

TEXTE

32/2014

Machbarkeitsstudie zur Einrichtung und zum Betrieb von Abgasreini- gungsanlagen für die Nutzung durch Tankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebietes

TEXTE 32/2014

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 42 3143
UBA-FB 001975

Machbarkeitsstudie zur Einrichtung und zum Betrieb von Abgasreinigungsanlagen für die Nutzung durch Tankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebietes

von

Sonja Bauer
Alexander Greßmann
BiPRO GmbH, München

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt

Wörlitzer Platz 1


06844 Dessau-Roßlau

Tel: +49 340-2103-0

Fax: +49 340-2103-2285

info@umweltbundesamt.de

Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

BiPRO GmbH, Grauertstraße 12, 81545 München

Abschlussdatum:

Mai 2014

Redaktion:

Fachgebiet III 2.1

Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie, Feuerungsanlagen

Maxi Loose

Publikationen als pdf:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zur-einrichtung-betrieb-von>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juli 2014

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 3713 42 3143 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Gemäß der 20. BImSchV¹ müssen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen (UN 1203), Kraftstoffgemischen (UN 3475) oder Rohbenzin (UN 1268) Restdämpfe dieser Stoffe aus beweglichen Behältnissen wie Binnentankschiffen solange zurückgehalten werden, bis sie entweder in ein Tanklager zurückgependelt oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden können. Ein Ventilieren der Dämpfe in die Atmosphäre ist gemäß 20. BImSchV nur in bestimmten Ausnahmefällen zulässig. Im Falle der Notwendigkeit einer Entgasung, z.B. bei Ladungswechsel oder Werftaufenthalt, gibt es jedoch derzeit für Binnentankschiffe in Deutschland keine Möglichkeit, landseitig zu ventilieren und die Gase und Dämpfe kontrolliert, z.B. in eine Abgasreinigungsanlage, abzugeben. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen dieses Projektes mit Hilfe einer Machbarkeitsstudie die verschiedenen technischen Möglichkeiten der Entgasung von Binnentankschiffen identifiziert und ihre jeweilige technische und wirtschaftliche Umsetzung für die Nutzung durch Binnentankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebiets untersucht. Eine im Zuge des Projektes durchgeführte Bestandsaufnahme von bestehenden bzw. in Planung befindlichen Abgasreinigungstechnologien für Restdämpfe aus Binnentankschiffen ergab, dass es in Deutschland bereits konkrete Planungen für eine stationäre Anlage gibt, und in den Niederlanden und Belgien zudem bereits mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien (z.B. Kondensation) zur Verfügung stehen bzw. sich in der Erprobungsphase befinden. Vor diesem Hintergrund und vor allem aufgrund der hohen Unsicherheit im Hinblick auf die tatsächlich stattfindenden Ventilierungen (Schätzungen liegen zwischen 58-464 Ventilierungsvorgängen pro Jahr) wird empfohlen, ein möglichst flexibles System mit einer stationären Anlage (bereits in Planung) sowie mobile Lösungen (z.B. auf einem Serviceschiff oder LKW) in Deutschland zu etablieren.

Abstract

According to the 20th Federal Immission Control Ordinance (20. BImSchV), during loading processes and storage of petrol (UN 1203), ethanol/petrol mixtures (UN 3475) or naphtha (UN 1268), residual vapors of these substances have to be retained from mobile containers such as inland vessels until they can either be returned to a storage tank or discharged to a vapor treatment plant. Ventilation of these vapors to the atmosphere is allowed only in certain exceptional cases according to the 20. BImSchV. If there is a need for degassing, e.g. for a change of cargo or planned stopover at a wharf, there is at the moment no possibility for inland vessels in Germany to degas onshore and discharge the vapors in a controlled manner, e.g. to a vapor treatment plant. Against this background in the context of this project a feasibility study was carried out to identify different technical possibilities for the degassing of inland vessels and to analyse their technical and economic feasibility with respect to their implementation in the German Rhine area. The outcome of an inventory of existing or planned exhaust gas treatment technologies/plants for vapors from inland vessels was that already one stationary vapour treatment installation is planned in Germany and that in addition mobile installations based on different technologies are already available or in a testing phase in the Netherlands and Belgium. Against this background and in particular due to the high uncertainties with respect to the actual number of degassing activities taking place in Germany (estimates are between 58 and 464 degassing activities per year) it is recommended to establish a quite flexible solution in Germany with one stationary installation (already planned) together with mobile installations (e.g. fixed on a service ship or truck).

¹ Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin) vom 27. Mai 1998 (BGBl. I S. 1174), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021) geändert worden ist

Inhaltsverzeichnis

Berichtskennblatt	3
Report Cover Sheet	4
Kurzbeschreibung.....	5
Abstract.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung	15
Summary	26
1 Hintergrund und Zielsetzung	37
1.2 Hintergrund.....	37
1.3 Zielsetzung des Projekts.....	38
2 Rechtlicher Hintergrund.....	40
2.1 Richtlinie 94/63/EG	40
2.2 20. BImSchV	41
2.2.1 Definition Ottokraftstoff, Kraftstoffgemische und Rohbenzin.....	41
2.2.2 Bestimmung der 20. BImSchV im Hinblick auf das Entgasen von Ladetanks.....	43
2.3 ADN und CDNI	44
2.3.1 Die Anforderungen des ADN zum Entgasen leerer Ladetanks.....	45
2.3.2 Die Bestimmungen des ADN zur Reiseregistrierung.....	45
2.3.3 Die Übergangsfristen von Einhüllen- zu Doppelhüllenschiffen	46
2.3.4 CDNI.....	46
2.4 GGVSEB (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt)	48
2.4.1 Struktur der GGVSEB und Bezug zum ADN	48
2.4.2 Zuständigkeiten und Pflichten in der Binnenschifffahrt.....	48
2.5 Aktuelle rechtliche Situation in Rheinanrainerstaaten	48
3 Projektdurchführung	50
3.1 Methodik und Vorgehen	50
3.2 Datenquellen	50
3.2.1 Fragebögen und Expertengespräche.....	51
3.2.2 Literatur- und Internet-Recherche.....	52
3.3 Auftaktgespräch und Fachgespräch	52
4 Übersicht über die aktuelle Situation.....	54
4.1 Ventilierungsvorgänge.....	54

4.2	Abschätzung und Übersicht über die Anzahl der Ventilierungen	55
4.2.1	Statistische Daten zum Binnentankschiffverkehr in der Bundesrepublik Deutschland	58
4.2.2	Statistische Daten zum Binnentankschiffverkehr im deutschen Rheinstromgebiet	67
4.2.3	Abschätzung von Gütertransporten, Belade- und Entladevorgängen	71
4.2.4	Abschätzung von Ventilierungsvorgängen und Ventilierungsvolumen	77
4.2.5	Vergleich mit einer Abschätzung von VOC-Emissionen durch die Entgasung von Binnentankschiffen in den Niederlanden.....	78
4.3	Zusammenfassung	79
5	Übersicht über die Verfügbarkeit und Nutzung von Abluftreinigungsanlagen für Binnentankschiffe	82
5.1	Aktuelle Situation in Deutschland	83
5.1.1	Bestehende Abgasreinigungseinrichtungen zum Entgasen von Binnentankschiffen	83
5.1.2	Geplante Abgasreinigungseinrichtungen zum Entgasen von Binnentankschiffen.....	83
5.1.3	Tanklager mit Abgasreinigungseinrichtungen	84
5.1.4	Raffinerien mit Abgasreinigungseinrichtungen	85
5.1.5	Mobile Abgasreinigungseinrichtungen an Land	86
5.1.6	Mobile Abgasreinigungseinrichtungen (schwimmend).....	87
5.1.7	Bordeigene Abgasreinigungsanlagen	87
5.2	Aktuelle Situation in den Niederlanden	88
5.2.1	Bestehende Anlagen.....	88
5.2.2	Anlagen in Erprobungsphase (Testbetrieb)	90
5.2.3	Anlagen in Planung.....	94
5.3	Aktuelle Situation in Belgien.....	94
5.3.1	Bestehende Anlagen.....	94
5.3.2	Anlagen in Erprobungsphase / Planung.....	98
5.4	Optionen zur Behandlung von Abgasen - Zusammenfassung	100
5.5	Übersicht über weitere organisatorische Möglichkeiten zur Verringerung von gasförmigen Emissionen.....	102
5.5.1	Einheitstransporte (Dedicated transports)	102
5.5.2	Ladungskompatibilitäten	102
5.6	Beschreibung weiterer technischer Optionen	104
5.6.1	Beschreibung der Technologien	104
5.6.2	Bewertungskriterien	105

5.6.3	Bewertung der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnenschifffahrt.....	107
6	Definition und Bewertung der Szenarien	112
6.1	Ausgangssituation.....	112
6.1.1	Unsicherheiten	113
6.2	Beschreibung der Szenarien	115
6.3	Bewertung der Szenarien	117
6.4	Betreibermodelle und Alternativen der Kostenübernahme für das Entgasen und Konsequenzen	122
6.5	Empfehlung.....	125
7	Quellenverzeichnis	128
8	Anhang	130
8.1	Fragebögen	130
8.1.1	Fragebogen Tankläger.....	130
8.1.2	Fragebogen Raffinerien	131
8.1.3	Fragebogen Binnenschiffer / Reedereien	133
8.2	Besprechungsprotokoll des Auftaktgesprächs.....	135
8.3	Ergebnisprotokoll (Zusammenfassung) des Fachgesprächs	139
8.4	Leitdatei für Gütergruppe 07.2 – Flüssige Mineralölerzeugnisse	144
8.5	Warenverzeichnis für Meldungen des Außenhandels mit Mineralölprodukten	145
8.6	Auszüge aus dem ADN.....	148
8.7	Entladebescheinigung.....	149

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ursachen und Möglichkeiten des Ventilierens	17
Figure 2:	Reasons and options for degassing.....	28
Abbildung 3:	Vorgehensschritte zur Erarbeitung der Datenbasis	51
Abbildung 4:	Ursachen und Möglichkeiten des Ventilierens	55
Abbildung 5:	Güterbeförderung 2012 auf deutschen Binnenwasserstraßen nach Ladungsmerkmalen in kt	58
Abbildung 6:	Güterbeförderung 2012 auf deutschen Binnenwasserstraßen nach Schiffsarten in kt.....	59
Abbildung 7:	Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Nebenprodukten am Gesamtaufkommen in Deutschland (in Tonnen)	63
Abbildung 8:	Anteile der Gesamtverkehre 2011 und 2012 auf Tankschiffen nach Inlands-, grenzüberschreitenden und Transitverkehren	65
Abbildung 9:	Das deutsche Rheinstromgebiet einschließlich der schiffbaren Nebenflüsse	68
Abbildung 10:	Entwicklung des Bestandes der TMS in der Bundesrepublik Deutschland.....	71
Abbildung 11:	Entwicklung der durchschnittlichen Tragfähigkeit (in Tonnen) eines TMS in der Bundesrepublik Deutschland.....	72
Abbildung 12:	Entwicklung der Kapazitäten in der Tankschiffahrt für die westeuropäische Binnenschiffahrt (Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande, Schweiz)	74
Abbildung 13:	Vorgehen zur Identifizierung bestehender und geplanter Abgasreinigungsanlagen und Optionen.....	82
Abbildung 14:	Ansicht der ATM-Anlage in Moerdijk (Foto: ATM)	89
Abbildung 15:	Schematische Darstellung des Systems Vento Clean System	91
Abbildung 16:	Ansicht der Vento-Clean-Anlage im Hafen von Amsterdam	91
Abbildung 17:	MariFlex Group-Kondensationsanlage im Hafen Rotterdam (Foto: MariFlex Group)	94
Abbildung 18:	MTD Aktivkohle Anlage im Hafen von Antwerpen (Foto: MTD)	95
Abbildung 19:	AQ Kryo-Kondensationsanlage im Hafen von Antwerpen (Foto: AQ Chemical Service Provider)	97
Abbildung 20:	Vaporsol-Anlage im Hafen von Antwerpen	100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abschätzung der durchschnittlichen Anzahl der Ventilierungen auf deutschen Binnenwasserstraßen für das Jahr 2012 und die daraus resultierende durchschnittliche Menge an VOC	18
Tabelle 2:	Übersicht über derzeit verfügbare bzw. geplante Entgasungsoptionen für Binnentankschiffe	20
Tabelle 3:	Bewertungsmatrix der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnentankschiffe.....	21
Tabelle 4:	Definition und Kurzbeschreibung der Szenarien	23
Tabelle 5:	Ergebnis der Bewertung der Szenarien	24
Table 6:	Estimation of the average number of ventilations on German inland waterways for the year 2012 and the resultant average amount of VOC	29
Table 7:	Overview on currently available and planned degassing options for inland tankers	31
Table 8:	Rating matrix of technologies with regard to their suitability for inland tankers	32
Table 9:	Definition and brief description of the scenarios	34
Table 10:	Result of the assessment of scenarios.....	35
Tabelle 11:	Geregelte Stoffe und Definitionen gemäß 20. BImSchV und ADN 2013	41
Tabelle 12:	Übergangsfristen für die Beförderung in der Tankschifffahrt	46
Tabelle 13:	Übersicht über den Rücklauf der Fragebögen und durchgeführte Expertengespräche	52
Tabelle 14:	Güterbeförderung auf Tankschiffen in den Jahren 2011 und 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen [Quelle: Sonderauswertung von Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 22. November 2013]	59
Tabelle 15:	Umsteigeschlüssel zwischen den relevanten Gütergruppen des NST/R und der Gruppe 07.2 „Flüssige Mineralölerzeugnisse“ des NST-2007 (relevante Kraftstoffe für die vorliegende Untersuchung rot markiert) [Quelle: StaBu 2008].....	60
Tabelle 16:	Aufkommen der Mineralölprodukte (in Tonnen), die in den amtlichen Mineralöl-daten für die Bundesrepublik Deutschland erfasst werden.....	61
Tabelle 17:	Abgänge und Verwendung von Mineralölprodukten (in Tonnen), die in den amtlichen Mineralöl-daten für die Bundesrepublik Deutschland erfasst werden	62
Tabelle 18:	Güterförderung der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tankschiffen in den Jahren 2011 und 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen.....	65

Tabelle 19:	Güterförderung der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tankschiffen im Jahr 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen und geschätzte Anteile, die auf Ottokraftstoffe, Rohbenzin und Kraftstoffgemische entfallen (29,235 % - 40,547 % des gesamten Güterumschlags)	66
Tabelle 20:	Güterumschlag der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tankschiffen im Jahr 2012 in Tonnen nach im Rheinstromgebiet liegenden Umschlagstellen (flussaufwärts geordnet), aufgeteilt nach Empfang und Versand	69
Tabelle 21:	Bestand und Tragfähigkeit der TMS in Deutschland nach Wasserstraßengebiet, Stand: 31.12.2012	71
Tabelle 22:	Bestand und Tragfähigkeit der Tankschubleichter in Deutschland nach Wasserstraßengebiet, Stand: 31.12.2012	72
Tabelle 23:	Schiffsbewegungen nach Hauptverkehrsbeziehungen und Schiffsarten – Tragfähigkeit und beförderte Güter 2012	74
Tabelle 24:	Güterumschlag und Abschätzung der Belade- und Entladevorgänge auf Tankschiffen im Rheinstromgebiet	76
Tabelle 25:	VOC-Emissionen durch die Entgasung von Binnenschiffen in den Niederlanden – mittlere Abschätzung („actual estimate“) für das Jahr 2011	78
Tabelle 26:	Abschätzung der durchschnittlichen Anzahl der Ventilierungen auf deutschen Binnenwasserstraßen für das Jahr 2012 und die daraus resultierende durchschnittliche Menge an VOC	80
Tabelle 27:	Daten der Entgasungsanlage von ATM Moerdijk b.v.	88
Tabelle 28:	Daten der Entgasungsanlage von Specialised Tanker Services	90
Tabelle 29:	Daten der Anlage von MariFlex Group, Hafen Rotterdam (in der Testphase)	93
Tabelle 30:	Daten der Anlage von MTD, Hafen Antwerpen	94
Tabelle 31:	Daten der mobilen Anlage von AQ, Hafen Antwerpen (in Betrieb)	96
Tabelle 32:	Daten der geplanten mobilen katalytischen Oxidationsanlage von AQ, Hafen Antwerpen	98
Tabelle 33:	Daten der Anlage von Vaporsol im Hafen von Antwerpen (in der Testphase)	98
Tabelle 34:	Übersicht über derzeit verfügbare bzw. geplante Entgasungsoptionen für Binnentankschiffe	101
Tabelle 35:	Übersicht über verfügbare Abgasreinigungsverfahren	104
Tabelle 36:	Bewertungsmatrix der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnentankschiffe	107
Tabelle 37:	Definition und Kurzbeschreibung der Szenarien	115
Tabelle 38:	Ergebnis der Bewertung der Szenarien	121

Abkürzungsverzeichnis

ABL.	Amtsblatt
Abs.	Absatz
ADN	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation interieure)
ADNR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation du Rhin)
ADR	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)
Art.	Artikel
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BaWü	Baden-Württemberg
BDB	Bundesverband der deutschen Binnenschifffahrt e.V.
BDS	Bundesverband der Selbstständigen e.V.
BGBL.	Bundesgesetzblatt
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BiPRO	Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen GmbH
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
ca.	circa
CDNI	Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt (Convention relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure)
CEFIC	The European Chemical Industry Council
CPA	Europäische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen (European Classification of Products by Activity)
DIN	Deutsches Institut für Normung
EG	Europäische Gemeinschaft
ELWIS	Elektronisches Wasserstraßen-Informationssystem
EN	Europäische Norm
et al.	et alia (und andere)
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
e.V.	eingetragener Verein
f.	folgende (einzelne Seite/einzelter Satz)

FB	Fachbereich
ff.	folgende (mehrere Seiten/Sätze)
FFV	Flexible fuel vehicle(s)
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
FKZ	Forschungskennzahl
g	Gramm
GGVBinSch	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Binnenschifffahrt)
GGVSEB	Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRTS	Gaseous Residues of liquid cargo in inland Tanker Shipping
inkl.	inklusive
Kap.	Kapitel
kt	Kilotonne(n)
l	Liter
LAI	Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
max.	maximal
min.	minimal
Mio.	Million(en)
MWV	Mineralölwirtschaftsverband e.V.
n.a.g.	nicht anderweitig genannt
NEC	National Emission Ceilings
Nm³	Normkubikmeter
No., Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
NST-2007	Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007 (Nomenclature uniforme de marchandise pour les statistiques de transport)
NST/R	Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik (Nomenclature uniforme de marchandise pour les statistiques de transport, révisée)
OK	Ottokraftstoff
RID	Regelung zur internationalen Beförderung gefährlicher Güter im Schienenverkehr (Règlement concernant le transport international ferroviaire de marchandises dangereuses)
S.	Seite(n)
StaBu	Statistisches Bundesamt
t	Tonne(n)
TMS	Tankmotorschiff

TOP	Tagesordnungspunkt
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnliche
UBA	Umweltbundesamt
UEG	Untere Explosionsgrenze
UN	Stoffnummer, von einem Expertenkomitee der Vereinten Nationen (UN) festgelegte, vierstellige Nummer für alle gefährlichen Stoffe und Güter
UTV	Unabhängiger Tanklagerverband e.V.
u.U.	unter Umständen
v.a.	vor allem
VCI	Verband der Chemischen Industrie e.V.
vgl.	vergleiche
VLAREM II	Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (flämisches Umweltgesetz)
VOC	leichtflüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds)
VRU	Dämpferückgewinnungsanlage (Vapour recovery Unit)
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
z.B.	zum Beispiel
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt
z.T.	zum Teil

Zusammenfassung

Hintergrund und Zielsetzung

In Deutschland wurden 2012 insgesamt etwa 5,6 % (ca. 223 Mio. t) des gesamten Güterverkehrsaufkommens der Landverkehrsträger auf deutschen Wasserstraßen befördert. Der Anteil an flüssigen Gütern, die mit Binnentankschiffen transportiert wurden, lag im Jahr 2012 bei ca. 21 % (48 Mio. t), wobei flüssigen Mineralölerzeugnisse mit 56 % davon den größten Anteil darstellen. Dabei entfielen mehr als 85 % der Transporte an flüssigen Gütern auf den Rhein bzw. das Rheinstromgebiet², welches somit das bedeutendste Wasserstraßensystem in Deutschland ist.

Nach dem Transport und der Entladung von bestimmten flüssigen Mineralölerzeugnissen befinden sich in den entladenen Tanks von Binnentankschiffen noch Ladungsrestdämpfe flüchtiger organischer Verbindungen (VOC), die negative Auswirkungen auf die Gesundheit sowie die Umwelt (Vorläufersubstanz von bodennahem Ozon) haben.

Gemäß der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffe (UN 1203), Kraftstoffgemische (UN 3475) und Rohbenzin (UN 1268) (20. BImSchV³) müssen Restdämpfe dieser Stoffe aus beweglichen Behältnissen wie Binnentankschiffen solange zurückgehalten werden, bis sie entweder in ein Tanklager zurückgependelt oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden können. Die Binnentankschiffe sind deshalb so ausgerüstet, dass die beim Beladen aus den Ladetanks verdrängten Dämpfe an Land abgegeben werden können.

Das Ventilieren der Dämpfe in die Atmosphäre ist gemäß 20. BImSchV nur in Einzelfällen auf Antrag bei der zuständigen Behörde möglich, wie zum Beispiel bei einem geplanten Werftaufenthalt. Des Weiteren sind Ventilierungen in die Atmosphäre ohne vorherige Genehmigung erlaubt, wenn ein unerwarteter Werftaufenthalt bzw. eine Reparatur ansteht und die Gasfreiheit des Schiffes für die Reparatur erforderlich ist. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass zum Teil auch unerlaubte Ventilierungen durchgeführt werden. Ein Grund hierfür sind die in Deutschland fehlenden Möglichkeiten, Binnentankschiffe landseitig zu entgasen und die gasförmigen Restdämpfe kontrolliert, z.B. in eine Abgasreinigungsanlage, abzugeben [Bauer et al. 2010].

Vor diesem Hintergrund war das Ziel des Projektes, mit Hilfe einer Machbarkeitsstudie die verschiedenen technischen Möglichkeiten der Entgasung von Binnentankschiffen zu identifizieren und ihre jeweilige technische und wirtschaftliche Umsetzung für die Nutzung durch Binnentankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebiets⁴ zu untersuchen.

Dazu wurde in einem ersten Schritt die Anzahl der jährlich stattfindenden Entgasungsvorgänge bei Kraftstoffgemischen und Rohbenzin abgeschätzt, um so den tatsächlichen Bedarf an Entgasungsmöglichkeiten zu ermitteln. Für Ottokraftstoffe wurde bereits in 2010 [Bauer et al. 2010] die Anzahl der stattfindenden Ventilierungen - erlaubte und unerlaubte - quantitativ geschätzt.

Weiterhin wurde im Rahmen dieser Studie eine Bestandsaufnahme bereits vorhandener bzw. in Planung befindlicher Abgasreinigungsanlagen, die für eine Entgasung von Binnentankschiffen geeignet sind, durchgeführt. Auch andere Möglichkeiten zur Reduktion der gasförmigen Emissionen (z.B. Ausweitung von Einheitstransporten, kompatible Transporte) wurden beschrieben und ihre Vor- und

² StaBu 2013, S. 29 f.

³ Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin)“ vom 27. Mai 1998 (BGBl. I S. 1174), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021) geändert worden ist)

⁴ Das Rheinstromgebiet umfasst neben dem Rhein selbst auch die schiffbaren Flussläufe der Nebenflüsse Main, Mosel, Saar, Neckar und Lahn auf deutschem Boden.

Nachteile bewertet. Anschließend wurden verschiedene Umsetzungsszenarien entwickelt und bewertet. Basierend auf der Bewertung der einzelnen Szenarien wurde abschließend eine Empfehlung für das am besten geeignete Umsetzungsszenario für Deutschland gegeben.

Übersicht über die aktuelle Situation - Ventilierungsvorgänge

Binnentankschiffe werden für den Transport von verschiedenen flüssigen und gasförmigen Stoffen eingesetzt. Ein vollständiges Entladen der Schiffe ist jedoch nicht möglich, da flüssige als auch gasförmige Restladung⁵ sowohl im Ladetank als auch in den Leitungen/Pumpen verbleiben. Werden anschließend die gleichen Substanzen transportiert (Einheitstransporte), so sind die Reste unproblematisch, da keine Verunreinigung der Nachfolgeladung auftritt. Findet jedoch ein Ladungswechsel statt, so müssen die Schiffe bzw. Tanks - abhängig von der Nachfolgeladung - weitestgehend restentleert und z.T. auch gasfrei⁶ sein, um eine Verunreinigung der nachfolgenden Ladung zu verhindern. Ebenso müssen Tanks, Pumpen, Rohrleitungen und Filter vollständig restentleert und gasfrei sein, wenn Reparaturarbeiten am Tank durchgeführt werden bzw. wenn ein Werftaufenthalt ansteht.

Während die flüssigen Reste z.B. über ein Nachlenzsystem minimiert werden können, bestehen für die in den Tanks enthaltenen Restdämpfe die Möglichkeiten diese entweder bei der Beladung in die landseitigen Tanks zu pendeln bzw. einer Abgasreinigungsanlage zuzuführen oder – falls diese Möglichkeiten nicht gegeben sind – diese in die Atmosphäre abzugeben (ventilieren).

In der nachfolgenden Abbildung werden die Ursachen für die Notwendigkeit des „Entgasens“ der Tanks von Ottokraftstoff-, Kraftstoffgemisch- und Rohbenzindämpfen bei Binnentankschiffen dargestellt sowie die gemäß 20. BImSchV vorgesehenen Möglichkeiten, mit den gasförmigen Restdämpfen einer flüssigen Ladung umzugehen:

5 Kapitel 1.2 Begriffsbestimmungen und Maßeinheiten [ADN 2009]:

Restladung: Flüssige Ladung, die nach dem Löschen ohne Einsatz eines Nachlenzsystems als Rückstand im Ladetank oder im Leitungssystem verbleibt.

6 Kapitel 1.2 Begriffsbestimmungen und Maßeinheiten [ADN 2009]:

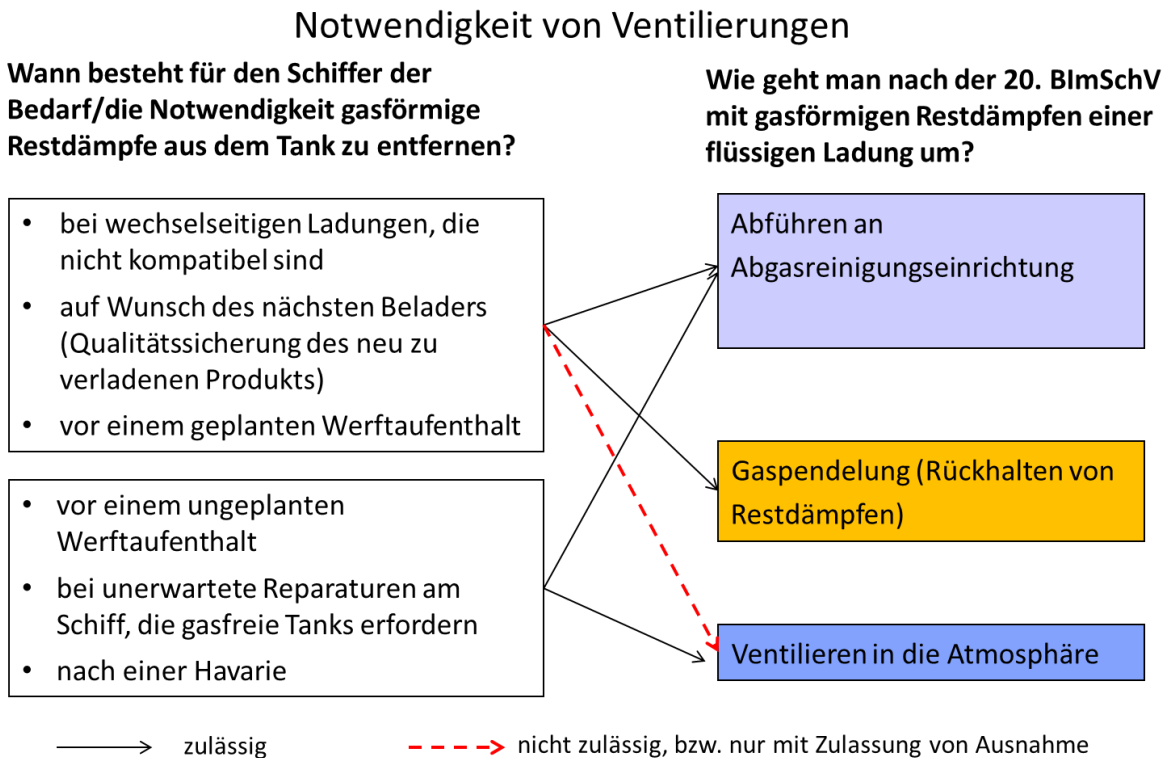
Definition Zustand des Ladetanks:

entladen: leer, aber noch Restladung vorhanden

leer: trocken, aber nicht gasfrei

gasfrei: keine nachweisbare Konzentration von gefährlichen Gasen vorhanden.

Abbildung 1: Ursachen und Möglichkeiten des Ventilierens



Bei unerwarteten Reparaturarbeiten, die schnell durchgeführt werden müssen, bzw. nach einer Havarie sind die Möglichkeiten, die Abgase landseitig abzugeben bzw. einen kurzfristigen Antrag zu stellen, typischerweise nicht möglich. Deshalb ist gemäß 20. BImSchV in diesen Fällen das Ventilieren in die Atmosphäre möglich, ohne dass vorher eine Ausnahmegenehmigung zu beantragen ist. Es müssen jedoch auch hier die Vorgaben des ADN 2013 eingehalten werden.

Bei einem Ladungswechsel bzw. einem geplanten Werftaufenthalt ist gemäß 20. BImSchV ein Ventilieren in die Atmosphäre nicht erlaubt, außer es wird ein entsprechender Antrag bei der zuständigen Länderbehörde gestellt und genehmigt. Falls der Antrag nicht genehmigt wird, steht den Binnenschiffen derzeit aufgrund fehlender geeigneter Abgasreinigungseinrichtungen nur die Möglichkeit der Gaspendingung mit den entsprechenden logistischen Maßnahmen – Ladung eines Stoffes der Kompatibilitätsliste – bzw. Entgasungsoptionen außerhalb Deutschlands zur Verfügung. Eine Übernahme der gasförmigen Restdämpfe beim Beladen von kompatiblen Produkten ist jedoch nur möglich, wenn die Verladestelle mit der entsprechenden Infrastruktur ausgestattet ist. Anderenfalls können nur gasfreie Schiffe beladen werden.

Aktuell gibt es keine statistischen Daten, wie viele Ventilierungen jährlich von Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen auf deutschen Binnengewässern stattfinden, da zum einen keine entsprechende Meldepflicht besteht und zum anderen die bei den Länderbehörden gestellten Anträge nicht zentral erfasst werden. Nach Aussage der Länderbehörden ist jedoch die Anzahl der gestellten Anträge auf eine Ausnahmegenehmigung extrem gering.

Im Hinblick auf die Durchführung von unerlaubten Ventilierungen auf deutschen Binnengewässern gibt es ebenfalls keine Informationen. Aufgrund der Tatsache, dass es derzeit in Deutschland keine Möglichkeit gibt, Binnentankschiffe zu entgasen, wird davon ausgegangen, dass unerlaubte Ventilierungen stattfinden.

Aufgrund fehlender Dokumentation und fehlender bundesweiter zentraler Erfassung der Vorgänge konnte die Anzahl der tatsächlich stattfindenden Entgasungsvorgänge nur auf der Basis von statistischen Transportdaten, Auswertungen von Fragebögen und Expertengespräche abgeschätzt werden.

Die Daten aus den unterschiedlichen Quellen wurden anschließend miteinander in Bezug gesetzt und verknüpft, um so die Anzahl der Ventilierungen und die hieraus entstehenden emittierten Mengen an VOCs abzuschätzen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Zahlen und Abschätzungen der drei von der 20. BImSchV erfassten Produktgruppen zusammengefasst:

Tabelle 1: Abschätzung der durchschnittlichen Anzahl der Ventilierungen auf deutschen Binnenwasserstraßen für das Jahr 2012 und die daraus resultierende durchschnittliche Menge an VOC

Ventilierungen aufgrund geplanter Werftaufenthalte	30 - 42
Sonstige Ventilierungsvorgänge	28 - 422
Summe Ventilierungsvorgänge	58 - 464 (Durchschnitt 261)
Durchschnittliche Tankladung pro Tankschiffstransport	1.423 t
Durchschnittliches Tankvolumen pro Tankschiffstransport	1.897 m ³
Durchschnittliche Entgasungsmenge pro Ventilierungsvorgang	950 - 1.900 kg
Durchschnittliche Entgasungsmenge pro Jahr in Deutschland (2012)	55.100 - 881.600 kg

Generell lässt sich zur Ist-Situation festhalten, dass die deutschen Binnenschiffer versuchen, die Anzahl der Ventilierungen durch entsprechende Maßnahmen (z.B. optimierte Reiseplanung, Einheitstransporte, Transport kompatibler Produkte) so gering wie möglich zu halten. Aber aufgrund fehlender Abgasreinigungseinrichtungen sind Ventilierungen von Ottokraftstoff-, Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen in die Atmosphäre immer noch erforderlich. Die Aussagen der Binnenschiffer zur Anzahl der tatsächlich durchgeführten/erforderlichen Ventilierungen waren jedoch zum Teil sehr unterschiedlich.

Bezüglich der tatsächlichen Anzahl an Ventilierungen besteht aufgrund der lückenhaften Datenlage eine hohe Unsicherheit. Hohe Unsicherheiten bestehen auch hinsichtlich der zukünftigen Anzahl der Ventilierungen bei einer möglichen Ausweitung des Ventilierungsverbots auf weitere Stoffe, z.B. VOCs aus der chemischen Industrie und dem damit voraussichtlich verbundenen höheren Bedarfs an Ventilierungen. Auch eine Verbesserung der Kontrollmöglichkeiten unerlaubter Entgasungen könnte in Zukunft den Bedarf an Entgasungsmöglichkeiten erhöhen.

Die wichtigsten Umschlaghäfen, bei denen ein Empfang flüssiger Mineralölprodukte stattfindet, befinden sich am Niederrhein (Köln und Duisburg), am Oberrhein (Ludwigshafen, Karlsruhe, Speyer) und im Unterlauf des Mains (Großraum Frankfurt bis Hanau). Der Versand wird hauptsächlich durch die Standorte der Raffinerien dominiert (Köln-Godorf, Karlsruhe, Wesseling). Zum oberen Ende der

schiffbaren Flüsse, insbesondere der Nebenflüsse, tritt in deutschen Häfen praktisch kein Versand mehr auf, so dass in diesen Bereichen die Tankschiffe häufig flussabwärts leer zurückfahren müssen.

Übersicht über die Verfügbarkeit und Nutzung von Abgasreinigungsanlagen für Binnentankschiffe in Deutschland, Belgien und den Niederlanden

Im Rahmen der Studie wurde eine Bestandsaufnahme der derzeit verfügbaren und geplanten Abgasreinigungsanlagen für Binnentankschiffe in Deutschland und den Rheinanrainerstaaten durchgeführt. Basierend auf den Informationen aus den Fragebögen und der Internetrecherche wurden Service- und Technologieanbieter identifiziert, die entsprechende Abgasreinigungsanlagen bereits betreiben, planen bzw. deren Technologien grundsätzlich für die Entgasung von Binnentankschiffen geeignet sind. Dabei wurde auch explizit darauf eingegangen, inwieweit diese Anlagen stationär zu betreiben sind oder aber auch mobil einsetzbar sind (z.B. auf einem LKW, auf Serviceschiffen oder Leichtern).

Die durchgeführte Bestandsaufnahme ergab, dass es in Deutschland bereits konkrete Planungen für eine stationäre Anlage gibt und in den Niederlanden und Belgien zudem mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien (z.B. Kondensation) bereits zur Verfügung stehen bzw. sich in der Erprobungsphase befinden. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die aktuellen Entwicklungen derzeit v.a. auf mobile Anlagen konzentrieren (Service-Schiff, Ponton oder LKW), die je nach Bedarf an verschiedenen Orten/Häfen eingesetzt werden können. Hinsichtlich der angewendeten Technologie zur Behandlung der Restdämpfe gibt es keine eindeutigen Trends.

Im Zuge der Befragung der Technologiehersteller und Serviceanbieter wurden auch verschiedene technische (z.B. Kapazität der Anlage, zu behandelndes Stoffspektrum) und wirtschaftliche Daten (Investitions- und Betriebskosten) zu den bestehenden bzw. geplanten Anlagen abgefragt, die für die spätere Bewertung der Umsetzung herangezogen wurden.

Die nachfolgende Tabelle fasst die aktuelle Situation in Deutschland, den Niederlanden und Belgien zusammen:

Tabelle 2: Übersicht über derzeit verfügbare bzw. geplante Entgasungsoptionen für Binnentankschiffe

	Deutschland	Niederlande	Belgien
Stationäre Anlage in Betrieb			
Abgasreinigungseinrichtung zum Entgasen von Binnentankschiffen		Moerdijk: Thermische Oxidation	Hafen Antwerpen: Aktivkohleanlage;
Tanklager mit Abgasreinigungseinrichtung Raffinerie mit Abgasreinigungseinrichtung	Anlagen mit verschiedenen Technologien (z.B. Absorption mit Aktivkohle oder anderem Absorbens, Membrantechnologie, Tiefkühlkondensation) verfügbar, aber nicht zum Entgasen von Binnentankschiffen geeignet	Keine Angaben verfügbar (nicht Gegenstand der Untersuchung)	
Stationäre Anlage in Planung			
Abgasreinigungseinrichtung zum Entgasen von Binnentankschiffen	Wesel: Schiffsreinigungsanlage mit separater Entgasungsmöglichkeit; thermische Verwertung	Moerdijk: Thermische Oxidation	
Mobile Anlagen in Betrieb			
Mobile Abgasreinigungseinrichtung an Land	Anlagen mit verschiedenen Technologien in Betrieb (z.B. Adsorption mit Aktivkohle oder anderem Adsorbens, Membrantechnologie, Tiefkühlkondensation, thermische Oxidation); derzeit aber meist zum Entgasen von stationären Tanks eingesetzt		
			Hafen Antwerpen: mobile Kryokondensationsanlage zum Entgasen von Binnentankschiffen
Mobile Anlagen in Testbetrieb bzw. in Planung			
Mobile Abgasreinigungseinrichtung schwimmend (z.B. auf Ponton)	Derzeit keine Anlage in Betrieb oder Testbetrieb	Hafen Rotterdam, Amsterdam: Kryokondensationsanlage im Testbetrieb	Hafen Antwerpen: Kryokondensationsanlage im Testbetrieb Adsorptions-/Absorptionsanlage im Testbetrieb
Mobile Abgasreinigungseinrichtung an Land			Hafen Antwerpen: katalytische Oxidation (auf LKW)
Bordeigene Abgasreinigungseinrichtung	Derzeit keine Anlage im Betrieb		

Weitere organisatorische Möglichkeiten zur Verringerung von gasförmigen Emissionen

Basierend auf den Aussagen von Reedereien geht der Trend generell zu mehr Einheitstransporten, d.h. dass immer mehr Schiffe ausschließlich für den Transport eines bestimmten Produktes eingesetzt werden. Einheitstransporte werden v.a. in der chemischen Industrie durchgeführt, um Verunreinigungen der Produkte zu verhindern.

Der Trend zum Einheitstransport wird zum einen durch das Ventilierungsverbot forciert, zum anderen sind aber auch aufgrund der Qualitätsvorgaben der Kunden (z.B. Mineralölfirmer oder Kerosin

für Flughäfen) Einheitstransporte erforderlich, um eventuelle Verunreinigungen durch Reste aus der Vorladung zu vermeiden.

Die Zunahme an Einheitstransporten hat zur Folge, dass einerseits die Anzahl der Ventilierungen signifikant reduziert wird (Ventilierungen sind nur noch erforderlich vor einem Werftaufenthalt bzw. einer Reparatur), andererseits aber mehr Leerfahrten durchgeführt werden, da die Schiffe meist nicht im selben Ort/Gebiet, wo sie entladen, auch eine entsprechende Ladung aufnehmen können. Durch diese Leerfahrten entstehen den Reedereien erhöhte Kosten (Treibstoffkosten, Arbeitszeitkosten), aber auch ein höherer logistischer Aufwand.

Eine weitere Möglichkeit, Ventilierungen und somit VOC Emissionen zu reduzieren, ist die Anwendung von Kompatibilitätslisten. Kompatibilitätslisten enthalten Produkte, für die Auftraggeber/Verlader bei einer wechselseitigen Beladung zwischen z.B. Ottokraftstoff und den genannten Produkten keine entgasten Schiffe mehr anfordern, sofern keine Gefährdung für die Verwendung der Produkte besteht (z.B. Dieselkraftstoff, Gasöl, Heizöl).

Ladungskompatibilitäten, auch individuell vom Kunden vorgegebene, haben in der Praxis sowohl Vor- als auch Nachteile. Vorteile sind, dass Ladungswechsel häufiger ohne vorheriges Entgasen des Binnentankschiffs möglich sind, was zu einer Reduktion der Anzahl an Ventilierungen und somit zur Emissionsreduktion führt. Zudem ermöglicht das Laden von kompatiblen Produkten eine höhere Flexibilität und Auslastung der Binnenschiffe im Vergleich zu Einheitstransporten.

Wesentliche Nachteile sind, wie bereits oben beschrieben, dass das Beladen von kompatiblen Ladungen nur bei Anlagen mit Abgasreinigungsanlage möglich ist, da die Dämpfe, die beim Befüllen verdrängt werden, einer Abgasreinigungsanlage zugeführt werden müssen. Gaspendelanlagen sind hier meist nicht möglich. Des Weiteren können bei höheren Restmengen Kontaminationen des Produktes nicht ausgeschlossen werden. So sind Veränderungen der Eigenschaften des Produkts möglich, z.B. eine Verschiebung des Flammpunktes.

Beschreibung weiterer technischer Optionen

Für die Behandlung und Rückgewinnung von flüchtigen organischen Verbindungen stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, die bereits seit Jahren in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden. Im Rahmen des Projektes wurden die verfügbaren technischen Optionen beschrieben und anschließend auf ihre Eignung für das Entgasen von Binnentankschiffen bewertet. Die meisten dieser Technologien werden bereits in bestehenden Anlagen bzw. in Pilotanlagen für Binnentankschiffe eingesetzt.

Zur Bewertung der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung zum Entgasen von Binnentankschiffen wurden verschiedene Kriterien festgelegt. Dabei wurde unterschieden zwischen Kriterien, welche die Anlagen/Technologien in jedem Fall erfüllen müssen (Mindestkriterien), und Kriterien, die sie darüber hinaus erfüllen sollten (Zusatzkriterien). Die letzteren sind Kriterien, die zum Beispiel mögliche zukünftige Entwicklungen berücksichtigen bzw. Vorschläge von betroffenen Akteuren aufnehmen.

Tabelle 3: Bewertungsmatrix der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnentankschiffe

	Absorption	Kondensation	Oxidation		Membran	Adsorption	biologisch
			TNV	KNV			
Technische Eignung zur Behandlung der	+	++	++	++	++	++	++

	Absorption	Kondensation	Oxidation		Membran	Adsorption	biologisch
			TNV	KNV			
relevanten Stoffe							
Geeignet für größere Volumenströme mit wechselnden Konzentrationen	++	++	++	++	++	+	-
Emissionsminderungspotenzial	+	++	++	++	++	+	+
Rückgewinnung/energetische Verwertung der Dämpfe	~	++	~ ⁷	~ ⁴¹	++	+ / -	-
Erweitertes Stoffspektrum	-	+	++	-	+	~	-
Mobile Anlage verfügbar/möglich	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
Technologie "On-board" möglich	?	?	?	?	?	?	--
Bereits zum Entgasen von Binnentankschiffen eingesetzt (Referenzanlagen/ Testanlage verfügbar)	✓	✓	✓	?	?	✓	?

++ sehr gut geeignet; + gut geeignet, ~ geeignet; - weniger geeignet;
 -- nicht geeignet; ✓ verfügbar ? keine Angaben verfügbar
 TNV: thermische Nachverbrennung; KNV: Katalytische Nachverbrennung;
 grün: Mindestkriterien; grau: Zusatzkriterien

Grundsätzlich sind alle in der Tabelle aufgeführten Technologien technisch geeignet, die Stoffe der 20. BImSchV zu behandeln, allerdings sind biologische Verfahren für wechselnde Konzentrationen nicht geeignet. Alle weiteren Technologien erfüllen dieses Kriterium und können auch bei größeren Volumenströmen eingesetzt werden. Auch im Hinblick auf das Emissionsminderungspotenzial entsprechen alle oben beschriebenen Technologien den Mindestanforderungen. Zum Teil werden sogar Abscheidegrade von über 99 % erreicht (Membrananlagen).

Das Kriterium der Rückgewinnung ist bei den Oxidationsverfahren sowie bei biologischen Verfahren primär nicht erfüllt, da hier die Stoffe verbrannt bzw. in andere Stoffe umgesetzt werden (Umwandlung/Zersetzung bei biologischen Verfahren). Eine energetische Verwertung ist aber grundsätzlich auch bei Oxidationsverfahren möglich. Bei allen anderen Verfahren werden die Stoffe entweder direkt vor Ort zurückgewonnen (Kondensation, Membran) oder können durch eine entsprechende externe Aufbereitung zurückgewonnen werden (Absorption, Adsorption). Die zurückgewonnenen Stoffe können anschließend entweder wiederverwendet bzw. einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Im Hinblick auf eine mögliche Ausweitung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe sind vor allem die Adsorptions-, Kondensations- und Membranverfahren geeignet, da sie ein weites Spektrum an Stoffen abdecken können. Aber auch bei der thermischen Nachverbrennung (TNV) ist eine Erweite-

⁷ nur energetische Verwertung möglich

zung des Produktspektrums kein Problem, solange die Schadstoffe brennbar sind. Bei allen weiteren Verfahren muss im Einzelfall geprüft werden, ob und in welchem Umfang weitere Stoffe behandelt werden können.

Nach Aussage der Hersteller sind grundsätzlich alle beschriebenen Technologien bis auf die biologischen Verfahren als mobile Anlagen bereits verfügbar. Erfahrungen mit dem Entgasen von Binnentankschiffen liegen inzwischen bei fast allen Anlagen vor.

Inwieweit die oben beschriebenen Technologien auch als On-board-Anlagen auszuführen sind, hängt u.a. vom Platzbedarf, Sicherheitsaspekten und vor allem den damit verbundenen Kosten ab. Grundsätzlich ist es nach Aussage der Hersteller möglich, entsprechende Anlagen auf einem Binnentankschiff zu installieren (außer für biologische Verfahren). Bisher gibt es aber noch keine entsprechenden Pilotanlagen.

Im Hinblick auf die Kosten ist eine Bewertung der Anlagen nur bedingt durchführbar, da zum einen die Investitionskosten betrachtet werden müssen und zum anderen auch die Betriebskosten eine zentrale Rolle spielen. Informationen bezüglich Investitionskosten und Betriebskosten sind nur sehr begrenzt verfügbar. Vor diesem Hintergrund ist eine allgemeine ökonomische Bewertung der Technologien nicht möglich.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass entsprechende Technologien zum Entgasen von Binnentankschiffen, die sowohl die Mindestanforderungen als auch die Soll-Kriterien erfüllen, verfügbar sind. Die entsprechenden Anlagen befinden sich z.T. bereits im Einsatz bzw. in der Testphase.

Definition und Bewertung der Szenarien

Für die Bewertung, inwieweit die derzeit bereits verfügbaren bzw. in Planung befindlichen Technologien zum Entgasen für Binnentankschiffe technisch und wirtschaftlich für die Nutzung durch Binnentankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebiets umgesetzt werden können, wurden verschiedene Umsetzungsszenarien entwickelt. Als Basis für die Entwicklung der Szenarien wurden zum einen die im Zuge dieses Projektes ermittelten Daten zur aktuellen Situation im Hinblick auf Ventilierungsvorgänge sowie bereits verfügbarer Technologien herangezogen, andererseits aber auch zukünftige Entwicklungen mit einbezogen.

Vor dem Hintergrund der Ausgangssituation wurden deshalb folgenden Szenarien entwickelt, die zum einen sicherstellen sollen, dass die Vorgaben der 20. BImSchV in Deutschland eingehalten werden können und zum anderen aber auch Nachteile und Kosten für die Beteiligten minimiert bzw. Vorteile gegenüber der jetzigen Situation realisiert werden können.

Tabelle 4: Definition und Kurzbeschreibung der Szenarien

Szenario	Kurzbeschreibung
Szenario 1a	Installation einer stationären Anlage an einem strategisch wichtigen Punkt und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen
Szenario 1b	Aufbau von mehreren stationären Anlagen an strategisch wichtigen Punkten und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen
Szenario 2	Kombination von mobilen Anlagen, stationären Anlagen sowie verstärkte Anwendung der organisatorischen Maßnahmen
Szenario 3	Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI Entgasungsmöglichkeiten an allen Löschstellen oder bei Dienstleistern (Übernahmepflicht)

Die Bewertung der Szenarien erfolgte anhand unterschiedlicher Kriterien wie z.B. technische Machbarkeit, Flexibilität des Systems, zeitliche Umsetzung der Technologien sowie der Erforderlichkeit zusätzlicher rechtlicher und/oder organisatorischer Maßnahmen. Die nachfolgende Tabelle fasst die Bewertung der einzelnen Szenarien sowie die wichtigsten Vor- und Nachteile zusammen:

Tabelle 5: Ergebnis der Bewertung der Szenarien

	Szenario 1a eine Anlage, stationär	Szenario 1b mind. drei Anlagen, stationär	Szenario 2 Kombination mo- bile Anlagen/ stationäre Anlage	Szenario 3 Anlagen an jeder Löschstelle bzw. bei Dienstleister
Technische Machbarkeit	++	++	++	~
Flexibilität	-	~	++	~
Zeitliche Umsetzung	2-3 Jahre	> 3 Jahre	ca. 1 Jahr (mobile)/ 2-3 Jahre (stationäre Anlage)	> 3 Jahre
Rechtliche und organi- satorische Umsetzung von Maßnahmen	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Wirtschaftlichkeit	+	-	+	--
Vorteile	Anlage bereits in Planung; Anlage wird in Kom- bination mit einer Schiffsreinigungsan- lage gebaut	Reduzierte Anfahrts- wege	Hohe Flexibilität; Kurze Umsetzungs- phase; Reduzierte Anfahrts- wege	Reduzierte Zeitverlus- te durch das Entgas- sen direkt vor Ort; Sehr hohe Flexibilität für die Reedereien; Zurückgewonnene Produkte können direkt vor Ort wieder eingesetzt werden; Nutzung von bereits etablierten Überwa- chungsstrukturen
Nachteile	Geringe Flexibilität; Weite Anfahrtswege; Hohe Investitions- kosten; Lange Implementie- rungszeiten; Keine Verwertung der Dämpfe	Gefahr von hohen Leerkapazitäten; Sehr hohe Investiti- onskosten; Lange Implementie- rungszeiten	Hohe Investitionskosten	Hohe Investitionskosten für jede einzelne Löschstelle; Lange Implementie- rungszeiten

Empfehlung

Basierend auf der Tatsache, dass es in Deutschland bereits konkrete Planungen für eine stationäre Abgasreinigungsanlage für Binnentankschiffe gibt und zudem in den Niederlanden und Belgien bereits mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien zur Verfügung stehen bzw. sich in der Erprobungsphase befinden, erscheint das Szenario 2 „Kombination mobile Anlagen/stationäre Anlage“ derzeit als das am besten geeignete Modell für Deutschland bzw. das Rheinstromgebiet.

Dieses Szenario bietet die höchste Flexibilität sowohl im Hinblick auf den aktuellen Entgasungsbedarf als auch die zukünftigen Entgasungskapazitäten, was v.a. aufgrund der hohen Unsicherheit bezüglich der tatsächlich stattfindenden Ventilierungen (Schätzungen liegen zwischen 58-464 Ventilierungsvorgängen pro Jahr) von großer Bedeutung ist.

Mit mobilen Anlagen können erforderliche Entgasungskapazitäten relativ schnell aufgebaut werden. Zudem können die Anlagen je nach Bedarf an verschiedenen Orten aber auch für weitere Anwendungen (z.B. Entgasen von Tanks in Tanklägern) eingesetzt werden. Dadurch kann die Auslastung und somit Wirtschaftlichkeit der Anlagen erhöht werden. Im Fall von mehreren mobilen Anlagen kann längerfristig ein Wettbewerb zwischen unterschiedlichen Anbietern realisiert werden, mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Preis pro Entgasungsvorgang.

Der Vorteil der geplanten stationären Anlage ist, dass diese Anlage das Entgasen von Binnentankschiffen als Zusatzoption zur Schiffsreinigung anbietet und somit mögliche Schwankungen im Hinblick auf die Anzahl der Ventilierungen leichter kompensieren kann.

Weiterhin bietet das Szenario die Möglichkeit einer zeitnahen Umsetzung, da bereits jetzt mobile Anlagen für die Entgasung von Binnentankschiffen zur Verfügung stehen bzw. im Probebetrieb getestet werden. Auch die bereits in Planung befindliche stationäre Anlage wäre innerhalb von 2-3 Jahren verfügbar.

Es wird empfohlen, gesetzliche Vorgaben zu etablieren, die die Genehmigungs- und/oder Zertifizierungsvoraussetzungen für mobile Anlagen für das Entgasen von Binnentankschiffen eindeutig festlegen. Dadurch könnten zum einen die Zeiten für eine Genehmigung/Zertifizierung reduziert werden und zum anderen auch die Sicherheit der Entgasungsvorgänge erhöht werden.

Hinsichtlich der Finanzierung des Szenarios wird empfohlen, durch entsprechende staatlich geförderte Investitionsprogramme eine Anschubfinanzierung zu ermöglichen bzw. durch die Übernahme bzw. durch Zuschüsse die Kosten der Entgasungsvorgänge für deutsche Binnentankschiffe zu übernehmen bzw. zu reduzieren.

Als zusätzliche flankierende Maßnahme wird die Aufnahme von gasförmigen Restdämpfen in das CDNI empfohlen. Dies hat den Vorteil, dass die Übernahme der Dämpfe länderübergreifend einheitlich geregelt wird und zudem durch die bereits etablierten Prüf- und Kontrollinstrumente (Entladebescheinigung) eine Überprüfung der Einhaltung des Ventilierungsverbotes erleichtert wird.

