



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Actualisatie giftige voorbeeldstoffen transport gevaarlijke stoffen

RIVM Rapport 2018-0152
M.F. van de Ven | G. Stam



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Actualisatie giftige voorbeeldstoffen transport gevaarlijke stoffen

RIVM Rapport 2018-0152

Colofon

© RIVM 2019

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2018-0152

M.F. van de Ven (auteur), RIVM
G. Stam (auteur), RIVM

Contact:

Mark van de Ven
Centrum Veiligheid
Mark.van.de.ven@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van de jaarlijkse onderzoeksopdracht Omgevingsveiligheid.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Actualisatie giftige voorbeeldstoffen transport gevaarlijke stoffen

Per 1 april 2015 is in Nederland een wet in werking getreden om gevaarlijke stoffen veilig te vervoeren. Dit zogeheten Basisnet is bedoeld om een evenwicht te creëren tussen het vervoer van gevaarlijke stoffen, ruimtelijke ontwikkelingen en veiligheid voor de omgeving. De veiligheid van het vervoer van gevaarlijke stoffen wordt berekend en in risico's uitgedrukt. Hiervoor zijn de stoffen in enkele categorieën samengevoegd en wordt per categorie één voorbeeldstof gebruikt voor de risicoanalyse.

De huidige voorbeeldstoffen zijn in de jaren negentig van de vorige eeuw bepaald. Uit onderzoek van het RIVM blijkt dat de giftige voorbeeldstoffen nu niet meer representatief zijn. Ze worden niet of zelden vervoerd, of er zijn nieuwe inzichten over de giftigheid ervan. Ze zijn daarom ook moeilijk te verantwoorden aan de omgeving wanneer de werkwijze wordt uitgelegd. Het RIVM heeft verschillende mogelijkheden voor actualisatie uitgewerkt en beveelt nieuwe voorbeeldstoffen aan. Daarbij is rekening gehouden met nieuwe inzichten over de giftigheid van stoffen en hoeveel ze vervoerd worden.

Bij de berekening van de risico's wordt een onderscheid gemaakt tussen gassen en vloeistoffen. Voor giftige gassen zijn de berekende risico's met de nieuwe voorbeeldstoffen lager. Voor twee stofcategorieën van giftige vloeistoffen zijn de berekende risico's lager en voor twee andere categorieën hoger. Bij de vloeistoffen met een hoger risico gaat het om klein aantal stoffen die in kleine hoeveelheden worden vervoerd. Hierdoor neemt het totale berekende risico van alle stoffen samen naar verwachting niet toe.

Dit onderzoek is gebaseerd op het totaal aan stoffen dat in Nederland wordt vervoerd. Om de gevolgen voor de berekende risico's voor afzonderlijke trajecten te bepalen is gedetailleerder onderzoek nodig. Het onderzoek is uitgevoerd op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Het RIVM analyseerde voor dit onderzoek recente transportaantallen van giftige stoffen, gegevens over de giftige effecten en voerde risicoberekeningen uit.

Kernwoorden: risicoanalyse, transport, gevaarlijke stoffen, Basisnet, voorbeeldstoffen, stofcategorieën, giftigheid, giftige gassen, giftige vloeistoffen, probitrelaties, risico-afstanden.

Synopsis

Update on the transport of toxic example substances

A scheme for the safe transport of hazardous substances went into force in the Netherlands on 1 April 2015. The purpose of this Basic network, as it has been dubbed, is to create a balance between the transport of hazardous substances, spatial developments and safety for the surrounding areas. It entails a calculation of how safe the transport of hazardous substances is and expresses this in terms of risks. To this end, the substances are grouped in categories and a single example substance from each category is used for the risk analysis. This method is used because it is too time consuming to carry out a separate risk analysis for each individual substance for each transport route.

The example substances were established in the 1990s. Research carried out by RIVM shows that the example substances used are no longer typical of the substances being transported. The example substances are either seldom transported, if at all, or there are new insights into their toxicity. They are therefore difficult to justify to those involved when the method is explained. RIVM developed several options for actualization and is recommending new example substances. Insights into toxic effects of substances and the amount of transportation is taken into consideration.

A distinction is made between gases and liquids when calculating the risks. The risks calculated for toxic gases on the basis of the new example substances are lower than the initial ones. The risks calculated for two categories of toxic liquids are lower than the initial ones, and for two other categories, higher. The latter two categories concern a small number of substances that are transported in small quantities. The joint overall risk of all the substances is therefore not expected to increase.

This study was based on all the substances transported in the Netherlands and was commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management. Recent transport figures, data on the toxic effects and risk calculations were analysed for the study. More detailed research is needed to determine the consequences for the calculated risks for separate routes.

Keywords: risk analysis, transport, hazardous substances, Basic net, example substances, substance categories, toxicity, toxic gases, toxic liquids, probit functions, risk distances.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Aanleiding en achtergrond — 11

2 Huidige giftige voorbeeldstoffen en stofcategorieën — 13

- 2.1 Huidige giftige voorbeeldstoffen — 13
- 2.2 Indeling in stofcategorieën — 14
 - 2.2.1 Stofcategorieën spoor (methodiek I) — 14
 - 2.2.2 Stofcategorieën weg en water (methodiek II) — 14

3 Actualisatie van de voorbeeldstoffen — 17

- 3.1 Mogelijkheden voor actualisatie van voorbeeldstoffen — 17
 - 3.1.1 Optie 1: Huidige voorbeeldstof aanhouden en voorzien van een niet-stof-specifieke voorbeeldstofnaam — 17
 - 3.1.2 Optie 2: Voorbeeldstof op basis van veel vervoerde stof en actuele probitrelatie — 17
 - 3.1.3 Optie 3: Virtuele voorbeeldstof op basis van de stofcategoriegrenzen — 17
- 3.2 Afwegingskader — 17
 - 3.2.1 Representatief — 17
 - 3.2.2 Begrijpelijk en uitlegbaar — 17
 - 3.2.3 Robuust — 18
 - 3.2.4 Beleidsmatige impact — 18
- 3.3 Beoordeling van de opties voor actualisatie — 18
 - 3.3.1 Optie 1: Huidige voorbeeldstof aanhouden en voorzien van een niet-stof-specifieke voorbeeldstofnaam — 20
 - 3.3.2 Optie 2: Voorbeeldstof op basis van veel vervoerde stof en actuele probitrelatie — 20
 - 3.3.3 Optie 3: Virtuele voorbeeldstof op basis van de stofcategoriegrenzen — 21
- 3.4 Voorkeursoptie — 21
- 3.5 Impact voorkeursoptie op berekende risico's — 22

4 Conclusies en aanbevelingen — 23

Referenties — 25

Bijlage A Analyse meest vervoerde stoffen — 27

Bijlage B Beschikbare probitrelaties meest vervoerde stoffen — 32

Bijlage C Analyse risicorepresentativiteit — 38

Samenvatting

Bij de risicoanalyse van transport van gevaarlijke stoffen wordt gebruik gemaakt van giftige voorbeeldstoffen die in de jaren negentig van de vorige eeuw zijn afgeleid en vastgesteld op basis van de toen beschikbare informatie over vervoersaantallen en giftigheid van individuele stoffen. Het RIVM concludeert op basis van een analyse van recente transportaantallen, beschikbare toxiciteitsgegevens en risicoberekeningen dat de huidige giftige voorbeeldstoffen weinig representatief en moeilijk uitlegbaar zijn.

Het RIVM heeft verschillende technische mogelijkheden voor actualisatie van de voorbeeldstoffen uitgewerkt en inhoudelijk tegen elkaar afgewogen. Om de representativiteit en uitlegbaarheid te verbeteren beveelt het RIVM nieuwe of aangepaste giftige voorbeeldstoffen aan, die zijn gebaseerd op een veel vervoerde stof waarvoor ook de mate van giftigheid recentelijk is beoordeeld.

Voor giftige gassen heeft dit tot gevolg dat de berekende risico's lager worden. Voor giftige vloeistoffen worden de berekende risico's voor twee stofcategorieën lager en voor twee stofcategorieën hoger. Gegeven de beperkte bijdrage van de stofcategorieën met een hoger berekend risico aan de totale vervoersprestatie, schat het RIVM in dat deze in veel gevallen niet leiden tot een toename van de berekende risicoafstanden. Om de precieze impact op de risicoafstanden van individuele trajecten te bepalen is een technisch consequentieonderzoek nodig.

1 Aanleiding en achtergrond

Per 1 april 2015 is het Basisnet in werking getreden. Met het Basisnet wordt een duurzaam evenwicht beoogd tussen het vervoer van gevaarlijke stoffen, ruimtelijke ontwikkelingen en veiligheid. Er is groei van het vervoer van gevaarlijke stoffen mogelijk tot aan de in het Basisnet opgenomen risicoplafonds en de ruimtelijke ontwikkeling langs infrastructuur moet deze risicoplafonds in acht nemen [1][3].

De verscheidenheid aan vervoerde stoffen over de transportroutes is zo groot, dat een risicoanalyse met specifieke stoffen arbeidsintensief is. Uit praktische overwegingen zijn de stoffen daarom in een beperkt aantal stofcategorieën samengenomen en wordt in de risicoanalyse een voorbeeldstof per stofcategorie gehanteerd. De indeling van de stofcategorieën en voorbeeldstoffen is in het verleden zodanig gekozen dat deze voldoende representatief en conservatief zijn en zo veel als mogelijk overeenkomen met de meest vervoerde stoffen [2][8][9].

Voor giftige vloeistoffen en gassen is het berekende risico afhankelijk van de probitrelatie van de voorbeeldstof. De probitrelatie geeft het verband weer tussen de concentratie van een stof, de blootstellingsduur en het effect op de mens. Op deze manier kan met een probitrelatie voor een giftige stof voor iedere willekeurige combinatie van concentratie en blootstellingsduur het percentage mensen worden geschat dat in de omgeving van een ongeval komt te overlijden door blootstelling aan de stof. De Toetsgroep probitrelaties leidt volgens de laatste wetenschappelijke inzichten nieuwe probitrelaties af [16]. Daarnaast veranderen door de jaren heen de vervoersaantallen van de verschillende gevaarlijke stoffen. Dit voortschrijdend inzicht roept de technische vraag op: zijn de huidige giftige voorbeeldstoffen nog steeds voldoende representatief en conservatief, of is actualisatie van deze voorbeeldstoffen gewenst?

Dit rapport beschrijft als eerste de huidige giftige voorbeeldstoffen en bijbehorende stofcategorieën (hoofdstuk 2). Vervolgens worden de technische mogelijkheden voor actualisatie besproken (hoofdstuk 3). Het rapport sluit af met een samenvatting van de conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 4).

