

Dr. Johannes Eckstein, Sascha Lehmann, Dr. Frank Marscheider-Weidemann, Prof. Dr. Wolfgang Eichhammer

**Gutachten im Auftrag des Bundesamts
für Umwelt (Schweiz)**

**Über die Einordnung der Niacin-Anlage
der Lonza AG in Visp in das EU ETS**

Karlsruhe, 3. Juni 2019

Inhalt

1	Einführung	2
2	Die Niacin-Anlage	4
2.1	Technik.....	4
2.2	Stoffflüsse und Abgase.....	5
3	Einordnung der Anlage ins ETS	6
3.1	Dokumente und Prinzipien des EU ETS	6
3.2	Aufteilung der vorliegenden Anlage	9
3.3	Aufnahme gemäß Art. 24.....	10
3.4	Zuteilung von Zertifikaten	11
3.4.1	Zuteilung für die Lachgasemissionen aus dem NH ₃ -Brenner	13
3.4.2	Zuteilung für die Lachgasemissionen aus der Niacinherstellung	14
4	Niacinproduktion in der EU.....	16
5	Benchmark der Lachgasemissionen im EU ETS	17
5.1	Bemerkungen zur Entwicklung des Benchmark-Systems	17
5.2	Caprolactam	19
6	Schlussfolgerung	20
7	Literaturverzeichnis.....	22

1 Einführung

Seit 2013 verfügt die Schweiz über ein Emissionshandelssystem, das explizit an das Europäische System (European Union Emission Trading System - EU ETS) angelehnt ist, auch um es in Zukunft mit diesem verknüpfen zu können. Im Rahmen der Umstellung eines Messverfahrens einer Anlage zur Herstellung von Niacin am Verbundstandort Visp der Lonza AG wurde im Jahr 2018 festgestellt, dass hierbei erhebliche Mengen Lachgas (Distickstoffoxid, N_2O) emittiert werden. Ein technisches Gutachten der ESSENZIS GmbH (Bösch 2019) liegt hierzu vor.

Lachgas ist durch seine starke Strahlungswirkung und seine lange atmosphärische Lebensdauer von 120 a ein relevantes Treibhausgas (Seinfeld und Pandis 2006, S. 36). Seit dem Beginn der dritten Handelsperiode 2013 wird es daher im Rahmen des EU ETS berücksichtigt. Im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Umwelt (BAFU) geht dieses Gutachten der Frage nach, inwieweit die Lachgasemissionen aus der Niacin-Anlage der Lonza AG unter dem EU ETS berücksichtigt würden.

Das Gutachten erläutert die Antworten auf folgende Fragen:

1. Falls dieses Chemiewerk im EU-Raum ansässig wäre: Lägen die Lachgasemissionen ganz oder teilweise innerhalb der EU-EHS-Systemgrenzen? Begründung?
2. Für jene Emissionen innerhalb der Systemgrenzen: Wie würde die Zuteilung im EU-EHS erfolgen?
3. Falls sich zeigt, dass der Großteil dieser Lachgasemissionen außerhalb des EU-EHS läge:
 - 3.1. Sind aus dem «Screening» zur Eingrenzung des Lachgas-Einbezugs ins EU-EHS (ab 2013) im EU-Raum ähnlich große Lachgas-Punktquellen bekannt (Größenordnung 600kt CO₂eq pro Jahr), bei denen es sich nicht um die Herstellung von Salpetersäure, Adipinsäure, Glyoxylsäure oder Glyoxal handelt?
 - 3.2. Falls ja: Wieso wurde (übergeordnet) der Einbezug von Lachgas auf die Tätigkeiten «Herstellung von Salpetersäure», «Herstellung von Adipinsäure» und «Herstellung von Glyoxylsäure oder Glyoxal» beschränkt?

In Abs. 2 werden zunächst die notwendigen technischen Details der Anlage zusammengefasst und sodann die Stoffflüsse betrachtet. Abs. 3 behandelt die Einordnung der Anlage ins EU ETS. Hierfür werden zunächst die notwendigen Dokumente eingeführt, ferner die zur Betrachtung notwendige Aufteilung der Anlage besprochen sowie die mögliche einseitige Aufnahme ins EU ETS und die sich daraus ergebende Zuteilung von Zertifikaten erläutert. Als Referenz wird in Abs. 4 die

Niacinproduktion innerhalb der EU betrachtet. Abs. 5 geht auf die historische Entwicklung des Benchmarking im EU ETS ein und betrachtet näher die Herstellung von Caprolactam, welche Parallelen zu derjenigen von Niacin aufweist. Schlussfolgerungen und eine Zusammenfassung der Ergebnisse werden in Abs. 6 dargestellt.

2 Die Niacin-Anlage

2.1 Technik

Das Gutachten der Firma Essenzis (Bösch 2019) liefert die notwendigen technischen Details für dieses Gutachten. Bei aggressiven Bedingungen von 270°C und 85 bar reagieren in vier Rohrreaktoren Methylethylpyridin (MEP) und Salpetersäure zu Niacin. Als Nebenprodukte entstehen hierbei Stickoxide, die durch weitere Schritte zu Salpetersäure umgearbeitet werden. Diese Salpetersäure wird rückgeführt zur Reaktion mit MEP.

Der Bedarf an Salpetersäure in der Hauptreaktion kann nicht vollständig durch die Rückgewinnung aus dem Abgasstrom gedeckt werden. Bis Mai 2018 wurde der fehlende Anteil direkt als Salpetersäure eingespeist. Da die Salpetersäureherstellung auf dem Werksgelände eingestellt wurde, wird seitdem ein Ammoniakbrenner betrieben, welcher dem Abgasstrom der Hauptreaktion weitere Stickoxide beifügt um die Ausbeute an Salpetersäure auf die notwendige Menge zu erhöhen. Die Ammoniakverbrennung erfolgt also zur Herstellung der Salpetersäure.

Seit März 2018 ist nun bekannt, dass im Abgasstrom ca. 250kg/h Lachgas emittiert werden. Das technische Gutachten (Bösch 2019) geht der Frage nach, aus welchem Teil der Anlage diese Emissionen stammen. Ein kleiner Teil (1,67kg/h) kann der Ammoniakverbrennung zugeordnet werden. Die ursprünglich größeren Mengen werden hier durch ein sekundäres Reduktionsverfahren gemindert. Das übrige Lachgas im Abgas ist laut Informationen der Lonza AG direkt auf die Hauptreaktion zurückzuführen. Das technische Gutachten (Bösch 2019) stellt die Ergebnisse einer detaillierten Untersuchung der verschiedenen Prozessschritte dar und kommt zu demselben Ergebnis.

Als wesentlich für die Einordnung der Anlage ins EU ETS ergeben sich die folgenden Punkte:

- Der Ammoniakbrenner wird betrieben um Salpetersäure herzustellen. Die Lachgasemissionen aus diesem Prozess sind bekannt.
- Der weitaus größere Anteil der Lachgasemissionen entstammt der Hauptreaktion, also der Herstellung des Niacin.

