt ist, dass die resultierenden Gesamtemissionen die Emissionswerte einhalten oder unterschreiten, die erreichbar wären, würden die BVT-assozierten Emissionswerte nach BVT 24 und BVT 34 einzeln für jede Anlage angewendet.

Diese Technik eignet sich insbesondere für Ölraffinerien

- mit einer anerkannt hohen Standortkomplexität und vielfältigen Feuerungs- und Prozessanlagen mit gegenseitiger Abhängigkeit bei den Einsatzstoffen und der Energieversorgung,
- mit häufig notwendigen Prozessanpassungen in Abhängigkeit von der Qualität des angelieferten Rohöls,
- mit der technischen Notwendigkeit, einen Teil der Prozessrückstände als internen Brennstoff zu verwenden, wodurch der Brennstoffmix entsprechend den Prozessanforderungen häufig anzupassen ist.

BVT-assozierte Emissionswerte: Siehe Tabelle 18.

Darüber hinaus gelten für jede neue Feuerungsanlage oder neue FCC-Anlage, die in das integrierte Emissionsmanagementsystem einbezogen wird, auch die in BVT 24 und BVT 34 angegebenen BVT-bezogenen Emissionswerte.

Tabelle 18

BVT-assozierte Emissionswerte für NO_x -Emissionen in die Luft bei Anwendung von BVT 57

Der BVT-assozierte Emissionswert für NO_x -Emissionen aus den von BVT 57 erfassten Anlagen, angegeben als Monatsmittelwert in mg/Nm^3 , entspricht oder unterschreitet das gewichtete Mittel der NO_x -Konzentrationen (angegeben als Monatsmittelwert in mg/Nm^3), die erreichbar wären, würden in der Praxis bei jeder dieser Anlagen Techniken angewandt, mit denen die betroffenen Anlagen die folgenden Werte einhalten könnten:

- a) bei katalytischen Spaltanlagen (Regeneratoren): der BVT-assozierte Emissionswertebereich gemäß Tabelle 4 (BVT 24),
- b) bei Feuerungsanlagen, die Raffineriebrennstoffe allein oder gleichzeitig mit anderen Brennstoffen verbrennen: die BVT-assozierten Emissionswertebereiche gemäß Tabelle 9, 10 und 11 (BVT 34).

Dieser BVT-assozierte Emissionswert wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\frac{\Sigma [(Rauchgasvolumenstrom \text{ der betreffenden Anlage}) \times (NO_x \text{-Konzentration, die für diese Anlage erreicht würde})]}{\Sigma (Rauchgasvolumenstrom \text{ aller betreffenden Anlagen})}$$

Anmerkungen:

1. Anwendbar sind die in Tabelle 1 angegebenen Referenzbedingungen für Sauerstoff.
2. Die Gewichtung der Emissionswerte der einzelnen Anlagen erfolgt auf Grundlage des Rauchgasvolumenstroms der betreffenden Anlage, angegeben als Monatsmittelwert (Nm³/h), der bei Normalbetrieb dieser Anlage in der Raffinerie repräsentativ ist (unter Anwendung der Referenzbedingungen nach Anmerkung 1).
3. Bei wesentlichen und strukturellen Änderungen bei den Brennstoffen mit Einfluss auf den für eine Anlage anwendbaren BVT-assozierten Emissionswert, bei anderen wesentlichen oder strukturellen Änderungen an Beschaffenheit oder Funktionsweise der betreffenden Anlagen, bei ihrer Erneuerung oder Erweiterung oder bei Bereitstellung zusätzlicher Feuerungsanlagen oder FCC-Anlagen sind die in Tabelle 18 festgelegten BVT-assozierten Emissionswerte entsprechend anzupassen.

Überwachung in Verbindung mit BVT 57

Die BVT für die Überwachung von NO_x-Emissionen im Rahmen einer Technik des integrierten Emissionsmanagements entspricht den Angaben in BVT 4, wobei folgende Ergänzungen hinzukommen:

- ein Überwachungsplan mit einer Beschreibung der überwachten Prozesse, einer Liste der je Prozess überwachten Emissionsquellen und -ströme (Produkte, Abgase) und einer Beschreibung der verwendeten Methodik (Berechnungen, Messungen) sowie der zugrunde liegenden Annahmen und des dazugehörigen Konfidenzniveaus,
- kontinuierliche Überwachung des Rauchgasvolumenstroms der jeweiligen betroffenen Anlage entweder durch unmittelbare Messung oder durch ein gleichwertiges Verfahren,
- ein Datenmanagementsystem zur Erfassung, Verarbeitung und Berichtsprotokollierung aller Überwachungsdaten, die benötigt werden, um die Emissionen aus den in der integrierten Emissionsmanagementtechnik erfassten Schadstoffquellen zu ermitteln.