2 Huidige giftige voorbeeldstoffen en stofcategorieën

2.1 Huidige giftige voorbeeldstoffen

In artikel 12.3 van de Regeling Basisnet (RBn) [3] is vastgelegd dat de berekening van het risico plaatsvindt door toepassing van de rekenmethodiek transportrisico's. Deze rekenmethodiek bestaat uit het softwareprogramma voor de berekening van vervoersrisico's (RBM II) [5] en een beschrijving van de methodiek in de Handleiding risicoanalyse transport (HART) [4].

De huidige giftige voorbeeldstoffen, zoals beschreven in HART, zijn weergegeven in Tabel 2-1 en Tabel 2-2. De bijbehorende probitconstanten van de voorbeeldstoffen zijn vastgelegd in HART [4]. Daarbij wordt voor spoor een andere stofcategorie-indeling gebruikt dan voor weg en vaarweg. De wijze van indeling is toegelicht in paragraaf 2.2. Nieuw wetenschappelijk inzicht in de giftigheid van stoffen heeft pas invloed op de rekenresultaten op het moment dat een gewijzigde probitrelatie in een nieuwe revisie van HART worden doorgevoerd. De overige stoffeigenschappen die relevant zijn voor de risicoberekening, zijn vastgelegd in appendix 1 van het RBM II achtergronddocument [6].

Tabel 2-1 Giftige voorbeeldstoffen per stofcategorie spoor

Stofcategorie Methodiek I Spoor	Toepasbaar bij GEVI-code	Voorbeeldstof
B2	268, 26, 265	Ammoniak
B3	265 (UN 1017)	Chloor
D3	UN 1093	Acrylnitril
D4	66, 663, 668, 886, (X88, X886)*	Acroleïne (fluorwaterstof**)

* Er zijn stoffen die volgens de GEVI-codes onder D4 vallen, maar waarvan het werkelijke risico niet representatief wordt voorgesteld met de voorbeeldstof acroleïne. Dat kan het geval zijn wanneer het een vaste stof betreft, of wanneer het alleen acuut toxisch is via ingestie of huidcontact. HART gaat (impliciet) alleen over schadelijke effecten na inhalatie van giftige luchtconcentraties [7].

** Voor stofcategorie D4 is acroleïne de voorbeeldstof, behalve wanneer fluorwaterstof zelf wordt vervoerd [4].

Tabel 2-2 Giftige voorbeeldstoffen per stofcategorie weg en vaarweg

Stofcategorie Methodiek II weg/vaarweg	Voorbeeldstof
GT2	Methylmercaptaan
GT3	Ammoniak
GT4/5	Chloor
LT1	Acrylnitril
LT2	Propylamine
LT3	Acroleïne
LT4	Methylisocyanat

De huidige voorbeeldstoffen zijn gekozen op basis van een analyse van de meest vervoerde stoffen¹ en is gebaseerd op transportgegevens uit de jaren negentig van de vorige eeuw. Daarnaast zijn de stoffen zo gekozen dat de spreiding in plaatsgebonden risicoresultaten (PR) enigszins gelijkmatig verdeeld is voor de verschillende stofcategorieën. Tevens hebben aansluiting bij eerder gemaakte keuzes en praktische afwegingen zoals de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens ook een rol gespeeld bij het vaststellen van de voorbeeldstoffen. Uitgebreide achtergrondinformatie over de keuze voor de huidige voorbeeldstoffen is te vinden in [6], [8], [9], [10] en [11]. Vervolgens is er in 2012 nog een actualisatie van de stofcategorieën en voorbeeldstoffen voorgesteld [12], maar deze is niet doorgevoerd.

2.2 Indeling in stofcategorieën

2.2.1 *Stofcategorieën spoor (methodiek I)*

Zoals weergegeven in Tabel 2-1, is de indeling van de gevaarlijke stoffen in stofcategorieën bij spoor gebaseerd op het gevaarsidentificatienummer (GEVI) van de stof. Deze GEVI-indeling is terug te vinden in kolom 20 in de hoofdtabel van het Reglement betreffende het internationaal spoorwegvervoer van gevaarlijke goederen (RID). De categorieën B3 en D3 omvatten slechts één enkele stof, respectievelijk chloor en acrylnitril [4]. Methodiek I wijkt af van de stofcategorie-indeling voor weg en water (methodiek II, zie paragraaf 2.2.2) omdat het transport van gevaarlijke stoffen per spoor in het verleden alleen geregistreerd werd op basis van GEVI-codes. Inmiddels vindt de registratie ook plaats op basis van UN-nummers. Omdat voorzien wordt dat de indelingsmethodiek voor spoor zal aansluiten bij de methodiek voor weg en water, is de analyse in dit rapport verder gebaseerd op methodiek II.

2.2.2 *Stofcategorieën weg en water (methodiek II)*

De indeling van de gevaarlijke stoffen in stofcategorieën bij methodiek II (weg, water) is gebaseerd op de aggregatietoestand (L = liquid, G = gas, giftigheid (T = toxic) en vluchtigheid van de stof. Voor giftige vloeistoffen (zie Tabel 2-3) gebeurt dit aan de hand van de giftigheid (letale concentratie LC_{50} die bij 50% van de proefdieren in één uur tot de dood leidt) en een parameter voor de bronsterkte, namelijk de dampspanning (P_{20}). Indien de dampspanning onbekend is, wordt ingedeeld op het kookpunt (T_{kook}), vanwege de correlatie tussen kookpunt en dampspanning [9].

Voor giftige gassen (zie Tabel 2-3) wordt er ingedeeld op basis van giftigheid en een parameter voor de initiële wolkcondities: het flashpercentage, vertegenwoordigd door de kritische temperatuur (T_{krit}). Een uitzondering daarop vormen de giftige samengeperste gassen en de vloeibare, diep gekoeld vervoerde gassen. Deze gassen worden gekenmerkt door andere uitstroomcondities en/of worden op andere wijze vervoerd dan de tot vloeistof verdichte gassen en worden onafhankelijk van hun giftigheid ingedeeld in een aparte categorie GT0. In eerder onderzoek is vastgesteld dat GT0 stoffen in beperkte hoeveelheden worden vervoerd, en niet in bulk tanks maar met

¹ Deze analyse van de meest vervoerde stoffen is gerapporteerd in bijlage 1, 2 en 3 van [9].

cilinderpakketten of tubes [12]. Ze dragen nauwelijks bij aan het totale risico van transport. GT0 wordt daarom niet meegenomen in de risicoberekening en er is geen voorbeeldstof voor gedefinieerd.

Tabel 2-3 Indeling in stofcategorie LT [8]

P₂₀ (mbar)	T_{kook} (K)	LC₅₀ (inhalatie rat 1 uur in ppmv)			
		< 10	10-100	100-1000	1000-5000
< 10	> 373	LT2	LT1	-	-
10-50	353-373	LT3	LT2	LT1	-
50-200	323-353	LT4	LT3	LT2	LT1
200-700	303-323	LT5	LT4	LT3	LT2
> 700	< 303	LT6	LT5	LT4	LT3

P₂₀ = Dampspanning bij 293K [mbar]

T_{kook} = Kookpunt bij atmosferische druk

ppmv = Concentratie in delen per miljoen (parts per million by volume)

Tabel 2-4 Indeling in stofcategorie GT [8]

T_{krit} (K)	T_{kook} (K)	LC₅₀ (inhalatie rat 1 uur in ppmv)			
		< 10²	10²-10³	10³-10⁴	10⁴-5·10⁴
< 293	< 182	GT0	GT0	GT0	GT0
> 440	> 273	GT5	GT4	GT3	GT2
400-440	253-273	GT5	GT5	GT4	GT3
293-400	182-253	GT5	GT5	GT5	GT4

P₂₀ = Dampspanning bij 293K [mbar]

T_{kook} = Kookpunt bij atmosferische druk

T_{krit} = Kritische temperatuur bij atmosferische druk

ppmv = Concentratie in delen per miljoen (parts per million by volume)

3 Actualisatie van de voorbeeldstoffen

In dit hoofdstuk zijn de verschillende technische mogelijkheden voor actualisatie van de voorbeeldstoffen uitgewerkt en inhoudelijk tegen elkaar afgewogen. Het hoofdstuk sluit af met een voorkeursoptie en een eerste inschatting van de gevolgen voor de berekende risicoresultaten van het toepassen van de nieuwe voorbeeldstoffen. Het uitwerken of afwegen van andere en meer beleidsmatige consequenties is geen onderdeel van dit onderzoek.

3.1 Mogelijkheden voor actualisatie van voorbeeldstoffen

3.1.1 *Optie 1: Huidige voorbeeldstof aanhouden en voorzien van een niet-stof-specifieke voorbeeldstofnaam*

De eerste optie is om de huidige stofeigenschappen en probitrelaties van de voorbeeldstof per stofcategorie ongewijzigd te blijven gebruiken, zonder ze aan nieuwe inzichten aan te passen. Daarvoor zou een algemene benaming zoals 'voorbeeldstof LT1' in de plaats kunnen komen.

3.1.2 *Optie 2: Voorbeeldstof op basis van veel vervoerde stof en actuele probitrelatie*

Een tweede mogelijkheid is de huidige stofeigenschappen en probits van de voorbeeldstof per stofcategorie aan te passen aan de nieuwe inzichten. Hierbij wordt een nieuwe voorbeeldstof vastgesteld op basis van een analyse van de meest vervoerde stoffen en de beschikbaarheid van een recente probitrelatie voor die stof. Een uitgangspunt daarbij is dat er slechts één voorbeeldstof voor alle drie de modaliteiten wordt gekozen. Dit sluit aan bij de huidige werkwijze, waarbij dezelfde voorbeeldstof voor spoor, water en weg wordt gebruikt.

3.1.3 *Optie 3: Virtuele voorbeeldstof op basis van de stofcategoriegrenzen*

Een derde mogelijkheid is om een virtuele voorbeeldstof te definiëren. Voor deze analyse is er uitgegaan van een midden ofwel 'best-estimate' (optie 3a) en een strenge virtuele probitrelatie (optie 3b). Het is vervolgens een beleidsmatige afweging hoe conservatief de probitrelatie wordt gekozen.

3.2 Afwegingskader

De actualisatieopties worden met elkaar vergeleken op basis van de volgende overwegingen.

3.2.1 *Representatief*

Het risico dat met de voorbeeldstoffen en hun probitrelaties wordt berekend dient representatief, oftewel realistisch conservatief te zijn voor het risico van de vervoerde gevaarlijke stoffen over een traject.

