

# Institutionele inbedding van veiligheid in ammoniaketens



Nederlandse Academie voor  
Crisisbeheersing en Brandweezorg  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem  
[www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)  
[info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl)  
026 355 24 00

## Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Auteur(s)	B. Riemersma
Met medewerking van	J. Reinders
Contactpersoon	B. Riemersma

Datum	11 juli 2024
-------	--------------

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Achtergrondinformatie over ammoniak in Nederland</b>	<b>7</b>
1.1	Ammoniak als energiedrager	7
1.2	Fysische kenmerken en relevante veiligheidsaspecten	7
1.3	De ammoniakketen	8
<b>2</b>	<b>Productie en gebruik</b>	<b>10</b>
2.1.	Risico's	10
2.2.	Vergunningen	11
2.3.	Toezicht en handhaving	12
<b>3</b>	<b>Transport</b>	<b>13</b>
3.1	Algemene wet- en regelgeving	13
3.2	Wegtransport	14
3.3	Zee- en binnenvaart	16
3.4	Spoortransport	17
3.5	Buisleidingen	20
<b>4</b>	<b>Overslag en opslag</b>	<b>23</b>
4.1	Overslag: interface wegvervoer-opslag	23
4.2	Overslag: interface schip-opslag	24
4.3	Overslag: interface spoorvervoer-opslag	25
4.4	Overslag: interface buisleiding-opslag	26
4.5	Opslag	27
<b>5</b>	<b>Analyse</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>30</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>31</b>
	<b>Bijlage 1: Overzicht van interviews</b>	<b>33</b>
	<b>Bijlage 2: Interventiematrix</b>	<b>34</b>
	<b>Bijlage 3: Uitgangscondities effectsberekeningen vrijkomen ammoniak</b>	<b>37</b>

# Samenvatting

De energietransitie zal leiden tot het transport van grote hoeveelheden ammoniak door Nederland. Ammoniak is een gevaarlijke stof, en het transport ervan draagt dan ook gevaren met zich mee voor de omgevingsveiligheid. In dit rapport duiden we de veiligheid van de gehele ammoniakketen en de institutionele inbedding hiervan. We richten ons hierbij op productie, transport, overslag, opslag, en gebruik van ammoniak. Deze vijf schakels worden samen als een keten beschouwd.

Voor vijf schakels in de ammoniakketen duiden we 1) de relevante veiligheidsrisico's, 2) de vigerende institutionele kaders en 3) de inrichting van toezicht en handhaving. Een beperkt aantal partijen is verantwoordelijk voor de NH<sub>3</sub>-veiligheid van meerdere aansluitende activiteiten. Havenbedrijven en grootschalige gebruikers van ammoniak spelen een belangrijke rol in deze keten. Havenbedrijven zijn bepalend in het opstellen van de voorwaarden waaronder ammoniak veilig aan wal wordt gebracht, wordt opgeslagen en de opslag weer verlaat. Grootschalige gebruikers van ammoniak zijn bepalend in het bewaken van veiligheid door hun expertise in combinatie met intern toezicht. In beide gevallen wordt de veiligheid binnen verschillende schakels en tussen aangrenzende schakels deels geborgd door wet- en regelgeving en deels door lokale afwegingen, routines, en besluiten. Vervolgens zijn Seveso-omgevingsdiensten verantwoordelijk voor het monitoren en handhaven van wettelijk vastgelegde afspraken, samen met onder andere veiligheidsregio's, waterschappen en de Nederlandse Arbeidsinspectie. Het ILT speelt een belangrijke rol bij het monitoren en handhaven van de vier besproken transportmodaliteiten: vrachtwagens, treinen, schepen en buisleidingen.

We verwachten dat huidige ammoniakketens zullen groeien, en dat nieuwe spelers hun intrede gaan doen. Deze nieuwe spelers hebben echter niet altijd de nodige ervaring met ammoniak. Om veiligheid ook bij groeiende ammoniakstromen te kunnen borgen, komen we tot een aantal aanbevelingen voor beleidsmakers, handhavers en de industrie. Deze aanbevelingen zijn gericht op het integreren van nieuwe partijen in de ammoniakketen en een efficiënte uitwisseling van kennis en ervaring.

# Inleiding

## Aanleiding

De energietransitie leidt tot grote veranderingen in ons energiesysteem (Ministerie van EZK, 2023). Geleidelijk aan stappen we af van een energiesysteem dat is vervlochten met fossiele brandstoffen, en richten we een energiesysteem in waarin hernieuwbare energiebronnen centraal staan. De energietransitie leidt tot toenemende elektrificatie en bijbehorende noodzaak voor grootschalig transport en opslag van stroom en gerelateerde koolstofarme energiedragers. Hiermee zijn ook grote veranderingen in de veiligheid van onze energiesystemen gemoeid. Zo zal het risico op koolmonoxidevergiftiging rondom geisers, gasketels en gasfornuizen afnemen naarmate er minder aardgas wordt gebruikt – een positief effect. Tegelijkertijd krijgen we te maken met nieuwe risico's die zijn verbonden aan de productie en transport van energie uit hernieuwbare bronnen zoals zon en wind – een negatief gevolg.

Ammoniak is onderdeel van de energietransitie. Deze stof kan worden gebruikt als een waterstofdrager, waar waterstof op zijn beurt een koolstofneutrale energiedrager kan zijn. Dit houdt in dat tijdens zowel het productieproces als de consumptie van waterstof geen CO<sub>2</sub> vrijkomt – zolang de waterstof wordt geproduceerd met behulp van hernieuwbare energiebronnen zoals zon en wind. De vluchtige en explosieve eigenschappen van waterstof maken het een lastig gas om op grote schaal te transporteren, waardoor waterstoftransport in de vorm van ammoniak een aantrekkelijk alternatief is. Grootschalig transport van ammoniak wordt gebruikt om energie te transporteren tussen industriële clusters, en wordt naar verwachting steeds meer ingezet ten behoeve van de verduurzaming van deze clusters in Nederland en het achterland (Arcadis & Berenschot, 2021; Port of Rotterdam, 2022; TNO et al., 2023).

Deze studie richt zich op de veiligheid van ammoniak in de logistieke keten. Een logistieke keten kent een aantal schakels, zoals productie, transport, en consumptie. Elke schakel binnen deze keten brengt het product (ammoniak) dicht bij consumptie, maar kent ook haar eigen risico's. Bovendien worden de afzonderlijke schakels vaak beheerd door verschillende organisaties of personen (Rosmuller, 2013). Voor efficiënte incidentpreventie en -bestrijding is het van belang dat hulpdiensten en andere stakeholders een volledig beeld hebben van deze keten.

## Onderwerp en onderzoeksvragen

De energietransitie zal leiden tot het transport van grote hoeveelheden ammoniak door Nederland. Ammoniak is een gevaarlijke stof, en het transport ervan draagt dan ook gevaren met zich mee voor de omgevingsveiligheid. In dit rapport duiden we de veiligheid van de gehele ammoniakketen en de institutionele inbedding hiervan.

We richten ons hierbij op productie, transport, overslag, opslag, en gebruik van ammoniak. Deze vijf schakels worden samen als een keten beschouwd. Om de institutionele inbedding in beeld te brengen, beantwoorden we voor elke schakel van de logistieke keten de volgende vragen:

- > Wat zijn de relevante veiligheidsrisico's?
- > Welke institutionele kaders beperken deze risico's?
- > Hoe zijn toezicht en handhaving ingericht?

## Methode

Dit rapport is tot stand gekomen door het raadplegen van literatuur en doen van interviews. De literatuur omvat onder andere adviesrapporten en academische literatuur, maar ook eerder verschenen intern onderzoek van het NIPV. Voor de interviews zijn diverse organisaties geraadpleegd die actief zijn binnen de ammoniakketen zoals die nu bestaat of zoals die wordt voorzien. Bijlage 1 geeft een overzicht van de geraadpleegde organisaties. Bovendien zijn er voor een aantal scenario's effectafstanden gemodelleerd. Hiervoor is gebruikgemaakt van Effects-software (Versie 12.1). Bijlage 3 geeft een overzicht van de gebruikte uitgangsondities voor de effectmodellering.

## Leeswijzer

Hoofdstuk 1 geeft relevante achtergrondinformatie over ammoniak in Nederland, met onder andere gegevens over het huidige gebruik van ammoniak, relevante veiligheidsaspecten en een beschrijving van de ammoniakketen. In Hoofdstukken 2 tot en met 4 behandelen we de verschillende schakels in de keten. Hoofdstuk 2 richt zich op productie en gebruik van ammoniak, hoofdstuk 3 behandelt vier verschillende transportmodaliteiten en hoofdstuk 4 gaat in op overslag en opslag. Hoofdstuk 5 bevat een analyse van de opgedane informatie en een antwoord op de onderzoeksvragen. De conclusie van dit rapport staat in Hoofdstuk 6.

# 1 Achtergrondinformatie over ammoniak in Nederland

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op ammoniak als energiedrager (paragraaf 1.1), komen fysische kenmerken van ammoniak en relevante veiligheidsaspecten aan bod (paragraaf 1.2) en wordt een beschrijving gegeven van de ammoniakketen (paragraaf 1.3).

## 1.1 Ammoniak als energiedrager

Ammoniak wordt veel gebruikt in Nederland. De chemische verbinding ( $\text{NH}_3$ ) wordt hoofdzakelijk ingezet voor de productie van kunstmest (TNO et al., 2023). De ammoniakketen voor kunstmestproductie vindt plaats in een beperkt gebied: na productie wordt de ammoniak vaak direct verwerkt tot kunstmest. Transport, overslag en opslag van ammoniak zijn daarom beperkt. Bovendien worden ze actief ontmoedigd door gericht beleid (Ministerie van VROM, 2004). Zo wordt bijvoorbeeld in het Programma Energiehoofdstructuur van maart 2024 ingezet op het minimaliseren van ammoniaktransport over land (Ministerie van EZK & Ministerie van BZK, 2024).

In het kielzog van de transitie naar hernieuwbare energie krijgt ammoniak echter een nieuwe rol toebedeeld: die van emissieloze energiedrager. Ammoniak kan namelijk worden gebruikt om waterstof te vervoeren. Waterstof wordt een belangrijke rol toegedicht in de energietransitie. Zo kan het een rol spelen in industriële processen die nu afhankelijk zijn van aardgas, maar waar elektrificatie niet mogelijk is. Het vervoer van waterstof in de vorm van ammoniak kent een aantal voordelen ten opzichte van het directe transport van gasvormige waterstof. Mogelijk luidt deze nieuwe toepassing van ammoniak een ommekeer in het ontmoedigingsbeleid in. Ammoniak kent een hogere energiedichtheid, waardoor er meer energie kan worden getransporteerd per gewichtseenheid. Bovendien kan ammoniak als vloeistof worden vervoerd onder relatief lage druk (ca. 8,5 bar) of relatief gangbare temperaturen (-33 graden).

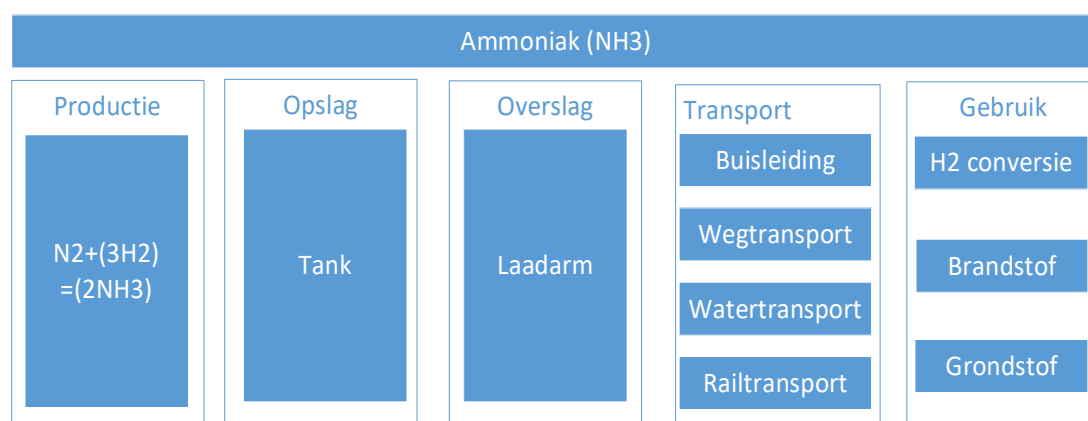
## 1.2 Fysische kenmerken en relevante veiligheidsaspecten

Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) is een verbinding van stikstof ( $\text{N}_2$ ) en Waterstof ( $\text{H}_2$ ):  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ . Bij atmosferische druk (ruim 1 bar) is ammoniak een gas en kan als zodanig worden getransporteerd en opgeslagen. Ammoniak is giftig en bijtend en blootstelling aan ammoniak kan leiden tot irritatie en een bijtend gevoel in neus en luchtwegen, en tot blijvende longschade (Arcadis & Berenschot, 2021; Spoelstra et al., 2023). Ammoniak is beperkt brandbaar en explosief. Door de beperkte warmtestraling houdt een ammoniakbrand zichzelf niet in stand. Alleen in slecht geventileerde ruimtes bestaat een kans op een grote  $\text{NH}_3$ -brand en een eventuele explosie (PGS-12).