Zur Unterstützung der Einführung dieses Szenarios sollten zudem folgende noch ungeklärte oder noch nicht vollständig geklärte Punkte berücksichtigt werden:

- ▶ Definition der Gasfreiheit
- ▶ Definition einer Abgasreinigungsanlage in der 20. BImSchV
- ▶ Definition von Mindestvoraussetzungen für das Entgasen von Binnentankschiffen über schwimmende/mobile Anlagen
- ▶ Entgasen während der Fahrt (on board) oder mittels schwimmender Anlagen
- ▶ Umgang mit rückgewonnenen Stoffen oder Gemischen
- ▶ Definition und Abgrenzung Produkt/Abfall im Hinblick auf die Aufnahme in das CDNI

Summary

Background and objectives

In Germany, in the year 2012 about 5.6% (223 mio. t) of the total quantity of goods transport have been carried on German inland waterways. The share of liquid goods that have been transported by inland vessels was about 21 % (48 mio. t) in the year 2012, of which liquid mineral oil products show the largest share (56 %). More than 85 % of these transports of liquid goods fall upon the Rhine or the Rhine catchment area⁸, which therefore constitutes the most important inland waterway system in Germany.

After transport and unloading of certain liquid mineral oil products the unloaded tanks of inland vessels still contain vapor residuals of volatile organic compounds (VOC), which have negative impacts on human health and the environment as precursor chemical of ground-level ozone.

According to the 20th Ordinance for the Implementation of the Federal Immission Control Act (20. BImSchV), when loading processes and storage of petrol (UN 1203), ethanol/petrol mixtures (UN 3475) or naphtha (UN 1268), residual vapors of these substances have to be retained from mobile containers such as inland vessels until they can either be returned to a storage tank or discharged at a vapour treatment plant. Inland vessels are therefore equipped in a way that vapours pushed out of the cargo tanks can be handed over on shore.

Ventilation of these vapours to the atmosphere is allowed only in certain exceptional cases according to the 20. BImSchV upon application at the competent authority, as e.g. for a planned stopover at a wharf. In addition, ventilation into the atmosphere is allowed without prior approval when an unexpected stopover at a wharf or a repair is required and a gas-free ship is essential for the repair. However, it can be assumed that to some extent also unauthorised ventilations are undertaken. One reason for these unauthorised ventilations are the lacking possibilities in Germany to degas onshore and discharge the vapours in a controlled manner, e.g. at a vapour treatment plant [Bauer et al. 2010].

Against this background the objective of this project was to identify different technical possibilities for the degassing of inland vessels by means of a feasibility study and to analyse their technical and economic feasibility for the utilisation by inland vessels in the German Rhine catchment area⁹.

For this purpose, in a first step the number of degassing activities occurring annually with ethanol/petrol mixtures and naphtha was estimated in order to identify the actual demand of degassing facilities. For petrol, a quantitative estimation of the number of occurring ventilations – both authorised and unauthorised – has already been undertaken in 2010 [Bauer et al. 2010].

Furthermore, within the scope of this study an inventory of vapour treatment plants appropriate for degassing of inland vessels already available or in planning has been performed. Besides that, further possibilities for the reduction of gaseous emissions (e.g. the increase of dedicated or compatible transports) were described, and their advantages and disadvantages assessed. Subsequently, various implementation scenarios were developed and evaluated. Based on the evaluation of the scenarios, a recommendation for the implementation scenario most suitable for Germany was given.

Overview of the current situation – Ventilation activities

Inland vessels are employed for the transport of various liquid and gaseous substances. However, an exhaustive unloading of vessels is not possible because liquid and gaseous residual cargo¹⁰ remains

⁸ StaBu 2013, S. 29 f.

⁹ The Rhine catchment area comprises, beside the Rhine itself, also the navigable courses of the tributary streams Main, Mosel, Saar, Neckar and Lahn on German ground.

¹⁰ Chapter 1.2 Definitions and Units of Measurement [ADN 2013].

ADN version in English language issued by the United Nations Economic Commission for Europe:

in the cargo tank as well as in the pipelines and pumps. In case that the same substances are transported subsequently (dedicated transports), the residuals are unproblematic because no contamination of the subsequent load occurs. In case of a cargo change, however, the ships or tanks, depending on the subsequent cargo, have to be emptied of residuals to the greatest possible extent – partly also gas-free¹¹ – in order to prevent a contamination of the subsequent cargo. In the same way, tanks, pumps, pipelines and filters have to be fully emptied of residuals and gas-freed when repair works are performed at the tank or when a stopover at a wharf is required.

Whereas liquid residuals can be minimised, e.g. by a stripping system, vapour residuals have either be pushed into the on-shore tanks during the loading or discharged at a vapour treatment plant, or – in case these options are not given – ventilated into the atmosphere.

The following figure illustrates the reasons for the necessity of degassing tanks of inland vessels from vapours of petrol, ethanol/petrol mixtures and naphtha, as well as the options envisaged according to 20. BImSchV to treat the gaseous residues.

http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adn/adn2013/English/English_Vol_1.pdf

Residual cargo means liquid cargo remaining in the cargo tank or cargo piping after unloading without the use of the stripping system.

¹¹ Chapter 1.2 Definitions and Units of Measurement [ADN 2013].

ADN version in English language issued by the United Nations Economic Commission for Europe:

http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adn/adn2013/English/English_Vol_1.pdf

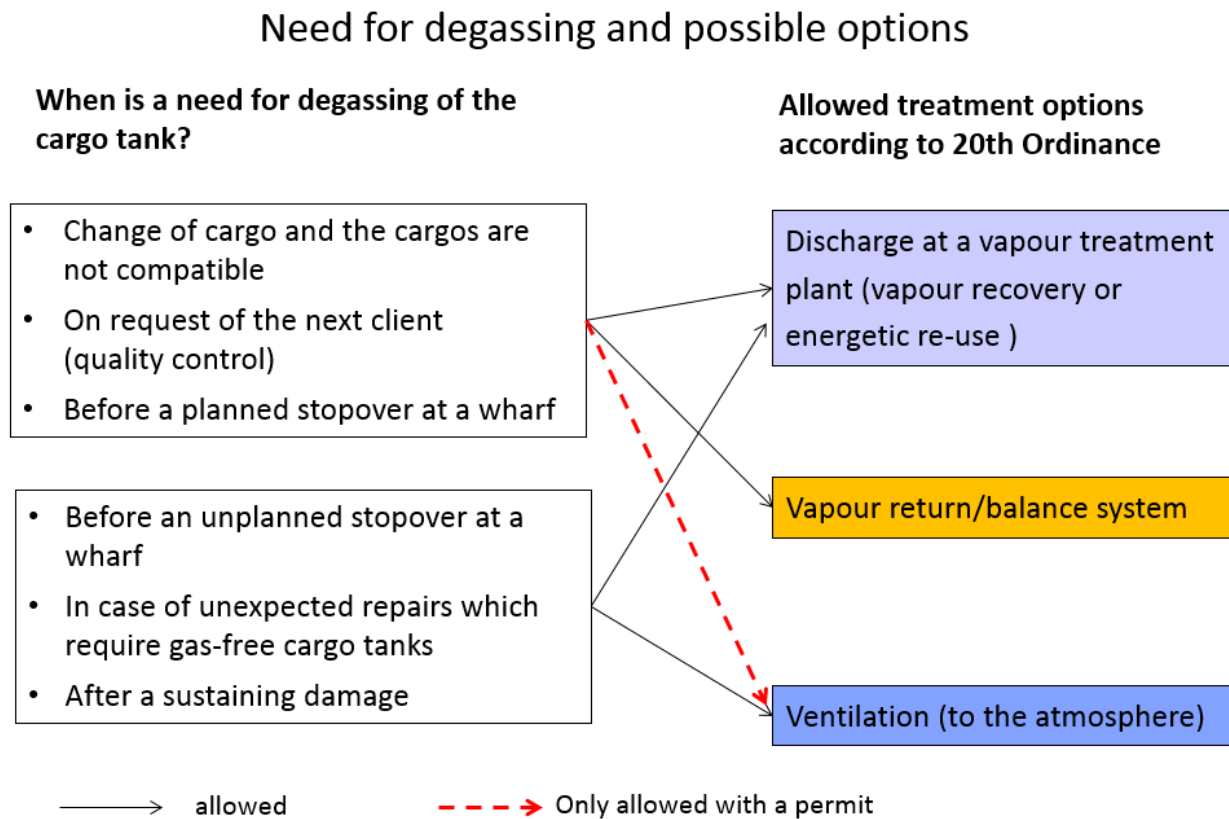
Definition condition of cargo tank:

discharged: empty, but containing residual cargo

empty: dry, but not gas-free

gas-free: not containing any measurable concentration of dangerous gases.

Figure 2: Reasons and options for degassing



In case of unexpected repair works that have to be carried out quickly, or after a damage, the options to discharge the vapour residues onshore or to file an application at short notice are typically not possible. Therefore, according to 20. BImSchV in these cases ventilation into the atmosphere is possible without having to apply for an exceptional permission in advance. However, also in this case the requirements of the ADN 2013 have to be applied.

In case of a cargo change or a planned stopover at a wharf ventilating into the atmosphere is not allowed, unless an appropriate application is filed and approved by the competent Federal State Authority. In case the application is not approved, currently for the inland vessels only the possibility of vapour return with the appropriate logistic measures – loading a substance from the compatibility list – or degassing options outside of Germany are available due to the unavailability of appropriate exhaust gas treatment facilities. A take-over of the gaseous residues when loading compatible products, however, is only possible when the loading site has suitable infrastructure. Otherwise only gas-free ships can be loaded.

Currently no statistical data is available on the annual number of ventilations of naphtha and ethanol/petrol mixture vapours on German inland waterways. The reasons for this is that on the one hand there is no obligation to report degassing activities, and on the other hand no centralized documentation of the applications filed at the Federal State Authorities takes place. According to statements of the Federal State Authorities, however, the number of applications filed for an exceptional permission is extremely low.

With regard to the transaction of unauthorised ventilations on German inland waterways there is no information as well. Due to the fact that there is at present no possibility in Germany to degas inland vessels it is assumed that unauthorised ventilations take place.

Because of the absence of documentation and centralised recording of incidents the number of actually occurring degassing activities could only be estimated on the basis of statistical transport data, evaluation of questionnaires and expert interviews.

In order to estimate the number of ventilations and the resulting amounts of VOCs emitted herefrom data of different sources have been evaluated and linked up. In the following table, the most important data and estimations of the three product groups covered by the 20. BImSchV are summarized:

Table 6: Estimation of the average number of ventilations on German inland waterways for the year 2012 and the resultant average amount of VOC

Ventilations due to planned stopovers at a wharf	30 - 42
Other ventilation activities	28 - 422
Sum of ventilation activities	58 - 464 (Average 261)
Average tank load per tanker transport	1,423 t
Average tank volume per tanker transport	1,897 m ³
Average degassing quantity per ventilation activity	950 – 1,900 kg
Average degassing quantity per year in Germany (2012)	55,100 – 881,600 kg

In general, the current situation can be characterised by the attempt of German inland sailors to keep the number of ventilations as small as possible by applying appropriate actions (e.g. optimised trip scheduling, dedicated transports or transport of compatible products). However, due to missing vapour treatment facilities, ventilations of vapours from petrol, naphtha and ethanol/petrol mixtures into the atmosphere are still inevitable. However, the statements of inland sailors about the number of ventilations required and carried out in reality are quite different.

With regard to the actual number of ventilations there is high uncertainty due to the incomplete data basis. High uncertainties also exist in consideration of the future number of ventilations in case of a potential extension of the prohibition of ventilations to further substances, e.g. VOC from chemical industry, and the higher necessity of ventilations which is likely to be linked with it. An improvement of control facilities for unauthorised degassing might increase the need for degassing facilities in future as well.

The most important ports of transshipment in which the arrival of liquid mineral oil products takes place are situated at the Lower Rhine (Cologne and Duisburg), at the Upper Rhine (Ludwigshafen, Karlsruhe, Speyer) and at the lower section of the river Main (greater area of Frankfurt up to Hanau). Dispatch is basically dominated by the refinery sites (Cologne-Godorf, Karlsruhe, Wesseling). Towards the upper end of the streamways, especially of the tributary streams, there is practically no more occurrence of dispatch, so that in these sectors tankers in many cases have to go back downstream without load.

Overview on the availability and utilisation of vapour treatment plants for inland vessels in Germany, Belgium and the Netherlands

Within this study, an inventory of currently available and planned vapour treatment plants for inland tankers in Germany and the neighbouring countries of the Rhine has been undertaken. Based on the information received via the questionnaires and from internet research, service and technology providers have been identified which already operate or plan to appropriate vapour treatment plants or whose technologies are in principle suitable for the degassing of inland tankers. In this context it was also examined to which extent these facilities are applicable for stationary operation only or for mobile applications as well (e.g. on a lorry, on service vessels or lighters).

The inventory carried out disclosed that there are already concrete plans for a stationary facility in Germany, and that in the Netherlands and Belgium mobile facilities using different technologies (e.g. condensation) are already available or in a trial stage. It could be noticed that current developments concentrate in particular on mobile facilities (service ship, pontoon or lorry), which can come into operation at different sites or harbours as the need arises. With regard to the technology applied for the treatment of the residual vapours there are no clear trends.

When interviewing the technology manufacturers and service providers, various technical data (e.g. plant capacity, substance spectrum to be treated) and economic data (investment and operating costs) on the existing or planned facilities have been asked for, which have been consulted for the subsequent implementation assessment.

Table 2 summarises the current situation in Germany, the Netherlands and Belgium:

Table 7: Overview on currently available and planned degassing options for inland tankers

	Germany	Netherlands	Belgium
Stationary facility in use			
Vapour treatment facility for the degassing of inland tankers		Moerdijk: Thermal oxidation	Port of Antwerp: Activated carbon
Fuel depot with vapour treatment facility; Refinery with vapour treatment facility	Facilities with different technologies (e.g. absorption with activated carbon or other absorbent, membrane technology, condensation) available, but not suitable for the degassing of inland tankers	No information available (not subject of study)	
Stationary facility in planning			
Vapour treatment facility for the degassing of inland tankers	Wesel: Ship cleaning facility with separate degassing option; thermal oxidation	Moerdijk: Thermal oxidation	
Mobile facilities in use			
Mobile vapour treatment facility onshore	Different technologies available (e.g. adsorption with activated carbon or other adsorbent, membrane technology, (cryo) condensation); currently used predominantly for the degassing of stationary tanks		
			Port of Antwerp: mobile cryo condensation facility available for the degassing of inland tankers
Mobile facilities in trial or in planning phase			
Mobile floating vapour treatment facility (e.g. on pontoon)	Currently no facility in operation or trial phase	Ports of Rotterdam, Amsterdam: Cryo condensation facility in trial phase	Port of Antwerp: Cryo condensation facility in trial phase Adsorption/absorption facility in trial phase
Mobile vapour treatment facility onshore			Port of Antwerp: Catalytic oxidation (truck)
On-board vapour treatment facility	Currently no facility in operation		

Further organisational options for the reduction of gaseous emissions

Based on the statements of shipowning companies, a general trend towards dedicated transports is observable, i.e. that more and more ships are utilised solely for the transport of one specific product. Dedicated transports are in particular undertaken in chemical industry in order to prevent contamination of products.

The trend towards dedicated transports is on the one hand pushed by the prohibition of ventilation, on the other hand due to the quality requirements of customers (e.g. producers of mineral oil or kerosene for airports) dedicated transports are necessary in order to avoid potential contamination caused by residues of the previous load.

The increase of dedicated transports has the following consequences: On the one side the number of ventilations is reduced significantly, because ventilations are only required prior to a stopover at a wharf or a repair. On the other side more empty trips are undertaken, because ships are mostly not

able to receive a corresponding load at the same site or region where they have been unloaded. Due to these empty trips increased costs for fuel and working time accrue for the shipowning companies, but also higher logistic efforts.

Another way to reduce the number of ventilations and thus VOC emissions is the application of compatibility lists. Compatibility lists comprise products for which clients/shipping agents do not request degassed ships any more in case of an alternating loading of e.g. petrol and the mentioned products, as far as there is no hazard for the use of the products (e.g. diesel fuel, gas oil, domestic fuel oil).

Load compatibilities, which may also be predetermined individually by the customer, have both advantages and disadvantages in practice. The advantages are that changes of load are possible more frequently without a prior degassing of the inland tanker, which leads to a reduced number of ventilations and consequently to a reduction of emissions. Furthermore, loading compatible products enables a higher flexibility and efficiency compared to dedicated transports.

Essential disadvantages are, as already described above, that loading compatible cargoes is only possible at sites with a vapour treatment unit, since the vapours that are pushed out during the filling operation have to be treated adequately. Vapour return systems are typically not applicable here as in case of higher quantities of residues contaminations of the product cannot be excluded. Thus, variances of the product characteristics are possible, e.g. a shifting of the flashing point.

Description of further technical options

For the treatment and recovery of volatile organic compounds various technologies are available that have already been utilised for years in different areas. In the framework of this project, the technical options available have been described and subsequently assessed with regard to their suitability for degassing inland tankers. Most of these technologies are already applied in existing facilities or in pilot installations for inland tankers.

For the assessment of technologies in view of their suitability for degassing inland tankers several criteria have been defined. These have been distinguished between criteria that the facilities or technologies have to fulfil in any case (minimum criteria), and criteria that they ought to fulfil beyond that (additional criteria). The latter are criteria that e.g. take into respect potential future developments or incorporate suggestions of stakeholders involved.

Table 8: Rating matrix of technologies with regard to their suitability for inland tankers

	Absorption	Condensation	Oxidation		Membrane	Adsorption	Biological treatment
			TO	CO			
Technical feasibility for the treatment of relevant substances	+	++	++	++	++	++	++
Feasible for high volumes with changing concentrations	++	++	++	++	++	+	-
Emission reduction potential	+	++	++	++	++	+	+
Recovery/	~	++	~ ¹²	~ ⁴¹	++	+ / -	-

¹² Only energy recovery possible

	Absorption	Condensation	Oxidation		Membrane	Adsorption	Biological treatment
			TO	CO			
energy recovery of vapours							
Extended spectrum of substances	-	+	++	-	+	~	-
Mobile facility available/possible	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
Technology onboard possible	?	?	?	?	?	?	--
Already used for the degassing of inland vessels (reference installations/test plant available)	✓	✓	✓	?	?	✓	?

++ excellently suitable; + well suitable, ~ suitable; - less suitable;
 -- non suitable; ✓ available ? no information available
 TAB: thermal oxidation; CAB: catalytic oxidation;
 green: minimum criteria; grey: additional criteria

In principle, all technologies indicated above are technically suitable to treat the substances of the 20. BImSchV; however, biological treatments are not suitable for changing concentrations. All other technologies fulfil this criterion and can also be applied for higher volume flows. Also with regard to the emission reduction potential all technologies described above meet the minimum requirements. Partly even degrees of reduction of more than 99% are achieved (membrane facilities).

The criterion of recovery is basically not fulfilled for oxidation and biological treatments, since in these cases the substances are incinerated or converted into other substances (conversion/decomposition in case of biological treatments). Energy recovery, however, is in principle also possible in case of oxidation. For all other types of treatment the substances are either immediately recovered on site (condensation, membrane) or can be recovered via appropriate external treatment (absorption, adsorption). The recovered substances can subsequently either be reused or be fed into energy recovery.

With regard to a potential extension of the degassing ban on further substances, most notably the adsorption, condensation and membrane treatments are suitable, because they are able to cover a broad spectrum of substances. Also for thermal oxidation (TO) an enlargement of the product spectrum is unproblematic as long as the pollutants are combustible. In case of all other treatments it has to be examined case by case whether and to which extent further substances can be treated.

According to the statements of equipment manufacturers, in principle all technologies described - except biological treatments - are already available as mobile installations. Experiences with degassing inland tankers are in the meantime existent for almost all facilities.

It depends among others on the space requirements, the safety aspects and especially the costs associated with these aspects, to which extent the technologies described above can be implemented as on-board facilities as well. In principle it is possible, according to statements of producers, to install correspondent facilities on an inland tanker (except for biological treatments). Up to now, however, appropriate pilot plants are not existent yet.

With regard to the costs an assessment of facilities can only be performed on a limited base, because on the one hand the investment costs have to be taken into consideration, and on the other hand the operating costs play a central role as well. Information with regard to investment costs and operating costs are only available on a very limited scale. Against this background a general economic evaluation of the technologies is not feasible.

Summing up, it can be recorded that appropriate technologies for the degassing of inland tankers are available which fulfil both, the minimum requirements and the additional criteria. The respective facilities are to some extent already in service or respectively in the testing phase.

Definition and assessment of scenarios

For the assessment how far the existing and planned technologies for degassing of inland tankers are technically and economically suitable for the German section of the Rhine catchment area, several implementation scenarios have been developed. As a basis for the development of the scenarios the data ascertained during this project on the current situation with regard to ventilation activities and to technologies already available have been taken into consideration as well as future developments.

Hence, against the background of the initial situation the following scenarios have been developed. These shall ensure that on the one hand the requirements of the 20. BImSchV can be met in Germany, but on the other hand disadvantages and costs for the stakeholders can be minimised, or respectively benefits can be realised compared to the current situation.

Table 9: Definition and brief description of the scenarios

Scenario	Brief description
Scenario 1a	Installation of a stationary vapour treatment installation at a strategically important point and increased application of existing organisational measures
Scenario 1b	Installation of several stationary vapour treatment installations at strategically important points and increased application of existing organisational measures
Scenario 2	Combination of mobile installation, stationary installations as well as increased application of existing organisational measures
Scenario 3	Inclusion of gaseous residues in the CDNI Degassing possibilities at all discharging installations or at service points (obligation to take over residues)

The assessment of scenarios was carried out on the basis of different criteria such as e.g. technical feasibility, flexibility of the system, time horizon for the implementation of technologies and necessity of additional legal and/or organisational measures. Table 5 summarises the assessment of the respective scenarios and their most important advantages and disadvantages:

Table 10: Result of the assessment of scenarios

	Scenario 1a one installation, stationary	Scenario 1b minimum of three installa- tions, stationary	Scenario 2 Combination of mobile installa- tions/stationary installation	Scenario 3 Installations at all discharging sites or at service points
Technical feasibility	++	++	++	~
Flexibility	-	~	++	~
Time horizon for implementation	2-3 years	> 3 years	ca. 1 year (mobile)/ 2-3 years (stationary installation)	> 3 years
Legal and organisational implementation of measures	necessary	necessary	necessary	necessary
Profitability	+	-	+	--
Advantages	Facility already in planning; facility is being built in combination with a ship cleaning plant	Reduced distances to the installations	High flexibility; short implementation phase; reduced distances to the installations	Reduction of time losses due to degassing right on-site; very high flexibility for the shipowning companies; recovered products can be treated and re-used on-site; utilisation of already established monitoring systems
Disadvantages	Low flexibility; long distances to the facility; high investment costs; long time horizons for implementation; no vapour recovery	Risk of excess capacities; very high investment costs; long time horizons for implementation	High investment costs	High investment costs for each single discharging site; long time horizons for implementation

Recommendation

Based on the facts that in Germany already concrete plans exist for a stationary vapour treatment plant for inland tankers, and that in addition in the Netherlands and Belgium mobile facilities with different technologies are already available or in a trial phase, Scenario 2 “Combination of mobile installations/stationary installation” at present appears to be the most suitable model for Germany or the Rhine catchment respectively.

This scenario offers the highest flexibility both, with regard to the current demand for degassing and with regard to the future degassing capacities. This is of great importance in particular because of the high uncertainty with respect to the ventilations actually taking place: Estimations are situated in the range of 58-464 ventilation activities per year.

Mobile installations can serve for building up the required degassing capacities in a comparatively short time frame. Moreover, the installations can be applied according to the requirements at different locations but also for further applications (e.g. degassing tanks in fuel depots). Thus the degree of

capacity utilisation and consequently the profitability of installations can be increased. In case of several mobile installations in the long term a competition of different providers can be realised, with the corresponding impacts on the price per degassing transaction.

The benefit of the planned stationary installation is that this installation offers the degassing of inland tankers as an option in addition to ship cleaning, and can thus compensate more easily potential fluctuations with regard to the number of ventilations.

Furthermore this scenario offers the option of a prompt implementation, since already now mobile installations for the degassing of inland tankers are available or are tested. The stationary installation already in planning would also be available within 2-3 years.

It is being recommended to establish statutory provisions that distinctly define the requirements for the authorisation and/or certification of mobile installations for the degassing of inland tankers. Thus, on the one hand the time frames for an authorisation/certification could be reduced, and on the other hand the safety of degassing activities could be increased as well.

With regard to the financing of the scenario it is recommended to enable an initial funding via correspondent state-aided investment programmes, and/or to take over the costs for degassing activities for German inland tankers or to reduce them by subsidies.

As an additional accompanying measure, the inclusion of gaseous residues in the CDNI is recommended. This has the advantage that the responsibilities related to gaseous residues are regulated in a uniform way for all CDNI member states, and in addition, by means of the check and control instruments already established (discharge form), a verification of compliance with the prohibition of ventilation is facilitated.

Moreover, in order to support the introduction of this scenario, the following aspects that have not yet or not yet completely been clarified should be taken into account:

- ▶ Definition of „gas-free“
- ▶ Definition of a vapour treatment facility in the 20. BImSchV
- ▶ Definition of minimum requirements for the degassing of inland tankers by means of floating installations
- ▶ Degassing on board during the journey or by means of floating installations
- ▶ Handling of recovered substances or mixtures
- ▶ Definition and differentiation of product versus waste with regard to the inclusion in the CDNI

1 Hintergrund und Zielsetzung

1.2 Hintergrund

Insgesamt werden in Deutschland ca. 5,6 % von ca. 3.986 Mio. t des gesamten Güterverkehrsaufkommens der Landverkehrsträger auf deutschen Wasserstraßen befördert. Dies entspricht einer Gesamtmenge von ca. 223 Mio. t im Jahr 2012. Der Anteil an flüssigen Gütern, die mit Binnentankschiffen transportiert wurden, lag im Jahr 2012 bei ca. 21 %, was einer Gesamtmenge von ca. 48 Mio. t entspricht. Davon entfielen 40,9 Mio. t (> 85 %) auf den Rhein bzw. das Rheinstromgebiet¹³, welches somit das bedeutendste Wasserstraßensystem in Deutschland ist. Von den Transporten aller flüssigen Güter durch Tankschiffe in Deutschland machen die flüssigen Mineralölerzeugnisse wiederum mit 56 % den größten Anteil aus.

Nach dem Transport und der Entladung von bestimmten Mineralölerzeugnissen befinden sich in den entladenen Tanks von Binnentankschiffen noch Ladungsrestdämpfe flüchtiger organischer Verbindungen (VOC). Gemäß der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin (20. BImSchV¹⁴) müssen Restdämpfe dieser Stoffe aus beweglichen Behältnissen wie Binnentankschiffen solange zurückgehalten werden, bis sie entweder in ein Tanklager zurückgependelt oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden können. Ein Ventilieren der Dämpfe in die Atmosphäre ist gemäß 20. BImSchV grundsätzlich nicht zulässig. Die Binnentankschiffe sind deshalb so ausgerüstet, dass die beim Beladen aus den Ladetanks verdrängten Dämpfe an Land abgegeben werden können.

Der heutige Stand der 20. BImSchV und ihre Umsetzung sind das Ergebnis eines Entwicklungsprozesses der vergangenen Jahre. Nach einem anfänglich grundsätzlichen Entgasungsverbot von Ottokraftstoffdämpfen in die Atmosphäre im Jahr 2001 wurde noch im selben Jahr durch eine weitere Änderung der Verordnung das Ventilieren unter bestimmten Voraussetzungen bis zum 31. Dezember 2005 erlaubt.

Im Jahr 2006 wurde in der 20. BImSchV ein generelles Ventilierungsverbot für Ottokraftstoffdämpfe festgelegt. Das Ventilieren war nur noch auf Antrag bei der zuständigen Behörde in Einzelfällen möglich. Ein Entgasen in die Atmosphäre, z.B. bei einem Ladungswechsel, war nicht mehr zulässig. Folglich war der Einsatz von Gaspendelsystemen oder Abgasreinigungsanlagen (Dampfückgewinnungsanlagen) erforderlich.

Mit Inkrafttreten der Änderungsverordnung der 20. BImSchV am 15. Mai 2009 wurden einerseits die erlaubten Fälle einer Entgasung reduziert, andererseits aber in den erlaubten Fällen die Durchführung erleichtert, da der Entgasungsprozess nun ohne vorherige formelle Genehmigung durchgeführt werden konnte. Das Ventilieren ohne Genehmigung der Behörde wurde möglich, wenn ein unerwarteter Werftaufenthalt erforderlich war. Bei technischen Defekten oder durch Unglücksfälle blieb dem Schiffsführer jedoch insbesondere aus Sicherheitsgründen faktisch keine Alternative zum Ventilieren, sofern keine Abgasreinigungsanlage zur Verfügung stand. Im Umkehrschluss konnte die Behörde in solchen Fällen eine Ausnahme auch nicht verweigern.

Aber auch bei diesem genehmigungsfreien Ventilieren mussten damals und müssen heute die Bestimmungen der 20. BImSchV bezüglich des Ventilierungsvorganges eingehalten werden.

¹³ StaBu 2013, S. 29 f.

¹⁴ Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin)“ vom 27. Mai 1998 (BGBl. I S. 1174), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021) geändert worden ist)

Im Jahr 2010 hat die BiPRO GmbH eine Studie zur Evaluierung der Anforderungen der 20. BImSchV für Binnentankschiffe im Hinblick auf die Wirksamkeit der Emissionsminderung klimarelevanter Gase im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt [Bauer et al. 2010]. Gemäß der Studie konnte seit Einführung des Ventilierungsverbotes im Jahr 2001 ein Rückgang der Ventilierungen von Ottokraftstoffdämpfen von ca. 3.000 auf geschätzte 280 Ventilierungen pro Jahr verzeichnet werden, wodurch immer noch ca. 336 - 650 t Ottokraftstoffe pro Jahr in die Atmosphäre emittiert werden. Da es seit Einführung des Ventilierungsverbotes in Deutschland landseitig keine Möglichkeiten gab, Binnentankschiffe - ohne gleichzeitige Aufnahme von Ladung - zu entgasen, wurde der Rückgang der Ventilierungen im Wesentlichen auf die Einführung der Kompatibilitätsliste sowie die Zunahme von Einheitstransporten zurückgeführt. Die Kompatibilitätsliste wurde 2001 von den Verbänden der verladenden und transportierenden Wirtschaft verfasst und enthielt Produkte, für die bei einer wechselseitigen Beladung zwischen Ottokraftstoff und den genannten Produkten keine entgasten Schiffe erforderlich sind. Eine weitere Möglichkeit, ladungsbedingte Entgasungen zu vermeiden, war die Durchführung von Einheitstransporten, das heißt ausschließliche Beförderung des gleichen Ladegutes. Als mögliche Folgen von erhöhten Einheitstransporten und Transporten nach Kompatibilitätsliste wurden die Zunahme von Leerfahrten sowie die Abnahme von Ladungskapazitäten mit den entsprechenden ökologischen und ökonomischen Folgen genannt.

Im Zuge der Novellierung der 20. BImSchV im Jahr 2012/2013 wurden teilweise die Empfehlungen aus der Studie in den Gesetzestext aufgenommen. So erfolgte z.B. eine Ausdehnung der Verordnung und des damit einhergehenden Ventilierungsverbotes auf Kraftstoffgemische¹⁵ sowie auf Rohbenzin (genaue Definition siehe Kapitel 2.2.1).

Mit der Novelle wurde zudem der Begriff „unerwarteter Werftaufenthalt“ präzisiert und um „unerwartete Vor-Ort-Reparaturen durch eine Werft“ ergänzt. Weiterhin wurde die Notwendigkeit der Entgasung vor unerwarteten Reparaturen als Grundlage für ein „erlaubnisfreies“ Ventilieren des Schiffes festgelegt. Die Vorgaben, unter welchen Bedingungen eine Ventilierung nicht zulässig ist, wurden u.a. um den Bereich unter Brücken und in dichtbesiedelten Gebieten ergänzt bzw. präzisiert.

1.3 Zielsetzung des Projekts

Das Ventilierungsverbot hat sich als geeignetes und effizientes Mittel erwiesen, um VOC-Emissionen zu reduzieren. Im Falle der Notwendigkeit einer Entgasung, z.B. bei Ladungswechsel oder Werftaufenthalt, gibt es jedoch derzeit für Binnentankschiffe weiterhin keine Möglichkeit, landseitig zu ventilieren und die Gase und Dämpfe kontrolliert, z.B. in eine Abgasreinigungsanlage, abzugeben.

Das Ventilieren in die Atmosphäre ist in Einzelfällen auf Antrag bei der zuständigen Aufsichtsbehörde möglich, wie zum Beispiel bei einem geplanten Werftaufenthalt. Des Weiteren sind Ventilierungen in die Atmosphäre ohne vorherige Genehmigung erlaubt, wenn ein unerwarteter Werftaufenthalt bzw. eine Reparatur ansteht und die Gasfreiheit des Schiffes für die Reparatur erforderlich ist. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass zum Teil auch unerlaubte Ventilierungen durchgeführt werden (z.B. vor einem Ladungswechsel) aufgrund fehlender Möglichkeiten, Binnentankschiffe landseitig zu ventilieren und der gleichzeitigen Zunahme der Forderung von gasfrei vorgelegten Tankschiffen [Bauer et al. 2010].

Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen dieses Projektes mit Hilfe einer Machbarkeitsstudie die verschiedenen technischen Möglichkeiten der Entgasung von Binnentankschiffen identifiziert und ihre jeweilige technische und wirtschaftliche Umsetzung für die Nutzung durch Binnentankschiffe im

¹⁵ Als Kraftstoffgemische werden Erdölderivate mit einem Anteil von mehr als 10 und weniger als 90 Volumenprozent Bioethanol definiert. Darunter fallen die Gemische der UN-Stoffnummer 3475. Als Rohbenzin wird ein aus der Raffination von Erdöl oder Erdgas gewonnenes unbehandeltes Erdöldestillat mit der UN-Nummer 1268 definiert.

deutschen Teil des Rheinstromgebiets¹⁶ untersucht, auf das mehr als 80 % aller Tankschifftransporte auf deutschen Wasserstraßen entfallen.

Dazu werden im ersten Schritt die Entgasungsvorgänge, das zu behandelnde Volumen und der Bedarf nach Entgasungsmöglichkeiten quantitativ und räumlich abgeschätzt. Für Ottokraftstoffe wurde bereits in der 2010 durch BiPRO durchgeführten Studie [Bauer et al. 2010] die Anzahl dieser Ventilierungen erfragt und beschrieben. Mit der Ausweitung der 20. BImSchV auf Rohbenzin und Kraftstoffe werden nun analog auch die Anzahl der Ventilierungsvorgänge für Rohbenzin und Kraftstoffgemische ermittelt und einbezogen.

Weiterhin wird im Rahmen dieser Studie eine Bestandsaufnahme bereits bestehender Installationen, geplanter Installationen bzw. Installationen, die für eine Entgasung von Binnentankschiffen nach entsprechender Modifikation geeignet wären, durchgeführt. Zudem werden weitere Möglichkeiten zur Reduktion der gasförmigen Emissionen (z.B. Ausweitung von Einheitstransporten, On-Board-Entgasungsanlagen) beschrieben sowie, soweit möglich, technisch und wirtschaftlich bewertet. Anschließend werden verschiedene räumliche und technische Szenarien entwickelt, die den Bedarf an Entgasungsmöglichkeiten decken können. Hierbei wird insbesondere darauf geachtet, dass im Falle von Abgasreinigungsanlagen der Aufenthalt der Schiffe möglichst kurz gehalten und ein hoher Stand an Sicherheit gewährleistet wird. Diese Szenarien werden ausführlich beschrieben und bewertet, einschließlich der Betrachtung möglicher Betreibermodelle.

Eine daraus resultierende Empfehlung soll wesentliche Grundlagen für einen möglichen Bau von Abgasreinigungsanlagen liefern und die Zeitspanne zwischen Projektierung, Bau und Betrieb einer solchen Anlage entscheidend verkürzen.

¹⁶ Das Rheinstromgebiet umfasst neben dem Rhein selbst auch die schiffbaren Flussläufe der Nebenflüsse Main, Mosel, Saar, Neckar und Lahn auf deutschem Boden.

2 Rechtlicher Hintergrund

Im Folgenden werden die wichtigsten gesetzlichen Bestimmungen, die im Hinblick auf die Zielsetzung des Projektes relevant sind, kurz beschrieben. Insbesondere wird auf diese gesetzlichen Regelungen eingegangen:

- ▶ Richtlinie 94/63/EG
- ▶ 20. BImSchV
- ▶ ADN
- ▶ Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB).

Neben den gesetzlichen Bestimmungen in Europa und Deutschland wird zudem die aktuelle gesetzliche Situation in angrenzenden Ländern (v.a. Niederlande und Belgien) kurz dargestellt.

2.1 Richtlinie 94/63/EG

Die Richtlinie 94/63/EG zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC-Emissionen) bei der Lagerung von Ottokraftstoff und seiner Verteilung von den Auslieferungslagern bis zu den Tankstellen (ABl. L 365 vom 31.12.1994, S. 24) ist die rechtliche Grundlage der 20. BImSchV auf europäischer Ebene. Die Richtlinie gilt für „Verfahren, Einrichtungen, Fahrzeuge und Binnenschiffe, die für die Lagerung und Umfüllung von Ottokraftstoff und seine Beförderung von einem Auslieferungslager zum anderen oder von einem Auslieferungslager zu einer Tankstelle benutzt werden“. Die Richtlinie definiert zentrale Begriffe (z.B. Ottokraftstoff, Dämpfe, Dampfrückgewinnungsanlage) und beschreibt detailliert die Anforderungen an Befüllungs- und Entleerungsvorgänge beweglicher Behältnisse in Auslieferungslagern (Richtlinie 94/63/EG, Anhang II).

Gemäß Anhang II müssen Ottokraftstoff-Dämpfe, die bei der Befüllung eines beweglichen Behältnisses verdrängt werden, über eine dampfdichte Verbindungsleitung zu einer Dampfrückgewinnungsanlage im Auslieferungslager zurückgeführt werden. Allerdings kann in Auslieferungslagern zur Befüllung von Binnenschiffen mit Ottokraftstoff statt einer Rückgewinnungsanlage auch eine Dampfverbrennungsanlage eingesetzt werden, wenn die Dampfrückgewinnung unsicher oder wegen der Menge des anfallenden Dampfes technisch unmöglich ist. Zudem besteht die Möglichkeit, dass in Auslieferungslagern mit einem Durchsatz von weniger als 25.000 t/Jahr die unmittelbare Dampfrückgewinnung im Auslieferungslager durch Zwischenlagerung der Dämpfe ersetzt werden kann.

Gemäß Anhang II darf die mittlere Dampfkonzentration in den Abgasen der Dampfrückgewinnungsanlage 35 g/Nm^3 (bereinigt um die Verdünnung während der Behandlung) pro Stunde nicht überschreiten.

Gemäß Art. 5 (1) c der Richtlinie 94/63/EG wird aber unter bestimmten Bedingungen die Zulässigkeit einer Ventilierung von Ottokraftstoffdämpfen in die Atmosphäre eingeräumt:

Ist eine Dampfrückgewinnung oder eine Zwischenlagerung von Dämpfen nicht möglich, da das bewegliche Behältnis nach der Entleerung von Ottokraftstoff anschließend für andere Erzeugnisse als Ottokraftstoff benutzt wird, kann die Ventilierung in einem geographischen Gebiet erlaubt werden, in dem Emissionen kaum in einem signifikanten Ausmaß zu Umwelt- und Gesundheitsproblemen beitragen dürften.

Artikel 4 (1) sieht jedoch ausdrücklich vor, dass Mitgliedsstaaten in begründeten Fällen strengere Maßnahmen vorschreiben können.

Die Richtlinie 94/63/EG wurde mit der 20. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt.

2.2 20. BImSchV

Mit der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin (20. BImSchV) erfolgte die Umsetzung der Vorgaben der Richtlinie 94/63/EG in deutsches Recht. Sie gilt gemäß § 1 (Anwendungsbereich) für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von

1. Anlagen für die Lagerung oder Umfüllung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin in Tanklagern oder an Tankstellen,
2. ortsveränderliche Anlagen für die Beförderung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin.

Grundsätzlich ist jedoch zu beachten, dass die geltenden Bestimmungen des ADN 2013 unberührt bleiben und v.a. im Hinblick auf die Sicherheit Vorrang haben.

Nachfolgend werden die wichtigsten Aspekte der 20. BImSchV im Hinblick auf das Entgasen von Binnentankschiffen dargestellt.

2.2.1 Definition Ottokraftstoff, Kraftstoffgemische und Rohbenzin

Im Gegensatz zur Richtlinie 94/63/EG gelten die Bestimmungen der 20. BImSchV nicht nur für Ottokraftstoffe (UN 1203), sondern seit der letzten Aktualisierung der 20. BImSchV im Mai 2013 auch für Kraftstoffgemische (UN 1268) und Rohbenzin (UN 3475).

Für diese Stoffe werden folgende Definitionen in der 20. BImSchV sowie gemäß ADN 2013 festgelegt (siehe Tabelle 11):

Tabelle 11: Geregelte Stoffe und Definitionen gemäß 20. BImSchV und ADN 2013

	§ 2, 20. BImSchV	ADN 2013
Ottokraftstoff	Erdölderivate mit einem Anteil von bis zu 10 Volumenprozent Bioethanol, die der UN-Nummer 1203 der jeweiligen Tabelle A in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlagen A und B zum ADR, in Teil 3 Kapitel 3.2 der RID oder in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlage zum ADN entsprechen und die zur Verwendung als Kraftstoff für Ottomotoren bestimmt sind;	UN 1203 Benzin oder Ottokraftstoff
Rohbenzin	Aus der Raffination von Erdöl oder Erdgas gewonnenes unbehandeltes Erdöldestillat, das der UN-Nummer 1268 in der jeweiligen Tabelle A in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlagen A und B zum ADR, in Teil 3 Kapitel 3.2 der RID oder in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlage zum ADN entspricht;	UN 1268: Erdöldestillate, n.a.g. oder Erdölprodukte, n.a.g. (Erdölprodukte, n.a.g.)
Kraftstoffgemische	Erdölderivate mit einem Anteil von mehr als 10 und weniger als 90 Volumenprozent Bioethanol, die der UN Nummer 3475 der jeweiligen Tabelle A in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlagen A und B zum ADR, in Teil 3 Kapitel 3.2 der RID oder in Teil 3 Kapitel 3.2.1 der Anlage zum ADN entsprechen;	UN 3475: Ethanol und Benzin, Gemisch oder Ethanol und Ottokraftstoff, Gemisch mit mehr als 10 % Ethanol

	§ 2, 20. BImSchV	ADN 2013
Bioethanol	Ethanol von 100 Volumenprozent, das aus Biomasse oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen hergestellt wird und für die Verwendung in Kraftstoffgemischen bestimmt ist.	

Rohbenzin (Naphtha, UN 1268)

Rohbenzin wurde in die 20. BImSchV aufgenommen, da es vergleichbare Eigenschaften aufweist wie Ottokraftstoffe. Es ist leicht flüchtig und wird daher zu den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) gezählt. Außerdem gleicht der Benzolgehalt mit weniger als 1 Volumenprozent dem des Ottokraftstoffs.

Desweiteren liegt das Gesamtaufkommen in Deutschland mit über 14 Millionen t bei etwa 2/3 des Aufkommens von Ottokraftstoffen. Nach Ansicht des UBA wird durch die Aufnahme von Rohbenzin in die 20. BImSchV eine weitere Reduzierung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen erreicht, um so den Verpflichtungen u.a. im Rahmen der NEC-Richtlinie nachkommen zu können (National Emission Ceilings Directive; Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe). Weiterhin könnte es zur Reduzierung der Benzol-Emissionen und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie) führen.

Nach Auffassung des UBA sollten für alle Produkte, die als Erdölderivate unter der UN-Nr. 1268 genannt werden (u.a. Rohbenzin = Naphtha) und den gleichen Siedebereich (Siedebeginn ungefähr bei 25 °C – Unterschied zwischen Sommer- und Winterware – und Siedende bei max. 210 °C)¹⁷ aufweisen, die gleichen Minderungsmaßnahmen gemäß 20. BImSchV greifen.

Dabei spielt es laut UBA keine Rolle, um welche Art von Naphtha es sich handelt. Unter Rohbenzin kann sowohl Leichtbenzin (35-100 °C Siedebereich) als auch Schwerbenzin (100-180 °C Siedebereich) fallen. Es gibt z.B. naphthenische (Cycloalkane) Leichtbenzine mit geringem Schwefelgehalt und hoher Oktanzahl (westafrikanische Rohöle) oder paraffinische (alkanhaltige) Benzine mit niedriger Oktanzahl und höherem Schwefelgehalt (Mittelost-Rohöle). Der Aromatenanteil im Naphtha beträgt je nach Rohölqualität 2-20 Gewichts-% [Forschungszentrum Jülich 2007].

Nach Vorgabe des UBA fallen alle Produkte, die sich in dem genannten Siedebereich befinden, unter die Definition gemäß § 2 Nummer 19 Rohbenzin und gehören somit in den Anwendungsbereich der 20. BImSchV.

Kraftstoffgemisch (ADN-Stoffnummer UN 3475)

Aufgrund der erwarteten weiteren Zunahme des Einsatzes und somit Umschlags von Kraftstoffgemischen (Biokraftstoffen) wurden diese ebenfalls in die 20. BImSchV aufgenommen, da sie (wie Naphtha) vergleichbare Eigenschaften wie Ottokraftstoffe aufweisen und ebenfalls bisher von der 20. BImSchV nicht erfasst wurden.

In den letzten Jahren hat der Einsatz von Biokraftstoffen und deren Beimengungen zu Kraftstoffgemischen (z.B. E 85 mit 85 % Bioethanol und 15 Volumenprozent Ottokraftstoff) zugenommen. Da der Anwendungsbereich der 20. BImSchV vor der letzten Aktualisierung im Mai 2013 ausschließlich Ottokraftstoffe (UN 1203) mit einem maximalen Bioethanolanteil von 10 % berücksichtigt und Kraftstoffgemische mit einem höheren Bioethanolgehalt nicht erfasst hatte,

¹⁷ Quelle: DIN EN 228: 2009-09

bestand nach Ansicht des UBA aus Gründen der Gleichbehandlung von Ottokraftstoffen und Kraftstoffen mit höheren Bioethanolanteilen Anpassungsbedarf.

2.2.2 Bestimmung der 20. BImSchV im Hinblick auf das Entgasen von Ladetanks

Die 20. BImSchV legt fest, dass grundsätzlich das Entgasen oder Ventilieren von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin aus beweglichen Behältnissen (u.a. Binnentankschiffen) in die Atmosphäre unzulässig ist:

§ 5 *Bewegliche Behältnisse*

(1) *Bewegliche Behältnisse dürfen nur so errichtet und betrieben werden, dass*

1. die Restdämpfe nach der Entleerung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin im Behältnis zurückgehalten werden,

2. sie verdrängte Dämpfe aus den Lagertanks von Tankstellen nach § 6 Abs. 1 oder von Tanklagern nach § 4 Abs. 1 Nr. 2 aufnehmen und zurückhalten.

(2) *Der Betreiber eines beweglichen Behältnisses hat sicherzustellen, dass die in Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 und 2 bezeichneten Dämpfe, abgesehen von Freisetzungen über die Überdruckventile, solange im beweglichen Behältnis zurückgehalten werden, bis dieses in einem Tanklager wieder befüllt wird oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden.*

Dabei ist gemäß 20. BImSchV §2 Nr. 1 eine Abgasreinigungseinrichtung:

„eine Einrichtung für die Rückgewinnung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin aus Dämpfen (Dämpferückgewinnungsanlage) oder eine Einrichtung für die energetische Verwertung von Dämpfen, insbesondere in einem Gasmotor, jeweils einschließlich etwaiger Puffertanksysteme“

Grundsätzlich müssen somit die Dämpfe solange im Tank zurückgehalten werden, bis sie entweder rückgewonnen werden können oder einer energetischen Verwertung zugeführt werden können.

Ein Gaspendelsystem ist im Sinne der 20. BImSchV nach §2 Nr. 11:

„eine Einrichtung, mit der die beim Befüllen eines Lagertanks oder eines beweglichen Behältnisses verdrängten Dämpfe erfasst und durch eine dampfdichte Verbindungsleitung dem abfüllenden beweglichen Behältnis, dem abfüllenden Lagertank oder einem Puffertanksystem zugeführt werden“.

Von diesem Grundsatz des generellen Entgasungsverbots von Ottokraftstoffen (UN 1203) sind jedoch in bestimmten Fällen Ausnahmen vorgesehen, die sich in

- ▶ einen allgemeinen Fall (auf Antrag des Betreibers) und
- ▶ eine Regelung für spezifizierte Einzelfälle (ohne vorherigen Antrag des Betreibers)

untergliedern lassen.

Für den allgemeinen Fall auf Antrag des Betreibers ist festgelegt (§ 11, Abs. 1, Satz 1, 20. BImSchV):

(1) Die zuständige Behörde kann auf Antrag des Betreibers Ausnahmen von den Anforderungen dieser Verordnung zulassen, soweit unter Berücksichtigung der besonderen Umstände des Einzelfalls

1. einzelne Anforderungen der Verordnung nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erfüllt werden können,

2. keine schädlichen Umwelteinwirkungen sowie keine Gefahren für Beschäftigte und Dritte zu erwarten sind und
3. die Vorschriften der Richtlinie 94/63/EG eingehalten werden.

Die Regelung für spezifizierte Einzelfälle erleichtert die Durchführung, da der Entgasungsprozess nun im Gegensatz zum allgemeinen Fall ohne vorherige formelle Genehmigung durchgeführt werden darf (§ 11, Abs. 1, Satz 2 ff. 20. BImSchV):

Abweichend von § 5 Absatz 2 dürfen Binnentankschiffe, ohne eine Ausnahme im Einzelfall beantragen zu müssen, ventilieren, wenn dies durch

- ▶ einen unerwarteten Werftaufenthalt oder eine unerwartete Vor-Ort-Reparatur durch eine Werft mit der Notwendigkeit einer Entgasung erforderlich wird und
- ▶ die Restdämpfe nach der Entleerung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin nicht einer Abgasreinigungsanlage zugeführt werden können.

Die Ventilierung der Binnentankschiffe ist nur zulässig, wenn sie während der Fahrt vorgenommen wird; dabei ist der Unterabschnitt 7.2.3.7 des ADN zu beachten.

Eine Ventilierung ist nicht zulässig

1. im Bereich von Schleusen einschließlich ihrer Vorhäfen, unter Brücken oder in dichtbesiedelten Gebieten,
2. in durch Rechtsverordnung festgesetzten Untersuchungsgebieten gemäß § 44 Absatz 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

Auch wenn im spezifizierten Ausnahmefall – dem unerwarteten Werftaufenthalt zur Reparatur technischer Defekte oder Unglücksfälle, bei dem die Restdämpfe aus Sicherheitsgründen vorher entleert werden müssen – ein vorheriger Antrag zu einer Ventilierung nicht mehr erforderlich ist, so unterliegt eine durchzuführende Ventilierung dennoch weiterhin den oben genannten Auflagen.

2.3 ADN und CDNI

In § 11 Abs. 1 der 20. BImSchV wird im Hinblick auf den Entgasungsvorgang explizit auf detailliertere Regelungen im ADN (Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen) verwiesen:

Die Ventilierung der Binnentankschiffe ist nur zulässig, wenn sie während der Fahrt vorgenommen wird; dabei ist der Unterabschnitt 7.2.3.7 des ADN zu beachten.

Das ADN zusammen mit der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) bilden das umfassende Basisregelwerk für die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen. Das ADN enthält Vorschriften insbesondere für die Klassifizierung, Verpackung, Kennzeichnung und Dokumentation gefährlicher Güter, für den Bau, die Ausrüstung und Zulassung der Schiffe und für den Umgang während der Beförderung.

Das ADN-Übereinkommen ist am 29. Februar 2008 in Kraft getreten; es ging hervor aus dem ADNR, das sich nur auf den Rhein bezog, ersetzte dieses und erstreckt sich nun auf weitere Länder und de-

ren europäische Binnenschifffahrt¹⁸. Durch die GGVSEB (siehe Kapitel 2.4) wird das ADN für alle schiffbaren Binnengewässer (Bundeswasserstraßen und schiffbare Landesgewässer) in Deutschland zur Anwendung gebracht.

2.3.1 Die Anforderungen des ADN zum Entgasen leerer Ladetanks

Das Kapitel 7.2.3.7 (Entgasen leerer Ladetanks) des ADN bezieht sich auf die Anforderungen zum Entgasen leerer Schiff tanks. In diesem Kapitel wiederholen sich zum Teil die bereits in der 20. BImSchV genannten Anforderungen, es sind jedoch auch zusätzliche, insbesondere technische Anforderungen genannt, die über die 20. BImSchV hinausgehen (z.B. zur maximalen Konzentration des Austrittsgemischs).

Das ADN selbst sieht zwar kein Entgasungsverbot von Stoffen vor, weist aber explizit darauf hin, dass *„das Entgasen entladener oder leerer Ladetanks in die Atmosphäre (...) unter den nachfolgenden Bedingungen nur dann gestattet (ist), wenn es auf Grund anderer internationaler oder nationaler Rechtsvorschriften nicht verboten ist“* (7.2.3.7.0).

Gemäß ADN ist ein Entgasen während der Fahrt oder an von der zuständigen Behörde zugelassenen Stellen möglich für Stoffe, die nicht unter die in Absatz 7.2.3.7.1 genannten gefährlichen Stoffe (v.a. als giftig „T“ gekennzeichnete Stoffe) fallen.

Weitere relevante Informationen, bezüglich den während des Ventilierungsvorgangs einzuhaltenden Vorgaben des ADN, sind in Anhang 7.6 beigelegt.

2.3.2 Die Bestimmungen des ADN zur Reiseregistrierung

In Teil 8 des ADN (Vorschriften für die Besatzung, die Ausrüstung, den Betrieb und die Dokumentation) findet sich die Grundlage für die Pflicht des Führens einer Reiseregistrierung bei der Beförderung von UN 1203 (Absatz 8.1.11):

Tankschiffe, die zur Beförderung von UN 1203 Benzin oder Ottokraftstoff zugelassen sind, müssen eine Registrierung von Handlungen während der Beförderung an Bord mitführen. Diese Registrierung kann auch aus anderen Dokumenten bestehen, aus denen die erforderlichen Angaben hervorgehen.

Diese Registrierung oder diese anderen Dokumente müssen mindestens drei Monate an Bord aufbewahrt werden und mindestens die letzten drei Ladungen umfassen.