3.2.2 *Begrijpelijk en uitlegbaar*

De keuze van de voorbeeldstoffen moet begrijpelijk zijn voor burgers én geschikt zijn voor de bestuurlijke tafel. Het dient uitlegbaar te zijn bij (ruimtelijke) beleidskeuzes en vergunningverlening.

3.2.3 *Robuust*

Robuust betekent dat de voorbeeldstoffen zodanig zijn gedefinieerd dat deze ook bij toekomstige nieuwe inzichten over de (meest) vervoerde stoffen en hun giftigheid nog steeds voldoende representatief zijn.

3.2.4 *Impact op de berekende risicoresultaten*

De impact van de verschillende opties is niet gebruikt voor de afweging. Deze is toegevoegd aan de analyse om inzichtelijk te maken wat de verandering in de berekende risicoresultaten is ten opzichte van de huidige voorbeeldstoffen. Een uitgebreid consequentieonderzoek is een vervolgstap en geen onderdeel van de huidige studie.

3.3 **Beoordeling van de opties voor actualisatie**

Voor de beoordeling van de drie opties uit paragraaf 3.1 wordt gebruik gemaakt van de informatie gepresenteerd in de Bijlagen A, B en C. In Bijlage A is een overzicht gemaakt van welke giftige gassen en vloeistoffen per modaliteit het meest vervoerd worden, onderverdeeld naar UN-nummer en per stofcategorie volgens methodiek II. Voor de stoffen, die volgens Bijlage A bij elkaar opgeteld ten minste 90% de totale hoeveelheid vervoer in een stofcategorie bepalen, zijn vervolgens in Bijlage B de beschikbare probitrelaties opgenomen. In Bijlage C worden ten slotte de risicoresultaten van verschillende opties met elkaar vergeleken.

De beoordeling van de verschillende mogelijkheden voor actualisatie van de voorbeeldstoffen per stofcategorie is opgenomen in Tabel 3-1 voor de giftige vloeistoffen en in Tabel 3-2 voor de giftige gassen. In de paragrafen daaropvolgend worden de voor- en nadelen van de drie opties besproken.

Tabel 3-1 Beoordeling actualisatie giftige voorbeeldvloeistoffen

	Representatief	Begrijpelijk	Robuust	Impact
LT1	Op dit moment wordt acrylnitril als voorbeeldstof gebruikt. Dit is voor water en spoor de meest vervoerde stof en er is een herziene probitrelatie. De probitrelatie in HART is niet meer actueel, maar deze is wel conservatief ten opzichte van de herziene probitrelatie van acrylnitril en de nog niet herziene probitrelaties van toluendiisocynaat en epichloorhydrine. De fictieve probitrelaties midden en streng resulteren in een hoger risico dan de herziene probitrelatie van acrylnitril.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
2. Veel vervoerd	+	+	0	Risico's kleiner
3a. Fictief midden	0	0	+	Risico's kleiner
3b. Fictief streng	-	0	+	Risico's groter
LT2	De huidige voorbeeldstof propylamine is sinds de actualisatie van de stoffenlijst niet meer ingedeeld als LT2 maar als LF2. Fosfortrichloride is de meest vervoerde stof waarvoor een probitrelatie beschikbaar is, maar deze is niet recent herzien. Het risico van deze stof is destijds met een hoge mate van conservatisme afgeleid en komt op dit moment overeen met de strenge fictieve probit.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
2. Veel vervoerd	0	+	-	Risico's groter
3a. Fictief midden	0	0	+	Risico's groter
3b. Fictief streng	-	0	+	Risico's groter
LT3	LT3 wordt volgens HART doorgerekend met acroleïne. Met de actualisatie van de stoffenlijst is deze stof ingedeeld in LT4. Fluorwaterstof (spoor) en broom (weg) zijn de meest vervoerde stoffen met actuele probitrelaties. Tot 360 m zijn de risico's van fluorwaterstof iets groter terwijl daarbuiten de risico's van broom aanzienlijk groter zijn, wat broom de meer conservatieve optie maakt. Daarnaast wijkt fluorwaterstof af van andere stoffen omdat het dimeren in de lucht vormt, waar RBM2 geen rekening mee houdt. De herziene probitrelatie van broom ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
2. Veel vervoerd	+	+	0	< 600 m risico's groter
3a. Fictief midden	-	0	+	Risico's kleiner
3b. Fictief streng	0	0	+	Risico's groter
LT4	Er zijn geen transporten waargenomen in LT4. Voor de huidige voorbeeldstof methylisocynaat is een herziene probitrelatie beschikbaar. De risico's met de herziene probitrelatie zijn lager dan de huidige maar hoger dan die van acroleïne en cyaanwaterstof, die ook ingedeeld zijn in LT4 en beschikken over een actuele probitrelatie. De fictieve probitrelaties midden en streng resulteren in een hoger risico dan de herziene probitrelatie van methylisocynaat.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
1b. Huidige herzien	0	+	0	Risico's kleiner
2. Veel vervoerd	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3a. Fictief midden	0	0	+	Risico's kleiner
3b. Fictief streng	-	0	+	Risico's groter

Tabel 3-2 Beoordeling actualisatie giftige voorbeeldgassen

	Representatief	Begrijpelijk	Robuust	Impact
GT2	Er zijn in de geactualiseerde stoffenlijst geen stoffen ingedeeld in GT2. Dit volgt uit de LC ₅₀ stofindelingsgrenzen voor GT2 die buiten het bereik van ADR en UN-nummertoekenning vallen. Het is daarom niet mogelijk om transportaantallen van GT2 te monitoren.			
GT3	De huidige voorbeeldstof ammoniak is ook de meest vervoerde stof en er is een herziene probitrelatie beschikbaar. De risico's met de herziene probitrelatie zijn lager dan de huidige maar hoger dan die van ethyleenoxide, die ook vervoerd wordt in GT3. De herziene probitrelatie van ammoniak ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
2. Veel vervoerd	+	+	0	Risico's kleiner
3a. Fictief midden	0	0	+	Risico's kleiner
3b. Fictief streng	-	0	+	Risico's groter
GT4/5	GT4/5 wordt volgens HART doorgerekend met chloor, welke alleen over de weg incidenteel wordt vervoerd. Waterstofchloride (spoor) en zwaveldioxide (weg) zijn de meest vervoerde stoffen met actuele probitrelaties. De berekende risico's van zwaveldioxide zijn groter dan die van waterstofchloride en andere vervoerde stoffen en daarmee conservatief voor de gehele categorie m.u.v. chloor. De herziene probitrelatie van zwaveldioxide ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.			
1. Huidige hernoemd	-	-	0	Geen verandering
2. Veel vervoerd	0	+	0	Risico's kleiner
3a. Fictief midden	0	0	+	Risico's kleiner
3b. Fictief streng	-	0	+	Risico's kleiner

3.3.1 *Optie 1: Huidige voorbeeldstof aanhouden en voorzien van een niet-stof-specifieke voorbeeldstofnaam*

De eerste optie om de huidige stoffeigenschappen en probitrelaties aan te houden, maar om deze los te koppelen van de daadwerkelijke specifieke stoffen waarop ze in het verleden zijn gebaseerd, heeft alleen als voordeel dat de impact op de berekende risicoresultaten nul is. Uit de analyse van vervoersaantallen, beschikbare probitrelaties en de risicoresultaten blijkt dat deze optie weinig representatief en moeilijk uitlegbaar is. Bij gebruik van de geactualiseerde stoffenlijst [17] zijn drie van de zeven huidige voorbeeldstoffen (propylamine LT2, acroleïne LT3, en methylmercaptaan GT2) niet (meer) ingedeeld in de betreffende stofcategorie. Voor twee andere voorbeeldstoffen (methylisocyanat, LT4, chloor GT4/5) geldt dat ze wel ingedeeld zijn in de betreffende categorie maar niet veel vervoerd worden. Alleen de huidige voorbeeldstoffen acrylnitril (LT1) en ammoniak (GT3) worden ook veel vervoerd. Voor deze stoffen zijn nieuwe probitrelaties afgeleid, die afwijken van de relatie die nu is opgenomen in HART.

3.3.2 *Optie 2: Voorbeeldstof op basis van veel vervoerde stof en actuele probitrelatie*

In geval van optie 2 is het voor vier van de zeven stofcategorieën (acrylnitril LT1, broom LT3, ammoniak GT3 en zwaveldioxide GT4/5) mogelijk om een veel vervoerde stof met recente probitrelatie aan te

wijzen. Deze vier voorbeeldstoffen zijn daarom representatief en begrijpelijk. Ze zijn redelijk robuust omdat niet verwacht wordt dat de probitrelaties de eerstkomende vijf jaar worden herzien. Een wijziging in vervoersaantallen kan er wel voor zorgen dat de voorbeeldstof minder representatief wordt. Voor de andere drie stofcategorieën is het om verschillende redenen (nog) niet mogelijk om een goede voorbeeldstof volgens optie 2 te kiezen. Zo is voor de meest vervoerde stof van LT2 (fosfortrichloride) nog geen recente probitrelatie beschikbaar. Voor stofcategorie LT4 zijn geen transporten waargenomen en in stofcategorie GT2 zijn helemaal geen stoffen ingedeeld.

- 3.3.3** *Optie 3: Virtuele voorbeeldstof op basis van de stofcategoriegrenzen*
 Optie 3, met de fictieve voorbeeldstoffen, heeft als voordeel dat deze onafhankelijk is van de vervoersaantallen en toekomstige herzieningen van probitrelaties en is daarmee het meest robuust. Deze optie heeft echter ook nadelen. Om in voldoende mate representatief te zijn, onafhankelijk van veel vervoerde stoffen, zal een zekere mate van conservatisme moeten worden toegepast bij het vaststellen van de fictieve probitrelatie. In veel gevallen betekent dit dat berekende risico's groter worden. Hoeveel conservatisme je toepast wordt daarmee een bestuurlijke afweging en deze is moeilijk uitlegbaar bij ruimtelijke beleidskeuzes en vergunningverlening.

3.4 Voorkeursoptie

Alles overziende, komen we tot de conclusie dat een nieuwe voorbeeldstof vaststellen, die veel wordt vervoerd en waarvoor een recente probitrelatie voor beschikbaar is (optie 2), de voorkeur heeft. Maar daarbij hoort dan wel een aantal aanvullende bepalingen.