De effecten die kunnen optreden bij het vrijkomen van ammoniak worden mede bepaald door de aggregatietoestand. Zo zijn de gevaren voor ammoniak in gasvorm anders dan die van ammoniak in vloeibare vorm. Bovendien hangen de gevaren van vloeibare ammoniak samen met de manier waarop de vloeibaarheid tot stand is gekomen: door een hoge druk of lage temperatuur? Naast de toxische effecten die altijd bestaan, bestaat er bij ammoniaktransport onder druk (8,5 bar) een (beperkte) explosiekans (zie hoofdstuk 3 en 4).

### 1.3 De ammoniakketen

We beschouwen in dit rapport de keten van ammoniak als energiedrager. De keten begint met de productie van ammoniak (conversie van waterstof) en eindigt met het gebruik van ammoniak. Figuur 1.1 laat de schakels zien in deze keten. De volgorde van de keten kan er anders uit zien. Zo is het goed mogelijk dat er opslag van ammoniak plaatsvindt op meerdere plekken binnen de keten. Overslag van ammoniak komt eveneens op meerdere plekken voor.



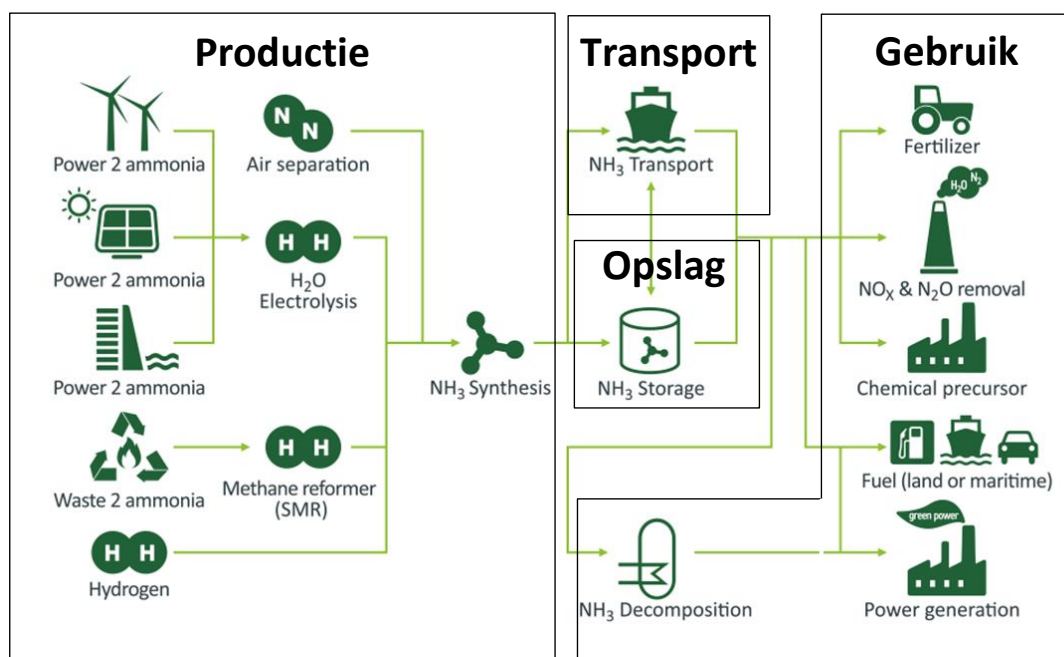
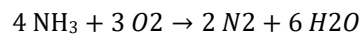
**Figuur 1.1 Schakels binnen een ammoniakketen**

De ammoniakketen zal worden gevormd rondom de import van ammoniak of waterstof als grondstof voor ammoniak en het uiteindelijke gebruik hiervan. Vanwege haar ligging en voorzieningen ligt de haven van Rotterdam voor de hand als grootschalige importlocatie. Grote afnemer is de industrie rondom het Limburgse Chemelot en het Duitse Ruhrgebied (TNO et al., 2023).

De toekomstige ammoniakketen kent onder andere een centrale en een decentrale variant (Interview Havenbedrijf Rotterdam, 2023). In de centrale variant wordt ammoniak dicht bij de plaats van import of productie omgezet in waterstof, waarna de waterstof ter plekke kan worden gebruikt of verder kan worden vervoerd naar de plaats van bestemming. In deze variant is het transport van ammoniak beperkt tot kleine afstanden, mogelijk binnen hetzelfde industriegebied. Mocht deze variant dominant worden in Nederland, dan zal er minder behoefte zijn aan grootschalig transport van ammoniak. In plaats daarvan zal er sprake zijn van (grootschalig) waterstoftransport. In de decentrale variant wordt ammoniak vervoerd naar een locatie waar het wordt omgezet in waterstof of direct wordt gebruikt. In deze variant zullen er (veel) meer transportbewegingen met ammoniak zijn dan in de centrale variant. Ook is er sprake van langere afstanden.



Figuur 2 laat een (groot) aantal schakels van de ammoniakketen zien. Aan de linkerkant van de figuur wordt duidelijk welke energiebronnen gebruikt kunnen worden voor de productie van ammoniak en welke technologieën hierbij aan de orde komen. De meest gangbare productiemethode omvat de 'hydrogenering van stikstof uit de lucht onder hoge druk met behulp van een katalysator' (Arcadis & Berenschot, 2021, p. 21). Dit proces staat ook wel bekend als het Bosch-Haber proces. De waterstof kan afkomstig zijn uit verschillende bronnen: wind, zon, water of zelfs afval. In de figuur worden de productieprocessen van deze vier bronnen aangeduid als *[power/waste] to ammonia*. Vervolgens kan de geproduceerde ammoniak worden opgeslagen en/of getransporteerd naar de gebruiker. Onder specifieke omstandigheden kan ammoniak ook als motorbrandstof gebruikt worden, zonder dat daar CO<sub>2</sub> of stikstofoxiden bij vrijkomen.



Figuur 1.2 Schakels in de ammoniakketen (Bron: <https://protonventures.com/what-we-do/ammonia-production>)



## 2.2. Vergunningen

Wanneer gevaarlijke stoffen in grote hoeveelheden aanwezig zijn op een bedrijfsterrein in Nederland, valt het bedrijf onder het Seveso-regime<sup>1</sup>. Afhankelijk van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen kan een bedrijventerrein vervolgens worden gecategoriseerd als een laagdrempelige Seveso-inrichting of een hoogdrempelige Seveso-inrichting; voor de laatstgenoemde gelden meer richtlijnen. Productielocaties voor ammoniak hebben noodzakelijkerwijs ook waterstof en stikstof op het terrein. Zowel ammoniak als waterstof geldt als gevaarlijke stof. Een laagdrempelige inrichting heeft meer dan 50 ton ammoniak op het terrein; een hoogdrempelige inrichting meer dan 200 ton. Voor waterstof bedragen deze waardes respectievelijk 5 ton en 50 ton; stikstof wordt niet geclassificeerd als gevaarlijke stof. Een laagdrempelige Seveso-inrichting moet conform de wet voldoen aan een reeks veiligheidseisen, waaronder het hebben en onderhouden van een:

- > actuele omgevingsvergunning.
- > veiligheidsbeheersysteem (VBS)
- > preventiebeleid zware ongevallen (PBZO)
- > systematische risico-identificatie (veiligheidsstudie), bijvoorbeeld door een Hazard and Operability Analysis (HAZOP) of een Systems-Theoretic Process Analysis (STPA). Veiligheidsstudies worden periodiek herzien. Minimaal eens per tien jaar wordt er een volledige nieuwe veiligheidsstudie gedaan, die tussentijds wordt bijgewerkt op basis van wijzigingen en/of incidenten. Ook vindt er minimaal eenmaal per drie jaar een review plaats van de bestaande veiligheidsstudie.<sup>2</sup>

Daarnaast geldt een aanvullende lijst van eisen voor zogenaamde hoogdrempelige Seveso-inrichtingen. Deze worden verplicht tot het hebben en onderhouden van een:

- > veiligheidsrapport (VR), met daarin onder andere een schatting van de kans op een zwaar ongeval en een beschrijving van de maatregelen die zijn getroffen om de gevolgen daarvan te beperken, en een beschrijving van de processen die in de Seveso-inrichting plaatsvinden en het verloop daarvan. Daarnaast bevat het VR ook een beoordeling voor de aanstelling van een bedrijfsbrandweer, alsook een beschrijving van de benodigde voorzieningen betreffende de veiligheid en gezondheid van werknemers.<sup>3</sup>
- > kennisgeving, waar overschreden drempelwaarden van gevaarlijke stoffen vermeld staan, evenals risicobronnen in de directe bedrijfsomgeving.
- > milieurisicoanalyse (MRA), waarin milieueffecten van eventuele lozingen op oppervlaktewater vermeld worden.

Een VR moet minstens één keer per vijf jaar bijgewerkt worden. Dat moet ook worden gedaan als er een zwaar ongeval<sup>4</sup> in de Seveso-inrichting heeft plaatsgevonden, er nieuwe feiten of kennis ontstaan over veiligheid, of wanneer er zich significante wijzigingen voordoen in een proces of de aard, fysische vorm of hoeveelheid van een gevaarlijke stof die in die inrichting wordt gebruikt.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Tot de introductie van de Omgevingswet werd er gesproken van het BRZO en BRZO-bedrijven.

<sup>2</sup> <https://brzoplus.nl/aanpak/inspectiepraktijk/>.

<sup>3</sup> <https://www.infomil.nl/@241635/veiligheidsrapport-opstellen-seveso-inrichtingen/>.

<sup>4</sup> Een "gebeurtenis als gevolg van ongecontroleerde ontwikkelingen tijdens de bedrijfsuitoefening in een inrichting, waardoor onmiddellijk of na verloop van tijd ernstig gevaar voor de menselijke gezondheid of het milieu binnen of buiten de inrichting ontstaat en waarbij één of meer gevaarlijke stoffen betrokken zijn" (Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 2.2).

<sup>5</sup> <https://www.infomil.nl/@241635/veiligheidsrapport-opstellen-seveso-inrichtingen/>.

## 2.3. Toezicht en handhaving

Seveso-inrichtingen worden jaarlijks geïnspecteerd. Een inspectieteam bestaat uit vertegenwoordigers van de Nederlandse Arbeidsinspectie, het bevoegd gezag en de veiligheidsregio. Recentelijk is de landelijke inspectiestrategie gewijzigd. Voorheen werd één element uit het veiligheidsbeheersysteem gecontroleerd voor de gehele inrichting. Nu ligt de focus op één onderdeel van de inrichting, waarbij alle elementen uit het veiligheidsbeheersysteem worden gecontroleerd. Los van geplande meerdaagse toezichtrondes kan de toezichthouder ook onverwachte auditinspecties uitvoeren. Een openbaar toegankelijke samenvatting met de belangrijkste bevindingen van de inspectie wordt online beschikbaar gesteld. De toezichthouder stelt een termijn waarin eventuele overtredingen rechtgezet en verbeteringen gerealiseerd moeten worden. Bij niet naleven kan de toezichthouder overgaan tot handhaving. De handhaving is afhankelijk van het aantal en de aard van de overtredingen, alsook van de opvolging van de verbeterpunten.

# 3 Transport

Ammoniak wordt getransporteerd van productie naar opslag, van opslag naar gebruik en eventueel tussen verschillende opslaglocaties. Het transport van ammoniak in Nederland is afgenomen sinds de publicatie van de *Ketenstudies Ammoniak, Chloor en LPG* in 2004 (Arcadis & Berenschot, 2021; Ministerie van VROM, 2004). Toch wordt er in Nederland nog steeds ammoniak vervoerd via vrachtwagen, trein en binnenvaartschip. De risico's per transportmodaliteit variëren. In een eerdere publicatie hebben we een zevental veiligheidsprincipes geformuleerd die van toepassing zijn op grootschalig transport van ammoniak in het algemeen (Rosmuller et al., 2024). Dit hoofdstuk gaat verder in op algemene wet- en regelgeving in paragraaf 3.1, en vervolgens op de specifieke risico's per transportmodaliteit in de paragrafen 3.2 tot en met 3.5.