In Kapitel 7.2.4. des ADN (Zusätzliche Vorschriften für das Laden, Befördern, Löschen und sonstige Handhaben der Ladung) finden sich Vorschriften über die vorgeschriebenen Inhalte. Gemäß Abschnitt 7.2.4.12 müssen in den Reiseregistrierungen unverzüglich mindestens folgende Angaben erfasst werden:

Laden: Ort und Ladestelle, Datum und Zeit, UN-Nummer oder Stoffnummer, offizielle Benennung des Stoffes, Klasse und gegebenenfalls Verpackungsgruppe;

Löschen: Ort und Löschstelle, Datum und Zeit.

*Entgasen von UN 1203 Benzin oder Ottokraftstoff:
Ort und Anlage oder Entgasungsstrecke, Datum und Zeit.*

Diese Angaben müssen für jeden Ladetank vorhanden sein.

¹⁸ Wie bei Bauer et al. (2010), Kap. 2.3, beschrieben, haben das ADN (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein / Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation du Rhin) und das ADN von 2008 bis 2011 parallel als Regelwerke existiert.

Die Reiseregistrierung ist nur für solche Tankschiffe verbindlich, die für die Beförderung von UN 1203 zugelassen sind. Sie wurde 2005 neu in das ADNR aufgenommen. Die früher im ADNR enthaltene Pflicht zum Führen eines Ladungsbuches (ehemalige Bestimmung 8.1.10, jedoch nie in Kraft gesetzt) wurde mit dem Inkrafttreten des CDNI und der Einführung der Entladebescheinigung (vgl. Kapitel 2.3.4) zum 1. Januar 2011 ersatzlos gestrichen. Somit werden nun alle Bestimmungen, die die Abfallentsorgung betreffen, über das CDNI abgedeckt. Die Entladebescheinigung (vgl. Anhang 7.7) wird damit zum zentralen Dokument zur Verfolgung der Ladungsabfallvermeidung und -entsorgung.

Die Vorschriften bezüglich der Reiseregistrierungen für Ottokraftstoffe bleiben davon jedoch unberührt. Die Reiseregistrierungen müssen weiterhin entsprechend den Vorgaben des ADN zur Überwachung des Ventilierungsverbotes geführt werden, da das CDNI derzeit gasförmige Abfälle noch nicht berücksichtigt.

2.3.3 Die Übergangsfristen von Einhüllen- zu Doppelhüllenschiffen

Bereits im Mai 2008 wurde eine Aktualisierung des ADNR vorgenommen, in der unter anderem der schrittweise Übergang von der Einhülle zur Doppelhülle eingeleitet wurde.

Gemäß dem ADN in der gültigen Version von 2013 gelten für die Umstellung von Einhüllen- auf Doppelhüllenschiffe folgende Übergangsfristen:

Tabelle 12: Übergangsfristen für die Beförderung in der Tankschiffahrt

Ende der Übergangsfrist	Ladung
31.12.2012	Verschiedene chemische Substanzen
31.12.2015	Benzin/Ottokraftstoff (UN 1203), weitere Erdöldestillate (UN 1268), Kohlenwasserstoffe
31.12.2018	Diesel, Gasöl, leichtes Heizöl, Kerosin, Düsenkraftstoff, Terpentinölersatz

Quelle: ZKR 2012, S. 10

2.3.4 CDNI

Am 1. November 2009 ist das „Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschiffahrt“ (kurz: Übereinkommen) in Kraft getreten¹⁹.

Die Hauptziele des Übereinkommens sind u.a. Abfallvermeidung, verursachergerechte Finanzierung, international einheitliche Regelungen, Finanzausgleich zwischen den sechs Vertragsstaaten (Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, die Niederlande, Schweiz) und eine sachgerechte Zuordnung von Rechten und Pflichten unter den am Verkehrssystem „Binnenschiffahrt und Wasserstraße“ beteiligten Parteien.²⁰

Das Übereinkommen besteht aus mehreren Teilen, die die unterschiedlichen Abfälle aus der Schifffahrt betreffen:

- Teil A - Sammlung, Abgabe und Annahme von öl- und fetthaltigen Schiffsbetriebsabfällen

¹⁹ Bundesgesetzblatt 2010 Teil II Nr. 4, S. 76, 5. März 2010, Bekanntmachung über das Inkrafttreten des Übereinkommens vom 9. September 1996 über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschiffahrt (Convention relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure)

²⁰ <http://www.bilgenentwaesserung.de/html/cdni.html>

- Teil B - Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen aus dem Ladungsbereich
- Teil C - Sammlung, Abgabe und Annahme von sonstigen Schiffsbetriebsabfällen.

Das CDNI-Übereinkommen regelt die Abgabe der Abfälle an bestimmten Stellen sowie die verursachergerechte Finanzierung des Systems. Basierend auf dem Übereinkommen verpflichten sich die Vertragsstaaten, Übernahmestellen für Schiffsabfälle einzurichten. An diesen Stellen können die entsprechenden Schiffsabfälle gegen einen Selbstkostenbeitrag ordnungsgemäß entsorgt werden. Für die Errichtung der landseitigen Infrastruktur gelten zum Teil Übergangsfristen bis zum 30. Oktober 2014.

Weiterhin werden die Anforderungen an Nachlenzsysteme (efficient stripping systems) durch dieses Übereinkommen festgelegt. So muss ein Nachlenzsystem auf dem Schiff fest installiert sein und der Landanschluss der Lade- und Löschleitung bestimmte Vorgaben erfüllen [CDNI 2009, Anhang II]. Zudem legt das Übereinkommen fest, dass folgende Restmengen nach dem Nachlenzen nicht überschritten werden dürfen:

bei Einhüllenschiffen Ø 20 l pro Ladetank

15 Liter pro Leitungssystem

bei Doppelhüllenschiffen Ø 5 l pro Ladetank

15 Liter pro Rohrleitungssystem

Während der Übergangsfrist von 5 Jahren gilt für flüssige Ladung, dass das Nachlenzen von Ladetanks nach Artikel 7.04 nicht gefordert wird. Es sind jedoch vorhandene Systeme soweit wie möglich zu benutzen, selbst wenn diese dem Anhang II noch nicht entsprechen (Artikel 6.02, Teil B).

Zur Dokumentation und Kontrolle wird für Abfälle aus dem Ladungsbereich (Teil B) die Entladebescheinigung (vgl. Anhang 8.7) eingeführt. Jedes Fahrzeug, das im Geltungsbereich des Übereinkommens entladen wurde, muss eine gültige Entladebescheinigung an Bord haben, die nach ihrer Ausstellung mindestens 6 Monate an Bord aufzubewahren ist.

Artikel 6.03 sieht u.a. vor, dass ein Schiff erst dann die Fahrt fortsetzen darf, wenn nach dem Entladen der Schiffsführer in der Entladebescheinigung bestätigt hat, dass die Restentladung sowie Umschlagrückstände übernommen worden sind (gilt nicht bei Einheitstransporten).

Für die Kontrollen der Vorgaben des CDNI und somit der Entladebescheinigung sind grundsätzlich die Wasserschutzpolizeien der Länder vorgesehen. Diese Zuständigkeit ergibt sich aus der Rheinschiffahrtspolizeiverordnung der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt (aktuelle Ausgabe 2013) in Verbindung mit der Verordnung zur Einführung der Verordnung über das Schiffpersonal auf dem Rhein (Rheinschiffspersonaleinführungsverordnung) von 2011, Art. 3: Zuständige Behörden.

Gasförmige Reste

Derzeit werden „gasförmige Reste“ im CDNI noch nicht berücksichtigt (siehe hierzu auch Kapitel 6.1).

2.4 GGVSEB (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt)

Die Regelungen im ADN (bzw. früher im ADNR) werden in Deutschland mit der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) vom 17. Juni 2009, neugefasst durch Bekanntmachung vom 22. Januar 2013 (BGBl. I 2009, Nr. 33, S. 1389; BGBl. I 2013, Nr. 4, S. 110) in deutsches Recht überführt.

2.4.1 Struktur der GGVSEB und Bezug zum ADN

Durch § 1 (Geltungsbereich) der GGVSEB wurde festgelegt, dass für alle schiffbaren Binnengewässer in Deutschland die Vorschriften der Teile 1 bis 9 des früheren ADNR (Rhein) und die Vorschriften der Teile 1 bis 9 des ADN (Binnenschifffahrt) gelten (§ 1 (1) Gliederungspunkt 3).

2.4.2 Zuständigkeiten und Pflichten in der Binnenschifffahrt

Die GGVSEB regelt in § 16 *besondere Zuständigkeiten in der Binnenschifffahrt*; dies bezieht sich unter anderem auf diejenigen Passagen des ADNR und ADN, in denen dort lediglich von der „zuständigen Behörde“ die Rede ist. In § 27 und § 34 sind auch die Pflichten näher geregelt, die unterschiedlichen Parteien beim Transport von Gefahrgütern auferlegt sind.²¹

2.5 Aktuelle rechtliche Situation in Rheinarmerstaaten

Von den EU-Mitgliedsstaaten mit nennenswerter Binnenschifffahrt spielen die Niederlande und Belgien aufgrund ihrer Anbindung zu den Seehäfen eine wesentliche Rolle. Beide Länder haben ebenfalls die Richtlinie 94/63/EG in nationales Recht umgesetzt und unterliegen dem ADN. Daneben gelten für die drei bedeutendsten Häfen (Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen) weitere lokale Regelungen²²:

- ▶ Niederlande:

Für die Häfen von Rotterdam und Amsterdam bestehen folgende lokale Regelungen:

Die „Port Bye Laws Rotterdam“ aus dem Jahr 2012 besagen, dass ein bestimmtes Gelände in Geulhaven für Entgasungsvorgänge ausgewiesen ist und zudem die Entgasungsvorgänge vorab durch den Hafenmeister genehmigt werden müssen. Für dreizehn Substanzen, die in Appendix III festgelegt sind, z. B. Benzol, ist eine Entgasung generell untersagt.

Für den Hafen von Amsterdam existieren ebenfalls eigene „Port Regulations“. Artikel 5.1 Absatz 5 besagt, dass die Entgasung bestimmter Substanzen beschränkt oder verboten werden kann, wenn aufgrund atmosphärischer Bedingungen Gefahren, Schäden oder Behinderungen durch Freisetzung auftreten können. Das ist dann der Fall, wenn ein Luftqualitätscode in Kraft ist, der von der regionalen Umweltbehörde der Provinz Nord-Holland festgelegt wird. Dieser Artikel gilt für gefährliche oder

²¹ Diese sind im Detail beschrieben in [Bauer et al. 2010], Kap. 2.4.3.

²² Die folgenden Informationen zur Situation in den Niederlanden und Belgien wurden auf einem Treffen des GRTS Steering Committee am 01.10.2013 in Amsterdam vorgestellt.

gesundheitsschädliche Substanzen, die gemäß dem ADN verschlossen transportiert werden müssen, für Substanzen, die in Appendix 2 festgelegt sind (dies entspricht der Liste von Appendix III in den Port Bye Laws Rotterdam), sowie für flüchtige organische Verbindungen.

Darüber hinaus gelten folgende lokale Bedingungen: Wenn das Schiff anschließend nicht wieder in Amsterdam beladen wird, wird auch keine Genehmigung für eine Entgasung dort erteilt. Falls ein geeigneter Liegeplatz verfügbar ist, wird dieser von der Hafenmeisterbehörde bestimmt.

In den Niederlanden ist laut Aussage des Ministeriums für Infrastruktur und Umwelt der Niederlande die Ausweitung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe geplant. Zudem will sich die Niederlande dafür einsetzen, die Regelungen nicht nur auf nationaler Ebene, sondern auf europäischer Ebene zu etablieren.

► Belgien:

Das flämische Umweltgesetz VLAREM II (Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning) regelt in Kapitel 5.17.4 die Beherrschung von VOC-Emissionen bei der Lagerung und Verladung gefährlicher Flüssigkeiten. Dies betrifft landseitige Unternehmen der petrochemischen Industrie sowie Lagerstätten.

Für den Hafen von Antwerpen besteht ein Entgasungsverbot aller flüchtigen organischen Verbindungen, soweit nicht vom Hafenmeister genehmigt. Auf Flüssen und Kanälen außerhalb des Hafens ist dagegen die Entgasung unter ADN-Bedingungen zulässig.

3 Projektdurchführung

3.1 Methodik und Vorgehen

Um die Projektziele zu erreichen, wurde das Projekt in 2 Arbeitsschwerpunkte untergliedert:

Arbeitsschwerpunkt 1: Bestandsaufnahme und Datenerfassung zur Ventilierungen von Kraftstoffgemischen und Rohbenzin

Arbeitsschwerpunkt 2: Erfassung der Grundlagen, Analyse und Bewertung von Abgasreinigungsanlagen

Im Arbeitsschwerpunkt 1 wurde in Abstimmung mit dem UBA ein Gesamtkonzept für die Identifizierung und Befragung relevanter Ansprechpartner entwickelt, bestehend aus einer Kombination von Fragebögen und telefonischen Interviews. Die Akteure wurden befragt, und weitere Expertengespräche werden geführt.

Parallel hierzu wurden bestehende statistische Daten im Hinblick auf Transportmengen unterschiedlicher Quellen zu Deutschland sowie dem Rheinstromgebiet im Speziellen gesichtet und analysiert. Über die veröffentlichten Daten hinaus wurden insbesondere vom Statistischen Bundesamt disaggregierte Auswertungen in Auftrag gegeben, die nach den relevanten Merkmalen detaillierter sind als die publizierten Daten.

Die unterschiedlichen Quellen – Interviews und Expertenaussagen sowie statistische Daten – wurden im Anschluss auf Konsistenz bzw. Plausibilität geprüft. Auch eine aktuelle Studie aus den Niederlanden, die eine Abschätzung von Emissionen durch Entgasung von Binnenschiffen durchführt [de Buck et al. 2013], wurde mit den vorliegenden Daten für Deutschland verglichen.

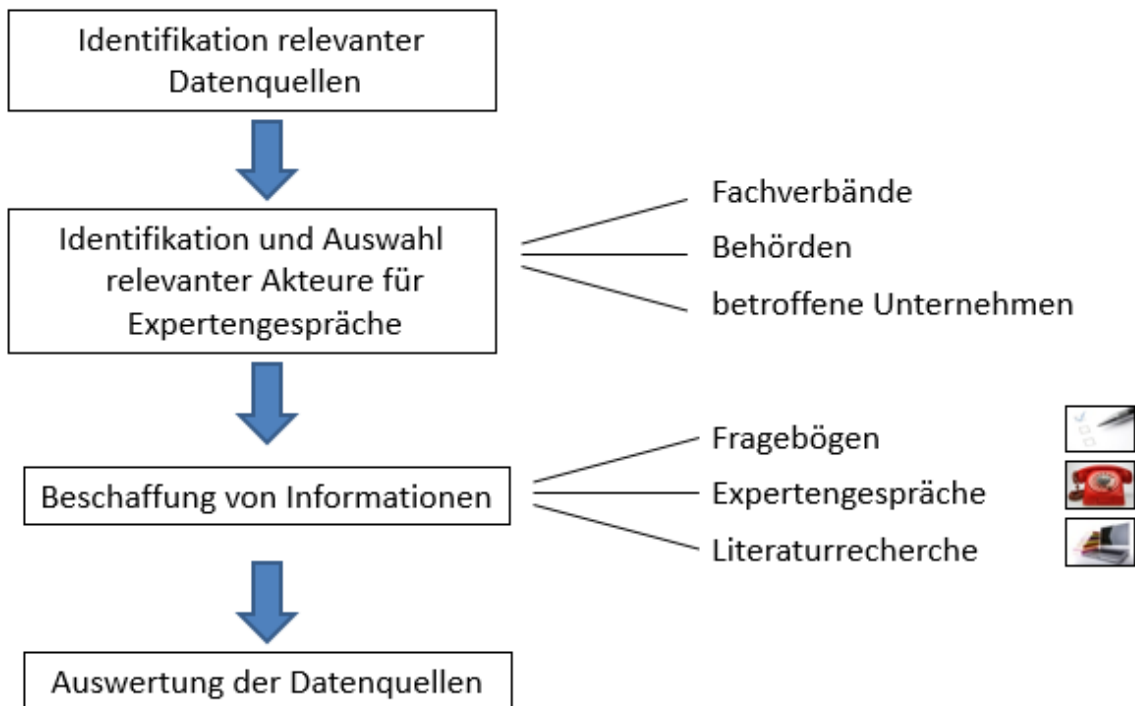
Basierend auf den erhobenen Daten wurde anschließend eine Abschätzung der Ventilierungsvorgänge sowie der ventilierten Mengen an Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen durchgeführt.

Im zweiten Arbeitsschwerpunkt wurde eine Bestandsaufnahme bestehender sowie geplanter Anlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen als auch eine Beschreibung weiterer technischer Optionen durchgeführt. Auf dieser Basis wurden Szenarien entwickelt und diese auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit hin geprüft. Nach einer so getroffenen Vorauswahl wurden unterschiedliche mögliche Betreibermodelle betrachtet, einschließlich der Aspekte, wie diese zeitlich, rechtlich und organisatorisch umgesetzt werden können. Abschließend wurde auf Basis der Ergebnisse eine Empfehlung ausgesprochen.

3.2 Datenquellen

Wie in Abbildung 3 dargestellt, wurden als mögliche Datenquellen und Ansprechpartner Fachverbände, Behörden und betroffene Unternehmen identifiziert und ausgewählt. Anschließend wurden Fragebögen an betroffene Akteure versendet und ergänzend weitere Expertengespräche geführt sowie Literatur, Forschungs- und aktuelle Jahresberichte gesichtet und ausgewertet.

Abbildung 3: Vorgehensschritte zur Erarbeitung der Datenbasis



Folgende Verbände wurden im Rahmen der Studie kontaktiert und waren auch aktiv in den Informationsaustausch eingebunden.

- ▶ Bundesverband der deutschen Binnenschifffahrt e.V. (BDB)
- ▶ Bundesverband der Selbständigen, Abteilung Binnenschifffahrt e.V. (BDS)
- ▶ Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV)
- ▶ Unabhängiger Tanklagerverband e.V. (UTV)
- ▶ Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI)
- ▶ The European Chemical Industry Council (CEFIC)

3.2.1 Fragebögen und Expertengespräche

Spezifische Fragebögen wurden für folgende Adressatengruppen entwickelt (begleitet von einem Empfehlungsschreiben des UBA):

- ▶ Binnenschifffahrt (Reedereien, Partikuliere)
- ▶ Tankläger / Raffinerien / Chemische Industrie
- ▶ Hersteller von Abgasreinigungseinrichtungen/Technologien

Die Fragebögen wurden zum Teil über die Verbände an ihre Mitgliedsunternehmen weitergeleitet bzw. direkt an die Firmen gesendet.

Darüber hinaus wurden zahlreiche Interviews geführt mit Werften, Häfen, der Wasserschutzpolizei sowie Behörden (u.a. dem Ministerium für Infrastruktur und Umwelt der Niederlande) sowie Technologienanbietern (vgl. Kapitel 5).

Da der Rücklauf der Fragebögen von Seiten der betroffenen Akteure zunächst relativ gering war, wurden viele Akteure telefonisch kontaktiert, um so eine möglichst breite Datenbasis zu erhalten. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Anzahl der versendeten Fragebögen sowie geführte Expertengespräche.

Tabelle 13: Übersicht über den Rücklauf der Fragebögen und durchgeführte Expertengespräche

	Rücklauf der Fragebögen	Anzahl geführter Gespräche
Binnenschifffahrt (Reedereien, Schiffseigner, Partikuliere)	3 + 5 telefonische Beantwortungen	14
Tanklagerbetreiber	15 (mit mehr als 25 Standorten)	3
Raffinerie-Betreiber	4	2

3.2.2 Literatur- und Internet-Recherche

Neben den Fragebögen und Expertengesprächen wurde auch eine umfangreiche Literatur- und Internet-Recherche durchgeführt, um aktuelle Informationen zu erhalten. Dies stellte eine wesentliche Ergänzung dar, da aufgrund des geringen Rücklaufs der Fragebögen Angaben zu transportierten Mengen nicht aussagekräftig waren. Weiterhin war bei den befragten Unternehmen der Anteil an Kraftstoffgemischen (UN 3475) bei der insgesamt transportierten Menge sehr gering. Zunächst wurde dies u.a. darauf zurückgeführt, dass die Definition von Kraftstoffgemischen den Befragten häufig nicht klar war; durch die Auswertung der Statistiken wurde jedoch bestätigt, dass dieser Anteil tatsächlich gegenüber dem von Ottokraftstoffen und Rohbenzin derzeit noch verschwindend gering ist. Allerdings waren auch die Daten zur Ermittlung der relevanten transportierten Mengen an Rohbenzin über die Fragebogenauswertung allein nicht ausreichend.

Folgende Datenquellen wurden ausgewertet:

- ▶ Statistiken (z.B. von ELWIS, Statistisches Bundesamt, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, BDB, BAFA)
- ▶ Jahres- und Sonderberichte (z.B. BDB, WSV, ZKR)
- ▶ Rechtsvorschriften.

Bei einer Reihe statistischer Quellen (insbesondere dem Statistischen Bundesamt) wurden darüber hinaus weitere Gespräche geführt und Informationen eingeholt. Eine Übersicht über die verwendete Literatur ist in Kapitel 7 enthalten.

3.3 Auftaktgespräch und Fachgespräch

Zu Beginn der Studie fand ein Auftaktgespräch am 03.05.2013 auf dem Schulschiff Rhein im Stadthafen Duisburg statt. An dem Auftaktgespräch nahmen insgesamt 7 Personen teil. Das Besprechungsprotokoll zum Auftaktgespräch ist als Anhang 8.2 diesem Bericht beigelegt.

Die Zwischenergebnisse der Studie wurden auf einem Fachgespräch, zu dem relevante Vertreter von Behörden und Industrie eingeladen wurden, vorgestellt und diskutiert. Das Fachgespräch fand am 18. November 2013 in Bonn statt.

An dem Fachgespräch nahmen insgesamt 14 Personen teil. Die Diskussionspunkte und die Ergebnisse des Fachgesprächs wurden in den entsprechenden Kapiteln des vorliegenden Berichts berücksichtigt (Ergebnisprotokoll siehe Anhang 8.3).

4 Übersicht über die aktuelle Situation

4.1 Ventilierungsvorgänge

Binnentankschiffe werden für den Transport von verschiedenen flüssigen und gasförmigen Stoffen eingesetzt. Ein vollständiges Entladen der Schiffe ist jedoch nicht möglich, da die flüssige und auch gasförmige Restladung²³ sowohl im Ladetank als auch in den Leitungen/Pumpen verbleiben. Werden anschließend die gleichen Substanzen transportiert (Einheitstransporte), so sind die Reste unproblematisch, da keine Verunreinigung der Nachfolgeladung auftritt. Findet jedoch ein Ladungswechsel statt, so müssen die Schiffe bzw. Tanks – abhängig von der Nachfolgeladung – weitestgehend restentleert und z.T. auch gasfrei²⁴ sein, um eine Verunreinigung der nachfolgenden Ladung zu verhindern. Ebenso müssen Tanks, Pumpen, Rohrleitungen und Filter vollständig restentleert und gasfrei sein, wenn Reparaturarbeiten am Tank durchgeführt werden bzw. wenn ein Werftaufenthalt ansteht. In diesen Fällen sind zum Teil auch spezielle Bescheinigungen bzw. Zertifikate von Sachverständigen erforderlich, die den Grad der Gasfreiheit bescheinigen (z.B. „sicher zum Begehen, nicht sicher für Feuerarbeiten“).

Während die flüssigen Reste z.B. über ein Nachlenzsystem (vgl. Kap. 2.3) minimiert werden können, müssen die in den Tanks enthaltenen Restdämpfe über entsprechende bordeigenen Lüftungseinrichtungen (Ventilatoren) entweder in die Atmosphäre abgegeben (entgast, ventiliert) oder an landseitigen Abgasreinigungsanlagen übergeben werden.

Das ADN (2013) sieht vor, dass nach jedem Löschen die Ladetanks und die Lade- und Löschleitungen mittels des Nachlenzsystems gemäß den Bedingungen, wie sie bei der Prüfung festgelegt wurden, entleert werden. Dies gilt nicht, wenn die neue Ladung aus dem gleichen Gut besteht wie die vorhergehende (Nr. 7.2.4.15.1). Diese Vorgaben sind jedoch noch nicht rechtskräftig und müssen derzeit noch nicht angewendet werden. Das Datum der Anwendbarkeit wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt (siehe hierzu auch Kap. 2.3, Nachlenzsysteme).

Das Ventilieren in die Atmosphäre während der Fahrt erfolgt mittels geeigneter bordeigener Lüftungseinrichtungen bei geschlossenen Tanklukendeckeln und Abführung der Gas/Luftgemische durch dauerbrandsichere Flammendurchschlagsicherungen. Genaue Vorgaben, welche weiteren Anforderungen beim Ventilieren in die Atmosphäre einzuhalten sind (z.B. maximale Konzentrationsgrenzen), sind im ADN unter 7.2.3.7 festgelegt.

Für den Transport von Ottokraftstoffen (UN 1203), Rohbenzin (UN 1268) und Kraftstoffgemischen (UN 3475) gelten neben den Bestimmungen des ADN zusätzlich die Vorgaben der 20. BImSchV, die das Ventilieren dieser Stoffe nur unter bestimmten Voraussetzungen (vgl. Kap. 2.2) erlaubt.

Wie bereits oben kurz beschrieben, ist ein Ventilieren der Ladetanks aufgrund unterschiedlicher Ursachen erforderlich. In der nachfolgenden Abbildung werden die Ursachen für die Notwendigkeit des „Entgasens“ der Tanks bei Binnentankschiffen dargestellt sowie den gemäß 20. BImSchV vorgesehenen Möglichkeiten, mit den gasförmigen Restdämpfen einer flüssigen Ladung umzugehen:

²³ Kapitel 1.2 Begriffsbestimmungen und Maßeinheiten [ADN 2009]:

Restladung: Flüssige Ladung, die nach dem Löschen ohne Einsatz eines Nachlenzsystems als Rückstand im Ladetank oder im Leitungssystem verbleibt.

²⁴ Kapitel 1.2 Begriffsbestimmungen und Maßeinheiten [ADN 2009]:

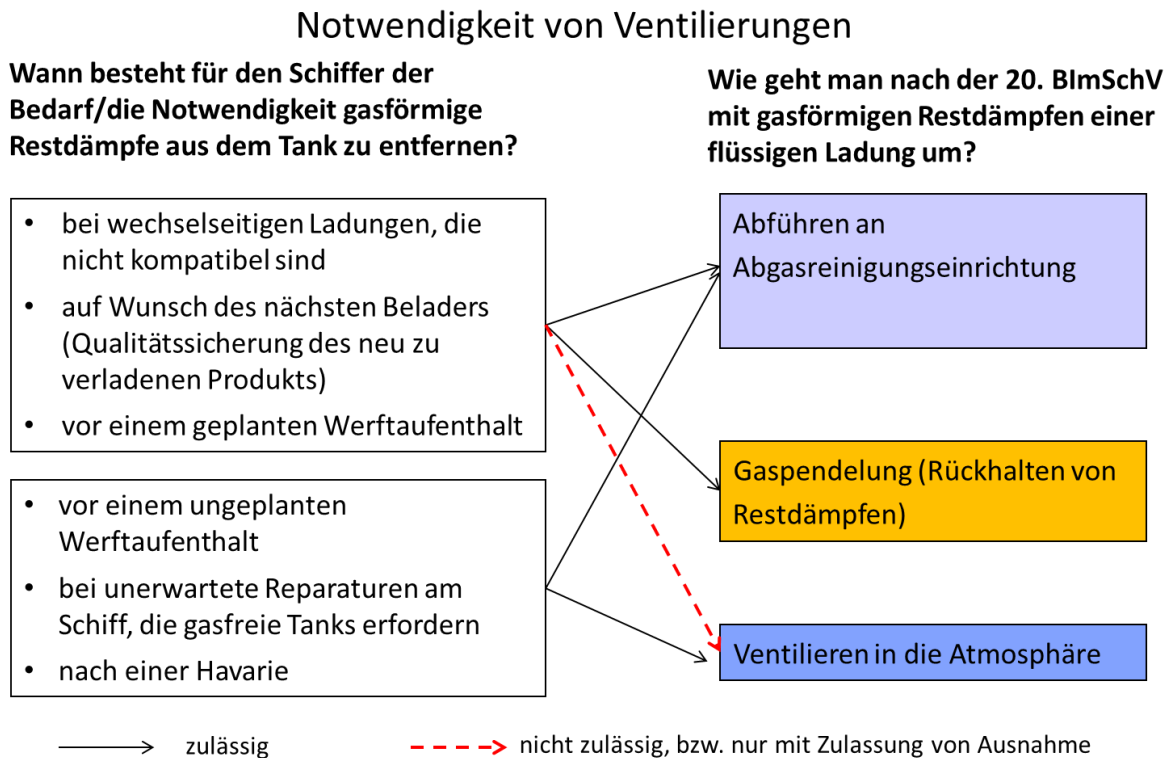
Definition Zustand des Ladetanks:

entladen: leer, aber noch Restladung vorhanden

leer: trocken, aber nicht gasfrei

gasfrei: keine nachweisbare Konzentration von gefährlichen Gasen vorhanden.

Abbildung 4: Ursachen und Möglichkeiten des Ventilierens



Bei einem Ladungswechsel bzw. einem geplanten Werftaufenthalt ist gemäß 20. BImSchV ein Ventilieren der genannten Stoffe in die Atmosphäre nicht möglich, außer es wird ein entsprechender Antrag bei der zuständigen Länderbehörde gestellt und genehmigt. Falls der Antrag nicht genehmigt wird, stehen den Binnenschiffern meist nur logistische Maßnahmen zur Verfügung – z.B. Ladung eines Stoffes der Kompatibilitätsliste – um andere Produkte zu befördern (siehe hierzu auch Kapitel 5.5.2).

Bei unerwarteten Reparaturarbeiten, die schnell durchgeführt werden müssen, bzw. nach einer Havarie sind die oben aufgeführten Möglichkeiten nicht gegeben, die Abgase landseitig abzugeben bzw. einen kurzfristigen Antrag zu stellen. Deshalb ist gemäß 20. BImSchV in diesen Fällen das Ventilieren in die Umgebung möglich, ohne dass vorher eine Ausnahmegenehmigung zu beantragen ist. Es müssen jedoch auch hier die Vorgaben des ADN 2013 eingehalten werden.

4.2 Abschätzung und Übersicht über die Anzahl der Ventilierungen

Aktuell gibt es in Deutschland keine statistischen Daten, wie viele Ventilierungen jährlich von Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen auf deutschen Binnengewässern stattfinden.

Zum einen gibt es derzeit keine zentrale Stelle, bei der die bei den zuständigen Länderbehörden beantragten und genehmigten Ventilierungen erfasst werden, und zum anderen besteht für die Binnentankschiffer auch keine Meldepflicht bezüglich der tatsächlich durchgeführten Ventilierungen.

Nach Aussage der Binnenschiffer werden Anträge auf Länderebene sehr unterschiedlich behandelt. Zudem erteilen nach Aussage der Binnenschiffer einige Bundesländer grundsätzlich keine Ausnahmegenehmigungen. Dem widersprechen die Aussagen einiger Behördenvertreter, nach deren Anga-

ben gar keine Ausnahmeanträge gestellt werden (NRW: 3 Anträge eingereicht seit 2009, davon 2 genehmigt, einer zurückgezogen, BaWü: keine Anträge in den letzten Jahren).

Eine Verbesserung der Situation im Hinblick auf die Antragsstellung für Ausnahmegenehmigungen dürfte nun eintreten, da inzwischen eine Liste der Zuständigkeiten in den einzelnen Bundesländern für die Anträge auf Genehmigung von Entgasungen im Internet auf der Homepage der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfügbar ist.²⁵

Weiterhin besteht derzeit nur eine Aufzeichnungspflicht von durchgeführten Ventilierungen für Ottokraftstoffe (UN 1203) gemäß ADN. Weitere Entgasungsvorgänge (z.B. bei Rohbenzin) müssen nicht aufgezeichnet oder dokumentiert werden.

Unerlaubte Ventilierungen

Im Hinblick auf die Durchführung von unerlaubten Ventilierungen auf deutschen Binnengewässern gibt es ebenfalls keine Informationen. Aufgrund der Tatsache, dass es derzeit in Deutschland keine Möglichkeit gibt Binnentankschiffe zu entgasen (Quelle: Expertengespräche) wird davon ausgegangen, dass unerlaubte Ventilierungen stattfinden.

Unerlaubte Ventilierungen sind Ventilierungen, die durchgeführt werden ohne dass ein unerwarteter Werftaufenthalt/Reparatur oder Havarie ansteht und auch keine Genehmigung für die Ventilierung erteilt wurde. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn ein Ladungswechsel ansteht und das Nachfolgeprodukt nicht mit OK kompatibel ist bzw. wenn ein Kunde ein entgastes Schiff anfordert (dies kann z.T. auch bei Einheitstransporten verlangt werden). Hierfür wird in der Regel keine Ausnahmegenehmigung von Seiten der Bundesländer erteilt (Quelle: Expertengespräche).

Analog zu den Ventilierungsvorgängen bei unerwarteten Werftaufenthalten gibt es keine Zahlen, wie viele Ventilierungen unerlaubt in Deutschland pro Jahr durchgeführt werden. Nach Aussage der Binnenschiffer wird grundsätzlich versucht, durch entsprechende Maßnahmen die Anzahl der Ventilationsvorgänge so gering wie möglich zu halten, aber aufgrund fehlender Abgasreinigungsanlagen lassen sich Ventilierungen nicht immer vermeiden. Nach Aussage der Binnenschiffer/Reedereien werden derzeit folgende Maßnahmen durchgeführt, um die Vorgaben der 20. BImSchV zu erfüllen und somit die Anzahl der Ventilierungen in die Atmosphäre möglichst gering zu halten (Quelle: Fragebögen und Expertengespräche):

- ▶ Optimierte Reiseplanung und Vorladungsplanung
 - Transport von kompatiblen Produkten (z.T. Anwendung der „alten“ Kompatibilitätsliste bzw. firmenspezifischer Kompatibilitätslisten); durch Einführung der Nachlenzsysteme (Efficient Stripping Systems) und den damit reduzierten flüssigen Restmengen (bei Doppelhüllenschiffen max. 5 l pro Tank) konnte die Kompatibilität zwischen Produkten erhöht werden und somit die Anzahl der Ventilierungen bei Ladungswechsel reduziert werden,
 - Raffinerien/Beladestellen ohne Gaspendingelung/Abgasreinigungsanlage werden soweit möglich mit Vorladung OK, Naphtha oder Kraftstoffgemischen nicht angefahren,
 - Bei geplantem Werftaufenthalt: wenn möglich nach dem Transport von OK, Naphtha oder Kraftstoffgemischen 3 x Diesel oder Heizöl (oder andere kompatible Produkte) laden an Stellen, die noch über eine Abluftreinigungsanlage verfügen;
- ▶ Erhöhte Anzahl an Einheitstransporten (z.T. auch aufgrund sehr hoher Qualitätsanforderungen und Kontrollen (z.B. bei Kerosin)
- ▶ Reinigung (inkl. Entgasung) in Rotterdam (derzeit einzig mögliche Stelle)

²⁵ <http://www.lai-immissionsschutz.de/servlet/is/20172/> („Übersicht über die zuständigen Behörden bei der Ventilierung bei Binnentankschiffen (Stand: 25. April 2013)“)

- ▶ Laden von kompatiblen Produkten an Ladestellen mit entsprechenden Abgasreinigungsanlagen (z.B. Ladung von Diesel bzw. Heizöl an Stellen, die noch über entsprechende Abgasreinigungsanlagen verfügen)

Größere Reedereien haben grundsätzlich eine höhere Flexibilität und können die Schiffe gezielt entweder nur als Einheitstransporte einsetzen oder mit entsprechendem logistischen Aufwand kompatible Produkte laden, um so ein Ventilieren in die Atmosphäre zu vermeiden (Quelle: Expertengespräche).

Kleinere Unternehmen begründen die Notwendigkeit des Ventilierens mit der derzeit schwierigen wirtschaftlichen Lage und den erhöhten Qualitätsanforderungen der Kunden. Es ist deshalb meist nicht möglich, nur Einheitstransporte durchzuführen. Es ist aber auch nicht immer möglich, z.B. bei nur einem oder zwei Schiffen, diese bei anstehenden Ladungswechseln mit Produkten der Kompatibilitätsliste zu beladen. Das Risiko einer Kontrolle wird deshalb in Kauf genommen.

Dies ist vor allem auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass es derzeit keine Möglichkeit für Binnentankschiffe gibt, die Dämpfe landseitig einer Abgasreinigungsanlage zuzuführen, ohne gleichzeitiges Be- bzw. Entladen der Schiffe (vgl. Kapitel 5). Zudem fordern einige Kunden, dass nur komplett entgaste Schiffe – z.B. mindestens 3 Vorladungen kein Ottokraftstoff – bestimmte Produkte transportieren. Oder aber es können nur entgaste Schiffe anlegen, da keine Abluftreinigungsanlagen installiert sind (z.B. bei Tanklägern, die nur Produkte verladen, für die keine Ablufteinigungsanlage erforderlich ist).

Die Kontrolle und Nachvollziehbarkeit von unerlaubten Entgasungen ist laut Aussage von Behörden sehr aufwändig und schwierig. Allerdings hat aufgrund verstärkter Kontrollen mit Hilfe des Einsatzes von Wärmebildkameras in einigen Gebieten die Anzahl der Ventilierungen in den letzten Jahren stark abgenommen, da Informationen über die Durchführung solcher Kontrollen in der Binnenschifffahrt inzwischen bekannt sind.²⁶ Eine effektive Überwachung des Ventilierungsverbotes wurde bisher aufgrund unterschiedlicher Zuständigkeiten als schwierig eingeschätzt.

Während des Fachgesprächs wurde auch diskutiert, ob eventuell über die Sachverständigen zur Feststellung der Gasfreiheit auf Binnentankschiffen entsprechende Zahlen (Anzahl der ausgestellten Bescheinigungen) erhoben werden könnten. Es bestehen jedoch Zweifel,

- ▶ ob entsprechende Informationen von den Sachverständigen auf freiwilliger Basis zur Verfügung gestellt werden, sowie
- ▶ ob bei den Bescheinigungen auch das vorher geladene Produkt erfasst und dokumentiert wird.²⁷

Vor diesem Hintergrund war es zur Abschätzung der derzeit stattfindenden Ventilierungsvorgänge von Rohbenzin- bzw. Kraftstoffgemischdämpfen erforderlich, auf statistische Daten, Auswertungen von Fragebögen und Expertengespräche zurückzugreifen. Die Daten aus unterschiedlichen Quellen wurden anschließend miteinander in Bezug gesetzt und verknüpft, um so die Anzahl der Ventilierungen und die hieraus entstehenden emittierten Mengen abzuschätzen.

²⁶ Die Wasserschutzpolizei Mannheim berichtet, dass im Jahr 2013 in deren Zuständigkeitsbereich noch keine Verstöße festgestellt wurden.

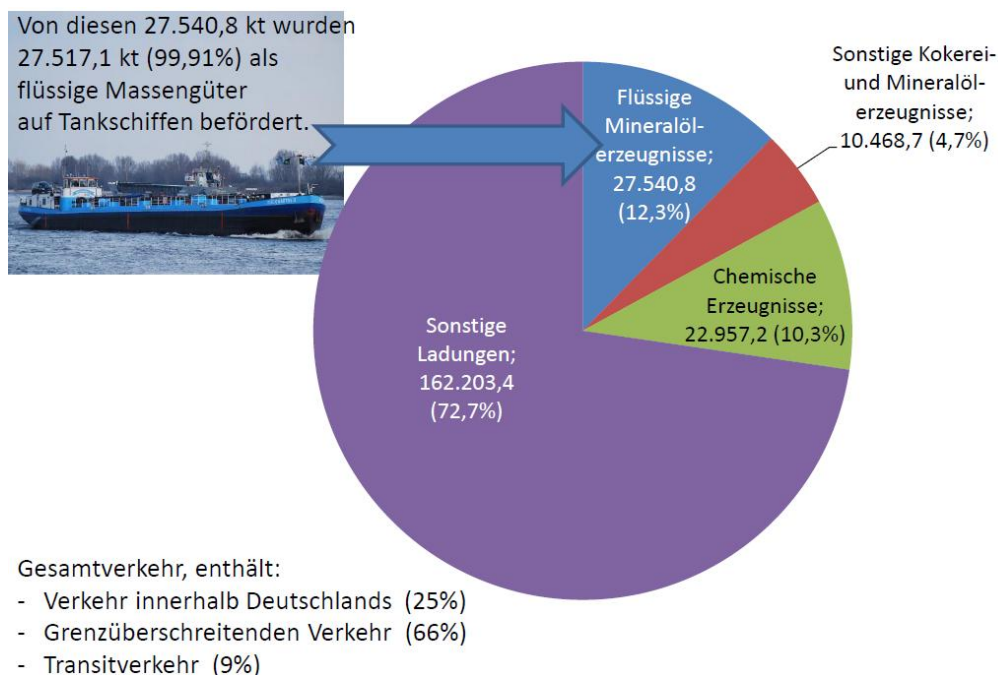
²⁷ Diese Argumente wurden von Experten im Fachgespräch angeführt und diskutiert, siehe Anhang 8.3, TOP 5.

4.2.1 Statistische Daten zum Binnentankschiffverkehr in der Bundesrepublik Deutschland

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland insgesamt 223,2 Mio. t an Gütern auf deutschen Binnengewässern transportiert (inklusive grenzüberschreitenden Verkehr und Durchgangsverkehr). Der Anteil am grenzüberschreitenden Verkehr an der Gesamtmenge lag bei ca. 66 % (148,3 Mio. t), der Anteil am Durchgangsverkehr lag bei ca. 9 % (20,3 Mio. t) [StaBu 2013, Tabelle 1.3]. Die Gesamtmenge wurde zu 32 % von Schiffen unter deutscher Flagge und 56 % von Schiffen unter niederländischer Flagge transportiert [StaBu 2013, Tabelle 1.3].

Von der Gesamtmenge an transportierten Gütern lag der Anteil an Kokerei- und Mineralölerzeugnissen bei ca. 17,0 % (38,0 Mio. t) des Gesamtverkehrs, und der Anteil flüssiger Mineralölerzeugnisse (als Untergruppe dieser Güterabteilung) bei 12,3% (27,5 Mio. t). Diese flüssigen Mineralölerzeugnisse werden nahezu ausschließlich als flüssige Massengüter auf Tankschiffen transportiert, und nur ein vernachlässigbar kleiner Teil auf Güterschiffen in Form von Fässern, Kanistern oder anderen Behältnissen.²⁸ Ein Überblick über die Größenordnungen des Binnenschiffverkehrs gibt Abbildung 5.

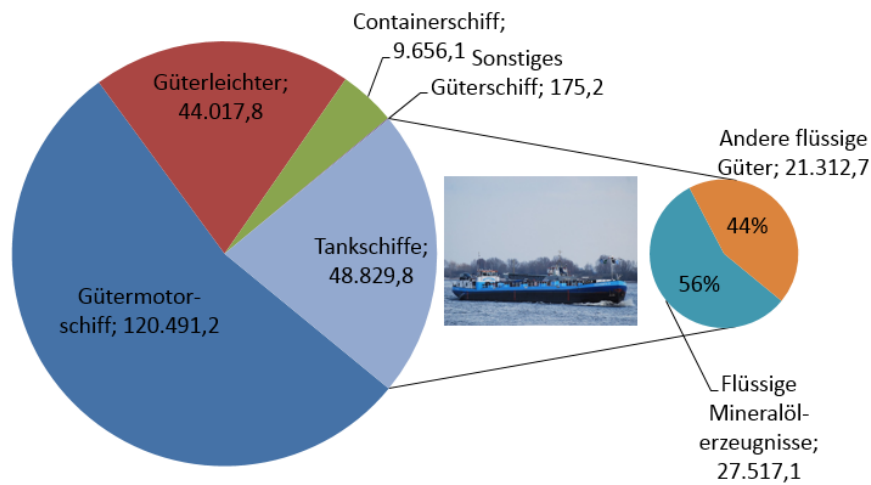
Abbildung 5: Güterbeförderung 2012 auf deutschen Binnenwasserstraßen nach Ladungsmerkmalen in kt



Die Unterscheidung der Güterbeförderung im Jahr 2012 auf deutschen Binnenwasserstraßen nach Schiffsarten zeigt, dass der Verkehr auf Tankschiffen insgesamt 48,8 Mio. t beträgt und von diesem Tankschiffverkehr die flüssigen Mineralölerzeugnisse mit 56 % den Hauptanteil ausmachen (siehe Abbildung 6).

²⁸ In der Statistik der Binnenschifffahrt wird unterschieden zwischen der Ladungsart ("wie" wurde ein Gut transportiert) und der Güterart ("was" wurde transportiert). "Flüssige Massengüter" können nur von Tankschiffen (Tankmotorschiff, Tankleichter) befördert werden. Flüssige Güter an sich können jedoch auch auf einem Gütermotorschiff transportiert werden (z.B. kann Öl auch in speziellen Behältern auf Gütermotorschiffen befördert werden). Die Masse wird jedoch auf Tankschiffen transportiert. (E-Mail-Kommunikation mit Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 06. November 2013)

Abbildung 6: Güterbeförderung 2012 auf deutschen Binnenwasserstraßen nach Schiffsarten in kt



Zahlen in 1000 Tonnen;
 Gesamtverkehr, enthält Verkehr innerhalb Deutschlands, grenzüberschreitenden Verkehr und Transitverkehr

Bei den anderen flüssigen Massengütern, die im Jahr 2012 auf Tankschiffen über deutsche Binnenwasserstraßen transportiert wurden, ist ebenfalls die Verteilung von Interesse. So können etwa bei einer Reihe von Produkten der chemischen Industrie (die nach den Kokerei- und Mineralölerzeugnissen die zweitgrößte Güterabteilung darstellen) ebenfalls Emissionen bei Entladevorgängen bzw. Fragen der Kompatibilität mit dem zuvor geladenen Gut eine Rolle spielen.

Die Güterbeförderung auf Tankschiffen (die in der Statistik per Definition übereinstimmt mit der Güterbeförderung flüssigen Massenguts) nach Güterabteilungen, -gruppen und Verkehrsbeziehungen im Jahr 2012 verteilt sich insgesamt auf die folgenden Güterabteilungen (gelb markierte Zeilen) bzw. auf untergeordneter Ebene den jeweils zugeordneten Gütergruppen:

Tabelle 14: Güterbeförderung auf Tankschiffen in den Jahren 2011 und 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen [Quelle: Sonderauswertung von Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 22. November 2013]

NST-2007-Nr.	Güterabteilung / Gütergruppe mit ausgewiesenem Transport auf Binnentankschiffen	Gesamtverkehr	Verkehr innerhalb Deutschlands	Grenzüberschreitender Verkehr			Transitverkehr
				zusammen	Empfang	Ver-sand	
01	Landwirtschaftliche und verwandte Erzeugnisse	0,7	-	0,7	0,7	-	-
01.9	Rohe Milch	0,7	-	0,7	0,7	-	-
02	Kohle, rohes Erdöl und Erdgas	29,9	-	15,3	15,3	-	14,6
02.1	Kohle	3,1	-	2,2	2,2	-	0,9
02.2	Erdöl	26,8	-	13,1	13,1	-	13,7
03	Erze, Steine und Erden u.ä.	863,3	339,7	523,6	523,6	-	-
03.4	(Koch-)Salz, Meerwasser	8,0	1,3	6,7	6,7	-	-
03.5	Steine und Erden, Sand, Ton u.ä.	855,3	338,4	516,9	516,9	-	-
04	Nahrungs- und Genussmittel	2.054,2	717,5	1.315,3	783,8	531,5	21,3
04.4	Öle und Fette	1.978,3	712,7	1.260,2	783,8	476,3	5,4
04.5	Milch, Milcherzeugnisse, Speiseeis	4,8	4,8	-	-	-	-

NST-2007-Nr.	Güterabteilung / Gütergruppe mit ausgewiesenem Transport auf Binnentankschiffen	Gesamtverkehr	Verkehr innerhalb Deutschlands	Grenzüberschreitender Verkehr			Transitverkehr
				zusammen	Empfang	Ver-sand	
04.6	Stärke(-erzeugnisse), Futtermittel	25,8	-	17,2	-	17,2	8,6
04.7	Getränke	34,5	-	34,5	-	34,5	-
04.8	Nahrungsmittel (außer Sammelgut)	10,8	-	3,4	-	3,4	7,4
07	Kokerei- und Mineralerzeugnisse	31.385,9	12.035,9	18.803,3	13.290,1	5.513,2	546,6
07.1	Kokereierzeugnisse	47,9	32,3	15,5	15,5	-	-
07.2	Flüssige Mineralölerzeugnisse	27.517,1	11.234,7	15.811,0	11.458,5	4.352,5	471,4
07.3	Gasförmige/verdichtete Mineralölerzeugnisse	2.334,8	609,8	1.724,9	1.195,7	529,2	-
07.4	Feste oder wachsartige Mineralölerzeugnisse	1.486,1	159,0	1.251,8	620,3	631,5	75,3
08	Chemische Erzeugnisse etc.	14 187,9	3 955,0	9 680,9	5 496,9	4 184,0	552,0
08.1	Chemische Grundstoffe (mineralisch)	6 132,9	2 253,8	3 873,6	2 260,8	1 612,8	5,5
08.2	Chemische Grundstoffe (organisch)	5 281,0	1 155,5	4 116,7	2 421,6	1 695,2	8,7
08.3	Stickstoffverbindungen, Düngemittel	623,7	179,1	221,7	145,0	76,7	223,0
08.4	Basiskunststoffe, Kautschuk	160,3	157,7	2,6	-	2,6	-
08.5	Pharmazeutische Erzeugnisse	1 990,0	208,9	1 466,3	669,6	796,7	314,8
09	Sonstige Mineralerzeugnisse	143,6	-	72,0	3,7	68,2	71,7
09.1	Glas, Porzellan u.ä. Erzeugnisse	2,4	-	2,4	2,4	-	-
09.2	Zement, Kalk, gebrannter Gips	69,6	-	69,6	1,3	68,2	-
09.3	Sonstige Baumaterialien und -erzeugnisse	71,7	-	-	-	-	71,7
14	Sekundärrohstoffe, Abfälle	164,5	155,6	0,9	0,9	-	8,0
14.1	Hausmüll und kommunale Abfälle	15,1	15,1	-	-	-	-
14.2	Sonstige Abfälle und Sekundärrohstoffe	149,4	140,5	0,9	0,9	-	8,0
	Insgesamt	48.830	17.204	30.412	20.115	10.297	1.214

Eine detaillierte Aufteilung der Gütergruppe „Flüssige Mineralölerzeugnisse“ nach den Produktgruppen Ottokraftstoffe (UN 1203), Rohbenzin (UN 1268) und Kraftstoffgemische (UN 3475) ist aus den Datenquellen der aktuellen Verkehrsstatistik nicht möglich. Da ab dem Berichtsjahr 2011 die dort verwendete Gütersystematik auf das „Einheitliche Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007“ (NST-2007) umgestellt wurde, liegt nun bei Verkehrsdaten seitens des Statistischen Bundesamtes auf unterster Aggregationsebene nur noch die Kategorie „Flüssige Mineralölerzeugnisse“ vor (NST-2007-Gruppe 07.2), die vollständig der CPA-2008-Bezeichnung „Motorentreibstoffe, Heizöle und andere Mineralöle“ (CPA-2008-Code 19.20.2 der europäischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen) entspricht. Das noch bis zum Jahr 2010 angewandte „Einheitliche Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik“ (NST/R) aus dem Jahr 1968 hatte auf der untersten Ebene wesentlich mehr Gliederungspositionen und wies die folgenden Ladegütergruppen separat aus [StaBu 2008]:

Tabelle 15: Umsteigeschlüssel zwischen den relevanten Gütergruppen des NST/R und der Gruppe 07.2 „Flüssige Mineralölerzeugnisse“ des NST-2007 (relevante Kraftstoffe für die vorliegende Untersuchung rot markiert) [Quelle: StaBu 2008]

Schlüsselnummer NST/R (alt)	Ladegut	Enthalten in % in NST-2007-Gruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse)
321	Motorenbenzin	100 %
323	andere Kraftstoffe, Spezialbenzin	100 %
325	Gasöl, Dieselöl und leichtes Heizöl	100 %

Schlüsselnummer NST/R (alt)	Ladegut	Enthalten in % in NST-2007-Gruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse)
327	schweres Heizöl	100 %
341	Schmieröle und -fette	75 %

Die Schlüsselnummern 321 und 323 der früheren NST/R-Einteilung (in Tabelle 15 rot markiert) konnten weitestgehend komplett der UN-Nummer 1203 (Ottokraftstoffe) zugeordnet werden. Gemäß der Datengrundlage des BDB nach der NST/R-Systematik wurden im Jahr 2009 ca. 9.900 kt Ottokraftstoffe (Summe aus Schlüsselnummer 321 und 323) mittels Tankschiffen auf deutschen Wasserstraßen transportiert, einschließlich des grenzüberschreitenden Verkehrs, aber ohne Durchgangsverkehr [Bauer et al. 2010]. Die Menge an transportierten Ottokraftstoffen entsprach hierbei etwa 20 % der gesamten transportierten Menge mit Tankmotorschiffen (TMS) und wurde von Schiffen mit unterschiedlicher Größe und Tragfähigkeit transportiert.

Aufgrund der geänderten Datensystematik ist eine unmittelbare Fortschreibung der transportierten Mengen dieser Kategorie auf die Folgejahre aus den Daten des Statistischen Bundesamtes allein nicht möglich.