BVT 58. Die BVT für eine Gesamtreduzierung von SO₂-Emissionen in die Luft aus Feuerungsanlagen, katalytischen Wirbelschichtspaltanlagen (FCC-Anlagen) und Abgasschwefelrückgewinnungsanlagen besteht in einer Technik des integrierten Emissionsmanagements als Alternative zur Anwendung von BVT 26, BVT 36 und BVT 54.

Beschreibung

Die Technik besteht aus einem integrierten Management der SO₂-Emissionen einiger oder sämtlicher Feuerungsanlagen, FCC-Anlagen und Abgasschwefelrückgewinnungsanlagen einer Raffinerie, indem die geeignetste BVT-Kombination in den verschiedenen betroffenen Anlagen eingeführt und angewendet sowie auf ihre Wirksamkeit überwacht wird, so dass sichergestellt ist, dass die resultierenden Gesamtemissionen die Emissionswerte einhalten oder unterschreiten, die erreichbar wären, würden die BVT-assozierten Emissionswerte nach BVT 26 und BVT 36 sowie die BVT-assozierten Umweltleistungswerte nach BVT 54 einzeln für jede Anlage angewendet.

Diese Technik eignet sich insbesondere für Ölraffinerien

- mit einer anerkannt hohen Standortkomplexität und vielfältigen Feuerungs- und Prozessanlagen mit gegenseitiger Abhängigkeit bei den Einsatzstoffen und der Energieversorgung,
- mit häufig notwendigen Prozessanpassungen in Abhängigkeit von der Qualität des angelieferten Rohöls,
- mit der technischen Notwendigkeit, einen Teil der Prozessrückstände als internen Brennstoff zu verwenden, wodurch der Brennstoffmix entsprechend den Prozessanforderungen häufig anzupassen ist.

BVT-assoziierter Emissionswert: Siehe Tabelle 19.

Darüber hinaus gelten für jede neue Feuerungsanlage, neue FCC-Anlage oder neue Abgasschwefelrückgewinnungsanlage, die in das integrierte Emissionsmanagementsystem einbezogen wird, auch die in BVT 26 und BVT 36 angegebenen BVT-bezogenen Emissionswerte sowie die in BVT 54 dargelegten BVT-assozierten Umweltleistungswerte.

Tabelle 19

BVT-assozierte Emissionswerte für SO₂-Emissionen in die Luft bei Anwendung von BVT 58

Der BVT-assozierte Emissionswert für SO₂-Emissionen aus den von BVT 58 erfassten Anlagen, angegeben als Monatsmittelwert in mg/Nm³, entspricht oder unterschreitet das gewichtete Mittel der SO₂-Konzentrationen (angegeben als Monatsmittelwert in mg/Nm³), die erreichbar wären, würden in der Praxis bei jeder dieser Anlagen Techniken angewandt, mit denen die betroffenen Anlagen die folgenden Werte einhalten könnten:

- bei katalytischen Spaltanlagen (Regeneratoren): die BVT-assozierten Emissionswertebereiche gemäß Tabelle 6 (BVT 26),
- bei Feuerungsunterlagen, die Raffineriebrennstoffe allein oder gleichzeitig mit anderen Brennstoffen verbrennen: die BVT-assozierten Emissionswertebereiche gemäß Tabelle 13 und Tabelle 14 (BVT 36) und
- bei Abgasschwefelrückgewinnungsanlagen: die BVT-assozierten Umweltleistungswertebereiche gemäß Tabelle 17 (BVT 54).

Dieser BVT-assozierte Emissionswert wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\frac{\Sigma [(Rauchgasvolumenstrom \text{ der betreffenden Anlage}) \times (SO_2\text{-Konzentration, die für diese Anlage erreicht würde})]}{\Sigma (Rauchgasvolumenstrom \text{ aller betreffenden Anlagen})}$$

Anmerkungen:

- Anwendbar sind die in Tabelle 1 angegebenen Referenzbedingungen für Sauerstoff.
- Die Gewichtung der Emissionswerte der einzelnen Anlagen erfolgt auf Grundlage des Rauchgasvolumenstroms der betreffenden Anlage, angegeben als Monatsmittelwert (Nm³/h), der bei Normalbetrieb dieser Anlage in der Raffinerie repräsentativ ist (unter Anwendung der Referenzbedingungen nach Anmerkung 1).
- Bei wesentlichen und strukturellen Änderungen bei den Brennstoffen mit Einfluss auf den für eine Anlage anwendbaren BVT-assozierten Emissionswert, bei anderen wesentlichen oder strukturellen Änderungen an Beschaffenheit oder Funktionsweise der betreffenden Anlagen, bei ihrer Erneuerung oder Erweiterung oder bei Bereitstellung zusätzlicher Feuerungs-, FCC- oder Abgasschwefelrückgewinnungsanlagen sind die in Tabelle 19 festgelegten BVT-assozierten Emissionswerte entsprechend anzupassen.