## 3.1 Algemene wet- en regelgeving

Ammoniak wordt in Nederland vervoerd over het Basisnet. Het Basisnet is een landelijk aangewezen netwerk voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg, binnenwater en spoor. Transport per buisleiding valt niet onder het Basisnet, maar is vooralsnog in Nederland niet aan de orde. De wetgeving rondom het Basisnet staat bekend als de Wet Basisnet en omvat een uitgebreid stelsel aan verschillende wetten en regels. Regels voor een veilig transport van gevaarlijke stoffen, en dus van ammoniak, staan opgeschreven in de Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs).<sup>6</sup> Het hierin opgenomen Besluit vervoer gevaarlijke stoffen (Bvgs) legt algemene regels vast die gelden voor weg, binnenwater en spoor. Het besluit stelt ook vast onder welke voorwaarden het transport van gevaarlijke stoffen wel of juist niet over bepaalde trajecten (weg, spoor, water) mag plaatsvinden. De minister van Infrastructuur en Milieu mag via routing het vervoer over bepaalde trajecten stopzetten als risicoplafonds worden overschreden. Een risicoplafond geeft een beschermingsniveau aan voor omwonenden van Basisnetroutes. Binnen de afstand die overeenkomt met dit plafond, dat per traject kan verschillen, mag het (plaatsgebonden) risico op overlijden als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen per jaar niet groter zijn dan 1 op de miljoen.<sup>7</sup> Verder mogen provincies en gemeenten bepaalde routes aanwijzen die verplicht gevolgd moeten worden bij (weg)transport van ammoniak. In dat geval zijn er ook weer ontheffingsmogelijkheden (Rosmuller & van Rossum, 2015; van Rossum, 2014). De Wvgs verplicht de vervoerder ook melding te maken van voorvallen of ongevallen.<sup>8</sup>

Regels voor de ruimtelijke ordening rondom het Basisnet vallen per 1 januari 2024 onder de Omgevingswet.<sup>9</sup> De vigerende risicoplafonds uit de Regeling basisnet geven kaders die door gemeenten worden gebruikt om gebieden rondom het Basisnet in te richten via een Omgevingsplan.<sup>10</sup> Met de komst van de Omgevingswet gelden langs het Basisnet de

<sup>6</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0007606/2015-04-01>.

<sup>7</sup> <https://iplo.nl/thema/externe-veiligheid/basisnet/uitleg-basisnet/>.

<sup>8</sup> Een voorval duidt op een activiteit die afwijkt van het normale verloop, en wordt aangeduid als een ongeval, zodra het resulteert in schade en/of slachtoffers.

<sup>9</sup> Voorheen viel dit onder de Wet milieubeheer, Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt).

<sup>10</sup> Bkl 5.14.

zogenaamde 'aandachtsgebieden'. Dit zijn gebieden waar mensen in een gebouw mogelijk onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van een brand, explosie of gifwolk die van buitenaf komt (Besluit kwaliteit leefomgeving 5.14). Rondom het Basisnet wordt gewerkt met vaste afstanden voor de aandachtsgebieden, die ook vastgelegd zijn in de Regeling basisnet. Zo is het brandaandachtsgebied 30 meter en het explosieaandachtsgebied 200 meter vanaf de buitengrens van de transportas (dus bijvoorbeeld de buitenste spoorstaaf van een spoorbundel). De grootte van gifwolkaandachtsgebieden is bij het publiceren van dit rapport (juni 2024) nog niet nader bepaald. Binnen de genoemde afstanden moeten gemeenten afwegen welke nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen zij toelaten. Een gemeente kan besluiten dat er geen additionele maatregelen nodig zijn voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen. Evenzeer kan de gemeente bijvoorbeeld aanvullende bouwweisen voorschrijven die meer bescherming bieden tegen brand, explosies of gifwolken. De gemeente doet dit door (delen van) het aandachtsgebied aan te wijzen als voorschriftengebied. Hoewel gemeenten een zekere mate van vrijheid hebben in het wel of niet aanwijzen van een voorschriftengebied, zijn zij verplicht om zogenaamde zeer kwetsbare gebouwen als zodanig aan te wijzen. Zeer kwetsbare gebouwen zijn bijvoorbeeld ziekenhuizen of basisscholen.

#### *Handhaving en toezicht*

De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) is een belangrijke toezichthouder op het gebied van ammoniaktransport. De ILT houdt, op basis van (inter)nationale verdragen, toezicht op alle transportmodaliteiten zoals wij deze hieronder een voor een duiden. Bij het vaststellen van overtredingen gaan zij over op handhaving. Bijlage 2 geeft een overzicht van de handhavingsstrategie van de ILT met bijbehorende interventiematrix. Andere toezichthoudende partijen zijn bijvoorbeeld omgevingsdiensten, het bevoegd gezag en commerciële partijen. Omgevingsdiensten en het bevoegd gezag controleren op basis van regels en wetgeving; commerciële partijen op basis van gemaakte afspraken en verdragen. Onderstaande gaat verder in op de verschillende bevoegdheden per transportmodaliteit (weg, water, spoor en buisleiding).

## 3.2 Wegtransport

Het aantal transportbewegingen van ammoniak over de weg is klein vergeleken met dat via de andere transportmodaliteiten. Het merendeel van de ammoniak die over de weg wordt vervoerd is bedoeld voor het bijvullen van ammoniakkoelinstallaties; de rest heeft een andere industriële bestemming (Interview Havenbedrijf Rotterdam; Interview DCMR). Een tankauto vervoert tussen de 6 tot 20 ton vloeibare ammoniak onder druk (TNO, 2003).

#### *Risico's van wegtransport van ammoniak*

Lekkage van een tankauto met ammoniak kan een giftige wolk tot gevolg hebben. Ontbranding van ammoniak bij wegtransport is onwaarschijnlijk. Samen met lucht kan ammoniak een explosief mengsel vormen, maar de benodigde ontstekingsenergie voor een vlam is dermate groot dat de kans op ontbranding bij wegtransport zeer klein is (NIPV, 2023c). Een giftige wolk kan leiden tot (dodelijke) slachtoffers in de buurt van het incident. Op een dag met voor Nederland gemiddeld weer (D5) bestaat in stedelijk gebied (bijvoorbeeld grote steden met hoge gebouwen, maar ook industriegebieden met hoge bebouwing) een overlijdenskans van circa 95 % tot 40 meter rondom een grootschalig incident met een tankwagen. In omgevingen met minder bebouwing geldt eenzelfde

overlijdenskans voor een grotere omtrek: 70 meter voor verstedelijkt gebied (bijvoorbeeld gebieden met dichte laagbouw) en 120 meter voor landelijk gebied (bijvoorbeeld gebieden met verspreid liggende laagbouw). Op grotere afstand van het incident, nog steeds in een stedelijk gebied, neemt de overlijdenskans snel af: 50 % tussen 40 en 70 meter, en 5-50 % tussen 70 en 120 meter. Verder informatie wordt gegeven in het *Scenarioboek* (NIPV, 2023c). Wanneer we deze cijfers vergelijken met die uit Figuur 3 zien we dat de hoeveelheid ammoniak in het incident en de effectafstanden significant afnemen. Figuur 3 liet een effectafstand zien van 160 meter bij een tank van 35 ton; het *Scenarioboek* laat effectafstanden zien van 40 tot 120 meter (afhankelijk van de omgeving) bij een tank van 16 ton. Dit wil overigens niet zeggen dat er een lineair verband bestaat tussen de totale hoeveelheid ammoniak die betrokken is bij een incident en de daarbij horende effectafstand.

### *Wet- en regelgeving*

De veiligheid van het wegtransport van ammoniak wordt grotendeels aangestuurd door het internationale ADR-verdrag met aanvulling van de Vlg-regeling.<sup>11</sup> Het ADR omvat eisen over criteria voor gevaarindeling van gevaarlijke goederen, vervoersvoorwaarden, eisen gesteld aan verpakkingen en tanks, en procedures voor de verzending, inclusief etikettering en documentatie.<sup>12</sup>

Het ADR is in Nederland geïmplementeerd in de Wet Vervoer Gevaarlijke Stoffen. Het verbiedt het transport van enkele gevaarlijke stoffen over de weg. Zo is het transport van tot vloeistof gekoelde ammoniak verboden en worden er additionele eisen gesteld aan het transport van tot vloeistof verdichte ammoniak. Laatstgenoemde mag bijvoorbeeld niet getransporteerd worden door tunnels van de categorie C, D, en E.<sup>13</sup> De Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen (Vlg) bouwt voort op het ADR.<sup>14</sup> Naast een Nederlandse vertaling van het ADR geeft de Vlg ook enkele aanvullingen op het ADR. Zo bevat de Vlg extra regels met betrekking tot toegestane tunnels, routeringsmogelijkheden en het rijden bij slechte weersomstandigheden.

Chauffeurs van gevaarlijke stoffen moeten in bezit zijn van een ADR-certificaat vervoer gevaarlijke stoffen. Dit is een Europees erkend en vereist vakbekwaamheidsbewijs. Tijdens de ADR-opleiding leert een chauffeur hoe een gevaarlijke stof veilig vervoerd moet worden, en hoe te handelen bij incidenten met gevaarlijke stoffen. Het examen wordt in Nederland afgelegd bij het CCV, een onderdeel van het CBR.<sup>15</sup>

### *Toezicht en handhaving*

De ILT houdt toezicht op wegtransport. De inspectie controleert bijvoorbeeld de benodigde accreditaties en certificaten, maar ook de staat van (onderhoud van) de tanks. Bij overtredingen kunnen zowel de chauffeur als de vervoerder worden beboet. Veelvoorkomende overtredingen zijn lekkage van gevaarlijke stoffen en het vervoer in een omhulling die niet is gekeurd voor het specifieke product.<sup>16</sup>

---

<sup>11</sup> De Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen (VLG), en Accord relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route (ADR).

<sup>12</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2015/05/21/adr>.

<sup>13</sup> ADR §2.2.2.2.2 en §3.2.1.

<sup>14</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0010054/2021-05-26>.

<sup>15</sup> <https://www.cbr.nl/nl/beroepsexamens/gevaarlijke-stoffen/adr-basiscertificaat.htm>.

<sup>16</sup> <https://www.ilent.nl/over-ilt/handhaving-en-toezicht/interventie/interventiestrategie-per-werkterrein/gevaarlijke-stoffen-weg>.

### 3.3 Zee- en binnenvaart

Transport van ammoniak over water kan via zeeschip en binnenvaartschip. Bij transport over zee is ammoniak doorgaans gekoeld. De gemiddelde grootte van een zeeschip bedraagt 14.000 ton, verdeeld over vier ladingtanks van circa 3500 ton. Ammoniak die wordt vervoerd per binnenvaartschip is doorgaans 'warm'. Binnenvaartschepen bestaan uit zes ladingtanks van circa 225 ton per tank, en vervoeren in totaal dus zo'n 1350 ton (TNO, 2003). Het transport van ammoniak over water is ingeperkt sinds het publiceren van de Ketenstudie in 2004. Zo heeft de overheid een convenant afgesloten met Yara te Sluiskil – voorheen een groot importeur van ammoniak. In plaats van ammoniak te importeren, wordt er in Sluiskil nu ter plekke ammoniak geproduceerd. Dit heeft geleid tot een grote afname van ammoniaktransport (Antea Group, 2021). Desalniettemin is er nog altijd sprake van transport over binnenwateren en over zee. Zo ligt bij Stein nabij Chemelot een verladingssteiger voor inkomend ammoniaktransport over de Maas, en hebben de havens van Rotterdam en Vlissingen faciliteiten om zeeschepen met ammoniak te lossen.

#### *Risico's van watertransport van ammoniak*

Lekkage bij het transport van ammoniak over water kan leiden tot een giftige wolk. Wanneer de lekkage boven de waterspiegel plaatsvindt, bijvoorbeeld bij een overslagpunt op het dek, bestaat de kans op een snelle uitstroming van ammoniak. Deze ammoniak zal deels op het water uitstromen en deels verdampen. Het verdampende deel verspreidt zich in een giftige wolk met de wind mee. Een giftige wolk kan (dodelijke) slachtoffers in de buurt van het incident tot gevolg hebben. Op een dag met gemiddeld weer bestaat in stedelijk gebied met veel hoge gebouwen een overlijdenskans van circa 95 % tot 110 meter rondom een grootschalig incident met een schip. In omgevingen met minder bebouwing geldt eenzelfde overlijdenskans voor een grotere omtrek: 215 meter voor verstedelijkt gebied (bijvoorbeeld gebieden met dichte laagbouw) en 340 meter voor landelijk gebied (bijvoorbeeld gebieden met verspreid liggende laagbouw). Op verdere afstand van het incident, maar nog steeds in een stedelijk gebied, neemt de overlijdenskans snel af: tussen de 50 % en 95 % tot 370 meter, en tussen de 5 % en 50 % tot 625 meter. De kans op ontbranding van een ammoniakwolk is onwaarschijnlijk. Verdere informatie wordt gegeven in het *Scenarioboek* (NIPV, 2023a).

Lekkage onder de waterspiegel vormt geen gevaar voor de personen verblijvend in de omgeving (externe veiligheid). Vermengd met water bestaat er namelijk geen gevaar op brand of een toxische wolk. Wel heeft lekkage van ammoniak grote ecologische gevolgen en kan leiden tot het afsterven van waterleven.

Schepen kunnen ook gebruikmaken van ammoniak als brandstof. Zo kunnen visserstrawlers ammoniakgas aan boord hebben ten behoeve van vriesinstallaties. Tijdens de grote brand van 30 januari 2007 op de trawler *Willem van der Zwan* in Velzen werd er kortstondig gevreesd voor het vrijkomen van ammoniakgas. De mogelijke effecten van een dergelijk incident vallen buiten de scope van dit rapport. Desalniettemin biedt de evaluatie nog steeds waardevolle inzichten in de crisisbeheersing rondom dit incident. Zo bevat het rapport een uitgebreide analyse van de brandweerinzet en de reactie op het mogelijk vrijkomen van ammoniak (COT Instituut voor Veiligheids- en Crisismanagement; & Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid, 2007).

#### *Wet- en regelgeving*



Ammoniaktransport in de binnenvaart wordt grotendeels aangestuurd door het internationale ADN-verdrag met de Nederlandse aanvulling via de VBG-regeling.<sup>17</sup> Het ADN omvat alle eisen waaraan het binnenvaarttransport van gevaarlijke stoffen moet voldoen. De VBG-regeling voegt additionele kaders toe. Zo wordt onder andere een training verplicht gesteld voor schippers. Deze moeten beschikken over een basis ADN-verklaring en voor ammoniak ook over een ADN-verklaring Chemie. De regeling geeft ook een routing aan. Zo mag tot vloeistof verdichte ammoniak via artikel 3 alleen over de Dordtse Kil worden vervoerd en niet langs Dordrecht, Zwijndrecht of Papendrecht.<sup>18</sup> Verder gelden er via het Scheepsafvalstoffenverdrag (SAV) diverse restricties rondom het lozen van scheepsafval, inclusief dat wat vrijkomt bij het laden, lossen en reinigen van schepen.<sup>19</sup>

Ammoniaktransport over zee is gebonden aan internationale regelgeving. Relevante kaders die gesteld zijn door de Internationale Conventie voor Veiligheid van Leven op Zee (SOLAS) en de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) zijn in Nederland vastgelegd in artikel 57 van het Schepenbesluit.<sup>20</sup> Verder gelden er diverse restricties rondom het lozen van bulkstoffen en gerelateerde milieueisen via het internationale MARPOL-verdrag.<sup>21</sup>

#### *Toezicht en handhaving*

De ILT geeft aan dat naast traditioneel toezicht, toezicht steeds vaker op afstand plaatsvindt (Inspectie Leefomgeving en Transport, 2022). Dit gebeurt middels sensoren aan wal of met drones. Deze kunnen bijvoorbeeld meten of er vervuilde brandstof wordt gebruikt, of dat er varend ontgast wordt. Enkele veelvoorkomende overtredingen in de binnenvaart zijn het ontbreken of niet toezien op veiligheidsprocedures, het ontbreken van een veiligheidsadviseur en niet voldoen aan veiligheidsplichten en voorschriften voor laden, vervoeren, lossen en de behandeling van de lading.<sup>22</sup>

De ILT houdt ook toezicht op zee. Internationale verdragen zoals SOLAS, MARPOL, en ILO worden vanuit de Wet Havenstaatcontrole gehandhaafd. De ILT opereert hier als 'Port State Control': een internationaal erkende entiteit die toezicht houdt op buitenlandse schepen in binnenlandse havens.

### 3.4 Spoortransport

Ammoniak wordt onder druk (circa 6 bar) getransporteerd over spoor. De capaciteit van een ketelwagen is circa 50 ton 'warme' ammoniak (TNO, 2003). Net als ammoniaktransport over water is ook ammoniaktransport over het spoor sterk afgenomen sinds het publiceren van de Ketenstudies in 2004 (KPMG et al., 2004). Een convenant tussen OCI Nitrogen, Provincie Limburg en het ministerie van IenW ligt hieraan ten grondslag (Jaarverslag Basisnet 2021, 2022). Ondanks de (hernieuwde) aandacht voor grootschalig transport van ammoniak heeft transport over spoor nog steeds niet de voorkeur van Ministerie van IenW (Staatscourant Nr. 17445, 2022; TNO et al., 2023).

<sup>17</sup> Accord européen relatif au transport des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN) en Regeling vervoer over de binnenwateren van gevaarlijke stoffen (VBG).

<sup>18</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0010115/2021-05-26>.

<sup>19</sup> <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/scheepvaart/scheepsafvalstoffenverdrag>.

<sup>20</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0016880/2017-01-01>.

<sup>21</sup> <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/internationaal/verdragen/virtuele-map/marpol-73-78/>.

<sup>22</sup> <https://www.ilent.nl/over-ilt/handhaving-en-toezicht/interventie/interventiestrategie-per-werkterrein/gevaarlijke-stoffen-binnenvaart>.

Transport van ammoniak kan plaatsvinden per ketelwagen of containerwagens. Bij een ketelwagen is de opslagtank geïntegreerd in het onderstel; bij een containerwagen is de opslagtank demontabel. We doen in dit rapport geen uitspraken over mogelijke verschillen in veiligheid tussen de twee opties. Voor beide gelden dezelfde veiligheidsregels.



**Figuur 3.1** Voorbeelden van een ketelwagen (boven) en een containerwagen (beneden) (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016)

#### *Risico's van spoortransport van ammoniak*

Lekkage van een ketelwagen met ammoniak kan leiden tot een giftige wolk, met (dodelijke) slachtoffers in de buurt van het incident als gevolg. Op een dag met gemiddeld weer bestaat in stedelijk gebied (bijvoorbeeld grote steden met hoge gebouwen, maar ook industriegebieden met hoge bebouwing), een overlijdenskans van circa 95 % tot 60 meter rondom een grootschalig incident met een ketelwagen. In verstedelijk gebied (bijvoorbeeld gebieden met dichte laagbouw) of landelijk gebied (bijvoorbeeld gebieden met verspreid liggende laagbouw) geldt eenzelfde overlijdenskans voor een grotere omtrek: respectievelijk 115 meter 195 meter. Op verdere afstand van het incident, nog steeds in een stedelijk gebied, neemt de overlijdenskans snel af: tussen de 50 % en 95 % tussen 60 en 110 meter, en tussen de 5 % en 50 % tussen 105 en 195 meter. Verdere informatie wordt gegeven in het *Scenarioboek* (NIPV, 2023b).

Zoals bij ammoniaktransport over de weg is de kans op ontbranding van een ammoniaklek onwaarschijnlijk. Toch kan een zogenaamde BLEVE niet worden uitgesloten.<sup>23</sup> Een dergelijke 'Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion' kan ontstaan wanneer een externe brand de temperatuur en daarmee druk in de tank opvoert, en tegelijkertijd het materiaal van de tank verzwakt. Een dergelijke externe brand kan bijvoorbeeld optreden in een aangesloten of nabij gepositioneerde ketel- of containerwagen door het ontstaan van een lek en

<sup>23</sup> De BLEVE wordt, mogelijk door de lage kans op voorkomen, niet als gevaar aangehaald bij de in Figuur 3 geciteerde studie.

daaropvolgende ontsteking. De combinatie van opgelopen temperatuur en verzwakte tankwand kan leiden tot het bezwijken van de tank, waardoor het tot vloeistof gedichte gas expandeert. Dit kan een grote vuurbal met een diameter tot 200 meter tot gevolg hebben (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021).

#### *Wet- en regelgeving*

Ammoniaktransport per spoor wordt aangestuurd door het Reglement betreffende het internationaal spoorwegvervoer van gevaarlijke goederen (RID) en de Regeling vervoer over de spoorwegen van gevaarlijke stoffen (Vsg). Het RID omvat internationaal gestelde voorschriften voor het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor, en de Vsg voegt informatie toe en duidt relevante voorschriften toegespitst op Nederland. De RID-voorschriften zijn onder andere gericht op de bestendigheid van de ketel tegen de daarvoor bestemde stoffen. Zo kent het RID voorschriften voor drukkbestendigheid bij gassen, en voorschriften voor corrosiebestendigheid bij zuren. Verder bevat het RID ook voorschriften die de aanrijdingbestendigheid van ketel- of containerwagens verbeteren. Zo zijn, afhankelijk van het bouwjaar van de ketelwagen, zogenaamde crashbuffers, opklimbeveiligingen of beschermingsschilden verplicht voor het vervoer van toxisch gas (ammoniak) per ketelwagen.<sup>24</sup>

De beheerder van de ketelwagen is verantwoordelijk voor de conditie ervan. Hij is ook verantwoordelijk voor het aanbrengen van de juiste etikettering en labels, en het regelmatig keuren van de wagen. Het spoorbedrijf dat de ammoniak vervoert, moet beschikken over een veiligheidsadviseur gevaarlijke stoffen. Bovendien moet het personeel van de betrokken spoorbeheerders en goederenvervoerders bekend zijn met relevante wet- en regelgeving alsook de uit te voeren beheersmaatregelen (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).

De Nederlandse overheid heeft een convenant afgesloten met ProRail, verladings, terminaloperators en spoorgoederenvervoerders om een warme BLEVE zoveel mogelijk te voorkomen. Dit zogeheten 'Convenant warme-BLEVE-vrij samenstellen en rijden van treinen' stelt dat een minimale afstand geborgd moet zijn van ten minste 18 meter tussen een tank gevuld met zeer brandbare gassen en een tank gevuld met zeer brandbare vloeistoffen. Deze afstand zorgt ervoor dat een eventuele ontsteking van een tankwagen met brandbaar gas geen directe invloed heeft op de integriteit van een tankwagen met een brandbare vloeistof, zoals ammoniak. De afstandsbuffer kan worden vervangen door een buffer van twee tweeassige wagens of een wagen met vier assen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & ProRail, 2012). Het convenant is in elk geval nog geldig tot 2027.

#### *Toezicht en handhaving*

ProRail is verantwoordelijk voor het Nederlandse spoorwegennet; de spoorbeheerder deelt de ruimte op het spoor toe en monitort de hoeveelheid gevaarlijke stoffen die in Nederland over het spoor vervoerd worden. Dit gebeurt op basis van vervoerslijsten. De vervoerde hoeveelheden gevaarlijke stoffen worden getoetst aan de risicoplafonds van het Basisnet. Adviesbureau AVIV verzamelt deze gegevens en publiceert ze jaarlijks. De laatste jaren worden de risicoplafonds voornamelijk overschreden op de zogenaamde Brabantroute en Bentheimroute. Het PR 10<sup>-6</sup> risicoplafond wordt uitsluitend op de Brabantroute overschreden, waar de contour in enkele gevallen buiten de spoorbaan ligt (Jaarverslag Basisnet 2021, 2022). Hier wordt vooralsnog niet op gehandhaafd.

---

<sup>24</sup> Voor nadere uitleg over verschillende types botsbeveiliging bij ketelwagens, zie Bijlage E van (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).

De ILT houdt toezicht op de naleving van het RID en Vsg. Net als bij vervoer over de weg kunnen zowel de vervoerder als het vervoerend personeel aansprakelijk worden gesteld voor het niet nakomen van afspraken of incidenten. Zo kan een vervoerder aansprakelijk worden gesteld als de vakbekwaamheid van het personeel onvoldoende is geborgd, en kan een personeelslid aansprakelijk worden gesteld bij nalatigheid. Beide voorbeelden zijn representatief voor veelvoorkomende overtredingen.<sup>25</sup>

Een verdere taak van het ILT betreft het monitoren van de opvolging van afspraken die voortkomen uit het onderzoeksrapport over een ongeval op het spoor in Tilburg (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016). Tijdens dit ongeval, op 6 maart 2015, ontstond er lekkage in een tankwagon gevuld met butadieen (een brandbaar gas). Naar aanleiding van dit ongeval heeft de Onderzoeksraad enkele aanbevelingen gedaan, waaronder het creëren van een grotere ketenverantwoordelijkheid bij chemiebedrijven. Hier zou invulling aan moeten worden gegeven door bij vervoersovereenkomsten aan te sturen op het achterwege laten van risicoverhogende beslissingen. Verladingszoude dus strengere eisen moeten stellen bij het selecteren van hun vervoerders. Deze aanbeveling was oorspronkelijk gericht op een drietal bedrijven dat direct betrokken was bij het ongeval in Tilburg, maar de branche als geheel werd ook aangespoord om deze aanbeveling over te nemen. De ILT concludeert in 2021 dat de betreffende bedrijven voldoen aan de verwachte inspanningen, en dat het veiligheidsbewustzijn in de keten groter wordt. De inspectie tekent bovendien een signaal op vanuit de chemiebedrijven en brancheorganisaties dat gewaakt wordt voor versnippering op het spoorveiligheidsdomein. Een systeemverantwoordelijke binnen de spoorsector zou er op moeten letten dat de betrokken partijen niet slechts oog hebben voor hun eigen rol, en veiligheid door de keten moeten borgen. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zou deze positie kunnen bekleden (Inspectie Leefomgeving en Transport, 2021).

### 3.5 Buisleidingen

We maken onderscheid tussen twee soorten ammoniaktransport per buisleiding. De eerste transporteert ammoniak over openbaar terrein, en kan door, langs, of dicht bij de gebouwde omgeving komen; de tweede soort is een buisleidingdeel van industriële installaties op industrieterreinen. Er wordt in Nederland nog geen ammoniak per buisleiding over openbaar terrein vervoerd. Mogelijk komt hier verandering in door de aanleg van de zogenaamde Rijn-Delta Corridor die de haven van Rotterdam met Chemelot en het Duitse Ruhrgebied per buisleiding moet verbinden. Deze Rijn-Delta Corridor omvat een nog nader te bepalen aantal buisleidingen voor het vervoer van energiestoffen, grondstoffen en afvalstoffen.

#### *Risico's van buisleidingtransport van ammoniak*

Bij transport van ammoniak per buisleiding is het ongecontroleerd vrijkomen van ammoniak het grootste risico. Ammoniak wordt onder druk door buisleidingen getransporteerd. Ter illustratie: op het Chemelot-terrein in Limburg wordt gasvormige ammoniak onder een druk van 2,1 bar getransporteerd, en vloeibare ammoniak onder een druk van 17 bar (RUD Zuid-Limburg, 2019). Het gebied dat risico loopt op blootstelling aan ammoniak en gerelateerde vergiftigingsrisico's, hangt samen met de leidingdruk. Er zijn in Nederland (vooral nog) geen richtlijnen of nadere informatie omtrent effectgebieden en het veilig transport van ammoniak per buisleiding in de publieke ruimte.

<sup>25</sup> <https://www.ilent.nl/over-ilt/handhaving-en-toezicht/interventie/interventiestrategie-per-werkterrein/rail>.

### *Wet- en regelgeving*

Buisleidingen in de publieke ruimte moeten door gemeenten in het omgevingsplan worden vastgelegd. Bij het vastleggen van het tracé moet rekening worden gehouden met de PR 10-6 contour: binnen deze contour mogen geen (zeer) kwetsbare objecten liggen. Verder zal er ook een aandachtsgebied langs de buisleiding liggen. Gemeenten spelen een belangrijke rol hierbij in het kader van de ruimtelijke inpassing van de leidingen in een bestemmingsplan. Bovendien moeten Rijkswaterstaat en waterschappen toestemming verlenen wanneer een buisleiding langs wegen of waterwegen gaat.

Zoals vermeld, is er in Nederland nog geen ervaring met transport van ammoniak per buisleiding in de publieke ruimte. Er bestaat dan ook nog geen handleiding voor het vaststellen van risico- en effectafstanden. Wanneer deze is opgesteld, valt deze te vinden zijn in de Omgevingsregeling (de Ministeriële regeling bij de Omgevingswet). De Omgevingswet geeft ook verdere kaders voor buisleidingen. Zo stelt het Bal voorschriften voor burgers en bedrijven. Denk hierbij aan preventiebeleid, veiligheidsbeheerssysteem en informatie over te hanteren plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden. Het Bkl stelt voorschriften voor het bevoegd gezag, zoals instructieregels voor omgevingsplannen en beoordelingsregels voor omgevingsvergunningen. Voor de in werking treding van de Omgevingswet waren deze eisen te vinden in het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). De eisen blijven gestoeld op NEN-normen, waar bijvoorbeeld de NEN 3650-serie belangrijk is. Deze serie normen, met o.a. de NEN 3650, 3651, 3654 en 3655 omvat technische en organisatorische eisen om de veiligheid van buisleidingen te garanderen. Een exploitant moet buisleidingen laten accrediteren door een daartoe bevoegde instantie. Er bestaan in Nederland vier instellingen die pijpleidingen mogen accrediteren op technische integriteit, namelijk Gasunie, Lloyds, Veritas en Vinçotte (Interview ILT).

Binnen industriële complexen wordt ammoniak wel over korte afstanden per buisleiding vervoerd. Deze leidingen zijn doorgaans bovengronds. Er is geen omgevingsvergunning verplicht voor het aanleggen of onderhouden van een buisleiding met gevaarlijke stoffen. Wel zijn deze buisleidingen vaak onderdeel van een grotere installatie die op zich zelf wel vergunningsplichtig is. Dit is het geval bij buisleidingen op Seveso-instellingen. Het Chemelot-terrein heeft bijvoorbeeld een ammoniakringleiding, alsook een korte verbinding naar de haven van Urmond (RUD Zuid-Limburg, 2019). Voor Chemelot is de vergunning van de ringleiding onderdeel van een vergunning voor een deelinstallatie die ook de ammoniak-opslag omvat. Vanwege verregaande functionele, technische en organisatorische bindingen ligt deze koppeling voor de hand.

Buisleidingen moeten voldoen aan het Europese *Pressure Equipment Directive* (PED, 2014/68/EU) (Interview DCMR). Ook internationaal bestaan er richtlijnen voor inspectie en lekkagedetectie (Product Stewardship Fertilizers, 2013). Veiligheidsregio Zuid-Limburg heeft recent effectafstanden berekend voor rampenscenario's met ammoniak. Effectafstanden variëren hier van 1150 meter (kans op dodelijke slachtoffers bij personen buitenshuis) tot bijna 10 kilometer (gezondheidsschade bij personen die gedurende een uur zijn blootgesteld) (Veiligheidsregio Zuid-Limburg, 2022, p. 12).

### *Toezicht en handhaving*

De ILT houdt toezicht op de naleving van de eisen uit het Bal. De ILT keurt de aanvraag van een in gebruik te nemen buisleiding en beoordeelt of de exploitant van de buisleiding voldoet aan de genoemde eisen. Het oordeel van de technische accreditatie door één van de vier

bovengenoemde instellingen weegt hier in mee. Bovendien inspecteert de ILT de exploitant van de buisleiding periodiek op naleving van eisen uit het Bal. Buisleidingen moeten opnieuw gekeurd worden als er zich veranderingen voordoen in buisleiding of de daardoor vervoerde stoffen (Interview ILT).

Het bevoegd gezag voor Seveso-inrichtingen houdt toezicht op de vergunningsplichtige activiteiten. Dit bevoegd gezag is doorgaans het college van Gedeputeerde Staten (provincie). Dit geeft de vergunning af en monitort de naleving van de afgekomen afspraken. In het geval van buisleidingen zijn deze afspraken gebaseerd op het PED, en is ook de arbeidsinspectie betrokken bij het toezicht. In sommige gevallen heeft de gemeente een gespecialiseerde instantie hiervoor. Het Leidingenbureau Rotterdam ziet bijvoorbeeld toe in de Rotterdamse haven.

De overdracht van toezichtsbevoegdheid rondom Seveso-inrichtingen verdient speciale aandacht. Zoals aangegeven, ziet doorgaans het bevoegd gezag toe op de naleving van de PED, en de ILT op de naleving van de Omgevingswet. De gekozen buisleiding binnen de inrichting en buiten de inrichting kunnen vergelijkbaar of verschillend zijn. In ieder geval zitten ze aan elkaar gekoppeld via een overslagstation. Dit overslagstation bevindt zich niet per se op de inrichtingengrens, met als gevolg dat het lokaal bevoegd gezag van de inrichting naast het stuk toezicht en handhaving op de PED ook verantwoordelijk is voor een (klein gedeelte) van het opnemen van de Bal-eisen (NEN3650) in de vergunning en de naleving daarvan. Dit is enkel het geval voor inrichtingen waar de daadwerkelijk overdracht niet op de inrichtingengrens plaatsvindt. In deze gevallen is het van belang dat in de technische tekening ('Piping and Instrumentation Diagram', of P&ID) tijdens het vergunningstraject duidelijk wordt gemaakt waar de overdracht daadwerkelijk plaats vindt, en dat de vergunning er in voorziet dat de resterende buisleiding richting de inrichtingengrens voldoet aan eisen uit het Bal (ILT, 2023).

# 4 Overslag en opslag

Overslag en opslag zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Daarom worden ze samen in dit hoofdstuk behandeld. Afhankelijk van de transportmodaliteit variëren de risico's van overslag sterk. Waar opslag en de verschillende transportmodaliteiten worden gekoppeld, spreken we van een interface. Bij de overslag van ammoniak is doorgaans sprake van twee partijen: de transporterende partij en de ontvangende of zendende partij. Daarnaast kan er ook sprake zijn van organisaties die gespecialiseerd zijn in vullen en/of lossen van gevaarlijke stoffen (IFV, 2016).

Voor alle overslaginterfaces en de opslag geldt dat decentrale overheden een grote rol spelen bij het bestrijden van ongevallen. Gemeentes stellen regels ten aanzien van bluswatervoorzieningen, bereikbaarheid van hulpdiensten en opstelplaatsen voor de brandweer. Veiligheidsregio's hebben de taak om gemeentes te adviseren over branden, rampen en crises (art. 10 Wet veiligheidsregio's, Wvr). Bij deze activiteiten is de PGS-12-richtlijn leidend.

Wat betreft specifieke risico's, toezicht en handhaving voor overslag en opslag behandelen we eerst de vier verschillende interfaces (paragrafen 4.1 tot en met 4.4), voordat we spreken over opslag (paragraaf 4.5). Bij de verschillende interfaces worden de risico's geduid aan de hand van effectberekeningen. Bij alle berekeningen wordt uitgegaan van het standaard weertype D5. Verdere details en aannames bij deze berekeningen staan in Bijlage 3.

## 4.1 Overslag: interface wegvervoer-opslag

### *Risico's bij wegvervoer-opslag interface*

Het grootste risico bij de overslag van wegvervoer van en naar opslag is het ongecontroleerd vrijkomen van ammoniak. De mogelijke omvang van een incident wordt onder andere bepaald door de inhoud van de tankwagens. Bij een pompdebiet van 50 ton per uur en een 2" slang is de 1 % letaliteitsgrens 200-260 meter (in de richting van de wind). Foutieve of slecht onderhouden koppelingen kunnen ten grondslag liggen aan een incident. Vergeleken met andere interfaces is het risico betrekkelijk hoog, omdat er door de beperkte volume-inhoud van vrachtwagens veel koppel- en ontkoppelmomenten nodig zijn om eenzelfde volume ammoniak over te slaan.

### *Wet- en regelgeving*

PGS-12 geeft richtlijnen voor het lossen en laden van tankwagens met ammoniak, onder andere betreffende de opstelling van de tankwagen (M47) en de positie van de tankwagen ten opzichte van overig verkeer (M48). Tevens stelt PGS-12 dat het scheiden van transportmodaliteiten de voorkeur heeft, om eventuele aanrijdingen tussen vrachtwagens en bijvoorbeeld treinen te vermijden. Verder worden er eisen gesteld aan aanwezige blusapparatuur en technische specificaties voor vulslangen en bijbehorende apparatuur. De vernieuwde PGS-12 geeft ook een voorkeurstechnologie voor verlading van tankwagens

(M54). Zo moet er bijvoorbeeld een aparte arm voor de vaste-fase en de gasfase zijn, en een droog ontkoppelingssysteem met minder dan 1 kilogram aan ammoniakverlies.

De chauffeur van de tankwagen is verantwoordelijk voor controleren op lekkages voordat hij of zij wegrijdt (M71). Bovendien moeten chauffeurs in bezit zijn van een ADR-certificaat vervoer gevaarlijke stoffen (zie ook Sectie 3.2).

#### *Toezicht en handhaving op overslag*

Toezicht en handhaving gebeuren via het reguliere Seveso-traject. Hierbij zijn de Nederlandse Arbeidsinspectie, het bevoegd gezag en de lokale veiligheidsregio betrokken.

## 4.2 Overslag: interface schip-opslag

#### *Risico's bij de schip-opslag interface*

Mogelijke lekkages tijdens het overslagproces van schip naar opslag leiden tot gevaren voor personeel op het schip en aan wal. De relevante effectgebieden zijn anders voor ammoniak die gekoeld wordt vervoerd en ammoniak die onder druk wordt vervoerd. Bij de overslag van gekoeld ammoniak, met een pompdebiet van 1500 ton/uur en een 12" slang ligt de 1 % letaliteitsgrens tussen de 390 en 510 meter (in de richting van de wind). De straal van een bijkomende vloeistofplas bedraagt maximaal 100 tot 160 meter. Bij de overslag van ammoniak die onder druk wordt vervoerd, ligt de 1% letaliteitsgrens – met eenzelfde pompdebiet van 1500 ton/uur en een 12" slang – tussen de 1130 en 1510 meter. Hier is geen sprake van vloeistofplassen.<sup>26</sup> Tevens kan een lekkage zorgen voor grootschalige milieuvervuiling als de ammoniak in het water terecht komt.

#### *Wet- en regelgeving*

Tijdens de overslag van/naar schepen zijn er doorgaans drie verschillende juridische regimes van toepassing:

1. Het schip valt onder de transportregelgeving (onder andere ADN, SOLAS, IMO), waarvan de verplichtingen zijn besproken in paragraaf 3.3.
2. De walinstallatie valt onder de Omgevingswet (voorheen Wet Milieubeheer)
3. De Havenverordening vangt eventuele hiaten tussen beide bovenstaande regimes op. Elke haven bepaalt haar eigen verordening, met daarin besloten specifieke regels waaraan vervoerders en verladers moeten voldoen. In Nederland hebben de havens van Rotterdam en Amsterdam de verordeningen grotendeels geharmoniseerd. Andere havens, zoals die van Delfzijl of Vlissingen, kennen verschillen. Desalniettemin worden ook havenverordeningen vaak afgestemd op internationale verdragen en kennis, en zijn de geldende regels vaak vergelijkbaar (Interview Havenbedrijf Rotterdam).

Een belangrijk deel van de Havenverordening betreft controlelijsten. Zo verplicht de verordening van de haven van Rotterdam het gebruik van een controlelijst bij de overslag van vloeibare schadelijke stoffen. Voordat de overslag plaatsvindt, moeten de kapitein of schipper van het zeeschip en de exploitant van de inrichting deze controlelijst nalopen en invullen. Yara Sluiskil, dat valt onder de havenverordening van North Sea Ports (Terneuzen / Gent), voert inspecties reeds uit voordat de schepen aan wal komen. De controlelijsten zijn afkomstig van de *International Safety Guide for Oiltankers and Terminals* (ISGOTT), die wordt uitgegeven door een drietal brancheorganisaties. Binnenvaartschepen kennen een

<sup>26</sup> Zie bijlage 3 voor details en aannames.



vergelijkbare controlelijst die is gebaseerd op de ISGOTT en staat opgenomen in de *International Safety Guide for Inland Navigation Tank-barges and Terminals* (ISGNINTT).

#### *Toezicht en handhaving*

Toezicht en handhaving gebeuren al naar gelang de regimes die van toepassing zijn. In dit geval betreft dat onder andere de ILT voor het transportgedeelte, het lokaal bevoegd gezag voor het walgedeelte en het havenbedrijf voor het gedeelte dat onder de havenverordening valt, vaak in overleg met dan wel de ILT, dan wel de gemeente. De bovengenoemde inspectieroutine van Yara Sluiskil illustreert hoe de verantwoordelijkheid kan worden ingericht tussen twee schakels van de ammoniakketen. Het inspectiepersoneel verzekert zich er reeds op het water van dat het schip in orde is, voordat het onder de verantwoordelijkheid valt van de ontvangende partij op de wal.

### 4.3 Overslag: interface spoorvervoer-opslag

#### *Risico's van spoorvervoer van ammoniak*

Het grootste risico bij de overslag van spoorvervoer van en naar opslag is het ongecontroleerd vrijkomen van ammoniak. Bij een pompdebit van 67 ton per uur en een 3" slang ligt de 1 % letaliteitsgrens tussen de 230 en 300 meter (in de richting van de wind).<sup>27</sup> De mogelijke omvang van een incident wordt onder andere bepaald door de inhoud van de ketelwagons. Deze ligt doorgaans rond de 50 ton.<sup>28</sup> Net als bij wegvervoer kunnen foutieve of slecht onderhouden koppelingen hieraan ten grondslag liggen. Vanwege de beperkte grootte van de wagons, zijn ook bij spoortransport een (groot) aantal koppel- en ontkoppelmomenten nodig. Dit werkt risico-verhogend. Vergeleken met wegtransport zijn er twee belangrijke verschillen. De kans op incidenten op het spoor is kleiner vanwege het geringere aantal verkeersbewegingen rondom de lading. Daarentegen lopen spoortracés die ook worden gebruikt voor het vervoer van gevaarlijke stoffen van oudsher ook door dichtbevolkte gebieden (stations in dorpskernen en binnensteden). Hierdoor kunnen eventuele effecten van incidenten groter zijn

#### *Wet- en regelgeving*

PGS-12 geeft richtlijnen voor het lossen en laden van reservoirwagons. Deze richtlijnen schrijven locatievereisten voor met betrekking tot de positie van de reservoirwagen op het spoor (M49), net als eisen voor de aanwezige blusapparatuur en technische specificaties voor vulslangen en bijbehorende apparatuur (M54). Zo moet er ook bij spoorvervoer (net als bij wegvervoer) een aparte arm voor de vaste-fase en de gasfase zijn, en een droog ontkoppelingssysteem met minder dan 1 kilogram aan ammoniakverlies.

De beheerder van de reservoirwagen is verantwoordelijk voor de staat ervan. Bovendien moet de wagen de juiste etikettering en labels hebben voor het transport van ammoniak, en moet de wagen regelmatig gekeurd worden. Het spoorbedrijf dat de ammoniak vervoert, moet beschikken over een veiligheidsadviseur gevaarlijke stoffen. Bovendien moet het personeel van de betrokken spoorbeheerders en goederenvervoerders bekend zijn met relevante wet- en regelgeving en de uit te voeren beheersmaatregelen (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).

<sup>27</sup> Zie bijlage 3 voor details en aannames.

<sup>28</sup> HART versie 1.1, hoofdstuk 9.3.

Gevaarlijke stoffen kunnen een periode opgeslagen staan in spoorketelwagons op spooremplacementen. Deze vorm van opslag hoeft niet te voldoen aan PGS-richtlijnen. De ammoniak is immers opgeslagen in een (mobiele) ketelwagon in plaats van een (stationaire) opslagtank. Het risico op ongevallen bij een dergelijke opslag van ammoniak is beperkt, omdat de meeste risico's verbonden zijn aan handelingen met ammoniak (dat wil zeggen overslag). Desalniettemin kunnen er zich incidenten voordoen. In 2015 vond er op het emplacement Tilburg-Goederen een aanrijding plaats tussen een rijdende passagierstrein en een stilstaande goederentrein (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).

## 4.4 Overslag: interface buisleiding-opslag

### *Risico's van buisleiding-opslag interface*

Het grootste risico bij de overslag van buisleidingen van en naar opslag is het ongecontroleerd vrijkomen van ammoniak. Foutieve of slecht onderhouden koppelingen kunnen hieraan ten grondslag liggen. Vergeleken met andere interfaces is het risico betrekkelijk laag, omdat er weinig koppel- en ontkoppelmomenten zijn.<sup>29</sup>

### *Wet- en regelgeving*

Ammoniakverbindingen tussen opslaglocaties en bijvoorbeeld productie- of gebruikslocaties zijn vergunningsplichtig via de WM/Omgevingswet. Buisleidingen in Seveso-inrichtingen moeten voldoen aan het PED (zie ook 3.3.5).

### *Toezicht en handhaving*

Het overdrachtspunt tussen de PED en de Bal ligt niet altijd voor de hand. Hoewel dit punt voor de wet op de inrichtingsgrens ligt, ligt het functionele overdrachtspunt soms binnen de inrichting. De ILT heeft recentelijk een inventarisatie opgesteld van de verantwoordelijkheden rondom ketentoezicht voor buisleidingen bij inrichtingen (ILT, 2023). Hoewel deze inventarisatie niet gericht was op ammoniak, zijn de bevindingen ook van toepassing op (toekomstige) ammoniakleidingen. De ILT stelt dat het overdrachtspunt voor het toezicht vaak bij een isolatieflens wordt vastgesteld die onderdeel uitmaakt van een meet- en regelstation. In deze situatie geldt de PED voor het deel van de leiding tussen de inrichting en de isolatieflens, en geldt de Bal zowel voor het gedeelte tussen de isolatieflens en de inrichtingsgrens als ook het gedeelte buiten de inrichting. Het bevoegd gezag voor de Seveso-inrichting is in dit geval verantwoordelijk voor het handhaven van twee verschillende richtlijnen binnen één inrichting.

### *Toezicht en handhaving*

Het lokaal bevoegd gezag dat de vergunning heeft verleend is verantwoordelijk voor het toezicht en de handhaving van de overslagactiviteiten.

---

<sup>29</sup> Vanwege het gebrek aan representatieve data zijn er voor dit risico geen indicatieve effectafstanden berekend.

## 4.5 Opslag

De opslag van ammoniak gaat gepaard met een groot aantal handelingen en is derhalve voor de veiligheid een belangrijke schakel in de ammoniakketen.

### *Risico's bij opslag van ammoniak*

Het grootste risico bij de opslag is het ongecontroleerd vrijkomen van de ammoniak. De grootte van het risico hangt nauw samen met de hoeveelheid opgeslagen ammoniak. Voor het volgende voorbeeld is gekozen voor een opslagtank van 15.000 ton. Recent is een opslagtank van 60.000 ton vergund<sup>30</sup>; daarbij zullen de effectafstanden groter zijn. Er bestaan twee belangrijke risico's. Bij het instantaan falen van de opslagtank van 15.000 ton ligt de 1 % letaliteitsgrens op 2500 meter in de richting van de wind. De straal van een vloeistofplas die verdampt, bedraagt maximaal circa 800 meter. Bij een groot lek ligt de 1 % letaliteitsgrens op 640 meter (in de richting van de wind). De straal van de vloeistofplas die verdampt, bedraagt dan maximaal ca. 200 meter. Overigens is bij grotere opslagen niet per se een groter effectgebied te verwachten. Zo kan een opslag van 30.000 ton bijvoorbeeld bestaan uit twee tanks van 15.000 ton, waarvan het onwaarschijnlijk is dat ze beide tegelijk instantaan falen.

### *Wet- en regelgeving*

De opslag van ammoniak als energiedrager zal doorgaans een Seveso-activiteit zijn. Dezelfde wet- en regelgeving als uit paragraaf 2.2 is dan ook aan de orde. PGS-12 geeft richtlijnen over ontwerpkeuzes met betrekking tot de opslag van ammoniak. Zo moet er sprake zijn van een volledig omsloten atmosferische opslagtank en in-tank pompen (M9). De binnentank (primaire tank) en buitentank (secundaire tank) zijn van staal, en worden extra beschermd door een betonnen buitenwand (M9). Verder worden er eisen gesteld aan de verlaadinstallatie (laad- en losarmen) voor tankwagens en spoorketelwagens (M54). Zo moet er bijvoorbeeld een aparte arm voor de vaste-fase en de gasfase zijn, en een droog ontkoppelingssysteem met minder dan 1 kilogram aan ammoniakverlies.

### *Toezicht en handhaving*

Samen met de Nederlandse Arbeidsinspectie monitoren de toezichthouders van het bevoegd gezag en de veiligheidsregio's de naleving van bovengenoemde voorschriften. Veiligheidsregio's kunnen, behalve inspectie bij Seveso-Inrichtingen (art 13.17 van Omgevingsbesluit/ art. 61 van de Wvr), ook adviseren tot oprichting van een bedrijfsbrandweer (artikel 31 Wvr).

---

<sup>30</sup> <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2024-4397.html>.

# 5 Analyse

In de voorgaande hoofdstukken hebben we enkele aspecten van de veiligheid van ammoniak beschreven. In dit hoofdstuk analyseren we deze informatie en beantwoorden we de vragen die centraal staan in dit onderzoek. Deze analyse laat zo zien wat 1) de relevante veiligheidsrisico's zijn, 2) welke institutionele kaders deze risico's beperken en 3) hoe toezicht en handhaving zijn ingericht.

De relevante veiligheidsrisico's van ammoniak verschillen binnen de logistieke keten met name in omvang. Ammoniak is een stof die toxisch gevaar, brandgevaar en (in zeer zeldzame gevallen) ontploffingsgevaar met zich meebrengt. Dit rapport geeft geen inschattingen wat betreft de waarschijnlijkheid van de verschillende typen gevaren. Het geeft wel een indicatie van mogelijke effectafstanden bij incidenten in verschillende schakels van de logistieke keten. Zo ligt de 1 % letaliteitsgrens het verst bij de opslag van ammoniak (2500 meter) en bij de overslag van onder druk vervoerde ammoniak per zeeschip (>1100 meter). Bij andere schakels van de keten, zoals bij de productie van ammoniak (ca. 150 meter) of het transport per vrachtwagen (circa 40 meter) of ketelwagon (circa 60 meter) liggen deze effectafstanden beduidend dichterbij.

Omgevingsvergunningen en tal van internationale transportverdragen zijn belangrijke institutionele kaders die bovenstaande risico's beperken. De PGS-12 richtlijn geeft duidelijke handvatten voor een veilige opslag en overslag. De hernieuwde versie, die op het moment van schrijven (juni 2024) in conceptversie gereed is, geeft onder andere advies over de best beschikbare technieken voor opslagtanks en overslagmechanismes.

Naast de bovenstaande kaders wordt veiligheid in de ammoniakketen ingevuld door lokale keuzes en afwegingen. De havenverordening speelt een belangrijke rol in het vaststellen van afspraken en routines bij overdrachtspunten in havens. Zo kan de havenverordening voorzien in checklists die het havenpersoneel in staat stellen om de veiligheid van schepen te borgen voordat ze – zodra ze aangemeerd zijn – onder de omgevingsvergunning vallen. Hoewel havenverordeningen van de diverse Nederlandse havens vaak zijn gebaseerd op vergelijkbare internationale kaders, worden ze lokaal vastgesteld en kunnen ze onderling verschillen.

Ten slotte wordt de veiligheid in en rondom ammoniakinrichtingen voor een belangrijk deel bepaald door de bekwaamheid van het personeel: dit voert interne inspecties uit, bedient laad- en losapparatuur en bestuurt vrachtwagens, treinen en schepen. Uit de gevoerde interviews blijkt dat de partijen die zich binnen Nederland bezighouden met ammoniak hun personeel doorgaans zelf scholen. Uit dezelfde interviews blijkt ook dat er binnen de sector vooralsnog niet wordt getwijfeld aan de kwaliteit van de opleidingen en de competentie van het personeel. Wel bestaan er zorgen over de vraag of het huidige kwaliteitsniveau kan worden behouden wanneer er sprake is van groeiende transportstromen voor ammoniak, met daarbij horende nieuwe bedrijven en werknemers.

Het toezicht en de handhaving op veiligheid in ammoniakketens ligt voor een groot deel bij Seveso-omgevingsdiensten en de ILT. De Seveso-omgevingsdiensten, samen met de Nederlandse Arbeidsinspectie, de veiligheidsregio's en waterschappen (of Rijkswaterstaat) dragen zorg voor het toezicht en de handhaving bij productie, overslag, opslag en het gebruik van ammoniak. De ILT is verantwoordelijk voor toezicht en handhaving bij alle modaliteiten van transport. De toezichthoudende partijen hebben eigen kennis opgedaan op het gebied van ammoniak, of vertrouwen op kennis van derden. Deze kennis is tot nu toe grotendeels geconcentreerd in industriële gebieden waar ammoniak aanwezig is. Het ligt voor de hand dat bij groeiende transportstromen ook andere regio's te maken krijgen met ammoniak. Dit leidt mogelijk tot het ontplooiën van ammoniakactiviteiten in gebieden waar lokale instanties (omgevingsdiensten, veiligheidsregio's of waterschappen) niet voldoende kennis hebben over het vergunnen, monitoren en handhaven van ammoniakactiviteiten. Zo ontstaat de behoefte aan het actief delen van kennis tussen deze instanties.

De institutionele borging van veiligheid in ammoniakketens wordt samengevat in Tabel 5.1. Per schakel van de keten en transportmodaliteit wordt genoemd 1) wie verantwoordelijk is voor de veiligheid; 2) wie verantwoordelijk is voor toezicht en handhaving; en 3) wat de meest prominente wetgeving of richtlijn hiervoor is.

**Tabel 5.1 Samenvatting van de institutionele borging van ammoniakketens**

	Weg	Spoor	Water	Buis
<i>Productie</i>	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam <sup>31</sup> 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn
<i>Transport</i>	1. Beheerder vrachtwagen en chauffeur 2. ILT 3. ADR, Vlg, Basisnet	1. Beheerder ketelwagen 2. ILT / ProRail 3. RID, Vsg, Basisnet	1. Beheerder schip en schipper 2. ILT 3. SOLAS, ILO, MARPOL	1. Industrie / Exploitant 2. ILT 3. PED, Bal
<i>Overslag</i>	1. Beheerder vrachtwagen en chauffeur 2. Seveso-Inspectieteam 3. PGS-12, Seveso-richtlijn	1. Beheerder ketelwagen 2. Seveso-Inspectieteam 3. PGS-12, Seveso-richtlijn	1. Beheerder schip 2. ILT, bevoegd gezag, havenbedrijf 3. WM, Havenverordening, SOLAS, ILO, MARPOL	1. Industrie / Exploitant 2. ILT, Seveso-inspectieteam 3. PED, Bal
<i>Opslag</i>	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn
<i>Gebruik</i>	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn	1. Industrie 2. Seveso-inspectieteam 3. Seveso-richtlijn

<sup>31</sup> Het Seveso-inspectieteam bestaat uit vertegenwoordigers van de Nederlandse Arbeidsinspectie, het bevoegd gezag en de veiligheidsregio.

# 6 Conclusie

In dit rapport hebben we de institutionele kaders beschouwd die de veiligheid in ammoniakketens borgen. Voor vijf schakels in de ammoniakketen duidt het 1) de relevante veiligheidsrisico's, 2) de vigerende institutionele kaders en 3) de inrichting van toezicht en handhaving. Een beperkt aantal partijen is verantwoordelijk voor de NH<sub>3</sub>-veiligheid van meerdere aansluitende activiteiten. Havenbedrijven en grootschalige gebruikers van ammoniak spelen een belangrijke rol in deze keten. Havenbedrijven zijn bepalend in het opstellen van de voorwaarden waaronder ammoniak veilig aan wal wordt gebracht, wordt opgeslagen en de opslag weer verlaat. Grootschalige gebruikers van ammoniak zijn bepalend in het bewaken van veiligheid door hun expertise in combinatie met intern toezicht. In beide gevallen wordt de veiligheid binnen verschillende schakels en tussen aangrenzende schakels deels geborgd door wet- en regelgeving en deels door lokale afwegingen, routines, en besluiten. Vervolgens zijn Seveso-omgevingsdiensten verantwoordelijk voor het monitoren en handhaven van wettelijk vastgelegde afspraken, samen met onder andere veiligheidsregio's, waterschappen en de Nederlandse Arbeidsinspectie. Het ILT speelt een belangrijke rol bij het monitoren en handhaven van de vier besproken transportmodaliteiten: vrachtwagens, treinen, schepen en buisleidingen.

Dit rapport heeft de huidige situatie geduid. Deze wordt gekenmerkt door partijen die doorgaans al over (ruime) ervaring bezitten met ammoniak en die in staat zijn om veiligheid in de bestaande ammoniakketen op het huidige niveau te borgen. We verwachten dat huidige ammoniakketens zullen groeien, en dat nieuwe spelers hun intrede gaan doen. Deze nieuwe spelers hebben echter niet altijd de nodige ervaring met ammoniak. Om veiligheid ook bij groeiende ammoniakstromen te kunnen borgen, komen we tot een aantal aanbevelingen voor beleidsmakers, handhavers en de industrie:

- > Het integreren van nieuwe partijen in de ammoniakketen behoeft aandacht. Dit rapport laat zien dat bestaande wet- en regelgeving deels moet worden aangevuld met lokale afwegingen die vaak in onderling overleg tussen industriële partners tot stand komen. Er zullen afspraken moeten worden gemaakt met 'nieuwe' spelers in de keten. Huidige grote spelers in de ammoniakketen, zoals het Havenbedrijf Rotterdam of Yara, kunnen hierin een belangrijke rol spelen. Zij kunnen voorwaarden stellen bij het aangaan van handelsrelaties met nieuwe ketenpartijen en kennis beschikbaar stellen door middel van gezamenlijke opleidingsprogramma's.
- > Een sector-brede aanpak, analoog aan eerdere inspanningen voor veiligheid in de LNG keten, kan zorgen voor een efficiëntere uitwisseling van kennis en ervaring. Hierbij hoort het opstellen en communiceren van scenario's, alsook het opdoen en verspreiden van kennis over het bestrijden van incidenten door een keten-brede hulpregeling op te stellen.

# Literatuur

- Antea Group. (2021). *Rapportage evaluatie Convenant Ammoniak Yara Sluiskil*.
- Arcadis, & Berenschot. (2021). *Ketenstudie omgevingsveiligheid van duurzame waterstofrijke energiedragers*.
- COT Instituut voor Veiligheids- en Crisismanagement, & Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid. (2007). *Evaluatie van de crisisbeheersing rond de brand op de Willem van der Zwan*.
- IFV. (2016). *Handreiking Incidentmanagement bij verkeersongevallen met gevaarlijke stoffen*.
- ILT. (2023). *Evaluatie 'Ketentoezicht': Evaluatie van de inspectierondes 2022 en 2023*.
- Inspectie Leefomgeving en Transport. (2021). *Monitoring van uitvoering van de aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid*.
- Inspectie Leefomgeving en Transport. (2022). *Meerjarenplan ILT 2023-2027* (Issue September 2022).
- KPMG, TNO, & ECORYS. (2004). *Ketenstudies Ammoniak, Chloor en LPG*.
- Ministerie van EZK. (2023). *Concept Nationaal Plan Energiesysteem*.
- Ministerie van EZK, & Ministerie van BZK. (2024). *Programma Energiehoofdstructuur*. Jaarverslag Basisnet 2021, (2022).
- Staatscourant Nr. 17445, Pub. L. No. 17445 (2022).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Prorail. (2012). *Convenant warme-BLEVE-vrij samenstellen en rijden van treinen*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Verslag over de uitvoering en werking van het convenant "Warme-BLEVE-vrij samenstellen en rijden van treinen" in 2020*.
- Ministerie van VROM. (2004). *Kabinetsstandpunt Ketenstudies Ammoniak, Chloor en LPG*. <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2021D47333&did=2021D47333>
- NIPV. (2023a). *Binnenvaarttanker Ammoniak – Giftige wolk*. Scenarioboek. <https://scenarioboeken.nipv.nl/binnenvaarttanker-ammoniak-giftige-wolk/>
- NIPV. (2023b). *Ketelwagen Ammoniak – Giftige Wolk*. Scenarioboek. <https://scenarioboeken.nipv.nl/ketelwagen-ammoniak-giftige-wolk/>
- NIPV. (2023c). *Tankwagen Ammoniak – giftige wolk*. Scenarioboek. <https://scenarioboeken.nipv.nl/tankwagen-ammoniak-giftige-wolk/>
- Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2016). *Risicobeheersing bij spoor -vervoer gevaarlijke stoffen*.
- Port of Rotterdam. (2022). *Ruimte geven aan transitie. Make it happen*.
- Product Stewardship Fertilizers. (2013). *Guidance for Inspection of and Leak Detection in Liquid Ammonia Pipelines*.
- Rosmuller, N. (2013). *Transportveiligheid: ketens verbinden, netwerken smeden*.
- Rosmuller, N., Spoelstra, M., & Riemersma, B. (2024). *De zeven veiligheidsprincipes van groot-schalig transport van ammoniak en andere waterstof - dragers*.
- Rosmuller, N., & van Rossum, S. (2015). Gemeentelijke informatievoorziening omtrent routing vervoer gevaarlijke stoffen. *Ruimtelijke Veiligheid En Risicobeleid*, 18, 24–33.
- RUD Zuid-Limburg. (2019). *Revisievergunning Site Chemelot, Hoofdstuk 5: Deelinrichting ammoniakringleiding, -opslag en -verlading*.
- Schmitz, P., Reniers, G., & Swuste, P. (2021). Determining a realistic ranking of the most dangerous process equipment of the ammonia production process: A practical approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 70, 104395. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104395>
- Spoelstra, M., Brans, H., Hessels, T., Riemersma, B., & Vos, J. (2023). *Informatieblad energietransitie*.
- TNO. (2003). *Productketenanalyses ammoniak , chloor en LPG - Fase 1 : Technische / grondstoffelijke / economische en externe veiligheidsaspecten van de ketens*.

TNO, Arcadis, & Berenschot. (2023). *Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers*.

van Rossum, S. (2014). *Routing vervoer gevaarlijke stoffen. Een onderzoek naar de effectiviteit van informatievoorziening van gemeenten aan chauffeurs en logistiek planners*. Hogeschool Utrecht.

Veiligheidsregio Zuid-Limburg. (2022). *Rampbestrijdingsplan Chemelot*.



# Bijlage 1: Overzicht van interviews

Datum	Organisatie	Personen
23-05-2023	VR Rotterdam-Rijnmond	Marco van den Berg
04-07-2023	Inspectie Leefomgeving en Transport	Joop Aardema
14-07-2023	DC Milieubeheer Rijnmond	Jochem Langeveld
10-08-2023	Havenbedrijf Rotterdam	Alan Dirks Françoise van den Brink Cees Boon
23-08-2023	Yara	Manuel Dhondt Gijsbrecht Gunter

# Bijlage 2: Interventiematrix

		Het gedrag van de overtreder is			
		Bewust en structureel crimineel	Calculerend	Moet kunnen	Goedwillend
De (mogelijke) gevolgen voor transport, infrastructuur, milieu en wonen	Aanzienlijk, dreigend en/of onomkeerbaar	LOD, LOB, TS, S/I, E/S, BSBm/ PV	LOD, LOB, TS, S/I, E/S, BSBm/ PV	VT, LOD, LOB, TS, BB, BSBm, PV	VT, LOD, LOB, TS, BB, BSBm, PV
	Van belang	LOD, LOB, TS, S/I, E/S, PV	VT, LOD, LOB, TS, BB, BSBm, PV	VT, LOD, LOB, TS, BB, BSBm, PV	Ws, BG, BB, BSBm, PV
	Beperkt	LOD, LOB, TS, BB, PV	VT, LOD, LOB, TS, BB, BSBm, PV	Ws, BG, BSBm, PV	A/I
	Vrijwel nihil	BG, BB, PV	BG, BB, BSBm, PV	A/I	A/I

## Mogelijke maatregelen (incl. afkortingen en uitleg)

Verscherpt toezicht (VT)

Bij verscherpt toezicht treedt de ILT op als een overtreder zich meerdere keren niet aan de wet houdt. De ILT houdt dan meer of intensiever toezicht op de overtreder. Voordat de ILT verscherpt toezicht houdt, is er vaak een bestuurlijk gesprek. Verscherpt toezicht wordt aangekondigd. De ILT legt daarnaast ook uit onder welke voorwaarden zij het verscherpt toezicht opheft.

## Mogelijke maatregelen (incl. afkortingen en uitleg)

Last onder dwangsom (LOD)

Bij een last onder dwangsom (LOD) legt de ILT aan de overtreder een verplichting op (een 'last') om een overtreding ongedaan te maken, te beëindigen of te voorkomen. Voldoet de overtreder daar niet aan? Dan moet deze een bepaald bedrag betalen (dwangsom). Bij het opleggen van een LOD zet de ILT de volgende stappen:

1. Voornemen last onder dwangsom: de inspecteur maakt het voornemen bekend om een last onder dwangsom op te leggen met een hersteltermijn, plus de termijn om zienswijzen bekend te maken.
2. Herstelt de overtreder zijn overtreding niet? Dan volgt een sanctiebeschikking: de ILT legt een last onder dwangsom met een hersteltermijn op.
3. Herstelt de overtreder zijn overtreding niet? Dan int de ILT de dwangsom.

Blijkt uit de zienwijze of op een andere manier dat de overtreding al is hersteld? Dan moet de genoemde procedure wel worden afgerond, bijvoorbeeld met een afsluitende brief dat geen sanctie wordt opgelegd.

Last onder bestuursdwang (LOB)

Bij een last onder bestuursdwang (LOB) grijpt de ILT zelf in om een overtreding ongedaan te maken. Dit doet zij op kosten van de overtreder. Bij het opleggen van een LOB zet de ILT de volgende stappen:

1. Voornemen last onder bestuursdwang: de inspecteur maakt het voornemen bekend om een LOB op te leggen met een hersteltermijn, plus de termijn om zienswijzen bekend te maken.
2. Herstelt de overtreder zijn overtreding niet? Dan volgt een sanctiebeschikking: de ILT legt een LOB op met een hersteltermijn.
3. Herstelt de overtreder zijn overtreding niet? De ILT voert de bestuursdwang uit en maakt zelf de overtreding ongedaan.
4. De ILT int de gemaakte kosten van het oplossen van de overtreding bij de overtreder.

Bij spoedeisende situaties en ernstige overtredingen is de LOB de meest geschikte bestuursrechtelijke interventie. De ILT kan vragen om onmiddellijke beëindiging van de overtreding. Dan kan ze van de voorgaande stappen afwijken. Blijkt dat de overtreder de overtreding niet wil beëindigen? Dan kan de inspectie zelf optreden. In spoedeisende gevallen ook zonder de voorgaande stappen zoals een voornemen last onder bestuursdwang. Wel moet de inspectie achteraf zo snel mogelijk een formele sanctiebeschikking geven.

Tijdelijk stilleggen (TS)

De ILT kan activiteiten of voertuigen vanwege een overtreding tijdelijk stilleggen, totdat de overtreding is hersteld en de wet wordt nageleefd. Tijdelijk stilleggen kan onder de LOB vallen.

Bestuurlijke boete (BB)

Bij een bestuurlijke boete is de overtreder verplicht om een geldsom te betalen vanwege een overtreding. De ILT kan een bestuurlijke boete opleggen zonder tussenkomst van het Openbaar Ministerie of een rechter. Het Centraal Justitieel Incassobureau (CJIB) regelt de inning en incasso. Tegen een bestuurlijke boete kan bezwaar gemaakt worden en beroep ingediend bij de ILT.

## Mogelijke maatregelen (incl. afkortingen en uitleg)

Bestuurlijke strafbeschikking milieu (BSBm)	De bestuurlijke strafbeschikking milieu (BSBm) is bedoeld voor relatief eenvoudige overtredingen waarbij er geen twijfel is over de schuld van de overtreder. Zonder tussenkomst van het Openbaar Ministerie (OM) kan de ILT een geldboete opleggen. In de Richtlijn bestuurlijke strafbeschikkingbevoegdheid milieu- en keurfeiten staan de grenzen en omstandigheden voor het geven van een BSBm. Als de ILT geen BSBm kan geven, is overleg met het OM vaak noodzakelijk. Het Centraal Justitieel Incassobureau (CJIB) regelt de inning en incasso bij een BSBm.
Proces verbaal (PV)	De ILT kan een proces verbaal (PV) opmaken als zij een strafbaar feit vermoedt of constateert. Een PV is de basis voor het verdere optreden van het Openbaar Ministerie (OM). Dat kan leiden tot maatregelen als: een geldboete, een werkstraf, een gevangenisstraf, ontneming van wederrechtelijk verkregen voordeel, publicatie van het vonnis, stillegging van de onderneming en verbeurdverklaring.
Schorsen of intrekken vergunning	Bij schorsen of intrekken van vergunning, certificaat of erkenning wordt een vergunning, certificaat of ontheffing van de overtreder helemaal of gedeeltelijk ingetrokken. Deze interventie is vooral passend als de overtreder niet in actie komt na eerdere interventies, zoals een LOD.
Exploitatieverbod / sluiting (E/S)	Bij een exploitatieverbod of sluiting kan de ILT bedrijven van niet vergunningsplichtige overtreders op basis van de Fraudewet sluiten of het uitbaten ervan verbieden.
Waarschuwen (Ws)	Waarschuwen betekent dat de overtreder naar aanleiding van een inspectie een brief 'Tekortkoming(en) bij inspectie' ontvangt. Daarin staat welke maatregelen of voorzieningen een organisatie moet treffen om de wet na te leven. En binnen welke (redelijke) termijn dit moet. Treft de overtreder de maatregelen of voorzieningen uit de brief niet binnen de gegeven termijn? In de brief staat ook dat de ILT dan bestuursrechtelijke interventies neemt, zoals een Last Onder Dwangsom (LOD), Last onder Bestuursdwang (LOB) of een boeterapport.
Bestuurlijk Gesprek (BG)	Bij een bestuurlijk gesprek praat de Aw (ILT) met (de leiding van) de overtreder. Dit is een aanvullende zwaardere interventie die de Aw (ILT) kan nemen op waarschuwen.
Aanspreken of informeren (A/I)	Aanspreken of informeren is een informele interventie naar aanleiding van een inspectie. Het moet ervoor zorgen dat de overtreder de wet naleeft of kan naleven. Aanspreken of informeren gebeurt mondeling, door het geven van informatie op papier of door een verwijzing naar informatiebronnen zoals een website. Deze interventie wordt vooral gebruikt bij goedwillende overtreders die onbedoeld de wet niet naleven en gemotiveerd zijn om iets zo snel mogelijk zelf op te lossen.

# Bijlage 3: Uitgangskondities effectsberekeningen vrijkomen ammoniak

## Algemene uitgangskondities

Voor onderstaande berekeningen zijn de volgende uitgangskondities gehanteerd:

Weerklasse	D5
Minimale plasdikte	1 cm ('Relatively flat sandy soil, gravel')
Omgevingstemperatuur	9 °C
Type ondergrond (van belang voor warmteoverdracht i.v.m. verdamping)	Average subsoil
Ruwheidslengte (voor dispersie)	0,5 m ('Parkland, bushes, numerous obstacles')
Observatiehoogte	1,5 m
Maximale blootstellingstijd	30 min

## Scenario 1: Gekoelde tankopslag

Grootte tank 15.000 ton (aanname, ca. één zeeschip)

Grootte aansluiting tank 12" (aanname)

Aansluiting tank onderaan, met optie tot volledige leegloop (aanname).

### Instantaan vrijkomen:

- > 1% letaliteit ligt op 2500 m (in de richting van de wind).
- > Straal van vloeistofplas zal (maximaal) ca. 800 m. zijn.

### Groot lek:

- > 1% letaliteit ligt op 640 m (in de richting van de wind).
- > De straal van de vloeistofplas zal (maximaal) ca. 200 m. zijn.

## Scenario 2: Overslag van gekoelde ammoniak van schip naar opslagtank

Pompdebit 1500 ton/uur (aanname)

12" slang (aanname).

Twee situaties:

1. een automatisch veiligheidssysteem sluit de toevoer af na 10 minuten. Weer vrije spreiding van de plas:
  - > 1% letaliteit ligt op 390 m (in de richting van de wind).
  - > De straal van vloeistofplas (maximaal) ca. 100 m.

2. Er is geen automatisch veiligheidssysteem, maar manueel zal de toevoer na een half uur worden afgesloten. Weer vrije spreiding van de plas:
  - > 1% letaliteit ligt op 510 m (in de richting van de wind).
  - > De straal van vloeistofplas (maximaal) ca. 160 m.

### **Scenario 3: Overslag van ammoniak (onder druk) bij omgevingstemperatuur (9°C) van schip naar opslagtank**

Pompdebiet 1500 ton/uur (aannname)

12" slang (aannname)

Geen sprake van vloeistofplassen.

Twee situaties:

1. een automatisch veiligheidssysteem sluit de toevoer af na 10 minuten.
  - > 1% letaliteit ligt op 1130 m (in de richting van de wind).
2. Er is geen automatisch veiligheidssysteem, maar na een half uur wordt de toevoer manueel afgesloten.
  - > 1% letaliteit ligt op 1510 m (in de richting van de wind).

### **Scenario 4: Overslag van ammoniak (onder druk) bij omgevingstemperatuur (9°C) van tank naar spoorketelwagen**

Pompdebiet 67 ton/uur (aannname)

3" slang (aannname)

Geen sprake van vloeistofplassen.

Twee situaties:

1. een automatisch veiligheidssysteem sluit de toevoer af na 10 minuten.
  - > 1% letaliteit ligt op 230 m (in de richting van de wind).
2. Er is geen automatisch veiligheidssysteem, maar na een half uur wordt de toevoer manueel afgesloten.
  - > 1% letaliteit ligt op 300 m (in de richting van de wind).

### **Scenario 5: Overslag van ammoniak (onder druk) bij omgevingstemp (9 °) van tank naar tankwagen**

Pompdebiet 50 ton/uur (aannname)

2" slang (aannname)

Geen sprake van vloeistofplassen

Twee situaties:

1. een automatisch veiligheidssysteem sluit de toevoer af na 10 minuten.
  - > 1% letaliteit ligt op 200 m (in de richting van de wind).
2. Er is geen automatisch veiligheidssysteem, maar na een half uur wordt de toevoer manueel afgesloten.
  - > 1% letaliteit ligt op 260 m (in de richting van de wind).