Eine wesentlich detailliertere Statistik zu Aufkommen, Einfuhr und Ausfuhr, Inlandsablieferungen sowie ausgewählten Verwendungssektoren von Mineralölprodukten wird für Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle erhoben [BAFA 2012, Tabellen 5j, 6j und 7j]. Von den im Detail ausgewiesenen Mineralölprodukten sind die folgenden Gegenstand der vorliegenden Untersuchung:

Tabelle 16: Aufkommen der Mineralölprodukte (in Tonnen), die in den amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland erfasst werden

Aufkommensgrößen / Mineralölprodukte/		Bruttoraffinerie erzeugung	Zugänge aus Chemierücklauf ./ Abgänge zum Wiedereinsatz	Zugänge in die BR Deutschland aus EU- und Drittländern	Gesamtaufkommen
Hauptprodukte	Rohbenzin	8.104.407	179.011	6.069.307	14.352.815
	Ottokraftstoff	20.479.704	-14.555	1.173.441	21.638.590
Nebenprodukte	Spezialbenzin	26	0	56.440	56.466
	Testbenzin	21.572	0	62.772	84.344
Summe Benzin + Rohbenzin		28.605.709	164.456	7.362.050	36.132.215
Summe flüssiger Mineralölerzeugnisse insgesamt		97.301.285	*)	30.533.808	123.677.684

*) Differenzgröße aus Zugängen und Abgängen umfasst im allgemeinen Fall noch mehrere Komponenten, daher in der Summe nicht dargestellt

Quelle: BAFA 2012, Tabelle 5j; Aufkommensgrößen z.T. aggregiert

Tabelle 17: Abgänge und Verwendung von Mineralölprodukten (in Tonnen), die in den amtlichen Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland erfasst werden

Abgangsgrößen / Mineralölprodukte/		Gesamtaufkommen	Ausfuhr in EU- und Drittländer (-)	Umwidmungen, Bestandsveränderungen und statistische Differenz (+)	Inlandsablieferungen insgesamt
Hauptprodukte	Rohbenzin	14.352.815	321.804	1.738.993	15.770.004
	Ottokraftstoff	21.638.590	3.009.699	-142.054	18.486.837
Nebenprodukte	Spezialbenzin	56.466	84.388	34.340	6.418
	Testbenzin	84.344	25.184	39.371	98.531
Summe Benzin + Rohbenzin		36.132.215	3.441.075	1.670.650	34.361.790
Summe flüssiger Mineralöl-erzeugnisse insgesamt		123.677.684	19.013.312 **)	410.125	105.074.497 ***)

**) umfasst im allgemeinen Fall auch Abgänge in Bunker der internationalen Schifffahrt

***) enthält Doppelzählungen aus Recycling (Chemierücklauf sowie Aufkommen aus Altöl)

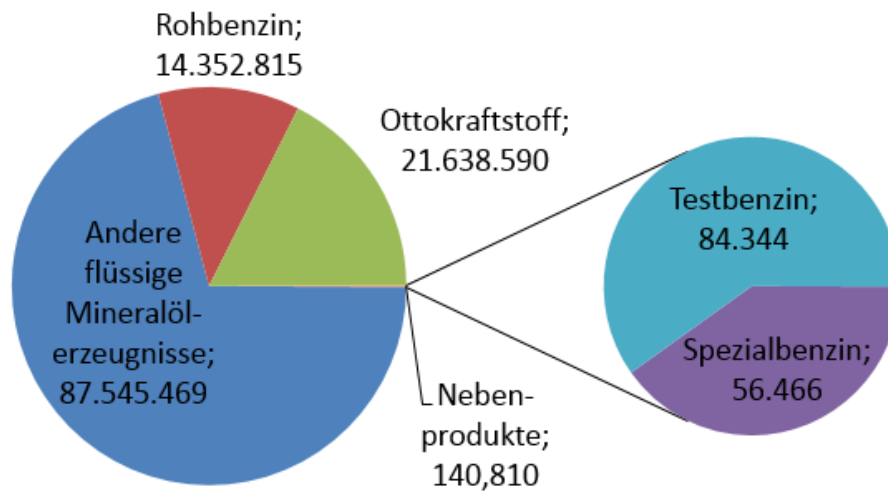
Quelle: BAFA 2012, Tabelle 6j; Abgangsgrößen z.T. aggregiert

Die Inlandsablieferungen erfolgten an ausgewählte Verwendungssektoren [BAFA 2012, Tabelle 7j]:

- ▶ Rohbenzin: 15.662.871 t zur chemischen Weiterverarbeitung, 107.133 t an Sonstige
- ▶ Ottokraftstoff: 100.130 t an das Militär, 18.386.707 t an Sonstige
- ▶ Spezialbenzin: 6.418 t an Sonstige
- ▶ Testbenzin: 18.573 t zur chemischen Weiterverarbeitung, 79.958 t an Sonstige

Die Größe „Gesamtaufkommen“ aus Tabelle 16 und Tabelle 17 erscheint hierbei am besten geeignet als relevanter Indikator für das gesamte Transportaufkommen von Benzin und Rohbenzin, da sie von der Herkunft sowohl die Bruttoreaffinerieerzeugung als auch die Importe aus EU-Mitgliedsstaaten sowie Drittländern nach Deutschland umfasst, zum anderen von der Verwendungsseite die Exporte aus Deutschland in EU-Mitgliedsstaaten und Drittländer sowie die Inlandsablieferungen umfasst. Setzt man die Gesamtaufkommen der vier betrachteten Kraftstoffe ins Verhältnis zu dem Gesamtaufkommen aller flüssigen Mineralölerzeugnisse, so erhält man einen Anteil von 29,2 % (11,6 % Rohbenzin, 17,5 % Ottokraftstoff, 0,05 % Spezialbenzin und 0,07 % Testbenzin) - siehe auch Abbildung 7.

Abbildung 7: Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Nebenprodukten am Gesamtaufkommen in Deutschland (in Tonnen)



Diese Anteile können als Indikatorschlüssel für das Verkehrsaufkommen genommen werden. Zwar besteht an dieser Stelle keine abgesprochene Harmonisierung zwischen der Verkehrsstatistik des Statistischen Bundesamts und den amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland der BAFA, allerdings existiert eine Leitdatei für Plausibilitätsprüfungen, anhand derer die Mitarbeiter/-innen in den statistischen Landesämtern Güter zuordnen können. Diese Liste für die Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralöl-erzeugnisse) wurde vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt (siehe Anhang 8.4).²⁹ Bei der BAFA existiert in ähnlicher, aber noch detaillierterer Form ein Warenverzeichnis für Meldungen des Außenhandels mit Mineralölprodukten, das die Zuordnung der einzelnen Warennummern und Warenbezeichnungen zu den Warenkategorien der Tabellen 5j, 6j und 7j in [BAFA 2012] beschreibt (siehe Anhang 8.5).³⁰ Ein Vergleich beider Listen bestätigt, dass sämtliche der aufgelisteten Hauptprodukte sowie die Nebenprodukte mit Ausnahme der untersten vier Kategorien „Bitumen“, „Petrolkoks“, „Wachse, Paraffine, Vaseline“ sowie „Andere Rückstände“ der Gütergruppe 07.2 zugeordnet werden können, da sie flüssige Mineralöl-erzeugnisse darstellen.

Kraftstoffgemische

Nicht enthalten in dieser Statistik sind Kraftstoffgemische im Sinne der 20. BImSchV, da sie nicht zum überwiegenden Teil Mineralölprodukte darstellen. Diese können innerhalb der Grenzen von 10 % - 90 % unterschiedliche Mischungsanteile von Ethanol und Benzin bzw. Ottokraftstoffen enthalten. Solche Gemische dienen vorrangig dem Betrieb von „Flexible Fuel Vehicles“ (FFV), die mit Ottokraftstoffen, Methanol und Ethanol sowie beliebigen Mischungen dieser drei Kraftstoffe betrieben werden. Der Sinn eines solchen Fahrzeugkonzepts ist die vorzugsweise Verwendung von (Bio-)Alkoholen bei voller Flexibilität im Fall von örtlicher oder zeitlicher Nichtverfügbarkeit.

Derzeit findet aus dem möglichen Spektrum von Produkten mit unterschiedlichen Mischungsanteilen nur der Ethanol-Kraftstoff E85 eine praktische Verbreitung auf dem Markt. Der Grund ist, dass sowohl die Kraftstoffnorm als auch die Steuerbegünstigung (nach §50 EnergieStG) für den Ethanolanteil im E85 eine Untergrenze von 70 % festlegen. Wegen der fehlenden Steuerbegünstigung ist es somit sehr unwahrscheinlich, dass auch andere Ottokraftstoff-Ethanol-Mischungen als

²⁹ E-Mail-Kommunikation mit Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 30. September 2013

³⁰ E-Mail-Kommunikation mit Herrn Jan Benduhn, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Referat 423 – Mineralöl und Gase, 27. September 2013

E10- und E85-Kraftstoffe in Deutschland abgesetzt werden. Ethanolkraftstoff (E85) darf nur dann gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen als Kraftstoff gegenüber dem Letztverbraucher in den Verkehr gebracht werden, wenn er den Anforderungen der DIN 51625, Ausgabe August 2008, genügt. (Quelle: §6 10. BImSchV).³¹

Die Norm unterscheidet ferner zwischen Sommer- und Winterkraftstoff.

- ▶ Ethanolanteil Sommer: min. 75 % bis max. 86 % (V/V) Ethanol – Klasse A
- ▶ Ethanolanteil Winter: min. 70 % bis max. 80 % (V/V) Ethanol – Klasse B.

Der höhere Ottokraftstoffanteil im Winter dient hauptsächlich der Verbesserung der bei reinen Alkoholen kritischen Kaltstart- und Kaltlaufeigenschaften.

Für E85 liegen keine BAFA-Daten zu Erzeugung, Import und Export vor wie für flüssige Mineralölprodukte, allerdings ist der Inlandsverbrauch von Biokraftstoffen erfasst. Er betrug im Jahr 2012 21.326 t, im Vorjahr 2011 19.723 t.³² Damit liegt der Konsum von der Größenordnung her lediglich bei 0,1 % im Vergleich mit dem von Ottokraftstoffen.

Kraftstoffmischungen, insbesondere E85, werden durch Industrie/Hersteller, aber auch den Mineralölhandel vorgenommen. Für Ethanol als Kraftstoff ist die Lagerung in Zoll- und Brandweinsteuergarlagern vorgeschrieben. Diese Anforderungen erfüllen in Deutschland nur eine überschaubare Anzahl an Unternehmen. E85-Kraftstoff wird als fertiges Produkt an die Tankstellen geliefert.³¹

In der Annahme, dass das Gesamtaufkommen von E85 wie bei Ottokraftstoff 17 % höher liegt als die Inlandsablieferungen, also z.B. ein gewisser Anteil aus Deutschland exportiert wird, kann im Folgenden von 24.962 t E85 ausgegangen werden. Dies macht lediglich 0,02 % des Gesamtaufkommens der flüssigen Mineralölerzeugnisse oder 0,115 % im Verhältnis zu Ottokraftstoff aus. Somit ist auch der Umfang der Transportvorgänge von E85 gegenwärtig gegenüber denen von Ottokraftstoffen und Rohbenzin weitgehend vernachlässigbar.

Im Folgenden wird angenommen, dass die einzelnen Mineralölprodukte im Mengenverhältnis ihrer jeweiligen Gesamtaufkommen in Deutschland auch auf Binnenschiffen transportiert werden. Somit führt die (am 28.04.2012 in Kraft getretene und im Mai 2013 nochmals überarbeitete) Ausweitung der 20. BImSchV von Ottokraftstoffen auch auf Rohbenzin und Kraftstoffgemische, bezogen auf Daten für 2012, zu folgenden Anteilen des von der 20. BImSchV betroffenen, d.h. geregelten Binnenschiffsverkehrs:

- ▶ Ottokraftstoffe: ca. 60 %
- ▶ Rohbenzin: ca. 40 %
- ▶ Kraftstoffgemische: ca. 0,11 %.

Güterumschlag an Binnenwasserstraßen in Deutschland

Die in Deutschland insgesamt umgeschlagene Menge an Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen wird auf direktem Weg im einheitlichen Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik (NST-2007) nicht mehr erfasst. Statistiken liegen nur auf Ebene der Gruppe 07.2 „Flüssige Mineralölerzeugnisse“ des NST-2007 vor. Güterumschläge werden daher anhand ihrer Anteile am Gesamtaufkommen innerhalb der Gruppe der flüssigen Mineralölerzeugnisse anteilig zugerechnet.

³¹ E-Mail-Kommunikation mit Herrn Dietmar Kemnitz, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 18. September 2013

³² [BAFA 2012, Tabelle 9; FNR 2013, S. 23]

Für die Jahre 2011 und 2012 wurden für flüssige Mineralölerzeugnisse auf Tankschiffen die folgenden Tonnen nach Verkehrsbeziehungen erfasst:

Tabelle 18: Güterförderung der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tankschiffen in den Jahren 2011 und 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen

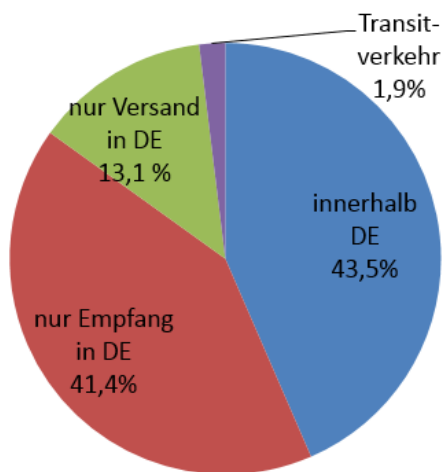
Verkehrs- beziehung/ Jahr	Gesamt- verkehr	Verkehr innerhalb Deutschlands (Versand = Empfang)	Grenzüberschreitender Verkehr			Transit- verkehr
			zusammen	Empfang	Versand	
2011	26.043,0	11.326,0	14.211,2	10.788,3	3.422,9	505,8
2012	27.517,1	11.234,7	15.811,0	11.458,5	4.352,5	471,4

Quelle: Sonderauswertung und E-Mail-Kommunikation von Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 24. September – 1. Oktober 2013

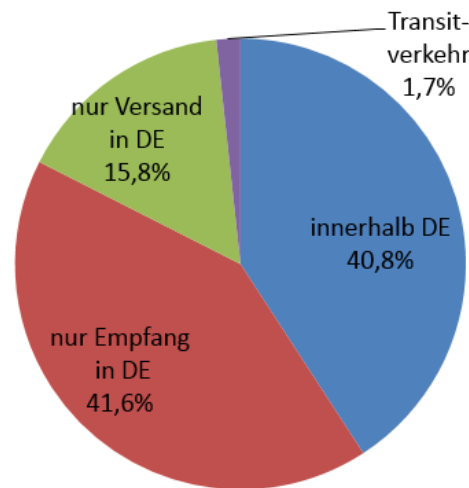
Der prozentuale Anteil dieser Verkehre ist in Abbildung 8 dargestellt.

Abbildung 8: Anteile der Gesamtverkehre 2011 und 2012 auf Tankschiffen nach Inlands-, grenzüberschreitenden und Transitverkehren

Gesamtverkehr im Jahr 2011: 26.043 kt



Gesamtverkehr im Jahr 2012: 27.517 kt



Flüssige Mineralölerzeugnisse, die nicht in Tankschiffen befördert wurden, sind ebenfalls erfasst, jedoch von untergeordneter Bedeutung (26,1 t Gesamtverkehr im Jahr 2011, 23,7 t im Jahr 2012) und nicht in den Zahlen von Tabelle 18 enthalten. Es wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um geschlossene Behälter, z.B. Fässer oder Kanister, handelt, die bei einer Umladung befüllt weitertransportiert werden und daher beim Umschlag in diesen Behältern auch keine Entgasungsvorgänge durchzuführen sind.

Enthalten in den Verkehrszahlen von Tabelle 18 ist dagegen der „Binnen-See-Verkehr“. Hierunter werden in erster Linie Güterverkehre der Binnenschifffahrt verstanden, deren Strecke teilweise über

die See verläuft (z.B. entlang der Küste von Skandinavien nach Deutschland, insbesondere aber auch z.B. von und nach Großbritannien, da die See definitiv befahren werden muss. Diese Verkehrskategorie spielt jedoch mit insgesamt 37,4 t (2011) sowie 31,9 t (2012) eine untergeordnete Rolle, wobei hierbei der grenzüberschreitende Verkehr aus dem Ausland mit Empfang in deutschen Binnenhäfen den größten Anteil ausmacht.

Da seit dem Berichtsjahr 2011 keine Zuordnung des Güterumschlags zu den Produkten aus diesen Daten möglich ist, kann gemäß der Daten von Tabelle 16 und Tabelle 17 zunächst davon ausgegangen werden, dass im Durchschnitt 29,2 % des Güterumschlags und auch der innerdeutschen sowie grenzüberschreitenden Verkehrsbeziehungen auf die von der 20. BImSchV betroffenen Produkte entfallen.

Für die Jahre 2009 und 2010 liegen zum Vergleich Daten beider Systematiken, der früheren NST/R und der neuen NST-2007 vor, wobei die Zuordnung der Gütergruppen in Tabelle 15 beschrieben ist. Für diese beiden Jahre kann daher der Anteil der NST/R-Gütergruppen 321 (Motorenbenzin) und 323 (andere Kraftstoffe, Spezialbenzin) an der NST-2007-Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) bestimmt werden. Dieser beträgt für das Jahr 2009 37,9 %, für das Jahr 2010 sogar 40,5 %.³³ Es könnte daher sein, dass der Binnenschiffstransport von Motorenbenzin und anderen Kraftstoffen/Spezialbenzin einen Anteil an den flüssigen Mineralölprodukten aufweist, der überproportional zum Gesamtaufkommen ist. Dies wäre unter anderem durch die Standortinfrastruktur von Raffinerien und Tanklagern entlang der Schifffahrtsstraßen wie dem Rhein erklärbar.

Unter der Annahme, dass dieser Verkehrsanteil innerhalb der Gruppe der flüssigen Mineralölerzeugnisse auch in den Folgejahren tendenziell konstant bleibt, gehen wir bei den folgenden Abschätzungen von einer Unter- und einer Obergrenze des Schiffsverkehrsanteils von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen (E85) an den flüssigen Mineralölerzeugnissen aus. Als Untergrenze wird 29,2 % angenommen (Anteil gemäß dem Gesamtaufkommen in Deutschland in 2012), als Obergrenze 40,5 % (Verkehrsanteil im Jahr 2010 gemäß dem Vergleich der Güterbeförderung auf Tankschiffen nach NST/R- und NST-2007-Systematik). Zu diesem Anteil hinzuzurechnen sind die in Gütergruppe 07.2 nicht enthaltenen Kraftstoffgemische, die jedoch mit weiteren ca. 0.02 % im Vergleich zum Gesamtaufkommen bzw. Gesamttransport der flüssigen Mineralölerzeugnisse bisher eine zu vernachlässigende Rolle spielen. Im Folgenden ist angenommen, dass der zusätzliche Binnenschifftransport von Kraftstoffgemischen gemäß dem geschätzten Gesamtaufkommen 0,115 % im Verhältnis zu Ottokraftstoff beträgt.

Aus diesen Annahmen ergibt sich die folgende Abschätzung für die Verkehrsströme von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen:

Tabelle 19: Güterförderung der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tankschiffen im Jahr 2012 in 1000 Tonnen, aufgeteilt nach Verkehrsbeziehungen und geschätzte Anteile, die auf Ottokraftstoffe, Rohbenzin und Kraftstoffgemische entfallen (29,235 % - 40,547 % des gesamten Güterumschlags)

Verkehrsbeziehung/ Gütergruppe	Gesamtverkehr	Verkehr innerhalb Deutschlands (Versand = Empfang)	Grenzüberschreitender Verkehr			Transitverkehr
			zusammen	Empfang	Versand	

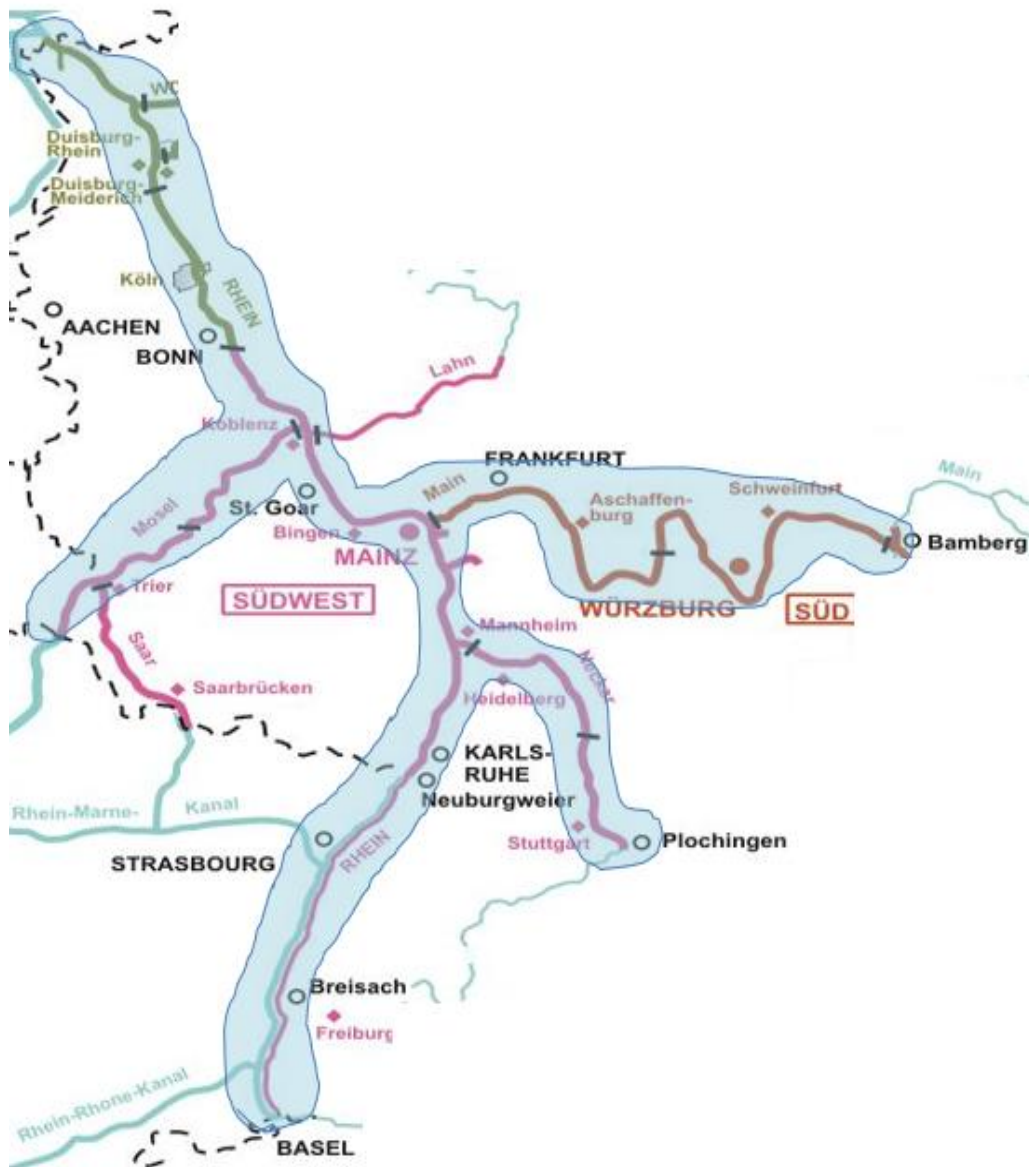
³³ Sonderauswertung Statistisches Bundesamt: Güterbeförderung auf Tankschiffen nach Güterarten der NST/R sowie der NST-2007 und Berichtsjahren (2009 und 2010), E-Mail-Kommunikation mit Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 22. November 2013

Verkehrsbeziehung/ Gütergruppe	Gesamt- verkehr	Verkehr inner- halb Deutsch- lands (Versand = Empfang)	Grenzüberschreitender Verkehr			Transit- verkehr
			zusam- men	Empfang	Versand	
Flüssige Mineralölerzeugnisse	27.517,1	11.234,7	15.811,0	11.458,5	4.352,5	471,4
Anteil Ottokraftstoff, Rohbenzin und Kraftstoffgemische (E85)	8.044,6 bis 11.157,3	3.284,5 bis 4.555,3	4.622,3 bis 6.410,9	3.349,9 bis 4.646,1	1.272,5 bis 1.764,8	137,8 bis 191,1
Anteil Ottokraftstoff, Roh- benzin und Kraftstoffgemi- sche (E85) in % der flüssi- gen Mineralölerzeugnisse	29,2% bis 40,5%	11,9% bis 16,6%	16,8% bis 23,2%	12,2% bis 16,9%	4,6% bis 6,4%	0,5% bis 0,7%

4.2.2 Statistische Daten zum Binnentankschiffverkehr im deutschen Rheinstromgebiet

Neben dem Rhein als einer der am stärksten befahrenen Wasserstraßen der Welt findet auch auf den schiffbaren Nebenflüssen Main, Neckar und Mosel Binnentankschiffverkehr statt. Zum Rheinstromgebiet zählen weiterhin auch die Lahn und die Saar. Die Saar ist wie die Mosel ein wichtiger Versorgungsweg für Erze und Kohle [ZKR 2013b, S. 14], allerdings findet dort (laut den Daten von 2011 und 2012) kein Tankschiffsverkehr von flüssigen Mineralölprodukten statt. Auf der Lahn wurde die Güterschiffahrt bereits 1981 eingestellt. Das Rheinstromgebiet einschließlich der bedeutendsten Häfen ist in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Das deutsche Rheinstromgebiet einschließlich der schiffbaren Nebenflüsse



Quelle: bearbeiteter Ausschnitt aus http://www.wsv.de/wasserstrassen/gliederung_bundeswasserstrassen/karte/

Die bedeutendsten Häfen im deutschen Bereich des Rheins befinden sich in den Großräumen Duisburg, Köln, Mannheim, Karlsruhe und Basel. Von den Nebenflüssen im Rheinstromgebiet sind Frankfurt am Main sowie Hanau am Unterlauf des Mains am bedeutendsten, sowie im Neckarlauf Heilbronn und Stuttgart. Weiterhin ist der Rhein durch den Rhein-Herne-Kanal und den Wesel-Datteln-Kanal mit den Ruhrgebietshäfen Dortmund und Hamm verbunden.

- ▶ Güterumschlag am Rheinstromgebiet aufgeschlüsselt nach Gemeinden

Die Empfangs- und Versandstatistik wird auch auf Ebene der Gemeinden erfasst und ausgewertet, die mit ihren Häfen an die Binnenwasserstraßen angrenzen. Dies ermöglicht eine Erfassung der Struktur der Verkehrsströme entlang des Rheinstromgebiets. In Tabelle 20 sind die Umschlagstellen in Richtung stromaufwärts nach Empfang sowie Versand in t dargestellt, die im Jahr 2012 einen Güterumschlag von flüssigen Mineralölzeugnissen auf Tankschiffen zu verzeichnen hatten. Befinden sich

innerhalb einer Gemeinde mehrere Häfen (wie etwa in Duisburg), so werden alle Häfen dieser Gemeinde aggregiert.

Tabelle 20: Güterumschlag der Gütergruppe 07.2 (Flüssige Mineralölerzeugnisse) auf Tank- schiffen im Jahr 2012 in Tonnen nach im Rheinstromgebiet liegenden Umschlag- stellen (flussaufwärts geordnet), aufgeteilt nach Empfang und Versand

Verkehrs- beziehung / Fluss	Gemeinde	Güterumschlag auf Tankschiffen (t)		
		zusammen	Empfang	Versand
Rhein	Kleve	7.115	0	7.115
	Emmerich am Rhein	69.579	69.579	0
	Wesel	125.107	119.154	5.953
	Übrige Häfen, Landkreis Wesel	994	0	994
	Duisburg	2.091.420	1.738.998	352.422
	Krefeld	2.200	0	2.200
	Düsseldorf	183.174	181.669	1.505
	Neuss	523.779	434.775	89.004
	Dormagen	348.820	0	348.820
	Leverkusen	9.029	0	9.029
	Köln	5.747.986	3.184.899	2.563.087
	Wesseling	2.387.064	662.396	1.724.668
	Andernach	504.552	500.801	3.751
	Bendorf	620.873	589.580	31.293
	Koblenz	258.328	257.127	1.201
	Wiesbaden	3.811	3.811	0
	Mainz	256.821	154.205	102.616
	Ginsheim-Gustavsburg	343.050	249.105	93.945
	Gernsheim	96.955	95.988	967
	Worms	54.036	54.036	0
	Mannheim	610.301	367.516	242.785
	Ludwigshafen am Rhein	1.356.417	1.294.828	61.589
	Speyer	723.527	635.169	88.358
	Wörth am Rhein	1.798	1.798	0
	Karlsruhe	2.647.497	800.226	1.847.271
	Kehl	322.506	322.506	0
	Übrige Häfen, Landkreis Ortenaukreis	20.799	20.799	0
	Breisach am Rhein	92.245	92.245	0
Summe Rhein	19.409.783	11.831.210	7.578.573	
Mosel	Bullay	19.478	19.478	0
	Trier	466.381	464.881	1.500
	Summe Mosel	485.859	484.359	1.500
Main	Flörsheim am Main	355.938	313.984	41.954
	Raunheim	328.584	181.724	146.860
	Kelsterbach	521.165	519.247	1.918

Verkehrs- beziehung / Fluss	Gemeinde	Güterumschlag auf Tankschiffen (t)		
		zusammen	Empfang	Versand
	Frankfurt am Main	562.467	545.497	16.970
	Hanau	440.506	429.052	11.454
	Kleinostheim	94.280	94.280	0
	Aschaffenburg	274.565	274.565	0
	Marktheidenfeld	14.423	14.423	0
	Würzburg	41.551	41.551	0
	Schweinfurt	166.656	166.656	0
	Summe Main	2.800.135	2.580.979	219.156
Neckar	Heilbronn	59.775	57.777	1.998
	Marbach am Neckar	30.479	30.479	0
	Stuttgart	117.571	117.571	0
	Plochingen	5.989	5.989	0
	Summe Neckar	213.814	211.816	1.998
Summe Rheinstromgebiet		22.909.591	15.108.364	7.801.227
Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen Untergrenze: 29,235% des gesamten Güterumschlags		6.697.620	4.416.931	2.280.689
Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen Obergrenze: 40,547% des gesamten Güterumschlags		9.289.108	6.125.959	3.163.148

Quelle: Sonderauswertung und E-Mail-Kommunikation von Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 24. September – 1. Oktober 2013

Aus diesen Zahlen ist keine Zuordnung zu entnehmen, bei welchen Güterbewegungen sowohl Empfang als auch Versand in Deutschland stattfindet und welche Ladungen aus dem Ausland kommen bzw. in das Ausland verschifft werden. Andererseits ist zu erkennen, dass der Versand von flüssigen Mineralölprodukten hauptsächlich durch die bedeutsamen Raffinerien (Köln-Godorf, Wesseling, Karlsruhe) dominiert wird und von den oberen Enden der schiffbaren Flüsse, insbesondere der Rhein Nebenflüsse, aus (zumindest in deutschen Häfen) praktisch nicht mehr auftritt. Daher erfolgt der Transport von flüssigen Mineralprodukten überwiegend flussaufwärts, und Leerfahrten flussabwärts sind häufig nicht zu vermeiden. Dies wird auch durch die Statistik der Schiffsbewegungen an ausgewählten Grenzstellen von Rhein und Mosel von und nach der Bundesrepublik Deutschland in Kapitel 4.2.3 bestätigt.

Da auch bei diesen regional aufgeschlüsselten Daten keine individuelle Zuordnung des Güterumschlags zu den Produkten möglich ist, wird ebenfalls davon ausgegangen, dass auch in den Gemeinden im Durchschnitt 29,235 % - 40,547 % des Güterumschlags auf die von der 20. BImSchV betroffenen Produkte entfallen.

Kleinere Schwankungen von Jahr zu Jahr sind hierbei durchaus möglich. So wurde von der ZKR festgestellt, dass im Jahr 2012 auf dem Rhein gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang von 4,7 % bei Ottokraftstoffen zu verzeichnen war, dafür nahm der Absatz von Diesel um 1 % und der von Flugkraftstoffen um 7 % zu [ZKR 2013b, S. 31]. Insofern rechnet der ZKR für 2014 eine ähnliche Beförderungsnachfrage wie für 2013, ggf. auch einen leichten Rückgang.

4.2.3 Abschätzung von Gütertransporten, Belade- und Entladevorgängen

Um aus dem Binnenschiffsverkehr auf die durchgeführten Transportfahrten zu schließen, benötigt man Informationen über die durchschnittliche Tragfähigkeit der in Deutschland fahrenden Tankmotorschiffe (TMS) (siehe Tabelle 21) und Tankschubleichter (siehe Tabelle 22).

Tabelle 21: Bestand und Tragfähigkeit der TMS in Deutschland nach Wasserstraßengebiet, Stand: 31.12.2012

Wasserstraßengebiet (Zuordnung nach dem Heimatort der Schiffe)	Anzahl	Tragfähigkeit (Tonnen)	Ø Tragfähigkeit eines TMS (Tonnen, berechnet)
Deutschland insgesamt	380	711.298	1.872
Rhein	124	235.131	1.896
Main / Main-Donau-Kanal *)	55	118.636	2.157
Neckar	4	4.860	1.215
Rheinstromgebiet gesamt	183	358.627	1.960

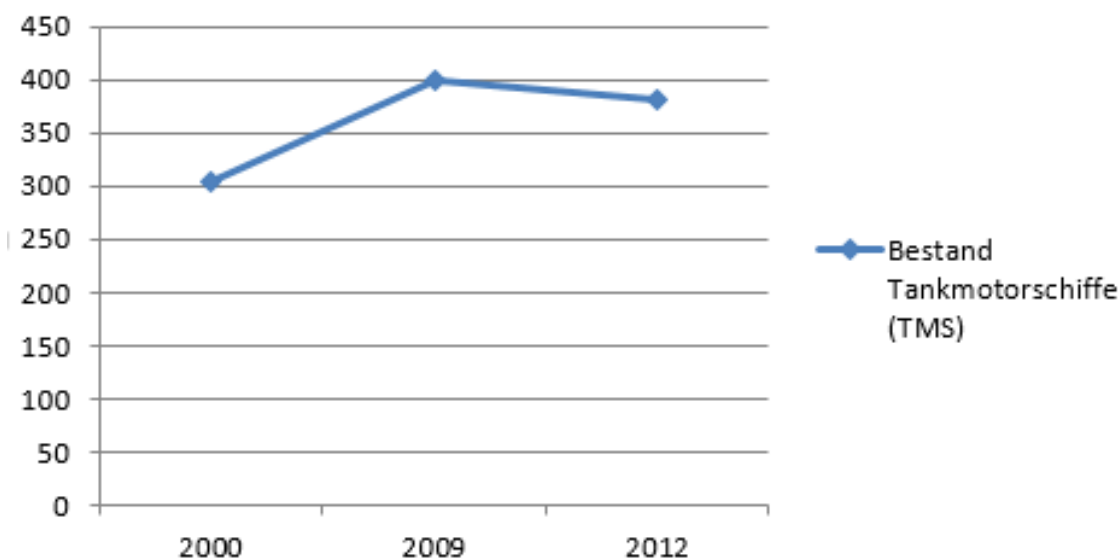
*) Da die Aufteilung auf Main und Main-Donau-Kanal der Statistik nicht zu entnehmen war, wurde dieses Wasserstraßengebiet komplett dem Rheinstromgebiet zugeschlagen.

Quelle: WSV 2013

Gegenüber dem Bestand der Tankmotorschiffe aus dem Jahr 2009 – 399 Tankmotorschiffe mit einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 1.780 t [Bauer et al. 2010] – hat der Nettobestand um 5 % abgenommen, die durchschnittliche Tragfähigkeit je Schiff jedoch um 10 % zugenommen. Dies ist dadurch erklärbar, dass überwiegend ältere Schiffe mit geringerer Kapazität aus dem Verkehr genommen wurden. Zum 31.12.2012 waren mit Heimatort in Deutschland immer noch 42 Tankmotorschiffe der Baujahre 1959 und älter mit einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 1.312 t sowie 131 Tankmotorschiffe der Baujahre 1960-1979 mit einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 1.542 t in Betrieb.

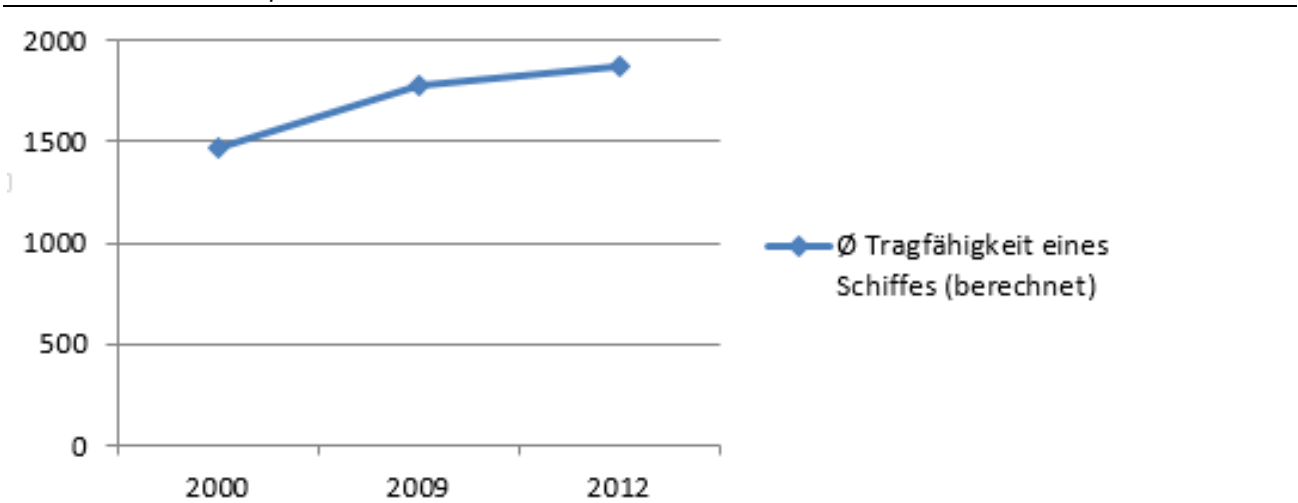
Die Entwicklung von Bestand (Abbildung 10) und durchschnittlicher Tragfähigkeit (Abbildung 11) von Tankmotorschiffen im Zeitraum von 2000 bis 2012 stellt sich somit folgendermaßen dar:

Abbildung 10: Entwicklung des Bestandes der TMS in der Bundesrepublik Deutschland



Quelle: Zahlen für 2000 und 2009 aus [Bauer et al. 2010]

Abbildung 11: Entwicklung der durchschnittlichen Tragfähigkeit (in Tonnen) eines TMS in der Bundesrepublik Deutschland



Quelle: Zahlen für 2000 und 2009 berechnet in [Bauer et al. 2010]

Neben den Tankmotorschiffen sind in geringerem Umfang auch Tankschubleichter in Deutschland im Einsatz. Ein Schubleichter ist ein schwimmender Ladungsbehälter ohne eigenen Antrieb, der im Schubverband bewegt wird. Auf dem Rhein wird mit Schubverbänden, bestehend aus einem Schubboot ohne eigene Ladungsbeförderung sowie zwei bis sechs Leichtern gearbeitet.

Tabelle 22: Bestand und Tragfähigkeit der Tankschubleichter in Deutschland nach Wasserstraßengebiet, Stand: 31.12.2012

Wasserstraßengebiet (Zuordnung nach dem Heimatort der Schiffe)	Anzahl	Tragfähigkeit (Tonnen)	Ø Tragfähigkeit eines Tankschubleichters (Tonnen, berechnet)
Deutschland insgesamt	40	41.769	1.044
Rhein	8	17.118	2.140
Mosel/Saar	1	158	158
Main / Main-Donau-Kanal *)	1	383	383
Rheinstromgebiet gesamt	10	17.659	1.766

*) Da die Aufteilung auf Main und Main-Donau-Kanal der Statistik nicht zu entnehmen war, wurde dieses Wasserstraßengebiet komplett dem Rheinstromgebiet zugeschlagen.

Quelle: WSV 2013

Fasst man Tankmotorschiffe und Tankschubleichter mit Heimatort in Deutschland zusammen, so stehen insgesamt 420 Tankschiffe mit einer Gesamttragfähigkeit von 753.067 t zur Verfügung, was einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 1.793 t entspricht. Davon haben die Tankmotorschiffe und Tankschubleichter, die im Rheinstromgebiet beheimatet sind (insgesamt 193 mit einer Gesamttragfähigkeit von 376.286 t) sogar eine im Vergleich zu Gesamtdeutschland höhere durchschnittliche Tragfähigkeit von 1.950 t.

Die Dichte von Motorenbenzin wird je nach Zusammensetzung mit 0,720–0,775 kg/l bei 15 °C angegeben. Ausgehend von einer durchschnittlichen Dichte von 0,75 kg/Liter Ottokraftstoff oder Rohbenzin, ergibt sich eine durchschnittliche Tankkapazität, umgerechnet in m³ Volumen, von etwa 2.400 m³ für Deutschland insgesamt bzw. etwa 2.600 m³ für das Rheinstromgebiet.

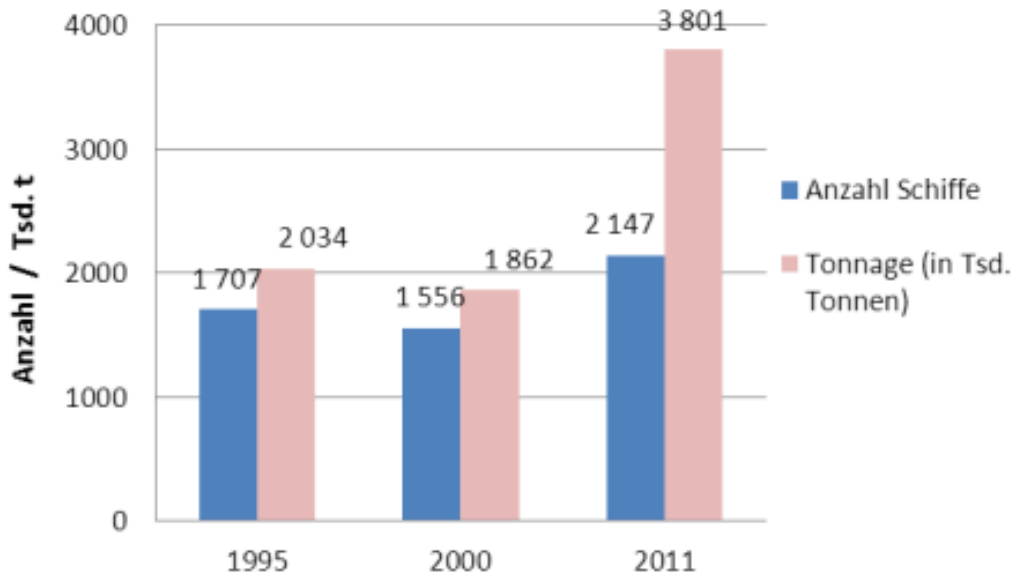
Eine Aufteilung der Binnenflotte nach Zonenzulassung zeigt, dass zum Stand 11.04.2013 176 Tankmotorschiffe sowie 8 Tankschubleichter eine Zulassung für den Rhein aufweisen 2012 [WSV 2013]. Die Differenz von sieben Tankmotorschiffen zu Tabelle 21 sowie zwei Tankschubleichtern zu Tabelle 22 kann zum einen darin liegen, dass diese tatsächlich nur für die Nebenflüsse des Rheins eine Zulassung haben, nicht jedoch für den Rhein selbst, oder aber, dass sie im Zeitraum zwischen dem 31.12.2012 und 11.04.2013 aus dem Verkehr gezogen wurden. BiPRO geht für die folgende Abschätzung davon aus, dass sich im gesamten Rheinstromgebiet im Jahre 2012 183 Tankmotorschiffe und 10 Tankschubleichter bewegt haben.

Daten zur Tragfähigkeit der in Deutschland zugelassenen Schiffe sind insofern ungenau und nur bedingt aussagekräftig, da einerseits nicht nur diese auf deutschen Gewässern und insbesondere im Rheinstromgebiet verkehren, andererseits in Deutschland zugelassene Schiffe auch nicht ausschließlich in Deutschland unterwegs sind. Insbesondere die niederländische Flotte, die einen hohen Anteil am Binnenschiffsverkehr in Deutschland hat, ist ebenfalls zu berücksichtigen; diese Schiffe weisen in der Tendenz größere Abmessungen und einen größeren Tiefgang auf als deutsche Schiffe.³⁴ Allerdings nimmt die Tragfähigkeit dieser Schiffe gegenüber denen der deutschen Binnenschiffsflotte überproportional ab, je niedriger der Wasserstand ist und je weiter stromaufwärts diese Schiffe unterwegs sind. Somit „lohnt“ es sich für niederländische Tankschiffe nur bei günstigen Wasserbedingungen, Zielhäfen in Richtung Oberrhein (Mannheim bis Basel) oder der Nebenflüsse zu bedienen.

Aggregierte Daten der Kapazitäten in der Tankschiffahrt für die fünf westeuropäischen Länder Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande und die Schweiz (d.h. die fünf an der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt beteiligten Mitgliedsstaaten) zeigen zwar in der Tendenz ebenfalls eine Zunahme der durchschnittlichen Tonnage je Schiff zwischen den Jahren 2000 bis 2011. Allerdings liegt deren durchschnittliche Tonnage 2011 mit 3,801 Mio. t, verteilt auf 2.147 Schiffe, bei 1.770 t und somit niedriger als die durchschnittliche Tragfähigkeit derjenigen Tankmotorschiffe mit dem Heimatort in Deutschland insgesamt wie auch mit Heimatort im Rheinstromgebiet.

³⁴ Aussage von Herrn Dr. Gunther Jaegers, Reederei Jaegers GmbH, beim Fachgespräch, siehe Anhang 0, TOP 5.

Abbildung 12: Entwicklung der Kapazitäten in der Tankschifffahrt für die westeuropäische Binnenschifffahrt (Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande, Schweiz)



Quelle: ZKR (2013a), S. 15

In der Regel können jedoch Binnentankschiffe ihre maximale Tragfähigkeit in t nicht ausnutzen, auch wenn eine optimale Auslastung bei Transporten natürlich bei der Routen- und Schiffseinsatzplanung angestrebt wird.

Aus den Statistiken des Statistischen Bundesamtes nach Schiffsmerkmalen und Hauptverkehrsbeziehungen geht das durchschnittliche Verhältnis zwischen Tragfähigkeit und tatsächlich beförderten Gütern hervor, da für alle Verkehre die folgenden Daten ausgewiesen sind [StaBu 2013, S. 23, Tabelle 3.3].

Tabelle 23: Schiffsbewegungen nach Hauptverkehrsbeziehungen und Schiffsarten – Tragfähigkeit und beförderte Güter 2012

Verkehrsbeziehungen	Einheit	Tankmotorschiffe	Tankleichter	Summe Tankschiffe
Gesamtverkehr	Schiffsbewegungen	33.396	928	34.324
	Tragfähigkeit (1.000 t)	62.256	1.580	63.836
	Beförderte Güter (1.000 t)	47.720	1.109	48.829
	Beförderte Güter (t) pro Schiffsbewegung	1.429	1.195	1.423
Verkehr innerhalb Deutschlands	Schiffsbewegungen	12.729	513	13.242
	Tragfähigkeit (1.000 t)	20.174	812	20.986
	Beförderte Güter (1.000 t)	16.623	580	17.203
	Beförderte Güter (t) pro Schiffsbewegung	1.306	1.131	1.299
Grenzüberschreitender Verkehr zusammen	Schiffsbewegungen	19.914	350	20.264
	Tragfähigkeit (1.000 t)	40.370	643	41.013
	Beförderte Güter (1.000 t)	29.971	441	30.412
	Beförderte Güter (t)	1.505	1.260	1.501

Verkehrsbeziehungen	Einheit	Tankmotorschiffe	Tankleichter	Summe Tankschiffe
	pro Schiffsbewegung			
Empfang im grenzüberschreitenden Verkehr	Schiffsbewegungen	13.141	205	13.346
	Tragfähigkeit (1.000 t)	25.484	396	25.880
	Beförderte Güter (1.000 t)	19.838	279	20.117
	Beförderte Güter (t) pro Schiffsbewegung	1.510	1.361	1.507
Versand im grenzüberschreitenden Verkehr	Schiffsbewegungen	6.773	145	6.918
	Tragfähigkeit (1.000 t)	14.886	246	15.132
	Beförderte Güter (1.000 t)	10.133	162	10.295
	Beförderte Güter (t) pro Schiffsbewegung	1.496	1.117	1.488
Durchgangsverkehr	Schiffsbewegungen	753	65	818
	Tragfähigkeit (1.000 t)	1.714	120	1.834
	Beförderte Güter (1.000 t)	1.127	88	1.215
	Beförderte Güter (t) pro Schiffsbewegung	1.497	1.354	1.485

Quelle: [StaBu 2013, S. 23, Tabelle 3.3]

Leerfahrten sind bei diesen Schiffsbewegungen nicht erfasst. Es fällt weiterhin auf, dass bei den Schiffsbewegungen mit Ladung Tankschiffe unter niederländischer Flagge insgesamt ebenso stark vertreten sind wie Schiffe unter deutscher Flagge (bei Tankleichtern haben solche unter niederländischer Flagge sogar eine geringfügige Überzahl) und bei allen grenzüberschreitenden Verkehren Schiffe unter niederländischer Flagge in der Mehrheit sind.

Für die folgende Abschätzung kann von einer durchschnittlichen Tankladung von 1.423 t ausgegangen werden. Hierbei wird angenommen, dass Tankschiffe, auf denen ausschließlich oder bevorzugt Ottokraftstoff und/oder Rohbenzin befördert werden, bei ihren Tankladungen nicht systematisch vom Durchschnitt aller Tankschifftransporte in und durch Deutschland abweichen. Würde man die durchschnittliche Tragfähigkeit je Schiffsbewegung von 1.860 t zugrunde legen, so würde die tatsächliche Güterbeförderung pro Tankschiff um 31 % überschätzt.

Geht man von einer durchschnittlichen Dichte von 0,75 kg/Liter Ottokraftstoff oder Rohbenzin aus, so entspricht eine durchschnittliche Tankladung von 1.423 t einem Volumen von ca. 1.897 m³ für Deutschland insgesamt.

Dieselbe Datenstruktur ist auch aus der Statistik zu entnehmen, die die Schiffsbewegungen an ausgewählten Grenzstellen von und nach der Bundesrepublik Deutschland erfasst [StaBu 2013, S. 24 f., Tabelle 3.4]. Dabei fällt bei den Daten für Tankmotorschiffe und Tankleichter Folgendes auf:

- ▶ Rheingrenze gegen die Niederlande (Emmerich): 19,972 Mio. t (69 %) beförderte Güter nach Deutschland, 8,935 Mio. t (31 %) nach den Niederlanden. Leer zurückfahrende Schiffe nach den Niederlanden werden überwiegend dort entgast und wieder beladen.
- ▶ Rheingrenze gegen Frankreich und die Schweiz (Neuburgweier/Iffezheim): 1,572 Mio. t (89 %) beförderte Güter nach Frankreich/Schweiz, 0,195 t (11 %) nach Deutschland. Leerfahrten dürften in der Regel auf demselben Weg zurück nach Deutschland erfolgen.
- ▶ Moselgrenze gegen Frankreich (Perl-Apach): Beförderte Güter ausschließlich von Deutschland nach Frankreich (0,610 t), nicht in umgekehrter Richtung. Leerfahrten dürften auf demselben Weg zurück nach Deutschland erfolgen.

- ▶ Donaugrenze gegen Österreich (Passau): 0,186 t (80 %) beförderte Güter nach Deutschland, 0,047 (20 %) nach Österreich. Leer fahrende Schiffe werden überwiegend in Österreich (wegen der dort nicht vorhandenen Beschränkungen)³⁵ oder am Ort des erneuten Befüllens entgast. Der Vergleich dieser Grenzverkehrsströme mit den Grenzübergängen am Rhein bestätigt, dass die Donau (nicht zuletzt aufgrund der ungünstigeren Eigenschaften für Schiffe hinsichtlich der Wasserstände) für den Tankschiffsverkehr eine untergeordnete Bedeutung gegenüber dem Rhein besitzt und dass – in besonderem Maße bei Tankschifftransporten, aber tendenziell auch im übrigen Schiffsgüterverkehr – der Verkehr vom Rheinstromgebiet aus über den Main-Donau-Kanal und weiter in Richtung Osten von untergeordneter Bedeutung gegenüber dem Verkehr aus Richtung Osten nach Deutschland ist.

Um die in Deutschland umgeschlagene Menge an Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen (ca. 8.044,6 bis 11.157,3 kt, was 29,2 % bis 40,5 % aller flüssigen Mineralölerzeugnisse entspricht) zu transportieren, wären somit bei einer durchschnittlichen Tankladung von 1.423 t pro Schiffsbewegung mit Transport ca. 5.655 bis 7.843 (oder gerundet 5.650 bis 7.850) Fahrten erforderlich. Hierbei ist auch der Transitverkehr enthalten, der jedoch eine untergeordnete Bedeutung am Gesamtverkehr hat. Dabei entfallen rechnerisch anteilig nur 6 bis 8 Fahrten auf Kraftstoffgemische (E85).

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Tankladung von 1.423 t pro Schiffsbewegung auch für das Rheinstromgebiet einschließlich der schiffbaren Nebenflüsse Main, Neckar und Mosel anzunehmen ist. Eine Begründung aus der Praxis ist, dass der Heimatort der Schiffe, nach dem in Tabelle 21 und Tabelle 22 aufgeschlüsselt wurde, laut Aussage der Experten aus der Binnenschifffahrt für die tatsächlichen Einsatzgebiete und Verkehrsrouten der Schiffe weitgehend irrelevant ist. Somit finden gemäß der Abschätzung aus Tabelle 20 die folgenden geschätzten Empfangs-, d.h. Entladetätigkeiten, sowie Versand-, also Befüllstätigkeiten von Ottokraftstoff, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen statt (Tabelle 24):

Tabelle 24: Güterumschlag und Abschätzung der Belade- und Entladevorgänge auf Tankschiffen im Rheinstromgebiet

Güterumschlag (kt) sowie Be- und Entladevorgänge auf Tankschiffen	Unterscheidung nach Empfang und Versand		
	zusammen	Empfang	Versand
Güterumschlag flüssiger Mineralölerzeugnisse im Rheinstromgebiet (kt)	22.909.591	15.108.364	7.801.227
Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen (kt) Untergrenze: 29,235% des gesamten Güterumschlags	6.697.620	4.416.931	2.280.689
Anteile von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen (kt) Obergrenze: 40,547% des gesamten Güterumschlags	9.289.108	6.125.959	3.163.148
Belade- und Entladevorgänge im Rheinstromgebiet (Untergrenze) *)	4.708	3.105	1.603
Belade- und Entladevorgänge im Rheinstromgebiet (Obergrenze) *)	6.530	4.306	2.224

*) bei einer durchschnittlichen Tankladung von 1.423 Tonnen pro Schiffsbewegung

³⁵ In der Diskussion während des Fachgesprächs wurde von den Experten der Begriff „Entgasungstourismus nach Österreich“ angeführt.

Quelle: berechnet aus Ergebnissen der Sonderauswertung und E-Mail-Kommunikation von Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 24. September – 1. Oktober 2013

Bei einer durchschnittlichen Tankladung von 1.423 t pro Schiffsbewegung fanden somit 2012 im gesamten Rheinstromgebiet einschließlich der schiffbaren Nebenflüsse Main, Neckar und Mosel geschätzte 3.105 bis 4.306 Empfangs-, d.h. Entladetätigkeiten, sowie 1.603 bis 2.224 Versand-, also Befülltätigkeiten von Ottokraftstoff, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen statt. Dies ist konsistent mit den Daten für Gesamtdeutschland vor dem Hintergrund, dass alle anderen deutschen Binnenwasserstraßen östlich und nördlich des Rheinstromgebiets für die Tankschifffahrt verkehrstechnisch von untergeordneter Bedeutung sind.