Überwachung in Verbindung mit BVT 58

Die BVT für die Überwachung von SO₂-Emissionen im Rahmen eines Verfahrens des integrierten Emissionsmanagements entspricht den Angaben in BVT 4, wobei folgende Ergänzungen hinzukommen:

- ein Überwachungsplan mit einer Beschreibung der überwachten Prozesse, einer Liste der je Prozess überwachten Emissionsquellen und -ströme (Produkte, Abgase) und einer Beschreibung der verwendeten Methodik (Berechnungen, Messungen) sowie der zugrunde liegenden Annahmen und des dazugehörigen Konfidenzniveaus,
- kontinuierliche Überwachung des Rauchgasvolumenstroms der jeweiligen betroffenen Anlage entweder durch unmittelbare Messung oder durch ein gleichwertiges Verfahren,
- ein Datenmanagementsystem zur Erfassung, Verarbeitung und Berichtsprotokollierung aller Überwachungsdaten, die benötigt werden, um die Emissionen aus den in der integrierten Emissionsmanagementtechnik erfassten Schadstoffquellen zu ermitteln.

GLOSSAR**1.20. Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Steuerung der Emissionen in die Luft****1.20.1. Staub**

Technik	Beschreibung
Elektrostatischer Abscheider (ESA)	Elektrostatische Abscheider laden Partikel elektrisch auf und trennen diese Partikel dann unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes ab. Elektrostatische Abscheider kommen unter den unterschiedlichsten Anwendungsbedingungen zum Einsatz.

Technik	Beschreibung
	Der Wirkungsgrad kann von der Anzahl der Felder, der Verweilzeit (Größe), den katalytischen Eigenschaften und vorgeschalteten Partikelfiltern abhängen. Bei FCC-Anlagen werden in der Regel ESA mit 3 Feldern und 4 Feldern verwendet. ESA können trocken arbeiten oder mit Ammoniak einspritzung zur besseren Partikelerfassung verwendet werden. Bei der Kalzinierung von Grünkoks kann es zu einer verminderten Abscheideleistung kommen, da sich Kokspartikel schwer aufladen lassen.
Mehrstufige Zyklonabscheider (Multizyklone)	Den beiden Zyklonstufen nachgeschaltete Sammelvorrichtung nach dem Fliehkraftprinzip. Diese Abscheiderkonfiguration wird als „dritte Stufe“ (Third Stage Separator, TSS) bezeichnet; sie besteht aus einem einzigen Behälter, der viele konventionelle Zyklone oder eine verbesserte Wirbelrohr-Technologie enthält. Bei FCC-Anlagen hängt die Leistung hauptsächlich von der Partikelkonzentration und Größenverteilung der feinen Katalysatorpartikel nach den regenerationsinternen Zyklonen ab.
Zentrifugalwäscher	Zentrifugalwäscher kombinieren Fliehkraftprinzip und Intensivkontakt mit Wasser, z. B. Venturiwäscher.
Blowback-Filter der dritten Stufe	Blowback-Filter sind Rückspülfilter aus Keramik- oder Sintermetall, auf deren Oberfläche die zurückgehaltenen Feststoffe einen Filterkuchen bilden, der anschließend durch Auslösen einer Umkehrströmung abgelöst wird. Die abgelösten Feststoffe werden dann aus dem Filtersystem herausgespült.

1.20.2. Stickstoffoxide (NO_x)

Technik	Beschreibung
Modifizierung der Verbrennung	
Gestufte Verbrennung	— Luftstufung — understöchiometrische Feuerung in einer ersten Stufe und anschließende Zugabe der restlichen Luft bzw. des restlichen Sauerstoffs in den Brennraum zur vollständigen Verbrennung. — Brennstoffstufung — eine impulsarme Primärflamme entwickelt sich im Brennerhals; eine Sekundärflamme überdeckt die Wurzel der Primärflamme zur Senkung ihrer Kerntemperatur.
Rauchgasrezirkulation	Rückführung von Abgas aus der Feuerung in die Flamme zur Verminderung des Sauerstoffgehalts und damit der Flammentemperatur. Spezielle Brenner mit interner Rückführung der Verbrennungsgase zur Kühlung der Flammenwurzeln und Reduzierung des Sauerstoffgehalts im heißesten Bereich der Flammen
Verwendung von Brennern Low-NO _x -Brennern (LNB)	Diese Technik (inkl. ultra-low-NO _x -Brenner) beruht auf dem Prinzip der Reduzierung der Spitzentemperaturen der Flammen, was eine Verzögerung der dennoch vollständigen Verbrennung bewirkt und die Wärmeübertragung erhöht (erhöhte Flammenstrahlung). Die Technik kann mit einer modifizierten Gestaltung der Brennkammer einhergehen. Ultra-NO _x -arme Brenner (ULNB) werden mit Verbrennungsstufung (Luft/Brennstoff) und mit Rauchgasrezirkulation ausgelegt. Bei Gasturbinen werden NO _x -arme Trockenbrenner (DLNB) eingesetzt.
Optimierung der Verbrennung	Unter ständiger Überwachung geeigneter Verbrennungsparameter (z. B. O ₂ , CO-Gehalt, Mischungsverhältnis Brennstoff/Luft (oder Brennstoff/Sauerstoff), unverbrannte Bestandteile) verwendet diese Technik regeltechnische Einrichtungen zur Erzielung optimaler Verbrennungsbedingungen.