2.2 Stoffflüsse und Abgase

Dieser Abschnitt fußt auf den Angaben in (Bösch 2019) und analysiert darauf aufbauend den Stofffluss von Stickstoff, der sich im Abgas als N₂O wiederfindet. Dieser Aspekt findet sich so nicht in (Bösch 2019).

Die Summengleichung der Hauptreaktion (1) ist (Bösch 2019) entnommen. Bei einem Output von ca. 50 Tonnen Nicotinsäure pro Tag (bzw. 2,1 t/h \approx 17 kmol/h bei 24 Stunden Betrieb) ergibt sich nach (1) bei einem Umsatz von 95 %¹ eine eingesetzte Menge von 2,16 t/h MEP (\approx 17,8 kmol/h).



Nach Angaben des Betreibers wird eine Mischung aus 9 Gew.-% MEP, 35 Gew.-% HNO₃ (60 Gew.-%) und H₂O in die Rohrreaktoren gegeben (Bösch 2019). Damit ergibt sich für HNO₃ ein Einsatz von $\frac{2,16 \frac{t}{h} \times 35 \text{ Gew.-\%}}{9 \text{ Gew. - \%}} = 8,39 \text{ t/h}$. Die Säurekonzentration ist 60-Gew %, d.h. es werden 5,03 t/h als 100 %ige HNO₃ eingesetzt (\approx 80 kmol/h).

In jeder Stunde werden laut Gutachten ca. 250 kg N₂O emittiert, entsprechend \approx 5,7 kmol/h N₂O bzw. 11,4 kmol N pro Stunde (Bösch 2019). Das sind mithin $11,4/80 = 14 \text{ \%}^2$ des gesamten, in der Salpetersäure eingesetzten Stickstoffs. Zunächst kann es daher auch wirtschaftlich interessant sein, den nicht unwesentlichen Verlust von Stickstoff von bis zu 14 % aus der Niacin-Anlage in Form von Lachgas durch eine genauere Analyse des Prozesses und dessen Minderungsmöglichkeiten zu untersuchen.

Dabei erfolgt in der oben dargestellten Hauptreaktion (1) formal keine Bildung von Lachgas. Aber auch bei anderen Reaktionen, bei denen Salpetersäure als starkes Oxidationsmittel eingesetzt wird, entsteht Lachgas, beispielsweise bei der Umsetzung von Methylglycol zu Methoxyessigsäure (Strojny et al. 1971) oder von Diglycolsäure aus Diethylenglycol (Shen und Ruest 1980). Bei geringeren HNO₃ Konzentrationen soll nach (Shen und Ruest 1980) intermediär unsalpetrige Säure entstehen, die dann unter Bildung von Lachgas zerfällt:



¹ http://bio.lonza.com/uploads/tx_mwaxmarketingmaterial/Lonza_WhitePapers_Okonomie_und_Okologie_im_Einklang-nachhaltige_chemische_Produktion_am_Beispiel_des_Lonza-Produktionsverbundes_in_Visp_28784.pdf, abgerufen am 1.3.2019

² Dabei wird unterstellt, dass die Anlage 24 h durchläuft.

3 Einordnung der Anlage ins ETS

3.1 Dokumente und Prinzipien des EU ETS

Dieser Abschnitt behandelt und beschreibt die wesentlichen Prinzipien und Dokumente, welche für den vorliegenden Fall der Niacin-Anlage und der damit verbundenen Fragen relevant sind. Dies sind insbesondere der Geltungsbereich des EU ETS sowie die Aufteilung einer Anlage in Teile zum Zweck der Zuteilung gemäß Benchmarks.

Ausgangspunkt für die Regelungen des EU ETS sind mehrere Beschlüsse der Kommission. Richtlinie 2003/87/EG (ab hier EU 2003) bildet die Basis des EU ETS. Dieses Dokument war die Grundlage für Phase I (2005-2007) und Phase II (2008-2012) des EU ETS. Die hier festgelegten Artikel und Prinzipien werden in Richtlinie 2009/29/EG (EU 2009a) bestätigt und erweitert. Dieses Dokument ist die Grundlage für Phase III (2013-2020) des EU ETS.

Die Tabelle in Anhang I (EU 2003, 2009a) listet jene Tätigkeiten und damit verbundene Gase auf, die unter das EU ETS fallen, siehe Art. 2 (EU 2003):

Artikel 2 Geltungsbereich

(1) Diese Richtlinie gilt für die Emissionen aus den in Anhang I aufgeführten Tätigkeiten und die Emissionen der in Anhang II aufgeführten Treibhausgase.

Quelle: (EU 2003)

Anhang II (EU 2003) listet zwar Treibhausgase auf und wird von Art. 2 ebenfalls herangezogen um den Geltungsbereich zu definieren, wird aber nicht weiter referenziert. (EU 2009a) erweitert den Kanon der Treibhausgase zusätzlich um *sonstige natürliche oder anthropogene gasförmige Bestandteile der Atmosphäre, welche infrarote Strahlung aufnehmen und wieder abgeben* (EU 2009a). Grundlage dafür, was unter das EU ETS fällt, bleibt Anhang I. Dies geht beispielsweise aus Art. 4 hervor (Neufassung in (EU 2009a) Art. 5), welcher regelt, dass Tätigkeiten in Anhang I nur nach Genehmigung durchgeführt werden, was die Grundlage der Zuteilung von Zertifikaten ist. Anhang II dient daher nur der Erläuterung, während Anhang I alle Tätigkeiten listet, welche unter das EU ETS fallen.

Für den vorliegenden Fall direkt und als Referenz sind solche Tätigkeiten von Relevanz, bei deren Ausübung Lachgas entsteht. Der entsprechende Abschnitt der Tabelle ist im Folgenden zitiert (EU 2009a).

Tabelle 1: Kategorien und Tätigkeiten, die innerhalb des EU ETS liegen (Ausschnitt Anhang I (EU 2009a))

Tätigkeiten	Treibhausgase
Herstellung von Salpetersäure	Kohlendioxid und Distickstoffoxid
Herstellung von Adipinsäure	Kohlendioxid und Distickstoffoxid
Herstellung von Glyoxal und Glyoxylsäure	Kohlendioxid und Distickstoffoxid

Die Relevanz von Anhang I spiegelt sich auch in der deutschen Fassung der Richtlinien wieder, welche im Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) niedergeschrieben ist. Der Anwendungsbereich wird in §2, Abs. 1 TEHG wie folgt beschrieben: *Dieses Gesetz gilt für die Emission der in Anhang 1 Teil 2 genannten Treibhausgase durch die dort genannten Tätigkeiten.* Dieser Teil 2 beinhaltet die entsprechende Tabelle aus Anhang I der EU-Richtlinie. Die Liste an Stoffen, die vom TEHG als Treibhausgas definiert werden, hat keine Bedeutung für den Anwendungsbereich des Gesetzes. Das österreichische Emissionszertifikategesetz (EZG) bestimmt seinen Geltungsbereich ebenfalls über eine Liste an Tätigkeiten und nicht über eine Liste an Gasen.

Art. 24 in (EU 2003, 2009a) sieht vor, dass Mitgliedsstaaten beantragen können, weitere Tätigkeiten einseitig, also national, in das ETS aufzunehmen, also eine Erweiterung des Anhang I vorzunehmen. Dies wird in Abs. 3.3 anhand des vorliegenden Falls tiefergehend besprochen.