4.2.4 Abschätzung von Ventilierungsvorgängen und Ventilierungsvolumen

- ▶ Abschätzung von Ventilierungsvorgängen vor geplanten Werftaufenthalten

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, gibt es verschiedene Ursachen, warum die Ladetanks entgast werden müssen. Ein Grund, warum ein Schiff gasfrei sein muss, ist ein geplanter Werftaufenthalt. Werftaufenthalte können unterschiedliche Ursachen haben. Meist stehen kleinere bis mittlere Reparaturen an. Daneben müssen das Schiff bzw. Schiffsteile regelmäßig einer Inspektion unterzogen werden. Jedes Schiff muss alle 5 Jahre zur Klassifikation (Generalinspektion) und deshalb auf die Werft. Zusätzlich ist alle 2,5 Jahre eine Zwischenklassifikation erforderlich, so dass zusammenfassend jedes Schiff in Deutschland mindestens alle 2,5 Jahre einen geplanten Werftaufenthalt hat. Bei einer Gesamtzahl von derzeit unter deutscher Flagge gemeldeten Schiffen von 380 Tankmotorschiffen und 40 Tankschubleichtern ist mit ca. 168 geplanten Werftaufenthalten pro Jahr zu rechnen.

Der Anteil von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen an der gesamten transportierten Menge mittels Tankschiffen liegt bei ca. 16,5 % - 22,8 % (dies ergibt sich aus der Bandbreite von (29,2 % - 40,5 %) * 56 %), was dem Anteil der flüssigen Mineralprodukte an allen Tankschifftransporten entspricht (vgl. Kap. 4.2.1). Somit würden bei einer „Idealverteilung“ (Annahme: nur Einheitstransporte) ca. 16,5 % - 22,8 % der deutschen Tankmotorschiffe und Tankschubleichter Ottokraftstoffe (anteilig ca. 60 %), Rohbenzin (ca. 40 %) und Kraftstoffgemische (ca. 0,11 %) transportieren. Da jedoch nicht nur Einheitstransporte stattfinden, sondern die Schiffe z.T. auch andere Produkte transportieren, wurde mit einem Aufschlag von 10 % gerechnet (Annahme), um die fehlende Idealverteilung zu kompensieren. Mit diesem Aufschlag ergibt sich ein Anteil der Tankschiffe von 18,1 % bis 25,1 %, d.h. 76 - 106 Binnentankschiffe der deutschen Flotte, die ausschließlich oder zum Teil Ottokraftstoffe, Rohbenzin und Kraftstoffgemische transportieren.

Legt man die oben aufgeführten Daten zugrunde, so wären jährlich theoretisch bei 168 geplanten Werftaufenthalten der gesamten deutschen Binnentankschiff flotte ca. 30 - 42 Ventilierungen von Ottokraftstoff- und Rohbenzindämpfen aufgrund geplanter Werftaufenthalte erforderlich. Diese Annahme legt zugrunde, dass die Schiffe vor einem Werftaufenthalt Ottokraftstoffe, Rohbenzin oder Kraftstoffgemisch geladen haben und es keine Möglichkeit gibt, die Dämpfe dieser Ladungen einer Abgasreinigungsanlage zuzuführen. Bei dieser Abschätzung wurden nur deutsche Schiffe berücksichtigt. Der Anteil an Schiffen, die unter anderer Flagge fahren und in Deutschland Klasse machen, wurde nicht berücksichtigt, da hierfür keine Zahlen vorlagen. Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass dies durch den Saldo derjenigen Schiffe, die unter deutscher Flagge fahren, aber in einem anderen Land die Klassifikation durchführen lassen, in der Tendenz ausgeglichen wird.

- ▶ Abschätzung von sonstigen Ventilierungsvorgängen

Sonstige Ventilierungsvorgänge können in den folgenden Fällen erforderlich sein:

- ▶ Bei einem ungeplanten Werftaufenthalt, d.h. bei unerwarteten Vor-Ort-Reparaturen am Schiff durch eine Werft, die gasfreie Tanks erfordern, oder nach einer Havarie
- ▶ Vor einem Ladungswechsel

Neben der Auswertung von statistischen Daten wurde im Rahmen des Projektes auch eine Auswahl an Reedereien direkt nach der Anzahl der jährlichen Ventilierungen befragt. Die Aussagen aus den Fragebögen sowie Firmenangaben aus den Interviews waren hierbei uneinheitlich und umfassten eine Spannweite von „keine“, „unter 1 % der Fahrten“, „insgesamt 3-4 Entgasungen pro Schiff und Jahr“ bis zu „regelmäßig“.

Bei der Annahme von unter 1 % der Fahrten in Deutschland würde die Anzahl der Ventilierungsvorgänge pro Jahr unter 56 liegen. Geht man von der Aussage „3-4 Entgasungen pro Schiff und Jahr“ aus, so erhält man eine Spannweite von 228-422 Ventilierungsvorgänge.

Bei einer angenommenen Anzahl von 5.650 bis 7.850 Schiffstransporten ist die Obergrenze der Fahrten, bei denen es zu Ventilierungen kommt, mit 5,4% anzunehmen. Für dieses Verhältnis wurden die 422 Ventilierungsvorgänge mit den 7.850 Schiffstransporten in Beziehung gesetzt, da sich beide Zahlen jeweils auf die obere Abschätzung des Transportanteils (40,5 % Ottokraftstoffe, Rohbenzin und Kraftstoffgemische an allen flüssigen Mineralölerzeugnissen) beziehen.

Setzt man die Untergrenze der Fahrten, bei denen es zu sonstigen Ventilierungsvorgängen kommt, mit 0,5 % aller Fahrten an, so ist für Deutschland insgesamt mit einer Bandbreite von 28 - 422 Ventilierungsvorgängen zu rechnen.

- ▶ Abschätzung der Ventilierungsvolumina

Bei einer durchschnittlichen Dichte von 0,75 kg/Liter Ottokraftstoff oder Rohbenzin entspricht eine durchschnittliche Tankladung von 1.423 t einem Volumen von ca. 1.897 m³.

Geht man davon aus, dass pro Ventilierungsvorgang 0,5 bis 1 kg/ m³ der ursprünglichen Ladung entgast wird [Bauer et al. 2010], so sind pro Ventilierungsvorgang durchschnittliche Emissionen von 950 kg - 1.900 kg (gerundet) zu erwarten.

4.2.5 Vergleich mit einer Abschätzung von VOC-Emissionen durch die Entgasung von Binnentankschiffen in den Niederlanden

Parallel zu der hier durchgeführten Abschätzung wurde von der Universität Delft eine Abschätzung für die Niederlande durchgeführt, deren Ergebnisse im November 2013 veröffentlicht wurden [de Buck et al. 2013]. Diese stellt die Aktualisierung einer früheren Studie von 2002 dar (mit Berücksichtigung der aktuellen Entwicklungen in diesem Zeitraum wie Verkehrswachstum, Zunahme von Transporten mit identischen oder kompatiblen Produkten und Zunahme von Doppelhüllenschiffen), umfasst jedoch neben den hier betrachteten Produkten eine Reihe weiterer Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen.

In der durchschnittlichen Abschätzung („actual estimate“), die sich innerhalb einer Bandbreite von Minimum- und Maximum-Fallannahmen befindet, werden folgende VOC-Emissionen für das Jahr 2011 abgeschätzt:

Tabelle 25: VOC-Emissionen durch die Entgasung von Binnenschiffen in den Niederlanden – mittlere Abschätzung („actual estimate“) für das Jahr 2011

UN-Nummer	Gütergruppe	Tonnen (2011)
3295	Kohlenwasserstoffe, flüssig, nicht näher spezifiziert	765

UN-Nummer	Gütergruppe	Tonnen (2011)
2398	Methyl-tert-butylether (MTBE)	360
1203	Benzin oder Ottokraftstoffe	281
1268	Erdöldestillate, einschließlich Rohbenzin	211
1114	Benzol	59
1993	Entzündbare, flüssige Stoffe, nicht näher spezifiziert	23
1090	Aceton	21
	Sonstige Produkte (35 Substanzen erfasst)	68
	Summe	1.788

Quelle: de Buck et al. 2013, S. 38

Die gesamte Unsicherheit der Emissionsabschätzungen wird mit 55 % beziffert, wobei der höchste Unsicherheitsfaktor für die Gruppen der Erdöldestillate (UN 1268) und die nicht näher spezifizierten Kohlenwasserstoffe (UN 3295) angegeben wird, da die genaue Zusammensetzung und somit wesentliche Parameter wie der Dampfdruck nicht bekannt sind.

Da die Be- und Entladevorgänge der Tankschiffe in den Niederlanden typischerweise durch die großen Häfen, insbesondere Rotterdam, bestimmt werden, und der Binnentankschiffsverkehr von den Niederlanden nach Deutschland mehr als doppelt so hoch ist als in umgekehrter Richtung, ist die strukturelle Situation der Emissionen in den Niederlanden nur sehr begrenzt auf Deutschland übertragbar. Weiterhin ist zu beachten, dass die Studie von de Buck et al. (2013)

- ▶ alle Formen der notwendigen Entgasung abgeschätzt hat, d.h. sowohl die Entgasung über eine Anlage zur Dampfaufbereitung als auch eine Entgasung in die Umgebung, sowie
- ▶ bei der Abschätzung der Entgasungen von einer von der Vereinigung der niederländischen Erdölindustrie (VNPI) empfohlenen „Kompatibilitätsmatrix“ für saubere Erdölzeugnisse ausgegangen ist, die keine Verbindlichkeit besitzt. So existiert auch in Deutschland seit 2006 keine in der 20. BImSchV festgeschriebene verbindliche Kompatibilitätsliste mehr, sondern die Anforderungen an Reinheit werden vom Lieferanten individuell festgelegt.³⁶

Grundsätzlich bestätigt diese niederländische Studie allerdings

- ▶ die vermutete Größenrelation zwischen den Emissionen von Benzin/Ottokraftstoffen (UN 1203) einerseits und Rohbenzin/Naphtha (UN 1268) andererseits, sowie
- ▶ die Vermutung, dass MTBE und andere Kohlenwasserstoffe, d.h. Gütertransporte aus der chemischen Industrie, insgesamt mehr Potenzial und damit einen größeren Handlungsbedarf zur Vermeidung von VOC-Emissionen durch Binnenschiffe erkennen lassen als die vom Ventilierungsverbot in der 20. BImSchV erfassten Substanzen.

4.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich zur Ist-Situation der Ventilierungen in Deutschland festhalten:

- ▶ Die Anzahl der tatsächlich stattfindenden Ventilierungen von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen in die Atmosphäre nur abgeschätzt werden, aufgrund fehlender Dokumentation und fehlender bundesweiter zentrale Erfassung der Vorgänge.

³⁶ Aussagen und Diskussion der Experten aus dem Fachgespräch, siehe Anhang 8.3, TOP 5.

- ▶ Die Anzahl der Genehmigungsanträge bei zuständigen Behörden der Bundesländer ist sehr gering.
- ▶ Generell versuchen die Binnenschiffer, die Anzahl der Ventilierungen durch entsprechende Maßnahmen (z.B. eine optimierte Reiseplanung) so gering wie möglich zu halten, aber aufgrund fehlender Abgaseinrichtungen sind Ventilierungen von Ottokraftstoff-, Rohbenzin- und Kraftstoffgemisch-Dämpfen immer noch erforderlich. Die Aussagen der Binnenschiffer zur Anzahl der tatsächlich durchgeführten / erforderlichen Ventilierungen sind zum Teil sehr unterschiedlich.
- ▶ Es finden sowohl „erlaubte“ (z.B. vor ungeplanten Werftaufenthalten) als auch „unerlaubte“ Ventilierungen in die Atmosphäre statt (z.B. vor Ladungswechseln).
- ▶ Die wichtigsten Umschlaghäfen, bei denen ein Empfang flüssiger Mineralölprodukte stattfindet, befinden sich am Niederrhein (Köln und Duisburg), am Oberrhein (Ludwigshafen, Karlsruhe, Speyer) und im Unterlauf des Mains (Großraum Frankfurt bis Hanau).
- ▶ Der Versand wird hauptsächlich durch die Standorte der Raffinerien dominiert (Köln-Godorf, Karlsruhe, Wesseling). Zum oberen Ende der schiffbaren Flüsse, insbesondere der Nebenflüsse, tritt in deutschen Häfen praktisch kein Versand mehr auf, so dass in diesen Bereichen die Tankschiffe häufig flussabwärts leer zurückfahren müssen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Zahlen und Abschätzungen der drei von der 20. BImSchV erfassten Produktgruppen nochmals zusammengefasst:

Tabelle 26: Abschätzung der durchschnittlichen Anzahl der Ventilierungen auf deutschen Binnenwasserstraßen für das Jahr 2012 und die daraus resultierende durchschnittliche Menge an VOC

Ventilierungen aufgrund geplanter Werftaufenthalte	30 - 42
Sonstige Ventilierungsvorgänge	28 - 422
Summe Ventilierungsvorgänge	58 - 464 (Durchschnitt 261)
Durchschnittliche Tankladung pro Tankschifftransport	1.423 t
Durchschnittliches Tankvolumen pro Tankschifftransport	1.897 m ³
Durchschnittliche Entgasungsmenge pro Ventilierungsvorgang	950 - 1.900 kg
Durchschnittliche Entgasungsmenge pro Jahr in Deutschland (2012)	55.100 - 881.600 kg

Bezüglich der tatsächlichen Anzahl an Ventilierungen besteht aufgrund der lückenhaften Datenlage eine hohe Unsicherheit. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass auch hohe Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Anzahl der Ventilierungen bestehen. Diese betrifft insbesondere eine mögliche Ausweitung des Ventilierungsverbots auch auf weitere Stoffe, z.B. VOCs aus der chemischen Industrie sowie der Verbesserung der Kontrollmöglichkeiten unerlaubter Entgasungen.

5 Übersicht über die Verfügbarkeit und Nutzung von Abluftreinigungsanlagen für Binnentankschiffe

Die 20. BImSchV schreibt vor, dass Restdämpfe von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen und Rohbenzin solange in den Tanks von Binnentankschiffen zurückgehalten werden müssen, bis diese entweder in einem Tanklager wieder befüllt werden oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden können (§ 5 (2)). Dabei wird eine Abgasreinigungseinrichtung als eine Einrichtung für die Rückgewinnung der Dämpfe (Dämpferückgewinnungsanlage) bzw. für die energetische Verwertung von Dämpfen (einschließlich etwaiger Puffertanksysteme) definiert (vgl. hierzu auch Kapitel 2.2).

Als Hauptursache, warum Ventilierungen in die Atmosphäre stattfinden, wurde von allen Beteiligten angegeben, dass derzeit keine geeigneten Abgasreinigungseinrichtungen – wie in der 20. BImSchV vorgeschrieben – für das Entgasen von Binnentankschiffen deutschlandweit zur Verfügung stehen.

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Kapitel ein Überblick über die derzeit bestehenden und vor allem auch geplanten Möglichkeiten und Kapazitäten zum Entgasen von Binnentankschiffen in Deutschland und den Rheinanrainerstaaten gegeben. Basierend auf den Informationen aus den Fragebögen und der Internetrecherche wurden Service- und Technologieanbieter identifiziert, die entsprechende Abgasreinigungsanlagen bereits betreiben, planen bzw. deren Technologien grundsätzlich für die Entgasung von Binnentankschiffen geeignet sind. Dabei wurde auch explizit darauf eingegangen, inwieweit diese Anlagen stationär zu betreiben sind oder aber auch mobil einsetzbar sind (z.B. auf einem LKW, auf Serviceschiffen oder Leichtern).

Um festzustellen, ob und in welchem Umfang für Binnentankschiffe die Möglichkeit besteht, landseitige Abgasreinigungseinrichtung von Tanklagern bzw. Raffinerien auch zum Entgasen von Schiffen zu nutzen, wurden im Rahmen dieses Projektes auch Betreiber von Tanklagern bzw. Raffinerien mit Binnentankschiffanschluss kontaktiert (mittels Fragebogen oder telefonisch) und bezüglich der Möglichkeit zum Ventilieren von Binnentankschiffen befragt.

Daneben wurden aber auch noch weitere organisatorische Maßnahmen (Einheitstransporte, Kompatibilitätsliste) näher betrachtet, die derzeit bereits Anwendung finden, um v.a. die Anzahl der Ventilierungen zu reduzieren.

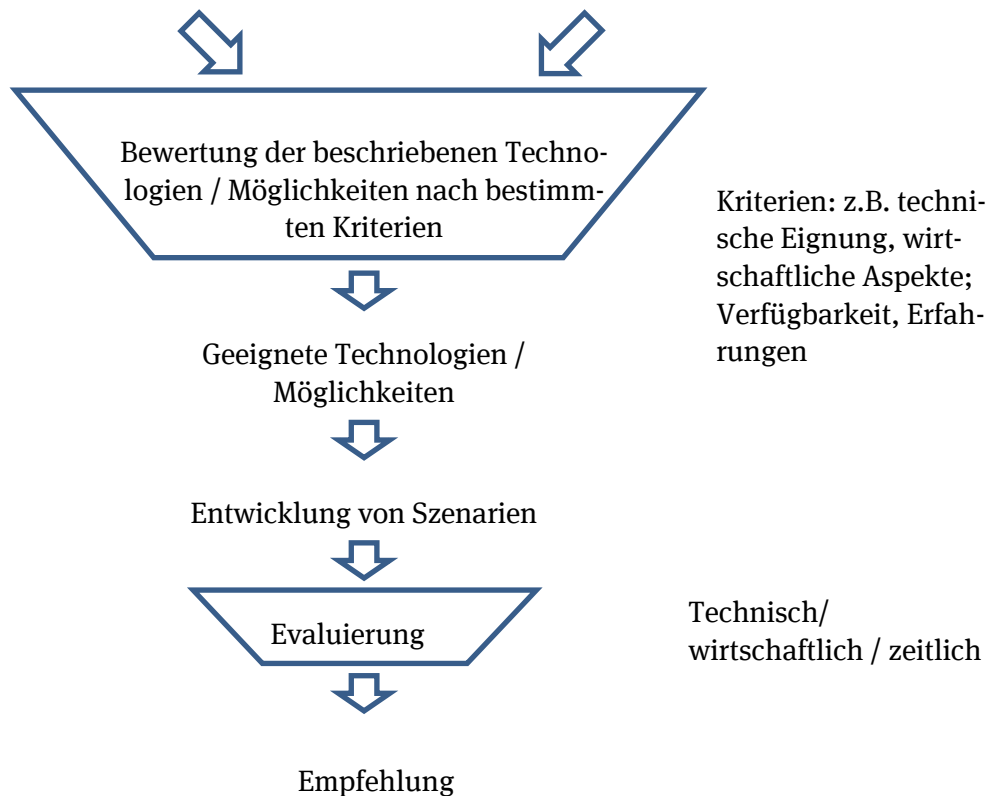
Ziel dieses Vorgehens war es, eine möglichst umfangreiche Übersicht der derzeit bestehenden und geplanten technischen und organisatorischen Optionen zur Verringerung von gasförmigen Emissionen beim Transport von leichtflüchtigen Mineralölprodukten zu erhalten. Anschließend wurde eine Bewertung der ermittelten Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für das Entgasen von Binnentankschiffen durchgeführt. Bei der Bewertung wurden neben den rein technischen Aspekten (z.B. Technologie geeignet für die Behandlung von Ottokraftstoffdämpfen) auch die spezifischen Anforderungen der Binnenschifffahrt berücksichtigt (z.B. kurze Liegezeiten).

Basierend auf den Ergebnissen der aktuellen Situation und der Bewertung wurden anschließend in Kapitel 0 Szenarien zur Umsetzung der Technologien für Binnentankschiffe in Deutschland entwickelt. In der nachfolgenden Abbildung wird das weitere Vorgehen nochmals grafisch dargestellt:

Abbildung 13: Vorgehen zur Identifizierung bestehender und geplanter Abgasreinigungsanlagen und Optionen

Bestandsaufnahme bereits verfügbarer sowie geplanter Technologien / Maßnahmen (D + Anrainerstaaten)

Beschreibung weiterer technischer Optionen / Möglichkeiten



5.1 Aktuelle Situation in Deutschland

5.1.1 Bestehende Abgasreinigungseinrichtungen zum Entgasen von Binnentankschiffen

Nach Aussage aller Beteiligten gibt es derzeit in Deutschland keine Abgasreinigungsanlage zum Entgasen von Binnentankschiffen. Es gibt zwar eine operationsfähige Anlage, die sich auf einem Raffinerie befindet, diese ist jedoch nur für firmeninterne Zwecke und steht Dritten nicht zur Verfügung (Quelle: Fachgespräch).

Nach Aussage der Betroffenen (Quelle: Fragebögen, Gespräche) besteht derzeit nur in den Niederlanden (Moerdijk, vgl. Kap. 5.2.1) die Möglichkeit, Binnentankschiffe zu entgasen. Einige Reedereien nutzen Fahrten in die Niederlande, um während der Wartezeiten ihre Schiffe zu entgasen bzw. zu reinigen.

Diese Möglichkeit kann jedoch nur im Einzelfall relevant sein, aufgrund des hohen Zeit- und Kostenaufwandes können Schiffe nicht vor jedem Ladungswechsel diese Gelegenheit nutzen.

5.1.2 Geplante Abgasreinigungseinrichtungen zum Entgasen von Binnentankschiffen

In Deutschland ist eine Anlage zur Reinigung und Entgasung von Binnentankschiffen in Wesel in Planung. Nach Aussage des Betreibers (KS Recycling GmbH) ist die Anlage so konzipiert, dass ein Entgasen der Schiffe auch ohne Reinigung möglich sein wird.

Mit der geplanten Anlage sollen Schiffe mit einem Tankvolumen von bis zu 4.000 m³ behandelt werden können. Die Kapazität der geplanten Anlage liegt bei ca. 3.000 m³/h. Dabei werden die mittels einer speziellen Technik aus den Schiffen abgesaugten Gase entweder einer thermische Nachverbrennung oder Fackelanlage zugeführt. Nach Aussage des Betreibers wurde bisher noch keine endgültige Entscheidung über die Behandlung der abgesaugten Gase getroffen. Vom Betreiber wird der-

zeit eine Fackelanlage favorisiert, da diese flexibler ist als eine thermische Nachverbrennung, welche konstantere Volumenströme und Beladungen benötigt. Aufgrund der geplanten thermischen Behandlung der abgesaugten Dämpfe kann ein breites Spektrum an Kohlenwasserstoffen mit der Anlage behandelt werden.

Die derzeit geplante Kapazität der Anlage liegt bei 3 Schiff pro Tag und Steiger und einer geplanten durchschnittlichen Entgasungszeit von ungefähr 3 Stunden. Diese Daten müssen in der Praxis jedoch erst noch erprobt werden, sobald die Anlage errichtet ist. Nach Aussage des Betreibers ist bei der Planung v.a. der Explosionsschutz von besonderer Bedeutung.

Die Einreichung der Gesamtgenehmigungsunterlagen für die gesamte Anlage (Schiffsreinigungsanlage inkl. Entgasungseinrichtung) ist für Sommer 2014 geplant (Anlage gemäß Nr. 8, 4. BImSchV, Abfallbehandlungsanlage). Aufgrund der Komplexität der Anlage wird vom Betreiber mit einem längeren Genehmigungsprozess (bis zu 3 Jahren) gerechnet.

Bezüglich der kalkulierten Kosten für die Anlage sind keine Informationen verfügbar.

Inwieweit die Anlage unter die Definition von Abgasreinigungsanlagen gemäß der 20. BImSchV fällt (Rückgewinnung bzw. energetische Verwertung der Dämpfe), sollte noch geklärt werden.

5.1.3 Tanklager mit Abgasreinigungseinrichtungen

Die nachfolgenden Informationen basieren auf den Aussagen der Tanklagerbetreiber bzw. auf der Auswertung der Fragebögen, die von Tanklagerbetreibern zurückgesandt wurden (vgl. Kap. 3.2.1).

In Deutschland sind alle Tanklager, die Ottokraftstoffe, Rohbenzin oder Kraftstoffgemische umschlagen bzw. lagern, mit entsprechenden Abgasreinigungsanlagen (z.B. Membrananlage) bzw. Gaspendelanlagen zur Übernahme der Dämpfe ausgestattet. Bei der Mehrzahl der Tanklager mit Binnenschiffanschluss handelt es sich um reine Löschstellen, das heißt, die Schiffe werden nur entladen und eine Übernahme von Schiffsdämpfen ist in diesen Fällen nicht erforderlich.

Bei Tanklagern mit Gaspendelsystemen können die Schiffe während des Löschens der Ladung an das Gaspendelsystem des Tanklagers angeschlossen werden und so die Dämpfe aus den Tanks in das Schiff zurückgependelt werden. In den meisten Fällen wird das Schiff jedoch nicht an das Gaspendelsystem des Tanklagers angeschlossen, sondern der Druckausgleich findet über das Ansaugen der Umgebungsluft statt. Das im Lagertank verdrängte Dampfvolument wird direkt in die betriebsinterne Abluftreinigungsanlage weitergeleitet.

Die Eignung der bei den Tanklagern installierten Abgasreinigungsanlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen hängt sowohl von der Kapazität der Anlage bzw. Verfügbarkeit eines Gasspeichertanks als auch von der Möglichkeit der direkten Verbindung des Schiffs mit der Abgasreinigungsanlage ab.

Die Tanklager sind typischerweise mit Dämpferückgewinnungsanlagen (VRU³⁷) ausgestattet, die auf die Bedürfnisse der Tanklager zugeschnitten sind. Das heißt, die Kapazitäten sind so ausgelegt, dass die im Tanklager entstehenden Dämpfe wie z.B. bei der Atmung von Tanks im Sommer, behandelt werden können. Diese Anlagen sind jedoch nicht auf das Ventilieren von Binnentankschiffen ausgelegt, so dass z.B. auch bei einer Tankreinigung im Tanklager selbst, oft mobile Brennkammern angefordert werden müssen, um den gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen.

Am häufigsten werden Absorptionsanlagen mit Aktivkohle eingesetzt, zum Teil aber auch Membrananlagen. Die meisten Tanklager haben Anlagen mit einer Kapazität von 350 - 1000 m³/h (z.T. auch höher z.B. 4.000 m³/h), zum Teil sind auch Dämpfespeicher mit einem Volumen zwischen 500 - 4500 m³ verfügbar. Dämpfespeicher dienen dazu Spitzen abzufedern. Dabei werden die Dämp-

³⁷ VRU = vapour recovery units

fe gesammelt und anschließend kontinuierlich über einen längeren Zeitraum an die VRUs abgegeben.

Generell war die Aussage der Tanklagerbetreiber, dass aufgrund der geringen Kapazität der Anlagen und der daraus resultierenden Zeitspanne von mehr als 10 Stunden zum Entgasen von Schiffen, Liegeplätze belegt werden, die für das Be- bzw. Entladen der Schiffe benötigt werden. Damit würden Kapazitätseinbußen sowie Logistikprobleme auftreten, die zu zusätzlichen Kosten für die Tanklager führen.

Zwar könnten durch entsprechende Erweiterung der Kapazität bzw. Installation eines Gasspeichers einige der landseitigen Anlagen für ein Ventilieren von Binnentankschiffen „umgerüstet“ werden, dies ist aber mit erheblichen Investitionskosten für technische Anpassungen (z.B. zusätzliche Rohrleitung,...), Genehmigungserweiterung sowie die Anpassung der Infrastruktur verbunden.

Zudem ist eine Prüfung der Kompatibilität der Dämpfe mit der bestehenden Abgasreinigungsanlage erforderlich, um mögliche Risiken auszuschließen. Auch muss nach Ansicht der Tanklagerbesitzer die rechtliche Situation geklärt werden, inwieweit mit der bestehenden Anlageneignung ein Entgasen von Binnentankschiffen ohne gleichzeitige Beladung möglich ist.

Zwei Tanklagerbetreiber haben angegeben, dass bei entsprechender Bezahlung und Verfügbarkeit von Liegeplätzen ein Ventilieren der Binnentankschiffe grundsätzlich möglich wäre. In diesem Fall müsste allerdings die rechtliche Situation geklärt werden, ob z.B. eine spezielle Genehmigung erforderlich ist und welche Anforderungen die Abluftreinigungsanlage als auch der Liegeplatz erfüllen müssten. Zudem müsste die Eignung der Anlage geprüft werden.

Bei der einen Anlage handelt es sich um eine Membrananlage, die mit einer Kapazität von derzeit 800 - 1100 m³/h zur Verfügung stehen könnte. Zudem wäre bereits ein Steiger verfügbar, die Installationen von der Anlage zum Steiger müssten allerdings noch errichtet werden. Das entsprechende Know-how für den Betrieb der Membrananlage, die ein breites Stoffspektrum abgedeckt, wäre ebenfalls verfügbar. Allerdings sieht der Betreiber Klärungsbedarf im Hinblick auf die weitere Verwendung der rückgewonnenen Produkte (Produkt/Abfall?) und auf die erforderliche Genehmigung (Quelle: Gespräch mit Tanklagerbetreiber).

Ein weiterer Tanklagerbetreiber hat angegeben, dass ein Liegeplatz zur Verfügung gestellt werden könnte, allerdings ist derzeit keine Abgasreinigungsanlage verfügbar. Der Vorteil dieses Standortes ist zum einen die Nähe zum Chemiestandort Frankfurt und zum anderen liegt der Liegeplatz in einem Notfallhafen mit entsprechenden Abschottungstechnologien bei möglichen Zwischenfällen (Quelle: Gespräch mit Tanklagerbetreiber).

Als Ergebnis der Befragung kann festgehalten werden, dass es in Deutschland derzeit kein Tanklager gibt, das Schiffen die Möglichkeit bietet, zu ventilieren.

5.1.4 Raffinerien mit Abgasreinigungseinrichtungen

Die nachfolgenden Informationen basieren auf den Aussagen von Raffinerie-Betreibern bzw. auf der Auswertung der Fragebögen, die von Raffinerie-Betreibern zurückgesandt wurden (vgl. Kap. 3.2.1).

Bei Raffinerien finden typischerweise Ladevorgänge statt, deshalb müssen Raffinerien, die Produkte gemäß 20. BImSchV umschlagen, über eine Gaspindelung oder eine Abgasreinigungsanlage verfügen, um die Dämpfe aus den Binnentankschiff in den Verladetank zu pendeln bzw. einer Abgasreinigungsanlage (VRU) zuzuführen. Die Kapazitäten der Abgasreinigungsanlage sind meist auf die Verladegeschwindigkeit angepasst (d.h. Entgasen eines Schiffes würde sehr lange dauern), z.T. sind aber auch Anlagen mit höheren Kapazitäten installiert, v.a. wenn die Anlagen auch für die Abluft aus der Produktion genutzt werden. Die Raffinerien sind zwar meist mit Gasspeichern ausgestattet, doch sind

diese typischerweise nicht für größere Volumen ausgelegt und stellen bereits im laufenden Betrieb einen Engpass dar (Quelle: Expertengespräch).

Analog wie bei den Tanklägern werden verschiedene Technologien eingesetzt wie z.B. Membrantechnologie, Tiefkalt-Wäsche oder Verbrennung.

Nach Aussage der Raffinerie-Betreiber ist ein Ventilieren von Binnentankschiffen jedoch nicht möglich, da die Kapazität der Anlagen bereits jetzt ausgelastet ist. Vor allem im Sommer kann es zu Engpässen und somit Wartezeiten für Schiffe kommen. Die zusätzlichen Entgasungsprozesse würden die derzeit knappen Liegeplätze belegen und somit Kapazitätseinschränkungen bedeuten. Außerdem würde das Ventilieren einen höheren logistischen Aufwand sowie ein höheres Verkehrsaufkommen nach sich ziehen.

Mit Blick auf die technische Ausrüstung sind zwar meist direkte Anschlüsse zur Abgasreinigungsanlage vorhanden, allerdings sind die Anlagen nicht für das Ventilieren von Binnentankschiffen ausgelegt, so dass z.B. Ansaugvorrichtung installiert werden müssten, um die Dämpfe aus dem Schiff zu saugen (während des Beladevorgangs werden diese aus dem Tank gedrückt werden).

Als Fazit aus der Auswertung der Fragebögen und den Gesprächen mit den Raffinerie-Betreibern kann festgehalten werden, dass es derzeit in Deutschland für Binnentankschiffe keine Möglichkeit gibt, Stoffe der 20. BImSchV bei Raffinerien landseitig zu ventilieren. Eine Übernahme der Dämpfe ist nur bei gleichzeitiger Beladung des Schiffes möglich.

5.1.5 Mobile Abgasreinigungseinrichtungen an Land

Mobile Anlagen sind Abgasreinigungseinrichtungen, die in einem Container installiert sind und bei Anforderung an den entsprechenden Ort per LKW transportiert und anschließend aufgestellt und angeschlossen werden können. Derzeit bieten verschiedene Betreiber mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien an wie z.B. Adsorption (Aktivkohle), Kondensation, Absorption oder Oxidation (Verbrennung).

Diese mobilen Anlagen werden derzeit v.a. im Bereich der Tankreinigung eingesetzt. Die meisten Tankläger sind zwar mit VRUs ausgestattet, allerdings sind die Kapazitäten dieser VRUs so ausgelegt, dass typischerweise nur die Dämpfe während des regulären Betriebs der Tankläger zurückgewonnen werden können. Zusätzliche Abluftvolumenströme, wie sie zum Beispiel bei einer Tankreinigung entstehen, können mit den installierten Anlagen oft nicht abgefangen werden (Quelle: Herstellerangaben).

Nach Aussage der Hersteller werden mobile Anlagen inzwischen aber auch bei der Beladung von Schiffen eingesetzt, wenn z.B. die installierte Abgasreinigungsanlage gewartet wird bzw. die Kapazität der Anlage nicht ausreicht. Die Kapazitäten der mobilen Anlagen hängen u.a. von der Art der Technologie ab und variieren von 50 m³/h bis > 50.000 m³/h. Die Anlagen sind mit entsprechenden Ventilatoren zum Absaugen der Dämpfe ausgerüstet.

Die Anlagen arbeiten weitgehend autark, d.h. es sind in der Regel keine speziellen Anschlüsse und Versorgungseinrichtungen notwendig. Generell ist der Platzbedarf dieser Anlagen sehr gering, allerdings sind v.a. bei der Behandlung von Stoffen, die explosive Gemische bilden können, Sicherheitsabstände zu beachten.

Nach Aussage der Hersteller sind die Anlagen entsprechend für ihren Anwendungszweck zertifiziert. Zudem findet – abhängig von der Art der Anlage z.T. auch eine Aufstellungsprüfung (z.B. durch den TÜV) statt. Werden die Anlagen in einem Tanklager aufgestellt, so ist dies vorab anzuzeigen und evtl. eine Genehmigung von der Behörde erforderlich. Auch bei der Aufstellung von mobilen Anlagen in Häfen ist vorab mit der zuständigen Hafenbehörde sowie den Genehmigungsbehörden zu klären, ob eine Aufstellung der Anlage möglich ist und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen.

Die mobilen Anlagen sind so konzipiert, dass sie meist innerhalb kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden können (abhängig vom Anfahrtsweg). Die erforderliche Vor-Ort-Aufstellungszeit für mobile Brennkammern liegt bei ungefähr 4 Stunden.

Die Aufstell- und Betriebskosten der Anlagen sind grundsätzlich von der verwendeten Technologie abhängig. Nach Aussage von Herstellern mobiler Verbrennungsanlagen liegen die Kosten für den An- und Abtransport sowie Aufbau bei ca. 10.000 - 12.000 €. Die Betriebskosten liegen bei ca. ~ 2.500 €/Tag zuzüglich der Kosten für den Gasverbrauch. Mobile Brennkammern sind gemäß der Definition der 20. BImSchV keine Abgasreinigungsanlagen sondern thermische Verwertungsanlagen (Verbrennen der Dämpfe). Deshalb muss geprüft werden, inwieweit mit diesen Anlagen die Vorgaben der 20. BImSchV eingehalten werden können.

Bei Behandlungsanlagen, die die abgesaugten Dämpfe zurückgewinnen (z.B. über eine Tiefkühlkondensation) ist zu klären, wie mit dem zurückgewonnenen Produkt umzugehen ist. Da typischerweise nur relativ geringe Mengen bei der Entgasung eines Schiffes anfallen, ist meist eine Wiederverwendung des Produkts nicht möglich. Aktivkohlefilter werden meist extern regeneriert/aufbereitet und die abgeschiedenen Stoffe z.T. zurückgewonnen bzw. thermisch verwertet.

5.1.6 Mobile Abgasreinigungseinrichtungen (schwimmend)

Neben den mobilen Anlagen an Land gibt es auch die Möglichkeit, die Anlagen auf ein Serviceschiffe oder Ponton zu montieren. In Deutschland gibt es derzeit keine schwimmende Anlage.

Die niederländische Firma Vaporsol hatte in Zusammenarbeit mit einer deutschen Reederei geplant, eine Anlage zum Entgasen von Binnentankschiffen im Duisburger Hafen zu errichten und im Probebetrieb zu betreiben. Die Anlage sollte mit dem von der niederländischen Firma Vaporsol entwickelten Verfahren „Vaitec“, einem Gaswäscher in Kombination mit Aktivkohlefiltern, betrieben werden (vgl. Beschreibung Kap. 5.3.1). Die Anlage ist auf einem umgebauten Schubleichter installiert, an den das Tankschiff heranfährt.

Es war geplant, den Probebetrieb ab Januar 2014 aufzunehmen. Aufgrund von Sicherheitsbedenken wurde der Probebetrieb von den Behörden jedoch kurz vor Start untersagt. Die Betreiber der Anlage haben inzwischen von einem Gutachter eine Gefährdungsbeurteilung erstellen lassen. Derzeit gibt es keine jedoch keine näheren Informationen über eine mögliche Wiederaufnahme des Probebetriebs in Deutschland. Ein Gespräch mit Behörden soll im April 2014 stattfinden. Die Anlage wird derzeit im Hafen von Antwerpen und anschließend in den Häfen von Amsterdam und Rotterdam weiter getestet und soll ab Mai auf dem Markt verfügbar sein (vgl. hierzu auch Kapitel. 5.3.1).

5.1.7 Bordeigene Abgasreinigungsanlagen

Bordeigene Abgasreinigungsanlagen sind Dämpferückgewinnungsanlagen, die auf einem Binnentankschiff fix montiert sind. Derzeit gibt es keine Binnentankschiffe, die mit einer bordeigenen Abgasreinigungsanlage ausgestattet sind (Quelle: Fachgespräch).

Als Hauptschwierigkeiten – neben den Investitionskosten – bei der Installation von bordeigenen Abgasreinigungsanlagen werden vor allem der hohe Platzbedarf sowie die erforderlichen Explosionschutz-Maßnahmen angegeben (Quelle: Aussage Binnenschiffer). Zudem ist für die adäquate Bedienung der Anlage entsprechendes Know-how auf dem Schiff erforderlich. (Quelle: Fachgespräch)

Nach Aussage eines Reeders wurden bereits Untersuchungen bezüglich bordeigener Anlagen durchgeführt (Quelle: Fachgespräch). Diese Untersuchungen ergaben, dass bordeigene Anlagen weder im Hinblick auf Kosten-Nutzen-Aspekte rentabel noch volkswirtschaftlich sinnvoll sind. Die Kosten für bordeigene Anlagen liegen bei ca. 1-1,5 Mio. €, bei Gesamtkosten für ein neues Schiff von ca. 4-5 Mio. €.

Zudem muss geklärt werden, wie mit den zurückgewonnenen und verflüssigten Dämpfen umzugehen ist, da eine Entgasung erst stattfindet, wenn das entsprechende Produkt bereits entladen ist und somit das zurückgewonnene Produkt nicht mehr an der Entladestelle abgegeben werden kann. Es gab bereits Überlegungen, die rückgewonnenen Ottokraftstoffe z.B. beim Antrieb des Schiffes einzusetzen. Dies würde jedoch größere technische Umbauten voraussetzen und ist für bestehende Schiffe praktisch nicht realisierbar. Erfahrungen gibt es hierzu nach Aussage der Binnenschiffer bisher noch nicht (Quelle: Fachgespräch).

5.2 Aktuelle Situation in den Niederlanden

5.2.1 Bestehende Anlagen

- ▶ ATM Moerdijk b.v.

Die einzige derzeit in Europa bereits in Betrieb befindliche Abgasreinigungsanlage für Binnentankschiffe wird von ATM Moerdijk b.v. in Moerdijk am Hollands Diep südlich von Rotterdam betrieben. Die Anlage ist durch die folgenden technischen Daten charakterisiert:

Tabelle 27: Daten der Entgasungsanlage von ATM Moerdijk b.v.

Standort / Betreiber	Moerdijk (NL); ATM Moerdijk b.v.
Art der Anlage	Entgasung von Binnentankschiffen
Technologie für Entgasung	Thermische Oxidation
Kapazität	geplante Ventilatorenleistung: 7.500 m ³ /h Verbrennungskapazität der Abfallverbrennungsanlage: 30.000 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	Breites Spektrum an Stoffen (ca. 99 % der relevanten Stoffe)
Emissionsminderung	> 99 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	4-6 Stunden (geschätzt) bei Volleistung des Gebläses (7.500 m ³ /h). Ein kompletter Luftwechsel dauert ca. 0,5 Stunden, und es werden 3-5 Luftwechsel erwartet.
Investitionskosten	keine Angaben verfügbar
Betriebskosten, sonstige Kosten	keine Angaben
Kosten pro Entgasung	1.500 - 2.500 € pro Entgasung geplant
zurückgewonnenes Produkt	thermische Verwertung; evtl. energetische Verwertung

Die Anlage in Moerdijk ist eine Schiffsreinigungsanlage, die bereits seit einigen Jahren die Entgasung von Binnentankschiffen in Kombination mit der Reinigung der Tanks durchführt.

Seit März 2104 bietet die Anlage auch das alleinige Entgasen - ohne Reinigung der Tanks - an. Die Anlage wurde mit einem neuen Ventilator ausgestattet, der mit einer Kapazität von 7.500 m³/h arbeitet. Die aus den Tanks abgesaugten Dämpfe werden über entsprechende Leitungen zur angeglieder-

ten Abfallverbrennungsanlage weitergeleitet und dort thermisch behandelt. Die Abfallverbrennungsanlage hat eine Gesamtkapazität von 30.000 m³/h.

Derzeit liegen zwar noch keine Praxisinformationen vor, es wird jedoch erwartet, dass ein Entgasen eines Schiffes bei Volllleistung des Gebläses (7.500 m³/h) innerhalb von 4-6 Stunden erfolgen kann. Nach Aussage des Betreibers wird ein kompletter Luftwechsel ca. 0,5 h dauern (abhängig von der Größe des Schiffs). Für die Erreichung der geforderten Gasfreiheit wird von einem 3-5 fachen Luftwechsel ausgegangen.

Nach Aussage der Betreiber können in Moerdijk alle Schiffstypen entgast werden. Die entsprechenden Anschlusstechnologien (Adapter) und Reduktoren sind verfügbar. Die Dämpfe werden über die Standardleitung, die auch bei der Beladung zur Ableitung der Dämpfe verwendet wird, aus den Tanks abgesaugt.

Die Kosten pro Entgasungsvorgang werden nach Angaben des Betreibers voraussichtlich bei ca. 1.500 bis 2.500 € liegen. Derzeit rechnet der Betreiber mit einem Schiff pro Tag zum Entgasen. Als weiterer Service ist geplant, bei Bedarf Gasfreiheit-Zertifikate durch einen unabhängigen Gutachter nach dem Entgasen auszustellen.

Genehmigungsrechtlich handelt es sich bei der Schiffsentgasungsanlage um eine Erweiterung der Genehmigung für die bestehende Abfallverbrennungsanlage. Nach Aussage des Betreibers gab es im Hinblick auf die Genehmigung v.a. Probleme bei den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen, um das Risiko einer Explosion zu vermindern, da von Seiten der Behörden (und ATM) sehr hohe Sicherheitsauflagen bezüglich des Explosionsschutzes festgelegt wurden.

Die Erweiterung der Kapazität der Anlage Ende 2013 ist nach Aussage des Betreibers v.a. auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass in den Niederlanden derzeit nur das Entgasen von Benzindämpfen während der Fahrt verboten ist. Es wird aber damit gerechnet, dass ab 2015 eine Ausweitung dieses Verbotes auf weitere Stoffe erfolgt und auch die derzeit noch bestehenden "Entgasungsgebiete", innerhalb derer im Stand ventiliert werden darf, in nächster Zukunft geschlossen werden.

Abbildung 14: Ansicht der ATM-Anlage in Moerdijk (Foto: ATM)



5.2.2 Anlagen in Erprobungsphase (Testbetrieb)

Neben der bereits im Betrieb befindlichen Anlage in Moerdijk sind weitere Anlage zum Entgasen von Binnentankschiffen in Holland im Testbetrieb.

- ▶ Specialised Tanker Service (STS), Hafen Amsterdam

Bei dieser Anlage handelt es sich um eine mobile Kondensationsanlage, die mit Hilfe eines Kühlkompressors die Dämpfe kühlt und verflüssigt. Die wichtigsten Daten der Anlage sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

Tabelle 28: Daten der Entgasungsanlage von Specialised Tanker Services

Standort / Betreiber	Hafen Amsterdam: Specialised Tanker Services (STS)
Art der Anlage	Mobile Anlage zur Entgasung von Binnentankschiffen, z.Z. auf Ponton montiert, basiert auf dem Vento Clean System (VCS)
Technologie für Entgasung	Tiefkühlkondensationsanlage mit Kühlkompressor; als Kühlmittel wird R404A verwendet; es wird kein flüssiger Stickstoff verwendet
Kapazität	3.000 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	Kohlenwasserstoffe (z.B. UN 1203)
Emissionsminderung	bei Kreislaufführung > 99 % möglich
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	abhängig von Schiff und Ladung. Ø 6-10 h für 3.000 m ³ Tankvolumen
Investitionskosten	ca. 1,4 Mio. € für die aktuell bestehende Anlage (3.000 m ³ /h), bei höheren Stückzahlen ist eine Reduktion der Investitionskosten zu erwarten
Betriebskosten, sonstige Kosten	laut Aussage des Herstellers relativ gering; Energieverbrauch: 60-80 kWh; geringe Wartungskosten
Kosten pro Entgasung	geplant sind derzeit weniger als 2.000 € pro Entgasungsvorgang
zurückgewonnenes Produkt	keine Angaben verfügbar

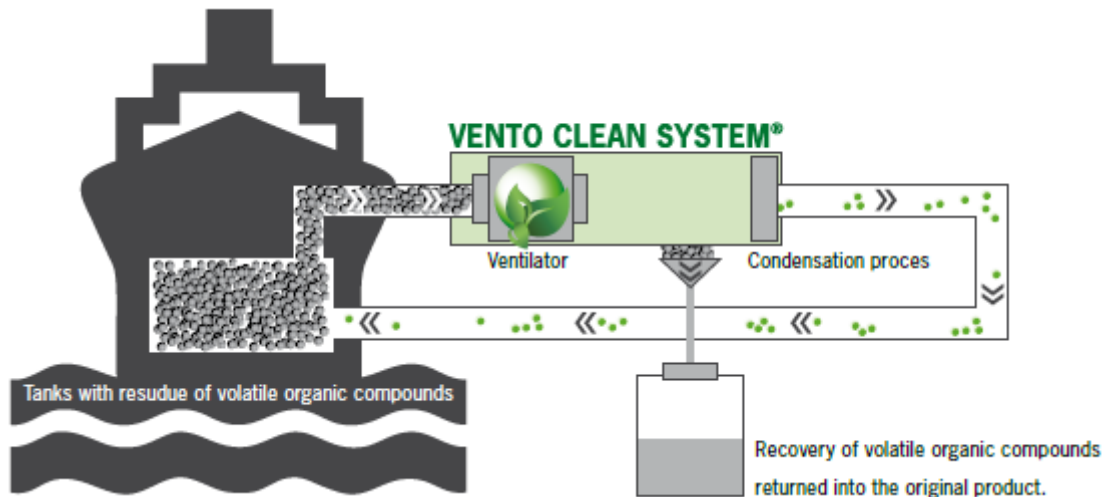
Die Anlage, die sich im Hafen von Amsterdam befindet, ist auf einem Ponton montiert. Grundsätzlich kann die Anlage aber auch auf einem Serviceschiff oder auf einem Container an Land betrieben werden. Als on-board Anlage auf Inlandtankern müsste ein kleineres System gebaut werden, was nach Aussage des Entwicklers prinzipiell möglich wäre, allerdings würden sich dann die Kosten deutlich erhöhen.

Bei dieser Anlage wird die mit den Dämpfen beladene Luft solange im Kreislauf geführt (vom Schiff zum Kondensator und dann wieder zum Schiff) bis das Schiff "gasfrei" ist (< 10 % UEG bzw. 20 % O₂). Die am Kondensator verflüssigten Dämpfe werden aufgefangen und können anschließend weiter behandelt werden (stoffliche Verwertung, energetische Verwertung).

Zur schnelleren Entgasung werden die Tanks und Leitungen erwärmt. Hierfür wird die Abwärme aus dem Kondensator verwendet.

Nach Aussage des Herstellers sind die zu Beginn des Entgasungsprozesses sehr hohen Konzentrationen der abzuscheidenden Stoffe für das System kein Problem, da die Abluft im Kreislauf gefahren wird und somit Dämpfe, die im ersten Durchlauf nicht abgeschieden werden, weiter im Kreislauf bleiben und nicht emittiert werden (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Schematische Darstellung des Systems Vento Clean System



Bei einem Tankvolumen von 3.000m³ wird derzeit mit einer durchschnittlich Entgasungszeit von 6-10 Stunden gerechnet. Langfristig ist ein Durchsatz von 3 Schiffen pro Tag geplant. Nach Aussage des Herstellers können auch zwei Anlagen gleichzeitig geschaltet werden. Das An- und Abkoppeln der Schiffe dauert ca. 1-2 Stunden. Die rückgewonnenen Mengen hängen u.a. vom Produkt, der Konzentration der Dämpfe sowie der Größe des Schiffs ab und liegen zwischen 600 und 1000 l pro Entgasungsvorgang.

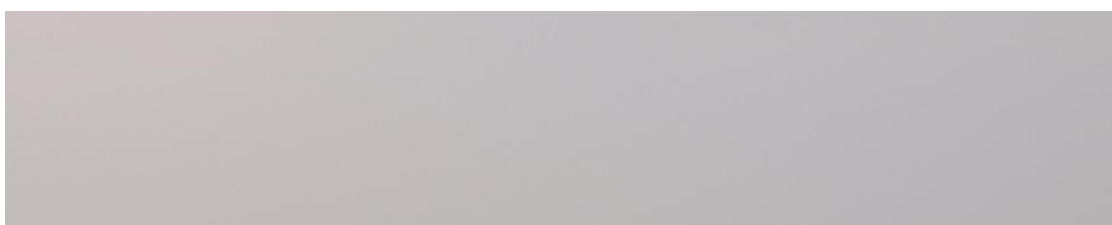
Das System ist mit entsprechenden Mess- und Kontrollsystemen ausgerüstet, um festzustellen, wann die erforderliche Gasfreiheit erreicht ist. Die Anlage wurde von Lloyds abgenommen und entspricht ATEX.

Derzeit werden Temperaturen von - 60° erreicht, in der nächsten Generation sollen bis zu -180°C möglich sein. Die Reinigung der Anlage ist nach jedem Entgasungsvorgang möglich. Dadurch wird sichergestellt, dass keine Verunreinigungen der abgeschiedenen Stoffe durch Reste in den Leitungen entstehen.

Anlagen dieser Art können gekauft oder geleast werden. Entsprechende Leasing-Konzepte sind bereits verfügbar, die auch Schulung des Bedienpersonals und Wartung umfassen. In den Niederlanden ist eine staatliche Förderung dieser Anlage möglich, z.B. durch Subventionen über das Programm MIA/VAMIL für umweltschonende Anlagen.

Nach Aussage des Betreibers ist die Anlage von Lloyds einer Risikoanalyse unterzogen worden.

Abbildung 16: Ansicht der Vento-Clean-Anlage im Hafen von Amsterdam



- ▶ MariFlex Group B.V. (Hafen Rotterdam)

Die Anlage von MariFlex B.V. im Hafen von Rotterdam befindet sich derzeit in der Testphase und sollte Ende des Jahres 2013 oder 2014 in Betrieb gehen.

Tabelle 29: Daten der Anlage von MariFlex Group, Hafen Rotterdam (in der Testphase)

Standort / Betreiber	Hafen Rotterdam: Mariflex Vlaardingen
Art der Anlage	Mobile Anlage auf einem Service-Schiff, die auf dem PURGIT RVRS System basiert
Technologie für Entgasung	Kryo-Kondensationsanlage (N ₂) mit nachgeschaltetem Aktivkohlebettadsorber, Abkühlung auf - 190 °C durch flüssigen Stickstoff
Kapazität	1.000 - 1.100 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	v.a. Kohlenwasserstoffe (Benzin, Naphtha, Benzol)
Emissionsminderung	> 99 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	abhängig von Schiff und Ladung, Ø 9 h für 3000 m ³ Tankvolumen
Investitionskosten	> 1 Mio. €
Betriebskosten, sonstige Kosten	gering (Angaben Hersteller), Verbrauch an flüssigem Stickstoff ca. 1 m ³ /h
Kosten pro Entgasung	noch keine endgültige Kalkulation verfügbar
zurückgewonnenes Produkt	Bisher wurde noch keine Entscheidung getroffen, was mit dem zurückgewonnenen Produkt weiter geschieht.

Bei dieser Anlage handelt es sich um eine mobile Kryo-Kondensationsanlage, die auf dem PURGIT RVRS System basiert. Das System ist auf einem Service-Schiff installiert (siehe Abbildung 17), so dass ein Anlegesteg nicht erforderlich ist.

Die Anlage, die mit flüssigem Stickstoff arbeitet, ist mit einem nachgeschaltetem Aktivkohlebettadsorber ausgestattet, der zur Kompensation sowie Sicherheit bei hohen Konzentrationen zu Beginn des Entgasungsprozesses dient. Die Aktivkohle wird vor Ort regeneriert und das zurückgewonnene Produkt wird wieder vor dem Kondensator eingespeist. Der zum Kühlen des Kondensators verwendete Stickstoff kann auch zur Inertisierung der Tanks verwendet werden. Dies ist jedoch v.a. für Seeschiffe relevant. Die Anlage entspricht ATEX.

