

**Antworten auf eingegangene Stellungnahmen im Rahmen der Umwelt-  
Verträglichkeits-Untersuchung „Erweiterung des Tanklagers der Tanklux S.A. im  
Hafen Mertert“- hier: Studie Luftreinhaltung „Immissionsprognose für die Erweiterung  
des Tanklagers der Tanklux S.A. im Hafen Mertert“ (TÜV Gutachten 936/21232219/A  
vom 27.06.2016)**

Dr. Kai Born und Dr. Hendrik Merbitz, TÜV Rheinland Energy GmbH

**Antworten auf eingegangene Stellungnahmen:**

Seite	Punkt	Sachverhalt / Kritik			Entgegenhaltung	Belege		Anmerkungen / Erläuterungen
		Allgemein / Thematik	Detail	Kritik		Doku- ment	Quell- e(n) im Detail	
27	5.1	Studie Luftreinhaltung	Meteorol- ogische Datenbas- is	<b>Verwendete Daten nicht repräsentativ</b>	Von den vorhandenen Messungen (Grevenmacher, Wasserbillig, ) ist Wasserbillig die verlässlichste und wegen der Lage nahe der Talsohle ähnlichste Station.			Erläuterungen s. separaten Text
29 ff.	5.2	Studie Luftreinhaltung	Emission- sberechn- ung	<b>Zu geringe Emissionsmasse- nström im Vergleich zu Tanklager Bertrange</b>	Es handelt sich um ein fast 20 Jahre altes Gutachten für eine mehr als 20 Jahre alte Anlage. Die Anforderungen an die Dichtigkeit von Tanks haben sich seitdem enorm erhöht.  Die größten Differenzen in den Abschätzungen der Emissionen tauchen an den Punkten „Verladung in TKW“ bzw. bei Tankstellen bei „Emission durch Verschütten von Benzin und durch Entweichen von Benzindampf aus den Tankstutzen“ auf. Beide Prozesse sind nur sehr unsicher zu erfassen; es ist aber nicht einleuchtend, weshalb gerade diese mehr als 50% der erwarteten Emissionen ausmachen sollen.  Eine Berechnung der Beladungsverluste aus den Volumenströmen an der VRU und den Grenzwerten für Gesamtkohlenstoff zeigt sehr viel kleinere Emissionsmengen, als auf Basis der Zahlen aus der Studie für Bertrange von 1998 berechnet würden.			Erläuterungen s. separaten Text

**Meteorologische Messungen in der Umgebung von Grevenmacher**

Das Tanklager zwischen Grevenmacher und Mertert liegt direkt in der Talsohle der Mosel,  
auf ca. 140 m ü. NHN.

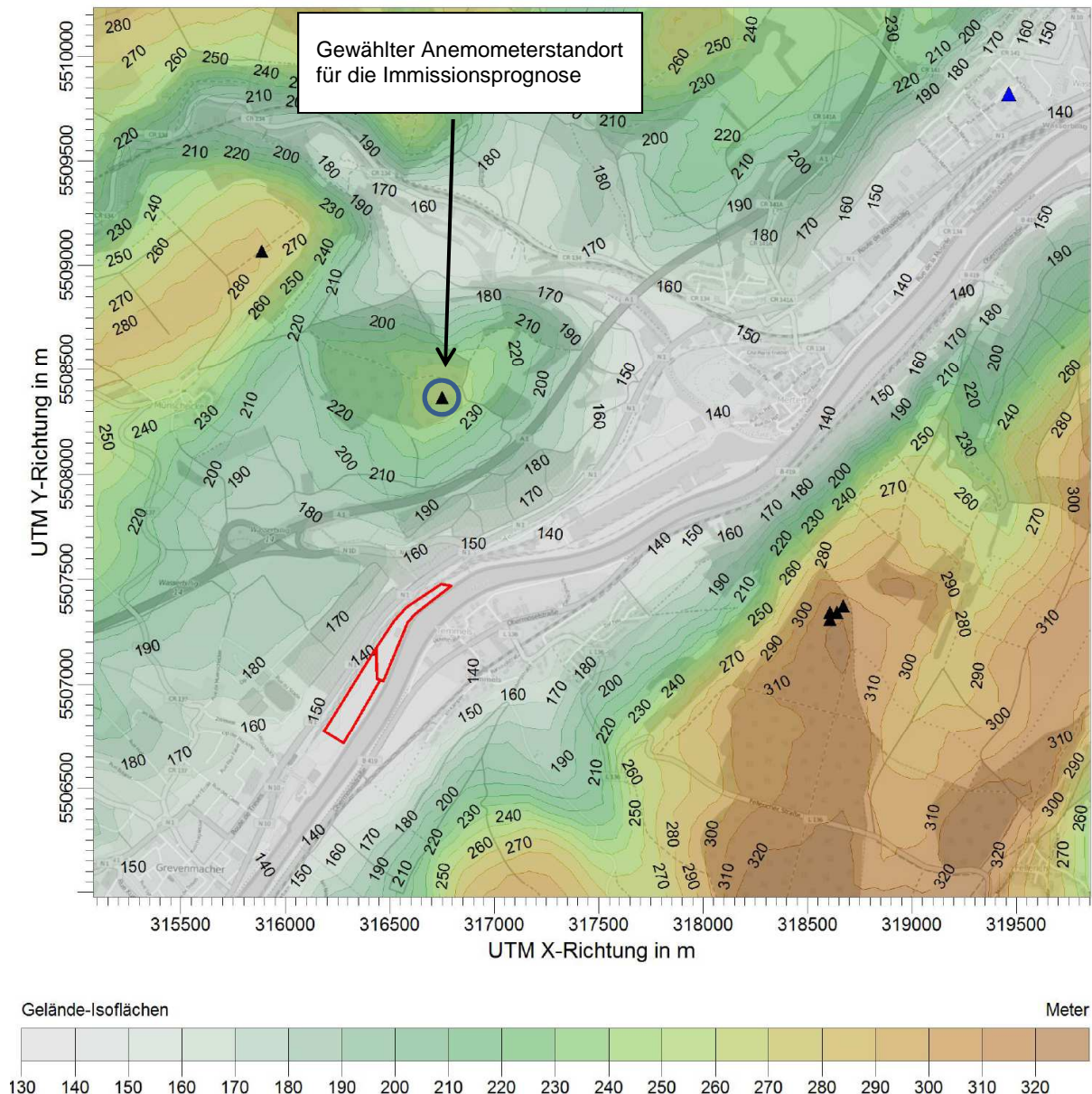
Die nächstgelegenen Stationen sind Grevenmacher (Agrarmeteorologie Luxemburg) und  
Wasserbillig (meteogroup). Die Messstation Grevenmacher liegt auf 190 m ü. NHN, also  
etwas oberhalb der Mosel exponiert auf einem kleinen Hügelrücken. Die Station liegt nicht  
frei, sie steht direkt neben einem ähnlich hohen Haus (s. Luftbild, Schattenwurf). Durch die  
Lage auf dem Hügel ist eine höhere mittlere Windgeschwindigkeit, durch die Lage neben  
dem Haus eine leichte Richtungsablenkung der Windrichtungsmaxima zu erwarten.  
Erfahrungsgemäß nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m ü. Gr. von 1-1,5 m/s im