Ein weiteres, für die Beurteilung des vorliegenden Falls relevantes Prinzip ist dasjenige der Zuteilungsbenchmarks. Dieses Prinzip ist in Beschluss 2011/278/EU der EU Kommission (EU 2011a) festgehalten und regelt in Art. 6 die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten.

Artikel 6

Aufgliederung in Anlagenteile

(1) Für die Zwecke dieses Beschlusses gliedern die Mitgliedstaaten jede für die kostenlose Zuteilung von Emissionszertifikaten gemäß Artikel 10a der Richtlinie 2003/87/EG in Frage kommende Anlage erforderlichenfalls in einen oder mehrere der folgenden Anlagenteile auf:

- a) einen Anlagenteil mit Produkt-Benchmark;
- b) einen Anlagenteil mit Wärme-Benchmark;
- c) einen Anlagenteil mit Brennstoff-Benchmark;
- d) einen Anlagenteil mit Prozessemisionen.

Diese Anlagenteile sollten so weit wie möglich mit den physischen Teilen der Anlage übereinstimmen.

Quelle: (EU 2011a)

Die Punkte a) bis d) sind hierbei hierarchisch anzuwenden (DEHSt 2011b). Die Definition der Benchmarks erfolgt in Art. 3 (Begriffsbestimmungen) derselben Richtlinie. Aus der Definition geht hervor, dass im vorliegenden Fall nur Anlagenteile mit Produkt-Benchmark und solchen mit Prozessemisionen betrachtet werden müssen, da die betrachteten Emissionen weder durch Wärmeerzeugung noch durch die Verwendung eines Brennstoffs zur Erzeugung von nicht messbarer Wärme entstehen.

Produkt-Benchmarks sind in Anhang I von (EU 2011a) festgelegt. Für den vorliegenden Fall relevant ist lediglich der Benchmark zu Salpetersäure. Ein vereinfachter Ausschnitt aus der Tabelle ist im Folgenden zitiert. Zu bemerken bleibt, dass von den vier Produkten, die aufgrund ihrer Lachgasemissionen unter das EU ETS fallen, lediglich zwei über ein Produktbenchmark verfügen, die anderen erhalten die Zuteilung über ihre Prozessemisionen.

Abschließend sei festgehalten, dass gemäß Art. 6 (EU 2011a) diejenigen Anlagen, die nicht einem Produkt-Benchmark unterliegen, dahingehend geprüft werden, ob ein Risiko der Verlagerung der Produktion ins Ausland besteht, kurz das sog. Carbon-Leakage Risiko. Besteht dieses Risiko nicht, wird die Zuteilung von Zertifikaten für die Anlagen um einen Faktor ergänzt. Für die meisten chemischen Stoffe besteht Carbon Leakage Risiko, so auch für Salpetersäure (und auch Adipinsäure). Auf diesen Punkt wird in Abs. 3.4.1 und 3.4.2 anhand des vorliegenden Falls näher eingegangen.

Tabelle 2: Produkt-Benchmarks für Tätigkeiten bei denen Lachgasemissionen anfallen (Ausschnitt Anhang 1 (EU 2011a))

Produkt-Benchmark	Einbezogene Produkte	Einbezogene Verfahren und Emissionen (Systemgrenzen)	Benchmarkwert (Zertifikate/t)
Salpetersäure	Salpetersäure (HNO ₃), zu erfassen in Tonnen HNO ₃ (100 %).	Einbezogen sind sämtliche Prozesse, die direkt oder indirekt mit der Erzeugung des Produkts, für das die Benchmark gilt, sowie mit der Zerstörung von N ₂ O in Zusammenhang stehen, ausgenommen die Ammoniakerzeugung.	0,302
Adipinsäure	Adipinsäure, zu erfassen als Tonnen getrocknete gereinigte Adipinsäure in Speichersilos oder in Bigbags oder Säcke verpackt.	Einbezogen sind sämtliche Prozesse, die direkt oder indirekt mit der Erzeugung des Produkts, für das die Benchmark gilt, sowie mit der Zerstörung von N ₂ O in Zusammenhang stehen.	2,79

3.2 Aufteilung der vorliegenden Anlage

Die vorliegende Anlage muss zur Einordnung ins EU ETS in verschiedene Anlagenteile aufgeteilt werden, siehe Art. 6 (EU 2011a) und Abs. 3.1. Dann können die verschiedenen Teile der Anlage ihren Tätigkeiten und Benchmarks zugeordnet werden.

Die vorliegende Anlage stellt in einem Teil Niacin her, die Rohrreaktoren sind also der erste Anlagenteil. Die Herstellung von Niacin ist gemäß Anhang I (EU 2003, 2009a) nicht als Tätigkeit im EU ETS gelistet. Gemäß Art. 24 (EU 2003, 2009a) kann die Tätigkeit aber einseitig ins EU ETS aufgenommen werden. Dies wird in Abs. 3.3 besprochen

Die Abgasbehandlung teilen sich die Reaktoren mit dem zweiten Anlagenteil, dem Ammoniakbrenner. Dieser wird betrieben um Salpetersäure herzustellen. Die Herstellung von Salpetersäure ist gelistet als Tätigkeit in Anhang I von (EU 2009a), daher fallen die Emissionen dieses Anlagenteils unter das EU ETS. Für die Herstellung von Salpetersäure sieht (EU 2011a) zudem ein Produkt-Benchmark vor.

Ein weiterer Teil der Salpetersäure wird aus den Abgasen der Hauptreaktion gewonnen. Diese regenerierte Salpetersäure wird aber innerhalb der Anlage im Kreis geführt und es fallen hieraus keine direkten Emissionen an. Daher fällt die entsprechende Menge nicht unter das EU ETS.

Das im Abgasstrom enthaltene Lachgas, das durch die Niacinherstellung entsteht, entstammt der Verwendung der Salpetersäure in der Hauptreaktion, also nicht der Herstellung der Salpetersäure. Daher wäre es nicht korrekt, die Herstellung von Niacin der Tätigkeit 'Herstellung von Salpetersäure' zuzuordnen. Dies widerspricht auch Art. 6 (EU 2011a), welche die Aufteilung der Anlage in Anlagenteile fordert um die Benchmarks anzuwenden. Daher ist es auch nicht möglich, der Niacinherstellung Zertifikate gemäß dem Produkt-Benchmark für die Herstellung von Salpetersäure zuzuteilen.