Technik	Beschreibung
Einspritzen eines Verdünnungsmittels	In die Verbrennungsanlage werden inerte Verdünnungsmittel eingespritzt, wie z. B. Rauchgas, Dampf, Wasser, Stickstoff, die die Flammentemperatur reduzieren und dadurch die NO_x -Konzentration in den Rauchgasen vermindern.
Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Dieses Verfahren beruht auf der Reduktion von NO_x 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 zwei Katalysatorschichten verwendet werden. Mit größeren Katalysatormengen (zwei Schichten) wird eine stärkere NO_x -Reduktion erreicht.
Selektive nichtkatalytische Reduktion (SNCR)	Dieses Verfahren beruht auf der Reduktion von NO_x zu Stickstoff durch Reaktion mit Ammoniak oder Harnstoff bei hohen Temperaturen. Für eine optimale Reaktion muss die Betriebstemperatur in einem Fenster von 900 °C bis 1 050 °C gehalten werden.
Niedertemperatur-Oxidation von NO_x	Beim Niedertemperatur-Oxidationsverfahren wird Ozon bei optimalen Temperaturen von unter 150 °C in einen Rauchgasstrom eingeblasen, um unlösliches NO und NO_2 zu hochlöslichem N_2O_5 zu oxidieren. Das N_2O_5 wird in einem Nasswäscher ausgewaschen und bildet schwach salpetersaures Abwasser, das in Anlageprozessen verwendet oder zur Abgabe neutralisiert werden kann und gegebenenfalls eine weitere Entfernung von Stickstoff erfordert.

1.20.3. Schwefeloxide (SO_x)

Technik	Beschreibung
Behandlung von Raffinerieheizgas (RFG)	Auch wenn einige Raffinerieheizgase originär schwefelfrei sind (z. B. bei katalytischen Reformierungs- und Isomerisationsverfahren), werden bei den meisten anderen Prozessen schwefelhaltige Gase produziert (z. B. Abgase aus Visbreaking-, Hydrotreatment- oder katalytischen Spaltanlagen). Diese Gasströme müssen auf geeignete Weise entschwefelt werden (z. B. durch Sauergasentfernung — siehe unten — zur Beseitigung von H_2S), bevor sie ins RFG-System eingeleitet werden.
Entschwefelung von flüssigem Raffineriebrennstoff (RFO) durch Hydrotreatment	Zusätzlich zur Auswahl von schwefelarmem Rohöl erfolgt die Brennstoffentschwefelung im Hydrotreatment-Prozess (siehe unten), bei dem Hydrierungsreaktionen stattfinden und zu einer Reduktion des Schwefelgehalts führen.
Verwendung von Gas anstelle von Flüssigbrennstoff	Ersatz von flüssigem Raffineriebrennstoff (in der Regel Schweröle, die Schwefel, Stickstoff, Metalle usw. enthalten) durch standorteigenes Flüssiggas (LPG) oder Raffinerieheizgas (RFG) oder durch fremdbezogene gasförmige Brennstoffe (z. B. Erdgas) mit geringem Gehalt an Schwefel- und sonstigen unerwünschten Bestandteilen. In den einzelnen Verbrennungsanlagen ist bei Mischfeuerung jeweils ein Mindestanteil von flüssiger Feuerung notwendig, um die Flammenstabilität sicherzustellen.
Verwendung von SO_x -reduzierenden Katalysatorzusätzen	Verwendung eines Stoffes (z. B. Metalloxidkatalysators), der den Schwefel zusammen mit Koks vom Regenerator zurück zum Reaktor überträgt. Das ist in der Fahrweise der vollständigen Verbrennung weitaus effizienter als bei tiefer partieller Verbrennung. Anmerkung: SO_x -reduzierende Katalysatorzusätze können sich nachteilig auf andere Emissionswerte auswirken, zum einen beim Staub durch erhöhte abriebbedingte Katalysatorverluste, zum anderen bei NO_x durch Mitbegünstigung von CO bei gleichzeitiger Oxidierung von SO_2 zu SO_3 .