Flusstal der Mosel (z. B. Wasserbillig) bis auf 3-3,5 m/s auf den frei liegenden Hügeln an der Mosel (z. B. Trier-Petrisberg) zu. Grevenmacher liegt mit 1,9 m/s im 10-Jahresmittel bereits etwas oberhalb der erwarteten Windgeschwindigkeit in der Talsohle.

Es wird angeführt, dass bei nicht vorhandenen Messungen am Standort „in der Regel mittels eines Windfeldprogrammes auf den Standort übertragen wird“. Diese Methodik wird wegen ihrer Unzulänglichkeit in speziellen Fällen heute nur noch in „Notfällen“ angewendet, vor allem da die Datenbasis sich gegenüber früheren Jahren deutlich vergrößert hat. Es ist richtig, dass der „Basispunkt“ (wir nennen es Ersatzanemometerposition, EAP, s. Richtlinie VDI 3783 Bl. 16) in diesem Fall klimatisch ähnlich wie die Messstation gelegen sein sollte. Die Anemometerposition muss dann in dem Modell auf einem exponierten Hügel oberhalb des Flusstales liegen. Das Modell AUSTAL2000 bzw. das angebundene diagnostische Windmodell TALDIA ist allerdings **nicht in der Lage, strahlungsbedingte Kaltluftabflüsse** in Flusstälern zu generieren. Daher werden in diesem Fall die vorhandenen Messungen in Wasserbillig, die bereits die Informationen zu den Kaltluftflüssen zumindest auf der Skala des Flusstals enthalten, verwendet.

Anforderungen an „Messstationen, die übertragen werden können“, sind **nicht** durch die WMO geregelt. Die Qualität und Art der Messungen ist durch die WMO geregelt, Anforderungen an die Übertragbarkeit sind in Deutschland in VDI-Richtlinien (z. B. VDI 3783 Bl. 20, Entwurf) geregelt und werden üblicherweise auch für Modellierungen in Luxemburg herangezogen.

Eine Übertragbarkeitsprüfung ist im vorliegenden Fall nicht durchzuführen, da die verwendete Station im Modellgebiet und in klimatisch und strömungstechnisch ähnlicher Umgebung liegt. Um den Einfluss steiler Hänge auf das diagnostische Windfeldmodell zu verringern, wurde das Anemometer im Modell auf den nächstgelegenen exponierten Hügel verlegt, wobei eine nach VDI 3783 Bl. 20 [1] berechnete Anemometerposition verwendet wurde. Diese Ersatzanemometerposition (EAP) liegt auf einem Hügel im Norden des Betriebsgeländes „Tanklux“ (siehe Abbildung 1). Diese EAP hat den Vorteil, dass (1) das diagnostische Windfeldmodell bessere Konvergenzraten als bei einem Standort im Tal aufweist, (2) die lokalen Kaltluftabflüsse in den Daten enthalten sind, und (3) die Windgeschwindigkeit im Tal nochmals reduziert wird (von ca. 1,5 m/s in 10 m Höhe auf ca. 1,2 m/s in 12 m Höhe), so dass die Vorhersage konservativer ist. Zum Vergleich: Die Windstation am Flughafen weist eine mittlere Windgeschwindigkeit von ca. 3,2 m/s auf.