- Er zijn geen stoffen ingedeeld in GT2. Voorgesteld wordt om de categorie GT2 voor risicoanalysetransport te laten vervallen of samen te voegen met GT3. Er hoeft dan ook geen nieuwe voorbeeldstof vastgesteld te worden.
- Voor een robuuste en representatieve voorbeeldstofdefinitie van LT2 wordt voorgesteld om de herziening van fosfortrichloride te agenderen bij de Toetsgroep probitrelaties.
- Voor stofcategorie LT4 zijn geen transporten waargenomen. Voorgesteld wordt om in dit geval om de huidige voorbeeldstof methylisocyanaat aan te houden maar wel de recent herziene probitrelatie te gebruiken.
- Om de risico's van eventuele chloortransporten niet te onderschatten wordt voorgesteld om deze uit te zonderen van stofcategorie GT4/5 en apart door te rekenen met de recent herziene probitrelatie van chloor.

Een vergelijkend overzicht van de huidige en de voorgestelde nieuwe giftige voorbeeldstoffen is opgenomen in Tabel 3-3.

Tabel 3-3 Huidige en voorgestelde nieuwe giftige voorbeeldstoffen

Cat. meth. II	Huidig of nieuw	Voorbeeldstof	Probitrelatie (C in mg/m ³)		
			a	b	N
GT2	Huidig	Methylmercaptaan	-16,0	1	2
	Nieuw	N.v.t. *	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
GT3	Huidig	Ammoniak	-15,6	1	2
	Nieuw	Ammoniak	-16,5	1	2
GT4/5	Huidig	Chloor	-6,4	0,5	2,8
	Nieuw	Zwavel dioxide**	-12,6	1,0	2,0
LT1	Huidig	Acrylnitril	-8,6	1	1,3
	Nieuw	Acrylnitril	-17,3	1,9	1
LT2	Huidig	Propylamine	-15,0	1,0	2,0
	Nieuw	Fosfortrichloride	-8,5***	1,0***	2,0***
LT3	Huidig	Acroleïne	-4,1	1	1
	Nieuw	Broom	-12,2	1,6	1,3
LT4	Huidig	Methylisocyanaat	-1,2	1	0,7
	Nieuw	Methylisocyanaat	-10,3	1,98	1,01

* Er zijn geen stoffen ingedeeld in GT2. Voorbeeldstof voor categorie GT2 komt te vervallen.

** Voor stofcategorie GT4/5 is zwavel dioxide de voorbeeldstof, behalve wanneer chloor wordt vervoerd. Chloor dient te worden doorgerekend met de meest recente probitrelatie zoals beschikbaar gesteld door de Toetsgroep Probitrelaties.

*** Voorlopige probitrelatie afgeleid in 2009. Deze wordt gebruikt in afwachting van een nieuwe beoordeling van de Toetsgroep probitrelaties.

3.5 Impact voorkeursoptie op berekende risico's

Voor giftige gassen leidt het toepassen van de nieuwe voorbeeldstoffen ertoe dat de berekende risico's kleiner worden (zie ook kolom 'impact' in Tabel 3-2).

Voor giftige vloeistoffen is het effect op de berekende risico's verschillend per stofcategorie. Voor LT1 en LT4 worden de berekende risico's kleiner terwijl de berekende risico's voor LT2 en LT3 juist groter worden. Uit de vervoersaantallen zoals opgenomen in Bijlage A volgt dat stofcategorie LT1 het merendeel van de vervoerde giftige vloeistoffen betreft. De bijdrage van LT2 en LT3 is beperkt tot 14% voor spoor, 17% voor weg en is verwaarloosbaar voor transport van giftige vloeistoffen over water. Gegeven deze beperkte bijdrage van LT2 en LT3 aan de totale vervoersprestatie, schat het RIVM in dat een toename van de berekende risico's voor LT2 en LT3 in veel gevallen niet leidt tot een toename van de berekende risicoafstanden. Op individuele trajecten waar relatief veel LT2 en LT3 stoffen worden getransporteerd kan het risico wel toenemen. Om de precieze impact op de risicoafstanden van individuele trajecten te bepalen is een technisch consequentieonderzoek nodig.

4 Conclusies en aanbevelingen

Uit de analyse blijkt dat het aanhouden van de huidige voorbeeldstoffen weinig representatief en moeilijk uitlegbaar is. Een veel vervoerde stof met recente probitrelatie als voorbeeldstof is representatief en uitlegbaar, maar het is (nog) niet mogelijk om voor alle categorieën een voorbeeldstof te definiëren. Fictieve voorbeeldstoffen zijn het meest robuust. Maar om in voldoende mate representatief te zijn zal conservatisme moeten worden toegepast. In veel gevallen betekent dit dat berekende risico's groter worden. De bestuurlijke afweging hoeveel conservatisme je toepast is moeilijk uitlegbaar.

We concluderen dat een veel vervoerde stof met een recente probitrelatie als voorbeeldstof, in combinatie met de volgende aanbevelingen, de voorkeur heeft. Voorgesteld wordt om de voorbeeldstof voor GT2 te laten vervallen, aangezien er geen stoffen ingedeeld zijn in die categorie. Voor categorie LT2 wordt aanbevolen om de herziening van de veel vervoerde stof fosfortrichloride eerst nog te agenderen bij de Toetsgroep probitrelaties. Voor LT4 wordt geadviseerd om de huidige voorbeeldstof methylisocyanaat aan te houden maar wel in combinatie met de recent herziene probitrelatie. Als laatste stellen we voor om eventuele chloortransporten los van stofcategorie GT4/5 door te rekenen met zijn eigen recent herziene probitrelatie.

Referenties

- [1] Werkgroep Basisnet Spoor, Eindrapport Werkgroep Basisnet Spoor, IENM/BSK-2011/151455, 2011
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Verslag over de werking van het Basisnet vervoer gevaarlijke stoffen in 2016, Versie 1.0, IENM/BSK-2017/138093, 9 juni 2017
- [3] Staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu, Regeling Basisnet, Regeling van 28 maart 2014, Stcrt. 2014, 8242
- [4] RIVM, Handleiding Risicoanalyse Transport, versie 1.2, 11 januari 2017, http://www.rivm.nl/Onderwerpen/O/Omgevingsveiligheid/Transport/Handleiding_Risicoanalyse_Transport_HART
- [5] RIVM, RBM II, voorgeschreven programma om de risico's van vervoer van gevaarlijke stoffen te berekenen, http://www.rivm.nl/Onderwerpen/R/RBM_II
- [6] Adviesgroep AVIV BV, Achtergronddocument RBMII, Versie 2.0, Enschede, november 2011
- [7] RIVM, website, Indeling in stofcategorie D4 – zeer toxische vloeistof (spoorvervoer), publicatiedatum 3 april 2015, http://www.rivm.nl/Onderwerpen/O/Omgevingsveiligheid/Transport/Handleiding_Risicoanalyse_Transport_HART/Downloads/Indeling_in_stofcategorie_D4_zeer_toxische_vloeistof_spoorvervoer
- [8] Adviesgroep AVIV BV, Systematiek voor indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen, 2e editie, Enschede, 1999
- [9] Adviesgroep AVIV BV, Systematiek voor indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen - Achtergronddocument, G. Tiemessen, 4 juni 1999
- [10] R. Mante, P. Peeters, M.M. Kruiskamp, B. Wolting, H. Bos, Inventarisatie toepassingsmogelijkheden RBMII voor berekeningen ten behoeve van het 'Basisnet', Bouwdienst, Afdeling Veiligheid, rapport VH-2007-0007, Utrecht, 1 november 2007
- [11] H.G. Bos, R. Mante, Onderzoek RBM II, in het kader van de inventarisatie van de toepassingsmogelijkheden bij de vaststelling van het Basisnet, AVIV rapport 061069, 8 september 2008
- [12] Rijkswaterstaat, Aanbieding update stofcategorie-indeling methodiek, RWS/DVS-2012/471, 18 april 2012
- [13] VROM, PGS1:2005, Deel 4: schade door acute (inhalatoire) intoxicatie, december 2003, <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS1/PGS1-2005-v0.1-deel-4.pdf>
- [14] RIVM, Handleiding Risicoberekeningen Bevi, Versie 3.3, 1 juli 2015, http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Professioneel_Praktisch/Richtlijnen/Milieu_Leefomgeving/Omgevingsveiligheid/Handleiding_Risicoberekeningen_Bevi
- [15] RIVM, M.M.W.M. Ruijten et al., Method for derivation of probit functions for acute inhalation toxicity, RIVM Report 2015-0102
- [16] Rijkswaterstaat, Individuele resultaten van meest recente tellingen (2005-2016) van het vervoer van gevaarlijke stoffen op de weg ten behoeve van nadere analyse,

<http://publicaties.minienm.nl/documenten/2017-09-data-nl-tellingen-per-wegvak>

[17] AVIV stoffenlijst 2017, publicatie volgt

Bijlage A Analyse meest vervoerde stoffen

In deze bijlage is een analyse van de meest vervoerde stoffen uitgevoerd voor de modaliteiten weg, binnenvaart en spoor. Bij de afleiding van de tabellen in deze bijlage zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de indeling van stoffen in stofcategorieën is uitgegaan van de recent geactualiseerde stoffenlijst [17].
- Wanneer een stof zowel toxisch als brandbaar is, dan wordt de telling conform [5] gecorrigeerd met één min de vervolgcans op ontsteking.
- Giftige vloeistoffen en gassen waarvan onvoldoende stofdata bekend zijn om een nadere indeling binnen de stofklasse te maken zijn ingedeeld in LT* of GT*. Deze worden voor de risicoanalyse normaliter ingedeeld bij de meest vervoerde stofcategorieën, respectievelijk LT2 en GT3. Omdat bij deze stofcategorieën niet duidelijk is welke specifieke stof vervoerd wordt, hebben ze voor de huidige analyse geen toegevoegde waarde. Transportaantallen in de categorie LT* en GT* zijn daarom in dit geval niet meegenomen.
- Waarnemingen met een incompleet UN-nummer zijn niet meegenomen in de analyse. Het aantal is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale aantal waarnemingen in een stofcategorie.
- Stoffen die minder dan 0,5% bijdragen aan het totaal vervoer binnen een stofcategorie zijn niet opgenomen in de tabellen van deze bijlage.