Technik	Beschreibung
Hydrotreatment	Hydrotreatment basiert auf Hydrierreaktionen zur Erzeugung schwefelarmer Brennstoffe (z. B. Otto- und Dieselmotorkraftstoffe mit maximal 10 ppm Schwefelgehalt) und Optimierung der Prozesskonfiguration (Umwandlung von Schwerrückständen und Mitteldestillat-Produktion). Der Schwefel-, Stickstoff- und Metallgehalt des Einsatzgutes wird hierdurch reduziert. Da Wasserstoff benötigt wird, ist eine ausreichende Produktionskapazität erforderlich. Da der Schwefel aus dem Einsatzgut im Prozessgas in Schwefelwasserstoff (H_2S) überführt wird, kann auch die Behandlungskapazität (z. B. Aminwäsche- und Claus-Anlagen) einen möglichen Engpass bilden.
Sauergasentfernung, z. B. durch Aminbehandlung	Abscheidung von saurem Gas (hauptsächlich Schwefelwasserstoff) aus den Brenngasen durch Lösung des Gases in einem chemischen Lösungsmittel (Absorption). Als Lösungsmittel werden hierfür gewöhnlich Amine eingesetzt. Diese Behandlung ist in der Regel als erster Schritt erforderlich, ehe elementarer Schwefel in der SRG rückgewonnen werden kann.
Schwefelrückgewinnungsanlage (SRG)	Spezielle Anlage, in der Regel mit einem Claus-Prozess, zur Entschwefelung H_2S -reicher Gasströme aus Aminbehandlungsanlagen und Sauerwasserstrippern. Der SRG ist in der Regel eine Tailgas-Behandlungsanlage (TGTU) zur H_2S -Restbeseitigung nachgeschaltet.
Tailgas-Behandlungsanlage (TGTU)	Eine Familie von Techniken ergänzend zur SRG zur besseren Beseitigung von Schwefelverbindungen. Diese Techniken lassen sich grundsätzlich in vier Kategorien unterteilen: — direkte Oxidation zu Schwefel — Fortführung der Claus-Reaktion (unterhalb des Taupunkts) — Oxidation zu SO_2 und Rückgewinnung von Schwefel aus SO_2 — Reduktion zu H_2S und Rückgewinnung von Schwefel aus diesem H_2S (z. B. Aminprozess)
Nasswäsche	Beim Verfahren der Nasswäsche werden gasförmige Verbindungen in einer geeigneten Flüssigkeit (Wasser oder alkalische Lösung) gelöst. Eine gleichzeitige Abscheidung von Feststoffen und gasförmigen Verbindungen ist möglich. Im Anschluss an die Nasswäsche sind die Rauchgase mit Wasser gesättigt; vor der Freisetzung der Rauchgase müssen allerdings die Tröpfchen abgetrennt werden. Die so abgetrennte Flüssigkeit muss einem Verfahren zur Abwasserbehandlung unterzogen werden; die nicht löslichen Bestandteile werden durch Sedimentation oder Filtration abgeschieden. Die Technik ist je nach Art der Waschlösung — nicht regenerativ (z. B. Natrium oder Magnesium) oder — regenerativ (z. B. Amin oder Soda). Je nach Art des Kontakts benötigen die verschiedenen Techniken beispielsweise — Venturiwäscher, die die Energie des einströmenden Gases nutzen, indem sie es mit der Flüssigkeit besprühen, — Füllkörperkolonnen, Plattentürme, Sprühwäscher. Sollen Gaswäscher hauptsächlich für die SO_x -Beseitigung eingesetzt werden, ist eine geeignete konstruktive Lösung mit effektiver Entstaubung notwendig. Die typische SO_x -Entschwefelungsleistung liegt im Bereich 85-98 %.
Nicht regenerative Wäsche	Diese verwendet eine natrium- oder magnesiumhaltige Lösung als alkalisches Reagens für die Absorption von SO_x , in der Regel als Sulfate. Techniken verwenden z. B. — Nasskalkstein, — Ammoniaklösung, — Meerwasser (siehe unten).

Technik	Beschreibung
Gaswäsche mit Meerwasser	Eine spezielle Art der nicht regenerativen Gaswäsche nutzt als Lösungsmittel das Meerwasser mit seiner natürlichen Alkalität. Hierbei ist in der Regel eine vorgeschaltete Entstaubung erforderlich.
Regenerative Wäsche	Einsatz eines speziellen SO_x -absorbierenden Reagens (z. B. Absorptionslösung), das generell die Rückgewinnung von Schwefel als Nebenprodukt eines Regenerationszyklus ermöglicht, bei dem das Reagens wiederverwendet wird.

1.20.4. Kombinierte Techniken (SO_x , NO_x und Staub)

Technik	Beschreibung
Nasswäsche	Siehe Abschnitt 1.20.3
Kombinierte SNO_x -Technik	Kombinierte Technik zur Beseitigung von SO_x , NO_x und Staub, wobei zuerst eine Entstaubung (ESA) stattfindet, gefolgt von verschiedenen speziellen katalytischen Prozessen. Die Schwefelverbindungen werden als konzentrierte Schwefelsäure in handelsüblicher Qualität zurückgewonnen, während NO_x zu N_2 reduziert wird. Die Gesamtentschwefelungsleistung (SO_x) liegt im Bereich 94-96,6 %. Die Gesamtentstickungsleistung (NO_x) liegt im Bereich 87-90 %.