**Abbildung 1: Ergebnis der Bestimmung von Ersatzanemometerpositionen nach VDI 3783 Blatt 20, schwarze Dreiecke: Ersatzanemometerpositionen, blaues Dreieck: Standort der Station Wasserbillig, rotes Polygon: Tanklager Tanklux**

Richtig ist die Bemerkung des Gegengutachters, dass das so gewonnene Windfeld nicht für Ausbreitungsrechnungen außerhalb der Talsituation verwendet werden sollte. Der Impact der Luftschadstoffe bleibt jedoch auf das Moseltal beschränkt.

Generell ist für die Verwendung in Ausbreitungsrechnungen Messungen gegenüber Modellierungen immer der Vorzug zu geben, es sei denn, die Modellrechnungen konnten an Messungen kalibriert und validiert werden.

Für die Berechnung der AKTERM-Zeitreihe benötigt man Ausbreitungsklassen, die wiederum unter Zuhilfenahme von Bedeckungsdaten ermittelt werden. Als Bedeckungsdaten werden in der Regel Daten der nächsten verfügbaren Beobachtungsstation für Bedeckungen verwendet, das ist hier Trier-Petrisberg. Das ist für die Berechnung der AKTERM-Zeitreihe in Wasserbillig geschehen.

Die Auswahl der Station Wasserbillig ist wegen der dort geringen Windgeschwindigkeit und der hohen Häufigkeit atmosphärisch stabiler Situationen (Ausbreitungsklasse I und II) unter dem Aspekt der Ausbreitungsrechnung die konservativste Herangehensweise. Kaltluftflüsse vor allem in Talrichtung sind in den Messungen bereits enthalten, so dass diese nicht zusätzlich betrachtet werden müssen.

Da in diesem Fall zwei meteorologisch ausgebildete Gutachter (ArguSoft, Dipl.-Meteorol. Wolfram Bahmann, TÜV Rheinland, Dipl.-Meteorol. Dr. Kai Born) und die luxemburgische Umweltverwaltung der Auswahl der Station Wasserbillig trotz leichter Mängel zustimmen können, denken wir nach ausgiebiger interner Diskussion, dass die Auswahl der Station Wasserbillig die derzeit praktikabelste und der Fragestellung angemessene, konservative Herangehensweise ist.

Sowohl die Verwendung höherer Windgeschwindigkeiten als auch die Verwendung leicht „gedrehter“ Windmaxima der agrarmeteorologischen Station von Grevenmacher würden in den betrachteten Wohngebieten niedrigere Belastungswerte erzeugen.