Weg

De analyse van meest vervoerde giftige gassen en vloeistoffen over de weg is gebaseerd op cameratellingen van 2013, 2014 en 2015, beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat [16]. Jaarlijks worden in opdracht van Rijkswaterstaat op 20% van het Basisnet-wegennet gedurende een periode van één of twee weken de passerende tankauto's met gevaarlijke stoffen geregistreerd. De tellingen zijn uitgevoerd conform de telmethodiek² van Rijkswaterstaat. Om een indruk te krijgen van de aantallen: bij deze tellingen zijn in totaal 290.009 passerende vrachtwagens geregistreerd, waarvan 7600 (~2,5%) geregistreerd zijn als vervoer van giftige gassen of vloeistoffen. Ongeveer een derde hiervan betreft vervolgens vervoer van niet met naam genoemde stoffen in de categorie GT*/LT* en tot vloeistof gekoelde of verdichte gassen welke niet meegenomen zijn in deze analyse. Wanneer stoffen zowel brandbaar als toxisch zijn, dan is het aantal waarnemingen dat wordt toegerekend aan de giftige stofcategorie gecorrigeerd met de directe ontstekingskans.

In de analyse is bekeken per stofcategorie hoeveel waarnemingen per individuele stof zijn geregistreerd. Het aantal waarnemingen wordt als maatgevend beschouwd voor de vervoersintensiteit van de betreffende

² Rijkswaterstaat, 'Telmethodiek voor het vervoer van gevaarlijke stoffen op de weg', versie 1.1, 23 augustus 2005.

stof. In onderstaande tabellen zijn de meest vervoerde giftige stoffen over de weg per stofcategorie gesorteerd op basis van het aantal waarnemingen. Er zijn geen vervoersaantallen geregistreerd voor de categorieën GT2 en LT4.

Tabel A-1 Weg GT3: meest vervoerde stoffen 2013-2014-2015

UN-nr	Stof	# waarnemingen	% waarnemingen
1005	AMMONIAK, WATERVRIJ	268	76%
1040	ETHYLEENOXIDE	83	24%

Tabel A-2 Weg GT4/5: meest vervoerde stoffen 2013-2014-2015

UN-nr	Stof	# waarnemingen	% waarnemingen
1079	ZWAVELDIOXIDE	105	92%
1083	TRIMETHYLAMINE, WATERVRIJ	5	4%
1017	CHLOOR	3	3%
1061	METHYLAMINE, WATERVRIJ	1	1%
1069	NITROSYLCHLORIDE	1	1%

Tabel A-3 Weg LT1: meest vervoerde stoffen 2013-2014-2015

UN-nr	Stof	# waarnemingen	% waarnemingen
2031	SALPETERZUUR, anders dan roodrokkend, met minder dan 65% salpeterzuur (GEVI nr. 80)	2565	74%
2078	TOLUEENDIISOCYANAAT	528	15%
2023	EPICHLORHYDRINE	251	7%
1093	ACRYLNITRIL, GESTABILISEERD	85	2%

Tabel A-4 Weg LT2: meest vervoerde stoffen 2013-2014-2015

UN-nr	Stof	# waarnemingen	% waarnemingen
2031	SALPETERZUUR, anders dan roodrokkend, met ten minste 65% salpeterzuur (GEVI nr. 85 en 885)	402	85%
1829	ZWAVELTRIOXIDE, GESTABILISEERD (zwavelzuuranhydride, gestabiliseerd)	39	8%
1809	FOSFORTRICHLORIDE	39	4%
1717	ACETYLCHLORIDE	39	1%
1834	SULFURYLCHLORIDE	39	1%

Tabel A-5 Weg LT3: meest vervoerde stoffen 2013-2014-2015

UN-nr	Stof	# waarnemingen	% waarnemingen
1744	BROOM of BROOM, OPLOSSING	135	84%
1790	FLUORWATERSTOFZUUR, met meer dan 85% fluorwaterstof	10	6%
1613	CYAANWATERSTOFZUUR, OPLOSSING IN WATER met ten hoogste 20% cyaanwaterstof	10	6%
1052	FLUORWATERSTOF, WATERVRIJ	3	2%
1295	TRICHOLOORSILAAN (silicochloroform)	2	1%
1786	MENGSEL VAN FLUORWATERSTOFZUUR EN ZWAVELZUUR	1	1%
1818	SILICIUMTETRACHLORIDE	1	1%

Binnenvaart

De analyse van meest vervoerde giftige gassen en vloeistoffen over de binnenwateren is gebaseerd op het aantal scheepspassages bij sluizen en andere telpunten in de jaren 2014, 2015 en 2016, zoals geregistreerd in het Informatie- en Volgsysteem voor de Scheepvaart (IVS90). Conform de Handleiding risicoanalyse transport (HART) wordt alleen het vervoer in tankschepen (te onderscheiden in gastankschip, motortankschip en tankduwbak) betrokken bij de analyse. Dit resulteert in een aantal van 1437 geregistreerde tankscheepspassages met vervoer van giftige gassen of vloeistoffen. Het aantal passages met stoffen die zowel toxisch als brandbaar zijn, zijn weer gecorrigeerd met de directe ontstekingskans.

In de analyse is bekeken per stofcategorie hoeveel scheepspassages per individuele stof zijn geregistreerd. Het totaal aantal passages wordt als maatgevend beschouwd voor de vervoersintensiteit. In onderstaande tabellen zijn de meest vervoerde giftige stoffen in de binnenvaart per stofcategorie gesorteerd op basis van het aantal passages. Uit de gegevens volgt dat er geen transport in de categorieën LT2, LT3, LT4 en GT2 heeft plaatsgevonden. In de categorie GT4/5 is slechts één passage geregistreerd. Daarbij moet worden aangemerkt dat in [1] wel vervoer in categorie LT2 gerapporteerd wordt, maar dit komt dan omdat categorie LT* hierin wordt toegewezen aan LT2.

Tabel A-6 Binnenvaart GT3: meest vervoerde stoffen 2014-2015-2016

UN-nr	Stof	# passages	% passages
1005	AMMONIAK, WATERVRIJ	980	100%

Tabel A-7 Binnenvaart GT4/5: meest vervoerde stoffen 2014-2015-2016

UN-nr	Stof	# passages	% passages
3083	PERCHLORYLFLUORIDE	1	100%

Tabel A-8 Binnenvaart LT1: meest vervoerde stoffen 2014-2015-2016

UN-nr	Stof	# passages	% passages
1093	ACRYLNITRIL, GESTABILISEERD	380	100%

Spoor

Cijfers over de omvang van het spoorvervoer van gevaarlijke stoffen per traject worden jaarlijks door ProRail gecumuleerd uit de wagenlijsten die elke vervoerder voor vertrek van een trein naar ProRail stuurt. De onderstaande analyse is gebaseerd op gegevens over het jaar 2014. In dit jaar heeft ProRail het transport van gevaarlijke stoffen geregistreerd op zowel GEVI- als UN-nummer. Conform HART wordt er gerekend met ketelwagenequivalent, wat betekent dat één containerwagen met giftige stof meetelt als 1/3 ketelwagenequivalent. Daarnaast heeft ProRail een lijst met stoffen aangeleverd die nooit in tankcontainers vervoerd worden, maar enkel in stukgoedcontainers. Conform HART worden deze stoffen niet meegenomen in de analyse.

In de analyse is bekeken per stofcategorie hoeveel ketelwagenequivalent transporten per individuele stof zijn geregistreerd op negen door ProRail geselecteerde representatieve trajecten.³ ProRail geeft aan dat het totaal aantal registraties over deze trajecten redelijk onafhankelijk is van elkaar. Het wordt daarmee als maatgevend beschouwd voor de individuele bijdrage van de verschillende gevaarlijke stoffen aan de totale vervoersintensiteit. In onderstaande tabellen zijn de meest vervoerde giftige stoffen over het spoor per stofcategorie gesorteerd op basis van het totaal aantal registraties op de geselecteerde trajecten. Omdat voorzien wordt dat de indelingsmethodiek voor spoor zal aansluiten bij de methodiek voor weg en water, zijn de vervoersaantallen in dit rapport geanalyseerd op basis van methodiek II. Er zijn geen vervoersaantallen geregistreerd voor de categorieën GT2 en LT4.

Tabel A-9 Spoor GT3: meest vervoerde stoffen 2014

UN-nr	Stof	# registraties	% registraties
1005	AMMONIAK, WATERVRIJ	7445	90%
1040	ETHYLEENOXIDE ^(A)	861	10%

A Ethyleenoxide is volgens methodiek I ingedeeld in cat. A en volgens methodiek II als GF1/GT3. Het aantal registraties is hier gecorrigeerd met een gecombineerde ontstekingskans voor een continu en instantaan falen scenario voor cat. A van 0,62.

³ Het betreft de volgende trajecten: 12.2b1 Breda – Tilburg Universiteit, 12.4a Tongelre Aansluiting – Blerick, 30.2c Rotterdam CS – Gouda (Hoge Gouwe Brug), 30.9c Almelo – Hengelo, 35.2 Dordrecht – Lage Zwaluwe, 40.4a Herfte Aansluiting – Meppel Aansluiting, 50.4a Roermond – Sittard, 71.1f Geldermalsen Aansluiting – Lunetten, 202.1 Kijfhoek Zuid – Betuweroute Meteren.

Tabel A-10 Spoor GT4/5: meest vervoerde stoffen 2014

UN-nr	Stof	# registraties	% registraties
1050	WATERSTOFCHLORIDE, WATERVRIJ (CHLOORWATERSTOF, WATERVRIJ)	19	37%
1061	METHYLAMINE, WATERVRIJ ^(A)	17	33%
1083	TRIMETHYLAMINE, WATERVRIJ ^(A)	7	14%
1069	NITROSYLCHLORIDE	4	8%
1032	DIMETHYLAMINE, WATERVRIJ ^(A)	3	6%
1079	ZWAVELDIOXIDE	1	3%

A Methylamine, trimethylamine en dimethylamine zijn volgens methodiek I ingedeeld in cat. A en volgens methodiek I als GF1/GT3. Het aantal registraties is hier gecorrigeerd met een gecombineerde ontstekingskans voor een continu en instantaan falen scenario voor cat. A van 0,62.

Tabel A-11 Spoor LT1: meest vervoerde stoffen 2014

UN-nr	Stof	# registraties	% registraties
1093	ACRYLNITRIL, GESTABILISEERD ^(A)	8443	97%
1752	CHLOORACETYLCHLORIDE	98	1%
1754	CHLOORSULFONZUUR met of zonder zwaveltrioxide	81	1%
1595	DIMETHYLSULFAAT	64	1%

A Acrylnitril is volgens methodiek II ingedeeld als LF2/LT1. Analoog aan de methode voor weg en water is het aantal registraties hier gecorrigeerd met een ontstekingskans van 0,13.