1.20.5. Kohlenstoffmonoxid (CO)

Technik	Beschreibung
Steuerung des Verbrennungsvorgangs	Der Anstieg der CO -Emissionen durch Änderungen an der Verbrennung (Primärtechniken) zur Reduzierung der NO_x -Emissionen lässt sich durch eine sorgfältige Steuerung der Betriebsparameter begrenzen.
Katalysatoren mit CO -Oxidationspromotoren	Verwendung eines Stoffes zur selektiven Förderung der Oxidation von CO zu CO_2 (Verbrennung)
CO -Boiler zur Kohlenmonoxidverbrennung	Spezielle Nachverbrennungsanlage, in der das im Rauchgas vorhandene CO nach der Katalysatorregeneration zur Energierückgewinnung genutzt wird. Der CO -Boiler wird gewöhnlich nur bei FCC-Anlagen mit partieller Verbrennung eingesetzt.

1.20.6. Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Dampfrückgewinnung	VOC-Emissionen aus Befüllungs- und Entleerungsvorgängen der meisten flüchtigen Produkte, insbesondere von Rohöl und leichteren Erzeugnissen, lassen sich mit verschiedenen Techniken mindern, z. B.: — Absorption: die Dampfmoleküle lösen sich in einer geeigneten Absorptionsflüssigkeit (z. B. Glykole oder Mineralölfractionen wie Kerosin oder Reformat). Die befrachtete Waschlösung wird durch Nacherhitzung in einem nächsten Schritt desorbiert. Die desorbierten Gase müssen entweder kondensiert, weiterbehandelt und verbrannt oder in einem geeigneten Stoffstrom (z. B. im Rückgewinnungsprodukt) reabsorbiert werden.
--------------------	---

	— Adsorption: die Dampfmoleküle werden von Aktivbereichen an der Oberfläche der adsorbierenden Feststoffe, z. B. Aktivkohle (AC) oder Zeolit, zurückgehalten. Das Adsorptionsmittel wird periodisch regeneriert. Das erzeugte Desorbat wird anschließend in einem zirkulierenden Strom des Rückgewinnungsprodukts in einem nachgeschalteten Waschturm absorbiert. Restgas aus dem Waschturm wird einer weiteren Behandlung zugeführt. — Membranverfahren zur Gastrennung: die Dampfmoleküle passieren selektive Membranen zur Trennung des Dampf/Luft-Gemisches in eine kohlenwasserstoffreiche Phase (Permeat), die anschließend kondensiert und absorbiert wird, und eine kohlenwasserstoffarme Phase (Retentat). — Zweistufige Kühlung/Kondensation: durch Abkühlung des Dampf/Gas-Gemisches kondensieren die Dampfmoleküle und werden als Flüssigkeit abgeschieden. Da die Feuchtigkeit eine Vereisung des Wärmetauschers bewirkt, ist ein zweistufiger Kondensationsprozess erforderlich, der einen Wechselbetrieb ermöglicht. — Hybridanlagen: Kombinationen verfügbarer Techniken Anmerkung: eine deutliche Reduktion der Methanemissionen durch Absorptions- und Adsorptionsprozesse ist nicht möglich.
Dampfbeseitigung	Flüchtige organische Verbindungen lassen sich beispielsweise durch thermische Oxidation (Verbrennung) oder katalytische Oxidation beseitigen, wenn eine Rückgewinnung nicht einfach möglich ist. Zur Vermeidung von Explosionen sind entsprechende Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Flammenrückschlagsicherung) notwendig. Die thermische Oxidation erfolgt typischerweise in feuerfest ausgekleideten Einkammer-Oxidationsanlagen, die mit einem Gasbrenner und einem Kamin ausgerüstet sind. Bei Vorliegen von Dieselmotoren ist der Wirkungsgrad des Wärmetauschers begrenzt, und zur Verminderung der Zündgefahr werden die Vorheiztemperaturen unter 180 °C gehalten. Die Betriebstemperaturen liegen im Bereich von 760 °C bis 870 °C, die Verweilzeit beträgt typischerweise 1 Sekunde. Wenn für diesen Zweck kein spezieller Verbrennungssofen verfügbar ist, kann eine bestehende Feuerungsanlage verwendet werden, um die erforderliche Temperatur und Verweildauer zu gewährleisten. Bei der katalytischen Oxidation ist ein Katalysator erforderlich, der die Oxidationsrate erhöht, indem er an seiner Oberfläche den Sauerstoff und VOC adsorbiert. Der Katalysator gewährleistet das Eintreten der Oxidationsreaktion bei einer Temperatur unterhalb der für die thermische Oxidation erforderlichen Temperatur, typischerweise im Bereich von 320 °C bis 540 °C. In einer ersten Stufe wird (elektrisch oder gasbetrieben) bis auf eine für die Einleitung der katalytischen Oxidation der VOC notwendige Temperatur vorgeheizt. Für eine Oxidationsstufe wird der Luftstrom durch ein Bett von Feststoffkatalysatoren hindurchgeleitet.
LDAR-Programm (Lecksuche und Reparatur)	Ein LDAR-Programm (Leak Detection And Repair) ist ein strukturierter Verfahrensansatz zur Reduzierung diffuser VOC-Emissionen durch Aufspüren und anschließende Instandsetzung oder Erneuerung undichter Bauteile. Derzeit verfügbare Erkennungsverfahren zur Feststellung von Leckagen sind das sogenannte Schnüffeln (EN 15446) und die optische Gasdetektion. Schnüffelverfahren: Der erste Schritt ist die Lecksuche mit tragbaren VOC-Analysegeräten zur Konzentrationsmessung im angrenzenden Bereich der technischen Anlagen (z. B. durch Flammenionisation oder Fotoionisation). Der zweite Schritt ist ein Hüllentest für das entsprechende Bauteil zur direkten Messung an der Emissionsquelle. Dieser zweite Schritt wird mitunter durch mathematische Korrelationskurven ersetzt, die aus statistischen Ergebnissen abgeleitet werden, die aus einer Vielzahl früherer Messungen an ähnlichen Bauteilen hervorgegangen sind. Optische Gasdetektion: Bei der Gasdetektion durch optische Bildgebung (Optical Gas Imaging) wird eine kleine Handkamera verwendet, die eine Echtzeit-Visualisierung von Gaslecks gestattet, die auf Videoaufnahmen als „Rauch“ erscheinen, während gleichzeitig das normale Bild des betreffenden Bauteils zu sehen ist, so dass sich erhebliche VOC-Leckagen schnell und leicht lokalisieren lassen. Aktive Systeme erzeugen ein Bild mit einem vom Bauteil und dessen Umgebung zurückgestreuten Laserlicht. Passive Systeme basieren auf der natürlichen Infrarotstrahlung der Anlagentechnik und ihrer Umgebung.