3.3 Aufnahme gemäß Art. 24

Mitgliedsstaaten können zusätzliche Tätigkeiten und Gase einseitig in das EU ETS einbeziehen. Dies wird geregelt in Art. 24 (EU 2009a):

Artikel 24

Verfahren für die einseitige Einbeziehung zusätzlicher Tätigkeiten und Gase

- (1) Ab 2008 können die Mitgliedstaaten, sofern die Einbeziehung solcher Tätigkeiten und Treibhausgase von der Kommission gebilligt wird, im Einklang mit dieser Richtlinie den Handel mit Emissionszertifikaten unter Berücksichtigung aller einschlägigen Kriterien, insbesondere der Auswirkungen auf den Binnenmarkt, möglicher Wettbewerbsverzerrungen, der Umweltwirksamkeit der Regelung und der Zuverlässigkeit des vorgesehenen Überwachungs- und Berichterstattungsverfahrens ausweiten auf
- a) nicht in Anhang I aufgeführte Anlagen, sofern die Einbeziehung solcher Anlagen von der Kommission nach dem in Artikel 23 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren gebilligt wird, bzw.
 - b) nicht in Anhang I aufgeführte Tätigkeiten und Treibhausgase, sofern die Einbeziehung solcher Tätigkeiten und Treibhausgase von der Kommission gebilligt wird. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie durch Ergänzung wird nach dem in Artikel 23 Absatz 3 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.

Quelle: (EU 2009a)

Durch Anwendung dieses Artikels ist es jedem Mitgliedsstaat frei, weitere Tätigkeiten oder Treibhausgase einseitig ins EU ETS aufzunehmen, sofern es gewisse Regeln beachtet und die Genehmigung von der Kommission erhält. Hierzu ist ein Antrag bei der Kommission einzureichen.

In Handelsphase II (2008-2012) wurde Art. 24 mehrfach angewendet, um solche Tätigkeiten aufzunehmen, bei welchen Lachgasemissionen auftreten. Aufgerufen wurde Art. 24 für Lachgasemissionen bei der Herstellung von Salpetersäure von den Niederlanden (EU 2008a), Österreich (EU 2009b), Großbritannien (EU 2011b) und Italien (EU 2011c). Italien stellte gleichzeitig einen Antrag zur Aufnahme von Lachgasemissionen durch die Herstellung von Adipinsäure. Allen Anträgen wurde nach

Prüfung stattgegeben. Aus der jüngeren Geschichte (ab 2013) ist kein Fall einer Anwendung von Art. 24 bekannt.

Aus den Anträgen der Mitgliedsstaaten geht hervor, dass für Salpetersäure jeweils mehr als eine Anlage betroffen war. Im Vorgriff auf (EU 2011a) definieren die Anträge bereits einen Produkt-Benchmark, der in allen Anträgen gleich hoch angesetzt war, aber über die Jahre bis 2013 abnehmen sollte. Im Fall von Adipinsäure war nur eine Anlage in Italien betroffen. Allerdings waren aus dem bis 2011 bereits erfolgten Screening andere Anlagen in der EU bekannt, so dass hier bereits ebenfalls vor 2013 schon ein Produktbenchmark angewendet wurde. Allerdings lag dieser mit 6,37 Zertifikaten/t noch deutlich über den später festgelegten 2,79 Zertifikaten/t. Der vorliegende Fall ist anders gelagert. Da nur eine Anlage betroffen ist, könnte nur ein Prozessbenchmark gebildet werden.

Es ist dennoch interessant, hier Parallelen zu ziehen. So schreibt das Impact Assessment zum EU ETS (EU 2008b) in Abs. 3.3.4.5 zu den Stoffen, bei deren Herstellung N₂O entsteht: *Some Member States are planning to opt in N₂O emissions unilaterally already for the second trading period. This may result in competitive distortions and inconsistency across the EU and for this reason, formal inclusion of the sector concerned in the EU ETS may promote well functioning of the EU internal market.* In ihrer Anwendung von Art. 24 nahmen die Mitgliedsstaaten also eine Vorreiterrolle ein, welche schlussendlich die Erweiterung von Anhang I (EU 2009a) zur heutigen Form zur Folge hatte.

3.4 Zuteilung von Zertifikaten

In den Dokumenten der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zum Zuteilungsverfahren für die Handelsperioden 2013-2020 (DEHSt 2011b) und 2021-2030 (DEHSt 2019) wird Folgendes zu den Hierarchien zwischen verschiedenen Benchmarks ausgeführt (aus (DEHSt 2011b)):

Die Vorgabe in Artikel 10 a der EU-ETS-Richtlinie zur Zuteilung auf Grundlage anspruchsvoller Emissionswerte wurde in den einheitlichen EU-Zuteilungsregeln in einem vier-stufigen Ansatz umgesetzt, wobei sich die Zuteilungsmenge grundsätzlich aus einer Aktivitätsrate (siehe Kapitel 3.3) multipliziert mit einem verbindlich festgelegten Emissionswert ergibt:

- Produkt-Emissionswert (t CO₂/t Produkt): Die Zuteilung basiert auf der zuteilungsrelevanten Menge des hergestellten Produkts, die mit einem produktspezifischen und für alle Anlagen zur Herstellung dieses Produkts einheitlichen Emissionswert multipliziert wird.
- Wärme-Emissionswert (t CO₂/TJ verbrauchter Wärme): Die Zuteilung basiert auf der Menge der zuteilungsfähigen messbaren Wärme, die mit einem festgelegten, für alle Anlagen einheitlichen Wärme-Emissionswert multipliziert wird.
- Brennstoff-Emissionswert (t CO₂/TJ des benutzten Brennstoffs): Die Zuteilung basiert auf dem Energieinhalt des verbrauchten Brennstoffs, der mit einem festgelegten und für alle Anlagen einheitlichen Emissionswert multipliziert wird.
- Ansatz für Prozessemissionen: Für die Berechnung der Zuteilung werden 97 Prozent der zuteilungsfähigen historischen Prozessemissionen als Basis verwendet.

Diese vier Zuteilungsansätze bilden die Grundlage für die Berechnung aller Zuteilungen. Die Betreiber können zwischen diesen Ansätzen nicht frei wählen. Sie müssen die Anwendbarkeit der einzelnen Zuteilungsansätze nach der vorstehenden Reihenfolge prüfen: Soweit für die Produkte der Anlage Produkt-Emissionswerte in Anhang I der einheitlichen EU-Zuteilungsregeln festgelegt sind, müssen diese Produkt-Emissionswerte angewendet werden. Für die Herstellung von Produkten, für die keine Produkt-Emissionswerte in Anhang I der einheitlichen EU-Zuteilungsregeln gegeben sind, müssen die Betreiber prüfen, ob einer der folgenden so genannten Fall-back-Ansätze in der nachfolgenden Hierarchie angewendet werden kann:

- 1) Ansatz des Wärme-Emissionswerts für zuteilungsfähige messbare Wärme
- 2) Ansatz des Brennstoff-Emissionswerts für zuteilungsfähige nicht messbare Wärme
- 3) Ansatz der Prozessemissionen für zuteilungsfähige Prozessemissionen

In einer Anlage können mehrere dieser Zuteilungsansätze angewendet werden, z. B. wenn Produkte mit und ohne festgelegten Emissionswert hergestellt werden.

Bei der Anwendung der Produkt-Emissionswerte, der Wärme-Emissionswerte sowie der Brennstoff-Emissionswerte wird weder nach Technologie, Größe und Effizienz der das Produkt herstellenden Anlagen noch nach Brennstoff- und Rohstoffqualität oder nach den klimatischen Bedingungen für die Anlagen unterschieden.