Mit der Anlage können v.a. Kohlenwasserstoffe, aber auch andere flüchtige Chemikalien behandelt werden. Die Arbeitstemperatur der Anlage liegt bei - 117 °C und die Kapazität der Anlage bei 1.000 - 1.100 m³/h, was z.B. bei einem Tankvolumen von 3.000 m³ zu einer Entgasungszeit von ca. 15 Stunden führt. Dabei entstehen ca. 500-700 l Kondensat. Bisher wurde noch keine Entscheidung getroffen, was mit dem zurückgewonnenen Produkt weiter geschieht. Insbesondere bei Gemischen weicht die Qualität vom Originalprodukt ab, da z.B. durch die Kondensation ein höherer Wasseranteil im zurückgewonnenen Produkt vorliegen kann, was eine Wiederverwendung deutlich erschwert.

Die Investitionskosten für die Anlage wurden vom Hersteller mit größer 1 Mio. € beziffert, bezüglich der Betriebskosten gibt es keine detaillierten Angaben. Der Hersteller bezeichnet die Betriebskosten als relativ gering. Der Verbrauch an flüssigem Stickstoff liegt bei ca. 1 m³/h N₂. Für die Kosten pro Entgasung liegt noch keine endgültige Kalkulation vor.

Derzeit ist nicht geplant, die Anlage zu verkaufen, sondern inklusive dem entsprechenden Fachpersonal zu vermieten, da die Anlage und Technologie sehr komplex ist.

Abbildung 17: MariFlex Group-Kondensationsanlage im Hafen Rotterdam (Foto: MariFlex Group)



5.2.3 Anlagen in Planung

- ▶ ATM Moerdijk b.v., Moerdijk

Neben der bereits bestehenden Entgasungsanlage in Moerdijk (siehe Kap.5.2.1) ist eine zusätzliche zweite und eventuell dritte gleiche Entgasungsanlage am Standort geplant.

5.3 Aktuelle Situation in Belgien

5.3.1 Bestehende Anlagen

- ▶ MTD, Hafen von Antwerpen

Im Hafen von Antwerpen wird von MTD Maritime Services & Port Reception Facility, einer Servicegesellschaft, eine Aktivkohleanlage zum Entgasen von Binnentankschiffen betrieben. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Eckdaten der Anlage:

Tabelle 30: Daten der Anlage von MTD, Hafen Antwerpen

Standort / Betreiber	Hafen Antwerpen, MTD
Art der Anlage	stationäre Adsorptionsanlage (Aktivkohle)

Technologie für Entgasung	Aktivkohlefilter (2 x 750 kg)
Kapazität	2000 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	breites Spektrum an Stoffen (~90 % der relevanten Stoffe)
Emissionsminderung	> 98 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	abhängig von der Größe des Schiffes sowie der Konzentration der Dämpfe dauert ein Entgasungsvorgang 6-8 h
Investitionskosten	keine genauen Angaben verfügbar, aber im Vergleich zu anderen Technologien geringer
Betriebskosten, sonstige Kosten	Kosten für Aktivkohle ~ 2 - 2,5 €/kg (inkl. Regeneration); Betriebskosten: Wartung, Aktivkohle, Strom, ...; für die Bedienung ist 1 Person erforderlich
Kosten pro Entgasung	450 €/Stunde, derzeit sehr geringe Auslastung, ~ 4 Schiffe pro Jahr
zurückgewonnenes Produkt	externe Regeneration der Aktivkohle; dort werden die enthaltenen Stoffe verbrannt

Die Anlage verwendet Aktivkohle als Absorbens und ist mit Ventilatoren mit einer Leistung von 2.000 m³/h ausgerüstet. Abhängig von der Größe des Schiffes sowie der Konzentration der Dämpfe dauert ein Entgasungsvorgang ungefähr 2-6 Stunden.

Es liegen keine Informationen zu den Investitionskosten vor. Die Betriebskosten fallen v.a. für die Aktivkohle an sowie für Wartungsarbeiten. Um ein sicheres und effizientes Entgasen sicherzustellen, wird vor dem Entgasungsprozess der Verbrauch an Aktivkohle bestimmt. Bei der externen Regeneration werden die enthaltenen Stoffe verbrannt. Der Austausch der Filter ist innerhalb von einer halben Stunde möglich.

Die Kosten für die Aktivkohle liegen bei ca. 2 - 2,5 €/kg inklusive externer Regeneration. Für die Bedienung der Anlage ist eine Person erforderlich.

Die Kosten für die Entgasung liegen bei 450 €/h, was bei einer Entgasungsdauer von 6 bis 8 Stunden zu Kosten von 2.700 - 3.600 € pro Schiff führt.

Aufgrund der Tatsache, dass das Ventilieren von Binnentankschiffen in Belgien derzeit nicht verboten ist (außer für Ottokraftstoffe), wird die Anlage derzeit relativ wenig benutzt. Nach Aussage des Betreibers werden derzeit nur ca. 4 Schiffe pro Jahr entgast.

Abbildung 18: MTD Aktivkohle Anlage im Hafen von Antwerpen (Foto: MTD)



- ▶ AQ Chemical Service Provider, Hafen von Antwerpen

Im Hafen von Antwerpen befindet sich eine weitere Anlage von AQ Chemical Service Provider. Die Anlage ist mobil auf einem Anhänger montiert und ist betriebsbereit für den Einsatz in Belgien aber auch anderen Ländern (Deutschland, Frankreich, Belgien). Die nachfolgende Tabelle enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten zur Anlage:

Tabelle 31: Daten der mobilen Anlage von AQ, Hafen Antwerpen (in Betrieb)

Standort / Betreiber	Hafen Antwerpen, AQ Chemical Service Provider
Art der Anlage	Mobil auf Anhänger (LKW), basiert auf dem Cirrus VEC (Vapour Emission Control) System von Linde
Technologie für Entgasung	Kryo-Kondensationsanlage (N ₂); Stickstoff kann zur Inertisierung der Tanks verwendet werden
Kapazität	500 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	insbesondere tiefersiedende Kohlenwasserstoffe (Stoffe als auch Gemische)
Emissionsminderung	> 99 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	bei einem Schiff von 2.000m ³ Ladevolumen ca. 6-12 h
Investitionskosten	ca. 100.000 - 400.000 Euro, je nach Anlagengröße
Betriebskosten, sonstige Kosten	gering; abhängig von Beladung und Betriebskosten; Stickstoff kann zur Inertisierung der Tanks verwendet werden --> weitere Reduktion der Betriebskosten
Kosten pro Entgasung	~ 7.000 € für einen Tankvolumen von 2.000 m ³

zurückgewonnenes Produkt

Die kondensierten Kohlenwasserstoffe können zurückgewonnen und der Tankflüssigkeit zugeführt werden.

Die Anlage der Firma AQ Chemicals Service Provider basiert auf der Cirrus VEC (Vapour Emission Control) System von Linde. Dabei handelt es sich um eine Kryo-Kondensationsanlage (Tieftemperaturkondensation) mit einer Arbeitstemperatur von -100 °C . Stoffabhängig können auch niedrigere Arbeitstemperaturen erzeugt werden. Für den Kondensator wird flüssiger Stickstoff als Kälteüberträger verwendet.

Derzeit wird mit einer Entgasungsdauer von ca. 6-12 Stunden bei einem Schiff mit einem Ladevolumen von 2.000 m^3 gerechnet. Die Entgasungsdauer hängt dabei wesentlich vom gewünschten Spülgrad (komponentenabhängig, Betreibervorgaben) ab.

Ende 2013 fand die erste kommerzielle Entgasung eines Binnentankschiffes statt (vgl. Abbildung 19). Dabei wurde ein Tanker, der vorher Pygas (Pyrolysebenzin) geladen hatte, entgast. Der Entgasungsvorgang für einen Tanker mit 1.880 m^3 Volumen dauerte ca. 15 Stunden. Dafür wurden insgesamt 6.600 kg flüssiger Stickstoff verbraucht, um eine Konzentration von weniger als 10 ppm im Tank zu erreichen.

Abbildung 19: AQ Kryo-Kondensationsanlage im Hafen von Antwerpen (Foto: AQ Chemical Service Provider)



Derzeit wird mit Kosten von ca. 7.000 € pro Entgasungsvorgang gerechnet. Die Investitionskosten für die Anlage sind im Vergleich zu andern relativ gering mit $100.000 - 400.000\text{ Euro}$. Allerdings ist die Kapazität im Vergleich zu anderen Anlagen geringer, was zu deutlich längeren Entgasungszeiten führt.

5.3.2 Anlagen in Erprobungsphase / Planung

- ▶ AQ Chemical Service Provider, Hafen von Antwerpen

Nach Auskunft von Chemical Service Provider soll im Juni 2014 auch eine mobile katalytische Oxidationsanlage zum Entgasen von Binnentankschiffen verfügbar sein, die Produkte von – 40°C und höher behandeln kann. Die Kapazität dieser Anlage soll zwischen 1.500 m³/h und 23.000 m³/h liegen. Der Einsatz der Anlage ist für Belgien, Holland, Frankreich und Deutschland geplant. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten zur Anlage:

Tabelle 32: Daten der geplanten mobilen katalytischen Oxidationsanlage von AQ, Hafen Antwerpen

Standort / Betreiber	Hafen Antwerpen, AQ Chemical Service Provider
Art der Anlage	Mobil auf Anhänger (LKW), Katalytische Oxidation
Technologie für Entgasung	Katalytische Oxidation
Kapazität	1.500m ³ /h bis 5.000 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	insbesondere tiefersiedende Kohlenwasserstoffe (Stoffe als auch Gemische)
Emissionsminderung	> 99 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	bei einem Schiff von 2.000 m ³ Ladevolumen ca. 1.5 - 3h (gasfrei)
Investitionskosten	ca. 500.000 Euro, je nach Anlagengröße
Betriebskosten, sonstige Kosten	gering; abhängig von Beladung und Betriebskosten
Kosten pro Entgasung	~ 2.000 € für einen Tankvolumen von 2.000 m ³

- ▶ Vaporsol, Hafen von Antwerpen

Im Hafen von Antwerpen befindet sich eine weitere Anlage, die Anfang Februar 2014 mit dem Probetrieb begonnen hat. Mit dieser Anlage der Firma Vaporsol, die sich auf einem Schubleichter befindet, werden anschließend auch Testserien in den Häfen von Hafen von Amsterdam und Rotterdam durchgeführt. Der Probetrieb in Duisburg wurde durch die Behörden gestoppt aufgrund von Sicherheitsbedenken (vgl. Kap. 5.1.6).

Tabelle 33: Daten der Anlage von Vaporsol im Hafen von Antwerpen (in der Testphase)

Standort / Betreiber	Vaporsol, Hafen Antwerpen
Art der Anlage	Mobile Anlage auf einem Schubleichter, Anlage basiert auf Vaitec-Verfahren von Vaporsol

Technologie für Entgasung	MicroGasWash System: Absorption-/Adsorptionsanlage (Gaswäscher in Kombination mit Aktivkohlefiltern); als Waschmedium wird eine biologisch abbaubare Seife verwendet (FF-AR Seife)
Kapazität	5.000 m ³ /h; Entgasung von 2 Schiffen gleichzeitig möglich; Kapazität der Anlage ist einstellbar von 700 m ³ /h bis 100.000 m ³ /h
Zu behandelnde Stoffe	v.a. Kohlenwasserstoffe (Stoffe und Gemische); Test-Erfahrungen mit UN 1203 und 1268 verfügbar; weitere Stoffe: Ethanol, Methanol, MTBE, Benzol
Emissionsminderung	95 - 98 %
Erwartete Entgasungszeit/Liegezeiten	typische Entgasungszeit: 4-8 Stunden, abhängig vom Tankvolumen, Qualität der Tankbeschichtung und dem zu entgasenden Produkt
Investitionskosten	keine Angaben verfügbar
Betriebskosten, sonstige Kosten	abhängig von vielen Variablen, ~ 15 kg FF-AR Seife für 50 kg VOC
Kosten pro Entgasung	ungefähr 3.500 € (ohne MWST)
zurückgewonnenes Produkt	es ist vorgesehen, das belastete Washwasser extern aufzubereiten; derzeit Lagerung

Das Prinzip dieser Anlage beruht auf der Absorption der Kohlenwasserstoffe. Dabei werden die Dämpfe mit einem Waschmedium (Seife + Wasser) besprüht und neutralisiert und über ein 3-stufiges Aktivkohlefiltersystem abgeschieden. Der Reinigungsprozess erfolgt unter Unterdruck. Vor Einleitung der Dämpfe in die Anlage werden die Entflammbarkeit sowie der Schwefelwasserstoffgehalt gemessen.

Die Kapazität der derzeit verfügbaren Anlage im Probetrieb liegt bei 5.000 m³/h. Aufgrund der relativ hohen Kapazität der Anlage können auch 2 Schiffe gleichzeitig entgast werden. Die Leistung der Anlage kann variabel eingestellt werden in einem Bereich zwischen 700 – 100.000 m³/h. Abhängig vom Produkt, der Qualität der Tankbeschichtung sowie dem Tankvolumen dauert ein Entgasungsvorgang typischerweise zwischen 4-8 Stunden. Die Anlage ist sowohl für Abluft mit geringer Konzentration (5 mg/m³) als auch für Abluft mit bis zu 50.000 mg/m³ geeignet. Mit der Anlage können Werte < 10 % UEG (entspricht ungefähr einer Konzentration von 3 g/m³ bei UN 1203) erreicht werden.

Bisher wurden Mengen von 50-600 l zurückgewonnen, abhängig vom Produkt, der Temperatur sowie der Größe des Schiffs. Für die Abscheidung von 50 kg VOCs in 5 bis 7 Stunden sind ca. 15 kg des Waschmediums FF-AR (biologisch abbaubare Seife) erforderlich. Dieses wird mit 150 l Wasser vermischt; davon emittieren 20 l Wasser in die Luft und 130 l müssen zusammen mit dem beladenen Waschmedium entsorgt werden.

Es ist vorgesehen, dass die im Waschmedium (Seife und Wasser) enthaltenen Kohlenwasserstoffe extern extrahiert werden. Nach Aussage des Herstellers wird derzeit in Zusammenarbeit mit der Universität von Amsterdam und Wageningen an einer entsprechenden Lösung geforscht. Bis eine Lösung verfügbar ist, wird das zurückgewonnene Produkt gesammelt und gelagert.

Nach Aussage des Herstellers ist die Genehmigungssituation für den Probetrieb in Belgien, Holland und Deutschland sehr unterschiedlich.

In Belgien ist derzeit keine spezielle umweltrechtliche Genehmigung für diese Anlagen erforderlich; allerdings fallen alle Aktivitäten, die am Kai oder im Wasser des Hafens stattfinden unter die Aufsicht des Hafenmeisters. Dieser muss die mobilen Anlagen abnehmen und eine entsprechende Erlaubnis zum Entgasen erteilen. Es ist aber davon auszugehen, dass zukünftig entsprechende Genehmigungen für mobile Anlagen³⁸ erforderlich sind.

Für den Probetrieb der Anlage in Belgien wurde eine Vereinbarung mit dem Hafen von Antwerpen gemacht, die den Probetrieb an einer Stelle im Hafen auf einem Schubleichter ermöglicht. In den Niederlanden wurde mit ILT (Inspektionsbehörde) eine Vereinbarung getroffen, dass der Probetrieb in den Häfen von Amsterdam und Rotterdam über eine mobile Installation von Land aus betrieben wird (auf einem LKW). Für den geplanten Probetrieb in Deutschland wurde nach dem Stopp des geplanten Probetriebs eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. Inwieweit dieses Dokument für die Genehmigung des Probetriebs ausreichend ist, muss noch geklärt werden.

Es liegen keine Daten zu den Investitions- und Betriebskosten vor. Nach Angabe des Herstellers wird der Preis für das Entgasen von Binnentankschiffen bei ca. 3.500 € pro Entgasungsvorgang liegen.

Es ist vorgesehen, die Anlage im Mai 2014 auf dem Markt einzuführen.

Abbildung 20: Vaporsol-Anlage im Hafen von Antwerpen



5.4 Optionen zur Behandlung von Abgasen - Zusammenfassung

Die Zuge dieses Projektes durchgeführte Bestandsaufnahme von bestehenden bzw. in Planung befindlichen Abgasreinigungsanlagen für Restdämpfe aus Binnentankschiffen ergab, dass es in Deutschland bereits konkrete Planungen für eine stationäre Anlage gibt, und zudem insbesondere

³⁸ Persönliche Information, Mr. Wim Van Steelandt, Technisch Assistent Milieu, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen

mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien (z.B. Kondensation) in den Niederlanden und Belgien bereits zur Verfügung stehen bzw. sich in der Erprobungsphase befinden. Die nachfolgende Tabelle fasst die aktuelle Situation in Deutschland, den Niederlanden und Belgien zusammen:

Tabelle 34: Übersicht über derzeit verfügbare bzw. geplante Entgasungsoptionen für Binnentankschiffe

	Deutschland	Niederlande	Belgien
Stationäre Anlage in Betrieb			
Abgasreinigungseinrichtung zum Entgasen von Binnentankschiffen		Moerdijk: Thermische Oxidation	Hafen Antwerpen: Aktivkohleanlage;
Tanklager mit Abgasreinigungseinrichtung Raffinerie mit Abgasreinigungseinrichtung	Anlagen mit verschiedenen Technologien (z.B. Absorption mit Aktivkohle oder anderem Absorbens, Membrantechnologie, Tiefkühlkondensation) verfügbar, aber nicht zum Entgasen von Binnentankschiffen geeignet	Keine Angaben verfügbar (nicht Gegenstand der Untersuchung)	
Stationäre Anlage in Planung			
Abgasreinigungseinrichtung zum Entgasen von Binnentankschiffen	Wesel: Schiffsreinigungsanlage mit separater Entgasungsmöglichkeit; thermische Verwertung	Moerdijk: Thermische Oxidation	
Mobile Anlagen in Betrieb			
Mobile Abgasreinigungseinrichtung an Land	Anlagen mit verschiedenen Technologien in Betrieb (z.B. Adsorption mit Aktivkohle oder anderem Adsorbens, Membrantechnologie, Tiefkühlkondensation, thermische Oxidation); derzeit aber meist zum Entgasen von stationären Tanks eingesetzt		
			Hafen Antwerpen: mobile Kryokondensationsanlage zum Entgasen von Binnentankschiffen
Mobile Anlagen in Testbetrieb bzw. in Planung			
Mobile Abgasreinigungseinrichtung schwimmend (z.B. auf Ponton)	Derzeit keine Anlage in Betrieb oder Testbetrieb	Hafen Rotterdam, Amsterdam: Kryokondensationsanlage im Testbetrieb	Hafen Antwerpen: Kryokondensationsanlage im Testbetrieb Adsorptions-/Absorptionsanlage im Testbetrieb
Mobile Abgasreinigungseinrichtung an Land			Hafen Antwerpen: katalytische Oxidation (auf LKW)
Bordegene Abgasreinigungseinrichtung	Derzeit keine Anlage im Betrieb		

Die aktuellen Entwicklungen konzentrieren sich derzeit v.a. auf bewegliche Anlagen (Service-Schiff, Ponton oder LKW), die je nach Bedarf an verschiedenen Orten/Häfen eingesetzt werden können.

5.5 Übersicht über weitere organisatorische Möglichkeiten zur Verringerung von gasförmigen Emissionen

5.5.1 Einheitstransporte (Dedicated transports)

Basierend auf den Aussagen von Reedereien geht der Trend generell zu mehr Einheitstransporten, d.h. dass immer mehr Schiffe ausschließlich für den Transport eines bestimmten Produktes eingesetzt werden. Einheitstransporte werden v.a. in der chemischen Industrie durchgeführt, um Verunreinigungen der Produkte zu verhindern. Der Trend zum Einheitstransport wird zum einen durch das Ventilierungsverbot forciert, zum anderen sind aber auch aufgrund der Qualitätsvorgaben der Kunden (z.B. Mineralölfirmen oder Kerosin für Flughäfen) Einheitstransporte erforderlich, um eventuelle Verunreinigungen durch Reste aus der Vorladung zu vermeiden [Quelle: Expertengespräche]. Ein solcher Trend ist auch in den Nachbarländern zu beobachten, etwa in den Niederlanden [de Buck et al. 2013].

Zum Teil müssen inzwischen aber auch bei Einheitstransporten Schiffe vor der Beladung des gleichen Stoffes entgast werden, um die hohen Qualitätsanforderungen der Verlader zu erfüllen. Dies ist v.a. bei Produkten der chemischen Industrie relevant (Beispiel: Benzol)³⁹.

Die Zunahme an Einheitstransporten hat zur Folge, dass mehr Leerfahrten durchgeführt werden, da die Schiffe meist nicht im selben Ort/Gebiet, wo sie entladen, auch eine entsprechende Ladung aufnehmen können. Durch diese Leerfahrten entstehen den Reedereien erhöhte Kosten (Treibstoffkosten, Arbeitszeitkosten), aber auch ein höherer logistischer Aufwand.

Da Entgasungen nur noch bei Werftaufenthalten oder Reparaturen erforderlich sind, reduzieren sich die VOC Emissionen erheblich, dennoch gibt es folgende Nachteile:

- ▶ Zusätzliche Frachtkosten für Produkte, die in erheblichem Umfang befördert werden. Bei Transporten von Produkten mit geringem Volumen spielt dieser Trend eine geringere Rolle, da hier Produktwechsel ohnehin meist nicht vermeidbar sind.
- ▶ Erhöhung der CO₂-Emissionen aufgrund von Kraftstoffverbrauch durch zusätzliche Leerfahrten
- ▶ Höherer Zeitbedarf und Kosten für den Schiffsbetreiber
- ▶ Reduktion der Gesamttransportkapazität aufgrund der vielen Leerfahrten
- ▶ Höheres Verkehrsaufkommen

5.5.2 Ladungskompatibilitäten

Die Verbände der verladenden und transportierenden Wirtschaft haben zu Beginn des Jahres 2001 eine Selbstverpflichtungserklärung zur Reduktion von VOC Emissionen beschlossen, die eine Kompatibilitätsliste für wechselseitige Beladung zwischen Ottokraftstoffen und weiteren organischen Produkten, die Einführung von Nachlensystemen sowie die Führung eines Ladungsbuchs umfasst hat. Diese Kompatibilitätsliste enthielt Produkte, für die Auftraggeber/Verlader bei einer wechselseitigen Beladung zwischen Ottokraftstoff und den genannten Produkten keine entgasten Schiffe mehr anfordern, sofern keine Gefährdung für die Verwendung der Produkte besteht (z.B. Dieselkraftstoff, Gasöl, Heizöl).

Eine Kompatibilitätsliste war auch Bestandteil einer früheren Fassung der 20. BImSchV. Seit dem Jahr 2006 ist diese jedoch nicht mehr in der 20. BImSchV enthalten. Es gibt daher keine einheitlich

³⁹ http://www.ngz-online.de/dormagen/nachrichten/Benzol-liegt-in-der-Luft_aid_794496.html

abgestimmte Kompatibilitätsliste für Mineralölprodukte als Fortschreibung oder Aktualisierung der Liste aus 2001, die eine verbindliche Richtschnur darstellt.⁴⁰

Stattdessen sind viele Unternehmen dazu übergegangen, als Auftraggeber firmenspezifische Listen mit Angaben zu zulässigen Vorladungen sowie erforderlichem Status der Ladetanks vorzuschreiben (z.B. nachgelenzt oder gasfrei). Allerdings ist generell ein Trend dahingehend festzustellen, dass aufgrund sehr hoher Qualitätsanforderungen des Produktes immer häufiger ein restentleertes und entgastes Schiff von Kunden gefordert wird.

Andererseits hat sich seit Einführung der Nachlenzsysteme die Kompatibilität vor allem von Produkten aus dem Mineralölbereich erhöht, da das Volumen der Restmengen (bei Doppelhüllenschiffen max. 5 l je Tank Restladung) im Vergleich zum Gesamtvolumen marginal ist und keine wesentlichen Qualitätsauswirkungen auf das Nachfolgeprodukt hat.

Von Seiten der Behörde wurde während des Fachgesprächs nochmals explizit darauf hingewiesen, dass das „Laden eines „kompatiblen Erzeugnisses“ nur dann eine Option im Sinne der 20. BImSchV ist, wenn die Rückhaltung der Restdämpfe bzw. Abgabe an eine Abgasreinigungsanlage durchgehend gewährleistet sind. Tritt durch das Fahren eines kompatiblen Erzeugnisses lediglich ein zeitversetztes Freisetzen der Restdämpfe ein, so liegt ein Verstoß gegen die Regelungen der 20. BImSchV vor.“

Das bedeutet, dass beim Laden von kompatiblen Produkten nach dem Transport von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen die verdrängten Dämpfe entweder in den Lagertank des aktuell verladenen Produktes gependelt oder einer Abgasreinigungsanlage zugeführt werden müssen. Diese Vorgaben begrenzen die Anzahl an möglichen kompatiblen Produkten signifikant, da viele Tankläger, die kompatible Produkte wie z.B. Heizöl oder Diesel verladen, über keine entsprechenden Gaspendelsysteme bzw. Abgasreinigungsanlagen verfügen, da diese gesetzlich hierfür nicht vorgeschrieben sind.

Es können dementsprechend nur Produkte geladen werden, deren Qualität durch die Restdämpfe nicht negativ beeinflusst wird und die an Tanklagern verladen werden, die über entsprechende Abluftreinigungsanlagen bzw. Gaspendelsysteme verfügen. Als Beispiel für ein kompatibles Produkt für Ottokraftstoffe wurde während des Fachgesprächs der Stoff MTBE genannt, der als Zuschlagsstoff für Ottokraftstoffe verwendet wird und somit eine „Verunreinigung“ mit Ottokraftstoffdämpfen keine Qualitätseinbußen bedeutet.

Ladungskompatibilitäten, auch individuell vorgegebene, haben in der Praxis sowohl Vor- als auch Nachteile. Vorteile sind, dass Ladungswechsel häufiger ohne vorheriges Entgasen des Binnentankschiffs möglich sind, was zu einer Reduktion der Anzahl an Ventilierungen und somit Emissionsreduktion führt. Zudem ermöglicht das Laden von kompatiblen Produkten eine höhere Flexibilität und Auslastung der Binnenschiffe im Vergleich zu Einheitstransporten.

Wesentliche Nachteile sind, wie bereits oben beschrieben, dass das Beladen von kompatiblen Ladungen nur bei Anlagen mit Abgasreinigungsanlage möglich ist, da die Dämpfe, die beim Befüllen verdrängt werden, einer Abgasreinigungsanlage zugeführt werden müssen. Gaspendelanlagen sind hier meist nicht möglich. Des Weiteren können bei höheren Restmengen Kontaminationen des Produktes nicht ausgeschlossen werden. So sind Veränderungen der Eigenschaften des Produkts möglich, z.B. eine Verschiebung des Flammpunktes.

⁴⁰ Dies wurde durch Expertenaussage aus dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, nochmals betont.

5.6 Beschreibung weiterer technischer Optionen

5.6.1 Beschreibung der Technologien

Für die Behandlung und Rückgewinnung von flüchtigen organischen Stoffen bzw. Kohlenwasserstoffen stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, die bereits seit Jahren in verschiedenen Branchen eingesetzt werden. Zum Teil werden diese bereits in bestehenden Anlagen bzw. in Pilotanlagen für Binnentankschiffe eingesetzt. Im Folgenden werden die relevanten technischen Optionen kurz beschrieben und anschließend auf ihre Eignung für das Entgasen von Binnentankschiffen bewertet:

Tabelle 35: Übersicht über verfügbare Abgasreinigungsverfahren

Technologie	Beschreibung
Absorption	<p>Absorptionsanlagen bestehen aus einem physikalisch oder chemisch wirkenden Gaswäscher, zum Teil auch kombiniert mit einem Aktivkohlefilter. Bei Absorptionsanlagen wird die Abluft typischerweise im Gegenstrom durch ein Waschmedium geführt, in dem sich die in der Abluft enthaltenen Stoffe lösen. Diese Anlagen sind für große Volumenströme und wechselnde Konzentrationen geeignet.</p> <p>Für den Einsatz dieser Technologie ist eine genaue Abstimmung der verwendeten Waschmedien mit den zu lösenden Schadstoffen erforderlich, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erreichen. Deshalb sind diese Anlagen für wechselnde Schadstoffe in der Abluft nur bedingt geeignet (abhängig vom Medium und Wirkungsgrad). Das mit den gelösten Schadstoffen beladene Waschmedium muss nach entsprechender Sättigung ausgetauscht und aufbereitet bzw. entsorgt werden. Eine Aufbereitung des beladenen Waschmediums hängt u.a. von den Schadstoffen ab und ist meist sehr aufwändig.</p>
Adsorption	<p>Bei der Adsorption wird die beladene Abluft über einen Filter aus Aktivkohle oder Zeolith geleitet. Dort findet eine Aufkonzentrierung der Schadstoffe statt. Ist der Filter gesättigt, wird er entweder ausgetauscht und extern regeneriert oder es findet eine integrierte Regeneration statt. Anlagen mit integrierter Regeneration sind im Vergleich zu Anlagen, bei denen der Filter ausgetauscht wird, sehr viel teurer.</p> <p>Adsorptionsanlagen sind grundsätzlich für große Volumenströme geeignet. Höhere oder wechselnde Konzentrationen können zu Problemen führen, die aber durch entsprechende technische Lösungen (z.B. Zweischicht-System) gelöst werden können. Aktivkohlefilter sind generell für ein breites Spektrum von Stoffen geeignet.</p>
Membranverfahren	<p>Bei Membrananlagen erfolgt die Behandlung von gasförmigen Abgasströmen durch Abtrennung von Schadstoffen mittels Membrantechnologie. Die Anlagen zur Rückgewinnung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen basieren typischerweise auf einer Kombination aus Absorption oder Kondensation mit einer Membrantrennstufe. Dieses Verfahren hat einen sehr hohen Wirkungsgrad und somit hohe Rückgewinnungsraten.</p>
Oxidation	<p>Bei der thermischen Oxidation erfolgt eine Verbrennung der flüchtigen Kohlenwasserstoffe zu Wasser und Kohlendioxid. Voraussetzung hierfür ist, dass die abzutrennenden Schadstoffe brennbar sind. Abhängig vom Brennwert der Schadstoffe muss entsprechend Gas für den Verbren-</p>

<p>Biologische Verfahren</p>	<p>nungsprozess zugeführt werden.</p> <p>Bei der katalytischen Abluftreinigung ist eine flammenlose Oxidation der im Abgas enthaltenen Schadstoffe bei Temperaturen zwischen 200 und 500 °C aufgrund des Katalysators möglich. Der Katalysator wird auf die abzuscheidenden Schadstoffe ausgewählt. Für Abluftströme mit wechselnden oder unbekanntem Schadstoffen ist dieses Verfahren nur bedingt geeignet.</p> <p>Bei einem Biofilter durchströmt die Abluft eine biologisch aktive Filterschicht. Die Reinigung erfolgt durch Adsorption der Inhaltsstoffe am organischen Filtermaterial. Ein Biowäscher funktioniert nach dem Prinzip, dass die Schadstoffe im Waschwasser absorbiert und anschließend biologisch durch Mikroorganismen abgebaut werden. In beiden Fällen ist eine exakte Abstimmung des verwendeten Trägermaterial und der einzusetzenden Mikroorganismen an die zu behandelnden Schadstoffe erforderlich.</p> <p>Der Platzbedarf für biologische Verfahren ist sehr hoch. Biologische Verfahren sind nicht geeignet für wechselnde bzw. hohe Schadstoffkonzentrationen.</p>
<p>(Tiefkühl-/Kryo-) Kondensationsverfahren</p>	<p>Eine Kondensation der Lösemittel wird realisiert durch Abkühlung der Dämpfe unter den Taupunkt. Die Kühlung des Kondensators erfolgt entweder mechanisch durch einen Kompressor oder aber mit flüssigem Stickstoff als Kälteüberträger (Stickstoff ist als nicht gefährlicher Stoff eingestuft).</p> <p>Die am Kondensator verflüssigten und abgeschiedenen Dämpfe werden aufgefangen und können anschließend wiederverwendet werden. Kondensationsverfahren können auch mit Aktivkohle kombiniert werden, um den Abscheidegrad zu erhöhen (v.a. bei hohen Konzentrationsgehalten).</p> <p>Kryo-Kondensationsverfahren werden v.a. bei Abluftströmen mit hoher Beladung eingesetzt ($< 10 \text{ g/m}^3$).</p>

5.6.2 Bewertungskriterien

Zur Bewertung der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung zum Entgasen von Binnentankschiffen wurden verschiedene relevante Kriterien festgelegt. Bei den Kriterien wurde unterschieden zwischen Kriterien, welche die Anlagen/Technologien in jedem Fall erfüllen müssen (Mindestkriterien), und Kriterien, die sie darüber hinaus erfüllen sollten (Soll-Kriterien). Die letzteren sind Kriterien, die zum Beispiel mögliche zukünftige Entwicklungen berücksichtigen bzw. Vorschläge von betroffenen Akteuren aufnehmen.

Für die Bewertung der Technologien wurden folgende Mindestkriterien festgelegt.

- a) Technische Eignung zur Behandlung der relevanten Stoffe (20. BImSchV)

Die Technologie muss mindestens geeignet sein, Ottokraftstoff-, Rohbenzin und Kraftstoffgemischdämpfe zu behandeln.

- b) Geeignet für größere Volumenströme mit wechselnden Konzentration

Zu Beginn des Entgasungsprozesses von Binnentankschiffen ist die Konzentration der Stoffe sehr hoch und nimmt anschließend kontinuierlich ab, bis der entsprechend gewünschte Endkonzentrationsgehalt (z.B. < 10 % UEG) erreicht ist. Technologien, die ausschließlich auf konstante Konzentrationen im Abluftvolumenstrom ausgelegt sind, sind deshalb für das Entgasen von Binnentankschiffen nicht geeignet - außer es werden entsprechende technische Optionen (z.B. Speichertanks) vorgeschaltet. Um ein möglichst schnelles und effizientes Entgasen von Binnentankschiffen zu gewährleisten, sollten die Technologien deshalb für größere Volumenströme und wechselnde Konzentrationen grundsätzlich geeignet sein.

- c) Effektive Behandlung der Dämpfe (Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte und Minderungsanforderungen)

Die Technologien müssen zum einen die gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf mögliche Emissionen während des Entgasungsvorgangs einhalten, als auch einen Mindestabscheidegrad erreichen.

- d) Ausreichende technische Sicherheit (insbesondere Explosionsschutz)

Für den sicheren Betrieb der Anlage ist es zwingend erforderlich, dass die Anlagen die Anforderungen im Hinblick auf die Anlagensicherheit erfüllen. Beim Entgasen von Binnentankschiffen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen ist v.a. auf ausreichenden Explosionsschutz zu achten.

- e) Gasfreiheit (< 10 % der unteren Explosionsgrenze)

Bei Reparaturen am Tank oder bei einem Werftaufenthalt ist die Gasfreiheit der Tanks sicherzustellen, um ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, dass die Anlage/Technologie in der Lage sein muss, den relevanten Grad der Gasfreiheit herzustellen (siehe hierzu auch Kapitel 6.5).

- f) Rückgewinnung bzw. energetische Verwertung bei Stoffen gemäß 20. BImSchV

§ 5 (2) der 20. BImSchV sieht vor, dass die Dämpfe solange im „beweglichen Behältnis zurückgehalten werden, bis dieses in einem Tanklager wieder befüllt wird oder die Dämpfe einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt werden“. Gemäß 20. BImSchV ist eine Abgasreinigungsanlage eine Anlage „Einrichtung für die Rückgewinnung von Ottokraftstoff, Kraftstoffgemischen oder von Rohbenzin aus Dämpfen (Dämpferückgewinnungsanlage) oder eine Einrichtung für die energetische Verwertung von Dämpfen, insbesondere in einem Gasmotor“.

Um die Bestimmungen der 20. BImSchV einzuhalten, ist es deshalb erforderlich, dass die in den Dämpfen enthaltenen Ottokraftstoffe, Rohbenzine oder Kraftstoffgemische zurückgewonnen werden und/oder einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Das Verbrennen der Stoffe ohne energetische Nutzung erfüllt somit nicht die Kriterien der 20. BImSchV.

Wie bereits oben beschrieben, wurden neben den Mindestkriterien weitere Zusatzkriterien (Soll-Kriterien) zur Bewertung der Technologien festgelegt, die zwar nicht zwingend erforderlich sind, die aber eine Umsetzung der Technologien unterstützen bzw. deren Akzeptanz fördern können. Diese Kriterien orientieren sich zum einen an den Aussagen der Binnenschiffer und zum anderen an möglichen zukünftigen (gesetzlichen) Entwicklungen.

Soll-Kriterien:

- ▶ Möglichst kurze Entgasungszeit

Dieses Kriterium ist abhängig von der gewählten Lösung: Bei stationären/mobilen Anlagen sollte nach Aussage der Binnenschiffer die Zeit so kurz wie möglich sein und idealerweise zwischen 3 und 6 Stunden liegen, um die Liegezeiten der Schiffe zu reduzieren. Hierfür ist eine ausreichende Kapazität der Anlage erforderlich. Geht man von einem Tankvolumen von ca. 2.000 m³ und 3-4 erforderlichen Luftwechseln aus, so sollte die Kapazität der Anlage größer 2.500 m³/h sein. Bei beweglichen Anlagen, die mit dem Schiff „mitreisen“ bzw. On-board-Anlagen, kann der Zeitaufwand allerdings entsprechend höher und somit die Kapazität entsprechend geringer sein, da hier keine „Liegezeiten“ entstehen und die Fahrt zum Verladeort für das Entgasen genutzt werden könnte (soweit dies möglich ist, vgl. Kap. 5.6.3).

► **Mobilität / Flexibilität:**

Die Anlagen sollten per Schiff gut erreichbar sein bzw. an verschiedenen Orten einsetzbar sein. Ideal sind nach Ansicht der Binnenschiffer schwimmende und somit bewegliche Anlagen, die sich an verändernde Erfordernisse anpassen können.

► **Niedrige Kosten**

Die Kosten pro Entgasungsvorgang sollten maximal auf dem Niveau der konkurrierenden Verkehrsträger liegen. In diesem Zusammenhang ist besonders zu beachten, dass derzeit keine Kosten für die Entgasung von Binnentankschiffen entstehen, da es derzeit keine Entgasungsmöglichkeiten gibt und somit jeder Entgasungsprozess eine deutliche Kostensteigerung bedeutet.

► **Erweitertes Stoffspektrum**

In anderen Ländern (z.B. Niederlande) gibt es bereits Überlegungen, das Entgasungsverbot auf weiterer relevante Stoffen (z.B. MTBE, siehe [de Buck et al. 2013]) auszudehnen. Vor diesem Hintergrund sollten die Technologien/Anlagen nicht nur in der Lage sein, die in der 20. BImSchV genannten Stoffe zu behandeln, sondern auch ein möglichst breites Spektrum flüchtiger Stoffe, um zukünftigen Entwicklungen gerecht zu werden.

5.6.3 Bewertung der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnenschifffahrt

Für die Bewertung der Technologien wurden die im Rahmen des Projektes erhobenen Daten bei den Herstellern der Technologien als auch den Betreibern (soweit bereits verfügbar) zu Grunde gelegt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Bewertung der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für das Entgasen von Binnentankschiffen.

Tabelle 36: Bewertungsmatrix der Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Binnentankschiffe

	Absorption	Kondensation N ₂ / Komp.	Oxidation		Membran in Komb.	Adsorption	biologisch
			TNV	KNV			
Techn. Eignung zur Behandlung der relevanten Stoffe	+	++	++	++	++	++	++
Geeignet für größere Volumenströme mit wech-	++	++	++	++	++	+	-

	Absorption	Kondensation N ₂ / Komp.	Oxidation		Membran in Komb.	Adsorption	biologisch
			TNV	KNV			
wechselnden Konzentrationen							
Emissionsminderungspotenzial	+	++	++	++	++	+	+
Rückgewinnung/energ. Verwertung	~	++	~ ⁴¹	~ ⁴¹	++	+ / -	-
Erweitertes Stoffspektrum	-	+	++	-	+	~	-
mobile Anlage verfügbar/möglich	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
Technologie „On-board“ möglich	?	?	?	?	?	?	--
Bereits zum Entgasen von Binnentankschiffen eingesetzt (Referenzanlagen/Testanlage verfügbar)	✓	✓	✓	?	?	✓	?

++ sehr gut geeignet; + gut geeignet, ~ geeignet; - weniger geeignet; -- nicht geeignet
 ✓ verfügbar ? keine Angaben verfügbar
 grün: Mindestkriterien; grau: Zusatzkriterien

Grundsätzlich sind alle oben beschriebenen Technologien technisch geeignet, die Stoffe der 20. BImSchV zu behandeln, allerdings sind biologische Verfahren für wechselnde Konzentrationen nicht geeignet. Alle weiteren Technologien erfüllen dieses Kriterium und können auch bei größeren Volumenströmen eingesetzt werden. Auch im Hinblick auf das Emissionsminderungspotenzial (Abscheidegrad) entsprechen alle oben beschriebenen Technologien den Mindestanforderungen. Zum Teil werden sogar Abscheidegrade von über 99 % erreicht (Membrananlagen).

Das Kriterium der Rückgewinnung ist bei den Oxidationsverfahren sowie bei biologischen Verfahren primär nicht erfüllt, da hier die Stoffe verbrannt bzw. in andere Stoffe umgesetzt werden (Umwandlung/Zersetzung bei biologischen Verfahren). Eine energetische Verwertung ist aber grundsätzlich bei den Oxidationsverfahren möglich. Bei allen anderen Verfahren werden die Stoffe entweder direkt vor Ort zurückgewonnen (Kondensation, Membran) oder können durch eine entsprechende externe Aufbereitung zurückgewonnen werden (Absorption, Adsorption). Die zurückgewonnenen Stoffe können anschließend entweder wiederverwendet bzw. einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Im Hinblick auf eine mögliche Ausweitung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe sind vor allem die Adsorptions-, Kondensations- und Membranverfahren geeignet, da sie ein weites Spektrum an Stoffen abdecken können. Aber auch bei der thermischen Nachverbrennung (TNV) ist eine Erweiterung des Produktspektrums kein Problem, solange die Schadstoffe brennbar sind. Bei allen weiteren

⁴¹ nur energetische Verwertung möglich

Verfahren muss im Einzelfall geprüft werden, ob und in welchem Umfang weitere Stoffe behandelt werden können.

Nach Aussage der Hersteller sind grundsätzlich alle beschriebenen Technologien bis auf die biologischen Verfahren als mobile Anlagen bereits verfügbar. Erfahrungen mit dem Entgasen von Binnentankschiffen liegen inzwischen bei fast allen Anlagen vor (vgl. hierzu auch Kap. 5).

Inwieweit die oben beschriebenen Technologien auch als On-board-Anlagen auszuführen sind, hängt u.a. vom Platzbedarf, Sicherheitsaspekten und vor allem den damit verbundenen Kosten ab. Grundsätzlich ist es nach Aussage der Hersteller möglich, entsprechende Anlagen auf einem Binnentankschiff zu installieren (außer für biologische Verfahren). Bisher gibt es aber noch keine entsprechenden Pilotanlagen.

Im Hinblick auf die Kosten ist eine Bewertung der Anlagen nur sehr bedingt möglich, da zum einen die Investitionskosten betrachtet werden müssen und zum anderen auch die Betriebskosten eine zentrale Rolle spielen. Informationen bezüglich Investitionskosten und Betriebskosten sind nur sehr begrenzt verfügbar (vgl. Kap. 5). Vor diesem Hintergrund ist eine allgemeine ökonomische Bewertung der Technologien nicht möglich.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass entsprechende Technologien zum Entgasen von Binnentankschiffen, die sowohl die Mindestanforderungen als auch die Soll-Kriterien erfüllen, verfügbar sind. Die entsprechenden Anlagen befinden sich z.T. bereits im Einsatz bzw. in der Testphase (vgl. Kap. 5).

Während der Diskussion mit den Betreibern, Technologieherstellern aber auch beim Fachgespräch wurden folgende Aspekte im Zusammenhang mit dem Entgasen von Binnentankschiffen angesprochen, die noch zu diskutieren bzw. zu klären sind:

► *Genehmigung von schwimmenden/mobilen Anlagen bzw. Anlagen auf Schiffen (on-board):*

Nach Ansicht von Herstellern, Betreibern und Behörden ist eine Definition von Mindestvoraussetzungen für die Anlagen erforderlich, z.B. die Überwachung und Sicherstellung der Gasfreiheit sowie Anforderungen hinsichtlich des Explosionsschutzes.

Genehmigungsrechtlich fällt eine mobile Anlage zur Reinigung der Dämpfe aus Transporttanks von Binnentankschiffen als „ortsveränderliche technische Einrichtung“ unter den Anwendungsbereich des BImSchG (§ 3 Abs. 5 Nr. 2). Nach Ansicht der Behörde ist es dabei unerheblich, ob sich die Reinigungsanlage auf einem separaten Schiff befindet oder mobil auf einem Ponton oder LKW betrieben wird.

Immissionsschutzrechtlich sind diese Anlagen somit genehmigungsbedürftige Anlage i.S. des § 4 BImSchG i.V.m. der Nr. 10.21 des Anhangs zur 4. BImSchV anzusehen:

„Anlagen zur Innenreinigung von Eisenbahnkesselwagen, Straßentankfahrzeugen, Tankschiffen oder Tankcontainern sowie Anlagen zur automatischen Reinigung von Fässern einschließlich zugehöriger Aufarbeitungsanlagen, soweit die Behälter von organischen Stoffen gereinigt werden, ausgenommen Anlagen, in denen Behälter ausschließlich von Nahrungs-, Genuss- oder Futtermitteln gereinigt werden“.

Anstelle einer Genehmigung, die z.T. sehr zeitaufwändig ist, wäre es auch denkbar, entsprechende Zertifikate für Anlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen zu etablieren. Basierend auf entsprechende Zertifizierungskriterien, könnten die Anlagen von zugelassenen Prüfinstitutionen vor der Inbetriebnahme zertifiziert werden. Dies würde die Inbetriebnahme der Anlagen beschleunigen.

Aktuell wird von einigen Technologieherstellern im Rahmen des Steering Committee “Gaseous Residues of liquid cargo in inland Tanker Shipping” (GRTS) ein Leitfaden für Anlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen erarbeitet.⁴²

► *Entgasen während der Fahrt (on-board) oder mittels schwimmender Anlagen*

Von gesetzlicher Seite sollte geklärt werden, inwieweit ein Entgasen während der Fahrt mittels einer schwimmenden Anlage oder über eine on-board Anlage möglich ist und welche Mindestvoraussetzungen hierfür zu definieren sind.

► *Umgang mit rückgewonnenen Stoffen oder Gemischen (Produkt / Abfall)*

Im Hinblick auf den Umgang mit den während des Entgasens entstehenden Stoffen/Gemischen ist zu klären, welchen Status diese Produkte haben – Abfall oder Produkt – bzw. wann der Übergang von Produkt zu Abfall stattfindet.

Je Entgasungsvorgang fallen nur relativ geringe Mengen an zurückgewonnenem Produkt an, die zudem je nach Vorladung des Schiffes unterschiedlich sind bzw. unterschiedliche Qualitäten des gleichen Produktes aufweisen können. Nach Aussage der Technologiehersteller kann sich zudem bei der Rückgewinnung von Gemischen (z.B. bei der Kryo-Kondensation) die Zusammensetzung des Gemisches verändern (aufgrund unterschiedlicher Flüchtigkeiten der Komponenten), was dazu führen kann, dass die Qualität des zurückgewonnenen Produkts nicht mehr mit der Qualität des ursprünglichen Produkts übereinstimmt und so eventuell nicht wiederverwendet werden kann.

Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen aber auch aufgrund des hohen logistischen Aufwandes - die zurückgewonnenen Produkte müssten zu der entsprechenden Entladestelle gebracht werden - ist es typischerweise nur sehr bedingt möglich, diese Kleinmengen wiederzuverwenden. Eine Aufbereitung der Stoffe wäre eventuell in einer Raffinerie möglich, allerdings wird auch hier der Aufwand im Verhältnis zu den Mengen als sehr hoch angesehen. Aufgrund ihrer Eigenschaften können rückgewonnene Mengen an Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen grundsätzlich als Sekundärbrennstoffe eingesetzt werden, aber auch hier muss der rechtliche Status geklärt werden. Bei anderen Stoffen oder im Fall von Gemischen ist diese Option nicht immer möglich, so dass nur eine Beseitigung als Abfall in Frage kommt.

In diesem Zusammenhang sollte auch genau definiert werden, wann der Übergang von Produkt zu Abfall stattfindet.

► *thermische Oxidation nur für Stoffe, die nicht unter die 20. BImSchV fallen*

Aktuell sieht die 20. BImSchV vor, dass die Dämpfe von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen einer Abluftreinigungsanlage, d.h. einer Dämpferückgewinnungsanlage oder einer Einrichtung für die energetische Verwertung von Dämpfen zugeführt werden müssen. Es sollte geklärt werden, inwieweit auch mit Technologien/Anlagen die keine Rückgewinnung bzw. energetische Verwertung der Dämpfe ermöglichen die Vorgaben der 20. BImSchV erfüllt werden bzw. ob eine entsprechende Ausnahmegenehmigung bzw. Anpassung der 20. BImSchV erforderlich ist.

⁴² Hinweis von Herrn van der Werf, Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, beim Fachgespräch, siehe Anhang 8.3, TOP 7

6 Definition und Bewertung der Szenarien

Für die Bewertung, inwieweit die derzeit bereits verfügbaren bzw. in Planung befindlichen Technologien zum Entgasen für Binnentankschiffe technisch und wirtschaftlich für die Nutzung durch Binnentankschiffe im deutschen Teil des Rheinstromgebiets umgesetzt werden können, wurden verschiedene Umsetzungsszenarien entwickelt. Als Basis für die Entwicklung der Szenarien wurden zum einen die im Zuge dieses Projektes ermittelten Daten zur aktuellen Situation im Hinblick auf Ventilierungsvorgänge (vgl. Kap. 4) sowie bereits verfügbarer Technologien (vgl. Kap. 5) herangezogen, andererseits aber auch zukünftige Entwicklungen mit einbezogen.

6.1 Ausgangssituation

Die 20. BImSchV sieht ein Entgasungsverbot von Ottokraftstoff-, Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen in die Atmosphäre vor, außer im Fall von unerwarteten Reparaturen, ungeplanten Werftaufenthalten oder Havarien. In allen anderen Fällen ist ein Ventilieren nur mit einer behördlichen Ausnahmegenehmigung möglich bzw. nicht erlaubt. Die Dämpfe müssen deshalb so lange im Tank zurückzuhalten, bis diese entweder über eine Gaspendelleitung bei der Wiederbeladung des Schiffs in den landseitigen Tank gependelt oder einer Abluftreinigungsanlage zugeführt werden können.

Derzeit sind in Deutschland jedoch keine entsprechenden Abluftreinigungsanlagen verfügbar (vgl. Kapitel 5.1). Dies führt dazu, dass bei einem geplanten Werftaufenthalt oder einem Produktwechsel die Firmen nur durch entsprechende langfristige Reiseplanung und -optimierung (z.B. „Spülfahrten“ mit kompatiblen Produkten vgl. Kap. 4.2) ihre Schiffe in den erforderlichen Gasfreiheitsgrad bringen können. Dies ist jedoch z.T. nur mit sehr hohem logistischem Aufwand möglich und schränkt die Flexibilität und somit auch Konkurrenzfähigkeit v.a. kleinerer Unternehmen ein. Deshalb wird davon ausgegangen, dass aufgrund der fehlenden Abgasreinigungseinrichtungen auch unerlaubte Ventilierungen in Deutschland stattfinden, die bei der Ermittlung des Entgasungsbedarf in Deutschland mit berücksichtigt werden müssen (vgl. Kap. 4).

Basierend auf der Auswertung von statistischen Daten und den Angaben von Binnenschiffern wird der aktuelle Ventilierungsbedarf für Schiffe, die Ottokraftstoffe, Rohbenzin oder Kraftstoffgemische transportieren, in einem Bereich von 58 bis 464 Ventilierungen pro Jahr in Deutschland eingeschätzt. Im Mittel wird für die nachfolgenden Betrachtungen deshalb von einem Bedarf von 260 Ventilierungen pro Jahr bzw. ungefähr einem Entgasungsvorgang pro Arbeitstag ausgegangen. Aufgrund der lückenhaften Datenlage besteht jedoch eine hohe Unsicherheit bezüglich der tatsächlichen Anzahl an Ventilierungen.

Die Kosten pro Ventilierung werden von den Betreibern der bereits im Betrieb befindlichen Anlagen bzw. Testanlagen mit 1.500 € bis 7.000 € pro Entgasung (abhängig von der Technologie aber auch der Kapazität der Anlage, vgl. Kapitel 5) angegeben. Legt man diese Werte zugrunde, so ist mit einem Umsatz von 390.000 € bis 1,82 Mio. € pro Jahr für Entgasungstätigkeiten von Binnentankschiffen zu rechnen.

In Hinblick auf Investitions- und Betriebskosten sind keine ausreichend detaillierten Informationen verfügbar, so dass eine Bewertung der Szenarien bezüglich der ökonomischen Situation weitgehend nur qualitativ stattfinden kann. Für mobile Anlagen (an Land, schwimmend) wird von Investitionskosten von ca. 500.000 € bis 1,4 Mio. € ausgegangen, abhängig von der verwendeten Technologie und Größe der Anlage. Für stationäre Anlagen sind keine Informationen zu Investitionskosten verfügbar, diese liegen aber grundsätzlich höher als für mobile Anlagen aufgrund des Platz- und Gebäudebedarfs sowie der erforderlichen Infrastruktur.

Die Betriebskosten der einzelnen Anlagen hängen wesentlich von der verwendeten Technologie (vgl. Kap. 5) und den dafür benötigten Betriebsstoffen wie z.B. Stickstoff, elektrische Energie oder Aktivkohle ab. Aufgrund der fehlenden Daten ist eine vergleichende quantitative Bewertung der Betriebskosten nicht möglich.

6.1.1 Unsicherheiten

Hinsichtlich des zukünftigen Entgasungsbedarfs und somit der erforderlichen Entgasungskapazitäten bestehen jedoch hohe Unsicherheiten aufgrund möglicher zukünftiger Entwicklungen, die in den Szenarien mit berücksichtigt werden sollten. Dies betrifft insbesondere folgende Aspekte:

- ▶ Mögliche Ausweitung des Ventilierungsverbots europaweit auf weitere Stoffe, z.B. VOCs aus der chemischen Industrie

Derzeit wird in den Niederlanden bereits diskutiert, ein Entgasungsverbot für weitere Stoffe auf europäischer Ebene vorzuschlagen. Im Falle einer europaweiten Ausweitung des Entgasungsverbotes auf weitere Stoffe besteht grundsätzlich ein erhöhter Bedarf an Ventilierungen. Zudem wird es dann auch nicht mehr möglich sein, bei Fahrten nach Holland oder Belgien die Dämpfe legal in die Atmosphäre zu ventilieren.