**Abbildung 2:** Luftaufnahme der agrarmeteorologischen Station Grevenmacher (roter Punkt = Messmast).

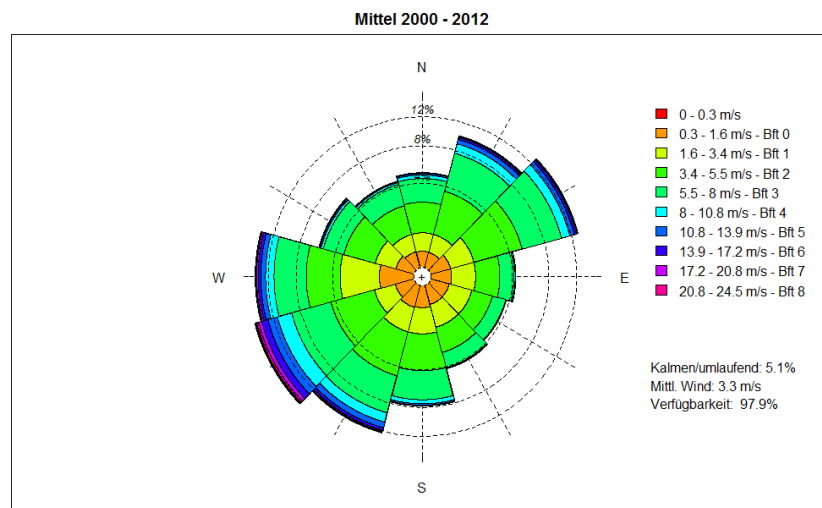
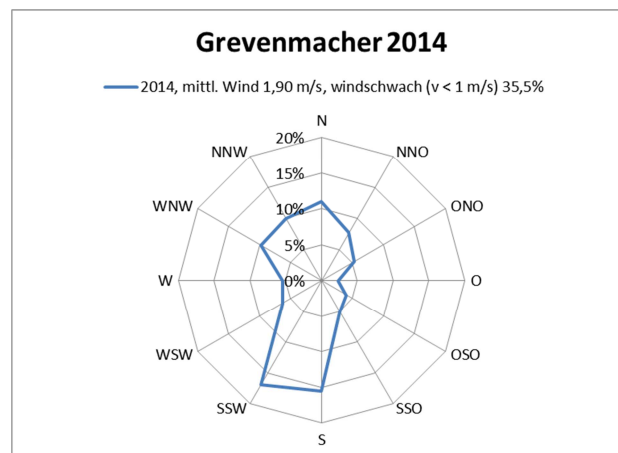
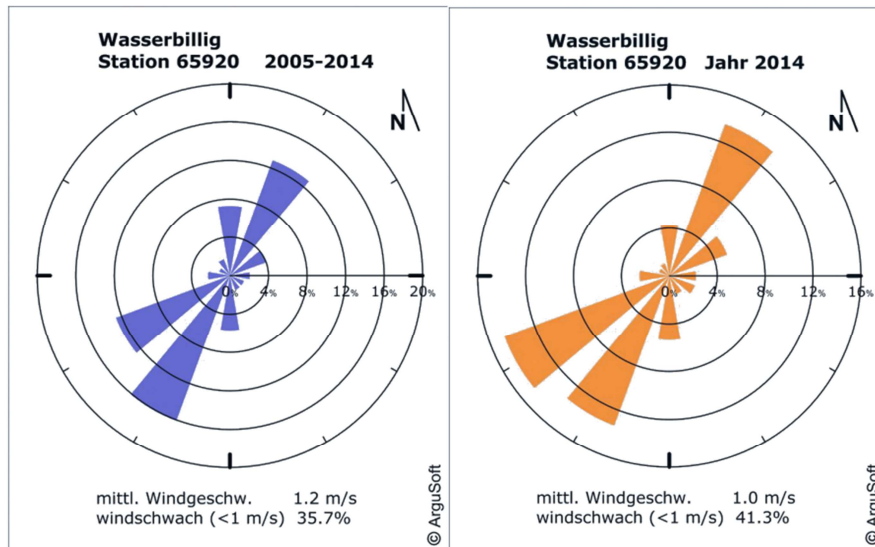
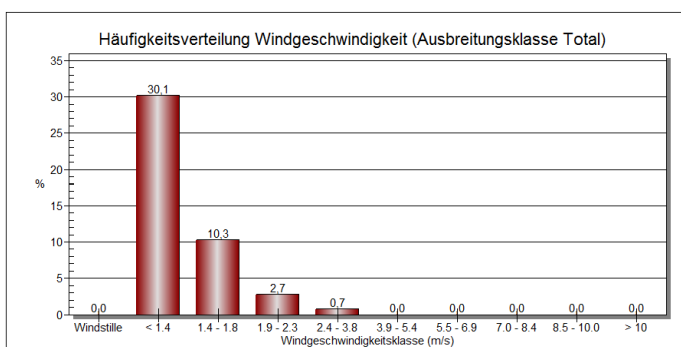
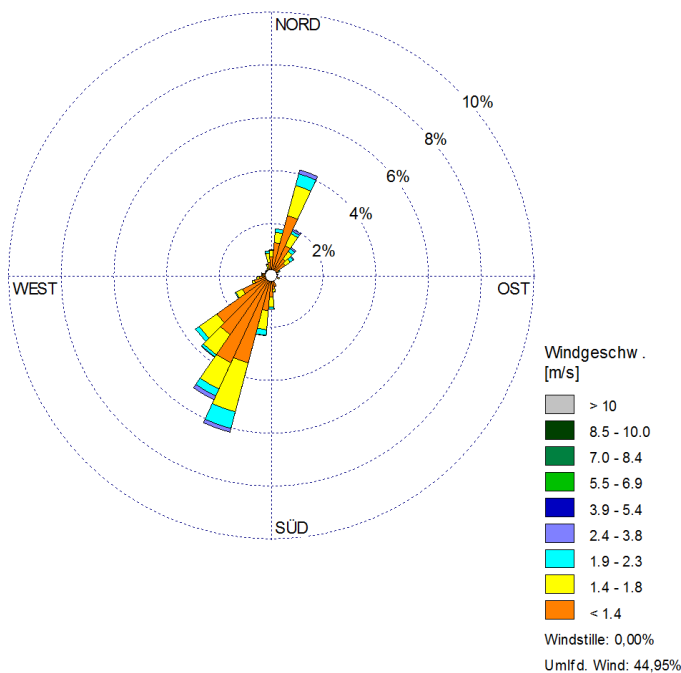


Abbildung 3: Windrosen in Wasserbillig (links oben), Grevenmacher (rechts oben) und Luxembourg Airport (unten).

Durch die Verlegung des Anemometerstandortes auf eine exponierte Bergkuppe, ca. 1 km nördlich des Tanklagers (250 m ü.NN) ergeben sich geringere Windgeschwindigkeiten am Standort des Tanklagers, als bei einem Anemometerstandort in gleicher Höhe. Die mittlere Windgeschwindigkeit, die das diagnostische Windmodell an der Anlage berechnet, liegt bei 1,15 m/s (siehe nachfolgende Abbildung). Somit ist die verwendete Meteorologie als sehr konservativ zu bezeichnen, da sie die Ausbreitungsverhältnisse in der Umgebung des Tanklagers pessimal abbildet und die Häufigkeit und Schwachwindlagen deutlich überschätzt. Der Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse ist implizit in den Winddaten enthalten, da eine talparallele Strömung der Kaltluft zu erwarten ist.



**Abbildung 4: Windrose und Verteilung der Windgeschwindigkeiten am Standort Tanklux auf Basis der übertragenen Zeitreihe Wasserbillig (Ergebnis des diagnostischen Windfeldmodells TALdia in 12 m Höhe über Grund)**

## Stellungnahme zu der Berechnung der VOC Emissionen

Die Berechnung der VOC-Emissionen erfolgte nach „EPA AP-42 Kap. 7.1 Organic Liquid Storage Tanks“ [2], abrufbar unter <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch07/index.html>

Der Gewichtsanteil von Benzol am gesamten VOC-Dampfgemisch wird in [1] auf 0,77 Gew.-% angegeben. Da Benzol die lufthygienisch kritische Komponente ist, wurde konservativ ein Benzolanteil von 1% an den nach [1] berechneten VOC-Emissionen angesetzt.