Überwachung diffuser VOC-Emissionen	Ein umfassendes Screening und die Quantifizierung der Emissionen eines Standorts lassen sich mit einer geeigneten Kombination einander ergänzender Verfahren erreichen, z. B. durch Messkampagnen mit SOF (Solar Occultation Flux) oder DIAL (differentieller Absorptions-LIDAR). Diese Ergebnisse lassen sich für eine zeitliche Trendanalyse, Gegenprüfung und Aktualisierung/Validierung des laufenden LDAR-Programms verwenden. SOF: Bei dieser Methode wird ein Breitbandspektrum des Sonnenlichts im Infrarot- oder ultravioletten/sichtbaren Bereich entlang einer gegebenen geografischen Wegstrecke unter Kreuzen der Windrichtung und Durchschneiden von VOC-Emissionsfahnen aufgezeichnet und mittels Fourier-Transformation analysiert. Differenzielles Absorptions-LIDAR (DIAL): DIAL ist eine laserbasierte Technik und verwendet den differentiellen Adsorptions-LIDAR (Light Detection And Ranging), der das optische Pendant zum (radiowellenbasierten) RADAR ist. Diese Technik arbeitet mit Laserstrahl-Impulsen, die von atmosphärischen Aerosolen zurückgestreut werden, worauf das, von einem Teleskop erfasste, reflektierte Licht auf seine Spektraleigenschaften analysiert wird.
Hochwirksam abgedichtete Ausrüstungen	Hochwirksam abgedichtete Ausrüstungen sind z. B. — Ventile mit doppelten Packungen, — Magnetisch angetriebene Pumpen/Kompressoren/Rührwerke, — Pumpen/Kompressoren/Rührwerke mit Gleitringdichtungen statt Dichtungspackungen, — Hochwirksame Dichtelemente (spiralgewinkelte Dichtungen, R-Ringe) für kritische Anwendungen.