- ▶ Mögliche Aufnahme und Behandlung von gasförmigen Resten im CDNI

Derzeit werden „gasförmige Reste“ im CDNI noch nicht berücksichtigt. Im GRTS Steering Committee (Gaseous Residues of Liquid Cargo in Inland Tanker Shipping), dem zuständigen Expertengremium im Rahmen dieses Abkommens, wird aber bereits darüber diskutiert, wie „gasförmige Reste“ zusätzlich in das Übereinkommen aufgenommen werden könnten.

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen des CDNI („Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt“) würde eine Aufnahme der Restdämpfe jedoch implizieren, dass die nach dem Transport von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen im Tank enthaltenen Dämpfe als gasförmige Abfälle definiert werden und somit nicht mehr als Produkte zu behandeln sind.

Deshalb ist für eine Aufnahme von gasförmigen Resten eine Änderung des Titels des Abkommens erforderlich, da das CDNI derzeit nur für Abfälle relevant ist und somit die gasförmigen Ladungsreste automatisch als Abfälle zu betrachten wären. Diese Option wird bereits bei den entsprechenden Gremien diskutiert.

Weiterhin sollte bei der Aufnahme von gasförmigen Resten ins CDNI berücksichtigt werden, die gasförmigen Reste erst bei der Entsorgungsstelle zu definieren, da je nach Behandlung auch wieder Wertstoff entstehen kann.⁴³ Auch muss nicht bei jeder Entladung des Schiffes ein Entgasen der Dämpfe erfolgen, wenn anschließend das gleiche Produkte bzw. kompatible Produkte geladen werden. Dies kann aber nicht der Besitzer der Ladung entscheiden, sondern nur der Binnenschiffer, der die nächste Ladung kennt.

Möglich wäre deshalb z.B. eine Abgrenzung, dass die Dämpfe, solange sie sich im Tank befinden, als Produkt zu behandeln sind, nach ihrer Freisetzung jedoch als Abfall.

⁴³ Die geschilderten Argumente wurden auf dem Fachgespräch am 18.11.2013 intensiv diskutiert, siehe Anhang 8.3, TOP 4.

► Mögliche Anpassungsreaktionen der betroffenen Akteure

Aufgrund der zu erwartenden Kosten für die Durchführung von Entgasungen wird damit gerechnet, dass auf Seiten der betroffenen Akteure alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, um die Anzahl der Ventilierungen so gering wie möglich zu halten. Mögliche Maßnahmen sind:

○ *Ausweitung der Kompatibilitätslisten*

Die Zunahme der Kosten aufgrund der zusätzlichen Ventilierungsvorgänge führt wahrscheinlich dazu, dass die betroffenen Akteure die Liste der kompatiblen Stoffe (firmenspezifisch) erweitern, um so die Anzahl der Entgasungsvorgänge zu reduzieren. In welchem Umfang diese Ausweitung der kompatiblen Produkte stattfindet und die daraus resultierende Reduktion an Ventilierungsvorgängen, ist derzeit nicht abschätzbar.

○ *Weitere Zunahme an Einheitstransporten*

Es wird erwartet, dass die Anzahl der Einheitstransporte weiter zunimmt. Zum einen aufgrund der immer höheren Qualitätsanforderungen für die zu transportierenden Stoffe und zum anderen können je nach Situation Leerfahrten wirtschaftlich vorteilhafter sein als das Entgasen von Binnentankschiffen mit den damit verbundenen Kosten und Liegezeiten und somit Ausfallzeiten für das Schiff.

○ *Etablierung von firmenspezifischen Lösungen (z.B. Raffinerien/große Reedereien betreiben eigene Anlagen)*

Grundsätzlich ist es denkbar, dass große Reedereien oder Konsortien aus Reedereien und Raffinerien zukünftig firmeneigene Abgasreinigungsanlagen betreiben. Dadurch kann die Anzahl der Schiffe, die über allgemein zugängliche Anlagen entgast werden müssen, deutlich reduziert werden.

Im Rahmen des Projektes wurden auch die beteiligten Akteure befragt, welche Mindestvoraussetzungen ein entsprechendes System/Konzept in Deutschland erfüllen sollte, damit sie den Bedürfnissen der Branche bestmöglich entsprechen kann. Folgende Aspekte wurden u.a. angesprochen:

► Standort:

Um weite Anfahrtswege zu vermeiden, sollte die Anlage(n) möglichst zentral sein und für möglichst viele Schiffstypen und -größen gut erreichbar sein.

Ideal sind nach Ansicht der Binnenschiffer mobile (schwimmende) Anlagen, die sich an verändernde Erfordernisse anpassen und bei Bedarf auch angefordert werden können. Als mögliche Standorte für eine Anlage(n) wurden genannt:

1. Großraum Duisburg/Köln
2. Großraum Mannheim/Karlsruhe
3. Main-Donau Gebiet

► Kosten

Bezüglich der Kosten ist zu beachten, dass derzeit aufgrund fehlender Abgasreinigungsanlagen keine Kosten für die Entgasung von Binnentankschiffen entstehen.

Nach Aussage der betroffenen Akteure sollten aufgrund des hohen Wettbewerbsdrucks die Kosten maximal auf dem Niveau der konkurrierenden Verkehrsträger liegen. Von Seiten der Industrie wurde während des Fachgesprächs nochmals explizit darauf hingewiesen, dass die relevanten Kostenbeiträge, u.a. auch für das Entgasen, für eine Reederei oder einen Partikulier immer ein Entscheidungskriterium darstellen, ob ein Reiseauftrag mit Ladungswechsel angenommen und durchgeführt wird oder nicht. Dabei handelt es sich immer um eine Einzelentscheidung; daher hängt die Nachfrage nach der Nutzung einer Entgasungsanlage entscheidend vom Preis ab, den ein Schiffsbetreiber dafür zahlen muss.

Nach Ansicht der Betroffenen wäre es wünschenswert, wenn entsprechende staatliche Fördermittel für den Bau und falls möglich auch für den Betrieb der Anlage(n) zur Verfügung gestellt werden könnten, um so die Kosten pro Entgasungsvorgang so gering wie möglich zu halten. Dadurch kann auch die Konkurrenzfähigkeit der Binnenschifffahrt gegenüber anderen Verkehrsträgern unterstützt werden.

6.2 Beschreibung der Szenarien

Vor dem Hintergrund der Ausgangssituation wurden deshalb folgenden Szenarien entwickelt, die zum einen sicherstellen sollen, dass die Vorgaben der 20. BImSchV in Deutschland eingehalten werden können und zum anderen aber auch Nachteile und Kosten für die Beteiligten minimiert bzw. Vorteile gegenüber der jetzigen Situation realisiert werden können.

Tabelle 37: Definition und Kurzbeschreibung der Szenarien

Szenario	Kurzbeschreibung
Szenario 1a	Installation einer stationären Anlage an einem strategisch wichtigem Punkt und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen
Szenario 1b	Aufbau von mehreren stationären Anlagen an strategisch wichtigen Punkten und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen
Szenario 2	Kombination von mobilen Anlagen und einer stationäre Anlage sowie verstärkte Anwendung der organisatorischen Maßnahmen
Szenario 3	Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI Entgasungsmöglichkeiten an allen Löschstellen oder bei Dienstleistern (Übernahmepflicht)

- Szenario 1a: Installation einer stationären Anlage an einem strategisch wichtigem Punkt und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen

Szenario 1a betrachtet die Installation einer stationären Anlage an einem strategisch wichtigen Standort. Der Standort muss per Schiff gut erreichbar sein und sollte zentral liegen. Als möglicher Standort bietet sich deshalb der Großraum Duisburg/Köln, in dem sich die wichtigsten Rheinhäfen befinden. Als Technologie für eine stationäre Anlage bieten sich im Prinzip alle im Kap. 5.6 beschriebene Verfahren an. Es sollte jedoch in jedem Fall eine Technologie sein, die ein breites Spektrum an Stoffen abdeckt, um mögliche zukünftige Entwicklungen mit abzudecken (z.B. Kryo-Kondensationsanlage, Aktivkohleanlage).

Die Kapazität der Anlage sollte mindestens so ausgelegt sein, dass 1 Schiff pro Tag entgast werden kann. Um eine hohe Flexibilität zu erreichen und auch die Liegezeiten der Schiffe zu

reduzieren, sollte ein möglichst hohes Behandlungsvolumen realisiert werden (mindestens 3.000 m³/h oder höher). Auch sollte im Hinblick auf eine denkbare Ausweitung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe die Möglichkeit bestehen, die Anlage weiter auszubauen, d.h. weitere Steiger, Erhöhung der Kapazität der Anlage.

Die Investitionskosten für eine stationäre Anlage sind relativ hoch, da zum einen die Anlage selbst installiert und mit den entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen (v.a. im Hinblick auf den Explosionsschutz) ausgestattet werden muss und zum anderen eine entsprechende Anlegestelle (Steiger) mit den erforderlichen Anschlüssen ausgerüstet werden muss. Zudem muss ein entsprechend großes Grundstück mit entsprechender Infrastruktur im Hafen gekauft bzw. angemietet werden. Die Betriebskosten der Anlage hängen von der Technologie ab. Anlagen, die eine Rückgewinnung des Produktes vorsehen, sind tendenziell aufwändiger und benötigen im Durchschnitt auch mehr Personal.

Ein weiterer wichtiger Kostenpunkt ist die Genehmigung der Anlage. Abhängig von der Art und Größe der Anlage kann eine entsprechende Genehmigung sehr zeit- und kostenintensiv sein.

Unter der theoretischen Annahme, dass alle Ventilierungen in Deutschland an dieser Anlage stattfinden (260 Ventilierungen pro Jahr), ist bei einem Preis von durchschnittlich 2.500 € pro Entgasung⁴⁴ mit einem Umsatz von ca. 520.000 €/Jahr zu rechnen.

Aufgrund des hohen Preises pro Entgasungsvorgang – vor allem auch im Vergleich zu „Nullkosten“ derzeit – ist jedoch damit zu rechnen, dass von Seiten der Binnenschiffer die Anzahl der Ventilierungen so niedrig wie möglich gehalten wird. Durch entsprechende organisatorische Maßnahmen wie z.B. Erhöhung der Einheitstransporte bzw. Aktualisierung und Erweiterung der firmenspezifischen Kompatibilitätslisten könnte somit künftig die Anzahl der tatsächlichen Entgasungen auch deutlich niedriger als 260 sein.

- ▶ Szenario 1b: Aufbau von mehreren stationären Anlagen an strategisch wichtigen Punkten und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen

Dieses Szenario entspricht in seinen Annahmen Szenario 1a, allerdings werden anstelle von einer Anlage mindestens drei Anlagen an strategisch wichtigen Punkten installiert. Mögliche Standorte sind neben dem Großraum Duisburg/Köln, der Großraum Mannheim/Karlsruhe am Oberrhein sowie das Main-Donau Gebiet.

- ▶ Szenario 2: Kombination von mobilen Anlagen und einer stationäre Anlage sowie verstärkte Anwendung der organisatorischen Maßnahmen

Dieses Szenario betrachtet den Einsatz von mobilen Anlagen, von denen einige bereits im Testbetrieb verfügbar sind, und die – falls die Behörden die entsprechenden Genehmigungen erteilen – bald den kommerziellen Betrieb aufnehmen können. Die Anlagen können sowohl auf einem Service-Schiff als auch auf einem LKW transportiert werden.

Die stationäre Anlage wird in diesem Szenario mit betrachtet, da bereits eine Anlage in Deutschland in Planung ist, die in 2-3 Jahren in Betrieb gehen soll. Diese Anlage hat Auswirkungen auf die verfügbare Gesamtentgasungskapazität für Binnentankschiffe in Deutschland

⁴⁴ Hier wurde ein durchschnittlicher Preis von 2.500 € angesetzt, da der Preis von 7.000 € für eine Anlage mit einer Kapazität von 500 m³/h angegeben wurde und v.a. aufgrund der langen Entgasungszeit so hoch ist

und reduziert somit die Anzahl der Ventilierungen, die durch mobile Anlagen durchgeführt werden.

Als Technologie für das Entgasen von Binnentankschiffen kommen v.a. Anlagen auf der Basis von Kondensation und Adsorption/Absorption in Frage, da für diese Technologien bereits Pilotanlagen im Testbetrieb verfügbar sind und somit die zeitliche Verfügbarkeit der Anlagen – abhängig von den jeweiligen gesetzlichen Auflagen – schnell möglich ist.

Die durchschnittliche Kapazität der Anlagen sollte nicht unter 2.500 m³/h liegen, um möglichst kurze Entgasungszeiten zu realisieren.

Die Investitionskosten dieser mobilen Anlagen liegen im Bereich von ca. 500.000 € bis 1,5 Mio. €. Nach Aussage der Hersteller sind die Personalkosten relativ gering. Die Betriebskosten hängen v.a. von der gewählten Technologie und den dafür benötigten Betriebsmitteln ab.

- ▶ Szenario 3: Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI. Entgasungsmöglichkeiten an allen Löschstellen oder bei Dienstleistern (Übernahmepflicht)

Bei Szenario 3 wird davon ausgegangen, dass gasförmige Reste in das CDNI aufgenommen werden und eine Übernahmepflicht des Landungsempfängers besteht (außer es besteht eine entsprechende andere Vereinbarung). Vor diesem Hintergrund müssten alle Löschstellen mit einer entsprechenden Abgasreinigungsanlage ausgestattet sein bzw. einen externen Dienstleister zur Erfüllung ihrer Pflichten beauftragen. Bei der Beauftragung eines Dienstleisters ist jedoch sicherzustellen, dass sich die Abgasreinigungsanlage in einem akzeptablen Umkreis von der Löschstelle befindet bzw. falls diese nicht möglich ist, die Zeiten entsprechend verrechnet werden.

Bezüglich der Kapazität der Anlagen gelten hier die gleichen Aussagen wie bei den anderen Szenarien. Auch bei diesem Szenario sollte die Kapazität der Abgasreinigungseinrichtung über 2.500 m³/h liegen, um die Liegezeiten der Schiffe so kurz wie möglich zu halten.

Als mögliche Technologie kommen die in Kapitel 5 beschriebenen Technologien wie z.B. Kondensation, Adsorption oder Membran in Frage.

6.3 Bewertung der Szenarien

Für die Bewertung der Szenarien wurden unterschiedliche Kriterien festgelegt, die nachfolgend kurz beschrieben werden:

- ▶ Technische Machbarkeit

Bei der Bewertung der technischen Machbarkeit wird v.a. bewertet, inwieweit die entsprechenden Technologien verfügbar und technisch umsetzbar sind.

- ▶ Flexibilität der Anlage(n)

Aufgrund der hohen Unsicherheit im Hinblick auf den Entgasungsbedarf sollte eine möglichst hohe Flexibilität der Anlagen bzw. Anlagenkapazität möglich sein, um auf zukünftige Entwicklungen schnell reagieren zu können. Um mögliche Engpässe bei einer Ausweitung des Entgasungsverbots zu vermeiden, sollte ein Konzept gewählt werden, das einen schnellen bedarfsorientierten Aufbau von Kapazitäten ermöglicht.

- ▶ Zeitliche Umsetzung

Die 20. BImSchV und das damit verbundenen Entgasungsverbot für Binnentankschiffe ist bereits seit einigen Jahren geltendes Recht. Vor diesem Hintergrund ist eine möglichst zeitnahe Umsetzung des Konzepts von Bedeutung.

► Wirtschaftlichkeit

Bei der ökonomischen Bewertung sind neben den Investitionskosten und Betriebskosten auch weitere Faktoren wie z.B. durchschnittliche Auslastung der Anlage, Angebot an weiteren Serviceleistungen im Standort der Anlage relevant. Aufgrund fehlender detaillierter ökonomischer Daten ist eine quantitative Abschätzung der Kosten nicht möglich. Die Bewertung erfolgt deshalb qualitativ.

► Rechtliche und organisatorische Umsetzung

Bei diesem Kriterium wird bewertet, inwieweit die rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen für eine Umsetzung bereits verfügbar sind, oder ob noch entsprechender Handlungsbedarf besteht. Möglicher Handlungsbedarf ist z.B. die Anpassung der 20. BImSchV oder die Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI. Organisatorische Umsetzungsmaßnahmen können z.B. Kontrollmaßnahmen betreffen.

Im Folgenden werden die Szenarien entsprechend den o.g. genannten Kriterien bewertet.

► Szenario 1a: Installation einer stationären Anlage an einem strategisch wichtigem Punkt und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen

Ein wesentlicher Vorteil von Szenario 1a ist, dass bereits jetzt eine entsprechende Anlage zum Entgasen von Binnentankschiffen in Wesel in Planung ist (vgl. Kapitel 5.1.2), welche – falls die Genehmigung durch die Behörde erfolgt – innerhalb von 2-3 Jahren verfügbar ist. Die Anlage erfüllt sowohl die technischen Vorgaben (z.B. Leistung: 3.000 m³/h) als auch die Standortvorgaben (Großraum Duisburg).

Die Anlage ist primär als Schiffsreinigungsanlage konzipiert, die als Zusatzleistung das Entgasen von Binnentankschiffen anbietet (vgl. Kapitel 5.1.1). Dadurch kann zum einen die Akzeptanz der Anlage erhöht werden, zum anderen sind durch die Kombination von Schiffsreinigung und Entgasung an einem Standort mögliche Schwankungen bei der Anzahl an Ventilierungen leichter zu kompensieren als bei reinen Entgasungsanlagen.

Nachteile dieser Option sind v.a. hohe Investitionskosten bei einer unsicheren Anzahl an tatsächlich durchzuführenden Entgasungen. Auch die Flexibilität der Anlage ist z.B. bei steigendem Entgasungsbedarf aufgrund der installierten Kapazität begrenzt. Eine Erweiterung der Kapazitäten bei steigendem Bedarf ist abhängig von verfügbaren Liegeplätzen und der Gesamtkapazität der Anlage.

Ein weiterer Nachteil einer einzigen zentralen Abgasreinigungsanlage sind die z.T. sehr langen Anfahrtswege und die damit verbundenen Kosten (erhöhter Kraftstoffverbrauch, Ausfallzeit des Schiffs). Deshalb ist davon auszugehen, dass von Seiten der betroffenen Akteure andere Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, um ein Entgasen der Binnentankschiffe so weit wie möglich zu reduzieren. Dadurch kann sich die Gesamtzahl der Ventilierungsvorgänge deutlich reduzieren und somit auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Nach dem aktuellen Stand ist eine thermische Verwertung der Dämpfe geplant. Es müsste deshalb geklärt werden, inwieweit diese Anlage die Vorgaben der 20. BImSchV erfüllt bzw. ob die Vorgaben der 20. BImSchV entsprechend angepasst werden sollten (vgl. Kapitel 6.5)

- ▶ Szenario 1b: Aufbau von mehreren stationären Anlagen an strategisch wichtigen Punkten und verstärkte Anwendung der bestehenden organisatorischen Maßnahmen

Die Vorteile dieses Szenarios liegen vor allem in den reduzierten Anfahrtswegen im Vergleich zu Szenario 1a. Dies kann dazu führen, dass die Anzahl der Ventilierungen im Vergleich zu Szenario 1a höher ist, es ist allerdings nicht mit einem signifikanten Anstieg zu rechnen. Weiterhin bietet dieses Szenario eine höhere Flexibilität bei steigendem Entgasungsbedarf, wenn z.B. das Entgasungsverbot europaweit auf weitere Stoffe ausgedehnt wird.

Dem gegenüber stehen aber im Vergleich zu Szenario 1a aufgrund der Installation von mindestens drei Anlagen deutlich höhere Investitionskosten (bis zu 3-fach höher) und zudem auch sehr viel höhere Fixkosten, die gerade bei der hohen Unsicherheit im Hinblick auf die Entwicklung des Entgasungsbedarfs zu ökonomischen Problemen bei den einzelnen Anlagen führen können. Legt man die aktuellen Schätzungen zugrunde, so ist derzeit mit einer durchschnittlichen Entgasungsfrequenz von 1 Schiff pro Tag in Deutschland zu rechnen, die sich dann auf 3 Anlagen verteilen. Dies hätte zur Folge, dass die Anlagen nicht ausgelastet sind und somit wahrscheinlich auch die Fixkosten der Anlagen nicht gedeckt werden können, ohne die Preise für die Entgasungsprozesse deutlich zu erhöhen.

Dadurch können verstärkt Anpassungsreaktionen auftreten, d.h. von Seiten der betroffenen Akteure werden andere Möglichkeiten in Betracht gezogen, um ein Entgasen der Binnentankschiffe so weit wie möglich zu reduzieren.

Deshalb wäre auch in diesem Szenario eine Kombination von verschiedenen Dienstleistungen je Anlage von Vorteil. Allerdings ist es fraglich, inwieweit in Deutschland zusätzlicher Bedarf an entsprechenden Dienstleistungen (z.B. Schiffsreinigung) gegeben ist.

Im Hinblick auf die zeitliche Umsetzung ist nur die Anlage in Wesel mit einer derzeit geplanten Inbetriebnahme von 2-3 Jahren relativ schnell verfügbar. Da gegenwärtig keine weiteren Anlagen in Planung sind, ist eine Realisierung dieses Szenarios unter 3 Jahren nicht wahrscheinlich. Hinsichtlich der Planungssicherheit wird v.a. die mehrjährige Dauer von Genehmigungsverfahren in Kombination mit den Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklungen der Anzahl an Ventilierungen als problematisch gesehen.

Die rechtlichen und organisatorischen Maßnahmen sind analog zu Szenario 1a.

- ▶ Szenario 2: Kombination von mobilen Anlagen und einer stationären Anlage sowie verstärkte Anwendung der organisatorischen Maßnahmen

Der größte Vorteil dieses Szenarios ist der Einsatz von mobilen Anlagen, die im Vergleich zu stationären Anlagen an verschiedenen Standorten einsetzbar sind und somit eine höhere Flexibilität und somit auch eine höhere Auslastung der einzelnen Anlagen ermöglichen.

Mobile Anlagen können z.B. zu bestimmten Zeiten definierte Standorte anfahren bzw. bei Bedarf auch angefordert werden oder direkt zu einem festgemachten Schiff gebracht werden. Dadurch können sich die Anfahrtswege und somit Ausfallzeiten der Binnentankschiffe deutlich reduzieren.

Ein weiterer Vorteil ist, dass keine Steiger oder fixe Anlagestellen erforderlich sind, was zum einen die Kosten reduziert und auch im Hinblick auf die Kapazität keine Engpässe darstellt.

Der Investitionsaufwand hängt von der Anzahl der mobilen Anlagen sowie deren Technologie ab. Im Vergleich zu Szenario 1a ist der Gesamtinvestitionsaufwand höher als bei einer stationären Anlage. Die Investitionskosten für mobile Anlagen liegen jedoch deutlich unter den Kosten der stationären Anlagen.

Bei einer derzeit geschätzten durchschnittlichen Entgasungsfrequenz von 1 Schiff pro Tag in Deutschland hätte der zusätzliche Betrieb von mobilen Anlagen zu der stationären Anlage zur Folge, dass die Anlagen nicht ausgelastet sind. Somit können wahrscheinlich auch die Fixkosten der Anlagen nicht gedeckt werden, ohne höhere Preise für die Entgasungsprozesse zu verlangen. Allerdings kann aufgrund der höheren Flexibilität der mobilen Anlagen auch mit einer höheren Anzahl an Ventilierungsvorgängen gerechnet werden im Vergleich zu einer stationären Anlage. Weiterhin bieten die mobilen Anlagen im Gegensatz zu stationären Anlagen den Vorteil, auch in anderen Ländern eingesetzt zu werden, falls der Bedarf in Deutschland für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage nicht ausreichend ist.

Zudem sind mobile Anlagen typischerweise in einem Container installiert, der sowohl auf einem LKW als auch auf einem Service-Schiff/Ponton montiert werden kann. Vor allem Anlagen auf einem LKW können ohne Probleme auch für andere Anwendungen eingesetzt werden, wie z.B. in Tanklägern bei Ausfall bzw. Wartung der installierten Abgasreinigungsanlage oder aber zum Entgasen von Straßentankern oder Kesselwagen bei Tanklägern. Dadurch können die Auslastung der Anlagen erhöht und mögliche Schwankungen im Hinblick auf den Ventilierungsbedarf von Binnentankschiffen kompensiert werden.

Abhängig von den zukünftigen rechtlichen Bedingungen (Genehmigung / Zertifikat) könnte die Genehmigung/Zulassung dieser Anlagen schneller möglich sein als bei stationären Anlagen. Nach Aussage eines Herstellers können mobile Anlagen innerhalb eines Jahres (z.T. auch innerhalb von 6 Monaten) zur Verfügung gestellt werden. Damit wird eine hohe Flexibilität und schnelle Reaktionsmöglichkeit v.a. im Hinblick auf eine mögliche Erweiterung des Entgasungsverbots erreicht. Hierzu ist es allerdings notwendig, auf gesetzlicher Ebene entsprechende Maßnahmen zu ergreifen wie z.B. Festlegung entsprechende Mindestanforderungen und Standards für das Entgasen von Binnentankschiffen.

Inwieweit eine Entgasung auch während der Fahrt möglich ist, muss noch geklärt werden und wird deshalb in diesem Szenario nicht betrachtet.

- Szenario 3: Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI, Entgasungsmöglichkeiten an allen Löschstellen oder bei Dienstleistern (Übernahmepflicht)

Bei diesem Szenario wird die Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI und eine daraus resultierende Übernahmepflicht der gasförmigen Reste durch den Landungsempfänger zu Grunde gelegt. Als Konsequenz müssten alle Löschstellen mit einer entsprechenden Abgasreinigungsanlage ausgestattet sein bzw. einen externen Dienstleister zur Erfüllung ihrer Pflichten beauftragen.

Die Möglichkeit, an allen Löschstellen bzw. in der Nähe von Löschstellen Binnentankschiffe zu entgasen, hat v.a. für die Binnentankschiffer den Vorteil, dass die Zeitverluste begrenzt werden (keine langen Anfahrtswege zu einer Entgasungsanlage), weniger Leerfahrten erforderlich sind und somit der Kraftstoffverbrauch reduziert wird. Diese Option führt v.a. für Binnenschiffer zu einer höchstmöglichen Flexibilität im Hinblick auf die nächste Ladung, da immer ein entgasetes Schiff zur Verfügung gestellt werden kann.

Weiterhin können die aus den Dämpfen zurückgewonnenen Stoffe direkt vor Ort wiederverwendet werden, was bei allen anderen Szenarien nur mit hohem logistischem Aufwand verbunden ist und meist aufgrund der geringen Mengen nicht realisiert werden kann. Werden dagegen die Dämpfe direkt an der Löschstelle zurückgewonnen, so können sie direkt in die entsprechenden Tanks eingeleitet werden.

Ein weiterer Vorteil der Aufnahme gasförmiger Reste ins CDNI ist, dass die bereits für die anderen Abfälle etablierten Überwachungs- und Kontrollmechanismen (Entladebescheinigung) übernommen werden können. Die Kontrolle, ob eine illegale Entgasung stattgefunden hat, wird einfacher, da eine Aufnahme von Entgasungsvorgängen in die Entladebescheinigung erfolgt.

Dem gegenüber stehen die derzeit installierten Abgasreinigungskapazitäten bei den Löschstellen. Die meisten Löschstellen verfügen zwar über Abgasreinigungseinrichtungen, diese werden jedoch nur für die Abgase, die aus den Tanks entstehen, verwendet (vgl. Kap. 5.1.3). Dementsprechend sind die Kapazitäten sehr gering, was zu sehr langen Liegezeiten für die Schiffe führen kann und somit auch zu Engpässen bei den Liegeplätzen der Tankläger.

Um die Liegezeiten der Schiffe zu reduzieren, müssten deshalb viele Löschstellen ihre Anlagenkapazitäten erweitern und zudem die entsprechende Infrastruktur (Leitungen, Ventilatoren) aufbauen, die ein Entgasen von Binnentankschiffen ermöglicht. Dies würde zu erheblichem Investitionsaufwand für die einzelnen Löschstellen sowie Platzbedarfsprobleme am Tanklagerstandort führen, da bestehende Anlagen erweitert bzw. neu gebaut werden müssten. Hinzu kommen der zusätzliche Kosten- und Zeitaufwand für die erweiterte Genehmigung der einzelnen Anlagen. Mit einer Realisierung dieser Maßnahmen unter 3 Jahren wird derzeit nicht gerechnet.

Wird das Entgasen der Binnentankschiffe an Dienstleister ausgelagert, so sollten die entsprechende Abgasreinigungsanlage möglichst in der Nähe der Löschstelle liegen, da sonst sehr weite Anfahrtswege zu Zeitverlusten und zusätzlichen Treibstoffkosten bei den Binnenschiffen führen können, die vom Ladungsempfänger übernommen werden müssen.

Als Konsequenz ist tendenziell mit einer Zunahme von Einheitstransporten bzw. kompatiblen Transporten zu rechnen, um die Kosten auf Seiten des Ladungsempfängers, sowie die Liegezeiten so gering wie möglich zu halten.

Zusammenfassung

Die nachfolgende Tabelle fasst die Vor- und Nachteile der Szenarien nochmals zusammen:

Tabelle 38: Ergebnis der Bewertung der Szenarien

	Szenario 1a 1 Anlage, stationär	Szenario 1b mind. 3 Anlagen, stationär	Szenario 2 Kombination mobile Anlagen / stationäre Anla- ge	Szenario 3 Anlagen an jeder Löschstelle bzw. bei Dienstleister
Technische Machbarkeit	++	++	++	~
Flexibilität	-	~	++	~
Zeitliche Umsetzung	2-3 Jahre	> 3 Jahre	ca. 1 Jahr (mobile) / 2-3 Jahre (stationäre)	> 3 Jahre

	Szenario 1a 1 Anlage, stationär	Szenario 1b mind. 3 Anlagen, stationär	Szenario 2 Kombination mobile Anlagen / stationäre Anlage	Szenario 3 Anlagen an jeder Löschstelle bzw. bei Dienstleister
Rechtliche und organisatorische Umsetzung von Maßnahmen	erforderlich	erforderlich	Anlage) erforderlich	erforderlich
Wirtschaftlichkeit	+	-	+	--
Vorteile	Anlage bereits in Planung; Anlage wird in Kombination mit einer Schiffsreinigungsanlage gebaut	Reduzierte Anfahrtswege	Hohe Flexibilität; Kurze Umsetzungsphase; Reduzierte Anfahrtswege	Reduzierte Zeitverluste durch das Entgasen direkt vor Ort; Sehr hohe Flexibilität für die Reedereien; Zurückgewonnene Produkte können direkt vor Ort wieder eingesetzt werden; Nutzung von bereits etablierten Überwachungsstrukturen
Nachteile	Geringe Flexibilität; Weite Anfahrtswege; Hohe Investitionskosten; Lange Implementierungszeiten; keine Verwertung der Dämpfe	Gefahr von hohen Leerkapazitäten; Sehr hohe Investitionskosten; Lange Implementierungszeiten	Hohe Investitionskosten	Hohe Investitionskosten für jede einzelne Löschstellen; Lange Implementierungszeiten

6.4 Betreibermodelle und Alternativen der Kostenübernahme für das Entgasen und Konsequenzen

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln ausgeführt, entstehen beim Entgasen von Binnentankschiffen im Vergleich zur jetzigen Situation zusätzliche Kosten, die entsprechend finanziert werden müssen. Hierfür sind verschiedene Finanzierungsmodelle möglich. Nachfolgend werden folgende mögliche Finanzierungsmodelle für das Entgasen von Binnentankschiffen diskutiert: marktpreisorientiertes System, Finanzierung aus öffentlichen Geldern sowie eine Kombination aus beiden Systemen.

Marktpreisorientiertes System

Bei einem marktpreisorientierten System würde der Grundsatz verfolgt werden, dass unter Marktbedingungen ein Angebot und eine Nachfrage nach der Dienstleistung der Entgasung besteht und sich als Ergebnis ein freier Marktpreis bildet, der beide Marktseiten zur Deckung bringt. Das bedeutet, dass idealerweise weder eine staatliche Förderung noch eine eventuelle Quersubventionierung durch beteiligte Parteien auftritt. Hierbei müssen die Pflichten, wer unter welchen Bedingungen eine Entgasung durchzuführen bzw. die Kosten dafür zu tragen hat, eindeutig geklärt sein.

Dies könnte z.B. durch eine Aufnahme von gasförmigen Restmengen in das CDNI geregelt werden. Das CDNI regelt bereits jetzt eindeutig die Finanzierung der Restentladung, des Waschens sowie der Annahme und Entsorgung von Abfällen aus dem Ladungsbereich. Gemäß Artikel 8 trägt der Befrachter oder der Ladungsempfänger die Kosten für die Restentladung und das Waschen des Fahrzeugs

sowie für die Annahme und Entsorgung der Abfälle aus dem Ladungsbereich. Bei trockener Ladung hat der Ladungsempfänger die Kosten der Restentladung und des Waschens der Laderäume zu tragen, während bei flüssiger Ladung der Befrachter dafür zu sorgen hat, dass nach dem Entladen der Ladetank nachgelentzt übergeben wird. Die Entladung einschließlich der Restentladung mit Hilfe eines Nachlenzsystems wird dabei vom Schiffsführer durchgeführt, es sei denn, im Transportauftrag ist etwas anderes vereinbart worden. Dabei hat der Befrachter die Kosten der Restentladung und des Waschens der Ladetanks und die Kosten der Annahme von Waschwasser, einschließlich der etwa dadurch entstehenden Kosten für Wartezeiten und Umwege, zu tragen.

Weiterhin sieht das CDNI vor, dass, wenn das Fahrzeug vor dem Beladen dem vorgeschriebenen Entladungsstandard nicht entspricht und wenn der von der vorangegangenen Beförderung betroffene Ladungsempfänger oder Befrachter seine Verpflichtungen erfüllt hat, der Frachtführer die Kosten für die Restentladung, das Waschen des Fahrzeugs und für die Annahme und Entsorgung der Abfälle aus dem Ladungsbereich trägt.

Bei einer Aufnahme von gasförmigen Restmengen in das CDNI würde eindeutig geregelt, wer - je nachdem, welche Regelung auf die gasförmigen Restmengen übertragen wird, ist dies entweder der Befrachter oder Ladungsempfänger - für die Kosten einer Entgasung aufkommen müsste (wer ein gasfreies Schiff anfordert, der muss diesen Zustand auch wieder herstellen).

Aufgrund der dadurch entstehenden zusätzlichen Kosten für die Auftraggeber könnte dies folgende Konsequenzen nach sich ziehen, um die Anzahl an Ventilierungen so gering wie möglich zu halten:

- ▶ Zunahme von Einheitstransporten
- ▶ Ausweitung oder Reaktivierung von Kompatibilitätslisten v.a. im Bereich der Mineralölprodukte, Schaffung von Produkt-Equipment-Pools (d.h. dass für bestimmte Produkte und Produktqualitäten eine Auswahl an Schiffen zur Verfügung gestellt wird)
- ▶ Transport der Ladung erfolgt nur noch über spezielle Vertragspartner bzw. exklusive Abkommen

Diese „Anpassungsreaktionen“ des Auftraggebers könnten dazu führen, dass die Anzahl der Ventilierungen soweit zurückgehen, dass ein wirtschaftlicher Betrieb der verfügbaren Abgasreinigungsanlage(n) nicht mehr möglich ist bzw. die Kosten pro Entgasungsvorgang so hoch sind, dass die Konkurrenzfähigkeit der Binnentankschiffe gegenüber anderen Verkehrsträgern nicht mehr gegeben ist. Dies hätte wiederum zur Folge, dass die Anzahl der Entgasungsvorgänge weiter abnimmt und die entsprechenden Anbieter den Betrieb einstellen müssen.

Ein funktionierendes marktpreiorientiertes System setzt deshalb eine stabile Mindestanzahl von Ventilierungen je Abgasreinigungsanlage voraus zu Kosten, die die Konkurrenzfähigkeit der Binnentankschiffe gegenüber anderen Verkehrsträgern nicht einschränkt.

Staatliche Finanzierung oder Unterstützung

In diesem Fall würde der Staat, möglicherweise temporär während einer Einführungs- und Anschubphase, Fördergelder für Investitionen und/oder weitere Subventionen zur Übernahme der Kosten für Entgasungsvorgänge zur Verfügung stellen.

Hier ist grundsätzlich eine nationale (deutsche) oder aber länderübergreifende Lösung (etwa auf Ebene der am ZKR bzw. CDNI beteiligten Staaten) denkbar. So wäre aufgrund des Kontextes des Klimaschutzes etwa die Prüfung von Zuschüssen über das Klimaprogramm der EU denkbar.

Im Falle der einmaligen bzw. zeitlich begrenzten öffentlichen Finanzierung von Investitionsausgaben stellt sich das Problem, wer anschließend die Anlagen wirtschaftlich weiter betreibt und wer die laufenden Betriebskosten trägt. Eine mögliche mittel- bis langfristige Lösung könnte die Kombination

von Dienstleistungsangeboten durch einen privaten Investor sein, für die der Staat einen Anschub leisten könnte. Eine Perspektive der nachhaltigen Finanzierung des späteren Betriebs ist stets bereits bei der Planung aufzuzeigen und zu prüfen.⁴⁵

In diesem Fall könnte z.B. die Entgasungsdienstleistung während der Anschubphase entweder zum Nulltarif oder zu einem subventionierten Preis zur Verfügung gestellt werden.

Ein Beispiel hierfür ist das ebenfalls über das CDNI geregelte System zur Finanzierung der Entsorgung von öl- und fetthaltigen Schiffsbetriebsabfällen (kurz Bilgenentölung). Nach einer anfänglich staatlichen „Anschubfinanzierung“ wird das System der Bilgenölentsorgung seit dem 1. Januar 2011 in den sechs Vertragsstaaten des „Übereinkommens über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt“ verursachergerecht von der Binnenschifffahrt selbst finanziert.

Die Finanzierung der Bilgenentölung, die über das CDNI Vertragsstaaten-übergreifend etabliert wurde, erfolgt dabei indirekt, d.h. der Bezahlvorgang ist von der Entsorgung vollkommen getrennt und wird bereits bei der Versorgung der Schiffe mit Kraftstoff fällig. Hierzu ist von jedem Schifffahrttreibenden bei jedem einzelnen Bunkervorgang ein Entsorgungsentgelt in Höhe von 7,50 € pro 1.000 Liter mineralölsteuerfrei gebunkerten Gasöls (zuzüglich Mehrwertsteuer) zu entrichten (Quelle: Bilgenentwässerungsverband (BEV)⁴⁶).

Ein analoges System, wie es für die Entsorgung von öl- und fetthaltigen Schiffsbetriebsabfällen eingeführt wurde, wird jedoch für das Entgasen von Binnentankschiffen als nicht geeignet angesehen. Das System der Bilgenentölung funktioniert auf der Basis, dass zum einen alle Schiffe Kraftstoff benötigen und zum anderen eine Korrelation zwischen Kraftstoffverbrauch und dem Anfall von öl- und fetthaltigen Schiffsbetriebsabfällen besteht. Ein analoger Zusammenhang ist bei der Entgasung von Binnentankschiffen nicht gegeben.

Dennoch erscheint grundsätzlich eine staatlich finanzierte oder unterstützte Lösung für einen von vorne herein begrenzten und transparent kommunizierten Zeitrahmen als ein möglicher Einstieg, um ein System von privatwirtschaftlich betriebenen Anlagen zum Laufen zu bringen. Dieses System bietet den betroffenen Akteuren die Möglichkeit, die Vorteile des Systems – z.B. höhere Flexibilität bezüglich des Nachfolgeproduktes, reduzierte Leerfahrten, Reduktion der Gefahr von Sanktionen im Fall von unerlaubten Ventilierungen – kennenzulernen, und fördert somit auch die Bereitschaft der Akteure, für diese zu einem späteren Zeitpunkt auch entsprechend zu zahlen.

Bei einer entsprechenden staatlichen Förderung der Systeme kann auch mit einer höheren Auslastung der Abgasreinigungsanlagen gerechnet werden, was auch für die Anbieter eine höhere Planungssicherheit darstellt und Anreiz zu weiteren Verbesserungen bietet.

Die Einführung des Systems sollte durch Mitteilungen an die Marktteilnehmer begleitet werden, die auch über den Zeitplan und die geplanten Phasen und Schritte informieren. Es besteht ein zeitlicher Spielraum, um für eine dauerhafte Lösung mögliche kooperative Modelle, etwa in Form von Konsortien, zu prüfen bzw. mit potenziellen Vertragspartnern zu verhandeln. In Abhängigkeit von der zeitlichen Entwicklung hinsichtlich der Annahme der Leistungen kann auch eine stufenweise Annäherung an freie Marktpreise eine Lösung darstellen.

Konsortium

⁴⁵ Diese Optionen wurden auch von den Experten aus Industrie und Behörden im Fachgespräch intensiv diskutiert, siehe Anhang 8.3, TOP 6.

⁴⁶ <http://www.bilgenentwaesserung.de/>

Ein mögliches Konsortium, bestehend aus gewerblichen Unternehmen im Bereich der Binnenschifffahrt bzw. deren Verbänden, Dienstleistungsanbietern (Häfen, Tankläger) sowie der entsprechenden Industriezweige als Nachfrager von Transportdienstleistungen auf Binnenschiffen, könnte sich entweder auf nationaler (deutscher) Ebene bilden oder auf der Ebene der west- bzw. mitteleuropäischen zusammenhängenden Binnenschifffahrtswege (etwa dem Geltungsbereich des ZKR oder CDNI).

Die Mineralölindustrie und (falls eine Erweiterung des Entgasungsverbots auch für andere Güter ansteht) die chemische Industrie hätten bei einer solchen Lösung ein eigenes Interesse, auf eine effiziente Lösung hinzuwirken, etwa indem sie das System mitfinanzieren. Auch der BDB bzw. Binnenschifffahrtsverbände der Nachbarstaaten hätten durch Mitwirkung an einer solchen Lösung evtl. ein zusätzliches Interesse, ihren Mitgliedern neue Serviceleistungen anzubieten bzw. mitzufinanzieren, und damit die Mitgliedschaft auch für kleinere Reeder und Partikuliere attraktiv zu machen. Wenn der Zeitrahmen vorhersehbar und angemessen ist, lassen sich auch neue, effiziente technische Lösungen zur Marktreife bringen.

Ein weiterer Aspekt ist, dass eine solche kooperative Lösung nicht die Lasten formell auf eine Partei allein verteilt, und somit eher die Akzeptanz und Bereitschaft gegeben ist, dass alle beteiligten Parteien an einer dauerhaften Lösung aktiv mitwirken und mitgestalten können und ihren Beitrag leisten.

Inwieweit sich ein solches System etablieren lässt, hängt von den beteiligten Parteien ab sowie von den zu erwartenden Entwicklungen (z.B. Ausweitung des Ventilierungsverbotes, verstärkte Kontrollen).

Aufgrund der Tatsache, dass für manche potenziellen Akteure die Vorteile eines Konsortiums eher gering sind (z.B. für Auftraggeber von Produkten, die nur per Einheitstransport transportiert werden dürfen) bzw. durch entsprechende Maßnahmen reduziert werden (z.B. Einführung von kompatiblen Transporten bzw. Einheitstransporten), wird die Etablierung eines Konsortiums zum jetzigen Zeitpunkt als eher gering eingeschätzt.

6.5 Empfehlung

Basierend auf der Tatsache, dass es in Deutschland bereits konkrete Planungen für eine stationäre Abgasreinigungsanlage für Binnentankschiffe gibt und zudem insbesondere mobile Anlagen mit unterschiedlichen Technologien in den Niederlanden und Belgien bereits zur Verfügung stehen bzw. sich in der Erprobungsphase befinden, erscheint das Szenario 2 „Kombination mobile Anlagen / stationäre Anlage“ derzeit als das am besten geeignete Modell für Deutschland bzw. das Rheinstromgebiet.

Dieses Szenario bietet die höchste Flexibilität sowohl im Hinblick auf den aktuellen Entgasungsbedarf als auch die zukünftigen Entgasungskapazitäten, was v.a. aufgrund der hohen Unsicherheit bezüglich der tatsächlich stattfindenden Ventilierungen (Schätzungen liegen zwischen 58-464 Ventilierungsvorgänge pro Jahr) von großer Bedeutung ist.

Mit mobilen Anlagen können erforderliche Entgasungskapazitäten relativ schnell aufgebaut werden. Zudem können die Anlagen je nach Bedarf an verschiedenen Orten, aber auch für weitere Anwendungen (z.B. Entgasen von Tanks in Tanklagern) eingesetzt werden. Dadurch kann die Auslastung und somit Wirtschaftlichkeit der Anlagen erhöht werden. Im Fall von mehreren mobilen Anlagen kann längerfristig ein Wettbewerb zwischen unterschiedlichen Anbietern realisiert werden, mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Preis pro Entgasungsvorgang.

Der Vorteil der geplanten stationären Anlage ist, dass diese Anlage das Entgasen von Binnentankschiffen als Zusatzoption zur Schiffsreinigung anbietet und somit mögliche Schwankungen im Hinblick auf die Anzahl der Ventilierungen leichter kompensieren kann.

Weiterhin bietet das Szenario die Möglichkeit einer zeitnahen Umsetzung, da bereits jetzt mobile Anlagen für die Entgasung von Binnentankschiffen zur Verfügung stehen bzw. im Probebetrieb getestet werden. Auch die bereits in Planung befindliche stationäre Anlage wäre innerhalb von 2-3 Jahren verfügbar.

Es wird empfohlen, gesetzliche Vorgaben zu etablieren, die die Genehmigungs- und/oder Zertifizierungsvoraussetzungen für mobile Anlagen für das Entgasen von Binnentankschiffen eindeutig festlegen. Dadurch könnten zum einen die Zeiten für eine Genehmigung/ Zertifizierung reduziert werden und zum anderen auch die Sicherheit der Entgasungsvorgänge erhöht werden.

Hinsichtlich der Finanzierung des Systems wird empfohlen, durch entsprechende staatlich geförderte Investitionsprogramme eine Anschubfinanzierung zu ermöglichen bzw. durch die Übernahme bzw. durch Zuschüsse die Kosten der Entgasungsvorgänge für deutsche Binnentankschiffe zu übernehmen bzw. zu reduzieren.

Als zusätzliche flankierende Maßnahme wird die Aufnahme von gasförmigen Restdämpfen in das CDNI empfohlen. Eine Aufnahme der gasförmigen Reste in das CDNI hat den Vorteil, dass die Übernahme der Dämpfe länderübergreifend einheitlich geregelt wird und zudem durch die bereits etablierten Prüf- und Kontrollinstrumente (Entladebescheinigung) eine Überprüfung der Einhaltung des Ventilierungsverbotes erleichtert wird.

Zur Unterstützung der Einführung dieses Systems sollten zudem folgende Punkte noch berücksichtigt werden:

Definition der Gasfreiheit:

Abhängig von der anschließenden Tätigkeit ist ein unterschiedlicher Grad an Gasfreiheit für Tanks auf Binnenschiffen erforderlich. Während für Arbeiten am bzw. im Tank sowie bei Werftaufenthalten der Grad der Gasfreiheit sehr hoch sein muss (z.B. < 10 % UEG), ist bei einem Ladungswechsel typischerweise dieser Grad an Gasfreiheit nicht erforderlich, um Verunreinigungen der Nachfolgeprodukte zu vermeiden. Vor dem Hintergrund, dass gerade im Hinblick auf die Dauer und somit Kosten des Entgasungsvorgangs ein großer Unterschied zwischen < 10 % UEG oder z.B. < 15-20 % UEG besteht, wäre es empfehlenswert, eine entsprechende Definition einzuführen, wann z.B. gemäß 20. BImSchV ein Schiff als „gasfrei“ gilt.

Die Definition sollte in Abstimmung mit den zuständigen Instanzen des ADN sowie des CDNI stattfinden, um eine harmonisierte Definition zu etablieren. Aktuell wird die derzeit geltende Definition im ADN von einer ADN-Arbeitsgruppe überprüft, da die Definitionen in den verschiedenen Sprachversionen des ADN abweichend sind. Auch im Rahmen des CDNI wird derzeit auf europäischer Ebene an einer entsprechenden Definition gearbeitet.

Definition Abgasreinigungsanlage in der 20. BImSchV

Aktuell sieht die 20. BImSchV vor, dass die Dämpfe von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen einer Abluftreinigungsanlage, d.h. einer Dämpferückgewinnungsanlage oder einer Einrichtung für die energetische Verwertung von Dämpfen zugeführt werden müssen.

Es sollte geklärt werden, inwieweit auch mit Technologien/Anlagen, die keine Rückgewinnung bzw. energetische Verwertung der Dämpfe ermöglichen, die Vorgaben der 20. BImSchV erfüllt werden bzw. ob eine entsprechende Anpassung der 20. BImSchV erforderlich ist. Eine Möglichkeit wäre z.B., eine entsprechende Ausnahmegenehmigung in der 20. BImSchV vorzusehen.

Definition von Mindestvoraussetzungen für das Entgasen von Binnentankschiffen über schwimmende/mobile Anlagen:

Für ein sicheres Entgasen wäre es empfehlenswert, entsprechende Zulassungs- und Betriebszertifikate für Anlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen zu etablieren. Basierend auf entsprechenden Zertifizierungskriterien könnten die Anlagen von zugelassenen Prüfinstitutionen vor der Inbetriebnahme zertifiziert werden. Dies würde die Inbetriebnahme der Anlagen beschleunigen.

In diesem Zusammenhang könnten dann auch Mindestvoraussetzungen für das Entgasen von Binnentankschiffen in Häfen definiert werden, um so auch den Häfen entsprechende Leitlinien an die Hand zu geben.

Entsprechende Mindestkriterien sollten auf europäischer Ebene festgelegt werden, um so einen einheitlichen Standard europaweit zu etablieren.

Entgasen während der Fahrt (on-board) oder mittels schwimmender Anlagen

Es wird empfohlen, von Seiten des Gesetzgebers zu klären, ob und falls ja unter welchen Auflagen das Entgasen eines Binnentankschiffes während der Fahrt möglich ist. Dies betrifft zum einen das Entgasen von Schiffen mittels On-board-Anlagen, aber auch das Entgasen eines Schiffes während der Fahrt durch ein Service-Schiff, welches neben dem Schiff herfährt bzw. am Schiff festmacht.

Umgang mit rückgewonnen Stoffen oder Gemischen, Definition Produkt / Abfall

Im Hinblick auf den Umgang mit den während des Entgasens entstehenden Stoffen/Gemischen ist zu klären, welchen Status diese Produkte haben – Abfall oder Produkt – bzw. wann der Übergang von Produkt zu Abfall stattfindet.

7 Quellenverzeichnis

[ADN 2013]

Europäisches Übereinkommen vom 26. Mai 2000 über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN), ISBN 979-10-90735-11-8

[20. BImSchV 2013]

Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin) vom 27. Mai 1998 (BGBl. I S. 1174), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021) geändert worden ist

[BAFA 2012]

Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Amtliche Mineralöl- und Gasdaten für die Bundesrepublik Deutschland. Monat: Dezember 2012. Eschborn.

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloel_daten/2012/index.html

[Bauer et al. 2010]

Bauer, S., Polcher, A., Greßmann, A.: Evaluierung der Anforderungen der 20. BImSchV für Binnentankschiffe im Hinblick auf die Wirksamkeit der Emissionsminderung klimarelevanter Gase, FKZ: 3709 45 326, BiPRO GmbH, München 2010.

[CDNI 2009]

Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt, Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, 2009

[de Buck et al. 2013]

de Buck, A., 't Hoen, M., den Boer, E.: Update estimate emissions degassing inland tank vessels. CE Delft, November 2013. http://www.ce.nl/publicatie/update_estimate_emissions_degassing_inland_tank_vessels/1436

[FNR 2013]

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Basisdaten Bioenergie Deutschland August 2013. Gülzow-Prizen 2013. http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/a/basisdaten_9x16_2013_web_neu2.pdf

[Forschungszentrum Jülich 2007]

Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energieforschung Brennstoffzellen (IEF-3): IEF-3 Report 2007. Von Grundlagen bis zum System. Schriften des Forschungszentrums Jülich Reihe Energietechnik, Band 63.

[StaBu 2008]

Statistisches Bundesamt: Verkehr. NST-2007. Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007. Wiesbaden, 31.08.2008. https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Gueterverkehr/Tabellen/NST2007.pdf?__blob=publicationFile

[StaBu 2013]

Statistisches Bundesamt: Verkehr. Güterverkehrsstatistik der Binnenschifffahrt 2012. Fachserie 8 Reihe 4. Wiesbaden, 10. April 2013, korrigiert am 18. April 2013. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Schifffahrt/Binnenschifffahrt/2080400127004.pdf?__blob=publicationFile

[WSV 2013]

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV): Veränderungen des Schiffsbestandes der deutschen Binnenflotte im Jahr 2012. Zentralstelle Schiffsuntersuchungskommission/Schiffseichamt – Zentrale Binnenschiffsbestandsdatei. <https://www.elwis.de/Verkehrsstatistik/zbbd/2012/Flottenstatistik-gesamt.pdf>

[ZKR 2012]

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR): Europäische Binnenschifffahrt. Marktbeobachtung 2012 – 1. No 15: Situation von Angebot und Nachfrage im Jahr 2011 und Analyse der Konjunktur Mitte 2012. http://www.ccr-zkr.org/files/documents/om/om12l_de.pdf

[ZKR 2013a]

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR): Analyse und Bewertung der strukturellen Tendenzen auf dem Binnenschifffahrtsmarkt. Juni 2013. Bericht des Wirtschaftsausschusses der ZKR. http://www.ccr-zkr.org/files/documents/ompublicationssp/eco12_15de_rev2.pdf

[ZKR 2013b]

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR): Europäische Binnenschifffahrt. Marktbeobachtung 2013. No 17: Der Markt der Binnenschifffahrt im Jahre 2012. http://www.ccr-zkr.org/files/documents/om/om13_de.pdf

8 Anhang

8.1 Fragebögen

8.1.1 Fragebogen Tankläger

Hinweis zur Beantwortung des Fragebogens:

Bitte schreiben Sie Ihre Antworten direkt in die weißen Felder neben den Fragen.

Am Ende des Fragebogens laden wir Sie ein, uns sonstige Gedanken, Vorschläge und Empfehlungen mitzuteilen. Dies soll Ihnen die Möglichkeit bieten uns in den Fragen nicht berücksichtigte Thematik, die Ihrer Meinung nach aber wichtig und relevant ist, mitzuteilen.

Bitte senden Sie den Fragebogen bis 12. Juli 2013 an sonja.bauer@bipro.de. Bei Fragen zum Projekt bzw. zum Fragebogen können Sie uns auch gerne unter der Telefonnummer 089-18979050 anrufen.