Die Entnahmeemissionen der mit Benzin gefüllten Festdachtanks werden der Dampf-Rückgewinnung (VRU) zugeführt.

Laut VDI 2440 [3] sind Wirkungsgrade für Dampf-Rückgewinnungsanlagen bei der Verladung von Otto-Kraftstoffen in Höhe von >99% anzusetzen. Laut Messprotokoll liegt der Wirkungsgrad der VRU bei >99,9% [4]. Da der geforderte Wert für den Wirkungsgrad bei 97% liegt, wurde jedoch konservativ davon ausgegangen, dass maximal 3% der Entnahmeemissionen der mit Benzin gefüllten Festdachtanks, die der VRU zugeführt werden, an der VRU in die Atmosphäre entweichen können (Spalte „VOC Entnahme VRU“).

Die Tankatmungsverluste der mit Benzin gefüllten Festdachtanks werden bei Ausdehnung des Gases der VRU zugeführt. Um einen eventuell auftretenden Rest an Tankatmungs-emissionen an den Tanks zu berücksichtigen, wurden hierfür 10% der Tankatmungsverluste angesetzt. Von den verbleibenden 90% der Tankatmungsverluste werden wiederum (analog zu den Entnahmeemissionen) 3% als Emission an der VRU veranschlagt.

Somit wurden die Emissionen der VRU in der Studie deutlich überschätzt.

Die Emissionen an den Armaturen für Umschlagvorgänge sind konstruktionsbedingt (verschlossener Schlauch, geschlossenes System) sehr gering. Sie wurden konservativ mit 10% aller Emissionen aus Entnahmevergängen angesetzt, wobei diese Menge zur Hälfte für die Anlieferung durch Schiffe und Kesselwagen und zur Hälfte für die Abholung durch die Tanklaster veranschlagt wird. Für die VRU wird angenommen, dass maximal 3% der Entnahmeemissionen der mit Benzin gefüllten Festdachtanks, die der VRU zugeführt werden, an der VRU noch in die Atmosphäre entweichen können. Für die Tankatmungsverluste der Festdachtanks, die ebenfalls der VRU zugeführt werden, wurde ein Rest von 10% als VOC- bzw. Benzol-Emissionen an den Tanks berücksichtigt.

Nachfolgend wird exemplarisch für einen der geplanten neuen Tanks (Tanks 43-46) die VOC-Emission gemäß [2] für die Lagerung von Benzin berechnet. Es handelt sich um Schwimmdachtanks.

Die VOC-Emissionen (in lb/Jahr) berechnen sich nach [2] Nr. 7.1.3.2 als Summe aus:

- Randdichtungsverlusten (Rim seal losses,  $L_R$ )
- Entnahmeverlusten (Withdrawal Losses,  $L_{WD}$ )
- Schwimmdach Bewegungsverlusten (deck fitting losses,  $L_F$ )
- Schwimmdach Nahtverlusten (deck seam losses,  $L_D$ )

Literaturquelle:

$$L_T = L_R + L_{WD} + L_F + L_D \quad (2-1)$$

where:

- $L_T$  = total loss, lb/yr
- $L_R$  = rim seal loss, lb/yr; see Equation 2-2
- $L_{WD}$  = withdrawal loss, lb/yr; see Equation 2-4
- $L_F$  = deck fitting loss, lb/yr; see Equation 2-5
- $L_D$  = deck seam loss (internal floating roof tanks only), lb/yr; see Equation 2-9

Quelle: [2]

Der Tank hat einen Innendurchmesser von 31 m, eine Kapazität von 18.000 m<sup>3</sup> und einen konservativ angenommenen Jahresumschlag von 9,33\*Kapazität = 167.940 m<sup>3</sup>/a. Die Berechnung erfolgt für Benzin, da der Dampfdruck sehr viel höher ist als bei Diesel.

Die Recheneinheiten entstammen dem amerikanischen Einheitensystem und lauten wie folgt:

ft = Fuss = 0,3048 m

psi = pound force per square inch (lbf / in<sup>2</sup>) = 0,0689476 bar

lb = pound = 0,453592 kg

bbl = Barrel = 0,158987295 m<sup>3</sup>

gal = Gallon = 0,00378541 m<sup>3</sup>

Nach Formel 2.2 (siehe unten) berechnen sich die **Randdichtungsverluste**  $L_R$  zu

$$L_R = 1 \text{ lb-Mol/ft a} * 101,7 \text{ ft} * 0,0589 * 68 \text{ lb/lb-Mol} * 1 = 407,3 \text{ lb/a} = \mathbf{184,7 \text{ kg/a}}$$

Literaturquelle:

$$L_R = (K_{Ra} + K_{Rb} v^n) DP^* M_V K_C \quad (2-2)$$

where:

- $L_R$  = rim seal loss, lb/yr
- $K_{Ra}$  = zero wind speed rim seal loss factor, lb-mole/ft·yr; see Table 7.1-8
- $K_{Rb}$  = wind speed dependent rim seal loss factor, lb-mole/(mph)<sup>n</sup>ft·yr; see Table 7.1-8
- $v$  = average ambient wind speed at tank site, mph; see Note 1
- $n$  = seal-related wind speed exponent, dimensionless; see Table 7.1-8
- $P^*$  = vapor pressure function, dimensionless; see Note 2

$$P^* = \frac{\frac{P_{VA}}{P_A}}{\left[ 1 + \left( 1 - \frac{P_{VA}}{P_A} \right)^{0.5} \right]^2} \quad (2-3)$$

where:

$P_{VA}$  = vapor pressure at daily average liquid surface temperature, psia;

See Notes 1 and 2 to Equation 1-21 and Note 3 below

$P_A$  = atmospheric pressure, psia

$D$  = tank diameter, ft

$M_V$  = average vapor molecular weight, lb/lb-mole; see Note 1 to Equation 1-21.

$K_C$  = product factor;

$K_C = 0.4$  for crude oils;

$K_C = 1$  for all other organic liquids.

Quelle: [2]

Die Entnahmeverluste  $L_{WD}$  werden wie folgt berechnet:

$$L_{WD} = \frac{(0,943 * 1.056.305,3 \text{ bbl/a} * 0,0075 \text{ bbl/1000 ft}^2 * 6,28 \text{ lb/gal})}{101,7 \text{ ft}} * \left[ 1 + \frac{2 * 0,5 \text{ ft}}{101,7 \text{ ft}} \right] = 465,7 \text{ lb/a} = \mathbf{211,2 \text{ kg/a}}$$

Literaturquelle:

Withdrawal Loss - The withdrawal loss from floating roof storage tanks can be estimated using Equation 2-4.

$$L_{WD} = \frac{(0.943) Q C_s W_L}{D} \left[ 1 + \frac{N_c F_c}{D} \right] \quad (2-4)$$

where:

- $L_{WD}$  = withdrawal loss, lb/yr
- $Q$  = annual throughput (tank capacity [bbl] times annual turnover rate), bbl/yr
- $C_s$  = shell clingage factor, bbl/1,000 ft<sup>2</sup>; see Table 7.1-10
- $W_L$  = average organic liquid density, lb/gal; see Note 1
- $D$  = tank diameter, ft
- 0.943 = constant, 1,000 ft<sup>3</sup>·gal/bbl<sup>2</sup>
- $N_c$  = number of fixed roof support columns, dimensionless; see Note 2
- $F_c$  = effective column diameter, ft (column perimeter [ft]/ $\pi$ ); see Note 3

Quelle: [2]

Die **Schwimmdach Bewegungsverluste**  $L_F$  berechnen sich als:

$$L_F = 62 \text{ lb-Mol/a} * 0,0589 * 68 \text{ lb/lb-Mol} * 1 = 248,3 \text{ lb/a} = \mathbf{112,6 \text{ kg/a}}$$

Literaturquelle:

$$L_F = F_F P^* M_V K_C \quad (2-5)$$

where:

- $L_F$  = the deck fitting loss, lb/yr
- $F_F$  = total deck fitting loss factor, lb-mole/yr

$$F_F = [(N_{F_1} K_{F_1}) + (N_{F_2} K_{F_2}) + \dots + (N_{F_{n_f}} K_{F_{n_f}})] \quad (2-6)$$

where:

- $N_{F_i}$  = number of deck fittings of a particular type ( $i = 0, 1, 2, \dots, n_f$ ), dimensionless
- $K_{F_i}$  = deck fitting loss factor for a particular type fitting ( $i = 0, 1, 2, \dots, n_f$ ), lb-mole/yr; see Equation 2-7
- $n_f$  = total number of different types of fittings, dimensionless
- $P^*$ ,  $M_V$ ,  $K_C$  are as defined for Equation 2-2.

The value of  $F_F$  may be calculated by using actual tank-specific data for the number of each fitting type ( $N_F$ ) and then multiplying by the fitting loss factor for each fitting ( $K_F$ ).

Quelle: [2]

Die Verluste aus Schwimmdach Nahtverlusten  $L_D$  berechnen sich als

**$L_D = 0 \text{ lb/a}$** , da es sich um ein geschweißtes, nicht geschraubtes Dach handelt.

Literaturquelle:

$$L_D = K_D S_D D^2 P^* M_V K_C \quad (2-9)$$

where:

$$\begin{aligned} K_D &= \text{deck seam loss per unit seam length factor, lb-mole/ft-yr} \\ &= 0.0 \text{ for welded deck} \\ &= 0.14 \text{ for bolted deck; see Note} \\ S_D &= \text{deck seam length factor, ft/ft}^2 \\ &= \frac{L_{\text{seam}}}{A_{\text{deck}}} \end{aligned}$$

where:

$$L_{\text{seam}} = \text{total length of deck seams, ft}$$

$$A_{\text{deck}} = \text{area of deck, ft}^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$D$ ,  $P^*$ ,  $M_V$ , and  $K_C$  are as defined for Equation 2-2.

Quelle: [2]

Somit berechnen sich die gesamten VOC Emissionen für einen der geplanten Schwimmdach-Tanks mit einem Innendurchmesser von 31 m und einer Kapazität von 18.000 m<sup>3</sup> bei einem Jahresdurchsatz von 168.000 m<sup>3</sup>/a als

184,7 kg/a + 211,2 kg/a + 112,6 kg/a + 0 kg/a = **508,5 kg/a** (im Gutachten auf S. 33 für Tanks 14 bis 17 angegeben).