Quelle: (DEHSt 2011b)

Da die für das Gutachten relevanten Lachgasemissionen nicht durch die Erzeugung von Wärme oder das Verfeuern eines Brennstoffes entstehen, können weder Wärme- noch Brennstoff-Emissionswert im vorliegenden Fall zur Anwendung kommen. Was die Ausführungen der DEHSt für den vorliegenden Fall bedeuten, wird in den folgenden beiden Abschnitten erläutert

3.4.1 Zuteilung für die Lachgasemissionen aus dem NH₃-Brenner

Wie durch das technische Gutachten (Bösch 2019) festgestellt und in Abs. 2.1 beschrieben wurde, wird der Ammoniakbrenner ausschließlich betrieben, um Salpetersäure herzustellen. Da das EU ETS für die Herstellung von Salpetersäure ein Produkt-Benchmark vorsieht (siehe Anhang I (EU 2009a), erfolgt die Zuteilung für den NH₃-Brenner entsprechend gemäß dem in Anhang I in (EU 2011a) aufgeführten Produkt-Benchmarks von 0,302 Zertifikaten je Tonne Salpetersäure (siehe Tabelle 2 in Abs. 3.1).

Dabei ist zu beachten, dass sich das Benchmark auf CO₂-Äquivalente bezieht und nicht nur Lachgasemissionen beinhaltet, sondern für die gesamte Anlage zur Herstellung der Salpetersäure gilt. Dies geht auch aus Tabelle 2 hervor: *Einbezogen sind sämtliche Prozesse, die direkt oder indirekt mit der Erzeugung des Produkts [...] im Zusammenhang stehen.* Falls im Herstellungsprozess weitere Treibhausgase neben dem Lachgas anfielen, so müssten diese bei der späteren Abrechnung und dem Monitoring berücksichtigt werden (siehe die Herstellung von Adipinsäure in (DEHSt 2017)). Derzeit sind allerdings keine weiteren Emissionen aus dem Ammoniakbrenner bekannt.

Zur Berechnung der Zuteilung wird nun die zuteilungsrelevante Menge betrachtet und mit dem Benchmarkwert multipliziert. Gemäß Abschnitt 3.3.1 des Leitfadens der DEHSt (DEHSt 2011b) ist die zuteilungsrelevante Menge beim Produkt-Benchmark die produzierte Menge. Das exakte Verfahren zur Bestimmung der zuteilungsrelevanten Menge sowie etwaige Korrekturfaktoren können aus den Leitfäden der DEHSt für die dritte (DEHSt 2011b) und vierte Handelsperiode (DEHSt 2019) entnommen werden. Hierbei müsste die Menge an Salpetersäure bestimmt werden, die durch den Betrieb des Ammoniakbrenners entsteht, etwa durch eine Differenzmessung.

Wie aus Anhang I in (EU 2011a) ersichtlich wird, ist für die Produktion von Salpetersäure das Risiko der Verlagerung der Emissionen in weniger stark regulierte Länder gegeben. Das führt dazu, dass im EU ETS die Zuteilung der Zertifikate weiterhin kostenlos und in vollem Umfang erfolgt. Dies geschieht in der aktuellen Handelsperiode so (siehe (DEHSt 2011b)) und wird auch in der vierten Handelsperiode ab 2021 so gehandhabt werden (siehe DEHSt 2019 Kapitel 3.5.2.1).

Die Zuteilungen für den NH₃-Brenner ergeben sich daher wie folgt:

$$\text{Zuteilung} = \text{HNO}_3 \text{ in Tonnen} \times 0,302 \times 1_{(\text{Carbon Leakage Faktor})}$$

3.4.2 Zuteilung für die Lachgasemissionen aus der Niacinherstellung³

Die Niacinherstellung ist, wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, gemäß Anhang I (EU 2003, 2009a) nicht als Tätigkeit im EU ETS gelistet. Daher existiert hierfür auch kein Produktbenchmark. Da die für das vorliegende Gutachten relevanten Lachgasemissionen durch einen chemischen Prozess frei werden und nicht auf Wärmeerzeugung oder das Verfeuern von Brennstoffen zurückzuführen sind, müsste im Falle einer Aufnahme der in diesem Gutachten betrachteten Anlage gemäß Art. 24 der Ansatz für Prozessemisionen herangezogen werden.

Für diesen Ansatz werden gemäß der in Abschnitt 3.4 dieses Gutachtens aufgeführten Ausführungen der DEHSt 97 % der zuteilungsfähigen historischen Prozessemisionen als Basis verwendet. Diese sind nach den methodischen Vorgaben der Monitoring Leitlinien 2008-2012 (EU 2007) zu ermitteln (siehe (DEHSt 2011a)). Hierbei müssen die historischen Prozessemisionen in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden; für Lachgas wird aktuell ein Faktor von 298 angenommen um diese CO₂-Äquivalente zu bestimmen⁴.

Da die Niacinherstellung nicht im EU ETS behandelt wird, liegt auch keine offizielle Bewertung bzgl. des Risikos für Carbon Leakage vor. Das bedeutet, dass im vorliegenden Fall bei Aufnahme zunächst eingeschätzt werden müsste, ob die Niacinherstellung in eine im Anhang des Beschlusses 2014/746/EU der Europäischen Kommission (EU 2014) aufgeführten Tätigkeiten fällt. Ist dies der Fall, so muss gemäß (EU 2009a) Artikel 10a, Absatz 15 und 16 vorgegangen werden um das Risiko zu bewerten, ob ein Risiko für Carbon Leakage vorliegt oder nicht. Da dieses Vorgehen einen detaillierten Blick auf den Markt der Niacinherstellung im In- und Ausland bedarf, kann eine abschließende Bewertung des Carbon Leakage Risikos nicht Teil dieses Gutachtens sein, da dies den Rahmen des Gutachtens sprengen würde. Allerdings bleibt festzuhalten, dass im Jahr 2014, die neben Lonza einzig bekannte Produktionsstätte von Niacin in Europa den Betrieb eingestellt hat und die Produktion in die USA verlagert wurde (siehe auch Abs. 4), was möglicherweise als Carbon Leakage gedeutet werden könnte.

Die Zuteilung für die Niacinherstellung ergibt sich wie folgt (bei Annahme eines Carbon Leakage Risikos):

$$\text{Zuteilung} = \text{historische Lachgasemissionen} \times 0,97 \times 298 \times 1 \text{ (Carbon Leakage Faktor)}$$

³ nur bei Aufnahme in Emissionshandel

⁴ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories#Trends_in_greenhouse_gas_emissions

Sollte festgestellt werden, dass für die Herstellung von Niacin kein Risiko der Verlagerung der Emissionen ins Ausland besteht, so müsste der Carbon Leakage Faktor gemäß Tabelle 3 für die Jahre der aktuellen Handelsperiode und gemäß Tabelle 4 für die Jahre der vierten Handelsperiode herangezogen werden um die Zuteilung zu ermitteln. Aus den beiden Tabellen wird ersichtlich, dass es ohne Carbon Leakage Risiko ab dem Jahr 2030 keine kostenfreie Zuteilungen mehr geben wird. Entsprechende Unternehmen müssen dann die Zertifikate auf dem Markt erwerben oder dürfen keine Emissionen mehr ausweisen.