Institution/Unternehmen	Ort	Straße, Hs-Nr.	URL
Kontaktperson	Tel allg.	Fax	Email allgemein
	Tel spez.	Fax spez.	Email speziell
Verfügt Ihr Tanklager über Anlegestellen für Binnentankschiffe und falls ja wie viele?			
Welche Bedingungen müssen Binnentankschiffe, die bei Ihnen anlegen, vor Ladungsaufnahme erfüllen (z.B. gasfrei, nur Einheitstransporte, Kapazität, Qualitätsanforderungen, ...)?			
Bietet Ihr Tanklager Möglichkeiten zur Übernahme von Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen (Gaspendingung bzw. Abgasreinigungsanlage) von Binnentankschiffen beim Laden von anderen (kompatiblen) Stoffen?			
Wie werden die beim Laden vom Binnentankschiff übernommenen Dämpfe behandelt?			
Verwenden Sie Dämpfespeicher? Wenn ja, welche Kapazität haben diese?			
Wie hoch ist die Kapazität Ihrer Abluftreinigungsanlage?			
Sind die Kapazitäten Ihrer Abluftreinigungsanlage ausreichend bzw. ergeben sich Probleme durch Kapazitätsengpässe?			
Werden Ihre Möglichkeiten zur Übernahme von Dämpfen auch von Schiffen genutzt, die keine Ladung in Ihrem Tanklager aufnehmen?			
Hätten Sie grundsätzlich die Möglichkeit, Ihre Anlagen Binnentankschiffen zum Entgasen zur Verfügung zu stellen, ohne dass diese Ladung in Ihrem Tanklager aufnehmen? Welche Voraussetzungen wären hierfür erforderlich?			
Wie schätzen Sie die weitere Entwicklung im Hinblick auf die Notwendigkeit der „Gasfreiheit“ von Schiffen vor einer Ladungsaufnahme ein?			
Sonstige Kommentare:			

8.1.2 Fragebogen Raffinerien

Hinweis zur Beantwortung des Fragebogens:

Bitte schreiben Sie Ihre Antworten direkt in die weißen Felder neben den Fragen.

Am Ende des Fragebogens laden wir Sie ein, uns sonstige Gedanken, Vorschläge und Empfehlungen mitzuteilen. Dies soll Ihnen die Möglichkeit bieten uns in den Fragen nicht berücksichtigte Thematik, die Ihrer Meinung nach aber wichtig und relevant ist, mitzuteilen.

Bitte senden Sie den Fragebogen bis 12. Juli 2013 an sonja.bauer@bipro.de. Bei Fragen zum Projekt bzw. zum Fragebogen können Sie uns auch gerne unter der Telefonnummer 089-18979050 anrufen.

Institution/Unternehmen	Ort	Straße, Hs-Nr.	URL
Kontaktperson	Tel allg.	Fax	Email allgemein
	Tel spez.	Fax spez.	Email speziell
Verfügt Ihre Raffinerie über Anlegestellen für Binnentankschiffe und falls ja wie viele?			
Welche Bedingungen müssen Binnentankschiffe, die bei Ihnen anlegen, vor Ladungsaufnahme erfüllen (z.B. gasfrei, nur Einheitstransporte, Kapazität, Qualitätsanforderungen, ...)?			
Bietet Ihre Raffinerie Möglichkeiten zur Übernahme von Rohbenzin- und Kraftstoffgemischdämpfen (Gaspending bzw. Abgasreinigungsanlage) von Binnentankschiffen beim Laden von anderen (kompatiblen) Stoffen?			
Wie werden die beim Laden vom Binnentankschiff übernommenen Dämpfe behandelt?			
Verwenden Sie Dämpfespeicher? Wenn ja, welche Kapazität haben diese?			
Wie hoch ist die Kapazität Ihrer Abluftreinigungsanlage?			
Sind die Kapazitäten Ihrer Abluftreinigungsanlage ausreichend bzw. ergeben sich Probleme durch Kapazitätsengpässe?			
Werden Ihre Möglichkeiten zur Übernahme von Dämpfen auch von Schiffen genutzt, die keine Ladung in Ihrer Raffinerie aufnehmen?			
Hätten Sie grundsätzlich die Möglichkeit, Ihre Anlagen Binnentankschiffen zum Entgasen zur Verfügung zu stellen, ohne dass diese Ladung in Ihrer Raffinerie aufnehmen? Welche Voraussetzungen wären hierfür erforderlich?			
Wie schätzen Sie die weitere Entwicklung im Hinblick auf die Notwendigkeit der „Gasfreiheit“ von Schiffen vor einer Ladungsaufnahme ein?			
Sonstige Kommentare:			

8.1.3 Fragebogen Binnenschiffer / Reedereien

Hinweis zur Beantwortung des Fragebogens:

Bitte schreiben Sie Ihre Antworten direkt in die weißen Felder neben den Fragen.

Am Ende des Fragebogens laden wir Sie ein, uns sonstige Gedanken, Vorschläge und Empfehlungen mitzuteilen. Dies soll Ihnen die Möglichkeit bieten uns in den Fragen nicht berücksichtigte Thematik, die Ihrer Meinung nach aber wichtig und relevant ist, mitzuteilen.

Bitte senden Sie den Fragebogen bis 12. Juli 2013 an sonja.bauer@bipro.de. Bei Fragen zum Projekt bzw. zum Fragebogen können Sie uns auch gerne unter der Telefonnummer 089-18979050 anrufen.

Institution/Unternehmen	Ort	Straße, Hs-Nr.		URL
Kontaktperson	Tel allg.	Fax		Email allgemein
	Tel spez.	Fax spez.		Email speziell
Allgemeine Fragen				
Wie viele Binnentankschiffe betreiben Sie und welche Kapazität haben diese?				
Fragen zum Transport von Rohbenzin (Naphtha, UN 1268) und Kraftstoffgemischen (UN 3475)				
Wie viele Fahrten pro Jahr führen Sie mit Ihren Tankschiffen durch?			Wie viel % der Fahrten beziehen sich auf deutsche Gewässer?	
Wie viele Fahrten pro Jahr führen Sie durch mit 1) Rohbenzin (Naphtha, UN 1268) 2) Kraftstoffgemischen (UN 3475)			Jährlich transportierte Menge an 1) Rohbenzin 2) Kraftstoffgemischen	
Fragen zu geplanten bzw. ungeplanten Werftaufenthalten				
Wie oft kommt es zu geplanten Werftaufenthalten pro Jahr?				
Bei wie vielen Fahrten (in %) kommt es zu ungeplanten/unerwarteten Werftaufenthalten bzw. unerwarteten Vor-Ort-Reparaturen durch eine Werft mit der Notwendigkeit einer Entgasung?				
Fragen zum Ventilieren				
Wie viele Ventilierungsvorgänge werden pro Jahr durch Ihre Reederei mit Ausnahmegenehmigung durchgeführt? 1) Rohbenzin 2) Kraftstoffgemische				
Wie viele Ventilierungsvorgänge werden				

<p>pro Jahr ohne Ausnahmegenehmigung aufgrund von unerwarteten Werftaufenthalten bzw. unerwarteten Vor-Ort-Reparaturen durchgeführt?</p> <p>1) Rohbenzin 2) Kraftstoffgemische</p>	
<p>Wie viele Ventilierungsvorgänge werden pro Jahr ohne Ausnahmegenehmigung und ohne unerwartete Werftaufenthalte bzw. unerwartete Vor-Ort-Reparaturen durchgeführt?</p> <p>1) Rohbenzin 2) Kraftstoffgemische</p>	
<p>Welche Menge an Gas wird pro Entgasungsvorgang und Schiff durchschnittlich emittiert?</p>	
<p>Wo finden die Entgasungsvorgänge hauptsächlich statt (z.B. vor einer Werft, Rheinstromgebiet, ...)</p>	
<p>Durch welche Maßnahmen halten Sie das Entgasungsverbot von Rohbenzin und Kraftstoffgemischdämpfen ein (z.B. nur Einheitstransporte, Transport von kompatiblen Produkten, ...)?</p>	
<p>Wie würden Sie die allgemeine Situation beurteilen – wie viele Ventilierungen müssen ohne Ausnahmegenehmigung bzw. ohne Vorliegen von Ausnahmefällen durchgeführt werden?</p> <p>1) Rohbenzin 2) Kraftstoffgemische 3) sonstige</p>	
<p>Weitere Fragen</p>	
<p>Wie schätzen Sie die Notwendigkeit einer Abgasreinigungseinrichtung für Binnenschiffe ein?</p>	
<p>Welche Voraussetzungen müsste eine entsprechende Anlage erfüllen, damit sie von Ihnen genutzt werden kann (z.B. max. Entgasungszeit, max. mögliche Kosten, ...)</p>	
<p>Wo sollte nach Ihrer Einschätzung eine entsprechende Anlage installiert werden (möglicher Standort)?</p>	
<p>Sonstige Kommentare:</p>	

8.2 Besprechungsprotokoll des Auftaktgesprächs

Auftaktgespräch am Freitag, den 03.05.2013 auf dem Schulschiff Rhein, Stadthafen Duisburg

Machbarkeitsstudie zur Einrichtung und zum Betrieb von Abgasreinigungsanlagen für die Nutzung durch Tankschiffe im Deutschen Teil des Rheinstromgebietes (UFOPLAN 3713 42 314 3)

Teilnehmer	Verband/ Firma
Hr. Weiner, Manfred	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Referat UI 33 (Beförderung gefährlicher Güter, Gefahrgut-Verkehrsbeirat)
Hr. Spitzer, Erwin	Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt
Hr. Esser, Christian	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
Hr. Ackermann, Kurt	BASF / CEFIC
Fr. Pannier, Karen	UBA
Fr. Bauer, Sonja	BiPRO
Hr. Kutny, Matthias	BiPRO

Tagesordnung

09:00 Begrüßung

09:05 Vorstellung der Teilnehmer

09:15 Vorstellung des Forschungsvorhabens (Umweltbundesamt)

09:30 Hintergrund und Zielsetzung des Projekts, geplantes Vorgehen (BiPRO)

10:30 Offene Diskussion der Teilnehmer

10:45 Fachbeiträge weiterer Teilnehmer

12:00 Mittagspause

13:00 Diskussion der Fachbeiträge

14:15 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des Gesprächs

14:30 Besichtigung eines Bilgenentölers

TOP 1 - 3: Begrüßung, Vorstellung der Teilnehmer und Vorstellung des Forschungsvorhabens

Nach der Begrüßung und einer kurzen Einleitung in das Forschungsvorhaben durch Frau Pannier erfolgt eine Vorstellung des Schulschiffes durch Kapitän Barth. Anschließend stellen sich die einzelnen oben genannten Teilnehmer vor, dabei entwickelt sich eine erste Diskussion.

Herr Spitzer merkt an, dass die Initiative zum Forschungsvorhaben zwar seitens des BDB angestoßen worden sei, man sich aber gewünscht hätte, dass sich die Ausschreibung nicht ausschließlich auf die in der 20. BImSchV genannten Produktgruppen bezieht (Ottokraftstoffe, Kraftstoffgemische und Rohbenzin), sondern auch darüber hinaus auf Flüssigkeiten mit der Notwendigkeit zum Entgasen nach der Entleerung, etwa aus dem Bereich Chemie. Zudem scheint dem BDB die Ausschreibung zu sehr auf stationäre Anlagen festgelegt, während die Industrie bzw. das Gewerbe eine mobile Lösung bevorzugen würde, die während der Fahrt betrieben werden kann – analog zu dem System der Bilgenentöler. Auch Herr Weiner spricht sich für eine ergebnisoffene Herangehensweise aus.

Herr Esser berichtet, dass im Umweltministerium NRW seit 2009 nur 2 Anträge auf Entgasung eingegangen sind, beide wurden genehmigt. Ein Antrag wurde zurückgezogen, da ohne Aussicht auf Genehmigung.

TOP 4 - 5 : Hintergrund und Zielsetzung des Projektes und geplantes Vorgehen

Frau Sonja Bauer und Herr Matthias Kutny präsentieren anhand einer PowerPoint-Präsentation (siehe Anlage 1) das Projekt sowie die geplante Vorgehensweise, aufgeteilt in drei Arbeitspakete:

- Arbeitspaket 1: Bestandsaufnahme und Datenerfassung zur Ventilierung von Kraftstoffgemischen und Rohbenzin
- Arbeitspaket 2: Erfassung der Grundlagen, Analyse und Bewertung von Entgasungs- und Gasreinigungsanlagen
- Arbeitspaket 3: Projektbezogene Veranstaltungen und Berichte

Die Präsentation bezieht sich hierbei im Wesentlichen auf die Arbeitspakete 1-2 und ist als offene Diskussion gestaltet.

Die wichtigsten Diskussionsbeiträge lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ Der BDB schlägt vor, den Zustand der Ladetanks (z.B. „gasfrei: keine nachweisbare Konzentration von gefährlichen Gasen vorhanden“ Kapitel 1.2, ADN 2013) in die Entladebescheinigung, die gemäß CDNI („Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt“) geführt werden müssen, aufzunehmen. Die Entladebescheinigung ist das zentrale Dokument zur Verfolgung der Ladungsabfallvermeidung und -entsorgung. Derzeit werden jedoch „gasförmige Reste“ im CDNI nicht berücksichtigt. Es ist zu klären, inwieweit diese bereits über das Übereinkommen abgedeckt sind bzw. ob diese in das Übereinkommen aufgenommen werden können.
- ▶ Für die Kontrollen der Vorgaben des CDNI und somit der Entladebescheinigung sind grundsätzlich die Wasserschutzpolizeien der Länder vorgesehen, allerdings gibt es noch keine entsprechende Klärung der Zuständigkeiten.
- ▶ Derzeit müssen die Entgasungen gemäß ADN bei der Beförderung von UN 1203 Ottokraftstoff über die Reiseregistrierungen dokumentiert werden. Den Landesbehörden fehlt die Möglichkeit, praktische Kontrollen auf dem Schiff durchzuführen. Die Wasserschutzpolizei hat diese Möglichkeit, allerdings sind die Vollzugsmöglichkeiten nicht eindeutig geklärt.
- ▶ Es ist für Betroffenen nicht offensichtlich, welche Stelle für die Genehmigung von Entgasungen in den einzelnen Bundesländern zuständig ist. Erschwert wird dies durch die unterschiedliche Handhabung in den einzelnen Bundesländern. Bayern etwa sieht den Bund

in der Verantwortung, NRW und Hessen die Länder. Das UBA hat eine Liste über die Zuständigkeiten in den einzelnen Ländern erstellt, diese liegt allerdings derzeit nur intern vor. Herr Spitzer merkt an, dass der BDB eine Veröffentlichung dieser Liste begrüßen würde und die Verteilung an die Mitglieder des BDB unterstützen würde. Herr Weiner bittet darum, dass das Referat UI 42 des BMVBS ebenfalls diese Liste erhält.

- ▶ Der Begriff „Werft“ in §11 der 20. BImSchV ist nach Ansicht von Herrn Spitzer und Herrn Ackermann unklar. Gemäß 20. BImSchV dürfen Binnentankschiffe u.a. ohne vorherige Genehmigung ventilieren, wenn dies aufgrund „einer unerwarteten Vor-Ort-Reparatur durch eine Werft mit der Notwendigkeit einer Entgasung erforderlich wird“. Darunter ist zu verstehen, dass der Schiffsführer eine Werft für die Reparatur beauftragt und diese Reparatur dann auch mobil außerhalb der Werft stattfinden kann. Hier stellt sich die Frage, ob dadurch auch unerwartete Reparaturen, die durch die Schiffsbesatzung selbst oder durch einen Fachbetrieb, nicht jedoch durch eine Werft durchgeführt werden, abgedeckt sind. Herr Esser erklärt, dass mit dieser Formulierung vermieden werden soll, dass Reparaturen (z. B. Reparatur am Mast) als Anlass genommen werden, um zum Beispiel ein Schiff auf Grund eines anstehenden Produktwechsels zu entgasen.
- ▶ Zur Kompatibilitätsliste merkt Herr Spitzer an, dass es nicht eine allein gültige Kompatibilitätsliste gibt, sondern jeder Hersteller, Produzent oder Lieferant eigene Kompatibilitätslisten hat. Eine Kompatibilitätsliste ist daher nicht ein einheitliches und öffentliches Regelwerk, sondern eine Qualitätsvereinbarung zwischen 2 Vertragspartnern (z.B. Transporteur und Produzent).
- ▶ Seitens Herrn Ackermann und Herrn Spitzer wird angeregt, sich in der Studie mit folgenden technischen Details auseinander zu setzen:
 - ▶ Beschreibung der Arbeitsabläufe beim Befüllen und Entladen von Binnentankschiffen
 - ▶ Durchschnittliche Dauer von Entgasungsvorgängen und die Parameter, die darauf Einfluss haben
 - ▶ Die Definition der Begriffe „gasfrei,“ und „trocken“ sollten beschrieben werden
 - ▶ Berücksichtigung von ATEX Richtlinie
- ▶ Herr Weiner schlägt vor, zum Einstieg in das AP 2 den Prozess beim Umschlag der betroffenen Güter genau darzustellen und so zur Klarheit der Aufgabenstellung herauszuarbeiten, an welcher Station im Prozess tatsächlich Entgasungsvorgänge erforderlich werden. Folie 8 „Notwendigkeit von Ventilierungen“ sollte geändert werden.
- ▶ Herr Ackermann weist darauf hin, dass vorhandene Gaspendelleitungen z.B. in Raffinerien unter Umständen zu klein dimensioniert sind, um ein Schiff schnell und vollständig zu entgasen. Dieser technische Aspekt sollte bei der Studie berücksichtigt werden. Frau Bauer weist darauf hin, dass erste Informationen und Überlegungen bezüglich der Mindestanforderungen bereits im Vorläuferbericht enthalten sind.
- ▶ Die Studie sollte mögliche (wirtschaftliche) Anreize aufzeigen, die die Akzeptanz seitens der Binnenschifffahrt gegenüber stationären und mobilen Entgasungsanlagen erhöhen könnten (z.B. Abgabe im ersten Jahr kostenlos).
- ▶ Seitens des BDB wird nochmals betont, dass sich das Gewerbe eine mobile Lösung (während der Fahrt zu betreiben) und nach Möglichkeit zunächst kostenfreie Lösung analog den Bilgenentöler wünschen würde, denn bei diesem Konzept wäre die Akzeptanz seitens der Betroffenen am höchsten. BiPRO wird auf diesen Punkt innerhalb der Studie eingehen, möchte und kann sich allerdings im Vorfeld nicht auf eine mögliche Zielvariante festlegen.
- ▶ Die Präsentation sollte sich in einigen Begrifflichkeiten enger an die 20. BImSchV anlehnen. Entsprechend der Diskussion wurde die Präsentation angepasst und liegt diesem Besprechungsprotokoll bei.

- ▶ Herr Spitzer weist darauf hin, dass Fragebögen primär über die Verbände verschickt werden sollten.
- ▶ Um die Anzahl der Ventilierungen für Rohbenzin und Kraftstoffgemische zu evaluieren, schlägt Herr Spitzer primär einen theoretischen, modellhaften Ansatz vor. Es wird bezweifelt, genügend aussagekräftige Informationen seitens des transportierenden Gewerbes zu erhalten. Er weist auf eine existierende Studie über Tankschiffbewegungen in NRW hin (Bundesministerium für Umwelt / Tel.-Nr. 0211 4566 330 Frau Both).
- ▶ Herr Esser schlägt vor, als möglichen Standort für eine stationäre Entgasungsanlage die unmittelbare Nähe einer großen Werft in Betracht zu ziehen. In der Machbarkeitsstudie sollte das Allgemeine Schifffahrtsrecht sowie das ADN-Regelwerk betrachtet werden. Regelungen, die einer Errichtung oder dem Betrieb Abgaseinrichtung entgegenstehen, sollten diskutiert und ggf. Vorschläge zur möglichen Anpassung des Regelwerkes gemacht werden.
- ▶ Generell sollten im Rahmen des Projektes auch zukünftige nationale und europäische Entwicklungen mit berücksichtigt werden (z.B. Entgasungsverbot in NL, Erweiterung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe). Diese könnten z.B. durch entsprechende Szenarien abgedeckt werden.
- ▶ Hinsichtlich der Betreibermodellbetrachtung schließt Herr Spitzer aus, dass der BDB als Betreiber in Betracht kommt.
- ▶ Herr Spitzer regt an, dass das Projektteam Kontakt aufnehmen soll mit BP Lingen, Erdölraffinerie Emsland, die über einen eigenen Hafen am Dortmund-Ems-Kanal verfügt.
- ▶ Herr Weiner weist darauf hin, dass der Zustand der Gasfreiheit durch nach dem ADN behördlich anerkannte Sachverständige zu bescheinigen ist und sich die Leistung von Anlagen an den von diesen zugrunde gelegten Werten orientieren muss.

TOP 6 - 7: Fachbeitrag von Herr Ackermann

Herr Ackermann stellt in einer kurzen Präsentation die Aktivitäten von CEFIC (Chemical Industry Council) dar. CEFIC hat zusammen mit CONCAWE (The oil companies' European association for environment, health and safety in refining and distribution) und EUROPIA (European Petroleum Industry Association) eine Studie in Auftrag gegeben, Entgasungsmöglichkeiten für gasförmige Reste aus flüssigen Ladungen, die in Binnentankschiffen transportiert werden, technisch zu bewerten. Zur Entwicklung einer internationalen Richtlinie für den Umgang mit diesen gasförmigen Resten wurde ein Steering Committee GRTS (Gaseous Residues of Liquid Cargo transported by Inland Tanker Shipping) gegründet.

Es wird vereinbart, im Rahmen der beiden Studien (BiPRO und CEFIC) möglichst eng zusammenzuarbeiten, um zu einheitlichen plausiblen Ergebnissen zu gelangen. Unterschiedliche Bewertungen von Entgasungsmöglichkeiten werden als nicht zielführend betrachtet. In diesem Zusammenhang wird das Projektteam von BiPRO separat mit Herr Ackermann Kontakt aufnehmen, um über eine Methodik der Zusammenarbeit zu sprechen.

TOP 8 : Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des Gesprächs

Entfällt aufgrund der knappen Zeit, stattdessen wird vereinbart, die überarbeitete Präsentation sowie das Besprechungsprotokoll an den Teilnehmerkreis zu verschicken.

TOP 9: Besichtigung des Bilgenentölers 9 der Bilgenentölungsgesellschaft Duisburg

8.3 Ergebnisprotokoll (Zusammenfassung) des Fachgesprächs

Fachgespräch am Montag, den 18.11.2013 im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

Machbarkeitsstudie zur Einrichtung und zum Betrieb von Abgasreinigungsanlagen für die Nutzung durch Tankschiffe im Deutschen Teil des Rheinstromgebietes (UFOPLAN 3713 42 314 3)

Teilnehmer	Verband / Firma
Hr. Ewens, Hans-Peter	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Leiter des Referates IG I 2
Hr. Kliche, Winfried	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Referat WS 25
Hr. Weiner, Manfred	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Referat UI 33 (Beförderung gefährlicher Güter, Gefahrgut-Verkehrsbeirat)
Fr. Pritzer, Michaela	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Referat UI 42 (Lärm und Umwelt)
Hr. Spitzer, Erwin	Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt
Hr. Esser, Christian	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
Hr. Ackermann, Kurt	BASF / CEFIC
Hr. van der Werf, Hans	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt
Hr. Schäfer, Heinerich	Mineralölwirtschaftsverband e.V., MWV
Hr. Dr. Abendroth, Henning	UTV Unabhängiger Tanklagerverband e.V.
Hr. Dr. Jaegers, Gunther	Reederei Jaegers GmbH
Fr. Mahrwald, Birgit	Umweltbundesamt
Fr. Bauer, Sonja	BiPRO GmbH
Hr. Greßmann, Alexander	BiPRO GmbH

München, den 20.01.2014

Alexander Greßmann / Sonja Bauer

Tagesordnung

- 10:30 Begrüßung und Kurzvorstellung des Forschungsvorhabens (BMU)
- 10:35 Vorstellung der Teilnehmer
- 10:45 Hintergrund und Zielsetzung des Projekts, Vorgehensweise (BiPRO)
- 11:00 Kurzübersicht gesetzliche Grundlagen

- 11:30 Bestandsaufnahme und Datenerfassung zur Ventilierung von Kraftstoffgemischen und Rohbenzin – Konzept und Ergebnisse
- 13:00 Mittagspause
- 14:00 Erfassung der Grundlagen, Analyse und Bewertung von Abgasreinigungseinrichtungen – Konzept und Ergebnisse
- 16:00 Diskussion, nächste Schritte
- 17:00 Ende

TOP 1 - 2: Begrüßung und Kurzvorstellung des Forschungsvorhabens und Vorstellung der Teilnehmer

Herr Ewens begrüßt die Teilnehmer und stellt den Hintergrund der Studie dar. Die Fragestellung der Studie steht im Zusammenhang zur NEC-Richtlinie (Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe), die als Vorgabe auf europäischer Ebene eine weitere Reduktion von VOC-Emissionen fordert.

Anschließend stellen die Teilnehmer der Veranstaltung sich und ihre Aufgabengebiete kurz vor.

TOP 3: Hintergrund und Zielsetzung des Projektes sowie Vorgehensweise

Frau Bauer präsentiert die Vorgehensweise sowie Hintergrund und Zielsetzung des Projektes (siehe Anlage 1).

TOP 4: Kurzübersicht gesetzliche Grundlagen

Frau Bauer führt ihre Präsentation mit einer kurzen Übersicht über die gesetzlichen Grundlagen fort. Zu den einzelnen Punkten werden auch Diskussionsbeiträge geäußert und behandelt.

Es wird diskutiert, ob die Thematik des Umgangs mit den Restdämpfen in das CDNI aufgenommen werden soll. Dies würde implizieren, dass die nach dem Transport von Ottokraftstoffen, Rohbenzin und Kraftstoffgemischen im Tank enthaltenen Dämpfe als gasförmige Abfälle definiert werden, und somit nicht mehr als Produkte zu behandeln sind. Zu diesem Thema ist auch eine Studie im Auftrag von CEFIC in Bearbeitung, deren erste Ergebnisse im 1. Quartal 2014 zu erwarten sind.

Es wird festgehalten, dass ein erfolgreicher Strategieansatz der Studie zwei Aspekte parallel verfolgen soll, die sich wechselseitig bedingen:

- ▶ Identifizierung der Machbarkeit (Logistik des Standorts sowie technische Entwicklung der Anlagen)
- ▶ Optionen der rechtlichen Ausgestaltung und ihre Wirkungen auf den Binnentankschiffsverkehr sowie die Verteilung der Lasten

Auch soll neben verbindlichen rechtlichen Regelungen in Betracht gezogen werden, ob freiwillige Vereinbarungen mit Industrie und Gewerbe zielführend sein können. Dies wird aufgrund der bestehenden Strukturen des Marktes und der Verbände als kritisch eingeschätzt.

TOP 5: Bestandsaufnahme und Datenerfassung zur Ventilierung von Kraftstoffgemischen und Rohbenzin – Konzept und Ergebnisse

Frau Bauer und Herr Greßmann erläutern die Elemente des Arbeitsschwerpunkts 1 der Studie. Im Zusammenhang mit der Präsentation werden eine Reihe von Diskussionspunkten unmittelbar aufgegriffen und erörtert sowie Vorschläge diskutiert, wie die Datenlage verbessert werden kann.

Die frühere „Kompatibilitätsliste“ fungiert seit 2006 nicht mehr in der 20. BImSchV als eine verbindliche Richtschnur. Beispiele aus der Praxis zeigen jedoch, dass man sich häufig weiterhin an Kompatibilitäten gemäß dieser früheren Liste orientiert.

Eine effektive Überwachung des Ventilierungsverbotes wird aufgrund unterschiedlicher Zuständigkeiten als schwierig eingeschätzt. Eine Liste der Zuständigkeiten in den einzelnen Bundesländern für die Anträge auf Genehmigung von Entgasungen ist zwischenzeitlich auf der öffentlichen Homepage der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) veröffentlicht⁴⁷ und kann von weiteren Veröffentlichungsstellen entsprechend verlinkt werden.

Die Daten zur durchschnittlichen Tragfähigkeit sind aufgrund der Beschränkung auf deutsche Schiffe noch ungenau und wenig aussagekräftig. Insbesondere die niederländische Flotte sollte ebenfalls berücksichtigt werden, die einen hohen Anteil am Binnenschiffsverkehr in Deutschland hat und in der Tendenz größere Abmessungen aufweist als deutsche Schiffe.

Bezüglich der transportierten Mengen an Rohbenzin und Kraftstoffgemischen ist in Deutschland die Datenlage unvollständig und wenig disaggregiert. Seit Einführung des „Einheitlichen Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007“ (NST-2007) ist eine Aufschlüsselung der transportierten flüssigen Mineralölerzeugnisse nicht mehr möglich; auch auf Verbandsebene liegen keine detaillierteren Daten für Deutschland vor. Für die Niederlande existieren hingegen aussagekräftigere und detailliertere Statistiken zum Schiffsverkehr. Eine Studie der Universität Delft zum Thema der Studie wurde kürzlich in englischer Sprache veröffentlicht⁴⁸.

Gegenüber dem Rhein besitzen Donau und Elbe eine sehr untergeordnete Bedeutung im Gesamtbinnschiffsverkehr, der Transport auf diesen beiden Flüssen wird daher nicht näher untersucht.

Die vom Projektteam vorgestellten Abschätzungen bezüglich der Anzahl der derzeit durchgeführten Ventilierungen konnten von den Anwesenden weder verifiziert noch widerlegt werden, da sowohl auf behördlicher als auch auf gewerblicher Seite keine entsprechenden Daten vorliegen.

TOP 6 : Erfassung der Grundlagen, Analyse und Bewertung von Abgasreinigungseinrichtungen – Konzept und Ergebnisse

Frau Bauer erläutert in einer zweiten Präsentation (siehe Anlage 2) das Konzept und Vorgehen sowie die vorläufigen Ergebnisse von Arbeitsschwerpunkt 2 des Projekts. Ergänzend zu der Präsentation werden Anmerkungen und Diskussionspunkte geäußert sowie Informationen zu den Anlagen ergänzt.

Zuerst wird ein Überblick über derzeit existierende bzw. in Planung befindliche Abgasreinigungsanlagen für Binnentankschiffe in Deutschland gegeben. Es wird von Seiten der Industrie darauf hingewiesen, dass über die vorgestellten Anlagen hinaus eine operationsfähige reine Entgasungsanlage (d.h. ohne Kombination mit einer Reinigung) in Deutschland existiert, die sich auf dem Gelände der BP-Raffinerie Lingen befindet. Diese dient aber lediglich für firmeninterne Zwecke und steht nicht Dritten zur Verfügung.

Bei bestehenden Abgasreinigungsanlagen in Raffinerien stellt oft die Größe der Gasspeicher einen Engpass dar. Bei mobilen Anlagen werden Fackeln in der Regel nur für Störfälle genehmigt; eine Ge-

⁴⁷ <http://www.lai-immissionsschutz.de/servlet/is/20172/> („Übersicht über die zuständigen Behörden bei der Ventilierung bei Binnentankschiffen (Stand: 25. April 2013)“)

⁴⁸ Siehe http://www.ce.nl/publicatie/update_estimate_emissions_degassing_inland_tank_vessels/1436

Genehmigung solcher Anlagen für den normalen Dauerbetrieb bei einer Entgasung ist sehr unwahrscheinlich.

Borbeigene Anlagen haben sich bei Untersuchungen als weder betriebswirtschaftlich rentabel noch volkswirtschaftlich sinnvoll erwiesen. Die Kosten für borbeigene Anlagen liegen bei derzeit ca. 1-1,5 Mio. €, die Kosten für ein neues Schiff liegen im Vergleich bei ca. 4-5 Mio. €. Zudem benötigen borbeigene Anlagen sehr viel Platz und entsprechendes Know-how, um adäquat bedient zu werden. Auch borbeigene Entgasungsanlagen auf Seeschiffen sind den Anwesenden nicht bekannt.

Schwimmende Anlagen, z.B. auf Leichtern installiert, könnten eine geeignete Lösung sein, da sie im Bedarfsfall flexibel an die zu entgasenden Binnentankschiffe befördert werden können.

Auch Möglichkeiten für Synergien mit der Seeschifffahrt und den Seehäfen sind zu prüfen. Dies könnte zu einer besseren Auslastung der bereits in einigen Häfen installierten bzw. geplanten Entgasungsanlagen führen. Es würde sich lohnen, ein Betriebsmodell für die Häfen Amsterdam, Rotterdam und/oder Antwerpen zu untersuchen. Die deutschen Häfen Hamburg und Bremen eignen sich hierfür weniger, da diese Häfen nicht so stark durch den Umschlag von Chemie- und Petrolprodukten geprägt sind.

Die geeignete Lösung könnte auch aus einem flexiblen, integrativen Gesamtsystem bestehen. Dabei wird nicht ausgeschlossen, dass größere Be- und Entladestandorte außerhalb dieses Systems auch eigene Anlagen zur Entgasung betreiben.

Generell besteht noch Diskussionsbedarf, ob eine Schiffsreinigungsanlage mit Entgasungsmöglichkeit und anschließender Verbrennung der Gase (wie derzeit im Hafengebiet Duisburg geplant) für Binnentankschiffe der Definition einer Abgasreinigungsanlage gemäß der 20. BImSchV entspricht.

Derzeit findet eine Revision des Begriffes „Gasfreiheit“ statt; eine ADN-Arbeitsgruppe überprüft die derzeit geltende Definition. Auch ist von den Qualitätsanforderungen her die Gasfreiheit für Ladungswechsel möglicherweise eine andere als die Gasfreiheit für Reparaturen und sicherheitstechnischen Arbeiten an Bord mit Feuer. Dies sollte entsprechend berücksichtigt werden, da gerade im Hinblick auf die Dauer des Entgasungsvorgangs ein großer Unterschied zwischen < 10% UEG oder z.B. <15-20% UEG besteht.

Hinsichtlich der Planungssicherheit von Anlagenbetreibern wird v.a. die mehrjährige Dauer von Genehmigungsverfahren für eine Anlage als problematisch gesehen.

Bei der Genehmigung schwimmender Anlagen ist zu beachten, dass diese eventuell als „Binnenschiffe“ zugelassen werden müssen. Wenn das Restprodukt, das bei der Rückgewinnung anfällt, auf einem Schiff (z.B. einem Leichter) abtransportiert wird, ist zudem zu klären, ob das (oft heterogene) Restprodukt selbst ein Gefahrgut darstellt. Dann ist für dieses Schiff auch eine Gefahrgut-Zulassung zu beantragen.

Erfahrungen aus der Lösung eines in der Vergangenheit ähnlich gelagerten Problems, der Entsorgung des Bilgenwassers, werden angesprochen. Hieraus können Systemelemente genutzt werden. So hat etwa Österreich hohe EU-Subventionen für die Bilgenentölung enthalten; dies führte zu einer erheblichen Beschleunigung des Prozesses und der Förderung einer strukturierten Vorgehensweise.

Beim vorgestellten Szenario 3 (Aufnahme von gasförmigen Resten in das CDNI) ist zu beachten, dass die jeweiligen Verantwortlichkeiten für das Entgasen des Schiffes davon abhängen, ob die Anforderungen aus dem CDNI angewandt werden (insbesondere die Übernahmepflicht des Empfängers), oder ob die Regelung in ein anderes rechtliches Regime eingebettet ist. Einer vorgeschlagenen Erweiterung der Formulierung für Szenario 3 wird zugestimmt: „Entgasungsmöglichkeiten an Löschstellen oder bei Dienstleistern.“ Somit haben die Löschstellen auch die Möglichkeit, mit der Entgasung einen externen Dienstleister zu beauftragen.

Bei der Finanzierung der Szenarien wird vom BMU darauf hingewiesen, dass es für einmalige Investitionskosten Möglichkeiten für Zuschüsse gibt, z.B. über das Klimaprogramm der EU. Dennoch stellt sich das Problem, wer – z.B. nach einer öffentlichen Finanzierung dieser Investitionskosten – die Anlagen anschließend wirtschaftlich weiter betreibt und wer die laufenden Betriebskosten trägt. Eine mögliche Lösung könnte die Kombination von Leistungsangeboten durch einen privaten Investor sein. Der Staat könnte hierfür einen Anschub leisten.

Die Möglichkeit eines Pilotprojektes ist zu prüfen; dadurch könnten praktische Daten und Erfahrungen gesammelt werden. Wenn das Angebot zu einer Entgasung kostenlos ist, wird es eventuell von vielen Binnentankschiffen genutzt. Für einen Förderungsvorschlag muss allerdings eine Perspektive der nachhaltigen Finanzierung auf Dauer unbedingt bereits aufgezeigt werden.

Von Seiten der Industrie wird nochmals explizit darauf hingewiesen, dass die relevanten Kostenbeiträge, u.a. auch für das Entgasen, für eine Reederei oder einen Partikulier immer ein Entscheidungskriterium darstellen, ob ein Reiseauftrag mit Ladungswechsel angenommen und durchgeführt wird oder nicht. Dies ist immer eine Einzelentscheidung; daher hängt die Nachfrage nach der Nutzung einer Entgasungsanlage entscheidend vom Preis ab, den der Schiffsbetreiber dafür zahlen muss.

In diesem Zusammenhang besteht auch die Möglichkeit, das Entgasen von Binnentankschiffen mit anderen Dienstleistungen für die Binnenschifffahrt zu kombinieren, wie z.B. von einem Entsorgungs-/Recycling-Unternehmen geplant ist.

Es wird die Notwendigkeit für eine klare Rechtsgrundlage für den Bedarf an Entgasung konstatiert; hierzu gehört auch die Festlegung von Randbedingungen und Übergangsfristen. Auch für die Betreiber von Binnentankschiffen besteht hier ein dringender Bedarf an klarer Information.

Nach Aussage aus dem Ministerium für Infrastruktur und Umwelt der Niederlande ist dort die Ausweitung des Entgasungsverbots auf weitere Stoffe geplant. In der Studie könnte möglicherweise die Notwendigkeit dargelegt werden, ein einheitliches Recht auf europäischer Ebene zu schaffen.

TOP 7: Diskussion, nächste Schritte

Die Fragestellung sollte auch von einer Perspektive in Richtung auf Break-even-points ergänzt werden: Was müsste eine Entgasung kosten, bzw. wie viele Schiffe müssten sie in Anspruch nehmen, damit sie dauerhaft wirtschaftlich tragfähig ist?

Für die nächste Sitzung des GRTS Steering Committee (Gaseous Residues of Liquid Cargo in Inland Tanker Shipping) im Rahmen des CDNI-Abkommens am 10.12.2013 in Duisburg wird eine Vorstellung des Projekts durch den Auftragnehmer gewünscht, diese hat in Absprache mit dem UBA auch zwischenzeitlich stattgefunden. Das GRTS-Projekt widmet sich der Problematik der Behandlung gasförmiger Ladungsrückstände und beschäftigt sich mit den 10-15 hauptsächlich in der Binnenschifffahrt transportierten Stoffen. Das Steering Committee erarbeitet derzeit auch Guidelines für Anlagen zum Entgasen von Binnentankschiffen.

Frau Bauer bedankt sich in einem Schlusswort bei allen Teilnehmern für die Anwesenheit und die wertvollen Beiträge zur Diskussion.

Alle präsentierten Folien wurden den Teilnehmern elektronisch zur Verfügung gestellt.

Die Studie wird voraussichtlich im Zeitraum März/April 2014 veröffentlicht.

8.4 Leitdatei für Gütergruppe 07.2 – Flüssige Mineralölerzeugnisse

Die folgende Leitdatei für Plausibilitätsprüfungen, anhand derer die Mitarbeiter/-innen in den statistischen Landesämtern Güter zuordnen können, wurde vom Statistischen Bundesamt für die Gütergruppe 07.2 – Flüssige Mineralölerzeugnisse des Einheitlichen Güterverzeichnisses für die Verkehrstatistik – 2007 (NST-2007) erstellt. Sie umfasst die folgenden Güter: ⁴⁹

- ▶ Mineralleichtöl
- ▶ Mineralölerzeugnisse, s.n.g.
- ▶ Mineralschmieröle
- ▶ Biodiesel
- ▶ Entzündliche Flüssigkeit, brennbare Flüssigkeit
- ▶ Schweröl, nicht zum Verheizen
- ▶ Motorenöl
- ▶ Rapsöl (für die Herstellung von Benzin)
- ▶ Naphtha
- ▶ Düsentreibstoff, s.n.g.
- ▶ Kerosin
- ▶ Transformatorenöl
- ▶ Turbinenkraftstoff
- ▶ Vergaserkraftstoffe, s.n.g.
- ▶ Gasöl
- ▶ Leuchtpetroleum
- ▶ Heizöl
- ▶ Heizöl, mittel, mittelschwer, schwer
- ▶ Heizpetroleum
- ▶ Heizöl, leicht, extra leicht
- ▶ Flammable Liquid (brennbare Flüssigkeit, entzündliche Flüssigkeit)
- ▶ Brennbare Flüssigkeit, entzündliche Flüssigkeit
- ▶ Ablauföl
- ▶ Altöl, s.n.g.
- ▶ Biodiesel
- ▶ Schmieröl
- ▶ Benzin, Benzin-Benzolgemisch
- ▶ Dieselkraftstoff
- ▶ Schmierfette, -öle, s.n.g.
- ▶ Dieselöl
- ▶ Petroleum

⁴⁹ E-Mail-Kommunikation mit Herrn Mario Sainisch, Statistisches Bundesamt, E3 – Schifffahrt, 30. September 2013.

8.5 Warenverzeichnis für Meldungen des Außenhandels mit Mineralölprodukten

Warennr.	Warenkurzbezeichnung	Warenbezeichnung
2707 10 00	BK	Benzole
2707 20 00	BK	Toluole
2707 30 00	BK	Xylole
2707 40 00	BK	Naphthalin
2707 50 00	BK	andere Mischungen aromatischer Kohlenwasserstoffe, bei deren Destillation nach ASTM D 86 bis 250 °C einschließlich der Destillationsverluste mindestens 65 RHT übergehen
		andere:
2707 91 00	BK	Kreosotöle
2707 99 11	BK	andere Kreosotöle, rohe Leichtöle
2707 99 20	BK	schwefelhaltige Kopfprodukte, Anthracen
		Leichtöle und Zubereitungen:
2710 12 11	RB	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
2710 12 15	RB	- zur chemischen Umwandlung
		Spezialbenzine:
2710 12 21	TB	Testbenzin
2710 12 25	SB	andere
		Motorenbenzin:
2710 12 31	FB	Flugbenzin
2710 12 41	VK	Motorenbenzin, Normal unverbleit
2710 12 45	VK	Motorenbenzin, Eurosuper
2710 12 49	VK	Motorenbenzin, Super plus
2710 12 51	VK	Motorenbenzin, Normal verbleit
2710 12 59	VK	Motorenbenzin, Super verbleit
1000 11 41	BO	Bio -Zusätze Ottokraftstoff
2710 12 70	FL	Flugturbinenkraftstoff, leicht
2710 12 90	BK	andere Leichtöle
		mittelschwere Öle:
2710 19 11	MK	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
2710 19 15	MK	- zur chemischen Umwandlung
2710 19 21	FS	Flugturbinenkraftstoff
2710 19 25	AL	andere Leuchtöle (z.B. Petroleum)
2710 19 29	MK	andere mittelschwere Öle
		Gasöle:
2710 19 31	MK	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
2710 19 35	MK	- zur chemischen Umwandlung

Warennr.	Warenkurzbezeichnung	Warenbezeichnung
27 10 19 43	DK	Schwefelgehalt < 0,001 GHT
27 10 19 46	EL	Schwefelgehalt > 0,001 GHT bis 0,002 GHT
27 10 19 47	EL	Schwefelgehalt > 0,002 GHT bis 0,1 GHT
27 10 19 48	EL	Schwefelgehalt > 0,1 GHT
1000 19 41	BM	Bio - Zusätze Dieseldieselkraftstoff
		Heizöle:
27 10 19 51	HK	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
27 10 19 55	HK	- zur chemischen Umwandlung
27 10 19 62	HS	Schwefelgehalt < 0,1 GHT
27 10 19 64	HS	Schwefelgehalt > 0,1 GHT bis 1 GHT
27 10 19 68	HS	Schwefelgehalt > 1 GHT
		Schmieröle, andere Öle
27 10 19 71	SS	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
27 10 19 75	SS	- zur chemischen Umwandlung
27 10 19 81	SS	Motorenöle, Kompressorenöle, Turbinenöle
27 10 19 83	SS	Hydrauliköle
27 10 19 85	SS	Weißöle, Paraffinum liquidum
27 10 19 87	SS	Getriebeöle
27 10 19 91	SS	Metallbearbeitungsöle, Formöle, Korrosionsschutzöle
27 10 19 93	SS	Elektroisolieröle
27 10 19 99	SS	andere Schmieröle und andere Öle
		Gasöle, die Biodiesel enthalten:
27 10 20 11	DK	Schwefelgehalt < 0,001 GHT
27 10 20 15	EL	Schwefelgehalt > 0,001 GHT bis 0,002 GHT
27 10 20 17	EL	Schwefelgehalt > 0,002 GHT bis 0,1 GHT
27 10 20 19	EL	Schwefelgehalt > 0,1 GHT
		Heizöle:
27 10 20 31	HS	Schwefelgehalt < 0,1 GHT
27 10 20 35	HS	Schwefelgehalt > 0,1 GHT bis 1 GHT
27 10 20 39	HS	Schwefelgehalt > 1 GHT
27 10 20 90	HS	andere Öle
27 10 91 00	SS	Ölabfälle, PCB, PCT, PBB
27 10 99 00	SS	andere Ölabfälle
		Erdgas:
27 11 11 00	FG	Erdgas verflüssigt
27 11 12 11	FG	Propan als Kraft-, Heizstoff
27 11 12 19	FG	- zu anderer Verwendung
27 11 12 91	FG	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
27 11 12 93	FG	- zur chemischen Umwandlung
27 11 12 94	FG	- mit einem Reinheitsgrad > 90% bis < 99%

Warennr.	Warenkurzbezeichnung	Warenbezeichnung
27 11 12 97	FG	- andere
		Butane:
27 11 13 10	FG	- zur Bearbeitung in begünstigten Verfahren
27 11 13 30	FG	- zur chemischen Umwandlung
27 11 13 91	FG	- mit einem Reinheitsgrad > 90% bis < 95%
27 11 13 97	FG	- andere
27 11 14 00	FG	Ethylen, Propylen, Butylen, Butadien
27 11 19 00	FG	andere Flüssiggase
27 11 21 00	FG	Erdgas
27 11 29 00	FG	andere Erdgase
27 12 10 10	WP	Vaselin, roh
27 12 10 90	WP	Vaselin, andere
27 12 20 10	WP	Paraffin, Ölgehalt < 0,75%, synthetisch
27 12 20 90	WP	andere Paraffine
27 12 90 11	WP	Ozokerit, Montanwachs, Torfwachs, roh
27 12 90 19	WP	Ozokerit, Montanwachs, Torfwachs, andere
27 12 90 31	WP	andere Wachse, roh, zur Bearbeitung
27 12 90 33	WP	andere Wachse, roh, zur chem. Umwandlung
27 12 90 39	WP	andere Wachse, roh, zu anderer Verwendung
27 12 90 91	WP	andere Wachse, Gemisch von 1-Alkenen
27 12 90 99	WP	andere Wachse
27 13 11 00	PK	Petrolkoks, nicht calciniert
27 13 12 00	PK	Petrolkoks, calciniert
27 13 20 00	BT	Bitumen aus Erdöl
27 13 90 10	AR	andere Rückstände aus Erdöl zur Herstellung
27 13 90 90	AR	andere Rückstände aus Erdöl, andere
27 15 00 00	BT	Bituminöse Mischungen auf der Grundlage von Naturasphalt
3403 19 90	SS	andere zubereitete Schmiermittel

Abkürzungen, soweit für diese Studie relevant:

BK = Benzinkomponenten

RB = Rohbenzin

MK = Mitteldestillatkomponenten

HK = Heizöl schwer Komponenten

Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Referat 423 (Stand: Januar 2013)

8.6 Auszüge aus dem ADN

7.2.3.7.1: Entladene oder leere Ladetanks, die gefährliche Stoffe der Klasse 2 oder der Klasse 3 mit einem Klassifizierungscode in Kapitel 3.2 Tabelle C Spalte 3b, der den Buchstaben „T“ enthält, der Klasse 6.1 oder der Klasse 8 mit Verpackungsgruppe I enthalten haben, dürfen entweder nur durch sachkundige Personen gemäß Unterabschnitt 8.2.1.2 oder nur durch von der zuständigen Behörde zugelassene Firmen entgast werden. Das Entgasen darf nur an von der zuständigen Behörde zugelassenen Stellen erfolgen.

7.2.3.7.2 Entladene oder leere Ladetanks, die andere als die in Absatz 7.2.3.7.1 genannten gefährlichen Stoffe enthalten haben, dürfen während der Fahrt oder an von der zuständigen Behörde zugelassenen Stellen mittels geeigneter Lüftungseinrichtungen bei geschlossenen Tankklukendeckeln und Abführung der Gas/Luftgemische durch dauerbrandsichere Flammendurchschlagsicherungen entgast werden.

Im normalen Betrieb muss an der Austrittsstelle des Gas-/Luftgemisches dessen Produktkonzentration weniger als 50 % der unteren Explosionsgrenze betragen. Geeignete Lüftungseinrichtungen bei der saugenden Entgasung dürfen nur mit einer unmittelbar auf der Saugseite des Ventilators vorgeschalteten Flammendurchschlagsicherung betrieben werden. Die Gaskonzentration ist bei blasendem oder saugendem Betrieb der Lüftungseinrichtungen während der ersten zwei Stunden nach Beginn des Entgasens stündlich von einem Sachkundigen nach Absatz 7.2.3.15 zu messen. Die Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.

Im Bereich von Schleusen einschließlich ihrer Vorhöfen ist das Entgasen verboten.

7.2.3.7.4 Der Entgasungsvorgang muss während eines Gewitters und, wenn infolge ungünstiger Windverhältnisse außerhalb des Bereichs der Ladung vor der Wohnung, dem Steuerhaus oder Betriebsräumen mit gefährlichen Gaskonzentrationen zu rechnen ist, unterbrochen werden. Der kritische Zustand ist erreicht, sobald durch Messung mittels tragbaren Messgeräts Konzentrationen von mehr als 20 % der unteren Explosionsgrenze in diesen Bereichen nachgewiesen worden sind.

7.2.3.7.5 Wenn nach dem Entgasen der Ladetanks mit Hilfe der in Kapitel 3.2 Tabelle C Spalte 18 genannten Geräte festgestellt wird, dass weder die Konzentration an brennbaren Gasen innerhalb der Ladetanks über 20 % der unteren Explosionsgrenze liegt noch eine bedeutsame Konzentration an giftigen Gasen feststellbar ist, darf die Bezeichnung nach Kapitel 3.2 Tabelle C Spalte 19 vom Schiffsführer weggenommen werden.

7.2.3.7.6 Vor der Durchführung von Arbeiten, die mit Gefahren gemäß Abschnitt 8.3.5 verbunden sein können, sind die Ladetanks und die im Bereich der Ladung befindlichen Rohrleitungen zu reinigen und zu entgasen. Das Ergebnis ist in einer Gasfreiheitsbescheinigung festzuhalten. Die Gasfreiheit darf nur durch Personen festgestellt und bescheinigt werden, die hierfür von der zuständigen Behörde zugelassen sind.

8.7 Entladebescheinigung

ANHANG IV der Anwendungsbestimmung Muster (Ausgabe 2010) Entladebescheinigung

Ladungsempfänger/Umschlagsanlage

(Name/Firma, Anschrift) _____

1. Wir haben aus dem Schiff _____ (Name) _____ (ENI)

Laderaum/-tank Nr. _____

2. _____ kg _____
(Menge) l _____ entladen.
(Güterart und Güternummer nach Anhang III Anwendungsbestimmung)

3. Anmeldung am _____ (Datum) _____ (Uhrzeit)

4. Beginn des Entladens am _____ (Datum) _____ (Uhrzeit)

5. Ende des Entladens am _____ (Datum) _____ (Uhrzeit)

Aus den Laderäumen/Ladetanks Nr. _____ wurde

- 6.a Restladung nicht übernommen, da nach Erklärung des Schiffsführers Einheitstransporte durchgeführt werden;
6.b Flüssige Restladung nicht übernommen, gemäß den Übergangsbestimmungen des Artikels 6.02, Absatz 1.b) von Teil B der Anlage 2;
7. Restladung wurde übernommen.

Die Laderäume/Ladetanks Nr. _____ wurden

8. besenrein/nachgezinkt übergeben (Entladungsstandard A nach Anhang III der Anwendungsbestimmung);
9. vakuumrein übergeben (Entladungsstandard B nach Anhang III der Anwendungsbestimmung);
10. gewaschen übergeben.
11. Waschwasser _____ m³ und/oder Slops _____ l wurden übernommen.
12. Umschlagsrückstände wurden übernommen.

Das Waschwasser/Ballastwasser/Niederschlagswasser der angegebenen Laderäume/Ladetanks

13. kann unter Beachtung der Bestimmungen des Anhangs III der Anwendungsbestimmung in das Gewässer eingeleitet werden;
14. wurde übernommen;
15. muss bei der Annahmestelle _____ (Name/Firma) abgegeben werden, die durch uns beauftragt wurde;
16. muss laut Beförderungsauftrag abgegeben werden.

17. _____ (Ort) _____ (Datum)

(Stempel/Name in Blockschrift und Unterschrift)

Bestätigung des Schiffsführers

18. Die Angaben unter den Nummern 1 bis 16 werden bestätigt.
19. Ladetanks sind nachgelentzt (Entladungsstandard A nach Anhang III der Anwendungsbestimmung) und die Restladung ist zwischengelagert im
- a) Restetank _____ l
 - b) IBC _____ l
 - c) ortsbeweglichen Tank _____ l

20. Bemerkungen: _____

21. _____ (Datum) _____ (Name in Blockschrift und Unterschrift des Schiffsführers)

Annahmestelle

(Name/Firma, Anschrift) _____

Abgabebestätigung

(nur erforderlich, wenn Nr. 15 oder Nr. 16 angekreuzt sind)

22. Die Abgabe von Abfällen aus dem Ladungsbereich gemäß Güterart und Güternummer nach Nummer 2 wird bestätigt:
- a) Waschwasser: _____ m³ code : _____ *)
 - b) Ballastwasser: _____ m³ code : _____ *)
 - c) Niederschlagswasser: _____ m³ code : _____ *)
 - d) Slops: _____ kg oder _____ l.
 - e) Restladung gemäß Nummer 19

23. Bemerkungen: _____

24. Über die Abgabe wurde dem Schiffsführer eine besondere Bescheinigung übergeben.

25. _____ (Ort) _____ (Datum) _____ (Stempel/Name in Blockschrift und Unterschrift)

Zutreffendes ankreuzen

*) Klassifizierung der Abfälle nach Verordnung (EG) Nr. 1013/2006