Die Benzol Emissionen werden konservativ als 508,5 kg/a \* 0,01 = 5,08 kg/a berechnet.

Die Emissionen der bestehenden Festdachtanks berechnen sich nach [2] Kapitel 7.1.3.1, Formeln 1-1 bis 1-13.

Die VOC-Emissionen der Festdachtanks liegen in der Regel deutlich höher als bei Schwimmdachtanks.

Die Berechnung der Emissionen ist insgesamt als konservativ zu betrachten, da:

- für die Erweiterung ein Jahresumschlag von 9,33 x Lagerkapazität ausgegangen wird, obwohl laut Betreiber nur ein Umschlag von 1,3 x Lagerkapazität erwartet wird.
- ausschließlich Benzin als gelagerter Treibstoff angenommen wird, obwohl Benzin und Diesel gelagert werden soll (deutlich höhere VOC-Emissionen bei Benzin)
- 10% der Tankatmungsverluste, die – wie auch die Entnahmeverluste - vollständig der VRU zugeführt werden, als Emissionen an den Tanks angenommen wurden
- 3% aller Emissionen, die der VRU zugeführt werden (=90% aller Tankatmungsverluste der bestehenden Benzintanks + 100% der Entnahmeverluste der bestehenden Benzintanks), als freigesetzte Emission an der VRU angenommen wurden, obwohl laut Messbericht der Wirkungsgrad der VRU bei >99,9% liegt (=30-fache Überschätzung der VRU-Emissionen)
- für die Emissionen aus den Füllanlagen pauschal 10% aller Entnahmeverluste aus allen Tanks (Benzin+Diesel) angenommen wurden, auf Basis einer konservativ angesetzten Umschlagmenge, die den erwarteten Umschlag deutlich überschätzt (siehe dazu „Ergänzende Anmerkung zu den Verlusten durch Beladung von Tankwagen“).
- für Benzol ein Anteil von 1% am VOC-Gemisch angesetzt wurde, obwohl in der Literatur 0,77%-Anteil angegeben sind [2]

Nachfolgend sind wesentliche Unterschiede der Studie Tanklux 2016 gegenüber der Studie Bertrange 1998 aufgeführt:

<b>Tanklux 2016</b>	<b>Bertrange 1998</b>
Benzolanteil 1% gemäß [2]	Benzolanteil 3% am VOC
Berücksichtigung von Benzolemissionen auch bei Diesel/Heizöl	Berücksichtigung von Benzolemissionen nur bei Benzin
Berechnungsmethoden und VOC-Emissionsfaktoren nach EPA 2006	Berechnungsmethoden und VOC-Emissionsfaktoren nach EPA 1992
Berechnung der VOC-Verluste beim Befüllen der Tankwagen auf Basis der gesamten Entnahmeverluste aller Tanks (10% dieser Emissionen an Füllstationen angesetzt). Grund: Die Höhe der VOC-Freisetzung beim Befüllen von Tanklastern lässt sich nicht genau ermitteln, da sie von einer Vielzahl von Faktoren abhängt (Temperatur, Geschwindigkeit der Befüllung, Beschaffenheit der Innenseite des Tanks, u.a.). Die Annahme von 10% aller Entnahmeverluste aller Tanks an den Verfüllstationen (=2137 kg/a VOC) ist als hinreichend konservativ anzusehen, zumal die VRU mit einem Wirkungsgrad >99,9%	<p>Berechnung der VOC-Verluste beim Befüllen der Tankwagen mittels Emissionsfaktor (Gramm VOC pro m<sup>3</sup> verfülltes Benzin).</p> <p>Aus dem im Gutachten von 1998 [5] auf S. 15 angegebenen Emissionsfaktor von 0,0564 g VOC / m<sup>3</sup> Benzin (bei Berücksichtigung einer Rückführeffizienz der VRU von 97%) würde sich allerdings eine VOC-Emission von nur wenigen kg/a ergeben. Dieser Faktor ist somit zu hinterfragen.</p> <p>Die Herkunft und Anwendbarkeit des dort genannten Emissionsfaktors (APEM, 1992)</p>

nur minimale VOC-Emissionen aus den Tankwagen während der Befüllung zulassen dürfte.	ist für uns nicht überprüfbar.
Weiter Details sind im angehängten Addendum diskutiert.	

Darüber hinaus sind Unterschiede in der Höhe der VOC Emissionen auch darin begründet, dass andere Parameter für die Eigenschaften der Tanks im Jahre 1998 angenommen wurden. So sind für die Erweiterung des Tanklagers Mertert besonders emissionsarme Tanks (geschweißtes Dach, statt geschraubt, nur 2 Öffnungen für Lüftung/Ventile) mit Schwimmdächern vorgesehen.