Tabelle 3: Überblick über den Risikofaktor einer Verlagerung von CO₂-Emissionen (Carbon-Leakage-Faktor)

Jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Faktor bei vorliegendem Carbon-Leakage-Risiko	1	1	1	1	1	1	1	1
Faktor bei nicht vorliegendem Carbon-Leakage-Risiko	0,8000	0,7286	0,6571	0,5857	0,5143	0,4429	0,3714	0,3000

Quelle: DEHSt 2011b, Abschnitt 3.4.1

Tabelle 4: Carbon-Leakage-Faktoren in der vierten Handelsperiode

Jahr Faktor	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mit Carbon-Leakage-Risiko	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ohne Carbon-Leakage-Risiko – keine Fernwärme	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,225	0,150	0,075	0,000
ohne Carbon-Leakage-Risiko – bei Fernwärme	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300

Quelle: DEHSt 2019, Abschnitt 3.5.2.1

4 Niacinproduktion in der EU

Laut (Blum 2012) existierte im Jahr 1995 neben der Anlage der Lonza AG in Visp nur noch eine weitere Anlage in Europa, die Niacin herstellte. Diese Anlage befand sich in Antwerpen, Belgien, und wurde als Joint Venture durch Degussa und Reilly Tar (USA) betrieben. Laut Wikipedia⁵ wurde die Anlage im Jahr 2003 vollständig an Reilly Industries verkauft. Durch die Fusion von Reilly Industries und Rutherford Chemicals im Jahr 2006 und der daraus entstandenen Vertellus Specialties Inc. wurde die Anlage in Antwerpen fortan durch Vertellus betrieben. Im Jahr 2013 wurde die Anlage nach einer Sanierung wieder in Betrieb genommen⁶, jedoch 2014 aufgrund gefallener Marktpreise und einer damit einhergehenden Neuausrichtung der Niacinherstellung durch Vertellus endgültig außer Betrieb gesetzt⁷.

Die Niacin-Anlage war damit Teil eines heute noch bestehenden Chemiewerks, das am EU ETS teilnimmt (2008-2012 als «Evonik Degussa Antwerpen», ab 2013 als «Evonik Antwerpen» gelistet). Gemäß unseren Recherchen hat Belgien kein Verfahren gemäß Art. 24 (EU 2003, 2009a) eingeleitet, um mögliche Lachgasemissionen der Niacin-Anlage in das ETS einzubeziehen. Es ist außerdem unklar, wie hoch mögliche Lachgasemissionen dieser Niacin-Anlage überhaupt waren. Hierzu liegen keine Daten vor und die eingesetzte Produktionstechnologie ist nicht bekannt. Gemäß (Blum 2012) wurde in der Anlage in Antwerpen 1995 weniger als ein Drittel der durch Lonza hergestellten Niacin-Menge produziert, Angaben zu Lachgasemissionen werden dort nicht gemacht.

5 https://de.wikipedia.org/wiki/Evonik_Degussa

6 <https://www.vertellus.com/news/press-releases/vertellus-specialties-completes-upgrades-for-api-niacin-manufacture-522013>

7 <https://www.vertellus.com/news/press-releases/vertellus-infrastructure-enhancements-will-better-serve-evolving-nutrition-market-512014>

5 Benchmark der Lachgasemissionen im EU ETS

5.1 Bemerkungen zur Entwicklung des Benchmark-Systems

Bei der Erstellung der Liste an Tätigkeiten, die in das EU ETS aufgenommen werden sollten, wurde generell nach dem 80/20 Prinzip vorgegangen: 80 % der Emissionen eines Sektors sollten durch das EU ETS abgedeckt werden, was durch die Aufnahme der größten ('20 %') Emittenten erreicht werden sollte. Zur Bemessung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten stützte man sich im Folgenden ebenfalls auf das 80/20 Prinzip: Für möglichst 80% der durch das ETS abgedeckten Emissionen sollte eine Zuteilung durch ein Produktbenchmark möglich sein, für die übrigen Emissionen ein Fallback-Ansatz zur Anwendung kommen.

Durch dieses Vorgehen sollte ein Kompromiss erreicht werden zwischen der Komplexität und der Abdeckung des Gesamtsystems (Ecofys 2009). Die Chemie-Industrie wurde hierbei als ein Sektor betrachtet und die Emissionen damals erstmals in CO₂-Äquivalenten betrachtet. Tabelle 5 (Ecofys 2009) gibt das Ergebnis der damaligen Analyse wieder: Bis 'Carbon black' wurden die Tätigkeiten aufgenommen und entsprechend auch Produkt-Benchmarks ermittelt. Glyoxal wurde zusätzlich aufgenommen, hier waren die Anlagen schon entsprechend entwickelt und eine Anlage zur Emissionsminderung mindestens im Testbetrieb.

In der europäischen Union wurden im Jahr 2016 etwa 34kt Lachgas aus industriellen Anlagen emittiert⁸. Die 'Herstellung von Salpetersäure' ist mit gut 13kt für knapp 39 % verantwortlich, gefolgt von 21 % durch die 'Herstellung von Caprolactam, Glyoxal und Glyoxylsäure' und 3 % durch die 'Herstellung von Adipinsäure'. Diese Daten machen deutlich, dass derzeit etwa 63 % der industriellen Lachgasemissionen vom EU ETS berücksichtigt werden (abzüglich der Herstellung von Caprolactam, das nicht berücksichtigt wird aber auch nicht separat aufgeführt wird).

Aus Tabelle 5 ergeben sich für das Jahr 2009 bei einem Umrechnungs-Faktor von 298 CO₂-Äquivalenten je Tonne Lachgas ungefähr 140kt Emissionen Lachgas für die Herstellung von Salpetersäure (nitric acid). Berücksichtigt man die 13kt, die heute ausgestoßen werden, entspricht das einer Minderung um knapp 90 %. Ursprünglich war angedacht gewesen, die Liste aus Tabelle 5 in gewissen Abständen durch die Aufnahme weiterer Produkte anzupassen, um so wieder auf 80 % der Emissionen zu kommen. Diese Überprüfung und Neuanpassung wurde nicht umgesetzt.

Es sind also durchaus weitere industrielle Tätigkeiten innerhalb der EU bekannt, die nicht im EU ETS berücksichtigt sind aber Lachgasquellen darstellen. Diese waren zum damaligen Zeitpunkt aber relativ klein im Vergleich zur Gesamtmenge an Emissionen und wurden daher nicht aufgenommen. Wie oben beschrieben könnten diese Tätigkeiten allerdings über Art. 24 (EU 2003, 2009a) ins EU ETS aufgenommen werden.