Tabel A-12 Spoor LT2: meest vervoerde stoffen 2014

UN-nr	Stof	# registraties	% registraties
1809	FOSFORTRICHLORIDE	712	80%
1717	ACETYLCHLORIDE ^(A)	119	13%
1298	TRIMETHYLCHLOORSILAAN ^(A)	53	6%
2334	ALLYLAMINE ^(A)	5	1%

A Deze stoffen zijn volgens methodiek II ingedeeld als LF2/LT2. Analoog aan de methode voor weg en water is het aantal registraties hier gecorrigeerd met een ontstekingskans van 0,13.

Tabel A-13 Spoor LT3: meest vervoerde stoffen 2014

UN-nr	Stof	# registraties	% registraties
1052	FLUORWATERSTOF, WATERVRIJ	283	85%
1744	BROOM of BROOM, OPLOSSING	43	13%
1790	FLUORWATERSTOFZUUR, met meer dan 85% fluorwaterstof	5	2%

Bijlage B Beschikbare probitrelaties meest vervoerde stoffen

Voor de meest vervoerde stoffen (gezamenlijk > 90% over weg, water of spoor) zoals vastgesteld in Bijlage A, worden in deze bijlage de beschikbare probitrelaties gepresenteerd.

Voordat een probitrelatie wordt voorgeschreven in de rekenmethodiek, wordt een stapsgewijs proces doorlopen van afleiding, beoordeling en vaststelling.



Figuur B-1 Stapsgewijs proces vaststellen probitrelatie

De afleiding van een probitrelatie door de Toetsgroep probitrelaties gebeurt sinds 2015 aan de hand van een vastgestelde methodiek op basis van in de literatuur beschikbare gegevens. De methodiek is beschreven in [15]. De methodiek is een grondige revisie van de voor 2015 gebruikte werkwijze voor afleiding, welke is beschreven in PGS1 deel 4 alias 'het groene boek' [13].

In het overzicht van de beschikbare probitrelaties wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende bronnen:

- Probitrelatie zoals opgenomen in tabel 6-6 van HART [4]. Waarbij dient te worden opgemerkt dat er een fout is gemaakt in de betreffende tabel. De probitwaarden voor b en N zijn omgedraaid ten opzichte van de waarden zoals opgenomen in HRB v3.3. Deze fout is in onderstaande tabellen gecorrigeerd.
- Probitrelatie zoals opgenomen in Module B, tabel 15 van HRB v3.3 [13].
- Probitrelatie afgeleid door de Toetsgroep probitrelaties op basis van de oude voor 2015 gebruikte werkwijze voor afleiding.
- Probitrelatie afgeleid door de Toetsgroep probitrelaties op basis van de in 2015 vastgestelde methodiek.

Bij het opstellen van de stofindelmethode [8] heeft AVIV destijds ook probitrelaties gerapporteerd, maar een beschrijving van de methode voor afleiding of bronvermeldingen voor de toxiciteitsgegevens ontbreken daarin. Deze probitrelaties zijn daarom niet opgenomen in het onderstaande overzicht.

Ten slotte is er, indien beschikbaar, ook een assessment factor opgenomen in de tabellen. Deze wordt door de Toetsgroep gebruikt om de humane equivalente LC₅₀ af te leiden. Een hogere assessment factor betekent dat er meer onzekerheid is in de afleiding van de probitrelatie en is een maat voor het conservatisme dat is toegepast om de humane LC₅₀ af te leiden.

Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen op basis van methodiek II

Tabel B-1 LT1: Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen

UN	Stofnaam	% weg	% water	% spoor	Probitrelatie (C in mg/m ³)				
					Bron	a	b	N	fact.
1093	Voorbeeldstof LT1 ACRYLNITRIL, GESTABILISEERD	2%	100%	97%	HART v1.2	-8,6	1	1,3	-
					HRB v3.3	-8,6	1	1,3	-
					Toetsgroep < 2015	-17,3	1,9	1	3
					Toetsgroep ≥ 2015	-17,3	1,7	1,2	3
2031	SALPETERZUUR, anders dan roodrokend, met minder dan 65% salpeterzuur (GEVI nr. 80)	74%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
2078	TOLUEEN- DIISOCYANAAT	15%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-5,65	1,0	2,0	18
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
2023	EPICHLORHYDRINE	7%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-10,7	1,0	2,0	6
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-

Tabel B-2 LT2: Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen

UN	Stofnaam	% weg	% water	% spoor	Probitrelatie (C in mg/m ³)				
					Bron	a	b	N	fact.
1277	Voorbeeldstof LT2 PROPYLAMINE	N.R.	N.R.	N.R.	HART v1.2	-15,0	1,0	2,0	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-14,6	1,0	2,0	6
1717	ACETYLCHLORIDE	1%	N.R.	13%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
1809	FOSFORTRI- CHLORIDE	4%	N.R.	80%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-8,5	1,0	2,0	27
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
1829	ZWAVELTRIOXIDE, GESTABILISEERD (zwavelzuuranhydride , gestabiliseerd)	8%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-14,2	1,6	1,3	3
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
2031	SALPETERZUUR, anders dan roodrokend, met >65% salpeterzuur	85%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-

Tabel B-3 LT3: Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen

UN	Stofnaam	% weg	% water	% spoor	Probitrelatie (C in mg/m ³)				
					Bron	a	b	N	fact.
1092	Voorbeeldstof LT3 ACROLEINE, GESTABILISEERD	N.R.	N.R.	N.R.	HART v1.2	-4,1	1	1	-
					HRB v3.3	-4,1	1	1	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-9,79	1,9	1,1	2
1052	FLUORWATERSTOF, WATERVRIJ	2%	N.R.	85%	HART v1.2				
					HRB v3.3	-8,4	1,0	1,5	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-13,2	1,8	1,1	3
1744	BROOM of BROOM, OPLOSSING	84%	N.R.	13%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-12,4	1,0	2,0	
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-12,2	1,6	1,3	3
1613	CYAANWATERSTOFZU UR, OPLOSSING IN WATER met ten hoogste 20 % cyaanwaterstof	6%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-

Tabel B-6 GT3: Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen

UN	Stofnaam	% weg	% water	% spoor	Probitrelatie (C in mg/m ³)				
					Bron	a	b	N	fact.
1005	Voorbeeldstof GT3 AMMONIAK, WATERVRIJ	76%	100%	90%	HART v1.2	-15,6	1	2	-
					HRB v3.3	-15,6	1	2	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-16,5	1	2	1
1040	ETHYLEENOXIDE	24%	N.R.	10%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-6,80	1,0	1,0	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-17,5	1	2	1

Tabel B-7 GT4/5: Overzicht probitrelaties meest vervoerde stoffen ^(A)

UN	Stofnaam	% weg	% water	% spoor	Probitrelatie (C in mg/m ³)				
					Bron	a	b	N	fact.
1017	Voorbeeldstof GT4/5 CHLOOR	3%	N.R.	N.R.	HART v1.2	-6,4	0,5	2,8	-
					HRB v3.3	-6,4	0,5	2,8	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-13,6	1,9	1,0	3
1032	DIMETHYLAMINE, WATERVRIJ	N.R.	N.R.	6%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-12,6	1,0	2,0	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-15,3	1,0	2,0	3
1050	WATERSTOFCHLORIDE, WATERVRIJ (CHLOORWATERSTOF, WATERVRIJ)	N.R.	N.R.	36%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-37,3	3,7	1,0	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-17,1	1,5	1,4	1
1061	METHYLAMINE, WATERVRIJ	1%	N.R.	32%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-15,0	1,1	1,9	3
1069	NITROSYLCHLORIDE	1%	N.R.	7%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-	-	-	-
1079	ZWAVELDIOXIDE	92%	N.R.	3%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-19,2	1,0	2,4	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-12,6	1,0	2,0	6
1083	TRIMETHYLAMINE, WATERVRIJ	4%	N.R.	14%	HART v1.2	-	-	-	-
					HRB v3.3	-	-	-	-
					Toetsgroep < 2015	-	-	-	-
					Toetsgroep ≥ 2015	-16,4	1,0	2,1	3

A Perchlorylfluoride (UN 3083) is niet opgenomen in deze tabel omdat van deze stof slechts één keer een transport per binnenvaart is geregistreerd.

Bijlage C Analyse risicorepresentativiteit

In Bijlage B zijn de veel vervoerde stoffen waarvoor ook probitrelaties beschikbaar zijn geïdentificeerd. In deze bijlage wordt het plaatsgebonden risico voor deze stoffen met de meest recente probitrelatie bepaald en vergeleken met de verschillende opties voor actualisatie van de giftige voorbeeldstoffen: huidige voorbeeldstof aanhouden (optie 1), nieuwe voorbeeldstof op basis van veel vervoerde stof en actuele probitrelatie (optie 2) of een virtuele voorbeeldstof (optie 3). Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt in welke mate de verschillende actualisatiemogelijkheden representatief zijn voor risico dat gepaard gaat met het vervoer van gevaarlijke stoffen in de betreffende stofcategorie.

Definitie van virtuele voorbeeldstoffen

De virtuele voorbeeldstof definiëren we op basis van fysische stoffeigenschappen van de veel vervoerde stof in combinatie met een rekenkundig bepaalde probitrelatie op basis van de stofcategoriegrenzen. Het is een beleidsmatige afweging hoe conservatief de probitrelatie van de virtuele voorbeeldstof wordt gekozen. Om inzicht te verschaffen in de spreiding in risicore resultaten is er een midden ofwel 'best-estimate' (optie 3a) en een strenge virtuele probitrelatie (optie 3b) afgeleid. Daarbij wordt de methode van de Toetsgroep probitrelaties [15] gevolgd. In Tabel C-1 zijn de relevante gegevens van de virtuele voorbeeldstoffen weergegeven.