Dr. Kai Born und Dr. Hendrik Merbitz

TÜV Rheinland Energy GmbH

Köln, 14.02.2017

## Literaturverzeichnis

- [1] VDI, „Richtlinie 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft,“ 2015.
- [2] EPA Environmental Protection Agency, USA., „AP 42, 5th edition, Vol. I, Chapter 7: Liquid Storage Tanks,“ 2006.
- [3] VDI, „Richtlinie 2440: Emissionsminderung Mineralölraffinerien,“ 2000.
- [4] TÜV RHEINLAND / Luxcontrol, „Mesures des émissions de l'installation de récupération des gaz et vapeurs d'essence N°2 de la société Tanklux S.A. au port de Mertert,“ Esch-sur-Alzette, 2015.
- [5] Ingenieurbüro Helmut Kumm & Frank Krebs, „Berechnung der Immissionszusatzbelastung durch Benzol und VOC für die Tanklager der ESSO, KUWAIT und SHELL in Bertrange,“ Offenbach, 1998.
- [6] A. Habib, „Instationäre Berechnung der Lachenverdunstung mittels eines Grenzschichtverfahrens,“ Technische Universität Berlin, Berlin, 2011.
- [7] Umweltbundesamt, „Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszszenarien nach Maßgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift, Forschungsbericht 297 48 428,“ Umweltbundesamt, Berlin, 2000.

## **Ergänzende Anmerkung zu den Verlusten durch Beladung von Tankwagen**

Emissionsfaktoren für die Verluste durch Beladung sind nur sehr ungenau zu ermitteln. Das liegt zum einen an der Schwierigkeit, die physikalisch zugrunde liegenden Prozesse mathematisch genau darzustellen, zum anderen an der natürlichen Variabilität der Umgebung. Um unsere Herangehensweise zu begründen, erläutern wir den physikalisch zugrunde liegenden Prozess.

Beim Beladen der Tankkraftwagen (TKW) wird Benzin in die Kammer(n) gefüllt. (Die TKW haben entweder mehrere kleine Kammern oder sind mit Schwallblechen ausgerüstet.) Die entweichende Luft enthält Benzindämpfe und wird mittels Gaspendelanlage der VRU zugeführt. In der VRU wird der überwiegende Teil der Benzindämpfe zurückgewonnen.

Die Menge der Benzindämpfe in der Tankluft hängt von der Zusammensetzung des Benzins ab, das ein heterogenes Kohlenwasserstoffgemisch ist. Die Zusammensetzung bestimmt den Sättigungsdampfdruck oberhalb der Benzinoberfläche, das molekulare Gewicht und damit die Dichte des Benzindampfs. Die Verdunstungsfreudigkeit einer Flüssigkeit wird durch die Verdunstungszahl angegeben, das ist das Verhältnis der Verdunstungsmengen bzw. –zeiten im Vergleich zu Diethylether. Benzin hat im Mittel eine Verdunstungszahl von 30, es verdunstet also bei Normbedingungen (20°C und 65% Luftfeuchte) 30-fach langsamer als Diethylether. Damit ist es als mittelflüchtiges VOC einzustufen. Zum Vergleich: Heizöl/Diesel hat eine Verdunstungszahl von 30.000 und mehr, daher ist es für die Beladungsverdunstung irrelevant. Weitaus stärkere Schwankungen der Verdunstung sind durch die Temperaturschwankungen des Benzins und der Umgebung zu erwarten.

Der Verdunstungsprozess kann durch explizite Modellierung (s. [6]) durchgeführt werden, was wegen des Aufwands allerdings nur für exemplarische wissenschaftliche Arbeiten möglich ist. In praktischen Anwendungen, und das sind meistens Anwendungen aus dem Bereich des Explosions- und Brandschutzes, werden meist empirische Formeln verwendet. Dabei stehen üblicherweise Verdunstungen von offenen Flüssigkeitsflächen im Mittelpunkt, nicht jedoch Verdunstungen von Flüssigkeiten in geschlossenen Behältern.

Da der Wert der Verdunstung sehr unsicher ist, wurde er in der Studie nicht speziell diskutiert, sondern durch die grobe Annahme eines Anteils von 10% der Entnahmeverluste, verteilt auf Anlieferung und Abgabe, abgedeckt. Diese beträgt 2137 kg/a und ist nach unserem Dafürhalten hinreichend groß, um die erwarteten Emissionen abzudecken. Vor allem ist zu berücksichtigen, dass bei der Anlieferung noch deutlich geringere Verluste zu erwarten sind, weil die Abgabe in Schwimmdachtanks eigentlich keine Verluste durch verdrängte Luft in den Tanks erzeugt.

Darüber hinaus ist für die VRU ein Grenzwert von 150 mg/m<sup>3</sup> für Gesamt-Kohlenstoff einzuhalten. Dies entspricht einer VOC-Konzentration von 176 mg/m<sup>3</sup>. Bei einer konservativ in der Studie angenommenen Umschlagmenge von 1,417 Mio. m<sup>3</sup> / a errechnet sich die VOC-Emission der VRU, die bei der Abgabe von Benzin entstehen kann, auf maximal 250 kg/a, so dass dieser Wert durch die angenommene Emission von 2113 kg/a für die Füllanlagen sicher abgedeckt ist.

**Anmerkung zu Tankstellen:** Die größten Anteile – mehr als 50% - an VOC-Emissionen bei der Abschätzung der Emissionen von Tankstellen stammen aus den kaum erfassbaren Prozessen „Verschütten und Undichtigkeiten“. Im Gegensatz zu den Rohrleitungen der Unterbefüllung sind Tankstutzen an PKW nicht luftdicht abgeschlossen, daher ist eine größere Verdunstung hier nicht verwunderlich.