Tabelle 5: Die größten Emissionsquellen, die für das EU ETS in der chemischen Industrie berücksichtigt wurden

Table 3 Ranking of the most emission intensive activities in the chemical industry (CEFIC 2009b)

No.	Product / process ¹	Process and steam emissions [Mt CO ₂ -equivalents]	Share	Cumulative share
1	Nitric Acid	41 ⁴	21.6%	21.6%
2	Cracker products (HVC)	35	18.4%	40.0%
3	Ammonia	30	15.8%	55.8%
4	Adipic acid	13 ⁴	6.8%	62.6%
5	Hydrogen / Syngas (incl. Methanol) ²	12.6	6.6%	69.3%
6	Soda ash	10	5.3%	74.5%
7	Aromatics (BTX)	6.6	3.5%	78.0%
8	Carbon black	4.6	2.4%	80.4%
9	Ethylene dichloride / Vinyl chloride / PVC	4	2.1%	82.5%
10	Ethylbenzene / Styrene	3.6	1.9%	84.4%
11	Ethylene oxide / Monoethylene glycol	3.6	1.9%	86.3%
12	Cumene / phenol / acetone	1.2	0.6%	86.9%
13	Glyoxal / glyoxylic acid ³	0.4 ⁴	0.2%	87.2%
14	<i>Polyolefins (PE / PP / PS)</i>	1.1	0.6%	87.7%
15	<i>Butadiene</i>	0.6	0.3%	88.1%
16	<i>Dimethyl terephthalate / Terephthalic acid / Polyethylene terephthalate</i>	0.6	0.3%	88.4%
17	<i>Propylene oxide</i>	0.5	0.3%	88.6%
18	Others		11.4%	100.0%
Total upper processes (1-18)		168.4	88.6%	
Total chemical industry⁵		190	100.0%	

¹ In italics, production processes with steam consumption only. Other emissions have direct emission from the process and emissions from steam consumption

² This figure includes 3.8 Mt CO₂ from gas producers, who supply refineries. Hydrogen production in refineries accounts for 44 Mt CO₂.

³ This figure is based on the Registre Français des Emissions Polluantes (IREP), year 2005

⁴ Carbon dioxide and nitrous oxide

⁵ This figure includes N₂O and CO₂ emissions phrased as Mt CO₂-equivalents and is based on the greenhouse gas inventory, see table 4

Quelle: Ecofys 2009. Der Fehler in der Nummerierung der Fußnoten entstammt ebenfalls der Quelle. Lachgasemissionen wurden nur von den angegebenen Produkten berücksichtigt.

5.2 Caprolactam

Da für den EU ETS Raum keine Anlagen zur Niacinherstellung bekannt sind und somit keine vergleichbaren Fälle vorliegen, wird im Folgenden kurz näher auf Caprolactam eingegangen. Caprolactam wird vor allem zur Herstellung von Polyamid eingesetzt und in Deutschland von zwei Herstellern produziert (BASF⁹ und DOMO Caproleuna¹⁰). Wie bei der Herstellung von Niacin fallen bei der Produktion ebenfalls Lachgasemissionen an.

Ein eigener Caprolactam-Benchmark wurde zwar zu Beginn des Benchmark-Prozesses des ETS diskutiert (Ecofys 2009) und das Vorprodukt Phenol taucht in Tabelle 5 noch auf. Am Ende wurde allerdings auf Grundlage der 80%-Regel kein Benchmark eingeführt und Caprolactam nicht als Produkt ins EU ETS aufgenommen. Auch ist keine Überlegung bekannt, Caprolactam über Art. 24 einseitig aufzunehmen. An beiden Standorten in Deutschland wird trotzdem eine jeweils redundante thermische Abgasbehandlung (in Analogie der Herstellung von Adipinsäure) zur Zersetzung des N₂O eingesetzt, was zu einer deutlichen Reduktion der Emissionen führt (UBA 2018).

Eichhammer et al. (2018) argumentieren, dass die Überlegungen zur Einführung von Benchmarks im Vorfeld der Erweiterung des EU ETS in Phase III zum Jahr 2013 bereits vor 2013 zur Implementierung von Minderungsmaßnahmen geführt haben. Für die Herstellung von Salpetersäure (und auch für Adipinsäure) waren marktreife Minderungstechnologien vorhanden und teilweise bereits in Betrieb, die bereits auf Grund der geplanten Erweiterung des EU ETS breitere Verwendung fanden.

Welche Rolle die Überlegungen zur Erweiterung der Benchmarks auf die Einführung von Minderungsmaßnahmen bei der Herstellung von Caprolactam hatte, lässt sich im Rahmen dieses Gutachtens nicht abschließend klären. Das Beispiel und die Überlegungen in Eichhammer et al. (2018) zeigen aber, dass Minderungsmaßnahmen bei ähnlichen technischen Voraussetzungen nicht immer erst nach der Aufnahme eines Produkts ins EU ETS implementiert wurden.

⁹ <https://www.bASF.com/global/de/media/news-releases/2016/09/p-16-293.html>

¹⁰ <https://www.domochemicals.com/de/produkte/chemicals/caprolactam>

6 Schlussfolgerung

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde die Niacin-Anlage der Lonza AG in Visp daraufhin untersucht, ob deren Lachgasemissionen unter das EU ETS fallen würden. Zusammenfassend werden die ursprünglichen Untersuchungsfragen beantwortet:

1. Falls dieses Chemiewerk im EU-Raum ansässig wäre: Lägen die Lachgasemissionen ganz oder teilweise innerhalb der EU-EHS-Systemgrenzen? Begründung?

Die Lachgasemissionen des Ammoniakbrenners, der zur Herstellung der Salpetersäure betrieben wird, liegen innerhalb des EU ETS, diejenigen der Niacinherstellung selbst nicht. Anhang I (EU 2003, 2009a) listet die Tätigkeiten auf, welche in das EU ETS fallen; die Herstellung von Niacin ist nicht aufgeführt. Die Niacinherstellung ließe sich über Art. 24 (EU 2003, 2009a) ins EU ETS integrieren.

2. Für jene Emissionen innerhalb der Systemgrenzen: Wie würde die Zuteilung im EU-EHS erfolgen?

Die Zuteilung für den Ammoniakbrenner würde über ein Produkt-Benchmark erfolgen. Wenn die Niacinherstellung aufgenommen würde, erfolgte die Zuteilung über ein Prozess-Benchmark (dabei müsste für die Herstellung von Niacin abgeklärt/definiert werden, ob ein Risiko für Carbon Leakage besteht). Bei einer einzelnen Anlage kann kein Produkt-Benchmark gebildet werden und es handelt sich auch nicht um einen Prozess zur Wärmeherstellung.

3. Falls sich zeigt, dass der Großteil dieser Lachgasemissionen außerhalb des EU-EHS läge:

- 3.1. Sind aus dem «Screening» zur Eingrenzung des Lachgas-Einbezuks ins EU-EHS (ab 2013) im EU-Raum ähnlich große Lachgas-Punktquellen bekannt (Größenordnung 600kt CO₂eq pro Jahr), bei denen es sich nicht um die Herstellung von Salpetersäure, Adipinsäure, Glyoxylsäure oder Glyoxal handelt?

Aus dem Screening sind keine größeren Quellen bekannt. Der Prozess des Screenings erfolgte so, dass zunächst (Stand 2009) die größten Quellen in der chemischen Industrie einbezogen wurden bis 80 % der bekannten Emissionen berücksichtigt waren.

Durch Minderungsmaßnahmen, die seitdem erfolgt sind, sind heute nicht mehr 80 % der Emissionen vom EU ETS abgedeckt. Eine regelmäßige Anpassung der berücksichtigten Prozesse erfolgte nicht.