1.20.7. Andere Techniken

Verfahren zur Vermeidung oder Verringerung von Emissionen aus Fackelanlagen	Fachgerechte Anlagenplanung: betrifft unter anderem die Auslegung der Fackelgasrückgewinnungsanlage mit ausreichender Kapazität, den Einsatz hochwirksam abgedichteter Sicherheitsventile sowie weitere Maßnahmen für eine Nutzung der Fackelanlage ausschließlich als Sicherheitssystem für Betriebszustände außerhalb des Normalbetriebs (Hochfahren, Herunterfahren, Störungen). Anlagenmanagement: betrifft unter anderem organisatorische und Kontrollmaßnahmen zur Verminderung von Abfackelereignissen durch RFG-Ausgleichsanlage, Nutzung moderner Prozesssteuerungstechnik usw. Auslegung der Fackelanlagen: betrifft Merkmale wie Höhe, Druck, Fackelstützung mit Dampf, Luft oder Gas, Art des Fackelkopfs usw. Ziel ist eine rauchlose und zuverlässige Arbeitsweise und eine effiziente Verbrennung überschüssiger Gase beim Einsatz der Gasfackel außerhalb des Routinebetriebs. Überwachung und Protokollierung: Kontinuierliche Überwachung (Gasstrommessungen und Schätzungen anderer Parameter) des zur Fackel geleiteten Gases und der entsprechenden Verbrennungsparameter (z. B. Zusammensetzung und Wärmeinhalt des Strömungsgases, Strömungsgeschwindigkeit, Grad der Fackelstützung, Volumenstrom des Spülgases, Schadstoffausstoß). Durch die Protokollierung von Abfackelereignissen ist es möglich, die Abfackelquote als eine Anforderung mit in das Umweltmanagementsystem aufzunehmen und zukünftige Ereignisse zu verhindern. Mit Hilfe von Farb-TV-Monitoren ist auch eine visuelle Fernüberwachung der Fackel im Ereignisfall möglich.
Wahl des Katalysatorpromotors zur Vermeidung von Dioxinbildung	Bei der Regenerierung des Reforming-Katalysators wird zur entsprechenden Wirksamkeit und Leistung des Katalysators organisches Chlorid benötigt (um die richtige Chloridbilanz im Katalysator wiederherzustellen und die entsprechende Dispersion der Metalle sicherzustellen). Die Wahl der hierfür geeigneten chlorierten Verbindung hat einen Einfluss auf eventuelle Dioxin- und Furan-Emissionen.

Lösungsmittelrückgewinnung für Grundölherstellungsprozesse	Die Anlage zur Lösungsmittelrückgewinnung umfasst eine Destillationsstufe, in der die Lösungsmittel aus dem Ölstrom zurückgewonnen werden, und eine Stripping-Stufe (mit Dampf oder einem Edelgas) in einem Fraktionator. Die verwendeten Lösungsmittel können ein Gemisch (DiMe) aus 1,2-Dichlorethan (DCE) and Dichlormethan (DCM) sein. In paraffinverarbeitenden Anlagen wird die Lösungsmittelrückgewinnung (z. B. bei DCE) mit zwei Systemen durchgeführt: ein System für entöltes Paraffin und das andere für Weichparaffin. Beide Systeme bestehen aus wärmeintegrierten Entspannern (Flashdrums) und einem Vakuum-Stripper. Aus den Stoffströmen des entparaffinierten Öls und der Paraffine werden enthaltene Spuren von Lösungsmitteln eliminiert.
--	---

1.21. Beschreibung von Techniken zur Vermeidung und Steuerung von Emissionen in Gewässer

1.21.1. Abwasservorbehandlung

Vorbehandlung der Sauerwässer vor der Wiederverwendung oder Abwasserbehandlung	Ableitung anfallender Sauerwässer (z. B. aus Destillation, Kracken, Verkokung) zu einer geeigneten Vorbehandlung (z. B. Stripper)
Vorbehandlung anderer Abwässer vor eigentlicher Behandlung	Eine entsprechende Vorbehandlung kann erforderlich sein, um die Klärleistung der Abwasserbehandlung zu sichern.

1.21.2. Abwasserbehandlung

Entfernung unlöslicher Stoffe durch Ölrückgewinnung	Zu diesen Techniken gehören in der Regel: — API-Ölabscheider (API) — Wellplattenabscheider (CPI) — Parallelplattenabscheider (PPI) — Schrägklärer (TPI) — Zwischenspeicher- und/oder Ausgleichsbehälter
Entfernung unlöslicher Stoffe durch Rückgewinnung von Schwebstoffen und dispergiertem Öl	Zu diesen Techniken gehören in der Regel: — Druckentspannungsgasflotation (DGF) — Direkte Gasflotation (IGF) — Sandfiltration
Entfernung löslicher Stoffe einschließlich biologischer Behandlung und Klärung	Zu den biologischen Abwasserbehandlungstechniken gehören in der Regel: — Festbett-Anlagen — Schwebebett-Anlagen. Eines der verbreitetsten Schwebebettverfahren in Raffinerie-Kläranlagen ist das Aktivschlammverfahren. Festbett-Anlagen können einen Biofilter oder Tropfkörper enthalten.
Zusätzliche Behandlungsstufe	Eine spezielle Abwasserbehandlungsmaßnahme zur Ergänzung der vorherigen Behandlungsstufen, z. B. zur weiteren Verminderung von Stickstoff- oder Kohlenstofffrachten. Kommt in der Regel dann zum Einsatz, wenn besondere örtliche Auflagen im Bereich des Gewässerschutzes bestehen.