Ex-ante-evaluatie fosfine in het ADN

Gegaste ladingen in de binnenvaart



CE Delft
Witteveen + Bos

Inhoud

Ex-ante-evaluatie fosfine in het ADN

Gegaste ladingen in de binnenvaart

Dit rapport is geschreven door:
Peter Scholten en Daan van Seters (CE Delft)
Dirk Serlie en Lucas Vogels (Witteveen + Bos)

Wij danken alle geïnterviewde partijen voor hun waardevolle bijdrage aan dit onderzoek.

Delft, CE Delft, augustus 2026

Publicatienummer: 26.260112.120

Opdrachtgever: Ministerie van IenW

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Peter Scholten (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

Samenvatting 5
Aanleiding en onderzoeksaanpak 5
Het maatregelenpakket 5
Verwachte effecten maatregelenpakket 6
Problemen eerder in de keten blijven buiten schot 6
Aanbevelingen 7

Executive summary 9
Background and approach 9
The proposed provisions 9
Expected effects 10
Risks originating earlier in the transport chain are only partly addressed 11
Conclusions and recommendations 11

1 Inleiding 13
1.1 Achtergrond en aanleiding 13
1.2 Doel en onderzoeksvragen 14
1.3 Afbakening 15
1.4 Leeswijzer 15

2 Methodiek 16
2.1 Onderzoeksopzet 16
2.2 Informatie- en dataverzameling 16
2.3 Beoordelingskader 17

3 Probleembeschrijving 19
3.1 Probleembeschrijving 19
3.2 Beleidsachtergrond 25
3.3 Beschrijving maatregelenpakket 34
3.4 Doelen van het maatregelenpakket 36

4 Effectbepaling 38
4.1 Definitie gegaste lading 39
4.2 Individuele maatregelen 40
4.3 RI&E-analyse 54
4.4 Samenvatting effecten 55

5 Beoordeling maatregelenpakket 57
5.1 Doeltreffendheid 57
5.2 Doelmatigheid 61
5.3 Uitvoerbaarheid 64
5.4 Samenvatting 66

6 Conclusies en aanbevelingen 68

Literatuur 72

A Maatregelenpakket ADN 74

B Agribulk in de binnenvaart 80

C RI&E-analyse 87

Samenvatting

Aanleiding en onderzoeksaanpak

Schadelijkheid fosfine

Fosfine is een zeer giftig gas dat wordt gebruikt om ongedierte in onder andere graan en veevoer te bestrijden. Het komt vrij uit fosfinetabletten bij contact met vocht in de lucht. Dit proces heet fumigatie en vindt vooral plaats tijdens opslag en zeetransport, maar ook bij vervoer per trein of vrachtwagen. Niet-uitgereageerde tabletten of andere restanten kunnen bij overslag in een binnenvaartschip terechtkomen en tijdens de reis opnieuw fosfine produceren. In de afgelopen jaren hebben zich hierdoor meerdere incidenten voorgedaan, waarbij ook opvarenden ernstig gewond raakten.

Deze ex-ante-evaluatie onderzoekt de verwachte effecten van het maatregelenpakket voor eerder gegaste bulkladingen, dat is voorbereid door de Correspondence Group on Fumigated Cargo van het ADN Safety Committee (WP.15/AC.2) en is vastgelegd in document CFC_26_01en van 20 februari 2026. Het pakket is inmiddels aangenomen voor opname in ADN 2027, het European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways. We onderzoeken de effecten van het maatregelenpakket op veiligheid, bedrijfsvoering en kosten voor de betrokken partijen in de Nederlandse binnenvaartketen, waaronder vervoerders, verladers, terminals, gasmeet- en gassingsbedrijven en overheden. De analyse is gebaseerd op literatuur, regelgeving, incidentinformatie en interviews met sectorpartijen in de binnenvaart, verladers, gasmeetbedrijven en overheden.

Het maatregelenpakket

Het voorgestelde pakket introduceert voor eerder gegaste bulkladingen onder meer een documentatieplicht, verwijdering van terugvindbare fumigatierestanten, grenswaarden, een vrijgavemeting, detectieapparatuur en een meld- en stilleggingsplicht.

Deze combinatie vormt een gelaagd veiligheidsstelsel. De documentatieplicht activeert de overige verplichtingen en informeert schippers, terminals en toezichthouders over de risico's. Het verwijderen van terugvindbare fumigatierestanten beperkt het risico op nieuwe gasontwikkeling. De vrijgavemeting voorkomt dat een schip met een aantoonbaar onveilige lading vertrekt, terwijl detectiemeters, melding en stillegging vooral de blootstel-

lingsduur en de ernst van een incident kunnen beperken als tijdens de reis alsnog fosfine vrijkomt.

Verwachte effecten maatregelenpakket

De toegevoegde waarde van de vrijgavemeting is het grootst bij ladingen uit het Europese achterland, omdat deze momenteel vaak niet worden gemeten. In zeehavens is de meerwaarde beperkter, omdat daar doorgaans al metingen plaatsvinden. Een vrijgavemeting blijft bovendien een momentopname en kan niet uitsluiten dat achtergebleven tabletten of andere restanten later opnieuw fosfine produceren. Detectiemeters vormen daarom een belangrijk laatste vangnet, al kunnen valse alarmen leiden tot onnodige stilleggingen, alarmmoeheid en/of het uitschakelen van apparatuur.

De gevolgen voor capaciteit, bedrijfsvoering en kosten voor de gehele keten konden niet goed worden ingeschat, omdat voorschriften voor de vrijgavemeting zoals meetlocaties, meetduur, apparatuur, kwalificaties en de geldigheidsduur van meetresultaten nog niet eenduidig zijn uitgewerkt. Wel is aannemelijk dat extra inzet nodig is voor het uitvoeren van gasmeetingen en dat tekorten aan deskundigen en apparatuur kunnen ontstaan. Ook blijft onzeker waar de economische lasten uiteindelijk terechtkomen, waarbij schippers, terminals en kleinere laadlocaties mogelijk relatief zwaar worden geraakt.

Het is onduidelijk welke autoriteit optreedt, welke ligplaatsen beschikbaar zijn en waar gecontroleerde ventilatie mogelijk is, zowel in Nederland als in andere ADN-lidstaten.[1] De effecten op veiligheid, bedrijfsvoering, wachttijden en kosten zijn daarom nog lastig in te schatten, omdat de incidentafhandeling nog niet concreet is uitgewerkt. Verschillen tussen landen in procedures kunnen ervoor zorgen dat na een eerdere vrijgave toch kleine overschrijdingen ontstaan. De procedure moet daarom ruimte bieden om hier veilig en passend op te reageren.

Problemen eerder in de keten blijven buiten schot

De werking van het ADN-maatregelenpakket neemt sterk af wanneer de fumigatiehistorie onjuist, onvolledig of onbekend is. Bij buitenlandse, gemengde of tijdelijk opgeslagen ladingen, kan informatie over eerdere fumigatie verloren gaan. Daardoor kunnen ladingen buiten de documentatie-, verwijderings- en meetverplichtingen vallen, terwijl nog steeds fosfinerestanten aanwezig zijn.

[1] België, Bulgarije, Duitsland, Frankrijk, Hongarije, Kroatië, Luxemburg, Moldavië, Nederland, Oekraïne, Oostenrijk, Polen, Tsjechië, Roemenië, Rusland, Servië, Slowakije, Zwitserland.

De oorzaken van incidenten liggen bovendien vaak eerder in de internationale vervoersketen. Tekortkomingen bij de toepassing van fumigatiemiddelen, het verwijderen van restanten, de vrijgave van ladingen en de informatieoverdracht worden met de ADN-maatregelen slechts beperkt beïnvloed. Ook verschillen landen in grenswaarden, meetmethoden en de uitvoering van voorschriften. Een deel van deze voorketen ligt buiten de directe invloedssfeer van Nederlandse en Europese ADN-autoriteiten, waardoor tekortkomingen bij de bron niet altijd rechtstreeks kunnen worden voorkomen of gehandhaafd. De binnenvaart kan daardoor de schakel zijn waar eerder ontstane problemen alsnog zichtbaar worden.

Conclusie

Het voorgenomen ADN-maatregelenpakket vormt een samenhangend en in beginsel passend stelsel voor het beheersen van de risico's van eerder gegaste bulkladingen tijdens het vervoer over de binnenwateren. Het combineert preventieve maatregelen met detectie en incidentafhandeling. De werking is echter afhankelijk van een nadere uitwerking en consistente uitvoering. Omdat de oorzaken van fosfinerisico's deels eerder in de internationale vervoersketen en buiten de directe invloedssfeer van ADN-autoriteiten liggen, kan het pakket deze risico's niet volledig bij de bron wegnemen. De maatregelen vormen daarom vooral een aanvullende veiligheidsbarrière voor risico's die eerder in de keten niet zijn weggenomen.

Aanbevelingen

De meerwaarde is naar verwachting groter voor transporten uit het binnenland dan voor transporten vanuit zeehavens, waar doorgaans al deskundige metingen plaatsvinden. Voor een effectieve en uniforme uitvoering bevelen we aan internationaal afgestemde meetinstructies op te stellen. Daarin moet ten minste worden vastgelegd wie mag meten, met welke apparatuur, op welke locaties en gedurende welke tijd, en hoe lang meetresultaten geldig zijn. Ook moet detectieapparatuur vooraf onder praktijkomstandigheden worden getoetst.

Daarnaast moet de incidentafhandeling concreet worden uitgewerkt. Per land moet duidelijk zijn welke autoriteit optreedt, welke ligplaatsen beschikbaar zijn en waar veilig en gecontroleerd kan worden geventileerd. De bevoegde autoriteit kan het vervoer stilleggen, maar is voor een veilige vervolgaanpak mede afhankelijk van de beschikbaarheid van geschikte locaties en van partijen die metingen, ventilatie of lossing kunnen uitvoeren. Bij beperkte, bevestigde overschrijdingen kan worden overwogen om ruimte te bieden voor een proportionele aanpak van incidenten. Daarbij moet worden meegewogen dat het weigeren of verder vervoeren van de lading eveneens veiligheidsrisico's kan opleveren. Internationale afstemming is hierbij noodzakelijk om verschillen in metingen en incidentafhandeling tussen ADN-lidstaten te beperken.

Het zo vroeg mogelijk beheersen van fosfinerisico's in de vervoersketen verdient de voorkeur. Dit vraagt om betere naleving van voorschriften voor fumigatie, verwijdering van restanten en vrijgave, en om het behoud van de fumigatiehistorie tijdens opslag, menging, handel en overslag. Bij veel historische incidenten was de lading niet als eerder gegast gedocumenteerd of was de schipper hierover niet geïnformeerd. Juist deze ladingen kunnen buiten de verplichtingen van het voorgestelde pakket vallen.

De mogelijkheden voor een daadwerkelijke bronaanpak zijn echter begrensd wanneer fumigatie plaatsvindt buiten de directe invloedssfeer van Nederlandse of Europese ADN-autoriteiten. Daarom is zowel internationale inzet op betere en meer uniforme fumigatie- en informatiepraktijken nodig als een robuust vangnet op plaatsen in de vervoersketen waar wel effectief eisen kunnen worden gesteld en gehandhaafd.

Wanneer de fumigatiehistorie onvoldoende betrouwbaar kan worden vastgesteld, kan aanvullend een bredere risicogestuurde meetplicht voor ladingen met een verhoogde onzekerheid over eerdere fumigatie worden overwogen. Daarbij moeten de verwachte veiligheidswinst, kosten, wachttijden en beschikbare meetcapaciteit tegen elkaar worden afgewogen.

Executive summary

Background and approach

Phosphine

Phosphine is a highly toxic gas used to control pests in, among other products, grain and animal feed. It is generated from phosphide tablets when these come into contact with moisture in the air. This fumigation process mainly takes place during storage and maritime transport, but is also used in rail and road transport. Unreacted tablets or other fumigant residues may be transferred into an inland waterway vessel during transhipment and subsequently release phosphine during the voyage. Several such incidents have occurred in recent years, some of which resulted in serious injuries to persons on board.

This ex-ante evaluation examines the expected effects of the measures for previously fumigated bulk cargo prepared by the Correspondence Group on Fumigated Cargo of the ADN Safety Committee (WP.15/AC.2), as set out in document CFC_26_01en of 20 February 2026. The provisions have since been adopted for inclusion in ADN 2027.
We assess their expected effects on safety, operational processes and costs for the parties involved in the Dutch inland navigation chain, including carriers, consignors, terminals, gas measurement and fumigation companies, and public authorities.
The analysis is based on literature, legislation and guidance, incident information, and interviews with industry stakeholders and public authorities.

The proposed provisions

The proposed provisions dated 20 February 2026 introduce a set of requirements for previously fumigated bulk cargo, including documentation, the removal of retrievable residues of fumigants, maximum gas concentrations, a clearance measurement, warning devices, and notification and stopping requirements in the case of incidents.

Together, these measures create a layered system of safeguards. The preventive measures are intended to prevent a vessel from departing with cargo that is demonstrably unsafe. Warning devices and the requirement to notify the competent authority and stop the vessel can reduce the duration of exposure and the severity of an incident if phosphine is released during the voyage. The provisions are therefore expected to have a greater effect on the severity of incidents than on the number of incidents occurring.

Expected effects

Previously fumigated cargo may continue to present safety risks. Where information on previous fumigation is accurate and complete, the proposed measures operate as a series of complementary safeguards. The documentation requirement identifies the cargo as previously fumigated and thereby triggers the other requirements, while informing carriers, terminals and supervisory authorities of the potential risks. Removing retrievable residues of fumigants reduces the risk of further gas generation. The clearance measurement is intended to prevent a vessel from departing when gas concentrations are demonstrably above the applicable thresholds. Warning devices, notification and stopping requirements primarily limit exposure and the consequences of an incident if phosphine is nevertheless released during the voyage.

The clearance measurement is expected to provide the greatest added value for cargo originating in the European hinterland, as such cargo is currently often not measured before being loaded onto an inland waterway vessel. Its added value is likely to be smaller in seaports, where measurements are generally already carried out. A clearance measurement is, however, only a snapshot. It cannot exclude the possibility that unreacted tablets or other residues will release phosphine at a later stage. Warning devices therefore provide an important final safeguard. Their effectiveness may nevertheless be undermined if false alarms result in unnecessary stoppages, alarm fatigue or devices being switched off.

The proposed provisions do not define in sufficient detail where and for how long measurements must be taken, which equipment may be used, which personnel qualifications are required or how long measurement results remain valid. Additional measurement capacity will probably be required, and shortages of qualified personnel and suitable equipment may arise. Due to this uncertainty we could not define where the resulting economic burden will ultimately fall. Carriers, terminals and smaller loading sites may be affected disproportionately.

The consequences for safety, operations, waiting times and costs are also difficult to assess because the procedures following an exceedance have not yet been worked out in sufficient detail. It remains unclear which competent authority should act, which suitable berthing areas will be available and where controlled ventilation may take place, both in the Netherlands and in other ADN Contracting Parties. Differences in measurement practices between countries may also result in limited exceedances after cargo has previously been cleared. Procedures should therefore allow for a proportionate and safe response.

Risks originating earlier in the transport chain are only partly addressed

The effectiveness of the ADN measures is substantially reduced where the fumigation history is inaccurate, incomplete or unknown. Information on previous fumigation may be lost for imported, mixed or temporarily stored consignments. As a result, cargo may fall outside the documentation, residue-removal and clearance-measurement requirements even though fumigant residues may still be present.

The underlying causes of incidents often arise earlier in the international transport chain. Shortcomings in the application of fumigants, the removal of residues, cargo clearance and the transfer of information are only partly influenced by the ADN measures. Countries also differ in limit values, measurement methods and implementation practices. Part of this upstream chain lies outside the direct sphere of influence of Dutch and European ADN authorities, meaning that shortcomings at source cannot always be directly prevented or enforced against. Inland navigation may therefore be the stage at which problems originating earlier in the chain become apparent.

Conclusions and recommendations

Conclusions

The ADN measures constitute a coherent and, in principle, appropriate framework for managing the risks associated with previously fumigated bulk cargo during carriage by inland waterways. They combine preventive measures with detection and incident response. Their effectiveness will, however, depend on further specification and consistent implementation. Because some of the underlying causes of phosphine risks arise earlier in the international transport chain and outside the direct sphere of influence of ADN authorities, the measures cannot fully eliminate these risks at source. They therefore primarily provide an additional safety barrier against risks that have not been eliminated earlier in the chain.

The added value of the clearance measurement is expected to be greater for cargo originating in the European hinterland than for cargo transhipped through seaports, where measurements are generally already performed by qualified specialists. To support effective and consistent implementation, internationally harmonised measurement instructions should be developed. These should specify who may carry out measurements, which equipment may be used, where and for how long measurements must be taken, and how long the results remain valid. Where reliable measurements have already been performed earlier in the chain, unnecessary duplication of measurements should be avoided where possible. Gas detection equipment should also be tested under practical operating conditions before implementation.

Incident-response procedures should be developed in greater detail. Each country should identify the competent authority responsible for coordinating the response, suitable berthing areas and locations where safe and controlled ventilation can take place. Although competent authorities may stop transport, a safe follow-up response also depends on the availability of suitable locations and on parties capable of carrying out measurements, ventilation or unloading.

In the case of limited and confirmed exceedances, consideration could be given to allowing a proportionate response. Refusing the cargo or requiring it to be transported elsewhere may itself create additional safety risks. International coordination is therefore needed to reduce differences in measurement practices and incident response between ADN Contracting Parties.

Managing phosphine risks as early as possible in the transport chain is preferable. This requires improved compliance with requirements relating to fumigation, the removal of fumigant residues and cargo clearance, as well as preservation of the fumigation history during storage, mixing, trading and transhipment. In many previous incidents, the cargo had not been documented as previously fumigated or the carrier had not been informed accordingly. These are precisely the cargoes that may fall outside the proposed ADN requirements.

The possibilities for effective source control are, however, limited where fumigation takes place outside the direct sphere of influence of Dutch or other ADN authorities. Effective risk management therefore requires both international efforts to improve and harmonise fumigation and information-transfer practices and robust safeguards at those points in the transport chain where requirements can effectively be imposed and enforced.

Where the fumigation history cannot be established with sufficient reliability, a broader risk-based measurement requirement could additionally be considered for cargo with an elevated level of uncertainty regarding previous fumigation. The expected safety benefits would need to be weighed against the associated costs, waiting times and available measurement capacity.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

Fosfine is een giftig gas dat bij contact met luchtvochtigheid vrijkomt uit tabletten (meestal van magnesiumfosfide of aluminiumfosfide) die worden toegepast om ongedierte te bestrijden. Deze zogenaamde fumigatie vindt vooral plaats tijdens het transport van graan en veevoer op zeeschepen, maar wordt ook weleens waargenomen bij spoorwagons of vrachtwagens uit Oost-Europa (IVR, 2024). Bij de overslag naar binnenvaartschepen wordt de aanwezigheid van fosfine soms gemist. Fosfine kan in dat geval tijdens het vervoer met de binnenvaart vrij blijven komen. In de afgelopen jaren zijn hierdoor enkele incidenten voorgekomen in de binnenvaart, waarbij zelfs zwaargewonden vielen (NOS, 2021a) (NOS, 2019).

De afgelopen periode is het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna: IenW), namens Nederland in de correspondentiewerkgroep Gegaste Ladingen onder het ADN Safety Committee, bezig geweest met het ontwikkelen van additionele regels en maatregelen voor het vervoer van gegaste ladingen in de binnenvaart. Het ADN is de Europese overeenkomst voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de binnenwateren, waarin alle eisen staan waaraan het transport van gevaarlijke stoffen moet voldoen. Inmiddels is het maatregel- en regelgevingstraject tot een definitief pakket gekomen. Op moment van schrijven van dit rapport zijn de bepalingen aangenomen voor opname in ADN 2027, maar nog niet van kracht.

Bij de beoordeling van het maatregelenpakket baseren we ons op de versie van 20 februari 2026 die in Bijlage A staat. Het maatregelenpakket omvatten onder meer het volgende (ECE, 2026b) (ECE, 2026a):

- Eerder gegaste bulkladingen zullen in de toekomst worden ingedeeld onder een apart identificatienummer 9007: ‘BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED’.
- Het is verboden om lading te gassen tijdens transport met een binnenvaartschip.
- De afzender dient ervoor te zorgen dat alle terugvindbare resten van fumigatiemiddelen worden verwijderd uit partijen die bestemd zijn om in het vaartuig te worden geladen en op de juiste wijze worden afgevoerd. Deze informatie dient tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord te worden bewaard.

- De verlader dient ervoor te zorgen dat na het verladen van een eerder vergaste lading in de laadruimen van het binnenvaartuig, de resterende concentraties van de volgende giftige gassen lager is dan:
  - fosfine in de laadruimen: 0,1 ppm;
  - fosfine in elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord aanwezig zijn: 0,03 ppm;
  - sulfurylfluoride: 0,1 ppm;
  - methylbromide: 0,25 ppm.
- De verlader dient ervoor te zorgen dat na het laden een vrijgavemeting is uitgevoerd, die aan de hiervoor genoemde grenswaarden, voldoen. De informatie dient de gemeten waarde en de exacte meetmethode te bevatten en tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord te worden bewaard.
- In elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord aanwezig zijn, dient een waarschuwingsapparaat te worden gebruikt dat geschikt is voor het eerder toegepaste fumigatiemiddel en dat dat een alarm geeft bij een uiterlijke waarde van 0,03 ppm voor fosfine, 0,1 ppm voor sulfurylfluoride en 0,25 ppm voor methylbromide. Het onderhoud van de apparaten dient te geschieden overeenkomstig de instructies van de fabrikant.

Om meer inzicht te krijgen in het effect van deze nieuwe internationale regelgeving op binnenvaartgebied inzake fosfine, heeft het ministerie van IenW aan een consortium van CE Delft en Witteveen + Bos gevraagd een ex-ante-evaluatie uit te voeren.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van het project is om te evalueren wat de effecten van het voorgestelde maatregelenpakket inzake fosfine in de binnenvaart zijn. Dit wordt gedaan door middel van een ex-ante-evaluatie. Hierbij worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat zijn de bedoelde en onbedoelde effecten van de voorgestelde maatregelen?
- Wat zijn de kosten en baten van de voorgestelde maatregelen?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de voorgestelde maatregelen?
- Is de huidige set aan voorgestelde maatregelen de optimale set om tot een doeltreffend en doelmatig beleid te komen of zijn er mogelijkheden om de maatregelen te optimaliseren?

Centraal zal staan of het beoogde maatregelenpakket de veiligheid tijdens het vervoer van gegaste lading ten goede zal komen. Bijkomende onderdelen zijn de status van de vrachtlading (dat wil zeggen gegast of niet) en het in kaart brengen van de effecten van de maatregelen op de transportketen.

1.3 Afbakening

Bij dit onderzoek hanteren we de volgende uitgangspunten:

- We richten ons hoofdzakelijk op fosfine omdat deze stof veruit het meest gebruikte fumigatiemiddel is. Ook voor sulfurylfluoride en methylbromide worden limiet-waarden genoemd in het regelpakket. Deze stoffen zijn tevens zeer schadelijk, maar worden beperkt toegepast. We zullen sulfurylfluoride en methylbromide derhalve in dit onderzoek meenemen wanneer relevant, maar er zal geen apart onderzoek plaatsvinden naar deze stoffen.
- We concentreren ons voornamelijk op de situatie in Nederland. Dat betekent dat we ons hoofdzakelijk richtten op Nederlandse verladers en vervoerders. Aangezien vervoer met de binnenvaart regelmatig grensoverschrijdend is, doen we ook uitspraken over de situatie in andere landen als deze relevant zijn voor de situatie in Nederland.
- Bij de analyse van incidenten met fosfine kijken we voornamelijk naar incidenten die in Nederland hebben plaatsgevonden.
- Centraal in de analyse staat het beoogde maatregelenpakket die de veiligheid tijdens het vervoer van gegaste lading ten goede zal komen. Gemaakte kosten-inschattingen zijn indicatief en richten zich op de directe kosten voor afzonderlijke maatregelen en betrokken partijen. Er is geen integrale raming gemaakt van de totale kosten op systeemniveau. Ook beoordelen we niet of de kosten opwegen tegen de maatschappelijke baten en of de kosten financieel draagbaar zijn voor afzonderlijke partijen.

1.4 Leeswijzer

Het rapport bestaat uit verschillende onderdelen:

- in Hoofdstuk 2 bespreken we de methodiek;
- in Hoofdstuk 3 gaan we in op de probleembeschrijving;
- in Hoofdstuk 4 bepalen we de effecten van het maatregelenpakket;
- in Hoofdstuk 5 beoordelen we het maatregelenpakket;
- in Hoofdstuk 6 trekken we conclusies en geven we aanbevelingen.

2 Methodiek

2.1 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek is opgezet als een ex-ante-beleidsevaluatie. We beoordelen de verwachte werking van de voorgestelde ADN-maatregelen voordat deze in werking treden.
De nadruk ligt daarom op de werking van het pakket in de praktijk, de voorwaarden waaronder de maatregelen effect hebben en mogelijke knelpunten bij de uitvoering.
De evaluatie bestaat uit drie samenhangende stappen:

1. **Afbakening en reconstructie:** We beschrijven het probleem, de relevante vervoersketen, de huidige praktijk en regelgeving, de voorgestelde maatregelen en de doelen van het maatregelenpakket. De afbakening en doelen zijn afgestemd met de begeleidingscommissie van IenW, RIVM en ILT.
2. **Effectbepaling:** Per maatregel brengen we de bedoelde en onbedoelde effecten in kaart voor de veiligheid, de bedrijfsvoering en de kosten van de betrokken partijen. Daarbij kijken we zowel naar effecten afzonderlijk als naar de samenhang tussen maatregelen.
3. **Beoordeling:** Vervolgens beoordelen we het pakket als geheel op doeltreffendheid, doelmatigheid en uitvoerbaarheid. Ook identificeren we onzekerheden, hiaten en mogelijke optimalisaties.

2.2 Informatie- en dataverzameling

De evaluatie bestaat uit literatuuronderzoek en deskresearch enerzijds en interviews van experts en sectorpartijen anderzijds. De voorgestelde ADN-regelgeving (zoals te vinden in Bijlage A) is het uitgangspunt voor de beoordeling. De geraadpleegde literatuur betreft onder andere voorbereidende UNECE-documenten, nationale regelgeving en gebruiksvoorschriften, arbocatalogi, havenprotocollen en eerdere onderzoeken naar gegaste ladingen en de binnenvaartketen. Informatie over eerdere Nederlandse incidenten met fosfine is verkregen van ILT. Daarnaast hebben we, op basis van openbare bronnen, de relevante handelsketen in beeld gebracht.