3.2. Falls ja: Wieso wurde (übergeordnet) der Einbezug von Lachgas auf die Tätigkeiten «Herstellung von Salpetersäure», «Herstellung von Adipinsäure» und «Herstellung von Glyoxylsäure oder Glyoxal» beschränkt?

Die Herstellung dieser Produkte gehörte zu den größten Quellen an CO₂-Äquivalenten. Die Einschränkung erfolgte, obwohl schon 2009 absehbar war, dass die Nutzung von Emissionsminderungstechnologien die Lachgasemissionen aus diesen Tätigkeiten stark reduzieren würden.

Über diese Fragen hinaus ist festzuhalten, dass zur Beurteilung der betroffenen Niacin-Anlage der Lonza in der EU kein direkt vergleichbarer Fall vorliegt. Ein Beispiel für ein anderes Produkt, bei dessen Herstellung Lachgasemissionen anfallen, ist der chemische Stoff Caprolactam – die Lachgasemissionen aus dessen Produktion sind dabei nicht Teil des EU ETS. In Deutschland sind zwei Caprolactam-Hersteller bekannt. In beiden Fällen werden die Lachgasemissionen in Analogie zur Herstellung von Adipinsäure durch ein thermisches Verfahren deutlich reduziert.

7 Literaturverzeichnis

EZG: BGBL I Nr.118-2011 Emissionszertifikatesgesetz 2011. Online verfügbar unter https://www.bmvt.gv.at/umwelt/klimaschutz/eu-emissionshandel/rechtliche-grundlagen/EZG_2011.html, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

Blum, René (2012): Vitamins, 11. Niacin (nicotinic acid, nicotinamide). In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Online verfügbar unter https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/14356007.o27_o14, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

Bösch, Volkmar (2019): Expertengutachten. Entstehung und Beeinflussung des Nebenproduktes Distickstoffoxid (Lachgas) in der Niacin-Anlage der Lonza AG in CH-3930 Visp. ESSENZIS GmbH.

DEHSt (2011a): Zuteilung 2013-2020. Leitfaden 3b: Spezielle Zuteilungsregeln für Prozessemmissionen, Restgase und Sicherheitsfackeln. Online verfügbar unter https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/stationaere_anlagen/zuteilung_2013-2020/Leitfaden-3b.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

DEHSt (2011b): Zuteilung 2013-2020. Leitfaden: Teil 1 Grundlegende Informationen zum Zuteilungsverfahren für Bestandsanlagen – Zuteilungssystematik, Ablauf, Akteure sowie elektronisches Verfahren. Online verfügbar unter https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/stationaere_anlagen/zuteilung_2013-2020/Leitfaden-1.html, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

DEHSt (2017): Treibhausgasemissionen 2017: Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2017). Online verfügbar unter <https://www.dehst.de/SharedDocs/news/DE/vet-bericht.html>, zuletzt geprüft am 25.03.2019.

DEHSt (2019): Leitfaden Zuteilung 2021-2030 Teil 1. Grundlegende Informmationen zu den Zuteilungsregeln und zum Zuteilungsverfahren. Online verfügbar unter https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/stationaere_anlagen/zuteilung_2021-2030/Leitfaden-1.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

Ecofys (2009): Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2012. Sector report for the chemical industry. Ecofys; Fraunhofer ISI; Öko-Institut. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/allowances/docs/bm_study-chemicals_en.pdf, zuletzt geprüft am 21.03.2019.

Eichhammer, Wolfgang; Friedrichsen, Nele; Healy, Sean; Schumacher, Katja (2018): Impacts of the Allocation Mechanism Under the Third Phase of the European Emission Trading Scheme. In: *Energies* 11 (6), S. 1443. DOI: 10.3390/en11061443.

EU (2003): Amtsblatt der Europäischen Union. Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32003L0087>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

EU (2007): Amtsblatt der Europäischen Union. Entscheidung der Kommission vom 18. Juli 2007 zur Festlegung von Leitlinien für die Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen im Sinne der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Monitoring-Leitlinien). Online verfügbar unter https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/gesetze-verordnungen/Monitoring-Leitlinien_2008-2012.html, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

EU (2008a): Commission Decision of 17.12.2008 concerning the unilateral inclusion of additional greenhouse gases and activities by the Netherlands in the Community emissions trading scheme pursuant to Article 24 of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. Unautorisierte englische Version. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/pre2013/nap/docs/decision_n20_nl_en.pdf, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

EU (2008b): Commission Staff Working Document - Accompanying document to the Proposal for a Directive of European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the EU greenhouse gas emission allowance trading system. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52008SC0052>, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

EU (2009a): Amtsblatt der Europäischen Union. Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32009L0029>, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

EU (2009b): Commission Decision of [...] concerning the unilateral inclusion of additional greenhouse gases and activities by Austria in the Community emissions

trading scheme pursuant to Article 24 of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. Unautorisierte englische Version. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/pre2013/nap/docs/final_opt_in_decision_at_en.pdf, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

EU (2011a): Amtsblatt der Europäischen Union. Beschluss der Kommission vom 27. April 2011 zur Festlegung EU-weiter Übergangsvorschriften zur Harmonisierung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten gemäß Artikel 10a der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0278&from=EN>, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

EU (2011b): Commission Decision of [...] concerning the unilateral inclusion of additional greenhouse gases and activities by the United Kingdom in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Union pursuant to Article 24 of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. Autorisierte englische Version. Online verfügbar unter <http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%205517%202011%20INIT>, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

EU (2011c): Commission Decision of XXX concerning the unilateral inclusion of additional greenhouse gases and activities by Italy in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Union pursuant to Article 24 of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. Unautorisierte englische Version. Online verfügbar unter <http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%2016132%202011%20INIT>, zuletzt geprüft am 26.03.2019.

EU (2014): Amtsblatt der Europäischen Union. Beschluss der Kommission vom 27. Oktober 2014 zur Festlegung eines Verzeichnisses der Sektoren und Teilsektoren, von denen angenommen wird, dass sie im Zeitraum 2015-2019 einem erheblichen Risiko einer Verlagerung von CO2-Emissionen ausgesetzt sind, gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32014D0746>, zuletzt geprüft am 19.03.2019.

Seinfeld, John H.; Pandis, Spyros N. (2006): Atmospheric chemistry and physics. From air pollution to climate change. 2. ed. Hoboken, NJ: Wiley.

Shen, Chung Y.; Ruest, Dennis A. (1980): Production Diglycolic Acid by Nitric Acid Oxidation of Diethylene Glycol. In: *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.* (19). DOI: 10.1021/i260075a013.

Strojny, Edwin J.; Iwamasa, R. T.; Frevel, Ludo K. (1971): Oxidation of 2-methoxyethanol to methoxyacetic acid by nitric acid solutions. In: *Journal of American Chemical Society* (93). DOI: 10.1021/i260075a013.

TEHG: Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/tehg_2011/TEHG.pdf, zuletzt geprüft am 21.03.2019.

UBA (2018): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-3>, zuletzt geprüft am 21.03.2019.