Tabel C-1 Overzicht gegevens virtuele voorbeeldstoffen ^(A)

Voorbeeldstof	Fysische stoffeigenschappen n o.b.v.	LC ₅₀ (1 h, ppmv)	AF ^(B)	Probitrelatie ^(C) (C in mg/m ³)		
				a	b	N
LT1 midden	Acrylnitril	3000	3	-14,6	1	2
LT1 streng	Acrylnitril	1000	6	-11,0	1	2
LT2 midden	Fosfortrichloride	550	3	-13,1	1	2
LT2 streng	Fosfortrichloride	100	6	-8,3	1	2
LT3 midden	Broom	550	3	-13,4	1	2
LT3 streng	Broom	100	6	-8,6	1	2
LT4 midden	Methylisocyanaat ^(B)	55	3	-6,7	1	2
LT4 streng	Methylisocyanaat ^(B)	10	6	-1,9	1	2
GT3 midden	Ammoniak	30000	3	-16,9	1	2
GT3 streng	Ammoniak	10000	6	-13,3	1	2
GT4/5 midden	Zwavel dioxide	5500	3	-16,2	1	2
GT4/5 streng	Zwavel dioxide	1000	6	-11,4	1	2

- A Voor stofcategorie GT2 is geen virtuele voorbeeldstof afgeleid omdat er geen stoffen ingedeeld zijn in GT2.
- B AF is de assessment factor. Voor de midden optie wordt uitgegaan van de defaultwaarde AF=3, terwijl voor de strenge virtuele probit conservatief uitgegaan wordt van AF=6.
- C Bij de afwezigheid van stofspecifieke data wordt er uitgegaan van defaultwaarden b=1 en N=2.

Uitgangspunten bij de berekeningen

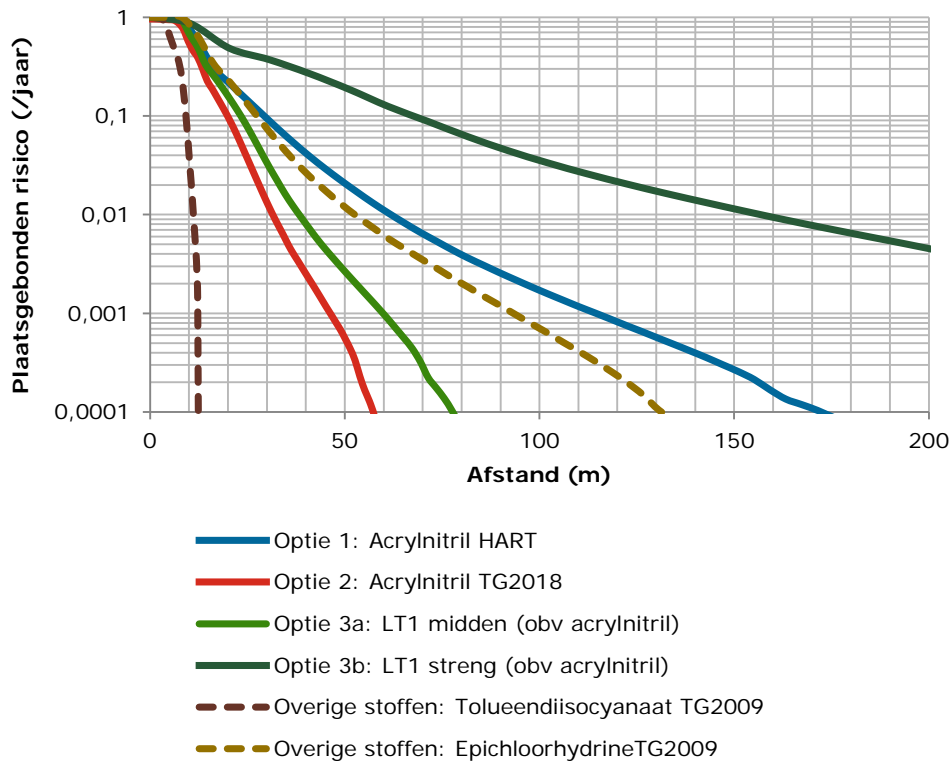
- Per stof is het plaatsgebonden risico berekend met het rekenpakket Safeti-NL 8.0.
- De berekende risicoresultaten zijn relatief. Er is geen rekening gehouden met een initiële ongevalsfrequentie, maar wel met de vervolgmogelijkheden voor faalscenario's.
- Er is uitgegaan van twee standaard scenario's voor het falen van een spoorketelwagon conform HART [4]:
 - instantaan vrijkomen
 - continu vrijkomen van de inhoud door een gat in de tank.
- Het falen van een tankwagen of tankschip zal leiden tot andere risicoafstanden maar de onderlinge verschillen tussen individuele stoffen zullen vergelijkbaar zijn met de risico's berekend voor de spoorketelwagon.
- Er is voor de giftige gassen geen additionele warme BLEVE-scenario gemodelleerd (normaliter van toepassing bij gelijktijdige aanwezigheid van brandbare vloeistof in de trein).
- Wanneer stoffen zowel toxisch als brandbaar zijn, dan zijn alleen de giftige effecten berekend.
- Voor giftige vloeistoffen is er gerekend met een tankinhoud van 80 m³, 9 °C, atmosferische druk en een tankhead van 2 m. Alleen in geval van toluendiisocynaat is er uitgegaan van een opslagtemperatuur van 45 °C.⁴
- Voor giftige gassen is er gerekend met een tankinhoud van 80 m³, 9 °C en verzadigingsdruk (tot vloeistof verdicht).
- De meteorologische dag/nachtverhouding is 0,29 / 0,71 en de weersgegevens van Soesterberg zijn gebruikt.

Rekenresultaten

LT1

Op dit moment wordt acrylnitril als voorbeeldstof gebruikt. Dit is voor water en spoor de meest vervoerde stof en er is een herziene probitrelatie. De probitrelatie in HART is niet meer actueel, maar deze is wel conservatief ten opzichte van de herziene probitrelatie van acrylnitril en de nog niet herziene probitrelaties van toluendiisocynaat en epichloorhydrine. De fictieve probitrelaties midden en streng resulteren in een hoger risico dan de herziene probitrelatie van acrylnitril.

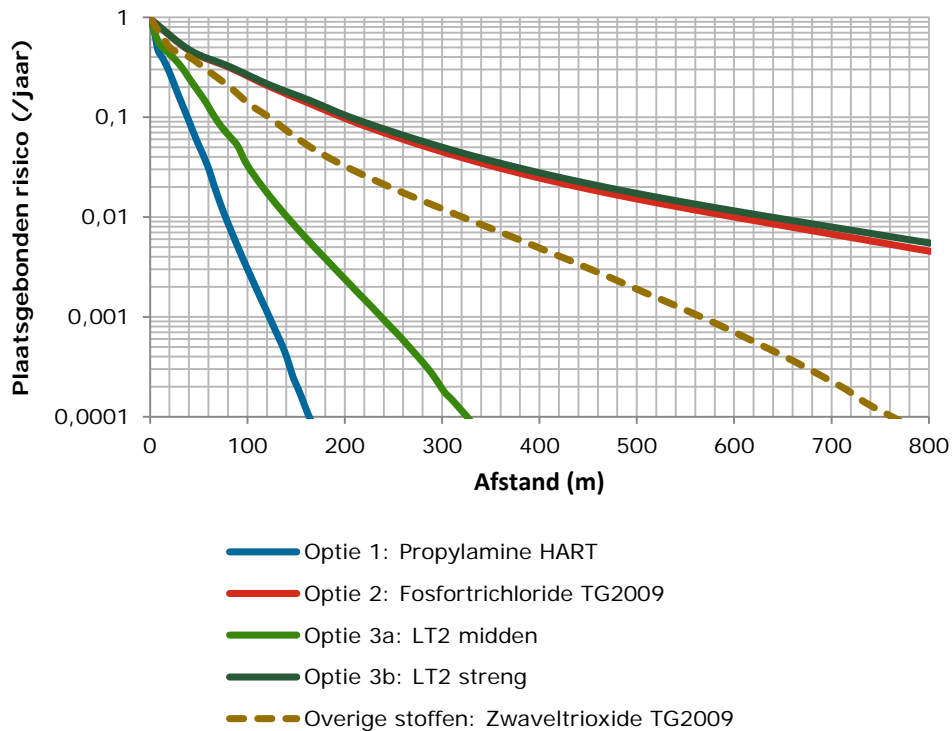
⁴ Toluendiisocynaat wordt verwarmd getransporteerd omdat het stolt bij temperaturen lager dan 17 °C (ref. ISOPA richtlijnen voor veilig laden / lossen / transport / opslag van TDI en MDI in bulk).



Figuur C-1 Risicoresultaten LT1

LT2

De huidige voorbeeldstof propylamine is sinds de actualisatie van de stoffenlijst niet meer ingedeeld als LT2 maar als LF2. Fosfortrichloride is de meest vervoerde stof waarvoor een probitrelatie beschikbaar is, maar deze is niet recent herzien. Het risico van deze stof komt op dit moment overeen met de strenge fictieve probit en overschat waarschijnlijk de werkelijke risico's van de vervoerde stoffen.

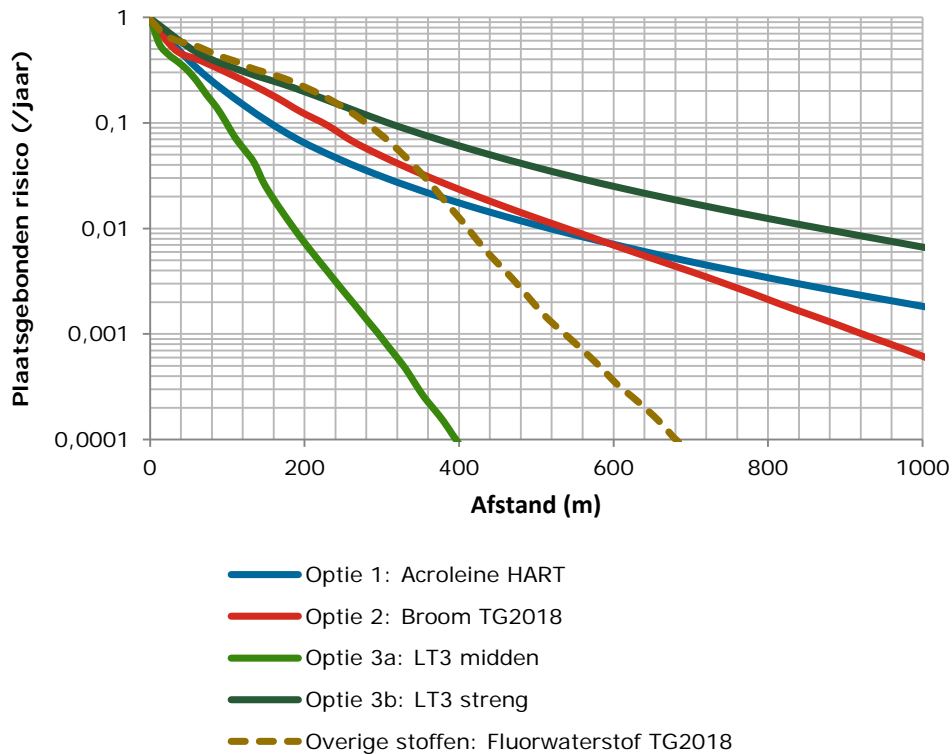


Figuur C-2 Risicoresultaten LT2

LT3

LT3 wordt volgens HART doorgerekend met acroleïne. Met de actualisatie van de stoffenlijst is deze stof ingedeeld in LT4.