De interviews zijn gehouden met vertegenwoordigers van de binnenvaart, verladers en ontvangers, havens en terminals, gasmeet- en gassingsbedrijven en betrokken overheden.[2] De gesprekken gingen onder meer over de huidige werkwijze, ervaringen met incidenten, de duidelijkheid en praktische uitvoerbaarheid van de maatregelen, verwachte veiligheidseffecten, gevolgen voor de bedrijfsvoering en kosten, naleving en verbetermogelijkheden. Bevindingen uit interviews zijn getoetst aan documenten, data en uitspraken van andere partijen. Wanneer bronnen uiteenliepen, is dit in de analyse als onzekerheid of knelpunt benoemd.

2.3 Beoordelingskader

We hebben het maatregelenpakket op twee manieren beoordeeld, per individuele maatregel en als integraal pakket. Per individuele maatregel beschrijven we eerst de huidige en de beoogde situatie. Vervolgens beoordelen we de verwachte bijdrage aan de veiligheid, de gevolgen voor de bedrijfsvoering en de directe en indirecte kosten. Hierbij kijken we onder andere naar de plaats van de maatregel in de vervoersketen, de verantwoordelijkheidsverdeling, de kans op naleving en de beschikbaarheid van benodigde kennis, apparatuur en uitvoeringscapaciteit. Kosten zijn, waar mogelijk, onderbouwd met marktprijzen en informatie van betrokken partijen. Er is geen volledige maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd.

Om de veiligheidseffecten verder te verdiepen, is aanvullend een scenariogebaseerde Risico-Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E) uitgevoerd. Op basis van incidentrapporten zijn representatieve situaties tijdens transport, overslag en verblijf aan boord beoordeeld. Met de methode van Kinney en Wiruth zijn per scenario de kans, blootstellingsfrequentie en mogelijke gevolgen ingeschat, zowel vóór als na toepassing van het maatregelenpakket. De analyse geeft daarmee inzicht in de verwachte risicoreductie en resterende risico's. De berekende risicoscores zijn bedoeld voor een onderlinge vergelijking van scenario's en vormen geen statistische schatting van de kans op incidenten.

Het integrale maatregelenpakket is getoetst op de doeltreffendheid, doelmatigheid en uitvoerbaarheid, op basis van de beleidsdoelen zoals geformuleerd in Paragraaf 3.4. Onder doeltreffendheid verstaan we de verwachte bijdrage aan het voorkomen van incidenten, het beperken van de gevolgen en het verbeteren van de traceerbaarheid van gegaste lading. Bij doelmatigheid kijken we naar de verhouding tussen deze effecten en de benodigde kosten en inspanningen, inclusief de verdeling daarvan over de keten. Uitvoerbaarheid omvat de praktische toepasbaarheid, naleefbaarheid en controleerbaarheid van de maatregelen.

[2] Om de privacy van de geïnterviewden te waarborgen, zijn hun namen niet opgenomen, conform hun uitdrukkelijke verzoek.

Omdat het om toekomstige regelgeving gaat en het aantal gedocumenteerde incidenten beperkt is, kunnen de effecten niet statistisch worden vastgesteld. De effectinschattingen zijn daarom nadrukkelijk kwalitatief. Ze geven de verwachte richting van het effect, de belangrijkste voorwaarden en de onzekerheden weer, maar geen precieze omvang. De conclusies zijn gebaseerd op de samenhang tussen de verschillende bronnen en op expert judgement van het onderzoeksteam.

3 Probleembeschrijving

Samenvatting

Ladingen waarin fosfine kan voorkomen bereiken de binnenvaart hoofdzakelijk via twee routes: via een zeeschip en Nederlandse zeehaven of via een continentale route vanuit het Europese achterland. Fosfine kan eerder in de keten zijn gebruikt tijdens opslag, vóór verzending of tijdens vervoer per zeeschip, trein of vrachtwagen. De binnenvaart kan worden blootgesteld aan achtergebleven of opnieuw geactiveerde restanten. Dit hoofdstuk beschrijft de rol van fosfine in de handelsketen, de schadelijkheid voor de menselijke gezondheid, en het huidige beleid rondom fosfine in de binnenvaart en andere modaliteiten. Vervolgens wordt het voorgestelde maatregelenpakket beschreven. Het hoofddoel van de nieuwe maatregel is het voorkomen en beperken van incidenten; aanvullende doelen zijn betere traceerbaarheid en een proportionele verdeling van kosten en inspanningen.

3.1 Probleembeschrijving

3.1.1 Handelsketens in de graanmarkt

De handelsketen van agribulk kenmerkt zich, net als veel andere logistieke ketens, door een opeenvolging van diverse actoren, wettelijke kaders en vervoerseenheden. Voordat een lading haar eindbestemming bereikt, kan zij meerdere malen van vervoerder of ontvanger wisselen en tijdelijk worden opgeslagen. Daarbij kan ook overslag plaatsvinden tussen verschillende modaliteiten, zoals binnenvaart, zeevaart, spoor- en wegvervoer. Sommige partijen, zoals intermediairs en bevrachtingskantoren, zijn wel onderdeel van de handelsketen maar komen niet fysiek in aanraking met de agribulk zelf.

Figuur 1 - Versimpelde weergave van fysieke vervoersketen



De belangrijkste granen voor de Nederlandse agro-industrie zijn tarwe, gerst en mais. Daarnaast wordt ook rijst, haver en triticale vervoerd (Panteia et al., 2023). Granen kunnen zowel via maritieme stromen (via zeehavens) als via continentale stromen (via binnenvaart) geïmporteerd worden. Hierbij geldt dat de balans tussen import uit zeehavens en continentale import afhankelijk is van de Europese oogst en de wereldhandelsprijzen.

Mede hierdoor vindt veel transport plaats via de zogeheten spotmarkt (Panteia et al., 2023). De spotmarkt houdt in dat vervoersopdrachten en routes vaak op korte termijn worden bepaald door de actuele vraag, het aanbod en de marktprijs. Opdrachten hebben daarbij vaak betrekking op één reis, waardoor minder sprake is van langdurige vervoerscontracten.

De markt wordt bediend door een groot en heterogeen aantal binnenvaartschepen, die in wisselende mate agribulk vervoeren. Voor dit onderzoek is geanalyseerd welke schepen agribulk vervoeren; de volledige analyse is opgenomen in Bijlage B. In 2024 waren er binnen Nederland alleen al **1.362 individuele binnenvaartschepen** actief in het vervoer van granen. Het relatief lage gemiddelde van zes graanreizen per schip wijst erop dat veel schepen daarnaast andere bulkladingen vervoeren. Dit betekent dat een groot deel van de vloot incidenteel of structureel in aanraking kan komen met mogelijk eerder gegaste ladingen en daarmee met fosfinerisico's.

We maken in dit onderzoek daarom onderscheid tussen twee soorten handelsketens: de zeehavenroute en de continentale route. Het onderscheid tussen deze twee routes is niet alleen van belang door de logistieke verschillen, maar vooral omdat de omgang met fosfine in de lading wezenlijk verschilt. Daarnaast verschillen mogelijkheden om risico's bij de oorspronkelijke bron weg te nemen per schakel in de ketenpartij. Fumigatie kan plaatsvinden in een productieland, tijdens opslag, in een exportterminal of tijdens zeetransport. Naarmate de lading dichter bij de Nederlandse of Europese vervoersketen komt, neemt de directe invloedssfeer van Europese overheden, havens, verladers en ontvangers toe.

De zeehavenroute

Bij de zeehavenroute wordt agribulk per zeeschip aangevoerd en in een Nederlandse zeehaven direct of via tijdelijke opslag overgeslagen op een binnenvaartschip. Deze ladingen zijn vaak afkomstig uit Noord- en Zuid-Amerikaanse landen en gebieden rondom de Zwarte Zee, zoals Oekraïne en Roemenië (Port of Rotterdam, n.d.). De zeehavens vormen daarom een belangrijke stap in de keten van maritiem naar binnenvaartvervoer. De belangrijkste zeehavens in Nederland zijn Rotterdam en Amsterdam. Hoewel veel agribulk via Amsterdam overgeslagen wordt, worden granen voornamelijk geïmporteerd via Rotterdam (Panteia et al., 2023).

Om het graan en veevoer tegen ongedierte (zoals insecten en knaagdieren) te beschermen, kan de lading worden gegast. In de zeehavenroute kan fosfine op verschillende momenten vóór aankomst in Nederland zijn toegepast. De lading kan zijn gegast tijdens opslag op de productie- of verzendlocatie, kort voor het laden van het zeeschip of na belading tijdens de zeereis. Vaak heeft de laatste optie de voorkeur, doordat fumigatie enkele dagen tot weken kan duren, en hiervoor geen vertraging hoeft op te treden tijdens het transport.

Fumigatie is tijdens zeetransport mogelijk doordat de ladingsruimte in principe[3] luchtdicht is en omdat het transport lang genoeg duurt, zodat de fosfine voldoende tijd heeft (meerdere dagen) om de gehele lading te bereiken. Bij de fumigatie van de lading in het zeeschip moet volgens de IMO aanbevelingen een gassingsleider aanwezig zijn (IMO, 2025). Daarna wordt de verantwoordelijkheid schriftelijk overgedragen aan de kapitein en hiervoor getrainde bemanningsleden, die tijdens de reis metingen uitvoeren. Dat betekent dat de daadwerkelijke fumigatie van de lading al plaatsvindt in overzeese gebieden.

De havens van Rotterdam en Amsterdam hebben een protocol opgesteld voor zeeschepen waarvan de lading in het buitenland is ontsmet met fosfine (Port of Rotterdam, 2020). Bij aankomst in de zeehaven worden de ruimen en de lading gemeten. Afhankelijk van de uitkomsten wordt de lading geventileerd, worden terugvindbare residuen verwijderd en vindt het lossen al dan niet onder toezicht van een gassingsleider plaats. Daarna wordt de lading rechtstreeks of via een terminal of silo overgeslagen op meerdere binnenvaartschepen. Het veiligheidsrisico in deze route is dat niet-uitgewerkte of niet teruggevonden fosfinetabletten met de lading meekomen. Ook kan informatie over eerdere fumigatie in het land van herkomst tijdens de overdracht verloren gaan.

De continentale route

Bij de continentale route komt de lading vanuit het Europese achterland naar de binnenvaart, zonder voorafgaande overslag vanuit een zeeschip in een Nederlandse zeehaven. De lading kan daarbij rechtstreeks per binnenvaartschip worden aangevoerd of eerst per trein of vrachtwagen vervoerd zijn. Hierbij is het mogelijk dat de lading op overslaglocaties tijdelijk wordt opgeslagen in silo's.

In de continentale route kan fosfine zijn gebruikt tijdens opslag in een silo of loods, voorafgaand aan verzending of tijdens vervoer per binnenvaart, trein of vrachtwagen.[4] Vervolgens wordt de lading op een binnenlandse locatie op een binnenvaartschip geladen of komt zij rechtstreeks over de Europese binnenwateren naar Nederland.

Deze gassingen worden niet volgens een standaard protocol gedocumenteerd. Daardoor is de fumigatiehistorie in de praktijk mogelijk minder goed zichtbaar, vooral wanneer ladingen uit verschillende bronnen in een silo of terminal worden samengevoegd.

---

[3] Ook in de zeevaart hebben zich in de afgelopen decennia meerdere ernstige en dodelijke incidenten met fumigatiemiddelen voorgedaan (ICHCA International, 2025). Een belangrijk ongevalsscenario is het binnendringen van fumigatiegas vanuit het laadruim in verblijfs- en werkruimten van de bemanning. Oorzaken en bijdragende factoren zijn onder meer onvoldoende afdichting of technische gebreken, het niet naleven van veiligheidsprocedures en onjuist gebruik van ventilatiesystemen, waardoor fumigatiegas zich naar aangrenzende of bemande ruimten kan verspreiden.

[4] Fumigatie tijdens het vervoer in een binnenvaartschip komt in principe niet voor doordat scheepsruimten in de binnenvaart ongeschikt zijn omdat ze niet luchtdicht zijn.

Volgens de gebruiksvoorschriften van de middelen en andere regelgeving (onder andere ADR) is fumigatie alleen toegestaan in ruimtes die goed af te sluiten zijn. In sommige landen is volgens nationale regelgeving fumigatie tijdens de reis in treinen, vrachtwagens en binnenvaart daarom verboden. In andere landen is het echter wel toegestaan, al is fumigatie in de binnenvaart zeldzaam (Ctgb, 2023). Fumigatie wordt wel regelmatig toegepast bij spoorwagons en vrachtwagens afkomstig uit Oost-Europa (IVR, 2024). Na overslag kunnen ook deze ladingen in de keten van de binnenvaart in Nederland terechtkomen.

Tekstkader 1 – Risico's op informatieverlies over de fumigatiegeschiedenis

> Voor zowel de zeehavenroute als de continentale route geldt dat de kennis over de fumigatiegeschiedenis in de voorketen makkelijk verloren kan gaan. Hiervoor zijn verschillende redenen. Een lading kan bijvoorbeeld als 'gasvrij' gekwalificeerd worden in landen waarin hogere toegestane restwaarden na fumigatie toegestaan zijn. Na de vrijgave kan kennis over de fumigatiegeschiedenis verloren gaan. Later in de keten kan het daardoor lijken alsof er niet gegast is, terwijl tabletten nog altijd aanwezig kunnen zijn in de lading. Ook kan er al in silo's of andere opslagplaatsen gegast worden zonder dat dit gedocumenteerd wordt. Verder komt het voor dat een bulklading samengesteld wordt uit meerdere deelladingen met verschillende afkomst. Door zulke samenstellingen kan de documentatie van deelladingen, als deze aanwezig was, verloren raken. Ten slotte kent agribulklading soms veel tussenpartijen en -handelaren voordat ze aankomt bij de finale ontvanger. Het risico op informatieverlies neemt toe naarmate er meer stakeholders betrokken zijn op een lading.

3.1.2 Schadelijkheid fosfine

Voor het gassen van de lading worden meestal aluminiumfosfide- of magnesiumfosfidetabletten of pellets gebruikt. Deze tabletten worden aan de goederen toegevoegd en reageren vervolgens met het vocht in de lucht. Deze reactie zorgt voor het vrijkomen van het zeer giftige, en tevens licht ontvlambare en corrosieve, gas fosfine (PH_3). Fosfine is dermate giftig dat blootstelling aan lucht voor tien minuten met een concentratie van ≥ 21,2 ppm (30 mg/m^3) fataal kan zijn.[5] Omdat fosfine de opname van zuurstof verstoort, zullen vergiftigingssymptomen vrij snel optreden. Naast vergiftiging veroorzaakt blootstelling aan te hoge concentraties fosfine ook irritaties aan de ogen, huid en longen. Het tijdgewogen gemiddelde (dat wil zeggen de concentratie van een stof waaraan een werknemer over een bepaalde tijd blootgesteld mag worden) van fosfine is daarom ook laag: TGG-8u (achturige werkdag) is 0,1 ppm (0,14 mg/m^3) en TGG-15min (15 minuten blootstelling) is 0,2 ppm (0,28 mg/m^3).[6]

[5] Handleiding & Stofdocumenten Interventiewaarden 2025
[6] Fosfine | Zoeksysteem Risico's van stoffen

Fosfine in de binnenvaart
Omdat fosfine extreem giftig is, is het van groot belang dat er verantwoordelijk en zorgvuldig mee wordt omgegaan en dat het voor iedereen die in aanraking kan komen met een lading graan of veevoer onmiddellijk duidelijk is of de lading gegast is (geweest). Dit vraagt om juiste en volledige registratie van gegaste ladingen, duidelijke afspraken inzake de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen, veilige en complete verwijdering van fosfinetabletten en (vrijgave)metingen.

Helaas hebben recente incidenten in de binnenvaart uitgewezen dat fosfinetabletten tijdens overslag wel eens worden gemist en dus in bijvoorbeeld het graan aanwezig blijven. De fosfinetabletten hebben op zeeschepen (of andere vervoersmiddelen) niet altijd gereageerd met het vocht in de lucht (dit kan het geval zijn wanneer de tabletten te diep in de lading zijn gebracht). Wanneer deze tabletten dan in het ruim van een binnenvaartschip terechtkomen, dan kunnen ze bij contact met de lucht alsnog geactiveerd worden. Binnenvaartschepen zijn ongeschikt voor het vervoeren van gegaste ladingen, waardoor de aanwezigen (vaak gezinnen die op het schip leven) gevaar lopen. Dit is ook een reden waarom het gassen van ladingen tijdens het vervoer op binnenvaartschepen in veel landen al verboden is.

3.1.3 Historische incidenten

We hebben op basis van beschikbare informatie en gesproken stakeholders een overzicht van historische incidenten met de binnenvaart gemaakt. Waarschijnlijk zijn er in werkelijkheid meer incidenten geweest die niet gedocumenteerd zijn. Ook bij andere modaliteiten zijn er incidenten geweest met fosfine, wat laat zien dat risico's zich niet tot de binnenvaart beperken. Tabel 1 geeft een overzicht van historische incidenten met fosfine in de binnenvaart. Niet alle genoemde situaties waren ongevallen met slachtoffers; een deel betreft bijna-ongevallen of preventieve stilleggingen.

De incidenten laten zien dat de fosfineproblematiek niet alleen aan boord van binnenvaartschepen ontstaat, maar vooral samenhangt met tekortkomingen in de gehele logistieke keten. Verbetering is daarom met name nodig bij de informatieoverdracht, markering, documentatie, controle en overdracht van gegaste ladingen tussen producenten, handelaren, terminals, spoorvervoerders, zeeschepen en binnenvaartschippers.

Tabel 1 – Historische incidenten van fosfine in de binnenvaart

Jaar en locatie	Incident	(Vermoedelijke) oorzaak	Bron
2017 & 2018 – Duitsland	Bij het lossen van maïs, koolzaad en zonnebloemproducten werd fosfine aangetroffen in laadruimen. Personeel moest aanvullende veiligheidsmaatregelen nemen.	Lading was vermoedelijk eerder gegast of het middel was in het land van herkomst aan de lading toegevoegd. Exacte locaties en oorzaken zijn niet gepubliceerd.	UNECE (UNECE)

Jaar en locatie	Incident	(Vermoedelijke) oorzaak	Bron
2019 – Amsterdam/Nieuwegein	Op de Fox raakten twee opvarenden ernstig vergiftigd door fosfine uit zonnebloemschrootpellets. De partij was vanuit een zeeschip over circa zeventien binnenvaartschepen en duwbakken verdeeld.	In de lading waren nog actieve, losse fosfinetabletten aanwezig, hoewel de lading eerder voldoende vrij van fosfine was verklaard.	Rijksoverheid/Havenbedrijf (Port of Rotterdam)
2021 – Oss, Utrecht, Veghel en Zwolle	Op de Coby, Imatra en Semper Spera werden sterk verhoogde fosfineconcentraties aangetroffen in Poolse tarwe. De schepen werden geëvacueerd en wekenlang stilgelegd.	De Poolse verkoper had de begassing niet vermeld en op de treinwagons ontbraken de verplichte waarschuwingen.	OVV/OM (Onderzoeksraad voor Veiligheid)
2022 – Amsterdam, Coenhaven	Op de Weslie en Daya werd fosfine aangetroffen in een partij maïs uit Oekraïne. Er werd tot circa 20 ppm in een ruim en meer dan 50 ppm in de lading gemeten.	De maïs was eerder gegast. De precieze oorzaak van de resterende hoge concentraties en de informatieoverdracht is niet openbaar vastgesteld.	Schuttevaer (Schuttevaer)
2022 – Oostenrijk	Bij het lossen van maïs en koolzaad uit een binnenvaartschip werd een significante fosfineconcentratie in het laadruim gemeten. De lading kwam uit Hongarije.	Niet vastgesteld; de UNECE-bron geeft het jaartal zelf met een vraagteken weer en bevat geen informatie over de toegepaste fumigatiemethode.	UNECE (UNECE)
2023 – Tolkamer	Twee schepen werden met tarwe en te hoge fosfineconcentraties stilgelegd. De bemanningen moesten van boord.	De schepen hadden in Duitsland geladen. Waar en hoe de lading was gegast en waarom nog fosfine vrijkwam, is niet openbaar vastgesteld.	Schuttevaer (Schuttevaer)
2023 – Duitse Rijnhaven	Tijdens de overslag van graan uit een goederentrein naar twee binnenvaartschepen werd een gegaste lading vastgesteld.	Incident in de overdracht van spoor naar binnenvaart; informatie over de eerdere begassing was kennelijk onvoldoende beschikbaar. De exacte technische oorzaak is niet gepubliceerd.	UNECE (UNECE)

Jaar en locatie	Incident	(Vermoedelijke) oorzaak	Bron
2024 – Duitse Donau	Bij twaalf binnenvaart-schepen uit Hongarije werd tijdens het lossen van graan tot 5 ppm fosfine gemeten. De bemanningen moesten de schepen verlaten.	In alle gevallen verklaarden de schippers niet te zijn geïnformeerd dat de lading gegast was.	UNECE (UNECE)
2024 – Nijkerk en andere Nederlandse loslocatie	In de lading van twee in Duitsland geladen schepen werd fosfine gevonden. De Leonore vervoerde tarwe uit Oekraïne van Duisburg naar Nijkerk. Er waren geen gezond-heidsklachten.	De lading was eerder gegast, maar de schippers waren daar niet over geïn-formeerd. De exacte wijze van fumigatie is niet gepubliceerd.	KBN/Schuttevaer (Schuttevaer)
2025 – Amsterdam/Zwartsluis	Op de Barbarossa werd bij een controle fosfine gemeten, waarna de bemanning van boord moest. Fosfine werd ook in de lading van andere binnenvaartschepen aan-getroffen.	De agribulk kwam uit een zeeschip uit Oekraïne en was in Amsterdam over meerdere binnenvaart-schepen verdeeld. Waarom na de overslag nog gevaarlijke concen-traties aanwezig waren, was nog in onderzoek.	Schuttevaer/lokaal nieuws (Schuttevaer)

3.2 Beleidsachtergrond

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen bestaan al verschillende vormen van internationale regelgeving. De internationaal geharmoniseerde regelgeving voor het vervoer van gevaarlijke stoffen neemt de gevaareigenschappen van stoffen als uitgangspunt en koppelt die aan de voorwaarden waaronder die stoffen worden vervoerd. Fosfine wordt in veel van die verdragen niet aangemerkt als gevaarlijke stof. Dat er toch voorschriften voor deze transporten bestaan is omdat zij bijzondere risico's met zich meebrengen voor de bemanning of anderen die handelingen met gegaste lading verrichten. In deze paragraaf bespreken we het relevante beleid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen.

3.2.1 Binnenlands vervoer

Voor het vervoer van gegaste laadeenheden zijn de voorschriften voor wegvervoer (ADR), spoorvervoer (RID) en binnenvaart (ADN) in belangrijke mate geharmoniseerd. ADR, RID en ADN zijn afzonderlijke internationale, grotendeels pan-Europese regelwerken voor het vervoer van gevaarlijke goederen, waarbij ieder regelwerk betrekking heeft op een andere vervoersmodaliteit: respectievelijk weg, spoor en binnenwateren. De regelwerken zijn echter volgens dezelfde systematiek opgebouwd en worden onderling afgestemd. Daarbij wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de Model Regulations voor het vervoer van gevaarlijke goederen van de Verenigde Naties. Wijzigingen in deze internationale modelvoor-

schriften worden periodiek vertaald naar ADR, RID en ADN, waarbij in gezamenlijk overleg wordt bepaald hoe deze in de drie modaliteiten worden geïmplementeerd. Hierdoor zijn onder meer de indeling in gevarenklassen, UN-nummers, vervoersbenamingen en veel algemene voorschriften grotendeels gelijk.

In alle drie de regelwerken zijn gegaste laadeenheden aangeduid met UN-nummer 3359, GEGASTE LAADEENHEID, ingedeeld in klasse 9 met classificatiecode M11. De bijzondere bepalingen hiervoor zijn in alle drie de modaliteiten opgenomen in bepaling 5.5.2.

Van belang is het onderscheid tussen een gegaste laadeenheid en de daarin aanwezige lading. UN 3359 heeft betrekking op de laadeenheid waarin goederen of materialen zijn of worden gegast en niet op de lading als zodanig. Wanneer een gegaste laadeenheid naast het gebruikte fumigatiemiddel geen andere gevaarlijke goederen bevat, is de laadeenheid uitsluitend onderworpen aan de bepalingen van bepaling 5.5.2. Bevinden zich daarnaast andere gevaarlijke goederen in de laadeenheid, dan blijven de bepalingen van bepaling 5.5.2 van toepassing, maar gelden aanvullend alle ADR-, RID- of ADN-voorschriften die op die andere gevaarlijke goederen van toepassing zijn. Dit betreft bijvoorbeeld voorschriften voor classificatie, verpakking, kenmerking, grote etiketten en documentatie.

De inhoudelijke eisen van bepaling 5.5.2 zijn voor ADR, RID en ADN nagenoeg gelijk. Voor vervoer van goederen onder begassing mogen uitsluitend laadeenheden worden gebruikt die zo kunnen worden gesloten dat het ontsnappen van gas tot een minimum wordt beperkt. Personen die betrokken zijn bij de behandeling van dergelijke laadeenheden moeten een opleiding hebben gevolgd die past bij hun verantwoordelijkheden.

Daarnaast moet een gegaste laadeenheid bij ieder toegangspunt worden voorzien van het voorgeschreven waarschuwingsteken voor begassing. Op dit waarschuwingsteken worden onder andere het gebruikte fumigatiemiddel en de datum en het tijdstip van de begassing vermeld. Het waarschuwingsteken moet aanwezig blijven totdat zowel de laadeenheid voldoende is geventileerd om schadelijke concentraties van het fumigatiemiddel te verwijderen als de gegaste goederen of materialen zijn gelost. Wanneer de laadeenheid volledig is geventileerd, moet de datum van ventilatie op het waarschuwingsteken worden vermeld. Het waarschuwingsteken wordt pas verwijderd wanneer de eenheid zowel is geventileerd als gelost.

Hoewel UN 3359 in klasse 9 is ingedeeld, wordt vanwege de begassing niet het reguliere grote etiket (placard) voor klasse 9 aangebracht. Een klasse-9-placard kan uiteraard wel vereist zijn vanwege andere gevaarlijke goederen van klasse 9 die zich in de laadeenheid bevinden.

Voor een gegaste laadeenheid die vóór aanvang van het vervoer niet volledig is geventileerd, is bovendien documentatie vereist. Daarin moeten ten minste de vervoersbenaming ‘UN 3359 GEGASTE LAADEENHEID, 9’, de datum en het tijdstip van de begassing en de aard en hoeveelheid van het gebruikte fumigatiemiddel zijn opgenomen. Tevens moeten instructies beschikbaar zijn voor het verwijderen van achtergebleven fumigatiemiddelen en

eventuele gebruikte gassingsvoorzieningen. Wanneer de laadeenheid vóór vervoer volledig is geventileerd en de ventilatiedatum op het waarschuwingsteken is vermeld, is het afzonderlijke document voor UN 3359 niet meer vereist. Het waarschuwingsteken moet echter nog wel aanwezig blijven zolang de gegaste goederen niet zijn gelost.

Wegvervoer (ADR)
Voor het vervoer over de weg gelden bovenstaande voorschriften (zie Paragraaf 3.2.1) op grond van ADR bepaling 5.5.2. In de praktijk betreft een gegaste laadeenheid bij wegvervoer vooral een gesloten voertuig of container. De bredere definitie van een *cargo transport unit* omvat daarnaast onder andere tankcontainers, transporttanks en MEGC's.[7]

Spoorvervoer (RID)
Voor vervoer per spoor bevat RID bepaling 5.5.2 inhoudelijk vrijwel dezelfde voorschriften als ADR bepaling 5.5.2. (zie Paragraaf 3.2.1). Een belangrijk praktisch verschil is dat bij spoorvervoer ook de wagon zelf een gegaste laadeenheid kan vormen. Een laadeenheid omvat binnen het RID onder andere een spoorwagon, container, tankcontainer, transporttank of MEGC. Dit is bijvoorbeeld relevant voor gesloten goederenwagons en voor wagons waarin gegaste bulkgoederen worden vervoerd.

Binnenvaart (ADN)
Het ADN (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways) is de internationale overeenkomst voor het vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren. Het verdrag is in 2000 in Genève tot stand gekomen tijdens een diplomatieke conferentie die gezamenlijk werd georganiseerd door de United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) en de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR/CCNR). Het ADN trad in 2008 in werking en telt momenteel achttien verdragsstaten, waaronder Nederland, België, Duitsland, maar ook Europese landen die geen EU-lidstaat zijn.[8]

Het ADN bevat regels voor onder meer de classificatie en documentatie van gevaarlijke goederen, de wijze van vervoer en de eisen aan schepen en uitrusting. De systematiek is in belangrijke mate geharmoniseerd met het ADR voor wegvervoer en het RID voor spoorvervoer. Dit geldt ook voor de bestaande regelgeving voor gegaste laadeenheden.

Ook het ADN bevat in bepaling 5.5.2 dezelfde basisregels voor gegaste laadeenheden van UN 3359. De basisregels zijn nagenoeg gelijk aan die van ADR en RID. Dit betekent dat een gegaste container die aan boord van een binnenvaartschip wordt vervoerd in beginsel op dezelfde manier wordt behandeld als een dergelijke container bij vervoer over

---

[7] Multiple-Element Gas Container een transporteenheid die meerdere hogedrukcilinders, buizen of drums met elkaar verbindt in een vast ISO-frame.
[8] België, Bulgarije, Duitsland, Frankrijk, Hongarije, Kroatië, Luxemburg, Moldavië, Nederland, Oekraïne, Oostenrijk, Polen, Tsjechië, Roemenië, Rusland, Servië, Slowakije, Zwitserland.

de weg of per spoor. De eisen ten aanzien van afsluitbaarheid, opleiding, waarschuwingstekens, ventilatie en documentatie zijn nagenoeg identiek aan die van ADR en RID.

Voor de binnenvaart bestaat echter een belangrijk verschil in het toepassingsbereik. In het ADN is een laadeenheid gedefinieerd als een voertuig, wagon, container, tankcontainer, transporttank of MEGC. **Het binnenvaartschip zelf en het laadruim van een droogladingsschip vallen niet onder deze definitie van laadeenheid. Daarmee biedt de huidige regeling voor UN 3359 geen grondslag voor het vervoer van eerder gegaste bulkgoederen die rechtstreeks in het laadruim van een regulier droge-ladingschip worden vervoerd en waarin nog relevante concentraties van het fumigatiemiddel aanwezig kunnen zijn.**

Zoals beschreven in Paragraaf 3.1 ontstaan er in de praktijk wel situaties waar relevante concentraties van het fumigatiemiddel aanwezig zijn. In principe is droge bulk, zoals graan en veevoer, ongevaarlijk om te vervoeren. Echter, fosfinetabletten die eerder in de vervoersketen zijn gebruikt om te gassen kunnen zich nog in de lading bevinden. Deze tabletten kunnen opnieuw reageren wanneer de tabletten worden blootgesteld aan veranderingen van de luchtvochtigheid[9], waardoor veiligheidsrisico's ontstaan. De nieuwe regelgeving in ADN 2027 is daarom bedoeld om dit hiaat te vullen: eerder gegaste bulkgoederen krijgen met identificatienummer 9007, BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED, een afzonderlijke plaats binnen het ADN.

In het bijzonder is de regelgeving omtrent fumigatie van verpakte cargo van belang, omdat deze als inspiratie heeft gediend voor de nieuwe wetgeving voor gegaste droge bulkladingen. Dit wordt omgeschreven in bepaling 5.5.2 van het ADN. Hierin staat bijvoorbeeld dat gegaste lading, zolang deze niet geventileerd of gelost is, een waarschuwingssticker moet hebben op de cargo-unit. Bovendien moet een documentatie van gegaste lading moeten worden bijgehouden, waarin staat wanneer gegast is, met welk chemische stof en hoeveel daarvan gebruikt is.

3.2.2 Zeevaart

Voor de internationale zeevaart heeft de International Maritime Organisation (IMO) richtlijnen opgesteld voor het gebruik van pesticiden in cargoladingen. Deze zijn voor het laatst bijgewerkt in 2025 (IMO, 2025). Het document is in de eerste plaats opgesteld vanuit het oogpunt voor de veiligheid van bemanning en andere betrokkenen bij de bestrijding van insecten en andere plagen in bulkcargo. De IMO-richtlijnen zijn geen verplichtingen maar aanbevelingen. De IMO-aanbevelingen vormen in veel zeevarende landen een belangrijk uitgangspunt voor nationale regelgeving en uitvoeringspraktijken. De wijze waarop zij juridisch en praktisch zijn geïmplementeerd, verschilt echter per land.

[9] Bijvoorbeeld als tabletten te diep in het graan worden 'geschoten' dan komen ze bij het gassen onvoldoende in contact met het vocht in de lucht. Zodra overslag naar bijvoorbeeld een binnenvaartschip plaatsvindt dan komen ze mogelijk boven op de lading te liggen en is er wel contact met vocht.

Voor de chemische bestrijding maakt het document onderscheid tussen contactinsecticiden en fumiganten, maar de nadruk ligt op fumiganten. Die mogen vanwege hun giftigheid niet door de bemanning zelf worden toegepast, maar uitsluitend door gekwalificeerde specialisten. Een aangewezen ‘fumigator-in-charge’ moet de kapitein schriftelijk informeren over het gebruikte middel, de gezondheidsrisico’s en de te nemen voorzorgsmaatregelen.

Bij fumigatie in de haven geldt dat bemanningsleden doorgaans van boord moeten blijven totdat het schip of betreffende ruim officieel vrijgegeven is. Er moeten waarschuwingsborden worden geplaatst en onbevoegde toegang moet worden voorkomen. Pas na metingen, verwijderen van waarschuwingsborden en een formele vrijwaringsverklaring mag herbetreding plaatsvinden.

Het document behandelt uitgebreid fumigatie tijdens de reis. Dat mag alleen onder strikte voorwaarden en uiteindelijk naar oordeel van de kapitein. Er moeten onder meer:

- ten minste twee getrainde vertegenwoordigers van de master zijn aangewezen;
- geschikte gasdetectieapparatuur en adembescherming aan boord zijn;
- met regelmaat gasmetingen worden gedaan, minimaal elke acht uur;
- logboekregistraties worden bijgehouden;
- controles plaatsvinden op lekkage naar accommodatie, machinekamer en andere werkruimten.

Verder moet de kapitein vóór aankomst de bevoegde autoriteiten informeren dat er sprake is van fumigatie, inclusief type fumigant, datum van behandeling en betrokken ruimen. Bij lossen mogen personeel en derden pas een ruim in nadat is vastgesteld dat concentraties veilig zijn.

Ook wordt aanbevolen om bij gasgenererende middelen geen losse tabletten te gebruiken, omdat niet-gereageerd materiaal een ernstig gevaar kan vormen tijdens lossen of overslag.

3.2.3 Arbowetgeving en catalogi

Al het werk dat door werknemers in Nederland wordt verricht, valt onder de Arbowetgeving. Binnen deze Arbowetgeving zijn ook afspraken gemaakt die invloed hebben op het werken met of nabij gegaste ladingen.

Naast de Arbowetgeving zijn er per branche aanvullende arbo-catalogi opgesteld. In een arbocatalogus leggen werkgevers- en werknemersorganisaties vast hoe zij invulling geven aan de doelvoorschriften uit de Arbowet en het Arbobesluit. De maatregelen beschreven in de catalogi gaan vaak verder dan de wettelijke bepalingen uit de Arbowetgeving. Door de afspraken per branche te organiseren wordt oneerlijke concurrentie en standaardisatie binnen de sector bevorderd.

De Nederlandse Arbeidsinspectie toetst de catalogus en gebruikt een positief getoetste arbocatalogus als referentiekader voor toezicht en handhaving.

Hieronder staat een lijst van relevante Arbowetgeving en catalogi met invloed op de omgang en het vervoer van gegaste ladingen:

- Arbeidsomstandighedenwet ofwel de Arbowet (Overheid, 2026c);
- Arbeidsomstandighedenbesluit ofwel het arbobesluit (Overheid, 2026a). Specifiek:
  - arbeidsomstandighedenregeling ofwel de arboregeling (Overheid, 2026b);
  - arbocatalogus Binnenvaart (Arbo-Binnenvaart, 2012);
  - arbocatalogus Graan (Arbocatalogus Graan, n.d.).

In de volgende paragrafen is nader uitgewerkt wat (op hoofdlijnen) de voorschriften en maatregelen zijn die werkgevers moeten treffen tegen het risico op gegaste ladingen.

Toepassing van de arbeidsomstandighedenregelgeving
De arbeidsomstandighedenregelgeving, bestaande uit de Arbowet, het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling, is volledig van toepassing in situaties waarin gasvormende bestrijdingsmiddelen worden toegepast of wanneer men omgaat met gegaste ladingen. Dit betekent dat zowel het gebruik van dergelijke middelen als het hanteren van gegaste goederen onder de wettelijke regels vallen. Binnen deze regelgeving zijn enkele onderdelen extra relevant voor de problemen met gegaste ladingen.

Belangrijkste verplichtingen voor werkgevers:

- **Voorkomen van gezondheidsschade:** De werkgever dient ervoor te zorgen dat werknemers geen gezondheidsschade oplopen. Dit is vastgelegd in Artikel 3 van de Arbowet.
- **Risico-inventarisatie en -evaluatie:** De werkgever moet de risico's op de werkplek inventariseren, evalueren en beheersen door middel van een RI&E. Werknemers moeten daarbij adequaat worden voorgelicht en geïnstrueerd. Voor elke stof waaraan een werknemer kan worden blootgesteld, moet de werkgever de gevaren bepalen, een grenswaarde vaststellen (indien de overheid deze niet wettelijk heeft bepaald), en beoordelen of deze grenswaarde wordt overschreden. Dit kan door metingen of een betrouwbare schatting.
  Ook blootstelling via de huid dient te worden beoordeeld. Wanneer de blootstelling boven de grenswaarde ligt of de huidblootstelling risicovol is volgens de RI&E, moet de werkgever adequate beheersmaatregelen nemen conform de arbeidshygiënische strategie. Voor zelfstandigen gelden veel bepalingen van de arbeidsomstandighedenregelgeving ook; zij moeten er eveneens voor zorgen dat anderen geen risico lopen op gezondheidsschade.

Specifieke bepaling voor gegaste ladingen
Het Arbeidsomstandighedenbesluit bevat een specifieke bepaling die relevant is bij het omgaan met gegaste ladingen, Artikel 3.5g. Dit artikel richt zich op gevaar voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie. Werkgevers die werknemers een plaats of ruimte laten betreden, zijn verplicht om vooraf onderzoek te laten uitvoeren naar mogelijke gevaren, waaronder vergiftiging, bedwelming en verstikking.

De volgende twee artikelen binnen het arbobesluit liggen ten grondslag van het eerder genoemde artikel 3.5g.

1. Artikel 4.3 lid 4: Wettelijke grenswaarden; laten meten door deskundigen.
2. Artikel 4.6. lid 2: Voorkomen van ongewilde gebeurtenissen; Verbod ruimen te betreden.

Arbocatalogi als aanvullend instrument
Naast de wettelijke regelgeving is de arbocatalogus een belangrijk instrument om risico's te beperken. In de arbocatalogus maken werkgevers en werknemers samen afspraken over de wijze waarop aan de doelvoorschriften van de Arbowetgeving wordt voldaan. Dit gebeurt bijvoorbeeld door beschrijvingen van technieken, praktische oplossingen, normeringen en handleidingen die bijdragen aan gezond werken en het zoveel mogelijk wegnemen van risico's.

Er zijn twee relevante catalogi die nadere voorschriften en maatregelen beschrijven voor het omgaan met gegaste ladingen. Dit is de Arbocatalogus Binnenvaart (2012) en de Arbocatalogus Graan (n.d.). Hierin worden de volgende maatregelen en voorschriften vermeld die binnen de twee branches worden aangehouden:

Arbocatalogus Binnenvaart
In de Arbocatalogus Binnenvaart wordt een set maatregelen besproken om risico's omtrent gegaste ladingen en de blootstelling hieraan te beperken:

- Informeer bij iedere agribulklading bij de opdrachtgever naar de status van fumigatie. Men kan ervan uitgaan dat bijna iedere lading gegast is geweest.
- Accepteer de lading alleen indien aangetoond kan worden dat de lading veilig is voor het vervoer in open schepen (met open wordt hier bedoeld: gewone droge ladingschepen met luiken; niet bedoeld als 'gasdicht', zoals bijvoorbeeld een tankschip of tankcontainer).
- Bij iedere lading die gegast is geweest hoort een gasvrijverklaring.[10]
- Draag PAC-meters met een alarminstelling van 0,2 ppm (TGG 15min) en draag deze op de overall, op borsthoogte.

[10] Gasvrij betekent hier veilig volgens meting, en niet noodzakelijk absoluut vrij van iedere meetbare hoeveelheid fosfine.

- Laat je goed instrueren over deze PAC-meters door de leverancier en lees de gebruiksaanwijzing.
- Maak duidelijke en aantoonbare afspraken dat de ruimen niet mogen worden betreden, tenzij er eerst vanaf dekhoogte is vastgesteld, door middel van metingen, dat er zich in het ruim geen van belangzijnde concentraties fosfine aanwezig zijn.
- Fosfine is zwaarder dan lucht en kan zich in situaties verplaatsen naar de onderkant van laadruimtes.
- Zorg dat de BHV'ers geïnstrueerd zijn in hoe om te gaan met blootgestelde medewerkers.
- Zorg voor een scheepsspecifieke noodprocedure waarin de detectie van fosfine in geborgd wordt:

Arbocatalogus Graan
Bij vermoeden van gevaarlijke of lage zuurstofgehalten in vrachtwagens, treinen, binnenvaartschepen of zeecontainers mag personeel deze ruimten niet betreden totdat onderzoek heeft aangetoond dat het veilig is; de ontvanger (werkgever op afleveradres) voert dat onderzoek uit en neemt de maatregelen om veilig openen, betreden en lossen mogelijk te maken.

Het gehanteerde Stappenplan 'Veilig werken met gassen in zeecontainers' vormt de leidraad: stel bedrijfsbeleid en procedures op, classificeer binnenkomende containers (Categorie A = bekend gegast, B = onbekend, C = geen gassen), laat voorgeschreven metingen uitvoeren door een deskundige gasmeetpersoon en voer op basis van meetresultaten maatregelen uit zoals ventileren, ontgassen, weigeren, terugzenden of loslaten door een gespecialiseerd bedrijf.

Openen of betreden mag alleen bij aantoonbare vrijgave (bijvoorbeeld schriftelijke verklaring) en werknemers voeren altijd een visuele controle uit; alle containerstromen, meetrapporten en genomen maatregelen moeten tien jaar worden bewaard.

Voorlichting en instructie van medewerkers (inclusief BHV) over risico's, meetresultaten, PBM-gebruik en calamiteiten is verplicht, en alleen opgeleide/geïncrusteerde personen mogen gas- en zuurstofmetingen uitvoeren; kalibratie en onderhoud van meetapparatuur volgens leverancier zijn vereist.

3.2.4 Wet- en regelgeving Wgb/Europese verordeningen bestrijdingsmiddelen

Het gebruik van biociden en gewasbeschermingsmiddelen is gereguleerd middels de volgende wet- en regelgeving:

- de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb) (Overheid, 2026d);
- het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Bgb) (Overheid, 2024);
- de Regeling gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Rgb) (Overheid, 2025);
- de Europese biocidenverordening (EU, 2012);
- de Europese gewasbeschermingsmiddelenverordening (EU, 2009).

De laatste twee teksten beschrijven hoe en onder welke voorwaarden biociden en gewasbeschermingsmiddelen toegelaten en gebruikt kunnen worden op de Europese markt; goedkeuringen worden gepubliceerd als uitvoeringsverordening, zoals bijvoorbeeld ‘Uitvoeringsverordening (EU) nr. 1034/2013 van de Commissie van 24 oktober 2013 tot goedkeuring van aluminiumfosfide waaruit fosfine vrijkomt als werkzame stof voor gebruik in biociden voor productsoort 20’.

De Wgb stelt algemene regels vast voor de toelating, op de markt brengen en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en biociden en verwijst grotendeels naar de betreffende Europese richtlijnen. Eén en ander is in het Bgb verder uitgewerkt, waarbij Artikelen 30 en 31 gasvormige en gasvormende biociden behandelen. Zowel de Wgb en het Bgb stellen geen kwantitatieve eisen.

Bijlage X van de Rgb, die definieert wat gasvormige en gasvormende gewasbeschermingsmiddelen en biociden zijn, benoemt expliciet ‘middelen die fosforwaterstof bevatten’ en ‘middelen die fosforwaterstof kunnen opleveren.’ Op basis van Artikel 8.9, lid 1 geldt een verplichting om de toepassing van fosfine minstens zeven dagen van tevoren te melden bij de Inspectie Leefomgeving en Transport (hierna: ILT) (dit dient voor iedere fumigatie te gebeuren, er is een digitaal formulier voor beschikbaar op de website van ILT). Afwijkend van het eerste lid kan deze melding korter van tevoren worden gedaan. Voorwaarde hiervoor is dat minder dan 2.500 m^3 wordt gegast of het een fumigatie van lichters of binnenvaartschepen betreft én de toepassing dermate spoedeisend is dat dit noodzakelijk is. Hiervoor gelden verder de volgende eisen:

- melding ten minste 6 uur voor toepassen en het gassing van lichters of binnenvaartschepen betreft;
- melding ten minste 6 uur voor toepassen is ontvangen en er wordt niet meer dan 500 m^3 gegast;
- melding ten minste 24 uur voor toepassen en er wordt niet meer dan 2.500 m^3 gegast.

De melding dient plaats te vinden middels het formulier dat in Bijlage XI van de Rgb is opgenomen. De gasvrijverklaring[11] wordt volgens Bijlage XII opgesteld en aan de opdrachtgever verstrekt; een afschrift moet binnen 48 uur aan ILT worden toegezonden. Verder stelt de Rgb eisen aan de competenties van gassingsleiders en gasmeetdeskundigen.

Gassingsleider en gasmeetdeskundige
Gassingsleiders en gasmeetdeskundigen zijn twee verschillende functies, die beide betrekking hebben op de controle van gegaste ladingen. De gassingsleider is de meer bevoegde specialist, en moet veel kennis hebben over de biologische en toxicologische eigenschappen van gassen en is bekend met de relevante wet- en regelgeving. De gassingsleider leidt of verricht de toepassing van het gasvormende middel en overziet het volledige gassings-, ventilatie- en vrijgaveproces. Bij incidenten laat de gassingsleider bijvoorbeeld ventileren of lossen en geeft hij uiteindelijk de gasvrijverklaring af. De gasmeetdeskundige is daarentegen alleen bevoegd om de lading te meten, de aanwezige concentraties van gevaarlijke gassen te beoordelen en deze resultaten vast te leggen. Een gasmeetdeskundige is niet bevoegd om zelfstandig een fumigatiemiddel toe te passen of een actieve fumigatie te stoppen (Overheid, 2025).

3.3 Beschrijving maatregelenpakket

Het maatregelenpakket is opgesteld door een werkgroep in de ADN Safety Committee waarbij verschillende partijen betrokken geweest. Ten eerste gaat het om delegaties van verschillende lidstaten waaronder, de voorzitter van de werkgroep, Duitsland, dat als voorzitter opereerde, Nederland, België en Oostenrijk. Daarnaast zijn er marktpartijen betrokken geweest waaronder EBU/ESO, GAFTA/COCERAL/UNISTOCK. Deze werkgroep is in 2022 opgestart en is in 2026 tot een definitieve set maatregelen gekomen.

De laatste versie van het maatregelenpakket is te vinden in Bijlage A. In de bijlage is exact te zien wat de maatregelen zijn. Figuur 2 geeft een overzicht van de partijen in de vervoersstroom en de maatregelen die voor de desbetreffende partijen gelden. Het is belangrijk om te vermelden dat de partij die de verantwoordelijkheid draagt niet direct de kosten van de maatregel hoeft te dragen. Zo kan het mogelijk zijn dat grote partijen in de markt gasmetingen of detectoren faciliteren, zodat niet elke haven of elke schipper hiervoor verantwoordelijk is.

[11] Een gasvrijverklaring afgegeven wanneer metingen aantonen dat de concentratie fosforwaterstof niet hoger is dan de waarden uit het toelatingsbesluit van het toegepaste middel. Gasvrij betekent hier dus niet noodzakelijk 0 ppm.

Figuur 2 - Overzicht stakeholders en verantwoordelijkheden



Bron: Eigen overzicht door de auteurs van deze studie.

3.3.1 Implementatie in Nederland

In Nederland wordt de ADN-regelgeving juridisch verankerd via nationale wet- en regelgeving. ILT is vervolgens de bevoegde autoriteit in de uitvoering en handhaving daarvan. Dat betekent dat ILT toeziet op naleving, controles uitvoert en waar nodig handhavend optreedt. In het ‘Besluit toezicht en opsporing vervoer gevaarlijke stoffen’ zijn ambtenaren van de ILT expliciet aangewezen voor toezicht en opsporing onder de Wet vervoer gevaarlijke stoffen.

Voor de specifieke implementatie in Nederland zijn er nog wel enkele zaken die uitgewerkt moeten worden:

- de Nederlandse vertaling van het ADN;
- hoe de vrijgavemetingen precies vorm gegeven gaan worden, wie deze metingen gaat uitvoeren en welke opleiding hiervoor nodig is;
- of de metingen voor alle potentieel gegaste agribulkladingen gelden, of alleen voor de ladingen die gegast zijn;
- mogelijk aanvullende voorschriften in het VBG.

3.4 Doelen van het maatregelenpakket

In deze paragraaf definiëren we de doelen van het maatregelenpakket. Dit is een belangrijke stap in een beleidsevaluatie omdat de doelen centraal staan in de beoordeling. Alleen dan kan worden vastgesteld in hoeverre het beleid daadwerkelijk doeltreffend en doelmatig is. Bij een concrete doeldefiniëring wordt expliciet gemaakt welke verandering wordt beoogd, voor welke doelgroep, en aan de hand van welke indicatoren succes wordt beoordeeld. Op deze manier ontstaat een helder beoordelingskader dat richting geeft aan zowel de uitvoering van de evaluatie als de interpretatie van de resultaten.

Op basis van bestaande correspondentie[12] en afstemming met de begeleidingscommissie hebben we verschillende doelen van het maatregelenpakket geïdentificeerd. Daarbij maken we onderscheid tussen een hoofddoel en doelen van minder belang. Het hoofddoel van het maatregelenpakket is:

- Het verbeteren van de veiligheid van de mensen aan boord van binnenvaartschepen, door het voorkomen en verlichten van incidenten met het transport van eerder gegaste ladingen in de binnenvaart.

Daarnaast zijn er twee subdoelen:

1. Een eerste subdoel is om de kosten en inspanningen die nodig zijn om incidenten te voorkomen proportioneel te verdelen over de betrokken stakeholders.
2. Een tweede subdoel is het verbeteren van de documentatie en traceerbaarheid over de gassingstoestand van ladingen.

Het maatregelenpakket draagt op verschillende manieren bij om de doelen te bereiken. De belangrijkste bijdrage aan het hoofddoel, het verbeteren van de veiligheid aan boord, wordt voorzien in het verbeteren in de kennis over de status van de lading op het moment dat die geladen wordt. Het is essentieel om informatie over de hele voorketen door te geven aan de binnenvaartschipper die mogelijk gegaste lading vervoert. Omdat documentatie vanuit het buitenland tekort kan schieten wordt ook een gasmeting uitgevoerd bij het laden, waarbij ook de noodzakelijk documentatie wordt opgesteld. Fosfine kan echter ook pas tijdens de vaart opnieuw vrijkomen, waardoor een vrijgavemeting bij het laden niet alle risico's kan uitsluiten. Om deze reden zijn gasdetectoren als additioneel veiligheidsmiddel opgenomen in het maatregelenpakket.

[12] Onder andere verslagen van de Correspondence group on fumigated cargo van het ADN Safety Committee.

Het tweede doel is om de kosten en inspanningen om incidenten proportioneel te verdelen over de betrokken stakeholders. Hierbij geldt dat de schipper in eerste plaats niet verantwoordelijk gehouden kan worden voor de lading. Daarom richten veel maatregelen zich op de walpartijen eerder in de keten. Echter, omdat de maatregelen eerder in de keten niet alle risico's uitsluiten, komt ook een gedeelte van de maatregelen bij de binnenvaartschipper te liggen.

Het derde doel, een verbeterde documentatie en traceerbaarheid over de gassingstoestand van ladingen, draagt in eerste instantie vooral bij aan het hoofddoel van het verbeteren van de veiligheid. Als bekend is dat de lading gegast is geweest dan zal deze niet zonder meer geladen worden op een binnenvaartschip. Daarnaast geeft documentatie inspecterende partijen een handelingsperspectief om de verschillende partijen aan te spreken. Het gaat hierbij om Nederlandse overslagbedrijven, maar ook om gevallen waarbij documentatie vanuit het buitenland niet in orde is.

4 Effectbepaling

Samenvatting

Het voorgestelde maatregelenpakket is per individuele maatregel beoordeeld op veiligheid, bedrijfsvoering en kosten. De maatregelen grijpen op verschillende plaatsen in de keten in. Documentatie, verwijdering van fumigatierestanten en de vrijgavemeting zijn vooral gericht op het voorkomen van incidenten. Detectieapparatuur, melding en stopzetting beperken voornamelijk de blootstelling en de ernst wanneer toch fosfine vrijkomt. De maatregelen hebben daarnaast gevolgen voor werkprocessen, wachttijden, meetcapaciteit en kosten. De verwachte werking is afhankelijk van volledige informatie over de fumigatiehistorie, betrouwbare apparatuur, uniforme meetmethoden en voldoende deskundigheid. Vooral ongedocumenteerde en samengestelde ladingen vormen een belangrijk restrisico.

Het doel van dit hoofdstuk is om de verwachte effecten van het maatregelenpakket te bepalen. Deze effecten worden onderverdeeld in drie aspecten: veiligheid, bedrijfsvoering en kosten. Van dit drietal aspecten ligt de prioriteit bij het aspect veiligheid. Hieronder zijn de aspecten in meer detail uiteengezet:

- **Veiligheid:** Het absolute hoofddoel van het maatregelenpakket is om incidenten te voorkomen en de gevolgen van incidenten die onverhoopt toch optreden te verminderen. In deze stap stellen we daarom vast in hoeverre het beoogde maatregelenpakket zorgt voor minder incidenten met fosfine in de binnenvaart en hoe de gevolgen worden beperkt. Naast de effectiviteit van de maatregelen wordt ook de naleefbaarheid onder de loep genomen; maatregelen die in werkelijk niet of nauwelijks (kunnen) worden opgevolgd zorgen immers voor schijnveiligheid.
- **Bedrijfsvoering:** De regels zullen een effect hebben op de bedrijfsvoering van de schippers, maar ook op de bedrijfsvoering van de handelaren, havens en overheid (ILT). In deze stap bepalen we welke (extra) handelingen er moeten plaatsvinden voor deze verschillende stakeholders en hoeveel tijd, inspanning en geld dit van ze vraagt. Ook inventariseren we hoe de verschillende stakeholders naar deze handelingen kijken en waar risico's op naleving zitten.
- **Kosten:** De regels zullen financiële gevolgen met zich meebrengen. Voor de schippers betreft dit de aanschaf van meetapparatuur en voor terminals de kosten van een vrijgavemeting. Voor de schippers en andere partijen (handelaren, havens en overheid) zijn er bovendien, vanwege de extra handelingen, additionele personeelskosten verbonden aan dit maatregelenpakket. Deze extra tijd wordt naar kosten vertaald door te rekenen met gestandaardiseerde kosten per fte (CBS).

We beoordelen het maatregelenpakket per individuele maatregel. We hanteren de officiële Engelstalige wettekst zoals deze in Bijlage A is weergegeven. In Paragraaf 4.1 bespreken we eerst de definitie van gegaste lading van het maatregelenpakket binnen het ADN. In Paragraaf 4.2 bespreken we de individuele maatregelen. Paragraaf 4.3 bespreekt de uitkomsten van een RI&E-analyse die we hebben uitgevoerd. Ten slotte vatten we in Paragraaf 4.4 de effecten van het maatregelenpakket samen.

4.1 Definitie gegaste lading

We starten met de definitie van eerder gegaste lading die wordt gehanteerd in beleidstekst. Deze is hieronder gegeven:

"BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED, as defined here, is not subject to other provisions of ADN than the following.

Bulk cargo, previously fumigated means a non-dangerous good cargo carried in bulk (such as grain, feed, oil seeds, wood) which prior to carriage on inland waterways was treated specifically by the application of fumigants to control target insect pests in the product and its enclosure."

De definitie van eerder gegaste bulklading is begrijpelijk. Zo kan sojaschroot zuurstof aan de omgevingslucht onttrekken, waardoor in een afgesloten laadruimte een zuurstofarme atmosfeer kan ontstaan. De definitie en de bijbehorende maatregelen houden niet expliciet rekening met dergelijke intrinsieke risico's van de lading. Tegelijkertijd is het van belang dat binnenvaartschippers zich ervan bewust zijn dat vervoer van eerder gegaste bulkladingen risico's met zich meebrengen. Ook nadat een lading veilig is verklaard, kunnen onder bepaalde omstandigheden nog stoffen vrijkomen of opnieuw reacties optreden. Dergelijke bulkladingen kunnen daarom niet als volledig vrij van risico's worden beschouwd.

Wel hebben verschillende partijen ons erop gewezen dat de fumigatietoestand niet altijd bekend is op het moment dat de lading in het binnenvaartschip wordt geladen. Dit komt doordat aan de voorkant van de vervoersketen verschillend wordt omgegaan met fumigatie (zie Tekstkader 1 in Paragraaf 3.1.1). Zo worden in andere landen soms andere grenswaarden gehanteerd, waardoor een lading eerder veilig wordt verklaard. Daarnaast zijn de documentatie en registratie van de fumigatietoestand niet altijd op orde. Hierdoor kan een lading ten onrechte als veilig worden aangemerkt, waardoor de maatregelen vervallen. In het verleden hebben zich incidenten voorgedaan waarbij fosfine in de lading aanwezig bleek te zijn, ondanks de verklaring dat de lading niet was gegast. Dit onderstreept dat niet altijd kan worden uitgegaan van de juistheid en volledigheid van de verstrekte informatie over de fumigatietoestand.

De bepaling dat de maatregelen uitsluitend gelden voor lading die eerder is gegast, heeft in dit verband belangrijke gevolgen. Dit kan ruimte bieden voor misbruik of ondermijning. Voor verschillende partijen in de keten bestaat er een prikkel om niet aan te geven dat de lading eerder is gegast. De maatregelen binnen het ADN zijn dan namelijk niet van toepassing wat het transport makkelijker en goedkoper maakt. Dit kan een onbedoeld en ongewenst effect van de bepaling zijn.

4.2 Individuele maatregelen

4.2.1 Verbod op fumigatie aan boord van varende schepen

(a) Any in-transit fumigation on board vessels is prohibited.

Huidige situatie

In de huidige situatie (dat wil zeggen, zonder maatregelenpakket) wordt er in de binnenvaart niet (bewust) gegast aan boord van varende schepen. Volgens de Nederlandse gebruiksvoorschriften van de specifieke producten[13] is gebruik alleen toegestaan in afgesloten ruimtes. Dit sluit impliciet ontgassen in de binnenvaart uit doordat de opslagruimtes in droge bulkschepen niet luchtdicht zijn. In enkele andere Europese landen met vrijere regelgeving was het nog wel toegestaan volgens het Ctgb (lopend).

Soms wordt er tijdens overslag in zeehavens van de cargo een te hoge concentratie fosfine aangetroffen door gassingsleiders. In zulke gevallen wordt het laden stilgelegd totdat de concentratie laag genoeg is om weer veilig te kunnen werken. Wel wordt, onder leiding van een gassingsleider, de lading overgeslagen op lichters zodat de fosfine op een veilige locatie de tijd heeft om te vervliegen. De gasleider geeft op basis van de gemeten waarden aan wanneer de lading veilig op binnenvaartschepen geladen kan worden.

Doelsituatie

Maatregel '(a)' uit het maatregelenpakket verbiedt elke vorm van fumigatie aan boord van varende binnenvaartschepen. Aangezien dat in de huidige situatie voor Nederland ook al niet gebruikelijk/toegestaan is, bekrachtigt deze maatregel de huidige situatie.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - deze maatregel leidt waarschijnlijk in de praktijk niet tot veranderingen en daarom verwachten we geen impact op veiligheid.
- **Bedrijfsvoering:**
  - deze maatregel leidt waarschijnlijk in de praktijk niet tot veranderingen en daarom verwachten we geen impact op de bedrijfsvoering.

[13] Hostoxin Bag, Quickphos PT, Quickphos B, Degesch Plate PPP, Degesch Strip PPP, Degesch-Plates, Degesch-Strip.

- **Kosten:**
  - deze maatregel leidt waarschijnlijk in de praktijk niet tot veranderingen en daarom verwachten we geen impact op de kosten.

Onduidelijkheden

- Deze maatregel verbiedt fumigatie aan boord, maar maakt niet duidelijk of onbedoelde (her)activatie van fosfinetabletten in de lading wordt gezien als een overtreding van de regels.
- Het is onduidelijk of het verbod ook van toepassingen is onbemande lichters of duwbakken. Deze worden juist gebruikt om lading op een veilige locatie te ventileren, waarvoor doorgaans beperkt transport over korte afstand nodig is.

4.2.2 Documentatie van fumigatie van de lading

(b) Documents associated with the carriage of bulk cargo, previously fumigated, shall include the following information: 'Transport in accordance with Special Provision 804 of ADN' and the following entries:

(i) Identification Number 9007;
(ii) Name and description 'BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED';
(iii) name and address of consignor;
(iv) place of loading and place of unloading;
(v) name and address of consignee.

This statement shall be drafted in an official language of the forwarding country and also, if the language is not English, French or German, in English, French or German, unless agreements, if any, concluded between the countries concerned in the transport operation provide otherwise.

Huidige situatie

Op dit moment is er geen uniforme documentatieplicht. De binnenvaartschipper weet daardoor vaak niet of een lading gegast is. In de praktijk komt het voor dat een lading wordt vrijgegeven, maar er nog wel restanten van fumigatieresten zoals tabletten in de lading zitten. Het risico bestaat dat deze geactiveerd worden tijdens het vervoer met het binnenvaartschip.

Doelsituatie

Deze maatregel verbetert de informatie over een eerdere fumigatie van de bulklading, zodat dit bekend is voor de partijen die betrokken zijn in het vervoer van de lading. Het achterliggende veiligheidsdoel is dat schippers, terminals, ontvangers, toezicht-houders en eventuele hulpdiensten tijdig weten dat fosfine of andere fumiganten een relevant risico kunnen zijn. Hiermee moet voorkomen worden dat verladers en binnen-vaartschippers onverwacht blootgesteld kunnen worden aan gasrestanten en dat in het geval van incidenten doelmatig kan worden gehandeld.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - Deze maatregel heeft een positief veiligheidseffect, maar alleen wanneer de documentatie juist, volledig en duidelijk is: partijen weten dan dat zij met eerder gegaste lading te maken hebben en kunnen passende maatregelen nemen. Al zou het effect vooral te zien zijn bij de binnenvaart; de terminals in zeehavens weten over algemeen bij aankomst van een lading of die gegast is geweest.
  - De bijdrage van de documentatie is echter kwetsbaar doordat problemen juist kunnen ontstaan wanneer al in de voorketen informatie over fumigatie verloren is gegaan. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer de lading in exporterende landen al in een loods is gegast en vervolgens vrijgegeven. Met andere woorden, de documentatie tijdens de verscheping in het binnenland garandeert geen volledige informatie over fumigatie in de voorketen.
- **Bedrijfsvoering:**
  - De vereiste documentatie fungeert mogelijke als bottleneck in de bedrijfsvoering: als men niet mag varen bij ontbrekende documentatie, bestaat er een reëel risico dat er toch wordt gevaren vanuit financiële overwegingen. Als schippers een lading weigeren dan zullen ze niet in aanmerking komen voor vervolgopdrachten.
- **Kosten:**
  - De directe kosten van de documentatieplicht zijn beperkt. De vertraging door ontbrekende of foutieve documenten kan wel financiële schade veroorzaken voor de binnenvaartschipper, de verlader en de ladingeigenaar. We hebben geen monetaire inschatting van deze kosten kunnen maken.

Onduidelijkheden

- De voorgeschreven gegevens zijn duidelijk, maar de kernvraag is wanneer een lading als ‘previously fumigated’ moet worden aangemerkt en wie dat betrouwbaar kan verklaren. Dat wordt in deze maatregel niet voorgeschreven.
- Bij overslag tussen zeeschip, trein, terminal en binnenvaartschip is niet altijd eenduidig wie de afzender is.
- De vraag is hoe de documentatie wordt vormgegeven als verschillende ladingen eerst gezamenlijk in een opslag bij een terminal terechtkomen. Geef je dan aan dat de cargo eerder gegast is geweest zodra minimaal één van de ladingen gegast is geweest of heft de opslag de status van ‘eerder gegast’ op?
- Hoe erop toegezien wordt dat vrachten die via de binnenvaart Nederland betreden ook uitgerust zijn met documentatie over de fumigatietoestand.
- Opvallend is dat bij internationaal vervoer de taaleis is gekoppeld aan het land van verzending, terwijl de taal van de vervoerder, de bemanning en de ontvanger niet standaard wordt meegenomen. Dit kan de praktische toegankelijkheid van de fumigatiegegevens beperken.

4.2.3 Verwijdering van fumigatierestanten

(c) The consignor in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that all retrievable residues of fumigants, i.e. sleeves or sachets, if used, are removed from lots intended for loading into the vessel and disposed of properly. The information shall be kept on board in text form during the journey and during unloading.

Huidige situatie

Bij fumigatie tijdens zeetransport wordt vaak gebruik gemaakt van sleeves. De zeehavens van Rotterdam en Amsterdam hebben een gezamenlijke richtlijn die de omgang met gegaste bulkladingen voorschrijft. Bij gastabletten worden in de zeehavenrichtlijn extra voorzorgsmaatregelen genomen (Port of Rotterdam, 2020). Uit de interviews blijkt dat ook andere terminals hebben een richtlijn die voorschrijft hoe er met gegaste ladingen moet worden omgegaan.

In fabrieken en silo's in de voorketen kunnen ook fosfinetabletten worden gebruikt. Als de lading al voor het zeetransport is vrijgegeven, kan de kennis over de fumigatie al tijdens het zeetransport verloren gaan. Ladingen die vanuit het binnenland door binnenvaart-schepen vervoerd worden bevatten volgens gesproken interviewkandidaten met regelmaat restanten van losse tabletten. Verschillende incidenten met fosfine in de binnenvaart in de afgelopen jaren zijn het gevolg van resten van fosfinetabletten in lading afkomstig uit het binnenland.

Doelsituatie

De beoogde situatie is dat alle terugvindbare fumigatierestanten uit de te laden partijen zijn verwijderd, correct zijn afgevoerd en dat hierover schriftelijke informatie aan boord beschikbaar is tijdens de reis en het lossen. De verwijdering van de fysieke resten van fumigatiemiddelen voorkomt dat opnieuw gas geproduceerd wordt. De afzender van de lading is hiervoor verantwoordelijk. Het veiligheidsdoel is bronreductie: de oorzaak van mogelijke restemissie wordt vóór of bij het laden zoveel mogelijk weggenomen.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - De maatregel werkt alleen volledig wanneer al vanaf het begin van de keten bekend is welke fumigatiemethode is gebruikt en waar restanten kunnen zitten. Bovendien spelen er bij de terminals zorgen over hoe zij de resten veilig kunnen verwijderen, tijdelijk opslaan en afvoeren. Losse tabletten hebben een diameter van 1 cm en zijn daarom erg lastig op te sporen. Als hier geen duidelijke instructies over zijn dan kan dat leiden tot gevaarlijke situaties. Een partij vraagt zich af of de verwijdering van de tabletten wel de beste insteek is, omdat je immers alleen de zichtbare tabletten kan verwijderen en deze tabletten bovendien potentieel gevaarlijk zijn. Deze partij ziet liever dat er gekeken wordt naar hoe je kan garanderen dat alle tabletten zijn uitgeregeerd.
- **Bedrijfsvoering**:
  - Deze maatregel legt extra verantwoordelijkheid bij de afzender/consignor en vereist praktische handelingen vóór het laden: opsporen, verwijderen, afvoeren en schriftelijk vastleggen. Dit is arbeidsintensief en heeft derhalve gevolgen voor de bedrijfsvoering. In de Nederlandse zeehavens kan, volgens het havenprotocol, alleen de gassingsleider de residuen verwijderen, eventueel met een deskundige collega. De afvoer van fumigatierestanten gebeurt alleen door een daartoe bevoegd bedrijf (Port of Rotterdam, 2020; RGB, 2025).
- **Kosten:**
  - Door deze maatregel ontstaan er extra kosten vanwege inspecties, specialistische inzet en vertragingen vóór belading. Deze kosten zullen in eerste instantie bij de verlader terechtkomen en worden doorberekend naar de ladingeigenaar en uiteindelijk de eindgebruiker.

Onduidelijkheden

- Sommige ladingen zijn samengesteld uit meerdere bronladingen. Welke delen al dan niet gegast zijn, valt dan niet meer te achterhalen. Daardoor wordt het praktisch moeilijk om gerichte verwijdering van restanten aan afzonderlijke partijen te koppelen.
- De maatregel noemt sleeves en sachets, maar incidenten wijzen juist ook op het gebruik van losse fosfinetabletten, die moeilijker te lokaliseren en te verwijderen zijn.
- Hoe de fumigatieresten veilig opgespoord, verwijderd, opgeslagen en afgevoerd kunnen worden door de verlader en waarom alleen de verlader hier verantwoordelijk voor wordt gemaakt.

4.2.4 Toegestane grenswaarden

(d) The filler in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that after filling BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED into the cargo holds of the vessel, the remaining concentration of the following toxic gases and vapours resulting from fumigants in the surrounding air shall be below the following values, as applicable:

Tabel 2 – Toegestane grenswaarden

Fumigant	Value
Phosphine	
cargo holds	0.1 ppm
every area where members of the crew or other persons on board are present	0.03 ppm
Sulfuryl fluoride	0.1 ppm
Methyl bromide*	0.25 ppm

* *Banned by European Union (EU) law for use in those Contracting Parties that are Members of the European Union.*

Huidige situatie

Momenteel bestaan er nog geen verplichte metingen voor de binnenvaart voordat de lading kan worden vrijgegeven. In zeehavens bestaan wel al protocollen en richtlijnen voor gegaste agribulklading (Port of Rotterdam, 2020). De gebruiksvoorschriften van het Ctgb hanteren ook grenswaarden, en een zogeheten veiligheidsgebied rondom de begaste ruimte. Per middel worden specifieke waarden gehanteerd.

De grenswaarden van blootstelling aan fosfine voor een mens zijn door het RIVM vastgesteld als 0,2 ppm gedurende 15 minuten/dag en 0,1 ppm gedurende 8 uur/dag (tijdsgewogen gemiddeldes).[14] Bij een hogere gemeten waarde in de binnenvaart kan ILT ingrijpen (last onder bestuursdwang) en het vervoer stilleggen. Deze procedure treedt echter pas in gang wanneer er melding wordt gemaakt van mogelijke aanwezigheid van fosfine, bijvoorbeeld door een opgemerkte vreemde geur[15] of door gezondheidsklachten van opvarenden.

Doelsituatie

Deze maatregel stelt concrete grenswaarden voor concentraties van fumiganten in de omgevingslucht na het vullen van het schip. Het doel is dat de ladingruimen en alle ruimten waar bemanning of andere personen aanwezig zijn onder de vastgelegde veiligheidswaarden blijven.

[14] Fosfine | RIVM Zoeksysteem Risico's van stoffen
[15] Zuiver fosfine is geurloos; commerciële preparaten/impuriteiten kunnen een knoflook- of visachtige geur geven.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - De maximaal toegestane waarden zijn gebaseerd op de toxiciteit van de stoffen. De werkelijke veiligheid van betrokkenen verbetert alleen door de handhaving van deze limieten, zoals verder gespecificeerd in de hierop-volgende maatregelen.
- **Bedrijfsvoering:**
  - De limieten hebben op zichzelf geen effect op de bedrijfsvoering; pas de controle en handhaving hierop, zoals geformuleerd in de hieropvolgende maatregelen.
- **Kosten:**
  - De limieten hebben op zichzelf geen financieel effect; pas de controle en handhaving hierop, zoals geformuleerd in de hieropvolgende maatregelen.

Onduidelijkheden

- Omdat deze maatregel alleen van toepassing is op lading die aangemerkt is als ‘previously fumigated’, blijven ladingen met ongedocumenteerde fosfineresten buiten beschouwing van deze meetprocedure.
- De exacte meetmethode en meetduur is niet goed gedefinieerd in deze maatregel. Onduidelijk blijft bijvoorbeeld welke afstand tot de lading genomen moet worden en op hoeveel plaatsen boven de lading een meting moet plaatsvinden.
  In Nederland wordt er, volgens gesproken partijen, door ILT ook *in* de lading gemeten. In andere landen wordt met name boven de lading gemeten. Hierdoor bestaan er risico’s dat lading in het buitenland veilig is verklaard, en in Nederland niet. In de maatregel blijft onduidelijk hoelang de meetwaarden geldig blijven.
  Dit kan relevant zijn omdat fosfine tijdens het stilliggen kan vrijkomen.

4.2.5 Vrijgavemeting

Maatregel

(e) The filler in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that a clearance measurement has been performed after filling and that the above-mentioned thresholds are complied with. The information shall contain the measured value and the exact measurement method and be kept on board in text form during the journey and during unloading.

Huidige situatie

Momenteel gelden er geen vrijgavemetingen voor de binnenvaart. In zeehavens Rotterdam en Amsterdam worden gegaste ladingen, afkomstig van zeetransport, nu al volgens een protocol of richtlijn gemeten door gassingsleiders. Dit gebeurt tevens al bij terminals in andere havens. De meting vindt plaats voordat zeeschepen gelost worden. Nadat een lading is goedgekeurd, is overslag voor die lading vrij. De lading die vanuit de

zeehavens bij de binnenvaart aankomt is dus gemeten, hoewel er wel verschillen kunnen zijn in de gehanteerde grenswaarden (zie voorgaande paragraaf) en het meetmoment.

Ladingen afkomstig vanuit het binnenland worden over het algemeen niet gemeten. Wel zijn er overslaglocaties die uit eigen beweging lading afkomstig uit treinen en schepen meten.

Sommige afnemers voeren nu ook al vrijgavemetingen uit voordat zij de lading overslaan in hun eigen opslagen. Hierbij wordt regelmatig[16] een te hoge fosfineconcentratie aangetroffen en moet er eerst geventileerd worden. Dit zorgt voor vertraging.

Doelsituatie
Deze maatregel verplicht een vrijgavemeting na het vullen en borgt dat de gemeten waarde en meetmethode schriftelijk aan boord beschikbaar zijn. Het doel is om te voorkomen dat een schip vertrekt met een eerder gegaste lading die direct na het laden weer boven de toegestane waarden uitkomt. De metingen van binnenvaartschepen zijn additioneel ten opzichte van de meting die gassingsleiders uitvoeren voor het lossen van een zeeschip volgens het havenprotocol.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - De veiligheid neemt toe door te garanderen dat de concentraties na overslag onder deze grenswaarden ligt en doordat de schipper documentatie aan boord heeft die dit kan bevestigen. Voor lading afkomstig uit zeeschepen is de toegevoegde waarde echter beperkt. Er vindt immers voor het lossen van het zeeschip al een meting plaats door een gassingsleider om veilig lossen en laden te garanderen.
  - Desalniettemin garandeert dit niet dat de concentraties tijdens het gehele vervoer onder deze waarden blijven, omdat fumigatiemiddelen (opnieuw) geactiveerd kunnen worden.
  - Handhaving wordt als noodzakelijk gezien omdat er anders mogelijk te weinig prikkels zijn om consequent vrijgavemetingen uit te voeren.
- **Bedrijfsvoering:**
  - De maatregel heeft een impact op de bedrijfsvoering van terminals, silo's en laadplaatsen, omdat na belading een meting en registratie moet plaatsvinden voordat het schip kan vertrekken. Deze meting is additioneel ten opzichte van de meting die gassingsleiders uitvoeren bij een zeeschip. Daarnaast vinden er veel meer metingen plaats doordat één zeeschip wel 70 binnenvaartschepen kan vullen.
  - Meting in privéruimten of woningen aan boord kunnen tot privacygerelateerde bezwaren leiden.

[16] Volgens een geïnterviewde stakeholder gebeurde dat op locatie enkele keren per jaar.

- **Kosten:**
  - De verplichte vrijgavemetingen vereisen veel capaciteit van gasmeetdeskundigen en/of gassingsleiders.
  - Voor de verplichte vrijgavemetingen zullen specifieke gasmeters nodig zijn. Experts geven aan dat persoonlijke gasdetectiemeters ongeschikt zijn voor het uitvoeren van de vrijgavemetingen. De kosten van een professionelere PID-meter met ingebouwde pomp en datalogging bedraagt zo'n € 4.000.
  - De kosten van de vrijgavemetingen worden nu betaald door de eigenaren van de zeeschepen, maar zullen nu, in de beoogde situatie, kunnen komen te liggen bij de afzender/terminal.
  - Mogelijke vertragingen door (het wachten op) de meting kunnen leiden tot extra kosten. Voornamelijk in zeehavens kunnen de metingen tijdens directe overslag van één zeelading naar tientallen binnenvaartschepen voor significante vertraging zorgen.

Onduidelijkheden

- De tekst vereist een vrijgavemeting en vastlegging van meetwaarde en meetmethode, maar schrijft niet concreet voor wie mag meten, waar wordt gemeten, hoeveel meetpunten nodig zijn en welk protocol moet worden gevolgd. Zonder eenduidig meetprotocol en kwalificatie-eisen kan de maatregel leiden tot schijnveiligheid of uiteenlopende uitvoeringspraktijk. Daarbij kunnen er met name verschillen optreden in de uitvoeringspraktijk tussen landen. Hierdoor kan lading in het ene land veilig verklaard worden, terwijl hetzelfde voer- of vaartuig in een ander land niet is toegestaan.
- Het is niet waarschijnlijk dat er op korte termijn voldoende deskundigheid is om de vrijgavemetingen uit te voeren. Zowel gasmeetdeskundigen als meer deskundige gassingsleiders zijn onvoldoende beschikbaar om op korte termijn alle extra metingen te kunnen doen.
- Deze maatregel definieert niet wat de vervolgstappen zijn wanneer de lading *niet* voldoet aan de vrijgavemeetwaarden. Bij afwijkende waarden is niet alleen de meting relevant, maar ook de vervolgstappen: gasplan, ventilatie, bevoegd gezag en toestemming om vervoer door te zetten (ILT, n.d.). Verschillende partijen geven aan dat hier in recent en langer verleden veel problemen zijn ontstaan. Zo stonden bij een incident in 2021 verschillende burgemeesters ventilatie van schepen en treinen niet toe (NOS, 2021b), terwijl de veiligheidsrisico's bij gecontroleerde ventilatie onder leiding van een gassingsleider beperkt zijn (Schols & Van Putten, 2007). Deze ervaringen uit het verleden hebben ontvangers gedwongen om ladingen met zeer beperkte overschrijding retour te sturen.

4.2.6 Detectiemeters

(f) In every area where members of the crew or other persons on board are present, a warning device appropriate for the previously used fumigant shall be used and shall sound an alarm at the latest at a value of 0.03 ppm for phosphine, 0.1 ppm for sulfuryl fluoride and 0.25 ppm for methyl bromide. Maintenance of the devices shall be in accordance with the instructions of the manufacturer.

Huidige situatie

Momenteel is het gebruik van detectiemeters door binnenvaartpersoneel niet verplicht. Wel worden deze detectiemeters veel gebruikt op terminals en in de zeehavens, door bijvoorbeeld inspecteurs, ladingcontroleurs en overslagpersoneel. De detectiemeters kunnen gebruikt worden zonder cursus, maar een uitgebreide toelichting of handleiding over correct gebruik is wel wenselijk. Zo is de nauwkeurigheid van de detectiemeters gevoelig voor externe invloeden zoals sigarettenrook en zonlicht.

Doelsituatie

De beoogde situatie is dat in alle ruimtes waarin een persoon aanwezig is een passend, onderhouden waarschuwingsapparaat aanwezig is dat uiterlijk bij de voorgeschreven waarden alarmeert. Dit kan ook door een persoonlijke gasdetectiemeter te dragen.
De apparatuur moet functioneren als persoonlijk of ruimtelijk waarschuwingssysteem, bedoeld voor de gezondheid van de betrokkenen.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - Detectiemeters hebben een belangrijke veiligheidsfunctie als laatste vangnet, vooral omdat een vrijgavemeting geen garantie geeft dat niet-geactiveerde en niet-opgemerkte fosfine tijdens transport in een binnenvaartschip alsnog vrij-komt.
  - Het veiligheidseffect wordt ernstig ondermijnd wanneer meters veel valse meldingen geven en schippers de apparatuur mogelijk uitzetten als deze te vaak afgaat. Bij de gehanteerde grenswaarden treden valse meldingen zeer waarschijnlijk op.
  - De veiligheid kan alleen gegarandeerd worden wanneer men weet hoe de meetapparatuur te gebruiken en welk doel dit heeft. Kennis en kunde is essentieel.
- **Bedrijfsvoering:**
  - De verplichting vraagt aanschaf, gebruik en onderhoud van meters.
    Een meter voor elk bemanningslid kan nodig zijn, wat vooral lastig kan zijn voor schippers die incidenteel agribulk vervoeren. In Paragraaf 3.1.1 is besproken dat er veel verschillende individuele schepen zijn die jaarlijks agribulk vervoeren.

  - De meters moeten regelmatig, ongeveer elk half jaar, gekalibreerd worden. Hoewel hier mobiele oplossingen voor bestaan vrezen sommige schippers dat men hierdoor regelmatig stil komt te liggen.
- **Kosten:**
  - De detectiemeters kosten ongeveer € 1.000 per stuk.[17]
  - Mogelijk kunnen leenapparaten gebruikt worden voor incidentele vervoerders.
  - De kosten van kalibratie zijn ongeveer € 90 (vast, per locatie/moment) plus € 12 per sensor. Daarnaast zijn er mogelijk kosten voor het gebruik van leenapparaten en verzendkosten als onderhoud extern plaatsvindt.

Onduidelijkheden

- Er is stevige discussie over betrouwbaarheid en werkbaarheid van de detectiemeters bij limieten zo laag als 0,03 ppm. Verschillende partijen laten weten dat praktijktesten uitwijzen dat de detectiemeters zeer gevoelig zijn voor externe factoren (temperatuur, andere stoffen, stoom), waardoor de detectiemeter zeer veel valse positieven geeft. Verdere praktijktesten zijn wenselijk om de gevoeligheid van detectieapparatuur bij limietwaarde van 0,03 ppm te onderzoeken.
- Door het toepassen van een persoonlijke gasmeter komt er een foutfactor bij, namelijk de menselijke eigenschap om dingen te vergeten. Is het daarom wel wenselijk om de beleidsruimte voor persoonlijke gasmeters of vaste gasmeters te hanteren?
- "*Appropriate for the previously used fumigant*" veronderstelt dat bekend is welk fumigant is gebruikt. Juist dat kan onzeker zijn door gebrekkige documentatie en gemengde herkomststromen.
- Door sommige partijen wordt deze tekst geïnterpreteerd als de verplichting tot een (vaste) detectiemeter in elke ruimte van het binnenvaartschip waar personen aanwezig *kunnen zijn*, terwijl anderen het interpreteren als een verplichting tot minimaal één (draagbare) detectiemeter per ruimte waarin *op dat moment* een persoon is.

4.2.7 Melding en stopzetting bij restgassen

(g) When during the journey there is a reasonable suspicion that the cargo still or again releases residual amounts of fumigant above a value mentioned under (d), the competent authority shall be notified without delay and the vessel shall be stopped at a suitable berthing area, assigned by the competent authority, until gas levels reach a safe level as per the table above.

[17] Dräger Pac 8000 PH3-detector, voor fosfine, 0-20 ppm

Huidige situatie
In Nederland geldt op grond van Artikel 47 Wvgs een onmiddellijke meldplicht bij incidenten met gevaarlijke stoffen die de openbare veiligheid kunnen bedreigen. De betrokken handelingen moeten in beginsel worden gestaakt totdat de situatie door de bevoegde autoriteit is beoordeeld.

Aanvullend heeft de ILT een handelingsinstructie voor (mogelijke) incidenten met gegaste ladingen.[18] Bij mogelijke incidenten moet, na de eerstelijnshulpverlening, direct de ILT ingeschakeld worden. De ILT bepaalt als toezichthouder op het vervoer van gevaarlijke stoffen of het schip verder mag varen. Deze handelingsinstructie moet nagevolgd worden bij een vermoeden van gevaarlijke stoffen, maar er is niet (met grenswaarden of verplichte metingen) vastgelegd hoe deze vermoedens tot stand kunnen komen.

Doelsituatie
Deze maatregel verplicht onmiddellijke melding aan de bevoegde autoriteit en stillegging op een geschikte ligplaats wanneer tijdens de reis een redelijk vermoeden bestaat dat restgassen boven de **grenswaarden** vrijkomen. De beoogde situatie is een helder en snel handelingskader: direct melden, bevoegde autoriteit eenduidig vastgesteld, geschikte ligplaats toegewezen, en pas verder varen wanneer de waarden veilig zijn. Het achterliggende veiligheidsdoel is escalatie voorkomen: blootstelling van bemanning, omgeving en hulpdiensten beperken totdat de gaswaarden weer veilig zijn.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - Als melding en stillegging tijdig plaatsvinden, kan deze maatregel de gevolgen van incidenten sterk beperken doordat verdere blootstelling en doorvaart met onveilige lading worden voorkomen.
- **Bedrijfsvoering:**
  - Deze maatregel kan het transport direct onderbreken en vraagt coördinatie tussen schipper, bevoegde autoriteit, ligplaatsbeheerder, terminal, gassingsleider/gasmeetdeskundige en mogelijk hulpdiensten.
  - Het risico bestaat dat de voorgestelde normen tot effect hebben dat vervoer vaak stilgelegd moet worden en er een gasmeetdeskundige moet komen voor relatief ongevaarlijke situaties.
- **Kosten:**
  - Stilliggen kan aanzienlijke kosten veroorzaken voor de binnenvaartschipper. Bij incidenten zijn de kosten van stilliggen vaak hoger dan de vergoeding vanuit verladers.

[18] Incidenten met gegaste ladingen in de binnenvaart | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)

Onduidelijkheden

- Bij enkele van de gesproken partijen bestaat onduidelijkheid over wie buiten de zeehavens precies de bevoegde autoriteit is. Zo is nog niet duidelijk wie dit in het buitenland is, en of dit verschilt tussen deelstaten en provincies in het buitenland. Deze onduidelijkheid wordt naar verwachting weggenomen wanneer de regelgeving in de lidstaten geïmplementeerd wordt.
- Het risico blijft bestaan dat een trein of schip met te hoge waarden in een 'niemandsland' terecht komt, waarin het niet op de terminal kan blijven, niet eenvoudig kan worden verplaatst en evenmin ontgast mag worden. De gesproken partijen zijn zeer kritisch over de manier waarop incidenten in het verleden zijn opgelost.
- Deze maatregel vereist als aanvulling een protocol voor adequate incidentreactie bij overheden en ILT, waardoor mogelijk incidenten goed afgehandeld kunnen worden.
- Onduidelijk is hoe "*a reasonable suspicion*" zich verhoudt tot de detectiemeterplicht uit lid (f). Met andere woorden, het is niet duidelijk of een melding van de detectie op zichzelf al een voldoende voorwaarde is om een redelijke verdenking te hebben. Deze interpretatieruimte maakt het in de praktijk mogelijk om detectiemeldingen te negeren, waardoor de status van de gehele meldingsplicht onduidelijk wordt.

4.2.8 Toegestane personen aan boord

(h) Only the following persons are authorized to be on board:

(i) members of the crew;
(ii) persons who, although not being members of the crew, normally live on board; and
(iii) persons who are on board for duty reasons."

Huidige situatie

In het algemeen is het niet verboden om derden op binnenvaartschepen aan boord te hebben. Ook gelden er geen extra restricties op personen aan boord bij het vervoer van eerder gegaste ladingen.

Doelsituatie

Deze maatregel beperkt aanwezigheid aan boord tot bemanning, personen die normaal aan boord wonen en personen die om dienstredenen aan boord zijn. Het doel is het aantal potentieel blootgestelde personen te beperken en niet-noodzakelijke aanwezigheid te voorkomen.

Effecten

- **Veiligheid:**
  - de maatregel kan het aantal blootgestelde personen beperken, vooral door niet-noodzakelijke derden te weren.
- **Bedrijfsvoering:**
  - deze maatregel heeft geen effect op de bedrijfsvoering.
- **Kosten:**
  - deze maatregel leidt niet tot extra kosten of baten.

4.2.9 Meldplicht bij incidenten

Maatregel

If an accident or incident takes place during filling, carriage or unloading of BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED on the territory of a Contracting Party, the filler, carrier or unloader, respectively, shall ascertain that a report in text form is made to the competent authority of the Contracting Party concerned at the latest one month after the occurrence.

An occurrence subject to report in accordance with 1.8.5.1 has occurred if fumigants in concentrations above the thresholds named in paragraphs (d) and (f) were measured, if personal injury occurred or if the authorities were involved.

The report shall be structured in conformity with the following model: [zie Bijlage A]

If necessary, the competent authority may request further relevant information.

The Contracting Party shall in turn, if necessary, make a report to the secretariat of the United Nations Economic Commission for Europe with a view to informing the other Contracting Parties."

Huidige situatie

Momenteel worden er bij veiligheidsincidenten verslagen gemaakt door inspectiediensten zoals de ILT[19], maar niet door de vuller, verlader of losser.

Doelsituatie

Deze maatregel verplicht een schriftelijke rapportage aan de bevoegde autoriteit na relevante ongevallen of incidenten tijdens vullen, vervoer of lossen. Het doel is dat incidenten met overschrijding van grenswaarden, persoonlijk letsel of betrokkenheid van autoriteiten systematisch worden vastgelegd, onderzocht en waar nodig internationaal gedeeld.
De rapportages moeten bijdragen aan kennisopbouw, toezicht en terugkoppeling in de keten.

[19] www.ilent.nl/actueel/nieuws/2025/02/27/ilt-handelingsinstructie-zorgt-voor-duidelijkheid-bij-fosfine-incidenten-binnenvaart

Effecten

- **Veiligheid:**
  - De meldplicht draagt vooral indirect bij aan veiligheid: incidenten worden zichtbaar, analyseerbaar en bestuurlijk opvolgbaar. Meldingen kunnen helpen om structurele bronproblemen te identificeren.
- **Bedrijfsvoering:**
  - De maatregel introduceert een administratieve verplichting voor de partij die bij vullen, vervoer of lossen verantwoordelijk is.
- **Kosten:**
  - De maatregel heeft geen directe financiële effecten.

Onduidelijkheden

- Aangezien meerdere partijen (vuller, vervoerder en losser) het rapport mogen indienen, kan bij incidenten onduidelijk zijn wie de verantwoordelijkheid moet nemen het rapport op te stellen als er meerdere partijen aanwezig zijn.
- Bovendien kan de verdeling tussen vuller, vervoerder en losser onduidelijk zijn bij ketens met samengestelde ladingen of complexe vervoersketens.

4.3 RI&E-analyse

Om de effectiviteit van het voorgestelde maatregelenpakket te beoordelen, is een verdiepende RI&E uitgevoerd. In deze RI&E zijn de risico's van blootstelling aan fosfine afkomstig van gegaste ladingen uitgewerkt aan de hand van representatieve scenario's. Deze scenario's zijn gebaseerd op aangeleverde incidentrapporten en beschrijven situaties die zich tijdens transport, overslag en verblijf aan boord van binnenvaartschepen kunnen voordoen.

De mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling aan fosfine zijn bepaald op basis van informatie uit ECHACHEM en de Arbocatalogus Binnenvaart. Hierbij is rekening gehouden met zowel acute als langdurige gezondheidseffecten die kunnen optreden als gevolg van blootstelling aan verhoogde concentraties fosfinegas.

Vervolgens zijn de geïdentificeerde scenario's beoordeeld met behulp van de Kinney & Wiruth-risicoscoremethode.[20] Deze methode maakt het mogelijk om risico's systematisch te kwantificeren op basis van de kans op optreden, de blootstellingsfrequentie en de ernst van de mogelijke gevolgen. Hierdoor kan ieder scenario worden ingedeeld in een risico-klasse.

[20] Bron: Van Alphen, W., & Verhage, D. (2019). Handboek risicobeheersing: Een stappenplan voor het maken van een RI&E (3e druk). Kerckebosch.

Na het vaststellen van de initiële risico's zijn de maatregelen uit het voorgestelde ADN-maatregelenpakket toegepast binnen de scenario's. Door de risico's zowel voor als na implementatie van deze maatregelen te beoordelen, ontstaat inzicht in de mate waarin het maatregelenpakket het risico reduceert en of sprake is van een aanvaardbaar restrisico.

Conclusie

Uit de analyse blijkt dat de voorgestelde maatregelen in een groot aantal scenario's leiden tot risicoreductie, waarbij de restrisico's veelal worden teruggebracht tot een aanvaardbaar niveau.

Tegelijkertijd blijven enkele restrisico's aanwezig, met name wanneer regelgeving niet wordt nageleefd, documentatie onjuist of onvolledig is of de betrouwbaarheid van metingen onvoldoende kan worden gegarandeerd.

De volledige uitwerking van de gehanteerde scenario's, de berekende risicoklassen en de beoordeling van de restrisico's is opgenomen in Bijlage C.

4.4 Samenvatting effecten

De voorgenoemde analyses van de maatregelen zijn in Tabel 3 kwalitatief samengevat. De tabelresultaten geven het effect van de maatregelen op veiligheid, bedrijfsvoering en kosten weer, door te concluderen of de situatie naar verwachting verbeterd, verslechterd of onveranderd blijft. De effectinschatting is nadrukkelijk niet kwantitatief en verschillende effectbeoordelingen kunnen dus ook niet met elkaar vergeleken worden.

Tabel 3 – Kwalitatieve beoordeling van de maatregeleffecten

Maatregel	Veiligheid	Bedrijfsvoering	Directe kosten
Verbod op fumigatie aan boord tijdens de vaart	=	=	=
Documentatie van eerdere fumigatie	+	-	=
Verwijdering van terug te vinden fumigatierestanten	+	-	=
Toegestane gasconcentraties	=	=	=
Vrijgavemeting na belading	+	–	–
Detectiemeters in verblijfs- en werkruimten	=[21]	-	–

[21] Bij de gehanteerde grenswaarden kunnen naar verwachting zoveel valse meldingen optreden dat alarmen niet consequent worden opgevolgd. In dat geval neemt de beoogde veiligheidswinst af.

Maatregel	Veiligheid	Bedrijfsvoering	Directe kosten
Melding en stopzetting bij restgassen	+	–	–
Beperking van toegestane personen aan boord	+	=	=
Meldplicht en rapportage na incidenten	+	–	=

Toelichting codering: +: verbetering of positieve bijdrage; =: geen wezenlijk effect; –: extra belasting, kosten of een nadelig effect. De codering geeft de richting van het effect weer, niet de omvang. Positieve veiligheidseffecten zijn mede afhankelijk van een eenduidige en naleefbare uitvoering.

5 Beoordeling maatregelenpakket

Samenvatting

Het integrale maatregelenpakket is beoordeeld op doeltreffendheid, doelmatigheid en uitvoerbaarheid. Het pakket kan incidenten voorkomen en de gevolgen ervan beperken, maar biedt geen volledige garantie. De belangrijkste blinde vlek is lading met een onbekende of onvolledige fumigatiehistorie. De economische lasten volgen bovendien niet automatisch de juridische taakverdeling: kosten van vertraging en stillegging kunnen relatief zwaar bij vervoerders en terminals terechtkomen. Het pakket is in beginsel uitvoerbaar, mits verantwoordelijkheden, meetprotocollen, deskundigheid en incidentprocedures nader worden uitgewerkt. Procedurele naleving is relatief eenvoudig te controleren; de volledigheid van documentatie, restantenverwijdering en metingen is aanzienlijk moeilijker vast te stellen.

In dit hoofdstuk beoordelen we het integrale maatregelenpakket op doeltreffendheid, doelmatigheid en uitvoerbaarheid. Daarbij staan het hoofddoel, het voorkomen en verzachten van incidenten met eerder gegaste ladingen, en de twee subdoelen, centraal.

5.1 Doeltreffendheid

De doeltreffendheid van het maatregelenpakket is de mate waarin de voorgestelde maatregelen voldoen aan de doelstelling om incidenten met gegaste ladingen te voorkomen en te beperken. Om de doeltreffendheid te beoordelen stellen we de volgende deelvragen:

- Leidt het voorgestelde pakket aan maatregelen tot minder incidenten met fosfine?
- In welke mate vermindert het aantal en de ernst van dergelijke incidenten?
- Zijn er mogelijkheden om de veiligheid verder te vergroten door het pakket te optimaliseren?

5.1.1 Leidt het voorgestelde pakket aan maatregelen tot minder incidenten met fosfine?

Naar verwachting leidt het pakket tot minder incidenten, maar die conclusie is voorwaardelijk. De maatregelen vormen samen een gelaagd pakket, waarin documentatieplicht gecombineerd wordt met concrete veiligheidsprotocollen, zoals het verwijderen van terugvindbare fumigatierestanten, de vrijgavemetingen en de verplichting voor detectiemeters. Daarnaast wordt de meldplicht en documentatie van incidenten in deze regelgeving vastgelegd. De maatregelen grijpen daarmee in op verschillende fasen van hetzelfde risico en compenseren gedeeltelijk elkaars beperkingen.

De preventieve werking is het sterkst wanneer de fumigatiehistorie van de lading bekend is en de fysieke restanten daadwerkelijk kunnen worden opgespoord en verwijderd. Verwijdering is een bronmaatregel en kan gasvorming voorkomen voordat het binnenvaartschip wordt blootgesteld. De documentatieplicht ondersteunt een ketenaanpak doordat de lading als eerder gegast wordt aangeduid en zo de andere maatregelen in werking zet. De vrijgavemeting voegt een concreet controlemoment toe, waardoor te hoge gasconcentraties gedetecteerd kunnen worden en de specifieke fumigatiestatus wordt vastgesteld.

De verwachte afname van incidenten wordt echter begrensd door de afbakening van het pakket. De verplichtingen worden in belangrijke mate in werking gesteld doordat een lading als eerder gegast is aangemerkt. Juist bij incidentgevoelige situaties kan informatie uit de voorketen ontbreken, bijvoorbeeld bij samengestelde ladingen, intercontinentale stromen of ladingen die na een eerdere vrijgave niet langer als gegast worden behandeld. In die gevallen kunnen ongedocumenteerde resten buiten de documentatie-, verwijderings- en meetketen vallen. Ook losse tabletten zijn moeilijk systematisch terug te vinden. Zolang voor onbekende of onvolledige fumigatietoestanden geen duidelijke bewijs- of voorzorgsregel geldt, blijft een relevant restrisico bestaan.

Daarnaast is de vrijgavemeting in het bijzonder wel degelijk een extra controle, maar het is op voorhand nog onduidelijk in welke mate deze extra incidenten voorkomen. Bij overslag vanuit zeeschepen vindt namelijk al een vrijgavemeting plaats voor de lading van het zeeschip, waardoor de extra vrijgavemeting voor de binnenvaart (die qua tijd en plaats soms nauwelijks zal verschillen) naar verwachting niet veel andere resultaten zal opleveren. Voor overslag vanuit het binnenland is de vrijgavemeting naar verwachting wél een manier om incidenten te voorkomen, omdat in die situaties nog niet een dergelijk controlemoment bestaat. Wel is het lastig om de benodigde instrumenten en expertise voor de vrijgavemeting op de afgelegen locaties in het binnenland te krijgen.

Desalniettemin blijft in alle gevallen het risico bestaan dat de vrijgavemeting suggereert dat er geen fosfine in de lading aanwezig is, terwijl losse tabletten of gemiste sleeves juist tijdens het vervoer nog geactiveerd kunnen worden. Om deze reden is het belangrijk dat eerder gegaste lading als lading met bijzondere veiligheidsrisico' wordt beschouwd[22], en dat persoonlijke gasdetectoren worden gehanteerd aan boord van een schip.

We hebben, op basis van historische incidenten, bekeken in welke mate het maatregelenpakket incidenten kan voorkomen. Ons integrale oordeel is dat het pakket sommige incidenten kan voorkomen dan wel verlichten, maar dat het zeker geen volledige garantie geeft dat er geen incidenten meer plaatsvinden. Het pakket heeft wel degelijke een preventieve werking, voornamelijk doordat de vrijgavemeting en detectiemeters functioneren als controlemechanismen. Een significante dode hoek zit echter in de ongedocumenteerde gegaste ladingen. Eerdere incidenten hebben met elkaar gemeen dat juist de informatie over de fumigatiestatus ontbreekt of in de transportketen verloren gaat. De voorgestelde documentatieplicht voorkomt maar ten dele dat dit gebeurt, omdat informatie al vóór overslag op de binnenvaart kwijt kan zijn.

Bij de opvolging van de maatregelen zitten ook nog significante uitdagingen. Deze liggen met name bij de voorgeschreven limietwaarden van detectiemeters, het ontbreken van specifieke meetprotocollen en experts voor het uitvoeren vrijgavemetingen, en mede daardoor potentiële verschillen in de uitvoering tussen lidstaten. Hierbij speelt ook mee dat Europese landen andere voorschriften hanteren voor het gassen van droge bulk lading.

5.1.2 In welke mate vermindert het aantal en de ernst van dergelijke incidenten?

Het effect op de ernst van de incidenten is waarschijnlijk robuuster dan het effect op het aantal incidenten. Bij correct gebruik kan detectieapparatuur aan boord vrijkomende fosfine signaleren voordat bemanningsleden klachten ontwikkelen en de meld- en stopzettingsplicht voorkomt verdere blootstelling. De beperking van personen aan boord verkleint bovendien de potentiële blootgestelde groep, al is dit effect naar alle waarschijnlijkheid zeer beperkt omdat de groep die nu uitgesloten wordt zich normaliter toch al niet aan boord zal bevinden. Deze maatregelen voorkomen niet dat gas vrijkomt, maar kunnen wel de blootstellingsduur, het aantal blootgestelden en de kans op escalatie verminderen.

[22] In het geval van agribulk is dit in het algmeen aan te bevelen, omdat sommige agribulkladingen in afgesloten ruimten zuurstof aan de omgevingslucht kunnen onttrekken.

De afname van het aantal incidenten is afhankelijk van maatregelen in de voorketen. Correcte documentatie, verwijdering van restanten en een betrouwbare vrijgavemeting kunnen voorkomen dat een risicovolle lading vertrekt. De gezamenlijke werking is echter alleen volledig wanneer duidelijk is dat de lading eerder is gegast, de gebruikte methode bekend is en een representatieve meting mogelijk is. Een vrijgavemeting blijft een momentopname en kan latere activering niet uitsluiten.

Ten slotte is het belangrijk op te merken dat de registratie van incidenten in de eerste jaren van implementatie kan toenemen, zonder dat de feitelijke veiligheid verslechtert. Door verplichte metingen, continue detectie en expliciete meldcriteria worden situaties zichtbaar die nu mogelijk onopgemerkt blijven. Voor de evaluatie moet daarom onderscheid worden gemaakt tussen het aantal gemelde overschrijdingen, het aantal daadwerkelijke blootstellingen en het aantal incidenten met gezondheidsschade. Een aanvankelijke stijging van meldingen kan juist wijzen op betere detectie en transparantie.

5.1.3 Zijn er mogelijkheden om de veiligheid verder te vergroten door het pakket te optimaliseren?

Om het voorgestelde maatregelenpakket goed te laten werken, zou de belangrijkste optimalisatie moeten zijn om het kennisgat rond ladingen met een onbekende of onvolledige fumigatiegeschiedenis te sluiten. Daarmee moet worden voorkomen dat juist de minst transparante ladingen buiten het veiligheidsregime vallen. Voor samengestelde partijen is daarnaast een systematiek nodig waarmee bronpartijen en bijbehorende fumigatie-informatie zo lang mogelijk traceerbaar blijven.

Een tweede optimalisatie is een verdere specificatie van het meetprotocol. Dit moet in ieder geval vastleggen waar, wanneer en hoe lang wordt gemeten, hoeveel meetpunten nodig zijn, welke omgevingscondities worden geregistreerd, welke apparatuur is toegestaan, en welke kwalificaties de uitvoerder nodig heeft. Zonder zulke voorschriften bestaat het risico op verschillende meetpraktijken, waardoor identieke ladingen verschillend worden beoordeeld. Zo ontstaat het risico dat meetgegevens een minder objectieve status krijgen en een mate van willekeur (of opportunisme) in de meting en in de interpretatie mogelijk is. Idealiter worden deze voorschriften tussen verschillende landen gelijkgetrokken zodat een uniform regelpakket wordt gewaarborgd.

De normen voor de detectiemeter vragen ten slotte om een kritische evaluatie. De lage alarmgrens kan alleen als effectief vangnet functioneren wanneer de gebruikte apparatuur bij temperatuurwisselingen, vocht, stoom en interfererende stoffen voldoende selectief en stabiel is. Een systeem dat veel valse positieven produceert, kan alarmmoeheid en uitschakeling van apparatuur veroorzaken en daarmee de veiligheid ondermijnen.
Op zijn minst zou moeten worden voorgeschreven hoe moet worden gehandeld bij de verdenking van een vals alarm.

5.2 Doelmatigheid

Het beoordelen van de doelmatigheid is ingewikkeld, omdat het moeilijk is een waarde toe te kennen aan het voorkomen van zwaargewonden of doden, temeer omdat zowel het risico op incidenten als de gevolgen daarvan lastig in te schatten zijn. Daarom leggen we de focus op de kosten en wie deze kosten moeten dragen. Hiervoor hanteren we de volgende hulpvragen:

- Treden er (onvoorziene) neveneffecten op?
- Hoe hoog zijn de kosten en welke partijen dragen deze kosten?
- Zijn er mogelijkheden om de kosten te reduceren of anders te verdelen?

5.2.1 Treden er (onvoorziene) neveneffecten op?

Het pakket kan verschillende neveneffecten veroorzaken. Een eerste effect is dat meer overschrijdingen en incidenten worden geregistreerd doordat vaker wordt gemeten en alarmen verplicht worden opgevolgd. Dit kan in eerste instantie worden geïnterpreteerd als een verslechtering, terwijl het ook het gevolg kan zijn van betere detectie. Voor beleidsevaluatie en communicatie is daarom een onderscheid nodig tussen toegenomen waarneming en toegenomen blootstelling.

Een tweede neveneffect is de verstoring van de logistieke operatie. Vrijgavemetingen na belading kunnen wachttijden veroorzaken, vooral wanneer één grote partij over meerdere binnenvaartschepen wordt verdeeld of wanneer meetdeskundigen niet direct beschikbaar zijn. Een melding van de detectiemeter tijdens de reis leidt tot stillegging, omvaren naar een aangewezen ligplaats en aanvullende specialistische inzet. Deze situatie kan bovendien lang duren, wanneer het handelingsperspectief vanuit de overheden en inspectiediensten niet duidelijk zijn of niet met elkaar in lijn liggen. Deze effecten kunnen doorwerken in liggeld, contractuele planning, terminalcapaciteit en leveringszekerheid.

Ten derde bestaat het risico dat detectiemeters mogelijke valse positieven geven, waarvan (binnen de voorgestelde regelgeving) niet eenduidig kan worden vastgesteld of sprake is van daadwerkelijk gevaar. Wanneer dit ertoe leidt dat schippers hun detectiemeters negeren of niet gebruiken, ontstaat een onbedoeld tegengesteld veiligheidseffect, temeer door de voorgenoemde lasten op de bedrijfsvoering bij een melding van te hoge fosfinewaarden.

Verder kunnen verschillende partijen in de keten een prikkel ervaren om te verklaren dat een lading niet eerder is gegast, ook wanneer daarin sporen van fosfine aanwezig zijn. Wanneer de maatregelen uitsluitend van toepassing zijn op ladingen waarvan bekend is of wordt aangegeven dat deze eerder is gegast, kan een dergelijke verklaring ertoe leiden dat geen aanvullende veiligheidsmaatregelen hoeven te worden genomen. Ook kan hierdoor worden voorkomen dat het transport bij een overschrijding wordt stilgelegd of dat een uitgebreide incidentafhandeling wordt gestart.

De maatregelen zouden daarom beter kunnen aansluiten bij situaties waarin fosfine wordt gemeten of redelijkerwijs kan worden vermoed, ongeacht of vooraf is verklaard dat de lading eerder is gegast.

De regelgeving en verschillen in de opvolging ervan geven ook risico's op verschuivingen in de markt. Over het algemeen zijn de maatregelen kostenverhogend zoals we bespreken in Paragraaf 5.2.2. Eenzelfde maatregelenpakket geldt niet voor wegtransport en spoorvervoer. Hierdoor kunnen er relatieve kostenvoordelen optreden voor deze modaliteiten. Ook kunnen er kostenvoordelen optreden voor landen of partijen die de regels minder strak naleven. Verschillende interviewkandidaten hebben aangegeven dat marges voor de handel en transport van agribulk laag zijn. Kleine verschuiven in de kosten kunnen daardoor snel tot verschuivingen leiden. We hebben in deze studie dit potentiële effect niet kunnen kwantificeren.

5.2.2 Hoe hoog zijn de kosten en welke partijen dragen deze kosten?

We onderscheiden twee typen kosten: de kosten van 'reguliere' bedrijfsvoering, waarin geen incidenten voorkomen, en de kosten van incidenten. We hebben niet geanalyseerd in welke mate deze kosten draagbaar zijn voor de verschillende partijen.

In de reguliere bedrijfsvoering krijgen de afzender en de beladende partij vooral te maken met kosten voor informatieverzameling, documentatie, het opsporen en laten verwijderen van fumigatierestanten, de vrijgavemeting en eventuele vertraging vóór vertrek. De vervoerder draagt kosten voor de aanschaf, het onderhoud en de periodieke kalibratie van detectieapparatuur, voor instructie van de bemanning en voor handelingen tijdens alarmen of incidenten. Een fosfinedetector kost ongeveer € 1.000 per stuk, naast terugkerende kalibratiekosten. De uiteindelijke kosten zijn afhankelijk van aantal personen aan boord[23], aangezien in elke ruimte waar iemand aanwezig is ook een detectiemeter aanwezig moet zijn. Momenteel zijn er, zoals beschreven in Bijlage B, meer dan 1.300 individuele schepen die agribulk vervoeren in Nederland. Zeker voor schepen die incidenteel gegaste bulk vervoeren kunnen deze kosten significant zijn, en het is mogelijk dat sommige scheepseigenaren ervoor kiezen niet langer agribulk te vervoeren.

Bij een incident komen de grootste kosten voort uit het verplichte stilliggen en eventuele verplaatsing naar een geschikte ligplaats. Vervoerders worden wel gecompenseerd voor de tijd dat zij stilliggen, maar die vergoeding weegt over het algemeen niet op tegen de kosten door met name gemiste inkomsten.

[23] Afhankelijk van het schip zijn er tussen twee en vier bemanningsleden aan boord. Daarnaast kunnen er meerdere gezinsleden aan boord zijn.

De taakverdeling in het pakket ondersteunt het subdoel om de verantwoordelijkheid niet uitsluitend bij de schipper te leggen. Een belangrijk deel van de directe nalevingskosten, zoals kosten voor metingen, documentatie, verwijdering en vrijgave, komt bij laders en terminals te liggen. De maatregelen voor de vervoerder gaan vooral over mitigatie van het restrisico tijdens de reis. De economische lasten volgen deze juridische verdeling echter niet automatisch. Vertraging, geweigerde lading of langdurige stillegging kan in de praktijk vooral bij de vervoerder en terminals terechtkomen, ook wanneer de oorzaak eerder in de keten ligt. Het is onzeker in hoeverre deze partijen deze kosten contractueel of via tarieven kunnen doorberekenen aan de ladingeigenaren. Het pakket bereikt het proportionaliteitsdoel daarom slechts gedeeltelijk.

De lasten kunnen bovendien ongelijk uitpakken binnen de verzamelingen aan marktpartijen. Grote laadlocaties en regelmatige vervoerders kunnen vaste kosten over veel reizen spreiden en eigen procedures of apparatuur organiseren. Incidentele vervoerders en kleinere locaties hebben die schaalvoordelen niet. Wanneer wachttijd en uitrustingskosten niet contractueel kunnen worden doorberekend, kan het pakket de marktpositie van kleinere partijen relatief zwaarder belasten.

5.2.3 Zijn er mogelijkheden om de kosten te reduceren of anders te verdelen?

In de voorgaande paragraaf hebben we vastgesteld dat de economische lasten niet automatisch de taakverdeling van de maatregelen volgen. Dit komt grotendeels omdat er geen duidelijke regelgeving is over contractuele vergoeding, aansprakelijkheid en verhaal van incidentkosten. In het bijzonder zijn voor wachttijd en stillegging transparante compensatieregels nodig, zodat terminals en vervoerders niet automatisch het financiële restrisico draagt van fouten in de voorketen.

Daarnaast kan mogelijk een kostenreductie behaald worden door de eerder besproken dubbele vrijgavemetingen in zeehavens te voorkomen. Hiervoor zou moeten worden vastgelegd hoe de meetpraktijk in de zeehavens aansluit op de vrijgavemetingen van de binnenvaart, en onder welke voorwaarden (zoals een tijdslimiet) deze geldig blijven en compatibel met elkaar zijn. Dit kan in werkelijkheid lastig zijn, omdat de zeehavens een protocol volgen dat niet in de wet is vastgelegd, maar door de havens zelf is opgesteld. Aansluiting van de metingen in zeehavens in de huidige vorm op de voorgestelde regelgeving kan daarom juridisch lastig zijn. Bovendien is het ADN geldig in meerdere Europese landen, waardoor ook rekening zou moeten worden gehouden met zeehavens waarin een ander of überhaupt geen meetprotocol gevolgd wordt. Daartegenover staat dat het meetprotocol binnen het ADN nog niet is uitgewerkt waardoor er nog ruimte bestaat om een vrijgavemeting overbodig te verklaren als de lading door gassingsleider veilig is bevonden.

De kosten van de detectiemeters kunnen voor incidentele vervoerders lager zijn wanneer gebruik wordt gemaakt van huursystemen. Ook gezien de verplichte controle van de detectiemeters kunnen zulke huursystemen gebruikt worden om stilstand te beperken. Desalniettemin lijkt hiervoor een marktoplossing effectiever dan een aanpassing in de voorgestelde regelgeving. Stimulatie van dergelijke marktoplossingen zou wel onderdeel kunnen zijn van begeleidend beleid.

5.3 Uitvoerbaarheid

Tenslotte besteden we aandacht aan de uitvoerbaarheid, met name aan de implementatie van de maatregelen; er ligt immers al een definitief pakket en verschillende stappen zijn al gezet. Daarbij richten we ons op de volgende hulpvragen:

- Is het maatregelenpakket praktisch uitvoerbaar?
- Kunnen toezichthouders effectief controleren of de regels worden nageleefd?

5.3.1 Is het maatregelenpakket praktisch uitvoerbaar?

Alle voorgestelde maatregelen zijn in principe uitvoerbaar, mits er meer duidelijkheid komt over de verantwoordelijke partijen in concrete situaties. Daarbij is niet beoordeeld of de bijbehorende kosten voor alle betrokken partijen financieel draagbaar zijn. Daardoor kan niet worden uitgesloten dat de invoering voor bepaalde partijen tot financiële knelpunten leidt.

Er zijn enkele onderdelen, waar wij in de praktijk gevallen van zien, dat het lastig uit te voeren is:

- **Vaststellen of een lading eerder is gegast:** Het maatregelenpakket treedt pas volledig in werking als een lading als *previously fumigated* wordt aangemerkt. Bij ontbrekende buitenlandse documentatie, gemengde partijen of tijdelijke opslag is dit soms niet betrouwbaar vast te stellen. Ook is niet altijd duidelijk welke partij de fumigatiestatus moet verklaren in de voorketen.
- **Verwijderen van fumigatierestanten:** Sleeves en sachets zijn over het algemeen terug te vinden, maar losse fosfinetabletten zijn klein en kunnen diep of verspreid in de lading zitten. Het opsporen, veilig verwijderen, tijdelijk opslaan en afvoeren vereist gespecialiseerde kennis en kan bij grote partijen praktisch nauwelijks volledig worden uitgevoerd.
- **Valse meldingen detectieapparatuur:** Zoals eerder besproken kunnen de detectieapparatuur in combinatie met de gehanteerde limietwaarden tot veel valse meldingen leiden. Dit kan ervoor zorgen dat dit onderdeel van het maatregelen-pakket lastig uit te voeren zijn.

De volgende onderdelen verdienen verdere toelichting voor een goede uitvoering in de praktijk:

- **Juridische verantwoordelijkheid:** Bij transport moet duidelijk zijn wie juridisch als afzender, vuller, vervoerder en losser geldt. Zonder die duidelijkheid kunnen verantwoordelijkheden tussen partijen blijven liggen en kan een lading niet consequent door de keten worden gevolgd. De juridische verantwoordelijkheden zijn met name nog troebel voor samengestelde ladingsstromen waarin veel tussenhandelaren actief zijn.
- **Voorwaarden vrijgavemeting:** De voorwaarden van de vrijgavemeting moeten verder verduidelijkt worden. Zo moet er duidelijk worden welke meetmethoden mogelijk zijn, welke apparatuur daarvoor geschikt is en aan welke kwalificaties het personeel moet voldoen. Als dat niet het geval is zal uitvoering uiteen gaan lopen, en ook de naleving van de regels zullen lastig worden.
- **Interpretatie van de detectorverplichting:** De tekst kan worden gelezen als een verplichting tot een vaste meter in iedere ruimte, maar ook als een verplichting om een draagbare meter mee te nemen naar de ruimte waar iemand aanwezig is.

Het maatregelenpakket wordt op korte termijn ingevoerd. We verwachten dat dit op korte termijn tot tekorten kan leiden:

- Er moet **voldoende gekwalificeerde meetcapaciteit** beschikbaar zijn op zeehavens, binnenlandse laadlocaties en relevante buitenlandse locaties. Zonder deze capaciteit kan een formeel uitvoerbare verplichting in de praktijk een structurele bottleneck worden.
- De vraag naar **meetapparatuur en detectoren** zal stijgen. Het kan op korte termijn tot tekorten leiden in het aanbod van apparatuur. Momenteel zijn er alleen in Nederland al meer dan 1.000 schepen die agribulk vervoeren. Als deze schepen voor elke ruimte en/of bemanningsleden een detector nodig hebben dan zullen alleen in Nederland al enkele duizenden apparaten nodig zijn. Ook kunnen doorlooptijden voor het onderhoud van de apparatuur op de korte termijn toenemen.

Ten slotte, is er bij incidenten vaak nog maatwerk nodig om tot een oplossing te komen. Zo kan vooraf bepaald worden wat er gebeurt wanneer geen ligplaats beschikbaar is of wanneer een schip niet op een locatie kan blijven. De wetstekst alleen voorkomt anders niet dat het schip in een praktisch en juridisch niemandsland terecht kan komen.
Dit vereist een proactieve en gecoördineerde aanpak van de betrokken partijen, waarbij in de praktijk moet blijken of verantwoordelijkheden, bevoegdheden en handelingsmogelijkheden voldoende zijn geborgd.

De voorgestelde regelgeving is op hoofdlijnen uitvoerbaar, maar vereist op sommige punten nadere specificaties over verantwoordelijkheid en handelingsperspectieven.

5.3.2 Kunnen toezichthouders effectief controleren of de regels worden nageleefd?

De controleerbaarheid verschilt sterk per maatregel. De aanwezigheid van de voorgeschreven documenten en detectieapparatuur is relatief eenvoudig vast te stellen. Ook kan worden gecontroleerd of een meetwaarde, meetmethode, kalibratiestatus en incidentrapportage zijn vastgelegd. Deze controles tonen echter vooral procedurele naleving aan. Zij bewijzen niet zonder meer dat de documentatie de volledige fumigatiegeschiedenis van de lading dekt, dat alle terugvindbare restanten daadwerkelijk zijn verwijderd, dat de meting representatief is uitgevoerd of de detector tijdens de gehele reis correct is gebruikt.

De handhaafbaarheid staat of valt met duidelijke normen. Begrippen als ‘alle terugvindbare restanten’, ‘redelijk vermoeden’ en ‘geschikte ligplaats’ moeten voldoende concreet worden uitgewerkt om toetsbaar te zijn en om overtredingen vast te stellen.

De documentatieplicht van zowel metingen als incidentmeldingen maken het voor inspectiediensten wel mogelijk om locaties, routes, ladingtypen of handelspatronen met een verhoogd risico te selecteren. Dit helpt niet alleen om risico’s te mitigeren, maar zo kunnen inspectiediensten ook op gerichte wijze fysieke controles uitvoeren, zoals het steekproefsgewijs herhalen van metingen, apparatuur testen, ladingdossiers terugzoeken tot eerdere schakels en controleren of alarmen en incidenten correct zijn opgevolgd.

5.4 Samenvatting

In Tabel 4 zijn de voorgenoemde beoordelingen op doeltreffendheid, doelmatigheid en uitvoerbaarheid samengevat en toegedeeld naar het hoofddoel en de subdoelen van dit maatregelenpakket, zoals geformuleerd in Paragraaf 3.4.

Tabel 4 – Beoordeling van het maatregelenpakket op het hoofddoel en de twee subdoelen

Onderwerp	**Hoofddoel: Veiligheid aan boord**	**Subdoel 1: Proportionele verdeling van kosten en inspanningen**	**Subdoel 2: Betere documentatie en traceerbaarheid**
Doeltreffendheid	Het pakket kan incidenten voorkomen door restantenverwijdering, documentatie en vrijgavemetingen. Detectiemeters en de meld- en stopzettingsplicht beperken vooral de ernst van incidenten. Ongedocumenteerde en gemengde ladingen blijven een belangrijke blinde vlek.	De verantwoordelijkheden worden over de keten verdeeld, maar kosten van vertraging en stillegging kunnen in de praktijk alsnog relatief zwaar bij de vervoerder terechtkomen. Het doel wordt daarom slechts gedeeltelijk bereikt.	Documentatie, meetregistraties en incidentmeldingen vergroten de transparantie. De werking blijft beperkt wanneer informatie al eerder in de keten verloren is gegaan of bronladingen zijn gemengd.

Onderwerp	Hoofddoel: Veiligheid aan boord	Subdoel 1: Proportionele verdeling van kosten en inspanningen	Subdoel 2: Betere documentatie en traceerbaarheid
Doelmatigheid	Het pakket kan naar verwachting veiligheidswinst opleveren, maar op basis van dit onderzoek kan geen integraal oordeel worden gegeven over de verhouding tussen kosten en baten. Omdat de totale kosten en baten niet integraal zijn gekwantificeerd, kan hierover geen definitief oordeel worden gegeven.	De regelgeving verdeelt de verantwoordelijkheden over actoren, maar de economische lasten volgen die verdeling niet automatisch. Duidelijke afspraken over compensatie, aansprakelijkheid en verhaal van incidentkosten zijn nodig.	De administratieve kosten zijn relatief beperkt ten opzichte van de mogelijke baten voor veiligheids- en toezicht. Uniforme eisen en het voorkomen van onnodige dubbele metingen kunnen de doelmatigheid verder vergroten.
Uitvoerbaarheid	Het pakket is in beginsel uitvoerbaar, mits voldoende meetcapaciteit, betrouwbare apparatuur, uniforme meetprotocollen en duidelijke incidentprocedures beschikbaar zijn.	De taakverdeling is praktisch uitvoerbaar en verdeelt inspanningen, maar waarborgt nog geen proportionele kostenverdeling. Zonder afspraken over vergoeding en verhaal kunnen kosten van vertraging en incidenten alsnog oneven-redig bij de vervoerder terechtkomen.	Documenten, meetwaarden en incidentrapportages zijn relatief eenvoudig te controleren. Moeilijker is vast te stellen of de informatie volledig is, de gehele fumigatiegeschiedenis dekt en tot de bron kan worden herleid.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

De afgelopen jaren hebben zich in de binnenvaart meerdere incidenten voorgedaan waarbij fosfine vrijkwam uit eerder gegaste ladingen en opvarenden werden blootgesteld. Om deze incidenten te voorkomen en de effecten te mitigeren, is binnen het ADN een nieuw maatregelenpakket ontwikkeld voor het vervoer van eerder gegaste bulkladingen. We hebben de verwachte effecten van dit pakket op de veiligheid, bedrijfsvoering, kosten en uitvoerbaarheid geëvalueerd. Hieruit kwamen de volgende conclusies:

Het voorgestelde maatregelenpakket vormt een samenhangend, en in beginsel passend, stelsel voor het beheersen van fosfinerisico's tijdens het vervoer over de binnenwateren. De combinatie van documentatie, verwijdering van terugvindbare fumigatierestanten, een vrijgavemeting, detectieapparatuur en een meld- en stopzettingsplicht richt zich zowel op het voorkomen van incidenten als op het beperken van de gevolgen wanneer tijdens de reis alsnog fosfine vrijkomt. Het pakket kan daarmee de veiligheid in de binnenvaart verbeteren, maar biedt geen volledige oplossing voor de fosfineproblematiek.

De belangrijkste beperking is dat het pakket voornamelijk aangrijpt bij het vervoer over de binnenwateren, terwijl de oorzaken van incidenten vaak eerder in de internationale vervoersketen of bij andere vervoerswijzen liggen. Fosfine wordt doorgaans toegepast tijdens opslag of vervoer per zeeschip, trein of vrachtwagen. Incidenten in de binnenvaart ontstaan vervolgens doordat fumigatierestanten voor de overslag niet volledig zijn verwijderd. Daarnaast gaat informatie verloren over de fumigatiehistorie tijdens opslag, handel en overslag. Juist deze informatie is essentieel, omdat de meeste verplichtingen alleen gelden wanneer een lading als eerder gegast is aangemerkt. Bij samengestelde partijen, buitenlandse ladingen of partijen die na opslag of vrijgave niet langer als gegast worden geregistreerd, kan de fumigatiehistorie echter onvolledig of onbekend zijn. Daardoor kan een lading buiten de documentatie-, verwijderings- en meetverplichtingen vallen, terwijl nog wel fosfinetabletten of andere fumigatierestanten aanwezig zijn.

Specifieke maatregelen voor de binnenvaart kunnen daarom niet met zekerheid voorkomen dat vergelijkbare incidenten blijven optreden. Wanneer de documentatie ten onrechte vermeldt dat een lading niet is gegast, of wanneer een fumigatie eerder in de keten helemaal niet is geregistreerd, worden verschillende onderdelen van het maatregelenpakket niet geactiveerd. Ook een vrijgavemeting biedt geen volledige garantie, omdat deze een momentopname is en achtergebleven tabletten of gemiste sleeves later opnieuw fosfine kunnen produceren.

Het pakket functioneert daarmee vooral als een aanvullende veiligheidsbarrière en slechts gedeeltelijk als bronaanpak. Een structurele vermindering van de risico's vraagt idealiter om maatregelen bij de toepassing van fumigatiemiddelen, het verwijderen van restanten en de vrijgave van ladingen. Een belangrijk deel van deze activiteiten vindt echter eerder in de internationale vervoersketen plaats, soms buiten Europa. Nederlandse en ADN-autoriteiten hebben daar slechts beperkte directe invloed en handhavingsmogelijkheden. Het is daarom niet realistisch om de beheersing van het risico uitsluitend op een bronaanpak te baseren. Naast internationale inzet op betere fumigatiepraktijken zijn ook maatregelen nodig op die plaatsen in de keten waar daadwerkelijk eisen kunnen worden gesteld en gehandhaafd. De voorgestelde ADN-maatregelen vormen daarbij een aanvullend vangnet voor risico's die eerder in de keten niet zijn weggenomen.

De maatregelen brengen bovendien kosten en operationele lasten met zich mee. Metingen, detectoren, kalibraties, documentatie en wachttijden zijn noodzakelijk vanuit veiligheidsperspectief, maar maken het vervoer niet productiever. De lasten kunnen relatief zwaar terechtkomen bij binnenvaartvervoerders, terminals en kleinere laadlocaties, terwijl de oorzaak van het risico bij een andere partij of in een ander land kan liggen. De juridische verantwoordelijkheidsverdeling leidt daardoor niet automatisch tot een evenredige verdeling van de economische lasten.

Het pakket is in beginsel uitvoerbaar, maar nog niet op alle onderdelen voldoende uitgewerkt. Voor een consistente uitvoering zijn uniforme meetprotocollen, voldoende meetcapaciteit, betrouwbare detectieapparatuur, een heldere verdeling van verantwoordelijkheden en concrete incidentprocedures nodig. Ook moet duidelijker worden vastgelegd welke autoriteiten bevoegd zijn en welke partijen metingen mogen uitvoeren en ladingen mogen vrijgeven. Zonder deze uitwerking bestaat het risico op verschillen tussen landen, onnodige stilleggingen, dubbele metingen en situaties waarin een schip niet kan blijven liggen, niet verder mag varen en niet op een andere locatie wordt toegelaten.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van de voorgenoemde conclusies zijn verschillende aanbevelingen geformuleerd om de werking en uitvoerbaarheid van het maatregelenpakket te versterken. Deze richten zich zowel op de nadere uitwerking van de ADN-bepalingen als op verbeteringen eerder in de vervoersketen. Daarbij ligt de nadruk op uniforme uitvoering, duidelijke verantwoordelijkheden en het beperken van resterende veiligheidsrisico's.

1. **Versterk de voorketen.**
   Zet primair in op betere naleving van bestaande voorschriften voor fumigatie, verwijdering van restanten, vrijgave en informatieoverdracht. De meeste incidenten ontstaan door tekortkomingen voordat de lading op een binnenvaartschip terechtkomt.
2. **Werk uniforme meet- en uitvoeringsprotocollen uit.**
   Leg, bij voorkeur internationaal, vast wie mag meten, met welke apparatuur, op welke plaatsen en volgens welke meetduur. Deze aanbeveling is relevant voor het ADN maar ook voor ADR, RID en het meetprotocol voor zeehavens. Verschillen in meetprotocollen en grenswaarden tussen landen en modaliteiten resulteren in problemen voor de binnenvaart. Verduidelijk daarnaast de verantwoordelijkheden van afzender, vuller, vervoerder en losser en voorkom waar mogelijk dubbele metingen met bestaande metingen in de zeehavens.
3. **Verbeter documentatie en traceerbaarheid.**
   Zorg dat informatie over het gebruikte fumigatiemiddel, de toepassingsmethode, verwijderde restanten en uitgevoerde metingen gedurende de gehele vervoersketen bij de lading blijft. Voor ladingen met een onbekende of onvolledige fumigatiehistorie zou een voorzorgbenadering kunnen gelden.
4. **Toets detectieapparatuur.**
   Onderzoek eerst of detectoren bij de voorgeschreven grenswaarden betrouwbaar functioneren onder praktijkomstandigheden. Voor het gebruik van deze apparatuur is een goede instructie van het gebruik van de detectieapparatuur noodzakelijk.
5. **Meer ondersteuning bij incidenten.**
   Stel daarnaast vooraf vast welke autoriteit handelt, welke ligplaatsen beschikbaar zijn en welke procedure geldt bij een overschrijding. De schipper beschikt doorgaans niet over de benodigde specialistische kennis, maar ondervindt wel de grootste operationele en financiële gevolgen. Daarom is actieve ondersteuning en coördinatie door de bevoegde autoriteiten wenselijk, zodat bij incidenten tijdig de juiste partijen worden ingeschakeld.

6. **Maak de incidentafhandeling proportioneel aan het gemeten risico.**
   Werk een protocol uit waarin bij beperkte overschrijdingen eerst een verificatie-meting en, waar veilig mogelijk, gecontroleerde ventilatie op de bestaande locatie plaatsvinden. Door verschillen in meetprotocollen en voorschriften in andere landen kunnen er beperkte overschrijdingen van grenswaarden optreden in Nederland. Veel ontvangende locaties beschikken nu niet over de benodigde vergunningen of voorzieningen, waardoor een lading moet worden geweigerd of verder vervoerd. Het terug- of doorsturen van lading brengt ook aanvullende veiligheidsrisico's met zich mee.
7. **Overweeg een risicogestuurde aanpak voor ladingen buiten de betrouwbare informatieketen.**
   Omdat niet voor alle internationale ladingstromen kan worden gegarandeerd dat de fumigatiehistorie volledig is en de toepassing en vrijgave volgens vergelijkbare standaarden hebben plaatsgevonden, kan een aanvullende meetplicht worden overwogen voor ladingen met een verhoogde onzekerheid. Daarbij kunnen objectieve risicofactoren worden gebruikt, zoals ontbrekende fumigatie-informatie, eerdere incidenten in een keten, samenvoeging van verschillende partijen, ladingtype en herkomst- of vervoersroute.

Overkoepelend verdient het de voorkeur om risico's zo vroeg mogelijk in de vervoersketen aan te pakken. De mogelijkheden voor een daadwerkelijke bronaanpak zijn echter beperkt wanneer fumigatie plaatsvindt buiten de directe invloedssfeer van Nederlandse of ADN-autoriteiten. Daarom blijven maatregelen binnen de eigen invloedssfeer noodzakelijk.
De binnenvaartmaatregelen vormen daarbij een aanvullend vangnet voor risico's, fouten en onzekerheden die eerder in de keten niet zijn weggenomen

Literatuur

Arbo-Binnenvaart. (2012). *Arbocatalogus binnenvaart 2012*.

Arbocatalogus Graan. (n.d.). Arbeidsrisico gegaste ladingen. In: Arbocatalogus Graan.

CCR. (2025). *Jaarrapport over de europese binnenvaart: Editie 2025*.

Ctgb. (2023). Ctgb past gebruiksvoorschrift fosfiden aan. In: Ctgb.

Ctgb. (lopend). *Databank toelatingen*.

ECE. (2026a). *Correspondence group on fumigated cargo — report on a face-to-face meeting in september 2025*

ECE. (2026b). *Proposed amendments to the regulations annexed to adn for entry into force on 1 january 2027*.

EU. (2009). *Consolidated text: Regulation (ec) no 1107/2009 of the european parliament and of the council of 21 october 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing council directives 79/117/eec and 91/414/eec*. EU. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=celex:32009R1107

EU. (2012). *Regulation (eu) no 528/2012 of the european parliament and of the council of 22 may 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products text with eea relevance*. EU. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2012/528/oj

ICHCA International. (2025). *Paper ccc 11/5/6 'fumigation-related casualties'*.

ILT. (n.d.). *Incidenten met gegaste ladingen in de binnenvaart*. ILT. https://www.ilent.nl/onderwerpen/gevaarlijke-stoffen/gevaarlijke-stoffen-binnenvaart/incidenten-gegaste-ladingen-binnenvaart

IMO. (2025). *Recommendations on the safe use of pesticides in ships. Applicable to the fumigation of cargo holds*.

IVR. (2024). *Cargo fumigation by phosphine gas*. IVR. https://www.ivr-eu.com/wp-content/uploads/2024/07/IVR-Technical-Leaflet-Cargo-Fumigation-By-Phosphine-Gas.pdf

Niet, W.d. (2023, 31 juli 2023). Binnenvaart pakt hoofdrol bij graanexport oekraïne. *Schuttevaer*. https://www.schuttevaer.nl/nieuws/actueel/2023/07/31/binnenvaart-pakt-hoofdrol-bij-graanexport-oekraine/

NOS. (2019, 7-12-2019). *Schippersechtpaar op intensive care door giftig gas in lading*. NOS. https://nos.nl/artikel/2313633-schippersechtpaar-op-intensive-care-door-giftig-gas-in-lading

NOS. (2021a, 30-7-2021). *Giftige lading op drie binnenvaartschepen in utrecht, veghel en zwolle*. NOS. https://nos.nl/artikel/2391657-giftige-lading-op-drie-binnenvaartschepen-in-utrecht-veghel-en-zwolle

NOS. (2021b, 10-8-2021). *Weer geen oplossing voor binnenvaartschepen met giftige lading: 'Nul resultaat en onrust'*. NOS. https://nos.nl/artikel/2393426-weer-geen-oplossing-voor-binnenvaartschepen-met-giftiae-lading-nul-resultaat-en-onrust

Overheid. (2024). *Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0022530/2024-01-01

Overheid. (2025). *Regeling gewasbeschermingsmiddelen en biociden*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0022545/2025-07-01

Overheid. (2026a, 01-08-2026). *Arbeidsomstandighedenbesluit*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2026-08-01

Overheid. (2026b). *Arbeidsomstandighedenregeling*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587/2026-07-11

Overheid. (2026c, 01-07-2026). *Arbeidsomstandighedenwet*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0010346/2026-07-01
Overheid. (2026d). *Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden*. Overheid. https://wetten.overheid.nl/BWBR0021670/2026-01-01
Panteia, CE Delft, EICB, & TNO. (2023). *Zero emissie binnenvaart. Analyse vervoersketen binnenvaartsectoren*.
Port of Rotterdam. (2020). *Plan van aanpak voor zeeschepen waarvan de lading in het buitenland is ontsmet met fosfine*.
Port of Rotterdam. (n.d.). Agribulk. In: Port of Rotterdam.
RGB. (2025). *Regeling gewasbeschermingsmiddelen en biociden*.
Rijkswaterstaat. (lopend). *Ivs next weekmonitor goederenvervoer*. Rijkswaterstaat. https://www.rijkswaterstaat.nl/water/scheepvaart/scheepvaartverkeersbegeleiding/ivs-next
Schols, E., & Van Putten, E.P. (2007). *De verspreiding van gassingsmiddelen rond containers*.
UNECE. (2007). *Classification nst 2007*.
WUR, & CBS. (2026a). *De nederlandse agrarische sector in internationaal verband – editie 2026*.
WUR, & CBS. (2026b). *Staat van landbouw, visserij, voedsel en natuur 2025*.

A Maatregelenpakket ADN

Deze versie (CFC_26_01en, 20 februari 2026) is door het ministerie van IenW aan ons verstrekt. Voor zover kon worden nagegaan, is deze specifieke versie niet als afzonderlijk document openbaar gepubliceerd. De bepalingen zijn wel terug te vinden in de UNECE-documentatie voor ADN 2027. Omdat de verdere uitwerking en implementatie nog onderwerp van bespreking zijn, kunnen nog wijzigingen of nadere interpretaties optreden.

A.1 Tekst maatregelpakket 20 februari 2026

ADN Safety Committee (WP.15/AC.2)
CFC_26_01en

Correspondence Group on fumigated Cargo 20 February 2026

Provisions finally adopted by ADN Administration Committee for ADN 2027 (General transitional 1.6.1.1: 31 July 2027)

Chapter 2.2

2.2.9.1.14	At the end of the list, replace the dot at the end of the last entry by a semicolon and insert the following line before the NOTE:
"–	Identification No. 9007, BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED."
2.2.9.2	Under "Substances and articles not accepted for carriage", add the following indent:
"–	Bulk Cargo, previously fumigated, assigned to Identification No. 9007 which does not meet the conditions of special provision 804.".
2.2.9.3	In the "List of entries", in the branch for Classification Code M11, add the following indent: "9007 BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED".

Chapter 3.2, Table A

Add the following new entry:

(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
9007	BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED	9	M11			804		E0	B				0	

Chapter 3.3

3.3.1 Add a new special provision to read as follows:

"804 BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED, as defined here, is not subject to other provisions of ADN than the following. The carriage is forbidden if the below mentioned provisions are not met.

Bulk cargo, previously fumigated means a non-dangerous good cargo carried in bulk (such as grain, feed, oil seeds, wood) which prior to carriage on inland waterways was treated specifically by the application of fumigants* to control target insect pests in the product and its enclosure.

(a) Any in-transit fumigation on board vessels is prohibited.

(b) Documents associated with the carriage of bulk cargo, previously fumigated, shall include the following information: 'Transport in accordance with Special Provision 804 of ADN' and the following entries:

(i) Identification Number 9007;

(ii) Name and description 'BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED';

(iii) name and address of consignor;

(iv) place of loading and place of unloading;

(v) name and address of consignee.

This statement shall be drafted in an official language of the forwarding country and also, if the language is not English, French or German, in English, French or German, unless agreements, if any, concluded between the countries concerned in the transport operation provide otherwise.

(c) The consignor in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that all retrievable residues of fumigants, i.e. sleeves or sachets, if used, are removed from lots intended for loading into the vessel and disposed of properly. The information shall be kept on board in text form during the journey and during unloading.

(d) The filler in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that after filling BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED into the cargo holds of the vessel, the remaining concentration of the following toxic gases and vapours resulting from fumigants in the surrounding air shall be below the following values, as applicable:

Fumigant	Value
Phosphine	
cargo holds	0.1 ppm
every area where members of the crew or other persons on board are present	0.03 ppm
Sulfuryl fluoride	0.1 ppm
Methyl bromide*	0.25 ppm

* *Banned by European Union (EU) law for use in those Contracting Parties that are Members of the European Union.*

(e) The filler in accordance with 1.2.1 of ADN shall ensure that a clearance measurement has been performed after filling and that the above-mentioned thresholds are complied with. The information shall contain the measured value and the exact measurement method and be kept on board in text form during the journey and during unloading.

(f) In every area where members of the crew or other persons on board are present, a warning device appropriate for the previously used fumigant shall be used and shall sound an alarm at the latest at a value of 0.03 ppm for phosphine, 0.1 ppm for sulfuryl fluoride and 0.25 ppm for methyl bromide. Maintenance of the devices shall be in accordance with the instructions of the manufacturer.

(g) When during the journey there is a reasonable suspicion that the cargo still or again releases residual amounts of fumigant above a value mentioned under (d), the competent authority shall be notified without delay and the vessel shall be stopped at a suitable berthing area, assigned by the competent authority, until gas levels reach a safe level as per the table above.

(h) Only the following persons are authorized to be on board:

(i) members of the crew;

(ii) persons who, although not being members of the crew, normally live on board; and

(iii) persons who are on board for duty reasons."

(i) If an accident or incident takes place during filling, carriage or unloading of BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED on the territory of a Contracting Party, the filler, carrier or unloader, respectively, shall ascertain that a report in text form is made to the competent authority of the Contracting Party concerned at the latest one month after the occurrence.

An occurrence subject to report in accordance with 1.8.5.1 has occurred if fumigants in concentrations above the thresholds named in paragraphs (d) and (f) were measured, if personal injury occurred or if the authorities were involved.

The report shall be structured in conformity with the following model:

Model report on occurrences during the carriage of BULK CARGO, PREVIOUSLY FUMIGATED

1. Mode
Inland waterway: Official number of vessel/name of vessel (optional):
2. Specification of Bulk Cargo
Cargo: Origin: Date and place of loading: Amount: Mode of transshipment:
3. Date and location of occurrence
Year/Month/Day: Time: Location: (e.g. country, village, waterway, kilometre point)
4. Particular weather conditions
Weather (e.g. clear, rain, storm) Relative humidity: Temperature in °C:
5. Description of occurrence
Situation (e.g. during loading, vessel under way) Operation: (e.g. report by employees, activation of warning device, measured concentration of fumigant)

6. Consequences of occurrence
Corrective actions taken at loading facility/on board: Involvement of authorities: Personal injury in connection with the goods involved: Evacuation of persons: Closure of public traffic routes or transhipment facilities:

If necessary, the competent authority may request further relevant information.

The Contracting Party shall in turn, if necessary, make a report to the secretariat of the United Nations Economic Commission for Europe with a view to informing the other Contracting Parties."

Reminder: Definitions

Carrier means the enterprise which carries out the transport operation with or without a transport contract;

Consignor means the enterprise which consigns dangerous goods either on its own behalf or for a third party. If the transport operation is carried out under a contract for carriage, consignor means the consignor according to the contract for carriage. In the case of a tank vessel, when the cargo tanks are empty or have just been unloaded, the master is considered to be the consignor for the purpose of the transport document;

Competent authority means the authority or authorities or any other body or bodies designated as such in each State and in each specific case in accordance with domestic law;

Filler means any enterprise

(a) which fills dangerous goods into a tank (tank-vehicle, tank wagon, demountable tank, portable tank or tank-container) or into a battery-vehicle, battery-wagon or MEGC; or

(b) which fills dangerous goods into a cargo tank; or

(c) which fills dangerous goods into a vessel, a vehicle, a wagon, a large container or small container for carriage in bulk;

B Agribulk in de binnenvaart

In deze bijlage worden logistieke en economische eigenschappen van de graanmarkt verder gespecifieerd, met bijzondere nadruk op de rol die de binnenvaart in deze handelsketen speelt. Deze informatie is bedoeld om een beter algemeen beeld van de handelsketen te krijgen, en kan zo dienen als achtergrondinformatie voor de rest van het rapport. Het is onbekend in welke mate de lading gegast is geweest.

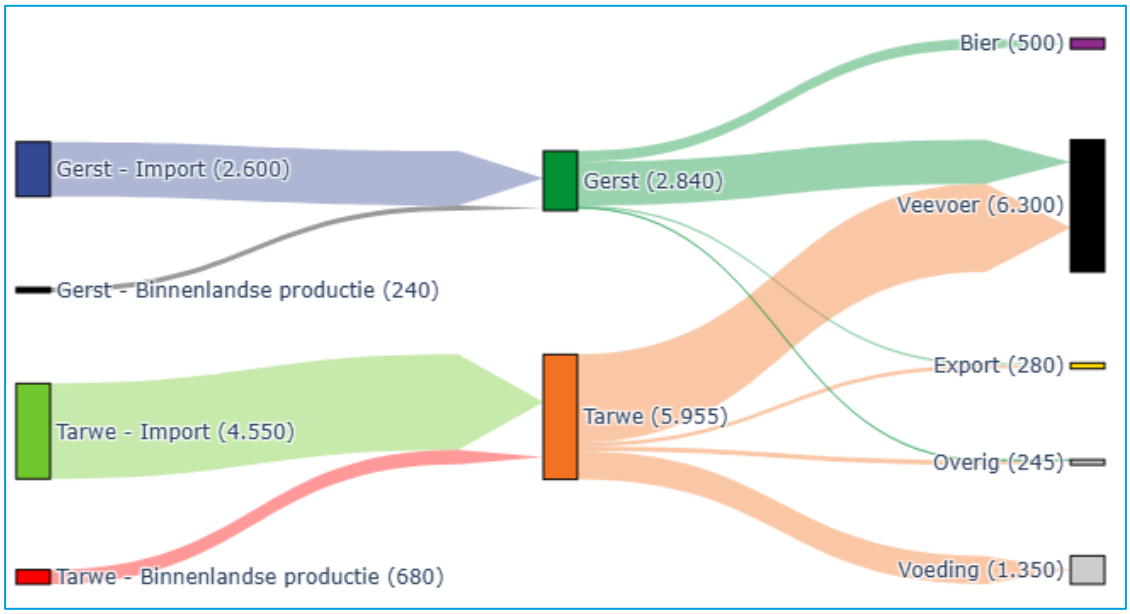
In 2025 werd er voor € 3,1 miljard aan granen geïmporteerd. Het graan dat, door de Nederlandse binnenvaart vervoerd wordt, komt grotendeels uit Duitsland en Frankrijk (WUR & CBS, 2026a). Sinds de Oekraïne-oorlog en de blokkade van de Zwarte Zee is veel graanvervoer van de Zwarte Zee-route (maritiem) naar de Donau-route (binnenvaart) verplaatst (Niet, 2023). Hoewel dat na 2023 weer is afgenomen, doordat het graanvervoer deels weer via Oekraïense zeehavens verloopt, is het vervoer via de binnenwateren nog steeds erg hoog (CCR, 2025).

In Figuur 3 zijn de vervoersstromen van graan en tarwe voor Nederland in 2024 weergegeven. Let op dat deze cijfers niet specifiek voor binnenvaart zijn, maar de totale vervoersprestatie. De binnenlandse graanproductie neemt zo'n één derde van het Nederlandse akkerbouw in beslag (WUR & CBS, 2026b). Deze hoeveelheid is echter beperkt ten opzichte van de totale verwerking: de import van gerst is ongeveer een Factor 10 groter dan de binnenlandse productie; voor tarwe is dit ongeveer een Factor 7.

In de ontvangers van granen zijn drie grote partijen te identificeren (WUR & CBS, 2026b):

1. Een groot deel van het tarwe- en gerstaanbod vindt zijn weg naar de veevoersindustrie en wordt onder andere verwerkt in mengvoeders.
2. In Rotterdam bevindt zich een vestiging van Dossche Mills, wat een van de grootste tarwemaalderijen in Europa is. Daarnaast kent Nederland nog twee middelgrote maalderijen en een aantal kleinere. De maalindustrie is in grote mate aangewezen op importtarwe uit Duitsland en Frankrijk.
3. Daarnaast gebruiken Nederlandse bierbrouwerijen veel gerst: Nederland importeerde in 2024 2,6 miljoen ton gerst en 240 duizend ton verwerkte gerst, grotendeels uit andere delen van Europa.

Figuur 3 – De gerst- en tarweketen voor Nederland in 2024 (alle waarden in kton)



Bron: Data uit WUR and CBS (2026b), bewerking CE Delft.

B.1 Ladingstypen

We hebben de data van het Informatie- en Volgsysteem voor de Scheepvaart (IVS Next) gebruikt om een beeld te krijgen van het binnenvaartvervoer van ladingen die mogelijk fosfine bevatten (Rijkswaterstaat, lopend). Hiervoor hebben we eerst de relevante ladingtypes geselecteerd aan de hand van de NST 2007-categorisering van de lading (UNECE, 2007). Deze categorieën zijn weergegeven in Tabel 5. Ook zijn hierin het aantal reizen en het aantal schepen in 2024.

De relevante NST-categorieën wat betreft de mogelijke aanwezigheid van fosfine zijn Categorieën 1 en 4. NST-categorie 1 omvat onder andere alle onbewerkte landbouwproducten. Bewerkte landbouwproducten, zoals meel, vallen onder NST-categorie 4. In de verdere subcategorisering van NST hebben de volgende vervoersstromen mogelijk fosfinegebruik:

- NST 1.1: Alle onbewerkte granen, bijvoorbeeld tarwe, gerst, rogge, haver en mais;
- NST 1.7 Allerlei typen zaden en specerijen (onbewerkt);
- NST 4.6: Graanproducten zoals meel, bloem, zetmelen en minimaal bewerkte rijst.

In de brondata worden de overkoepelende categorieën (bijvoorbeeld 1, 4) en de subcategorieën (bijvoorbeeld 1.1, 1.7) door elkaar gebruikt. Omdat reizen in de overkoepelende categorieën mogelijk wel bij de voorgenoemde subcategorieën horen, hebben we deze ook meegenomen in de analyse. Het is echter onduidelijk hoeveel van de reizen uit bijvoorbeeld Categorie 1 werkelijk bij 1.1 en 1.7 horen.

Zoals blijkt uit Tabel 5 is NST 1.1 de categorie met het grootst aantal reizen en actieve schepen. Dit is ook wat betreft mogelijk fosfinegebruik de belangrijkste categorie.
Een groot aantal schepen is actief in het vervoer van dit type lading: in 2024 waren dit 1.362 schepen. Bovendien laat het lage gemiddelde aantal reizen per jaar per schip zien dat veel schepen niet alleen in de graanmarkt actief zijn, maar ook andere (bulk-)goederen vervoeren.

Tabel 5 – Binnenvaartreizen in/naar/uit Nederland in 2024 met mogelijk fosfinegebruik

NST-categorie	NST-subcategorie	Aantal reizen per jaar	Aantal schepen actief	Gemiddeld aantal reizen per schip per jaar
1 - Producten van de landbouw, jacht en bosbouw; vis en andere visserijproducten	1. (Geen specificatie)	57	3	19
	1.1 Granen	7.859	1.362	6
	1.7 Andere stoffen van plantaardige oorsprong	2.803	739	4
4 - Voedings- en genotmiddelen	4. (Geen specificatie)	2.443	528	5
	4.6 Maalderijproducten, zetmeel en zetmeelproducten; bereide diervoeders	2.086	661	3
Totaal*		**15.248**	**1.746**	**9**

* Het totaal aantal schepen correspondeert niet met de som van bovenstaande delen, omdat schepen over het algemeen in meerdere NST-categorieën actief zijn.

B.2 Scheepstypen

We hebben op tevens basis van data van het IVS Next een beeld ontwikkeld van de veelgebruikte scheepstypes voor ladingen die mogelijk fosfine bevatten. Hiervoor is selectie van vervoersstromen gehanteerd die hiervoor zijn beschreven.

Uit Tabel 6 blijkt dat voor deze ladingen zowel de middelgrote binnenvaartschepen (M6-M8) als kleinere scheepstypen zoals de Kempenaar veel worden gebruikt voor deze typen lading. Koppelverbanden en duwbakken worden ook gebruikt, maar dit komt toch een stuk minder voor. Ook de grootste schepen (M10-M12) worden hiervoor nauwelijks gebruikt.

Tabel 6 – Gebruikte scheepstypen voor bulkladingen met mogelijk fosfinegebruik in 2024, gesorteerd naar het aantal schepen per type

RWS-klasse	CEMT-klasse	Scheepstype	Aantal schepen	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (gem. kton per schip)
M6	IVa	Rijn-Hernekanaalschip	329	2.872	236
M8	Va	Groot Rijnschip	323	2.130	228
M5	III	Verlengd Dortmund-Eemskanaalschip	245	2.262	194
M2	II	Kempenaar	142	2.118	134
M3	III	Hagenaar	108	1.393	125
M4	III	Dortmund-Eemskanaalschip	99	1.252	169
M7	IVa	Verl. Rijn-Hernekanaalschip	87	449	179
M9	Va	Verl. Groot Rijnschip	81	491	793
M1	I	Spits	78	327	4
C3l, C3b, C2b	Va	Koppelverband: M8/M9 en Europa II duwstel	63	266	1.202
BIIa-1, BIIL-1, BII-1	Va	Europa II duwstel	65	710	16
BII-2b, BII-2L	Va	2-baksduwstel	41	254	18
BI	IV	Europa I duwstel	18	377	82
BII-4	Va	4-baksduwstel	9	30	25
C1l, C2l, C1b	IVa	Koppelverband: M6/M7 en Europa I duwstel	20	47	733
M10, M11	VIa	-	10	88	326
B03, B04, B01	-	Overig duwstel	15	139	85
M0	0	Kleinere vaartuigen	5	27	2
M12	VIa	Rijnmax schip	4	10	7
BII-6l	VIc	6-baksduwstel	2	6	25

B.3 Vervoerstromen

In de data van IVS next zijn ook de herkomst en bestemming van de vervoersstromen opgenomen. Figuur 4 geeft dit geografisch weer. Hieruit blijkt dat een groot deel van de reizen tussen Nederland en Duitsland plaatsvinden, voornamelijk van/naar het Rijngebied en langs de Donau en het Mittellandkanaal in Midden-Duitsland. Daarnaast zijn er kleinere vervoersstromen met verschillende regio's in Frankrijk en enkele reizen vanuit Hongarije en Oostenrijk.

Figuur 4 – Geografische weergave van de vervoersstromen in 2024


Great Britain
Deutschland
Schweiz/
Polska
Česko
Slovensko
Magyarország
Österreich
Nederland
België
Luxembourg
France
Ireland
Danmark
Sverige
Norge
Suomi
Hamburg
Berlin
Leipzig
München
Praha
Wien
Bratislava
Budapest
Zürich
Paris
Rennes
Warszawa
Katowice
Ostrava
Brno
Frankfurt am Main
Stuttgart
Augsburg
Ingolstadt
Ulm
Salzburg
Maribor
Kassel
Dortmund
Köln
Hannover
Bremen
Rotterdam
Amsterdam
Antwerpen
Gent
Luxembourg
Lille
Reims
Le Havre
Rouen
Le Mans
Angers
Besançon
Basel
Karlsruhe
Freiburg im Breisgau
Mannheim
Nürnberg
Regensburg
Linz
Graz
Klagenfurt
Innsbruck
Bregenz
Milano
Torino
Genova
Verona
Venezia
Bologna
Firenze
Roma
Napoli
Bari
Palermo
Catania
Messina
Cagliari
Olbia
Ajaccio
Bastia
Corse
Sardegna
Sicilia
Calabria
Puglia
Campania
Abruzzo
Marche
Umbria
Lazio
Toscana
Emilia-Romagna
Veneto
Friuli-Venezia Giulia
Trentino-Alto Adige
Valle d'Aosta
Piemonte
Liguria
Lombardia
Basilicata
Molise
Sud Tirol
Tirol
Vorarlberg
Salzburg
Kärnten
Steiermark
Burgenland
Niederösterreich
Oberösterreich
Wien
Jihlava
Hradec Králové
Pardubice
Olomouc
Zlín
Ostrava
Karlovy Vary
Plzeň
Ústí nad Labem
Liberec
Jihočeský kraj
Vysočina
Jihomoravský kraj
Zlínský kraj
Moravskoslezský kraj
Olomoucký kraj
Královéhradecký kraj
Pardubický kraj
Středočeský kraj
Ústecký kraj
Plzeňský kraj
Karlovarský kraj
Liberecký kraj

Hieruit blijkt ook dat de binnenvaartreizen met mogelijke gegaste ladingen veelal óf uit de zeehavens afkomstig is, óf vanuit het buitenland geïmporteerd wordt.

Van de geïdentificeerde binnenvaartreizen is van 32% de herkomstlocatie Rotterdam of Amsterdam, waarbij de aandelen van beide steden ongeveer gelijk zijn. Zo'n 9% van de reizen heeft als herkomstlocatie Antwerpen of Gent. Andere frequentie herkomstlocaties zijn Bülsteringen en Spyck, beide in Duitsland. In Bülsteringen bevindt zich een grote veevoerfabrikant (Agravis) die door heel Nederland levert, en in Spyck een grote zadenverwerkingsbedrijf (ADM Oilseeds) waarvan de producten vooral naar de haven van Rotterdam wordt verscheept. Verder is het vervoer veelal afkomstig uit een groot aantal plaatsen verspreid over Nederland, België, Duitsland en Noord-Frankrijk, zoals ook te zien is in Figuur 4.

De ladingsbestemmingen zijn redelijk gelijkmatig verspreid over heel Nederland, zoals weergegeven in Tabel 8. Dit reflecteert dat de ontvangers, die zowel de voedsel- en drankproductie als de agrarische sector beslaat, verspreid over het hele land voorkomt.

Tabel 8 – Meest bezochte bestemmingen van binnenvaartvervoer van mogelijk gegaste lading in 2024

Bestemming	Aantal bewegingen in 2024
Rotterdam	778
Veghel	725
Oss	591
Antwerpen	523
Amsterdam	484
Lochem	432
Zaandam	398
Deventer	398
Lieshout	387
Genemuiden	384

In Tabel 9 zijn de trajecten weergegeven waarop veel binnenvaartbewegingen met mogelijk gegaste ladingen waarin in 2024. Voor Zaandam en Wormer lijkt dit te maken te hebben met de cacaoverwerkingsfabrieken die hier staan.

Tabel 9 – Trajecten met het meest frequente binnenvaartvervoer van mogelijk gegaste lading in 2024

Herkomst	Bestemming	Aantal bewegingen in 2024
Amsterdam	Zaandam	301
Amsterdam	Wormer	190
Rotterdam	Mainz	173
Spyck	Rotterdam	161
Rotterdam	Helmond	121
Rotterdam	Spyck	120
Rotterdam	Amsterdam	115
Amsterdam	Koog aan de Zaan	110
Rotterdam	Veghel	106
Rotterdam	Oss	105
Rotterdam	Nijkerk	96
Antwerpen	Izegem	90
Rotterdam	Deventer	87
Amsterdam	Oss	85
Amsterdam	Mannheim	85
Rotterdam	Eindhoven	82
Rotterdam	Utrecht	81
Amsterdam	Deventer	80
Bergen op Zoom	Nijmegen	78

C RI&E-analyse

C.1 Inleiding

Om de effectiviteit van het voorgestelde maatregelenpakket te beoordelen is een verdiepende Risico Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E) uitgevoerd (zie Paragraaf C.6) voor de blootstelling aan fosfine afkomstig van gegaste ladingen in de binnenvaartketen.
De analyse richt zich op situaties waarin fosfine vrijkomt tijdens transport, overslagwerkzaamheden en verblijf aan boord van binnenvaartschepen. Hiervoor zijn representatieve scenario's opgesteld op basis van aangeleverde incidentrapporten en praktijkvoorbeelden.

Het doel van de analyse is om inzichtelijk te maken welke risico's aanwezig zijn vóór implementatie van het maatregelenpakket, welke risicoreductie met de voorgestelde maatregelen wordt gerealiseerd en welke restrisico's uiteindelijk overblijven. Hierdoor kan worden vastgesteld of de risico's voldoende worden beheerst en of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

C.2 Gehanteerde methode

Voor ieder scenario is een kwalitatieve en kwantitatieve risicobeoordeling uitgevoerd volgens de Kinney & Wiruth-risicoscoremethode. Deze methode bepaalt het risico aan de hand van drie factoren:

1. De waarschijnlijkheid dat een incident optreedt.
2. De frequentie van blootstelling.
3. De ernst van de mogelijke gevolgen.

Door deze factoren te combineren ontstaat een risicoscore waarmee een scenario kan worden ingedeeld in een risicoklasse (zie hiervoor ook de uitleg in Paragraaf C.6).
De methode maakt het mogelijk om verschillende scenario's onderling te vergelijken en de effectiviteit van beheersmaatregelen objectief te beoordelen.

Voor de beoordeling van de gevolgen van blootstelling is gebruikgemaakt van de toxicologische informatie uit ECHACHEM en de Arbocatalogus Binnenvaart. Hierbij is rekening gehouden met de specifieke eigenschappen van fosfine, waaronder de hoge acute toxiciteit, de mogelijke effecten op het ademhalingsstelsel, lever, centraal zenuwstelsel en hart, alsmede het brand- en explosiegevaar van de stof.

Na de initiële risicobeoordeling zijn de maatregelen uit het voorgestelde maatregelenpakket toegepast binnen de scenario's.

Aansluitend is voor ieder scenario opnieuw een risicobeoordeling uitgevoerd om het restrisico (het risico na het nemen van maatregelen) vast te stellen.

C.3 Resultaten

De uitgevoerde analyse laat zien dat blootstelling aan fosfine in bepaalde situaties kan leiden tot ernstige gezondheidsschade. In de beoordeelde scenario's variëren de initiële risico's van aanvaardbare risico's tot zeer hoge risico's waarbij werkzaamheden direct zouden moeten worden stopgezet. Met name scenario's waarbij personeel een laadruimte betreedt waarin fosfine is vrijgekomen, blijken potentieel zeer ernstig te zijn vanwege de mogelijkheid van acute blootstelling aan hoge concentraties gas.

Uit de beoordeling blijkt verder dat het voorgestelde maatregelenpakket een aanzienlijke risicoreductie realiseert. Voor verschillende scenario's worden risico's die aanvankelijk als 'mogelijk risico' of 'zeer hoog risico' zijn geclassificeerd teruggebracht naar een aanvaardbaar restrisico. Dit is vooral het gevolg van het combineren van organisatorische maatregelen, vrijgavemetingen en gasdetectievoorzieningen.

De analyse bevestigt daarmee dat het maatregelenpakket een belangrijke bijdrage levert aan het beheersen van de blootstellingsrisico's binnen de binnenvaartsector.

C.4 Restrisico's

Ondanks de aanzienlijke risicoreductie blijven enkele restrisico's aanwezig. Deze restrisico's hebben voornamelijk betrekking op omstandigheden waarbij de voorgeschreven maatregelen niet of niet volledig functioneren. Daarbij kan worden gedacht aan:

- onjuiste of onvolledige documentatie van afzenders of verladers;
- het alsnog ontstaan van fosfine na een vrijgavemeting door het verladingsproces;
- technische beperkingen van meetapparatuur bij zeer lage concentraties wat foutmeldingen kan veroorzaken;
- situaties waarbij gegaste ladingen afkomstig zijn uit internationale transportketens waarop nationale of Europese regelgeving beperkt van toepassing is.

Met name de betrouwbaarheid van meetgegevens en de afhankelijkheid van correcte informatieverstrekking door ketenpartijen blijken belangrijke factoren voor het uiteindelijke restrisico. Wanneer deze beheersmaatregelen falen kan blootstelling aan fosfine niet volledig worden uitgesloten en hebben de gestelde maatregelen geen mitigerende invloed meer op het risico.

C.5 Conclusie

Op basis van de uitgevoerde RI&E kan worden geconcludeerd dat blootstelling aan fosfine potentieel kan leiden tot ernstige gezondheidsschade voor bemanningsleden, schippers, havenpersoneel en andere betrokkenen. Zonder adequate beheersmaatregelen kunnen in verschillende scenario’s hoge tot zeer hoge risico's ontstaan.

Geconcludeerd wordt dat het voorgestelde maatregelenpakket een passend en effectief veiligheidsniveau biedt voor de beheersing van de risico's van fosfine binnen de binnenvaart. **Mits de voorgeschreven maatregelen consequent en correct worden toegepast en gehandhaafd**. Zonder deze randvoorwaarden kunnen de risico’s snel toenemen tot een niveau waarbij sprake is van een reële kans op ernstig letsel, blijvende gezondheidsschade of overlijden van betrokken personen.

C.6 RI&E

De aanvullende risicobeoordeling chemicaliën is te vinden op de volgende pagina’s.

AANVULLENDE RISICOBEOORDELING CHEMICALIËN

verdiepende RI&E

Project	:	**Fosfine Binnenvaart**
Projectnummer:	:	**151452**
Opdrachtgever	:	**Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat**
Eindgebruiker	:	**Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat**
Bouwjaar	:	**2026**

RI&E GEVAARLIJKE STOFFEN

Datum risico-beoordeling:	:	7-7-2026
Beoordeeld door	:	D.J.G. Serlie
Gecontroleerd door	:	N. Jager
Datum rest-risico-beoordeling	:	7-7-2026
Beoordeeld door	:	D.J.G. Serlie
Gecontroleerd door	:	N. Jager

PROJECT	**Fosfine Binnenvaart**
PROJECTNUMMER	**151452**
OPDRACHTGEVER	**ILT**
PROJECTLEIDER	**Lucas Vogels**
RI&E OPGESTELD DOOR	**W+B**
DATUM	**8-7-2026**
VERSIE	**Concept 0.2**

RISICO INVENTARISATIE EN -EVALUATIE FOSFINE GEBRUIK BINNENVAART

									Risico berekening vóór treffen maatregelen (zie tabblad Toelichting Risicoberekening) 1e beoordeling					Bron Maatregel n.a.v. risico (andere stof)	Collectieve maatregel (zoals technisch) n.a.v. risico	Individuele maatregel n.a.v. risico	PBM maatregel n.a.v. risico (individueel)	Risico berekening na treffen maatregelen (zie tabblad Toelichting Risicoberekening) 2e beoordeling				Restrisico's
NR	GEVAARLIJKE STOF	Chemische formule	Toepassing	Grenswaarde %	SCENARIO	MOGELIJK CONTACT	RISICO	BETROKKEN FUNCTIES	waarschijnlijkheid	blootstelling	Effect	R	Risicoklasse					waarschijnlijkheid	blootstelling	Effect	Risicoklasse	Restrisico na maatregelen
1	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Een schipper of het havenpersoneel controleert na de wekelijkse overslag van mais het volle laadruim van het binnenvaartschip. Bij het betreden van de ruimte wordt een sterke knoflookgeur geroken. De geur wordt herkent als fosfine en de deur wordt direct gesloten. Desondanks krijgt men een brandend gevoel in de luchtwegen.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	Personeel van de oversla/locatie, schipper/ zijn personeel	Onwaarschijnlijk, mogelijk in grensgeval	Af en toe (wekelijks)	Belangrijk: letsel en verzuim	9	1. risico aanvaardbaar R ≤ 20 geen actie noodzakelijk	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen. - Wanneer tijdens de reis een redelijk vermoeden bestaat dat de lading nog steeds, of opnieuw, resthoeveelheden van een fumigatiemiddel afgeeft, moet de bevoegde autoriteit (ILT) onverwijld worden geïnformeerd. Het schip moet vervolgens worden gestopt op een geschikte ligplaats die door de bevoegde autoriteit is aangewezen. Het schip mag pas weer worden vrijgegeven wanneer de gasconcentraties een veilig niveau hebben bereikt, overeenkomstig met de gestelde grenswaarde.	- De afzender overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat alle terugneembare resten van fumigatiemiddelen—zoals hulzen of zakjes, indien gebruikt—uit de partijen die bestemd zijn om in het schip te worden geladen, worden verwijderd en op de juiste wijze worden afgevoerd. De relevante informatie moet tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard. - De vuller overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat na het laden een vrijgavemeting is uitgevoerd en dat wordt voldaan aan de grenswaarde van 0,1 ppm (in laadruimte) en 0,03 PPM (in Andere ruimtes). De meting moet de gemeten waarde en de exacte meetmethode bewaren. Daarnaast moet de meetuitslag tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard.	- In elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord aanwezig zijn moet een vast waarschuwingsapparaat worden gebruikt dat geschikt is voor het eerder gebruikte fumigatiemiddel. Dit apparaat moet uiterlijk alarm geven bij een waarde van: 0,03 ppm voor fosfine. Het onderhoud van de apparaten moet plaatsvinden overeenkomstig de instructies van de fabrikant.	- In de praktijk kan het blijken dat er gebruik wordt gemaakt van een persoonlijke gasmeter in plaats van een vaste meter (dit is echter niet voorgeschreven in de maatregelenlijst van het ADN). Een persoonlijke meter is een PBM en geen individuele maatregel.	Onwaarschijnlijk	Af en toe (wekelijks)	Belangrijk: letsel en verzuim	1. risico aanvaardbaar R ≤ 20 geen actie noodzakelijk	**Het restrisico betreft:** - Het in aanvraking komen met fosfinegas in de laadruimte welke is ontstaan pas na de vrijgave door de vuller. - De vuller of afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden. - Mede door de technische beperkingen van meetapparatuur kunnen valsmeldingen ontstaan. De grenswaarde van 0,03 en zelfs die van 0,1 ppm is met dergelijke apparatuur niet betrouwbaar vast te stellen. Dit wordt bevestigd door fabrikant Dräger in de gehouden interviews. Bij herhaalde valsmeldingen kan dit ertoe leiden dat de maatregel uiteindelijk niet wordt nageleefd, waardoor personen mogelijk worden blootgesteld aan te hoge concentraties fosfine.
2	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Een gasmeetdeskundige voert zijn reguliere, wekelijkse inspectie op gegaste ladingen uit bij een binnenvaartschip. Dit wordt gemeten met behulp van gasmeetapparatuur die vanaf het dek door een luik wordt geslokken. Uit de meting blijkt dat het fosfinegehalte hoger is dan 0,2 ppm. Hierdoor is de gasmeetdeskundige en mogelijk ook het overige personeel aan boord blootgesteld aan te hoge concentraties fosfinegas, met mogelijk gezondheidschade als gevolg.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	Gasmeetdeskundige, havenpersoneel, schipper/ zijn personeel	Ongewoon	Af en toe (wekelijks)	Belangrijk: letsel en verzuim	27	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn					Onwaarschijnlijk, mogelijk in grensgeval	Af en toe (wekelijks)	Belangrijk: letsel en verzuim	1. risico aanvaardbaar R ≤ 20 geen actie noodzakelijk	**Het restrisico betreft:** - Het in aanvraking komen met fosfinegas in de laadruimte welke is ontstaan pas na de vrijgave door de vuller. - De vuller of afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden.
3	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Havenpersoneel is bezig met de dagelijkse overslag van bulkgoederen van een zeeschip naar een binnenvaartschip. Tijdens dit proces bevinden inactieve fosfinetabletten zich in de laadruimte van het zeeschip. Door het openen van luiken en/of het (tijdelijk) blootstellen van die laadruimte aan buitenlucht tijdens de werkzaamheden activeren de fosfinetabletten en beginnen ze met ontgassen. Het havenpersoneel bevindt zich in de buitenlucht maar werkt doorgaans benedenwinds ten opzichte van de laadruimte waar de ontgassing ontstaat.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	Havenpersoneel, schipper/ zijn personeel	Zeer wel mogelijk	Regelmatig (dagelijks)	Gering: letsel zonder verzuim, EHBO of hinder	36	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen.				Zeer wel mogelijk	Regelmatig (dagelijks)	Gering: letsel zonder verzuim, EHBO of hinder	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn	**Het restrisico betreft:** - De Bronmaatregel is slechts ten dele effectief en kan eigenlijk niet op worden gerekend. - Het scenario gaat over een zeeschip. Deze is mogelijk niet gebonden aan het Europese verbod en de ADN, waardoor de maatregelen geen effect hebben. - Het in aanvraking komen met fosfinegas uit de laadruimte van zeeschepen. - De afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden.
4	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Havenpersoneel is bezig met de dagelijkse overslag van bulkgoederen van een zeeschip naar een binnenvaartschip. Inactieve fosfinetabletten bevinden zich in het laadruim van het zeeschip. Door het openen van luiken en blootstelling aan buitenlucht activeren de fosfinetabletten, waardoor fosfine vrijkomt en het laadruim begint te ontgassen. Het havenpersoneel bevindt zich in eerste instantie in de buitenlucht in de nabijheid van de overslaglocatie. Echter kan er een situatie ontstaan waarin havenpersoneel de laadruimte betreedt om de laatste restjes bij elkaar te brengen (met materieel of met de hand), hierdoor betreed men de laadruimte. Zodoende staat het personeel direct nabij de ontgassingsbron en kan de blootstelling aan fosfine voor het personeel toenemen, met ernstige gevolgen.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	Havenpersoneel	Zeer wel mogelijk	Regelmatig (dagelijks)	Zeer ernstig: een dode acuut of op termijn	540	5. zeer hoog risico R > 400 werkzaamheden stoppen	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen.				Zeer wel mogelijk	Regelmatig (dagelijks)	Zeer ernstig: een dode acuut of op termijn	5. zeer hoog risico R > 400 werkzaamheden stoppen	**Het restrisico betreft:** - De Bronmaatregel is slechts ten dele effectief en kan eigenlijk niet op worden gerekend. - Het scenario gaat over een zeeschip. Deze is mogelijk niet gebonden aan het Europese verbod en de ADN, waardoor de maatregelen geen effect hebben. - Het in aanvraking komen met fosfinegas uit de laadruimte van zeeschepen. - De afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden.
5	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Personeel van een overslaglocatie is bezig met de dagelijkse overslag van bulkgoederen van een goederentrein/vrachtwagen naar een binnenvaartschip. De aangeleverde lading is, op papier, ongegast maar blijkt dit in werkelijkheid wel te zijn. Dit kan voorkomen vanwege Fraude of foutieve metingen. Door het openen van luiken en/of het (tijdelijk) blootstellen van de laadruimte aan buitenlucht tijdens de werkzaamheden activeren de fosfinetabletten en beginnen ze met ontgassen. Het personeel bevindt zich in de buitenlucht maar werkt doorgaans benedenwinds ten opzichte van de laadruimte waar de ontgassing ontstaat. Hierdoor ontstaat blootstelling aan Fosfine bij het personeel en mogelijk ook de binnenvaartschipper.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	Personeel van de overslaglocatie, schipper/ zijn personeel	Ongewoon	Regelmatig (dagelijks)	Gering: letsel zonder verzuim, EHBO of hinder	18	1. risico aanvaardbaar R ≤ 20 geen actie noodzakelijk	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen.				Ongewoon	Regelmatig (dagelijks)	Gering: letsel zonder verzuim, EHBO of hinder	1. risico aanvaardbaar R ≤ 20 geen actie noodzakelijk	**Het restrisico betreft:** - De Bronmaatregel is slechts ten dele effectief en kan eigenlijk niet op worden gerekend. - De collectieve maatregelen zijn ook ineffectief omdat het verbod in dit scenario bewust wordt genegeerd. Zodoende is er geen aanleiding om de fumigatiemiddelen ter verwijderen en een vrijgavemeting uit te voeren. - Het in aanvraking komen met fosfinegas welke is ontstaan pas na de vrijgave door de afzender. - De afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden.
6	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Een binnenvaartschip vervoert wekelijks tarwe van A naar B. In de avond melden verschillende bemanningsleden, dat ze misselijk zijn, moeten overgeven en hoofdpijn hebben. Na aankomst bij de eindbestemming blijkt bij het verladen dat de lading gegast is met fosfine. het ruim is niet goed afgescheiden van het woongedeelte, waardoor het fosfinegas hoeft kunnen doortrekken in andere ruimtes en hier gezondheidsschade heeft veroorzaakt.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	schipper/ zijn personeel, familieleden.	Onwaarschijnlijk, mogelijk in grensgeval	Voortdurend	Ernstig: onomkeerbaar effect (invaliditeit)	70	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen. - Wanneer tijdens de reis een redelijk vermoeden bestaat dat de lading nog steeds, of opnieuw, resthoeveelheden van een fumigatiemiddel afgeeft, moet de bevoegde autoriteit (ILT) onverwijld worden geïnformeerd. Het schip moet vervolgens worden gestopt op een geschikte ligplaats die door de bevoegde autoriteit is aangewezen. Het schip mag pas weer worden vrijgegeven wanneer de gasconcentraties een veilig niveau hebben bereikt, overeenkomstig met de gestelde grenswaarde.	- De afzender overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat alle terugneembare resten van fumigatiemiddelen—zoals hulzen of zakjes, indien gebruikt—uit de partijen die bestemd zijn om in het schip te worden geladen, worden verwijderd en op de juiste wijze worden afgevoerd. De relevante informatie moet tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard. - De vuller overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat na het laden een vrijgavemeting is uitgevoerd en dat wordt voldaan aan de grenswaarde van 0,1 ppm (in laadruimte) en 0,03 PPM (in Andere ruimtes). De meting moet de gemeten waarde en de exacte meetmethode bewaren. Daarnaast moet de meetuitslag tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard.	- In elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord aanwezig zijn moet een vast waarschuwingsapparaat worden gebruikt dat geschikt is voor het eerder gebruikte fumigatiemiddel. Dit apparaat moet uiterlijk alarm geven bij een waarde van: 0,03 ppm voor fosfine. Het onderhoud van de apparaten moet plaatsvinden overeenkomstig de instructies van de fabrikant.	- In de praktijk kan het blijken dat er gebruik wordt gemaakt van een persoonlijke gasmeter in plaats van een vaste meter (dit is echter niet voorgeschreven in de maatregelenlijst van het ADN). Een persoonlijke meter is een PBM en geen individuele maatregel.	Onwaarschijnlijk	Voortdurend	Ernstig: onomkeerbaar effect (invaliditeit)	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn	**Het restrisico betreft:** - Het in aanvraking komen met fosfinegas op de overslaglocatie. - De vuller of afzender heeft de papieren niet volledig/onjuist ingevuld (al dan niet bewust) waardoor de collectieve maatregelen geen stand houden. - Mede door de technische beperkingen van meetapparatuur kunnen valsmeldingen ontstaan. De grenswaarde van 0,03 en zelfs die van 0,1 ppm is met dergelijke apparatuur niet betrouwbaar vast te stellen. Dit wordt bevestigd door fabrikant Dräger in de gehouden interviews. Bij herhaalde valsmeldingen kan dit ertoe leiden dat de maatregel uiteindelijk niet wordt nageleefd, waardoor personen mogelijk worden blootgesteld aan te hoge concentraties fosfine.
7	**Aluminiumfosfide; (met Ammoniumcarbamaat)**	**PH_3**	Fosfinetabletten (meestal gemaakt van aluminiumfosfide) worden gebruikt als krachtig bestrijdingsmiddel. Deze tabletten reageren met coht en zuurstof uit de lucht tot schadelijk fosfinegas (PH_3). Dit gas doodt insecten, mijten en knaagdieren in opgeslagen goederen. Het toepassen van dergelijke tabletten noemt men Fumigeren of het gassen van ladingen.	TGG-8 uur (lange termijn): 0,14 mg/m³ (gelijk aan 0,1 ppm). TGG-15 min (korte termijn): 0,28 mg/m³ (gelijk aan 0,2 ppm). Bron: RIVM **Grenswaarde conform ADN maatregelenlijst:** elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord van een binnnvaarschip aanwezig zijn: 0.03 ppm Bron: ADN	Een schipper van een binnenvaartschip controleert na zijn wekelijkse overslag van mais zijn laadruim. Zodra hij de ruimte binnen gaat, slaat zijn persoonlijke gasmeter aan. Hij vlucht direct uit de ruimte en activeert het alarm. Hij heeft op dat moment geen directe gezondheidsschade, maar er bestaat de mogelijkheid dat hij langdurige schade of letsel heeft opgelopen.	Ogen Huid Inademen Inslikken	**Blootstelling aan te hoge concentraties fosfine kan ernstige gevolgen met zich meebrengen.** **Geurwaarneming:** Deskundige hulp nodig voor beoordeling van het acute gezondheidsrisico. **Blootstelling:** Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan bij vrijkomen van dit gas zeer snel worden bereikt. De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van het gas. **Eenmalige of kortdurende blootstelling:** Door snel verdampen kan de vloeistof bevriezing veroorzaken. De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de luchtwegen. Inademing kan longoedeem veroorzaken. De stof belemmert de celademhaling en werkt vooral in op de lever, het centrale zenuwstelsel en het hart. In ernstige gevallen kans op coma en snelle dodelijke afloop. **Herhaalde en/of langdurende blootstelling:** Aspecifieke klachten zoals maagdarmklachten, hoofdpijn, misselijkheid, etc. kunnen optreden. **CMR:** Van deze stof zijn de gegevens onvoldoende om een uitspraak te doen over de CMR-effecten bij de mens. **Brand- en explosiegevaar:** Fosfine is zeer ontvlambaar: Fosfine kan spontaan ontbranden in lucht, zelfontbrandingstemperatuur ca. 38 °C tot 150 °C, afhankelijk van de zuiverheid en concentratie. LEL-1,8 / UEL 98 % Bron: ECHACHEM & Arbocatalogus Binnenvaart	schipper/ zijn personeel, Personeel van de overslaglocatie	Ongewoon	Af en toe (wekelijks)	Belangrijk: letsel en verzuim	27	2. mogelijk risico 20 < R ≤ 70 aandacht vereist, maatregelen vereist op langere termijn	- Er bestaat een Europees verbod op het gebruik van fosfine in de transportsector (ook wel fumigeren). Toch wordt dit verbod in de praktijk niet altijd nageleefd, waardoor er nog steeds gegaste ladingen worden vervoerd en men hier aan blootgesteld kan worden. Het niet naleven van de regels gebeurd met name bij ladingen uit zeeschepen, maar kan ook voorkomen bij ladingen die per trein/vrachtwagen uit het oosten van Europa komen. - Wanneer tijdens de reis een redelijk vermoeden bestaat dat de lading nog steeds, of opnieuw, resthoeveelheden van een fumigatiemiddel afgeeft, moet de bevoegde autoriteit (ILT) onverwijld worden geïnformeerd. Het schip moet vervolgens worden gestopt op een geschikte ligplaats die door de bevoegde autoriteit is aangewezen. Het schip mag pas weer worden vrijgegeven wanneer de gasconcentraties een veilig niveau hebben bereikt, overeenkomstig met de gestelde grenswaarde.	- De afzender overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat alle terugneembare resten van fumigatiemiddelen—zoals hulzen of zakjes, indien gebruikt—uit de partijen die bestemd zijn om in het schip te worden geladen, worden verwijderd en op de juiste wijze worden afgevoerd. De relevante informatie moet tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard. - De vuller overeenkomstig 1.2.1 van het ADN moet ervoor zorgen dat na het laden een vrijgavemeting is uitgevoerd en dat wordt voldaan aan de grenswaarde van 0,1 ppm (in laadruimte) en 0,03 PPM (in Andere ruimtes). De meting moet de gemeten waarde en de exacte meetmethode bewaren. Daarnaast moet de meetuitslag tijdens de reis en tijdens het lossen in tekstvorm aan boord worden bewaard.	- In elke ruimte waar bemanningsleden of andere personen aan boord aanwezig zijn moet een vast waarschuwingsapparaat worden gebruikt dat geschikt is voor het eerder gebruikte fumigatiemiddel. Dit apparaat moet uiterlijk alarm geven bij een waarde van: 0,03 ppm voor fosfine. Het onderhoud van de apparaten moet plaatsvinden overeenkomstig de instructies van