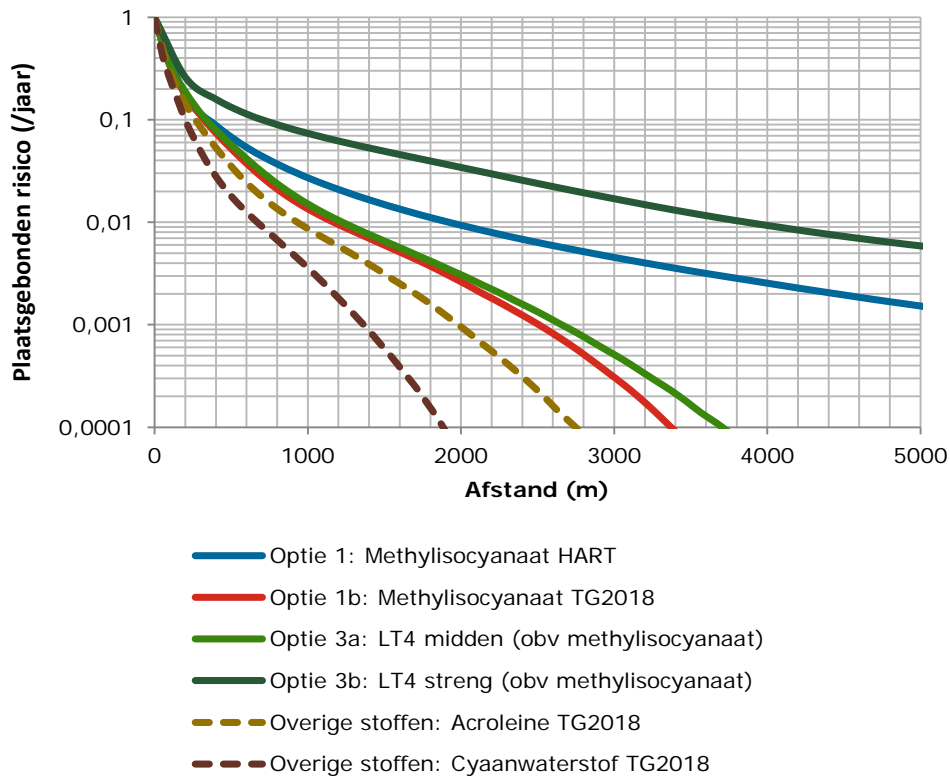
Fluorwaterstof (spoor) en broom (weg) zijn de meest vervoerde stoffen met actuele probitrelaties. Tot 360 m zijn de risico's van fluorwaterstof iets groter terwijl daarbuiten de risico's van broom aanzienlijk groter zijn, wat broom de meer conservatieve optie maakt. Daarnaast wijkt fluorwaterstof af van andere stoffen omdat het dimeren in de lucht vormt, waar RBM2 geen rekening mee houdt. De herziene probitrelatie van broom ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.



Figuur C-3 Risicoresultaten LT3

LT4

Er zijn geen transporten waargenomen in LT4. Voor de huidige voorbeeldstof methylisocyaan is een herziene probitrelatie beschikbaar. De risico's met de herziene probitrelatie zijn lager dan de huidige maar hoger dan die van acroleïne en cyaanwaterstof, die ook ingedeeld zijn in LT4 en beschikken over een actuele probitrelatie. De fictieve probitrelaties midden en streng resulteren in een hoger risico dan de herziene probitrelatie van methylisocyaan.



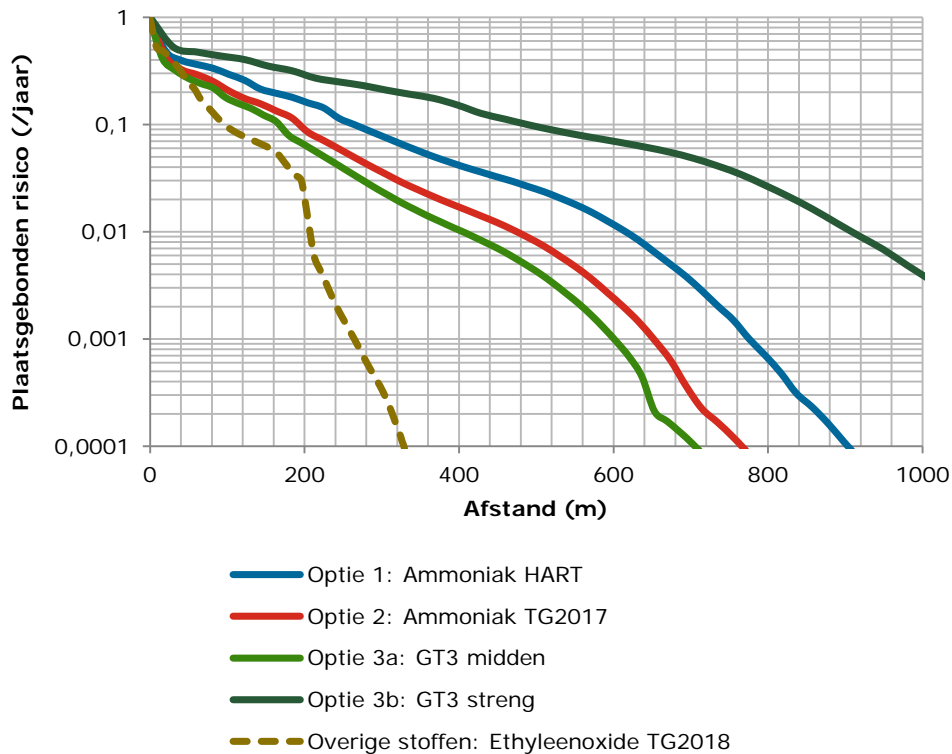
Figuur C-4 Risicoresultaten LT4

GT2

Er zijn in de geactualiseerde stoffenlijst geen stoffen ingedeeld in GT2. Dit volgt uit de LC_{50} stofindelingsgrenzen voor GT2 die buiten het bereik van ADR en UN-nummertoekenning vallen. Het is daarom niet mogelijk om transportaantallen van GT2 te monitoren en ook niet mogelijk om voor GT2 een beschouwing van de risico's te maken.

GT3

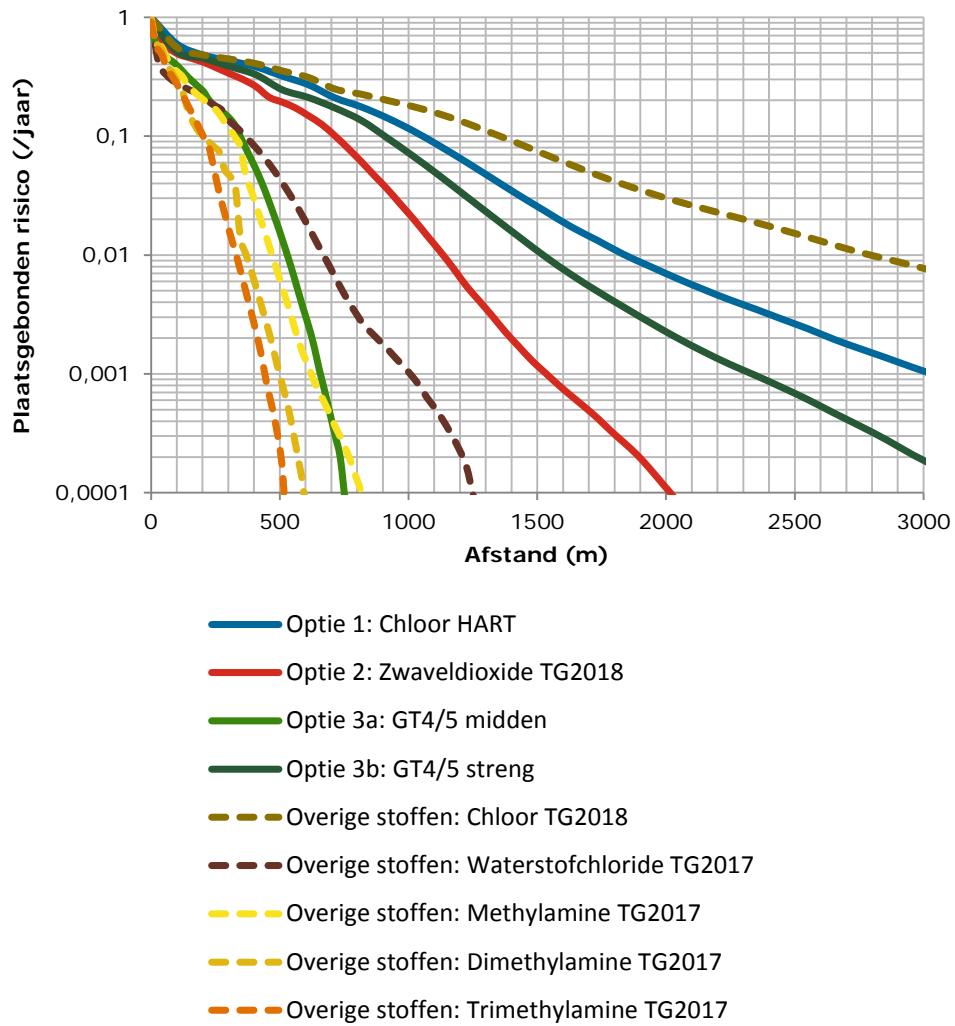
De huidige voorbeeldstof ammoniak is ook de meest vervoerde stof en er is een herziene probitrelatie beschikbaar. De risico's met de herziene probitrelatie zijn lager dan de huidige maar hoger dan die van ethyleenoxide, die ook vervoerd wordt in GT3. De herziene probitrelatie van ammoniak ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.



Figuur C-5 Risicoresultaten GT3

GT4/5

GT4/5 wordt volgens HART doorgerekend met chloor, welke alleen over de weg incidenteel wordt vervoerd. Waterstofchloride (spoor) en zwaveldioxide (weg) zijn de meest vervoerde stoffen met actuele probitrelaties. De berekende risico's van zwaveldioxide zijn groter dan die van waterstofchloride en andere vervoerde stoffen en daarmee conservatief voor de gehele categorie met uitzondering van chloor. De herziene probitrelatie van zwaveldioxide ligt tussen de fictieve midden en strenge probit in.



Figuur C-6 Risicoresultaten GT4/5

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag