

Rapport: Stage Veilige Energietransitie

Het waarborgen van de externe veiligheid in een veranderend energielandschap

Datum: vrijdag 13 juni 2025

Versie: finaal

Student: Luuk van Lunteren

Student nummer: 1017126

Host organisatie: Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu

Host afdeling: Omgevingsveiligheid

Host stage coördinator: Brian Corbet PhD.

Projectleider: Henriëke Heideman PhD.

Onderwijsinstelling: Wageningen University and Research

Vakgroep: Environmental Technology

Course code: ETE123456

Periode: februari 2025 - juni 2025

Stages supervisor: Wei-Shan Chen PhD.

Stage coördinator: Katarzyna Kujawa PhD.

Disclaimer:

Dit document is onderdeel van een WO-stage bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) als onderdeel van twee master programma's aan de Wageningen Universiteit. De inhoud van dit document reflecteert geen formeel standpunt of opinie van het RIVM noch van de Wageningen Universiteit en dient daarmee louter beschouwt te worden als een educatieve exercitie.

Leeswijzer

Dit document betreft een stageverslag in het kader van een dubbel master programma van de master aan Wageningen Universiteit. Dit stageverslag is opgedeeld in een drietal delen. Het eerste deel van dit verslag geeft een beschrijving van de werkzaamheden, geschiedenis en organisatiestructuur van de gastorganisatie van deze stage, het Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). De stage vond plaats binnen de afdeling Omgevingsveiligheid van het RIVM, vanuit waar twee verschillende stageopdrachten waren toegewezen aan deze stageplaats. De overige delen van dit document verslaan elk een van de twee stageopdrachten. De eerste stageopdracht behelst een verkenning van mogelijke trends die in de toekomst het vervoer van gevaarlijke stoffen kunnen gaan beïnvloeden. De tweede opdracht is een onderzoek naar de faaldruk van tankauto's ten behoeve van de actualisatie van een rekenmodel. Beide stageopdrachten zijn nader samengevat in de management samenvatting. Elk van de delen heeft een eigen inleiding en conclusie, met het doel om als zelfstandige onderdelen gelezen te kunnen worden.

Management samenvattingen

Dit verslag is het eindproduct een 19 weken durende stage *Veilige Energietransitie*, georganiseerd en gefaciliteerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), binnen de afdeling Omgevingsveiligheid (OMV). Deze stage is gedaan in het kader van een dubbel master programma van de master Environmental Sciences in combinatie met de master Governance of Sustainability Transformations, aan de Wageningen Universiteit onder de vakgroep Environmental Technology.

Door de omschakeling naar hernieuwbare energiebronnen verandert het energielandschap in Nederland. Hierdoor is er nieuwe en andersoortige infrastructuur nodig, en ontstaan er nieuwe transportstromen waar andere juist verdwijnen. Met deze veranderingen veranderen ook de risico's voor de omgeving. Vanuit haar taakstelling, draagt het RIVM bij aan het bevorderen en behouden van een leefomgeving, waarin inwoners gezond en veilig kunnen wonen, werken en leven. De stage *Veilige Energietransitie* is gericht op externe veiligheidsvraagstukken die ontstaan ten gevolge van de huidige energietransitie. De twee stageopdrachten die het onderdeel zijn van deze stage hadden op hun beurt ten doel bij te dragen aan deze taak van het RIVM.

De eerste en daarnaast grootste stage opdracht behelsde het verrichten van een aanvullend verkennend onderzoek naar trends die mogelijk het toekomstige vervoer van gevaarlijke stoffen kunnen gaan beïnvloeden. Deze stageopdracht haakt aan bij een lopend project met hetzelfde onderwerp in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Voor dit project als de stageopdracht wordt gebruikt gemaakt van de DESTEP¹ methode, waarbij door middel van een brede informatiescan langs een aantal verschillende perspectieven en diverse stakeholder raadplegingen trends worden geïdentificeerd die het vervoer van gevaarlijke stoffen kunnen beïnvloeden. Het doel van dit onderzoek is om onder andere het Ministerie te informeren welke trends er zijn en daarbij ook eventuele handreikingen aan te dragen. Het lopende project was specifiek gericht op de ontwikkelingen in Nederland. Deze stageopdracht daarentegen was toegespitst op de ontwikkelingen in de buurlanden, specifiek Duitsland en België, vanuit de gedachte dat de trends aldaar ook de externe veiligheid in Nederland kunnen raken.

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat er momenteel nog geen eenduidig toekomstbeeld te schetsen is dat kan laten zien hoe het vervoer van gevaarlijke stoffen zich mogelijk kan gaan ontwikkelen. Op basis van het literatuuronderzoek kamen er diverse ontwikkelingen naar boven die gedeeltelijk onder te verdelen zijn in vier hoofdthema's: energietransitie, klimaatverandering, economische ontwikkelingen en (cyber)dreigingen. Zowel de ontwikkelingen in Duitsland als België laten zien dat er veel onzekerheden zijn over hoe het vervoer van gevaarlijke stoffen er op de (middel) lange termijn uit kan gaan zien.

Een tweede stageopdracht heeft betrekking op een onderzoek naar de faaldruk van tankauto's die veelal gebruikt voor het vervoer van diverse gevaarlijke (vloeistof)stoffen en gassen. Het RIVM wil de huidige rekenvoorschriften die voor tankauto's die gevaarlijke ladingen vervoeren actualiseren naar aanleiding van nieuwe ontwikkelingen en ervaringen. Het voornaamste doel is om met de nieuwe rekenvoorschriften de gevolgen van een *boiling liquid expanding vapour explosion* (BLEVE) beter te kunnen modelleren. Voor dit onderzoek zijn in totaal acht stoffen mee genomen: gecombineerde en gekoelde waterstof, ammoniak, methanol, LNG, LPG, benzine en diesel. De eerste vier stoffen zouden mogelijk meer vervoerd kunnen gaan worden als gevolg van de energietransitie, de overige stoffen worden momenteel op grote schaal getransporteerd.

Deze stageopdracht is een vooronderzoek om de huidige geldende wettelijke bepalingen en normen, zoals vastgelegd in het ADR² verdrag, rondom het transport van deze gevaarlijke stoffen te identificeren. Deze bepalingen en normen vormen dadelijk het kader waar de nieuwe modellen ten dele op gebaseerd kunnen worden en welke vervolgens het nieuwe rekenvoorschrift kan informeren. De bevindingen in dit onderzoek zijn daarmee onder andere de specifieke constructie eisen die gelden voor het vervoer van de acht eerdergenoemde stoffen.

¹ DESTEP: demografische, economische, technologische, ecologische en politieke perspectieven.

² UN Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road.

Inhoudsopgaven

Leeswijzer	2
Administratieve details.....	Error! Bookmark not defined.
Management samenvattingen	3
Deel I: Beschrijving organisatie en afdeling	5
About the RIVM.....	Error! Bookmark not defined.
About the department of Environmental Safety	Error! Bookmark not defined.
Deel II: Stageopdracht verkenning vervoergevaarlijke stoffen	9
Introductie stageopdracht VGS	Error! Bookmark not defined.
Methodologie.....	Error! Bookmark not defined.
Hoofdstuk 1 – Trends VGS België	9
Hoofdstuk 2 – Trends VGS Duitsland	10
Hoofdstuk 3 – Interne stakeholdersessie	15
Conclusie	18
Referenties	19
Deel III: Stageopdracht faaldruk tankauto's.....	21
1. Inleiding:	Error! Bookmark not defined.
2. Project beschrijving.....	Error! Bookmark not defined.
3. Relevante wet- en regelgeving	Error! Bookmark not defined.
3.1 Leeswijzer	Error! Bookmark not defined.
3.2 Overzicht stoffen	Error! Bookmark not defined.
3.3 Relevante bepalingen voor Ammoniak	Error! Bookmark not defined.
3.4 Relevante bepalingen voor Gecomprimeerde Waterstof	Error! Bookmark not defined.
3.5 Relevante bepalingen voor Liquified Petroleum Gas (LPG)	Error! Bookmark not defined.
3.6 Relevante bepalingen voor Diesel	Error! Bookmark not defined.
3.7 Relevante bepalingen voor Benzine	Error! Bookmark not defined.
3.8 Relevante bepalingen voor Methanol	Error! Bookmark not defined.
3.9 Relevante bepalingen voor Gekoelde waterstof	Error! Bookmark not defined.
3.10 Relevante bepalingen voor LNG	Error! Bookmark not defined.
Conclusie	Error! Bookmark not defined.
Referenties.....	Error! Bookmark not defined.
Appendix – onderliggende bepalingen	Error! Bookmark not defined.

Deel I: Beschrijving organisatie en afdeling

About the RIVM

A brief history of the RIVM

The Dutch National Institute for Public health and the Environment – Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – (RIVM) is an independent governmental knowledge institute tasked with researching, signaling and advising on subjects related to public health and the environment. The RIVM has a long and rich history as an institution, dating back to at least 1909. Over the past 116 years, the institute has gained new responsibilities and lost others, however its core task remained the same, to keep the Dutch population healthy and protected. Originally the institute was founded to study diseases like cholera and typhoid, with the aim of developing cures for these. A decade later, the institute also started with developing and producing vaccines and serums.

During the '30s and '40s the institute was structurally underfunded and as a consequence did not have the capacity to conduct a lot of the vital research needed nor could it meet the demand for vaccines and serums. After the second world war, the RIVM received large sums of earmarked Marshall plan aid, which allowed the RIVM to expand greatly and in 1953 it moved to its current location in Bilthoven. The Marshall plan funds also served a military purpose, namely that in the case of armed conflict, the RIVM would be able to produce vaccines and serums for the NATO alliance.

Around the same time, the RIVM started conducting the first population studies for certain diseases, as well as, developing and producing vaccines against polio and measles. In 1957 the RIVM started a very successful vaccine program which still runs to this day. In the following years the institute's tasks expanded in multiple directions, including radiation research and medicine approval. During the '60s and '70s the RIVM also was increasingly tasked with monitoring and researching environmental issues like pesticide and air pollution, as its impact on the general public became more apparent. Near the end of the last century, the RIVM also started reporting on global environmental issues like climate change. Furthermore, this period was also characterized by the European integration projects, in which the RIVM had an important role to fulfill.

With the start of the new millennium also new threats arose, which meant that the RIVM once more needed to adapt and expand accordingly. This included building resilience for new forms of chemical, biological and nuclear terrorism following 9/11 and dealing with epidemics of diseases like BSE, SARS and Q-fever, all the while, the existing research and tasks continued. During the next ten years or so, the RIVM also started monitoring for antibiotic resistance, as well as preparing for an possible Ebola outbreak along with publishing other meaning full studies.

More recently, during the Covid pandemic, the RIVM played a central role in trying to mitigate the outbreak and featured frequently in news headlines. Meanwhile, the RIVM also regularly made headlines with its reports related to nitrogen emissions in light of the Dutch nitrogen crisis. Additionally, other pollutants like PFAS, PAHs and metal emissions have also been the subject of recent high-profile RIVM reports. Besides these developments, the RIVM in recent years also opened up much more to social science perspectives and insights during this period. This means that the RIVM now for example also investigates perceived safety risks by citizens in addition to executing behavioral studies.

How does the RIVM work

The institute is an organization under the Dutch Ministry of Health, Welfare and Sport, however it receives funding from other ministries as well, such as the Ministry for Infrastructure. Furthermore, it also works with other public actors, both domestic and abroad. Regardless of these connections the RIVM is an independent institution, meaning that it has a lot of autonomy over how it executes its tasks. This independence is protected through a dedicated law which also lays out the purpose and responsibilities of the institution.

The RIVM has three core tasks: researching, signaling and advising.

Researching: The most fundamental research includes the monitoring of various pathogenic and environmental parameters, such as viral genetic material in municipal wastewater or industrial pollution in rivers. Other types of research conducted by the RIVM are population studies, for example on the prevalence of various types of cancer. Additionally, the RIVM is also involved in the approval process for new medical treatments.

Signaling: Society and the environment are constantly confronted with new threats. In order to anticipate these threats well, public actors like ministries ask the RIVM to conduct investigations with the purpose to identify these new potential threats.

Advising: Other public actors frequently ask the RIVM for advice on certain topics. This could for example be a ministry that wants to know what is the most effective way to mitigate a certain epidemic, or a municipality that wants to know the best way to monitor air pollution or another agency that wants advice on how to promote worker safety. However, in specific cases the RIVM also advises public actors.

However, the institute for example also coordinates various programs like the vaccination program for children and infants, maintains software packages and information platforms that can inform safety risks assessments, as well as upholding an environmental disaster response unit that can be deployed immediately when a large disaster occurs.

Nowadays the RIVM no longer produces vaccines itself, however, it still coordinates distribution of vaccines in addition to monitoring the incidence of flu and Covid infections. Furthermore, the RIVM also has an extensive support staff that facilitate all its operations. Besides the IT, finance and HR department, the RIVM also has departments dedicated to research and data services, to support the scientific research that is conducted at the institute.

For the year 2025 the RIVM has a budget of over € 700 million and it currently employs over 2000 people, excluding people that work indirectly for the institute. Because the institute is so large, and its tasks cover such a wide variety of expertise, the organizational structure consequently is also quite stratified. As shown in the organizational chart Figure 1, the RIVM is divided into six domains besides domain general, with each domain being further divided into three to five 'centers', which are also subdivided to up to seven departments.

Two of these domains fulfill a supporting roles, by providing all the information and administrative services needed to run the institute. The four remaining domains each focus on one of the core competences of the RIVM, studying infection diseases, coordinating vaccination programs and public health monitors, executing public health studies, and lastly investigating environmental and public safety issues. Within each of these domains, each center then also fulfills a subtasks e.g. coordinating the vaccination programs or doing populating studies. Then the departments in these centers focus on a specific region, disease or problem.

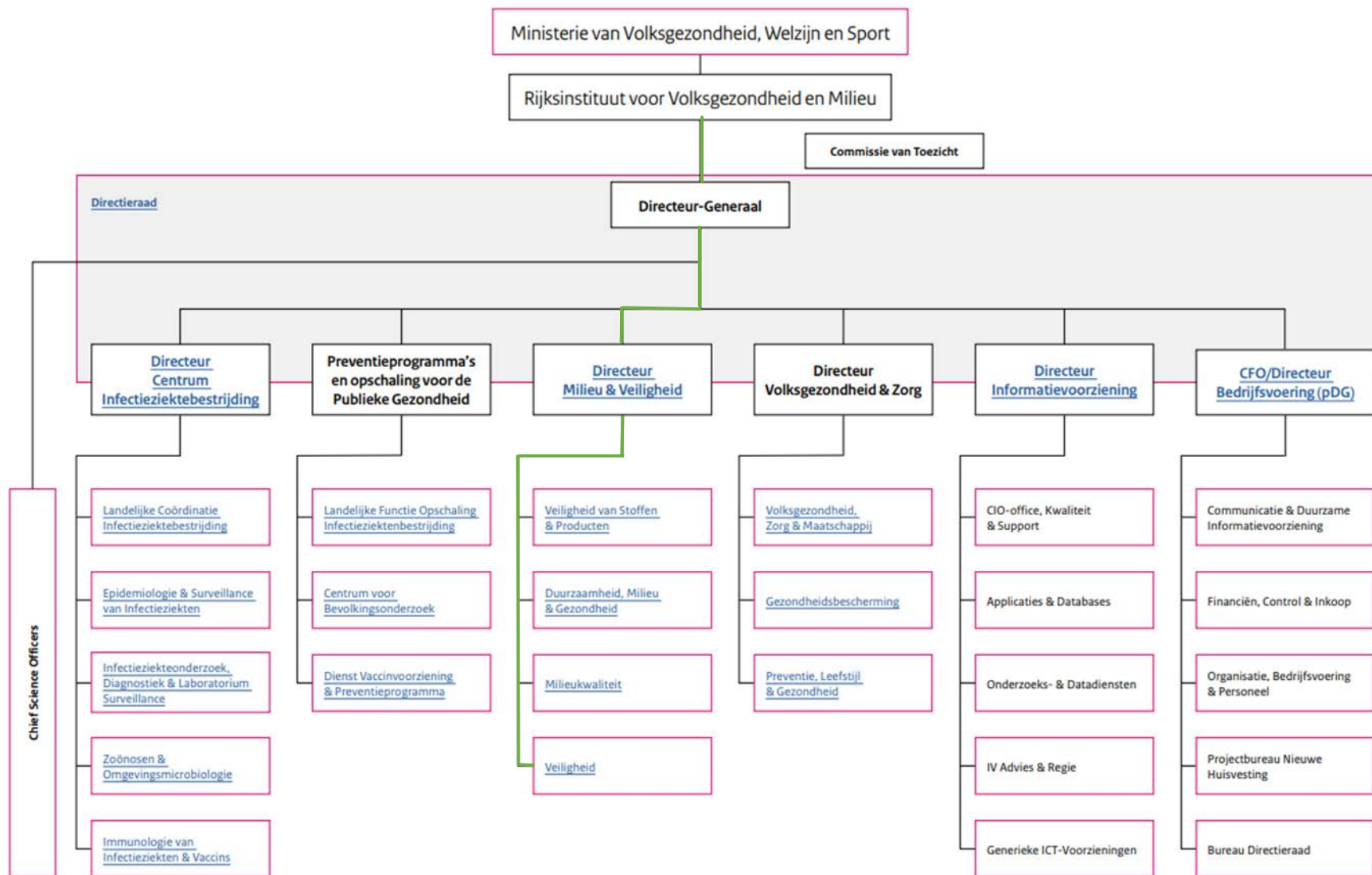
About the department of Environmental and Industrial Safety

This internship project was executed under the department of Environmental and Industrial Safety (Omgevingsveiligheid, OMV), which falls under the center Safety, which is a part of the domain Environment and Safety. Notably, the word 'environment' in the name of the domain should be understood in the broadest sense of the word, whereas the 'environment' in the departments name needs to be understood more as the public living space where people live and work. Suffice to say that within the RIVM the word 'environment', means different things to different people. The same is true for the word 'safety'. Within the center Safety, the word safety is generally understood as protecting against acute lethal hazards, like explosions, fires and suffocation. Whereas, in other departments safety refers to for example food safety and the adverse health effects (lethal or non-lethal) of long term exposure to certain micropollutants. Consequently, the center Safety, is mostly concerned with researching and advising on ways to protect citizens from lethal dangers that are the consequence specific incidents. This includes, among others, Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) accidents and even deliberate CBRN incidents resulting from terrorism or sabotage. The six departments

in the center Safety, all have an specific focus, some focus specially on nuclear radiation, and others on public perception, behavior and worker safety.

The department of Environmental and Industrial Safety, focuses primarily on potential incidents such as infrastructure failure, transport risks and industrial accidents. This encompasses a broad range of possible accidents like an exploding gas station, a large scale battery storage facility that is on fire or even an wind turbine blade that breaks off. Within the department there are several core tasks being executed:

- The development and maintenance of a diverse range of calculation tools with corresponding software packages that both public and private organizations can use to assess the external safety aspects of certain activities. The RIVM also develops these in cooperation with different stakeholders. In total, the department of Environmental and Industrial Safety has six of these calculation models, each dedicated to a specific type of hazardous activities.
- Additionally, the RIVM also has created an environmental safety 'manual', which serves to inform various public and private stakeholders about the responsibilities of each actor and provides resources to help ascertain if and where particular protection measures should be taken. This manual is constantly updated, as new insights to improve external safety are continuously gained. Similar to the manual, the RIVM also keeps up an online database, detailing various measures and best practices based on real world experiences, which can be consulted by various stakeholders to inspire new safety policies.
- Within the department there also is an team dedicated to subject of the international carriage of dangerous good. This team, together with people from the ministry of infrastructure, represents the interests of the Netherlands in various UN related international bodies. In these international bodies, new rules and guidelines are discussed related to the carriage of dangerous goods. This includes goods like, munitions, fireworks, hazardous biological and nuclear materials, as well as, a long list of explosive flammable, toxic, corrosive and other types of dangerous solids, liquids and gasses. These provisions are different for each mode of transportation, however, to a certain extent these are also harmonized to facilitate multimodal transportation. The role of the RIVM here is to participate in these international meetings and to share, evaluate and discuss proposals to amend or establish provisions.
- In cooperation with other public institutions the department also contributes to an online atlas tool which, among other things, specifies the locations where activities take place that pose an external safety hazard in addition to providing the contours of area's with an elevated external safety risk.
- Besides the often more numerical work done at the department, also other types of studies are being executed. Notably, in cooperation with people from other departments within the center Safety, also public perception studies are performed. These studies seek to evaluate the public's perception regarding particular hazardous activities. The focal point in these studies is on how people experience and appraise certain risks, that are the result these hazardous activities. One such study for example looked into the public perception of hydrogen transport through pipelines.
- Lastly, the department of Environmental and Industrial Safety frequently receives requests from government agencies to execute specific studies. These can studies come in different forms and cover a wide range of subjects within the external safety domain. Some of the reports published are related to specific aspects of the above mentioned calculation tools, or are an evaluation thereof. Other studies however, are more case specific and explore certain scenario's. For example, one 2024 RIVM study looked at the potential effects of hydrogen explosions. Another type of study that is regularly executed by the department are studies identifying emerging trends and developments in relevant area's. This is also the type of study to which one of the internship project aspired to contribute. This last type of study, serves to collect and link different trends together, with the purpose to inform decisions makers and provide suggestions for viable courses of action.



Figuur 1 Organogram van het RIVM met daarin alle centra en directoraten weergegeven. Afdelingen zijn niet weergegeven. De groene lijn highlight het centrum veiligheid binnen de RIVM organisatie. Onder het centrum veiligheid zitten zes afdelingen, waaronder de afdeling omgevingsveiligheid.

Deel II: Stageopdracht verkenning vervoergevaarlijke stoffen

Introductie stageopdracht VGS

In Nederland worden elke dag allerlei gevaarlijke stoffen op diverse manieren vervoerd, via de weg, met de binnenvaart, over het spoor en per buisleiding. Daarmee is er altijd een mogelijkheid dat er tijdens het transport of tijdens het laden en verladen een incident kan plaatsvinden met een gevaarlijke stof. Deze stoffen zijn zo gevaarlijk omdat een ongecontroleerde emissie naar het leefmilieu, dodelijke gevolgen kan hebben voor mensen die zich in het effectgebied bevinden. Deze levensgevaarlijke situaties kunnen dan bijvoorbeeld komen door een drukgolf als gevolg van een explosie, warmtestraling door een brand of verstikking door een gifwolk. Om de risico's op dergelijke mogelijk dodelijke incidenten te reduceren tot een maatschappelijk aanvaardbaar niveau, worden vanuit nationale en internationale wet- en regelgeving diverse eisen en voorwaarden gesteld die het vervoer van deze stoffen toch mogelijk moeten maken. Hieronder vallen onder andere technische eisen die worden gesteld aan transportmiddelen, maar ook verplichtingen om mitigerende maatregelen in de gebouwde omgeving te treffen. Het domein dat zich bezig houdt met het beschermen van de samenleving tegen dit soort rampen, wordt 'externe veiligheid' genoemd.

Omdat er voortdurend ontwikkelingen zijn, zoals de energietransitie nu, die beïnvloeden hoeveel, waar, welke en hoe gevaarlijke stoffen worden vervoerd door Nederland, veranderen ook continu de risico's voor de samenleving. Om deze veranderingen niet ten koste te laten gaan van de externe veiligheid zet het RIVM zich structureel in om haar modellen, voorschriften en adviseringen aan te scherpen en relevant te houden op basis van de beschikbare wetenschappelijke kennis. Met dit als achtergrond heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W), in 2024 aan het RIVM gevraagd om een verkenning te doen naar de ontwikkelingen die het vervoer van gevaarlijke stoffen (VGS) in de toekomst kunnen beïnvloeden. Deze verkenning is momenteel in uitvoering en zal naar verwachting in het derde kwartaal van 2025 worden gepubliceerd. In aanvulling op deze (nationale) verkenning is het RIVM ook nieuwsgierig naar welke ontwikkelingen met betrekking tot het VGS zich afspelen in onze buurlanden.

Deze nieuwsgierigheid is gevoed vanuit de gedachte dat Nederland een belangrijk handels- en doorvoerland is voor onze buurlanden. Gevaarlijke stoffen die onze buurlanden in- en uitvoeren, worden daarom ook geregeld via Nederland vervoerd. De ontwikkelingen rondom het VGS in onze buurlanden raken daarom ook de externe veiligheid in Nederland. Zo is bijvoorbeeld in internationale verdragen vastgelegd dat Nederland het doorvoeren van gevaarlijke stoffen moet toestaan, ongeacht hoe Nederland zelf tegenover het transport van deze goederen staat (UNECE, z.d.). Daarnaast maakt Nederland ook afspraken met buurlanden over de realisatie van onder andere specifieke infrastructuur zoals buisleidingen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023). Naast deze directe ontwikkelingen over de gevaarlijke stoffen zelf, zijn er daarnaast ook diverse ontwikkelingen die het VGS indirect beïnvloeden, welke ook onderdeel zijn van dit onderzoek. Uiteindelijk is het doel van dit onderzoek om trends met betrekking tot VGS te signaleren in het buitenland die ertoe kunnen bijdragen dat externe veiligheidssituatie in Nederland verandert. De signalen die volgen uit dit onderzoek worden bieden hopelijk handvaten die kunnen worden gebruikt bij het informeren van nieuw beleid.

Methodologie

Dit onderzoek bestaat uit een twee onderdelen, een informatiescan en een interne stakeholdersessie. Al was het merendeel van de verrichte inspanningen voor dit onderzoek gericht op de informatiescan. In deze paragraaf is de methodologische onderbouwing gegeven voor hoe het onderzoek is uitgevoerd. Centraal voor dit onderzoek is de vraag *welke trends kunnen in het kader van externe veiligheid in de komende tien jaar een aanzienlijke rol gaan spelen bij het vervoer gevaarlijke stoffen?* Hierbij overwegende de gevaarlijke stoffen zoals die zijn vastgelegd in internationale verdragen zoals het ADR-verdrag voor het wegtransport. Om deze vraag te beantwoorden is gekozen om gebruik te maken van de DESTEP methode. De methode is erop gericht om in den breedte informatie op te halen over een specifiek onderwerp, door een zestal vaste perspectieven te belichten. Deze perspectieven zijn Demografie, Economie, Sociaal-cultureel, Technologie, Ecologie en (geo)Politiek (Benders, 2024). Voor elk van deze deel perspectieven is getracht op gestructureerde wijze informatie op te halen. Betekenende dat zonder vooraf bepaalde kaders of koers informatie is verzameld en dat dezelfde

informatie is geanalyseerd vanuit de zes bovengenoemde perspectieven. De kracht van de DESTEP methode is dat het poogt het onderzoeksonderwerp op een holistische wijze te benaderen en daarmee informatie boven water tracht te halen die anderszins gemist zou kunnen worden door een methodologische blindenvlek.

Gegeven de tijdsrestricties waaraan dit onderzoek gebonden is, was er vanuit een praktisch oogpunt besloten om het aantal landen dat kon worden meegenomen in de studie te beperken tot twee. Om relevantie voor dit onderzoek te waarborgen, is een selectiecriterium toegepast. Gegeven dat het doel van dit onderzoek is om trends in het VGS te identificeren die implicaties kunnen hebben voor de externe veiligheid in Nederland, is ervoor gekozen om totale jaarlijkse doorvoer van goederen te gebruiken als selectiecriterium. Hieruit volgt dat België en Duitsland voor Nederland de belangrijkste handelspartners zijn waar wij goederen voor doorvoeren (CBS, 2024). De volgende twee hoofdstukken bespreken daarom apart de trends op het gebied van het VGS in respectievelijk België en Duitsland. Beide hoofdstukken zijn opgedeeld in paragrafen waarbij elke paragraaf verwijst naar een van de DESTEP onderdelen waarvoor noemenswaardige bevindingen zijn. Binnen elk van deze onderdelen worden dan de geïdentificeerde trends beschreven die uit het literatuuronderzoek naar voren zijn gekomen.

Niet voor alle trends geldt dat het verband met het VGS expliciet wordt benoemd door diverse bronnen, desondanks kunnen deze trends toch ontegenzeggelijk het VGS kunnen beïnvloeden. Deze trends zullen dan op generieke wijze besproken worden in de paragrafen. Andere trends waarbij dit verband wel explicieter naar voren is gekomen zijn uitgebreider behandeld. Deze laatste groep trends zijn samen ook onder te verdelen in vier hoofdthema's, die ook dwarsverbanden vormen tussen de verschillende DESTEP onderdelen. De vier hoofdthema's zijn energietransitie, klimaatverandering, economische ontwikkelingen en (cyber)security.

Hoofdstuk 1 – Trends VGS België

Algemene demografische trends

Demografische ontwikkelingen kunnen invloed hebben op de risicobeoordeling van het VGS, omdat wanneer er meer mensen in een potentieel effect gebied gaan leven dan ook de overlijdenskans bij incidenten toeneemt. Hierom is het belangrijk de demografische ontwikkelingen voor België meet te wegen. Het Belgische statistiek bureau Statbel, heeft begin dit jaar voor de komende decennia demografische vooruitzichten gepubliceerd (Statbel, 2025a). In deze publicatie komen een aantal duidelijk trends naar boven. In de eerste plaats is het volgens Statbel de verwachting dat de algehele bevolkingsgroei de komende tien jaar zal afremmen en dat er elk jaar minder nieuwe inwoners bij komen. De bevolkingsgroei zal dan voornamelijk worden gedreven door migratie, aangezien het internationale migratie saldo, het verschil tussen het aantal immi- en emigraties, structureel verwacht wordt positief te blijven. Hierbij wordt overigens verwacht dat het aantal migranten uit niet EU-lidstaten zal toenemen de komende jaren, uit oude lidstaten min of meer gelijk zal blijven en uit nieuwe lidstaten af zal nemen. Het natuurlijk saldo, het verschil tussen het aantal geboorten en het aantal overlijdens, zal daarentegen in het volgende decennium structureel negatief uitvallen. Statbel verwacht hiernaast ook dat de levensverwachting van zowel mannen als vrouwen zal blijven toenemen. Ook is het de verwachting dat het aandeel van de bevolking ouder dan 66 in zowel absolute als relatieve zin aanzienlijk zal toenemen. Tot slot, verwacht Statbel ook dat de gemiddelde huishoudensgrootte, het aantal personen per huishouden, de komende tien jaar zal afnemen tot onder de 2,2.

Aangenomen kan worden dat deze trends een aantal ontwikkelingen kunnen beïnvloeden ten aanzien van het VGS in België. Rekening houdende met interne migratie tussen de Belgische gewesten, zullen er noodzakelijkerwijs als gevolg van de verwachte bevolkingsgroei, meer mensen in eenzelfde gebied komen te wonen. Dit kan betekenen dat er in de toekomst ook meer mensen in de effectgebieden van mogelijke incidenten met het VGS komen te wonen. Welke impact deze demografische ontwikkelingen hebben op bijvoorbeeld automatisering en digitalisering van het VGS, de zelfredzaamheid bij incidenten van een vergrijzende bevolking of de mogelijk minder taalvaardige (beroeps)bevolking als gevolg van migratie is, heeft dit onderzoek niet eenduidig kunnen achterhalen.

Deze demografische ontwikkelingen in België kunnen ook indirecte implicaties hebben voor de externe veiligheidssituatie in Nederland. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat een groter aantal transporten van gevaarlijke stoffen via Nederland naar België gaan of transporten die door omstandigheden in België deels

uitwijken naar Nederland. Ook wat betreft de indirecte implicaties voor Nederland, is het op basis van de verzamelde informatie niet eenduidig vast te stellen wat deze zullen zijn.

Economische trends

Bedrijvigheid en de economie zijn grote drijvende krachten achter het VGS, vraag en aanbod sturen hoeveel en via welke routes gevaarlijke goederen vervoerd worden. Daarom is het interessant om te onderzoeken welke economische trends het VGS zouden kunnen beïnvloeden. Om een indicatie te geven van hoe verwacht wordt dat de Belgische economie zich de komende jaren zal ontwikkelen, heeft het Internationaal Monetair Fonds (IMF) geprognosticeerd dat de Belgische economie in de periode 2025 tot en met 2029 ongeveer 1,3 procent per jaar zal groeien, uitgedrukt als de procentuele toenames van het Belgische bruto binnenlands product (IMF, 2025). Deze mate van economische groei is vergelijkbaar met de verwachte groei met andere euro landen. Daarnaast verwacht het IMF dat de totale waarde van de in- en uitvoer door België de komende vier jaar met ongeveer 2% tot 3% per jaar zal toenemen. Een groeiende economie gecombineerd met toenemende in- en uitvoer, maakt het aannemelijk dat daarmee ook het VGS zal toenemen. Een eenduidige relatie tussen economische groei en het VGS is echter niet bekend.

Specifiekere prognoses betreffende de Belgische transportsector heeft deze studie niet kunnen achterhalen, maar op basis van historische data gepubliceerd door Statbel over de Belgische wegtransportsector, lijkt er de afgelopen jaren zich een aantal trends te hebben ontwikkeld. Zoals dat internationale wegtransporten lijken te worden vervangen door binnenlandse wegtransporten. Daarnaast lijkt het aantal transportbewegingen over de weg de afgelopen jaren licht te dalen (Statbel, 2024). Statbel data beschikbaar over de binnenvaart in België laten zien dat er een groter gewicht goederen over steeds kleinere afstanden wordt vervoerd de laatste jaren. Ook lijkt er nu minder per container vervoerd te worden (Statbel, 2025b). Binnen de kaders van deze studie, bleek het lastig te duiden wat de oorzaak is van deze verschuivingen en of deze structureel blijken of niet. Daarnaast differentieert deze data niet tussen herkomst- of bestemmingslanden, wat onzeker maakt wat de implicaties zullen zijn voor de externe veiligheidssituatie in Nederland. Wat betreft het goederenvervoer over het spoor heeft de Belgische regering de ambitie uitgesproken om het modaal aandeel hiervan te laten groeien van 12% in 2012 tot 20% tegen 2040 (Gilkinet & FOD Mobiliteit en Vervoer, 2022).

Verder ontvouwen zich ook ontwikkelingen die een meer directe verandering in het vervoer van gevaarlijke stoffen teweeg zullen brengen. De belangstelling van zowel de Belgische federale overheid als de Vlaamse overheid voor waterstof en waterstofdragers als duurzame energiedragers van de toekomst is daarvan een prominent voorbeeld van. België is als EU-lidstaat gebonden aan de Renewable Energy Directive (RED) en zal zich vanwege deze EU richtlijn moeten committeren aan de wettelijk vastgelegde doelen over het aandeel hernieuwbare energie in de Belgische energiemix. Een noodzakelijk gevolg is dat energie opwekking uit fossiele bronnen moet worden vervangen ten gunste van hernieuwbare energiebronnen. Deze overgang naar een hernieuwbaar energiesysteem wordt aangeduid met het begrip energietransitie. Waterstof en waterstofdragers zoals ammoniak en methanol, vervullen in potentie een belangrijke rol in de energietransitie. Deze moleculen kunnen namelijk worden gebruikt als alternatief voor fossiele grondstoffen en energiedragers, echter gegeven de chemische eigenschappen van deze stoffen, is het transport van waterstof(dragers) niet zonder risico's. Bij een ammoniak lek kan bijvoorbeeld een gifwolk ontstaan en een tankauto die methanol vervoerd kan ontbranden. Daarmee is de energie/waterstoftransitie een ontwikkeling die ook relevant is in het kader van de verkenning VGS. Gezien de mate van belangstelling die waterstof(dragers) genieten, vormt het ook een van de vier hoofdthema's van dit onderzoek.

Een studie uitgevoerd door het Wuppertal instituut (Hydrogen Import Coalition, z.d.) stelt namelijk dat de behoefte aan waterstof(dragers) in België aanzienlijk groter zal zijn dan wat België realistisch gezien zelf zou kunnen opwekken. Hetzelfde geldt volgens de Wuppertal studie overigens ook voor Nederland en grote delen van Duitsland en in het bijzonder de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen. De Belgische regering onderschrijft dit punt ook in haar visiedocument omtrent waterstof en noemt de chemiecluster Chemelot en deelstaat Noordrijn-Westfalen als mogelijke bestemmingen voor waterstof vanuit België (FOD Economie, 2022). Daarmee heeft België de ambitie om zich te "positioneren als een draaischijf voor de invoer en doorvoer van hernieuwbare moleculen in West-Europa." Dit alles zou betekenen dat België ook aanzienlijke hoeveelheden waterstof(dragers) moet invoeren.

Om de invoer van waterstof(dragers) te faciliteren hebben verschillende Belgische havens plannen voor onder andere terminals waarmee deze stoffen ingevoerd kunnen worden. Zo heeft de haven van Antwerpen plannen voor een ammoniak terminal en een installatie om ammoniak te converteren, ook wel ‘kraken’ genoemd, tot waterstof (De Waterstof Industrie Cluster, 2020). Waterstofnet, een organisatie waarin diverse Belgische en Nederlandse waterstof partijen zijn vertegenwoordigd, verwacht dat het transport van waterstof voornamelijk zal geschieden per buisleiding en dat waterstofdragers zoals ammoniak en methanol via het spoor of de binnenvaart zal worden vervoerd (Hydrogen Import Coalition et al., 2023). Betreffende de binnenlandse afzet van waterstof(dragers) zet Waterstofnet zich er voor in, dat rond het jaar 2030 42% van de industriële energiebehoefte in België wordt voldaan met waterstof(dragers) en dat dit rond 2035 zal oplopen tot 60%. Dit zou neer moeten komen op een energieverbruik van 10 tot 15 TWh per jaar. Daarnaast verwacht Waterstofnet dat België jaarlijks ongeveer twee keer zoveel TWh zal doorvoeren naar Nederland en Duitsland. Dit zou overeenkomen met om en nabij een kwart van de, door Waterstofnet geschatte, vraag naar waterstof(dragers) van Nederland en Duitsland. Er zit echter wel een duidelijke discrepantie tussen wat Waterstofnet schat dat de vraag naar waterstof(dragers) zal zijn ten opzichte van de aanzienlijk conservatievere schattingen in waterstofvisie van de Belgische federale overheid. Alleen al hierom is het lastig om vast te stellen welke schattingen een realistisch beeld geven van hoe het transport van waterstof(dragers) zich in toekomst zal ontwikkelen.

Sociaal-culturele trends

In de Belgische *Spoorvisie 2040* (Gilkinet & FOD Mobiliteit en Vervoer, 2022) beschrijft de Belgische federale regering een aantal ambities die indirect het VGS zouden kunnen raken. Zo is de ambitie geformuleerd om het modaal aandeel van de Belgische spoorwegen te vergroten naar 15% voor het personenvervoer. Deze modal shift zou dan ten koste moeten gaan van het wegvervoer. Daarnaast heeft de Belgische federale regering zich ook ten doel gesteld om ook het internationaalreizigersverkeer te stimuleren en de spoordiensten aan te passen aan nieuwe manieren van werken. Middels onder andere prijsprikkels, verbeterd reizigerscomfort en verbeterde informatievoorzieningen hoopt de Belgische overheid deze modal shift te bewerkstelligen. Een toenemend modaal aandeel van zowel het personen- als goederenvervoer via het spoor doet echter wel de vraag rijzen welke implicaties het intensiever gebruik van het Belgische spoorwegennetwerk heeft voor het VGS en de externe veiligheid in België en daarmee mogelijk ook indirect voor Nederland, naast dat het ook ruimtelijke ordeningsvragen oproept.

Hoofdstuk 2 – Trends VGS Duitsland

Demografische ontwikkelingen

Ook voor Duitsland kunnen demografische ontwikkelingen invloed hebben op het VGS, daarom is ook voor Duitsland geprobeerd deze ontwikkelingen in kaart te brengen. In Duitsland worden demografische prognoses gepubliceerd door onder meer het Duitse statistiekbureau Destatis, de meest recente daarvan komt uit 2019 (Federal Statistical Office, 2019). Destatis, houdt in haar prognoses rekening met negen verschillende scenario's gebaseerd op eveneens negen verschillende aannames met betrekking tot migratie, levensverwachtingen en vruchtbaarheid. In zeven van de negen scenario's is voorspeld dat het inwoneraantal in Duitsland tot en met 2060 zal zijn afgenomen, met afnames variërend tussen de vier en negen miljoen inwoners. De overige twee scenario's voorspellen dat de bevolkingsgroei later pas zal gaan afnemen of dat deze stabiliseert. Daarnaast voorspellen alle scenario's dat vooral het aandeel mensen van 67 jaar en ouder het komende decennium sterk zal toenemen, evenals de gemiddelde levensverwachting. Gecombineerd met het voorspelde licht stijgende aandeel jongeren tot 20 jaar, zal het percentage mensen met een tussenliggende leeftijd aanzienlijk afnemen. In tegenstelling tot veel andere Europese landen is het vruchtbaarheidscijfer in Duitsland de afgelopen decennia toegenomen, onduidelijk is of deze trend zich in de toekomst zal blijven doorzetten. De scenario's voorzien ook dat de gemiddelde leeftijd waarop vrouwen hun eerste kind krijgen verschuift naar een latere leeftijd. Om vergelijkbare redenen als voor België, is het ook aannemelijk dat demografische trends invloed zullen hebben op hoe het toekomstig VGS eruit komt te zien en daarmee mogelijk ook op de externe veiligheidssituatie in Nederland. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat door de vergrijzing in Duitsland de weerbaarheid bij incidenten lager zal worden.

Economie trends

Evenals dat het IMF de verwachte economische groei voor België heeft geprognosticeerd, heeft het IMF hetzelfde gedaan voor Duitsland. De afgelopen jaren bevond de Duitse economie zich in een milde economische recessie, waarin het bruto binnenlands product nauwelijks groeide. De Duitse economie onderpresteert daarmee vergeleken met andere Europese economieën. Hoewel het IMF nu een hogere economische groei voor Duitsland voorspelt de komende vier jaar, van ongeveer 1% per jaar, is dit nog steeds beneden het Europees gemiddelde (IMF, 2025). Daarnaast verwacht het IMF dat Duitslands in- en uitvoer, respectievelijk met ongeveer 3% en 2% per jaar zal toenemen. In het bijzonder moet worden opgemerkt dat de Duitse industriële productie al jaren aan het krimpen is (Destatis, 2025). Onzeker is of deze daling zal continueren. In relatie tot het VGS, zou een aanhoudende daling bijvoorbeeld tot gevolg kunnen hebben dat de hoeveelheid gevaarlijke stoffen die Nederland naar Duitsland doorvoert ook terug kan lopen. Hiermee vormen deze meer algemene economische trends ook een van de vier hoofdthema's van dit onderzoek.

Net als België is Duitsland ook bezig met een overgang van een energiesysteem gebaseerd op fossiele energie naar een hernieuwbaar energiesysteem. Tegen 2030 hoopt Duitsland dat de helft van het elektriciteitsverbruik wordt opgewekt door hernieuwbare energiebronnen (BMW, 2017). Daarbij zet Duitsland sterk in op de realisatie van een duurzaam, solide en stabiel waterstof netwerk met voldoende aanbod en diversiteit in waterstofdragers. Volgens de Duitse federale waterstof import strategie, zal de gecombineerde waterstof- en waterstofdrager behoefte de komende jaren toenemen tot tussen de 95 – 130 TWh. Rond 2045 zou dit dan gaan om 560 – 700 TWh (BMW & PRpetuum GmbH, 2024). Net als België en Nederland, kan Duitsland niet in haar eigen waterstof behoefte voorzien en verwacht dat tegen 2030 ongeveer 50% tot 70% van de waterstof(dragers) geïmporteerd zal moeten worden. Noemenswaardig hierbij is dat in de federale import strategie expliciet benoemd dat bij de voorkeursbepaling de noodzakelijkheid van een reconversiestap wordt meegewogen, betekende dat waterstofdragers die direct in bepaalde industriële processen kunnen worden toegepast een voorkeur genieten, zoals ammoniak dat zou zijn voor de kunstmestindustrie. Het is echter wel onduidelijk of deze voorkeur ook doorslaggevend zal zijn. De federale import strategie stelt daarnaast ook dat het transport van waterstof per buisleiding de meest kosten effectieve manier van transport is en dat het transport per (binnenvaart)schip, spoor of weg voornamelijk een optie is voor waterstofdragers als ammoniak. Hierbij moet de opmerking gemaakt worden dat Nederland het vervoer van ammoniak over de weg en het spoor graag wil beperken, gegeven de extra externe veiligheidsrisico's hiervan t.o.v. ammoniak transport per buisleiding. De Duitse regering is net als Nederland druk bezig met het ontwikkelen van een uitgebreid waterstofleidingennetwerk, door zowel nieuwe leidingen aan te leggen als oude aardgasleidingen om te bouwen. Bovendien is Duitsland ook bezig met de realisatie van LNG terminals, die in de toekomst makkelijk omgebouwd moeten kunnen worden naar waterstof terminals. Om dit leidingennetwerk te kunnen voorzien van voldoende waterstof worden Nederland en België in de Duitse import strategie expliciet benoemd als zijnde belangrijke partners in de leverantieketen van waterstof. Het is daarom zeer aannemelijk dat de Duitse ambities op het gebied van waterstof(dragers) ook implicaties zullen hebben voor de Nederlandse externe veiligheidssituatie.

Technologie

Er vinden vandaag de dag veel ontwikkelingen plaats met betrekking tot waterstof en elektrisch aangedreven voertuigen, waaronder vrachtwagens. Voor de toekomst wordt voorspeld dat het aandeel diesel aangedreven vrachtwagens geleidelijk zal dalen. Rond 2030 zou slechts ongeveer een kwart van de verkochte vrachtwagens nog maar op diesel zal rijden. Volgens voorspellingen van vrachtwagenproducenten rijdt het merendeel van de verkochten nieuwe vrachtauto's dan op hernieuwbare energie. Volgens deze voorspellingen zal ook het aandeel van elektrisch aangedreven vrachtwagens een beduidend groter marktaandeel hebben dan waterstof aangedreven vrachtwagens (NOW GmbH, 2024). Deze ontwikkeling medebepaald hoeveel waterstof er vervoerd zal worden en welke gevolgen dit heeft voor de externe veiligheid. Fabrikanten geven aan dat het gebruik van waterstof aangedreven voertuigen vooral voor specifieke transport toepassingen aantrekkelijk zou zijn. Daarbij moet ook onderscheid worden gemaakt tussen waterstof aangedreven vrachtwagen die rijden op basis van brandstofcellen of waterstof verbrandingsmotoren. Voor beide typen waterstof aandrijving geldt volgens de fabrikanten wel dat waterstof als brandstof momenteel nog geen competitief alternatief is voor diesel en dat de marktontwikkeling sterk afhankelijk zal zijn van de waterstof prijs.

Deze ontwikkeling heeft mogelijk direct invloed op de externe veiligheid in Nederland omdat aangenomen kan worden dat deze nieuwe generatie voertuigen ook over Nederlandse wegen zullen gaan rijden en er weinig inzicht is in de risico's van het VGS met deze vrachtwagens. Daarnaast zal een vloot van waterstof aangedreven vrachtwagens ook de benodigde waterstof en waterstof tankstations vereisen, wat ook implicaties heeft voor de externe veiligheid in Nederland.

Een andere technologische ontwikkeling betreft de aansturing en communicatie van transporten, welke in toenemende mate verloopt middels digitale systemen. Een voorbeeld hiervan zijn de nieuwe digitale transportpapieren (eFTI). Deze ontwikkeling komt veel zaken ten behoeve van het transport ten goede, maar creëert ook nieuwe kwetsbaarheden die kwaadwillende actoren kunnen exploiteren. Hierom is het vormt het onderwerp cyberveiligheid ook een van de vier hoofdthema's van dit onderzoek. Diverse Duitse instellingen benadrukken het belang van het weerbaar maken van de verschillende transportmodaliteiten tegen cyberdreigingen, zoals het uitvallen van veiligheidssystemen op het spoor. Zo wordt er bijvoorbeeld in het Duitse masterplan voor de binnenvaart expliciet benoemd dat havens weerbaar moeten zijn tegen cyberaanvallen. Daarnaast is er ook veel aandacht voor cyberveiligheid op het spoor, zo is er onder meer software ontwikkeld die cyberdreigingen voor het spoorvervoer kan beoordelen (Heinrich & Iffländer, 2022) en zijn er onderzoeken naar de cyberfitheid van de spoorsector (DZSF, 2022). De digitale kwetsbaarheden in de systemen van Duitse transporteurs en transportmiddelen die ook gebruik maken van de Nederlandse fysieke infrastructuur zijn daarmee ook een bedreiging voor de Nederlandse externe veiligheid. Het zelfde geldt ook voor België.

Ecologie

Een van de vier hoofdthema's van dit onderzoek is klimaatverandering en de heersende consensus is dat klimaatverandering leidt tot het sterker en frequenter voorkomen van bepaalde weersextremen, dit heeft onder andere effect op de verschillende vervoersmodaliteiten. Zo zegt het Duitse spoorbedrijf *Deutsche Bahn*, bijvoorbeeld in een rapport al rekening te houden met de financiële gevolgen van klimaat verandering. Ook het Duitse Centrum voor Spooronderzoek (DZSF) houdt zich bezig met de verschillende effecten van klimaatverandering op de spoorinfrastructuur en transport. Zo heeft het DZSF onder andere in kaart proberen te brengen op welke trajecten bepaalde weersextremen zoals zware sneeuw- en regelval in de toekomst voor zullen gaan komen (Herrmann & DZFS, 2023), (Szymczak et al., 2025) and (DZSF, 2024). Daarnaast worden vegetatiebranden, overstromingen en omgevallen bomen door stormen (DZFS, 2023), ook gezien als gevaren die als gevolg van klimaatverandering vaker zullen voorkomen. Ook spoorspatting, de uitzetting van het spoor als gevolg van hitte, is een probleem waar het DZSF zich zorgen over maakt (DZSF, 2025). Naast het identificeren van de gevaren van klimaatverandering, rapporteert het DZSF ook over maatregelen die (kunnen) worden ingezet om beter met de toenemende impact van klimaatgeweld om te kunnen gaan. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van applicaties die probeert te voorspellen wanneer er een grote kans is dat bomen vallen (DZSF, 2025). Dergelijke toepassingen en maatregelen dragen er hopelijke toe bij dat de toenemende klimaatextremen niet leiden tot meer incidenten of een modal shift.

De Duitse federale overheid heeft in 2024 een klimaatadaptatie strategie (DAS) geformuleerd waarin meetbare klimaatadaptatie doelen zouden zijn vastgezet. Het doel van deze strategie zou zijn om Duitsland beter te beschermen tegen de invloeden van klimaatverandering. Deze adaptatiedoelen gaan ook over het beschermen van de Duitse infrastructuur. Een voorbeelden van een nodige klimaatadaptatiemaatregel die wordt genoemd is het vinden van transportoplossingen voor de binnenvaart gedurende periodes van lage waterstanden, zodat deze waterwegen bevaarbaar blijven (Federal Environment Ministry, n.d.). Ook het Duitse ministerie voor infrastructuur benadrukt het commitment van de Duitse overheid aan onderzoek naar de impact van klimaatverandering op de verschillende transportmodaliteiten, waaronder ook dus de binnenvaart. Hierbij verwijzen naar een onderzoeksprogramma KLIWAS, welke overigens al ruim tien jaar geleden voor het laatst actief is geweest.

Klimaatverandering raakt de transportsector in Duitsland dus op meerdere manieren, en daarmee raakt het noodzakelijkerwijs ook het VGS. Ter illustratie, als door klimaatverandering bijvoorbeeld het transport van ammoniak door de binnenvaart der mate onbetrouwbaar wordt dat het transport hiervan niet meer rendabel is, zal een andere modaliteit deze transportbehoefte mogelijk gaan opvangen. Gezien de rol van Nederland als

belangrijk doorvoer land voor Duitsland, betekent dit dat een klimaatverandering gedreven modal shift ook implicaties heeft voor het VGS in Nederland en daarmee ook de externe veiligheidssituatie beïnvloed.

Politiek-juridisch

Uitingen van zorgen omtrent de huidige geopolitieke spanningen in de wereld bestaan ook in strategiedocumenten van de Duitse federale overheid, zoals bijvoorbeeld in de Nationale zee- en binnenhaven strategie. In dit document wordt expliciet de essentiële rol van havens benadrukt voor de Duitse krijgsmacht (Federal Ministry for Digital and Transport, 2024). Dit gecombineerd met de groeiende Duitse wapenindustrie (Buchar, 2024), maakt het denkbaar dat in de nabije toekomst het transport van VGS ten behoeve van militaire doeleinden zou kunnen toenemen. In het bijzonder zou het dan gaan om klasse 1 (explosieven) gevaarlijke goederen. Gezien de militaire samenwerking tussen Nederland en Duitsland in NAVO verband en de industriële verbondenheid geeft deze ontwikkeling ook reden te verwachten dat er daarmee ook een doorwerking zal zijn op de externe veiligheidssituatie in Nederland.

Hoofdstuk 3 – Interne stakeholdersessie

Inleiding

De diverse geschreven bronnen die in het onderzoek zijn geraadpleegd schetsen geen eenduidig beeld over hoe het vervoer van gevaarlijke stoffen er in de toekomst uit zal komen te zien. Daarnaast genieten niet alle ontwikkelingen dezelfde aandacht bij alle relevante stakeholders, wat maakt dat sommige trends eenzijdig beschreven zijn. Hieruit is de behoefte ontstaan om de geïdentificeerde trends, te toetsen bij een groep experts binnen het RIVM. Om aan die behoefte gemoed te komen is er op 13 mei 2025 een interne stakeholdersessie georganiseerd. Gedurende deze anderhalf uur durende sessie, zijn diverse experts op het gebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen gevraagd om een aantal in de literatuur geïdentificeerde trends te verifiëren en verder te duiden. Daarnaast had deze stakeholdersessie ook als doel, om eventuele hiaten in het onderzoek aan het licht te brengen.

Voor deze stakeholder sessie zijn in eerste instantie zes deskundigen met affiniteit met het onderwerp benaderd. Van de zes genodigden, hebben uiteindelijk vier deskundigen deel genomen aan de stakeholdersessie. Voorafgaand aan de sessie is geïnventariseerd bij welke trends die naar voren zijn gekomen in de literatuurstudie er behoefte voor verificatie of extra duiding was. Uit de praktische overweging om het aantal vragen voor de deelnemers behapbaar te houden is er voor gekozen om slechts een selectie van de geïnventariseerde trends te gebruiken voor de stakeholdersessie. Deze selectie is gemaakt op basis van relevantie voor het project. Uiteindelijk zijn, verdeeld over de vier hoofdthema's van het onderzoek, 19 vragen geformuleerd. Aanvullend hierop zijn ook vragen toegevoegd om deelnemers de gelegenheid te geven om input te leveren over andere of nog niet geïdentificeerde trends. De vragen waren gegeven als stellingen waarbij de deelnemers konden aangeven of ze de stelling wel of niet vonden kloppen. Daarnaast was er per vraag ook schriftelijk ruimte om toelichting te geven op waarom ze de stelling wel of niet vonden kloppen of om voorbeelden aan te dragen. Gedurende de stakeholdersessie zijn de deelnemers na elke stelling ook gevraagd om hun bijdrages mondeling te delen en op elkaars bijdragen te reageren. Van de gesprekken die hieruit volgden zijn ook notulen en aantekeningen gemaakt, welke ook zijn geraadpleegd bij het analyseren van de antwoorden.

Resultaten

De resultaten die uit de stakeholdersessie naar voren zijn gekomen zijn in Tabel 1 weer gegeven. Per stelling is aangegeven hoeveel van de kandidaten het wel eens waren met de stelling en hoeveel kandidaten niet. Hierbij geeft het linker getal aan hoeveel deelnemer de stelling 'wel' vonden kloppen en hoeveel deelnemers de stelling 'niet' vonden kloppen. Wanneer deelnemers bij een stelling 'wel' noch 'niet' hebben gemarkeerd, is hun bijdrage niet meegewogen bij deze telling, ongeacht de mondelinge of geschreven toelichting. Tot slot is in Tabel X voor elke stelling ook een beknopte analyse gegeven van de bijdragen van de deelnemers.

Tabel 1 Overzicht van de stellingen die behandeld zijn tijdens de stakeholdersessie van 13 mei, met korte analyse van de gegeven antwoorden. In de kolom 'klopt wel/niet' staat aangegeven hoeveel kandidaten de stelling wel of niet vonden kloppen. Het linker getal

geeft aantal antwoorden met 'wel' aan en de rechter getal het aantal met 'niet' aan. Als deelnemers geen antwoord hebben gegeven is het antwoord weg gelaten.

Nr.	Stelling	Klopt wel/niet	Analyse
1	Transport van LOHC's* en SNG* gaat nauwelijks een rol spelen.	0-4	Gegeven de huidige stand der techniek zullen op korte termijn LOHC's en SNG in ieder geval geen rol spelen. Er lijkt momenteel meer aandacht te zijn voor LOHC's, binnen bepaalde internationale gremia zijn voor deze groep stoffen meerdere voorstellen besproken t.b.v. de ontwikkeling van regelgeving rondom het vervoer van LOHC's. SNG zou mogelijk een interessante stof zijn voor de scheepvaart, maar tegelijkertijd ook erg duur. Voor nu lijkt er geen zicht te zijn op grote concrete investeringen.
2	Dimethyl ether (DME) is een waterstofdrager waar rekening gehouden mee moet worden.	2-1	Geniet beperkte bekendheid bij deelnemers. Binnen de LPG sector wordt het gezien als een stof waarmee de CO ₂ voetafdruk kan worden verminderd van LPG door het bijmengen van bio-DME, hiervoor worden ook voorstellen besproken binnen internationale gremia.
3	Er komen amper grensoverschrijdende buisleidingen voor waterstofdragers anders dan waterstof zelf.	2-2	Geen duidelijke voorbeelden van de realisatie van dergelijke buisnetwerken, ook al zijn deze buisleidingen voor de langere termijn niet uit te sluiten. Ammoniak wordt veelal gezien als een voor de hand liggende kandidaat voor het vervoer per buisleiding.
4	Internationaal transport van waterstofdragers zal voornamelijk via buisleiding plaatsvinden en beperkt via spoor of schip.	2-2	Zulke buisleidingen zijn er voorlopig nog niet. Tot die tijd zal het transport per spoor of schip moeten geschieden. Het is echter wel nog onduidelijk of er voldoende capaciteit is om waterstofdragers per spoor of schip te vervoeren.
5	Energiedragers die niet gereconverteerd hoeven te worden genieten voorkeur.	0-1	Hoewel dit als wenselijk wordt gezien, hangt dit van veel factoren af zoals leveringszekerheid en prijs en is daarmee dus niet doorslaggevend. Andere ontwikkelingen zoals toenemende munitie productie als gevolg van de toenemende spanningen in de wereld kan betekenen dat er ook strategische afwegingen gemaakt kunnen worden.
6	De impact van klimaatverandering op buisleidingen is beperkt.	4-0	De impact van klimaatverandering lijkt inderdaad beperkt te zijn voor transport per buisleiding, deelnemers zien geen aanleiding om daar anders over te denken.
7	De impact van klimaatverandering op het spoorvervoer is aanzienlijk.	2-2	Een duidelijk voorbeeld van hoe klimaatverandering impact kan hebben op het spoorvervoer is door het vergrote risico op spoorspatting. Daarnaast kan door de klimaatimpact die andere modaliteiten raakt, ook het transport per spoor worden beïnvloed.
8	De impact van klimaatverandering op de binnenvaart is groot.	4-0	Klimaatverandering heeft een duidelijke mogelijke impact op het vervoer per schip, namelijk dat bij te hoge of juist te lage waterstanden bepaalde vaarwateren niet langer begaanbaar zijn voor sommige schepen. Dit betekent dat goederen vervoer mogelijk moet uitwijken naar andere modaliteiten.
9	De impact van klimaatverandering op wegvervoer is indirect.	1-2	Het wegvervoer zelf lijkt buiten heftige regen en zomergladheid enigszins gespaard te worden voor de impact van klimaatverandering, echter die impact op de andere modaliteiten kan ook het vervoer over de weg raken.
10	Ondanks klimaatverandering zal de hoeveelheid getransporteerde tkm*** voor alle modaliteiten toenemen in de toekomst.	2-1	Dit is lastig te voorspellen, meer lokale opwerk van hernieuwbare energie kan het aantal transport bewegingen doen drukken, aan de andere kant hebben waterstofdragers een lagere energiedichtheid wat meer transporten betekent voor dezelfde hoeveelheid fossiele energie. Ook de wens om minder afhankelijk te zijn van andere landen en andere economische ontwikkelingen kunnen hierbij een rol spelen.
11	(Mogelijke) obstakels industriector: Ambities voor de verduurzaming van de	3-0	Economische belangen lijken vaak zwaarder te wegen, dan de wens om te verduurzamen, daarnaast ontbreekt de infrastructuur voor verduurzaming.

	(staal)industrie, planvorming en implementatie blijven achter.		
12	(Mogelijke) obstakels industriesector: Internationale concurrentiepositie verzwakt door regeldruk, loon- en energiekosten.	4-0	Momenteel lijkt er een <i>level playing field</i> te ontbreken voor de industrie door o.a. hoge energieprijzen, ook regelgeving vormt een belemmering zoals bijvoorbeeld het gebruik van <i>Zeer Zorgwekkende Stoffen</i> .
13	(Mogelijke) obstakels industriesector: Mismatch investeringen en innovatiekracht.	1-0	Aangenomen wordt dat startups innovatiever zijn dan grote bestaande bedrijven, voor veel startups is momenteel onvoldoende kapitaal beschikbaar.
14	Versjoepeling van het transport per spoor langzamer door problemen met implementatie van ERTMS.	2-0	Deelnemers hadden weinig input op dit onderwerp, wordt vooral beschouwd als een Europese ontwikkeling.
15	Wegvervoer en spoorvervoer zal meer elektrificeren, rol voor waterstof aandrijving beperkt.	4-0	Zowel het weg- als spoorvervoer zal verder elektrificeren, evenals mogelijk de binnenvaart met uitwisselbare accu's. Waterstof aangedreven transport zal mede door beperkt aanbod en tankmogelijkheden, vooral als een niche oplossing worden gebruikt.
16	Het VGS staat onder toenemende druk door sabotagedreigingen.	4-0	Deelnemers hadden geen input op dit onderwerp.
17	Het VGS staat onder toenemende druk door terreurdreigingen.	2-0	Voor terreurdreigingen worden verscheidene scenario's gemaakt en beoordeeld. Deze scenario's zeggen alleen niets over de kans dat iets kan gebeuren, ook is de specifieke relatie met het vervoer van gevaarlijke stoffen niet evident.
18	Het VGS staat onder toenemende druk door cyberdreigingen.	3-0	Mogelijke doelen van cyberaanvallen zijn vooral economisch gedreven, dus het vervoer van gevaarlijke stoffen lijkt niet perse een doelwit. De havenbedrijven zijn hier wel mee bezig.
19	Digitalisering en automatisering zorgt (overall) voor een veiliger VGS.	4-0	Veel incidenten worden veroorzaakt door menselijk handelen, digitalisering en automatisering zouden die kans daarop drastisch kunnen verminderen. Tegelijkertijd kan daardoor een <i>black box</i> scenario ontstaan waardoor toezichhouders, handhavers en hulpverleners in het geval van een incident beperkt overzicht hebben over de situatie.

* Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)

** Synthetic Natural Gas (SNG)

*** tonkilometer (tkm), ofwel het gewicht van de vervoerde lading in tonnen maal de vervoersafstand.

Een algemene beeld dat uit de antwoorden op de 19 stellingen naar voren lijkt te komen is dat er nog veel onzekerheden zijn ten aanzien van het toekomstig vervoer van gevaarlijke goederen. Op basis van de schriftelijke toelichtingen gegeven op de stellingen, keert vaak terug dat genoemde ontwikkelingen worden gestuurd door onder andere economische, ruimtelijke, politieke en technologische afwegingen die voortdurend en ten opzicht van elkaar veranderen. Dit illustreert dat het speelveld waarin deze ontwikkelingen zich onvouwen dynamisch en onvoorspelbaar is. Discussies tussen de deelnemers bij bepaalde stellingen, laten tevens zien dat kennis over bepaalde ontwikkelingen onder experts asymmetrisch is verdeeld, zoals het geval was bij stelling 2 en 5. Dat betekende ook, bij onder andere stelling 10, dat deelnemers niet allemaal dezelfde verbanden legde over welke factoren bijdroegen aan een ontwikkeling, los van welk gewicht daaraan werd gegeven. Bovendien werd er bij stellingen waarin gesteld werd dat bepaalde ontwikkelingen (gedeeltelijk) uitgesloten lijken, vaker verdeeld of ontkrachtend gereageerd, zoals bijvoorbeeld bij stelling 1, 3 en 4. De deelnemers gaven hierbij aan nog steeds met alle scenario's rekening te houden. Daarnaast valt bij de laatste 9 stellingen op dat hier de trends meer gevalideerd werden door experts, maar dat tegelijkertijd concrete voorbeelden en onderbouwingen ontbrak in zowel de schriftelijke als mondelinge toelichtingen. Dit valt waarschijnlijk toe te schrijven aan de abstractere vraagstelling en de specifieke expertise van de deelnemers.

Naast de 19 stellingen waren er ook vragen gesteld over andere ontwikkelingsgebieden die in het literatuur onderzoek naar voren waren gekomen, maar die enigszins op zichzelf stonden en daarmee niet onder te verdelen waren onder een van de vier hoofdthema's. De vragen bij dit onderdeel waren erop gericht te onderzoeken of

de deelnemers binnen deze ontwikkelingsgebieden nog aanvullende trends konden aandragen. Daarnaast werd aan deelnemers gevraagd welke trends door hen relevant geacht werd met betrekking tot dit onderzoek, die niet tot deze ontwikkelingsgebieden behoorde. Vanwege tijdsrestricties, was het helaas niet mogelijk om deze vragen zo uitgebreid te behandelen als eerder met de stelling. Toch hebben de deelnemers bij deze overige trends wel nog een aantal zaken aangestipt, die ze enkel kort mondelinge toe konden lichten. In Tabel 2 staat een beknopt overzicht van de dingen die door de deelnemers zijn aangestipt.

Tabel 2 overzicht met de door deelnemers genoemde trends die behoren tot de zes ontwikkelingsgebieden welke geen direct verband hielden met een van de vier eerder behandelde hoofdthema's.

Nr.	Ontwikkelingsgebied	Genoemde trend
1	Demografische ontwikkelingen	Naast de toenemende vergrijzing, ook mogelijke (klimaat)migratie en wat kan resulteren in verdichting langs transportroutes.
2	Arbeidsmarkt ontwikkelingen	Toenemend tekort aan gekwalificeerd personeel.
3	Digitalisering	Vergroot veiligheid mits zaken zoals cyber security op orde zijn. (herhaling trend)
4	Elektrificatie	Het verder elektrificeren van het energiesysteem kan tot gevolg hebben dat er minder behoefte gaat zijn voor waterstof(dragers), wat dus betekent dat hier minder van vervoerd zal worden.
5	Kernenergie	Minder relevant, het transport van radioactief materiaal zal beperkt blijven en kent bovendien lage risico's.
6	Publieke opinie	Overheden kunnen verwachten dat maatschappelijke weerstand ontwikkelingen tegenhouden. Het is daarom belangrijk om dingen goed uit te leggen aan inwoners.

Verder is het onderwerp circulaire economie nog kort besproken als een mogelijke ontbrekende trend, evenals de mogelijke toelating van het transport van boorhydrides. Betreffende circulaire economie werd genoemd dat de ontwikkelingen hier achterlopen op de doelstellingen en dat de implicaties hiervan op het vervoer van gevaarlijke stoffen zich pas op een langere termijn gaan openbaren. Omtrent het transport van boorhydrides werd gezegd dat toelating van het transport mogelijk doch onwaarschijnlijk werd geacht, mede door de ongunstige resultaten in een multicriteria analyse.

Conclusie

In het tweede en derde hoofdstuk worden voor respectievelijk België en Duitsland de meest prominente bevindingen uit de informatiescan opgesomd. Geven de korte loopduur van dit onderzoek is de informatie in deze hoofdstukken noodzakelijkerwijs tamelijk summier. Dit is ten delen ook toe te schrijven aan brede scope die inherent is aan DESTEP methode die gebruikt is. Desondanks is vast te stellen dat er een aantal trends kunnen worden waargenomen waarvan redelijkerwijs kan worden aangenomen dat deze in potentie een aanzienlijke verandering teweeg zouden kunnen brengen in de externe veiligheidssituatie zowel binnenlands als ook uiteindelijk in Nederland. Hier zijn de vier hoofdthema's energietransitie, economische ontwikkelingen, klimaatverandering en (cyber)veiligheid de duidelijkste voorbeelden van. Daarnaast hebben een aantal van de benoemde trends, zoals de demografische ontwikkelingen, een indirecte relatie met het VGS wat het lastig maakt een eenduidige beoordeling te geven van wat de impact van deze trends zal zijn op het VGS. Daarnaast zijn er ook trends – de vier hoofdthema's – die een duidelijkere relatie hebben met het VGS, maar waaromheen eveneens veel onzekerheden zijn gekoppeld. Gezien dat de kennis m.b.t. Duitsland en België die is gewonnen in de informatiescan asymmetrisch is, kunnen de twee landen lastig met elkaar vergeleken worden. Om een beter beeld te krijgen van hoe het VGS er in de toekomst uit zal zien is aanvullend onderzoek noodzakelijk.

Samenvattend geeft de informatie gewonnen uit de informatiescan een aantal trends weer die het VGS, en verbonden daaraan ook de externe veiligheidssituatie, in Nederland kunnen beïnvloeden. De onzekerheden rondom deze trends maken echter dat kritisch geëvalueerd moet worden of de ambities en cijfers die genoemd worden door de verschillende stakeholders ook een realistisch toekomstbeeld schetsen. Daarmee lijkt het enige wat echt zeker is te zijn, dat alles onzeker is. Wat veel van deze onzekerheden met elkaar gemeen lijken te hebben is dat de private actoren wachten op besluit- en visievorming van overheden voordat ze zich committeren

aan bepaalde transitie met investeringen. Omgekeerd wachten overheden op duidelijke marktdoorbraken of innovaties voordat ze besluiten en visies formuleren. Deze wederzijdse afwachtendheid lijkt veel van de onzekerheden instant te houden. Deze conclusie lijkt te worden bevestigd door de uitkomsten van de interne stakeholdersessie, die laat zien dat de geïdentificeerde trends op basis van de informatiescan nog nuancering behoeven.

Referenties

- Benders, L. (2024, June 18). *DESTEP-analyse van de externe omgeving | Met voorbeelden*. Scribbr. <https://www.scribbr.nl/modellen/destep-analyse/>
- BMW. (2017). Concluding paper - Electricity 2030: Long-term trends – tasks for the coming years. In BMW. https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/electricity-2030-concluding-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Buchar, J. (2024, December 11). German defence industry on the rise: Armaments companies expand at home and abroad, and recording orders worth tens of billions of euros. *Defense Magazine*. <https://www.defensemagazine.com/article/german-defence-industry-on-the-rise-armaments-companies-expand-at-home-and-abroad-and-recording-orders-worth-tens-of-billions-of-euros>
- CBS. (2024, September 10). *Internationale handel in goederen - Nederland Handelsland*. Internationale Handel in Goederen - Nederland Handelsland | CBS. <https://longreads.cbs.nl/nederland-handelsland-2024/internationale-handel-in-goederen/>
- De Waterstof Industrie Cluster. (2020). *Een Vlaamse waterstofstrategie 2025 – 2030*. https://www.waterstofnet.eu/_asset/_public/WIC/2020-12-7Vlaamse-waterstofstrategie-WIC.pdf
- Destatis. (2025, June 10). *Industry, manufacturing*. Federal Statistical Office. https://www.destatis.de/EN/Themes/Economic-Sectors-Enterprises/Industry-Manufacturing/_node.html
- DZSF. (2023). Sensitivitätsanalyse Vegetation entlang der Bundesverkehrswege bezüglich Sturmwurfgefahren und Böschungsbränden. In DZSF. https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Forschungsberichte/2023/ForBe_41_2023_SensVeg.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- DZSF. (2022). Sind Eisenbahn- und ÖPNV-Sektor fit für die heutigen CybersecurityHerausforderungen? *Verkehr & Betrieb*. https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Fachveroeffentlichungen/2022/2022-05_Fachartikel_ETR_Cybersecurity.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- DZSF. (2024). Auswirkungen von Schnee und Frost im deutschen Schienenverkehr. In *FAHRWEG* (pp. 40–42). https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Fachveroeffentlichungen/2024/2024-07_Fachartikel_Schnee_Frost.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- DZSF. (2025). Climate Change Adaptation in Rail Traffic Systems. In DZSF. https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Dokumentation_CCAR_TS_2024_Tagungsband.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Federal Environment Ministry. (n.d.). *German Strategy for Adaptation to Climate Change*. Federal Ministry for the Environment, Climate Action, Nature Conservation and Nuclear Safety. <https://www.bundesumweltministerium.de/en/topics/climate-adaptation/overview-climate-adaptation/german-strategy-for-adaptation-to-climate-change>
- Federal Ministry for Digital and Transport. (2024). *National Strategy for Sea and Inland Ports*. https://www.bmv.de/SharedDocs/EN/publications/national-strategy-for-sea-and-inland-ports.pdf?__blob=publicationFile
- Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) & PRpetuum GmbH. (2024). *Import Strategy for hydrogen and hydrogen derivatives*. Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK). <https://www.bmwk.de>
- Federal Statistical Office. (2019). *A changing population: Assumptions and results of the 14th coordinated population projection* [Report]. <https://www.destatis.de>
- FOD Economie. (2022). Visie en strategie waterstof: Update oktober 2022. In *FOD Economie*. <https://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Energy/waterstof-visie-en-strategie.pdf>

- Gilkinet, G. & FOD Mobiliteit en Vervoer. (2022). Spoorvisie 2040. In *FOD Mobiliteit En Vervoer* (pp. 1–4). https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/publicaties%20en%20statistieken/20220506_spoorvisie_2040_-_lange_versie_nl.pdf
- Heinrich, M., & Iffländer, L. (2022). Software-supported threat analysis using attack graphs. In Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung, INCYDE GmbH, *SIGNAL + DRAHT* (Vols. 202228–202229). https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Fachveroeffentlichung/en/2022/2022-05_Fachartikel_Signal_Draht_Attack_Graphs.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- Herrmann, C. & Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung. (2023). Betrieb und Verkehr. *EI*. https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Fachveroeffentlichung/en/2023/2023-11_Fachartikel_EI_Klimaanpassung.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Hydrogen Import Coalition. (n.d.). Hydrogen Import Coalition Final report. In *Hydrogen Import Coalition Final Report*. https://www.waterstofnet.eu/_asset/_public/H2Importcoalitie/Waterstofimportcoalitie.pdf
- Hydrogen Import Coalition, Deme, S. G., Engie, K. V., Exmar, F. V. N., Fluxys, L. H., Port of Antwerp-Bruges, M. P., Waterstofnet, I. F., Vanden Berghe, J., & Vanfraechem, J. (2023). *Roadmap towards 2030 and beyond: Belgium as a hydrogen importhub* [Report]. https://www.waterstofnet.eu/_asset/_public/H2Importcoalitie/Belgium-as-a-hydrogen-importhub_web_singlepage-presentation.pdf
- IMF. (2025, January). *World Economic Outlook*. World Economic Outlook Database. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/October/select-country-group>
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023, November 14). *Duitsland en Nederland versterken samenwerking op gebied waterstof*. Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl. <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/11/14/duitsland-en-nederland-versterken-samenwerking-op-gebied-waterstof>
- NOW GmbH. (2024). MARKET DEVELOPMENT OF CLIMATE-FRIENDLY TECHNOLOGIES IN HEAVY-DUTY ROAD FREIGHT TRANSPORT IN GERMANY AND EUROPE. In *NOW GmbH*. https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2025/01/NOW_Cleanroom-Talks-2024_english.pdf
- Statbel. (2024, October 29). *Road freight transport*. <https://statbel.fgov.be/en/themes/mobility/transport/road-freight-transport#panel-12>
- Statbel. (2025a, February 11). *Bevolkingsvooruitzichten*. <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bevolking/bevolkingsvooruitzichten>
- Statbel. (2025b, May 21). *Inland water transport: Waterborne transport*. <https://statbel.fgov.be/en/themes/mobility/transport/inland-water-transport-waterborne-transport#panel-12>
- Szymczak, S., Bott, F., Fabella, V. M., & Fricke, K. (2025). Are heavy-rainfall events a major trigger of associated natural hazards along the German rail network? *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(2), 683–707. <https://doi.org/10.5194/nhess-25-683-2025>
- UNECE. (n.d.). European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR). In *Agreement (Without Annexes)*. https://unece.org/DAM/trans/danger/publi/adr/ADRagree_e.pdf

Deel III: Stageopdracht faaldruk tankauto's

1. Inleiding:

Een van de taken van het RIVM is het formuleren van rekenvoorschriften om daarmee de publieke (externe) veiligheid in Nederland te helpen borgen. Om de risico's van activiteiten, zoals het transport van gevaarlijke goederen, zo goed mogelijk te beoordelen worden deze rekenvoorschriften continu uitgebreid en geactualiseerd. Dit is een iteratief proces, waarbij nieuwe wetenschappelijke inzichten en ervaringen uit de praktijk worden gebruikt om tot betere risicobeoordelingen te komen.

Momenteel werkt het RIVM aan het herzien van de rekenvoorschriften met betrekking tot de faaldruk van tankauto's. In Nederlands worden diverse vloeistoffen en tot vloeistof gemaakte gassen over de weg vervoerd met tankauto's, waaronder stoffen als benzine, LPG, LNG, ammoniak, methanol en vloeibare waterstof. Dit zijn voorbeelden van brandbare stoffen, wat betekent dat het transport hiervan veiligheidsrisico's met zich meebrengt. Op basis van de relevante regelgeving is het RIVM voornemens te onderzoeken of de huidige rekenvoorschriften voor het transport van deze brandgevaarlijke stoffen moeten worden aangepast.

Specifiek wil het RIVM nu beoordelen of de huidige rekenvoorschriften ook op adequate wijze rekening houden met een zo gehete Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, afgekort BLEVE. Kort gezegd, is dit een incident waarbij een externe warmtebron, zoals een nabije brand, de tank van een tankauto verwarmt. Hierdoor kan de druk in de tank sterk toenemen terwijl de tank verzwakt, zodat deze uiteindelijk openbarst (faalt) met als gevolg dat de brandbare inhoud wordt ontstoken door de externe warmtebron. Die ontsteking resulteert in een vuurbal, waarbij de warmtestraling mogelijk letale gevolgen kan hebben voor omstanders. In o.a. Italië heeft zich zo'n incident voorgedaan.

Om te kunnen beoordelen of de huidige rekenvoorschriften aanpassing behoeven, is het zaak dat eerst in kaart wordt gebracht wat de specificaties zijn die huidige wet- en regelgeving voorschrijven voor tankauto's. Dit project is een poging om die specificaties in kaart te brengen.

2. Project beschrijving en methodologie

Het doel van dit project is om te inventariseren welke technische eisen worden gesteld aan de tanks van tankauto's die worden gebruikt voor het transport van benzine, diesel, LPG, LNG, ammoniak, methanol, gekoelde vloeibare waterstof en gecompriëerde waterstof.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd, die in het volgende hoofdstuk zullen worden beantwoord.

1. Zijn er veiligheidsvoorzieningen voorgeschreven? Zo ja, welke veiligheidsvoorzieningen en eisen worden voorgeschreven?
2. Geldt er een maximale inhoud voor tankauto's? Zo ja, wat is de geldende maximale inhoud?
3. Geldt er een maximale vulgraad? Zo ja, wat is de geldende maximale vulgraad?
4. Zijn er sterkte-eisen voorgeschreven? Zo ja, aan welke sterkte-eisen moet de tank voldoen?

Voor de beantwoording van deze vragen is de Nederlandstalige versie uit 2023 van het ADR geraadpleegd. Vervolgens is voor elk van de acht stoffen die onderdeel zijn van deze studie is gekeken welke bepalingen binnen het ADR relevant zijn, deze resultaten zijn samengevat in Tabel 1. Vervolgens is een analyse uitgevoerd om te bepalen welk van deze bepalingen ook relevant zijn voor dit onderzoek. Dat betekent dat is gekeken of de relevant bevonden bepalingen een antwoord bieden op een van de onderzoeksvragen. Deze bepalingen zijn vervolgens verzameld in dit rapport, zie paragrafen 3.3 tot en met 3.10, waarbij elke stof in een paragraaf behandeld is. Deze paragrafen zijn volgens een vaste structuur opgebouwd. Te beginnen met een overzichtstabel waarin de relevante bepalingen voor een stof zijn benoemd in de kolom met aanduiding en een korte duiding van de betekenis is gegeven in de kolom betekenis of verwijzing. Na de overzichtstabel worden de bepalingen gegeven zoals deze staan beschreven in het ADR, gesorteerd naar de verschillende soorten bepalingen zoals weergegeven in de overzichtstabel, zie volgende bladzijde.

Naam Stof		
UN code	0000	
ADR naam en omschrijving	Stofnaam	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis of verwijzing
Klasse	X#	[...]
Classificatie code	Y#	[...]
Verpakkingsgroep	Z#	[...]
Labels	A#	[...]
Bijzondere bepalingen	B#	[...]
Transporttanks en bulkcontainers	Instructies	C#
	Bijzondere bepalingen	D#
ADR tank	Tank code	E#
	Bijzondere bepalingen	F#
Voertuig voor tank transport	G#	[...]
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)	H#	[...]
Gevaar identificatie nummer	I#	[...]

0.0.0 Naam soort bepaling (ADR 0.0.0.1 en 0.0.2)

Bepaling XYZ

De tekst van de bepaling zoals gegeven in het ADR 2023.

Bepaling ZYX

De tekst van de bepaling zoals gegeven in het ADR 2023.

3. Relevante wet- en regelgeving

Vanuit de Economic Commission for Europe, een organisatie binnen de Verenigde Naties, zijn internationaal afspraken gemaakt over het transport van gevaarlijke goederen over de weg. Deze afspraken zijn vastgelegd in het ADR, welke ook is verankerd in de nationale wetgeving van deelnemende landen, waaronder Nederland.

3.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk worden alle geldende bepalingen gegeven uit het ADR 2023 voor de acht stoffen die het onderwerp zijn van dit onderzoek. Een overzicht van alle aanduidingen en geldende bepalingen is gegeven in Tabel 1. De aanduidingen zijn triviaal en worden niet nader toegelicht verder in het hoofdstuk. Daarnaast zijn ook niet alle gegeven groepen bepalingen in Tabel 1 ook relevant binnen de context van dit onderzoek, bijvoorbeeld omdat een bepaling geen betrekking heeft op bulk transport in tankauto's. Deze bepalingen zijn rood gemarkeerd in Tabel 1. De overige paragrafen in dit hoofdstuk zijn vervolgens telkens toegewijd aan een van de acht stoffen. Deze paragrafen beginnen steeds met een overzichtstabel waarin aanduidingen worden benoemd of verklaard en wordt verwezen naar de relevante bepalingen zijn toegelicht. De niet relevante groepen bepalingen staan niet vermeld in deze tabellen, echter zijn de niet relevante specifieke bepalingen wel als zodanig aangemerkt hier. Ook komt het voor dat niet de gehele tekst van een bepaling relevant is voor dit onderzoek, omdat een deel bijvoorbeeld dan betrekking heeft op vaste stoffen. In dit geval is de niet relevante tekst vervangen door '[...]'.

Bij sommige bepalingen die worden toegelicht in dit hoofdstuk, wordt doorverwezen naar een andere bepaling binnen het ADR 2023. Deze onderliggende bepalingen staan op numerieke volgorde gespecificeerd in de appendix. De verwijzing is dan gegeven middels de numerieke verwijzing die ook wordt toegepast binnen de ADR zelf. Om deze verwijzingen niet te verwarren met de numerieke hoofdstuk aanduiding van dit document, wordt bij verwijzingen naar bepalingen binnen dit document altijd verwezen in de vorm zie 'bepaling ...'. Daarnaast zijn de hoofdstuk en paragraaf aanduidingen van dit document zelf altijd blauw gemarkeerd. Omdat sommige bepalingen voor meerdere stoffen gelden, zijn sommige bepalingen enkel de eerste maal dat ze aan

bod komen gespecificeerd. Bij herhaling wordt dan verwezen binnen het document naar de stof waar deze bepalingen eerder al was beschreven.

Overigens, wanneer er een druk staat vermeld betreft dit altijd de manometrische (ookwel gauge) druk tenzij anders vermeld, zie bepaling 1.2.2.3 in het ADR.

3.2 Overzicht stoffen

Tabel 3 Overzicht van de relevante bepalingen en aanduidingen in het ADR 2023 voor de relevante stoffen in dit onderzoek.

UN #	Name and description	Class	Classification code	Packing group	Labels	Special provisions	Portable tanks and bulk containers		ADR Tank		Vehicle for tank carriage	Special provisions for carriage		Hazard identification #
							Instructions	Special provisions	Tank code	Special provision		Loading, unloading and handling	Operations	
	3.1.2	2.2	2.2	2.1.1.3	5.2.2	3.3	4.2.5.2, 7.3.2	4.2.5.3	4.3	4.3.5, 6.8.4	9.1.1.2	7.5.11	8.5	5.3.2.3
1005	Ammonia, Anhydrous	2	2TC		2.3 + 8	23 + 379	(M)T50		PxBH(M)	TA4 TT8 TT9	AT	CV9 CV10 CV36	S14	268
1049	Hydrogen, Compressed	2	1F		2.1	392 662	(M)		CxBN(M)	TA4 TT9	FL	CV9 CV10 CV36	S2 S20	23
1075	Petroleum Gases, Liquefied	2	2F		2.1	274 392 583 639 662 674	(M)T50		PxBN(M)	TA4 TT9 TT11	FL	CV9 CV10 CV36	S2 S20	23
1202	Gas Oil, Diesel Fuel or Heating Oil, Light	3	F1	III	3	640K 664	T2	TP1	LGBF		FL		S2	30
1203	Motor Spirit or Gasoline or Petrol	3	F1	II	3	243 534 664	T4	TP1	LGBF	TU9	FL		S2 S20	33
1230	Methanol	3	FT1	II	3 + 6.1	279	T7	TP2	L4BH	TU15	FL	CV13 CV28	S2 S19	336
1966	Hydrogen, Refrigerated Liquid	2	3F		2.1		T75	TP5 TP34	RxBN	TU18 TE26 TA4 TT9	FL	CV9 CV11 CV36	S2 S17	223
1972	Methane, refrigerated liquid or natural gas	2	3F		2.1	392	T75	TP5	RxBN	TU18 TE26 TA4 TT9	FL	CV9 CV11 CV36	S2 S17	223

3.3 Relevante bepalingen voor Ammoniak

Ammoniak			
UN code		1005	
ADR naam en omschrijving		Ammoniak, watervrij	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis of verwijzing	
Klasse	2	Gas, onder druk	
Classificatie code	2TC	Gas, toxisch en corrosief	
Verpakkingsgroep	-	-	
Labels	2.3 + 8	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten:  	
Bijzondere bepalingen		23, 379	<u>23</u> : Niet Relevant <u>379</u> : Niet Relevant
Transporttanks en bulkcontainers	Instructies	(M)T50	Zie 'Bepaling (M)T50'
	Bijzondere bepalingen	-	-
ADR tank	Tank code	PxBH(M)	Zie 'Bepaling PxBH(M)'
	Bijzondere bepalingen	TA4 TT8 TT9	<u>TA4</u> : Niet relevant <u>TT8</u> : Niet relevant <u>TT9</u> : Niet relevant
Voertuig voor tank transport		AT	Zie 'Bepaling AT'
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S14	<u>S14</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		268	Giftig gas, bijtend

3.3.1 Transporttanks en Bulkcontainers (ADR 4.2.5.2 en 7.3.2)

Bepaling (M)T50

Deze bepaling bestaat uit twee delen:

- Aanduiding '(M)' betekend dat vervoer van deze stof met *multiple element gas containers* is toegestaan.
- Transporttank-instructie 'T50', zie Tabel 2.

Tabel 4 met de daarin de specifieke bepaling geldend voor watervrije ammoniak volgens de transporttank-instructie T50.

Transporttank-instructie T50	Bepaling voor Ammoniak, watervrij	
Max. toegestane bedrijfsdruk (bar)	Klein ^a	29,0
	Zonder zonnescild of Isolatie ^a	25,7
	Zonnescild ^a	22,0
	Geïsoleerd ^a	19,7
Openingen beneden de vloeistofspiegel	Toegestaan	
Druk ontlastingsinrichtingen ^b	Zie 6.7.3.7.3	
Maximale vullingsgraad	0,53	

- ^a "Klein" heeft betrekking op tanks die een reservoir hebben met een diameter of 1,5 m of minder;
 "Zonder zonnescild of isolatie" heeft betrekking op tanks die een reservoir hebben met een diameter van meer dan 1,5 m zonder isolatie of zonnescild (zie 6.7.3.2.12);
 "Zonnescild" heeft betrekking op tanks die een reservoir hebben met een diameter van meer dan 1,5 m met een zonnescild (zie 6.7.3.2.12);
 "Geïsoleerd" heeft betrekking op tanks die een reservoir hebben met een diameter van meer dan 1,5 m met isolatie (zie 6.7.3.2.12); (Zie de definitie van "Ontwerpreferentietemperatuur" in 6.7.3.1).

b [...]

3.3.2 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bepaling PxBH(M)

Deze bepaling bestaat uit vijf delen:

- Aanduiding 'P' geeft het type batterijwagen of *Multiple-Element Gas Container* (MEGC) aan:
P = tank, batterijwagen of MEGC voor vloeibaar gemaakte gasen of opgeloste gasen
- Aanduiding 'X' geeft de berekeningsdruk aan:
X = waarde van de minimale beproevingsdruk van toepassing volgens de tabel in 4.3.3.2.5. Voor tankauto's met warmteisolerende bescherming geldt een beproevingsdruk van 26 bar en voor tankauto's zonder warmteisolerende bescherming geldt een beproevingsdruk van 29 bar.
- Aanduiding 'B' geeft het soort openingen aan (zoals beschreven in 6.8.2.2 en 6.8.3.2):
B = tank met openingen voor het vullen of lossen aan de onderzijde met 3 sluitingen; of batterijwagen of MEGC met openingen onder de vloeistofspiegel of voor samengeperste gasen
- Aanduiding 'H' geeft de veiligheidskleppen/-inrichtingen aan:
H = hermetisch gesloten tank, batterijwagen of MEGC (zie 1.2.1).
- Aanduiding '(M)' betekend dat vervoer van deze stof met *multiple element gas containers* is toegestaan.

3.3.3 Voertuig voor tank transport (ADR 9.1.1.2)

Bepaling AT

Aanduiding "AT-voertuig" betreft

- a) een voertuig, anders dan een EX/III- of FL--voertuig of een MEMU, bestemd voor het vervoer van gevaarlijke goederen in vaste tanks of afneembare tanks met een inhoud van meer dan 1 m³, of in tankcontainers, transporttanks of MEGC's met een individuele inhoud van meer dan 3 m³; of
- b) een batterijwagen met in totaal een inhoud van meer dan 1 m³ anders dan een FL-voertuig;

3.4 Relevante bepalingen voor Gecomprimeerde Waterstof

Waterstof (gecomprimeerde)			
UN code		1049	
ADR naam en omschrijving		Waterstof, gecomprimeerd tot vloeistof	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	2	Gas, onder druk	
Classificatie code	1F	Explosief dat springstof bevat, met het eigen inleimiddel, met voortdrijvende lading (niet bestaande uit een brandbare vloeistof of brandbare gel of hypergolische vloeistoffen) of zonder voortdrijvende lading.	
Verpakkingsgroep	-	-	
Labels	2.1	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen	392 662	<u>392</u> : Niet relevant <u>662</u> : Niet relevant	
Portable tanks en bulk container	Instructies	(M)	Zie 'Bepaling PxBH(M)' onder Ammoniak
	Bijzondere bepalingen	-	-
ADR tank	Tank code	CxBN (M)	Zie 'CxBN(M)'
	Bijzondere bepalingen	TA4 TT9	<u>TA4</u> : Niet relevant <u>TT9</u> : Niet relevant
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL'
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S20	<u>S2</u> : Zie 'Bepaling S2' <u>S20</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		23	Brandbaar gas

3.4.1 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bepaling CxBN(M)

Deze bepaling bestaat uit vijf elementen:

- Aanduiding 'C' geeft het type batterijwagen of MEGC aan:
C = tank, batterijwagen of MEGC voor samengeperste gassen
- Aanduiding 'x' onder ADR 4.3.3.2.5 zijn geen gegeven specificaties voor deze stof
- Aanduiding 'B' zie 'Bepaling PxBH' onder Ammoniak
- Aanduiding 'N' geeft de veiligheidskleppen/-inrichtingen aan:
N = tank, batterijwagen of MEGC met veiligheidsklep volgens 6.8.3.2.9 of 6.8.3.2.10 die niet hermetisch gesloten is
- Aanduiding '(M)' zie 'Bepaling PxBH' onder Ammoniak

3.4.2 Voertuig voor tank transport (ADR 9.1.1.2)

Bepaling FL

Aanduiding "FL-voertuig" betreft:

- een voertuig, bestemd voor het vervoer van vloeistoffen met een vlampunt van ten hoogste 60 °C (met uitzondering van dieselolie die voldoet aan de norm EN 590:2013 + A1:2017, gasolie en lichte stookolie - UN-nummer 1202 - met een vlampunt zoals gespecificeerd in de norm EN 590:2013 + A1:2017) in vaste tanks of afneembare tanks met een inhoud van meer dan 1 m³ of in tankcontainers of transporttanks met een individuele inhoud van meer dan 3 m³; of

- b) een voertuig, bestemd voor het vervoer van brandbare gassen in vaste tanks of afneembare tanks met een inhoud van meer dan 1 m³ of in tankcontainers, transporttanks of MEGC's met een individuele inhoud van meer dan 3 m³; of
- c) een batterijwagen met in totaal een inhoud van meer dan 1 m³, bestemd voor het vervoer van brandbare gassen; of
- d) [...]

3.4.3 Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties) (ADR 8.5)

Bepaling S2

Aanduiding 'S2' betreft aanvullende voorschriften inzake het vervoer van brandbare vloeistoffen of gassen

- 1) Het laadcompartiment van gesloten voertuigen die vloeistoffen met een vlampunt van ten hoogste 60 °C of brandbare stoffen of voorwerpen van klasse 2 vervoeren, mogen niet worden binnengegaan door personen met draagbare verlichtingsapparatuur behalve die zo zijn ontworpen en geconstrueerd dat zij brandbare dampen of gassen die tot in het voertuig kunnen zijn doorgedrongen, niet kunnen ontsteken.
- 2) Het in bedrijf hebben van verwarmingssystemen op brandstof, van FL-voertuigen (zie 'Bepaling FL') is tijdens laden en lossen en op laadplaatsen verboden.
- 3) Indien het FL-voertuigen betreft (zie 'Bepaling FL') moet een goede elektrische verbinding tussen het voertuigchassis en de aarde worden gemaakt voordat tanks worden gevuld of geledigd. Bovendien dient de vulsnelheid te worden beperkt.

3.5 Relevante bepalingen voor Liquified Petroleum Gas (LPG)

LPG (vloeibaar petroleum gas)			
UN code		1075	
ADR naam en omschrijving		Petroleum gas, vloeibaar	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	2	Gas, onder druk	
Classificatie code	2F	Gas, brandbaar	
Verpakkingsgroep	-	-	
Labels	2.1	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen	274 392 583 639 662 674	<u>274</u> : Niet relevant <u>583</u> : Zie 'Bepaling 583' <u>662</u> : Niet relevant <u>392</u> : Niet relevant <u>639</u> : Niet relevant <u>674</u> : Niet relevant	
Portable tanks en bulk container	Instructies	(M)T50	Zie 'Bepaling (M)T50' onder Ammoniak
	Bijzondere bepalingen	-	-
ADR tank	Tank code	PxBN(M)	Zie 'Bepaling PxBH(M)' en 'Bepaling PxBN(M)' onder respectievelijk Ammoniak en Gecomprimeerde waterstof.
	Bijzondere bepalingen	TA4 TT9 TT11	<u>TA4</u> : Niet relevant <u>TT9</u> : Niet relevant <u>TT11</u> : Niet relevant
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S20	<u>S2</u> : Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof <u>S20</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		23	Brandbaar gas

3.5.1 Bijzondere bepalingen (ADR 3.3)

Bepaling 583

Deze positie omvat onder andere mengsels van gassen met de volgende eigenschappen:

Mengsel	Maximale dampdruk bij 70 °C (MPa)	Minimale dichtheid bij 50 °C (kg/l)	Toegelaten technische benaming ^a ten behoeve van 5.4.1.1
A	1,1	0,525	"Mengsel A" of "Butaan"
A01	1,6	0,516	"Mengsel A01" of "Butaan"
A02	1,6	0,505	"Mengsel A02" of "Butaan"
A0	1,6	0,495	"Mengsel A0" of "Butaan"
A1	2,1	0,485	"Mengsel A1"
B1	2,6	0,474	"Mengsel B1"
B2	2,6	0,463	"Mengsel B2"
B	2,6	0,450	"Mengsel B"
C	3,1	0,440	"Mengsel C" of "Propan"

^a Bij vervoer in tanks mogen de handelsnamen "butaan" of "propan" alleen aanvullend worden gebruikt.

3.6 Relevante bepalingen voor Diesel

Diesel			
UN code		1202	
ADR naam en omschrijving		Diesel brandstof	
Bepaling	Aanduiding		Betekenis
Klasse	3		Brandbare stoffen
Classificatie code	F1		Brandbare vloeistoffen met een vlampunt van ten hoogste 60 °C
Verpakkingsgroep	III		Vlampunt (gesloten cup) ≥ 23 °C en ≤ 60 °C, Beginkookpunt > 35 °C
Labels	3		Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 
Bijzondere bepalingen		640K 664	<u>640K</u> : Niet relevant <u>664</u> : Niet relevant
Portable tanks en bulk container	Instructies	T2	Zie 'Bepaling T2'
	Bijzondere bepalingen	TP1	Zie 'Bepaling TP1'
ADR tank	Tank code	LGBF	Zie 'Bepaling LGBF'
	Bijzondere bepalingen	-	-
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2	Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof
Gevaar identificatie nummer		30	Brandbare vloeistof (vlampunt tussen 23 °C en 60 °C, grenswaarden inbegrepen) of [...]

3.6.1 Transporttanks en Bulkcontainers (ADR 4.2.5.2 en 7.3.2)

Bepaling T2

Transporttank-instructies specificeren de voorschriften die op een transporttank van toepassing zijn, indien de transporttank voor het vervoer van specifieke stoffen wordt gebruikt. Transporttankinstructies T2, T4 en T7 specificeren de minimale beproevingsdruk die van toepassing is, de minimale wanddikte van het reservoir (in mm referentiestaal voor metalen reservoirs of de minimale dikte van een FRP-tank), alsmede de voorschriften voor drukontlasting en openingen aan de onderzijde.

Tabel 5 Overzicht van de geldende transporttank-instructies met aanduiding T2, T4 en T7 (O.b.v. ADR 4.2.5.2.6)

TRANSPORTTANK-INSTRUCTIES T2, T4 en T7 Deze transporttank-instructies zijn van toepassing op vloeibare en vaste stoffen van klasse 1 en de klassen 3 t/m 9. Er moet voldaan worden aan de algemene voorschriften van sectie 4.2.1 en de voorschriften van sectie 6.7.2. De instructies voor transporttanks met FRP wanden zijn van toepassing op stoffen van de klassen 1, 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 en 9. Daarnaast zijn de voorschriften van hoofdstuk 6.9 van toepassing op transporttanks met FRP wanden				
Transporttank instructie	Minimale beproevingsdruk (bar)	Minimale tankdikte (in mm referentiestaal) voor metalen reservoirs (zie 6.7.2.4)	Drukontlastings-inrichtingen ^a (zie 6.7.2.8)	Bodem openingen (zie 6.7.2.6) ^b
T2	1,5	Zie 6.7.2.4.2	Normaal	Zie 6.7.2.6.3
T4	2,65	Zie 6.7.2.4.2	Normaal	Zie 6.7.2.6.3
T7	4	Zie 6.7.2.4.2	Normaal	Zie 6.7.2.6.3

^a Indien het woord "Normaal" is aangegeven, zijn alle voorschriften van 6.7.2.8 van toepassing, uitgezonderd 6.7.2.8.3.

^b [...]

Bepaling TP1

De in 4.2.1.9.2 voorgeschreven vullingsgraad mag niet worden overschreden.

$$Vullingsgraad = \frac{97}{1 + \alpha(t_r - t_f)}$$

Hierbij geldt dat in deze formule α de gemiddelde kubieke uitzettingscoëfficiënt van de vloeistof tussen de gemiddelde temperatuur van de vloeistof tijdens het vullen (t_f) en de maximale gemiddelde temperatuur van de lading tijdens vervoer (t_r) (beide in °C). Voor vloeistoffen die worden vervoerd onder omgevingscondities kan men α berekenen door middel van de formule:

$$\alpha = \frac{d_{15} - d_{50}}{35d_{50}}$$

waarin d_{15} en d_{50} de dichtheden van de vloeistof bij respectievelijk 15°C en 50°C zijn.

3.6.2 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bepaling LGBF

Deze bepaling bestaat uit vier elementen:

- Aanduiding 'L' geeft het type tank aan:
L = tank voor stoffen in vloeibare toestand (vloeistoffen of vaste stoffen die in gesmolten toestand ten vervoer worden aangeboden)
- Aanduiding 'G' geeft de berekeningsdruk aan:
G = minimale berekeningsdruk volgens de algemene voorschriften van 6.8.2.1.14; [...]
- Aanduiding 'B' geeft het soort openingen aan (zoals beschreven in 6.8.2.2.2):
B = tank met openingen voor het vullen of lossen aan de onderzijde met 3 sluitingen.
- Aanduiding 'F' geeft de veiligheidskleppen/-inrichtingen aan:
F = tank met een be- en ontluuchtingsinrichting volgens 6.8.2.2.6, voorzien van een beschermende voorziening tegen vlaminslag volgens 6.8.2.2.6; of explosieschokdrukbestendige tank

3.7 Relevante bepalingen voor Benzine

Benzine			
UN code		1203	
ADR naam en omschrijving		Benzine	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	3	Brandbare stoffen	
Classificatie code	F1	Brandbare vloeistoffen met een vlampunt van ten hoogste 60 °C	
Verpakkingsgroep	II	Vlampunt (gesloten cup) < 23 °C, Beginkookpunt > 35 °C	
Labels	3	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen		243 534 664	243: Niet relevant 534: Niet relevant 664: Niet relevant
Portable tanks en bulk container	Instructies	T4	Zie Tabel 3 onder 'Bepaling T2' onder Diesel
	Bijzondere bepalingen	TP1	Zie 'Bepaling TP1' onder Diesel
ADR tank	Tank code	LGBF	Zie 'Bepaling LGBF' onder Diesel
	Bijzondere bepalingen	TU9	Zie 'Bijzondere bepaling TU9'
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S20	<u>S2</u> : Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof <u>S20</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		33	Zeer brandbare vloeistof (vlampunt lager dan 23 °C)

3.7.1 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bijzondere bepaling TU9

UN 1203 benzine met een dampdruk bij 50 °C hoger dan 110 kPa (1,1 bar) maar niet hoger dan 150 kPa (1,5 bar) mag ook vervoerd worden in tanks, die berekend zijn volgens 6.8.2.1.14 a) en waarvan de uitrusting voldoet aan 6.8.2.2.6.

3.8 Relevante bepalingen voor Methanol

Methanol			
UN code		1230	
ADR naam en omschrijving		Methanol	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	3	Brandbare stoffen	
Classificatie code	FT1	Brandbare vloeistoffen, giftig	
Verpakkingsgroep	II	Vlampunt (gesloten cup) < 23 °C, Beginkookpunt > 35 °C	
Labels	3 + 6.1	Verpakking moet de volgende drie labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen		279	279: niet relevant
Portable tanks en bulk container	Instructies	T7	Zie Tabel 3 onder 'Bepaling T2'
	Bijzondere bepalingen	TP2	Zie 'Bijzondere bepaling TP2'
ADR tank	Tank code	L4BH	Zie 'Bepaling L4BH'
	Bijzondere bepalingen	TU15	Niet relevant
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S19	S2: Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof S19: Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		336	Zeer brandbare vloeistof, giftig

3.8.1 Transporttanks en Bulkcontainers (ADR 4.2.5.2 en 7.3.2)

Bijzondere bepaling TP2

Transporttank-instructie TP2: De in 4.2.1.9.3 voorgeschreven vullingsgraad mag niet worden overschreden. Zie formule beschrijving onder 'Bepaling TP1'.

$$Vullingsgraad = \frac{95}{1 + \alpha(t_r - t_f)}$$

3.8.2 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bepaling L4BH

Deze bepaling bestaat uit vier elementen:

- Aanduiding 'L' zie 'bepaling LGBF' onder Diesel
L = tank voor stoffen in vloeibare toestand (vloeistoffen of vaste stoffen die in gesmolten toestand ten vervoer worden aangeboden)
- Aanduiding '4' geeft de berekeningsdruk aan:
[...] 4 = minimale berekeningsdruk in bar (zie 6.8.2.1.14)
- Aanduiding 'B' zie 'bepaling LGBF' onder Diesel
- Aanduiding 'H' geeft de veiligheidskleppen/-inrichtingen aan:
H = hermetisch gesloten tank (zie 1.2.1)

3.9 Relevante bepalingen voor Gekoelde waterstof

Waterstof (gekoeld)			
UN code		1966	
ADR naam en omschrijving		Waterstof, gekoeld tot vloeistof	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	2	Gas, onder druk	
Classificatie code	3F	Brandbare (gedeeltelijk) tot vloeistof gekoelde gassen	
Verpakkingsgroep	-	-	
Labels	2.1	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen		-	
Portable tanks en bulk container	Instructies	T75	Zie 'Bepaling T75'
	Bijzondere bepalingen	TP5 TP34	<u>TP5</u> : Zie 'Bepaling TP5' <u>TP34</u> : Niet relevant
ADR tank	Tank code	RxBN	Zie 'Bepaling RxBN' naast 'Bepaling PxBH(M)' en 'Bepaling PxBN(M)' onder respectievelijk Ammoniak en Gecomprimeerde waterstof.
	Bijzondere bepalingen	TU18 TE26 TA4 TT9	<u>TU18</u> : Zie 'Bepaling TU18' <u>TE26</u> : Zie 'Bepaling TE26' <u>TA4</u> : Niet relevant <u>TT9</u> : Niet relevant
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S17	<u>S2</u> : Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof <u>S17</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		223	Sterk gekoeld, vloeibaar gemaakt gas, brandbaar

3.9.1 Transporttanks en Bulkcontainers (ADR 4.2.5.2 en 7.3.2)

Bepaling T75

Deze transporttank-instructie is van toepassing op sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen. Aan de algemene voorschriften van sectie 4.2.3 en de voorschriften van sectie 6.7.4 moet worden voldaan.

Bijzondere bepaling TP5

Aan de vullingsgraad, voorgeschreven in 4.2.3.6, moet worden voldaan.

3.9.2 ADR Tank – Tank code en Bijzondere bepalingen (ADR 4.3, 4.3.5 en 6.8.4)

Bepaling RxBN

Deze bepaling bestaat uit vier elementen:

- Aanduiding 'R' geeft het type batterijwagen of MEGC aan:
R = tank voor sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen
- Aanduiding 'x' zie 'Bepaling PxBH' onder Ammoniak.
- Aanduiding 'B' zie 'Bepaling PxBH' onder Ammoniak.
- Aanduiding 'N' zie 'Bepaling CxBN' onder gecomprimeerde waterstof.

Bijzondere bepaling TU18

De vullingsgraad moet beneden het niveau blijven waarbij, - indien de inhoud op de temperatuur gebracht wordt, waarbij de dampdruk gelijk is aan de openingsdruk van de veiligheidskleppen -, het volume van de vloeistoffase de waarde van 95% van de inhoud van de tank bij deze temperatuur zou bereiken. De bepaling in 4.3.2.3.4 is niet van toepassing.

Bijzondere bepaling TE26

Alle vul- en losaansluitingen, inclusief die in de dampfase, op tanks bestemd voor het vervoer van brandbare sterk gekoelde vloeibaar gemaakte gassen moeten zo dicht mogelijk bij de tank zijn uitgerust met een snel sluitende automatische afsluiter (zie 6.8.3.2.3).

3.10 Relevante bepalingen voor LNG

LNG (vloeibaar aardgas)			
UN code		1972	
ADR naam en omschrijving		Methaan of aardgas gekoeld tot vloeistof	
Bepaling	Aanduiding	Betekenis	
Klasse	2	Gas, onder druk	
Classificatie code	3F	Brandbare (gedeeltelijk) tot vloeistof gekoelde gassen	
Verpakkingsgroep	-	-	
Labels	2.1	Verpakking moet de volgende twee labels bevatten: 	
Bijzondere bepalingen	392	<u>392</u> : Niet relevant	
Portable tanks en bulk container	Instructies	T75	Zie 'Bepaling T75' onder gekoelde waterstof
	Bijzondere bepalingen	TP5	<u>TP5</u> : Zie 'Bepaling TP5' onder gekoelde waterstof
ADR tank	Tank code	RxBN	Zie 'Bepaling RxBN', 'Bepaling PxBH(M)' en 'Bepaling PxBN(M)' onder respectievelijk, Gekoelde waterstof, Ammoniak en Gecomprimeerde waterstof.
	Bijzondere bepalingen	TU18 TE26	<u>TU18</u> : Zie 'Bepaling TU18' onder gekoelde waterstof <u>TE26</u> : Zie 'Bepaling TE26' onder gekoelde waterstof
Voertuig voor tank transport		FL	Zie 'Bepaling FL' onder Gecomprimeerde waterstof
Bijzondere bepalingen voor vervoer (Operaties)		S2 S17	<u>S2</u> : Zie 'Bepaling S2' onder Gecomprimeerde waterstof <u>S17</u> : Niet relevant
Gevaar identificatie nummer		223	Sterk gekoeld, vloeibaar gemaakt gas, brandbaar

Samenvatting

Tabel 6 De tabel hieronder geeft een overzicht van de genoemde bepalingen in 3.3 t/m 3.10 die zijn beschreven in de appendix. De bepalingen zijn uitgezet naar de verschillende onderzoeksvragen. Het betreft hier de specifiek geldende eisen en niet de algemeen geldende eisen.

Stoffen\vragen	Voorgeschreven Veiligheidsvoorzieningen	Maximale inhoud/beproevingdruk	Maximale vulgraad	Sterkte eisen
Ammoniak	6.7.3.7.3, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.3, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8, 6.8.2.2.9 6.8.2.2.10, 6.8.3.2.3 en 6.8.3.2.9	4.3.3.2.5	X	6.7.3.2.12
Waterstof (gecomprimeerd)	6.8.2.2.2, 6.8.2.2.3, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8, 6.8.2.2.9, 6.8.2.2.10, 6.8.3.2.9 en 6.8.3.2.10	4.3.3.2.5	X	X
LPG	6.7.3.7.3, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.3, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8, 6.8.2.2.9, 6.8.2.2.10, 6.8.3.2.9 en 6.8.3.2.10	4.3.3.2.5	X	6.7.3.2.12
Diesel	6.7.2.6.3, 6.7.2.8, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8	6.8.2.1.14	4.2.1.9.2	6.7.2.4.2
Benzine	6.7.2.6.3, 6.7.2.8, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8	6.8.2.1.14	4.2.1.9.2	6.7.2.4.2
Methanol	6.7.2.6.3, 6.7.2.8, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.3, 6.8.2.2.6, 6.8.2.2.7, 6.8.2.2.8, 6.8.2.2.9, 6.8.2.2.10	6.8.2.1.14	4.2.1.9.3	6.8.2.4.2
Waterstof (gekoeld)	6.7.4, 6.8.2.2, 6.8.3.2.3, 6.8.3.2.9, 6.8.3.2.10	4.3.3.2.5	4.2.3.6, 4.3.2.3.4	x
LNG	6.7.4, 6.8.2.2, 6.8.3.2, 6.8.3.2.9, 6.8.3.2.10	4.3.3.2.5	4.2.3.6	x

Referenties

Verenigde Naties - Economische Commissie voor Europa. (2023, Juni 5). *Overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg (ADR)*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2015/05/21/adr>

Appendix – onderliggende bepalingen

1.2.1 Definitie Hermetisch gesloten tank: een tank die

- niet met veiligheidsventielen, breekplaten, gelijksoortige veiligheidsinrichtingen of vacuümkleppen, of
- met veiligheidsventielen, waarvoor overeenkomstig 6.8.2.2.10 een breekplaat is aangebracht, echter niet met vacuümkleppen is uitgerust.

Een tank bestemd voor het vervoer van vloeibare stoffen met een berekeningsdruk van ten minste 4 bar of bestemd voor het vervoer van vaste (poedervormige of korrelvormige) stoffen ongeacht de berekeningsdruk, wordt ook als hermetisch gesloten beschouwd, indien deze:

- met veiligheidsventielen, waarvoor overeenkomstig 6.8.2.2.10 een breekplaat is aangebracht, en met vacuümkleppen overeenkomstig de bepalingen van 6.8.2.2.3, is uitgerust, of
- niet met veiligheidsventielen, breekplaten of gelijksoortige veiligheidsinrichtingen, maar met vacuümkleppen overeenkomstig de bepalingen van 6.8.2.2.3, is uitgerust.

1.2.2.3 Drukken van elke aard in verband met houders (bijvoorbeeld beproevingsdruk, inwendige druk, openingsdruk van veiligheidskleppen) worden steeds aangegeven als manometrische druk (overdruk ten opzichte van de atmosferische druk); de dampdruk daarentegen wordt steeds aangegeven als absolute druk.

4.2.1.9.2 Niet relevant

4.2.1.9.3 Niet relevant

4.2.3.6.2 Bij het bepalen van de initiële vullingsgraad moet rekening worden gehouden met de noodzakelijke verblijftijd voor het bedoelde traject, met inbegrip van eventueel optredende vertragingen. De initiële vullingsgraad van de tank, behalve zoals voorzien in 4.2.3.6.3 en 4.2.3.6.4, moet zodanig zijn dat indien de inhoud, behalve helium, op een temperatuur gebracht zou worden waarbij de dampdruk gelijk is aan de hoogst toelaatbare bedrijfsdruk (MAWP), het door vloeistof ingenomen volume niet meer zou zijn dan 98%.

4.2.3.6.3 Niet relevant

4.2.3.6.4 Er kan een hogere initiële vullingsgraad worden toegestaan, mits goedgekeurd door de bevoegde autoriteit, wanneer de voorziene vervoersduur aanzienlijk korter is dan de verblijftijd.

4.2.3.7.1 De werkelijke verblijftijd moet voor elk traject worden berekend volgens een procedure die door de bevoegde autoriteit wordt erkend, rekening houdende met:

- a) de referentie-verblijftijd voor het te vervoeren sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas (zie 6.7.4.2.8.1) (zoals aangegeven op de plaat die wordt genoemd in 6.7.4.15.1);
- b) b) de werkelijke vuldichtheid;
- c) c) de werkelijke vuldruk;
- d) d) de laagste ingestelde druk van de drukkbeperkende voorziening(en).

4.2.3.3.4 Indien meerdere afsluitinrichtingen achter elkaar zijn aangebracht, moet de inrichting die zich het dichtst bij de vervoerde stof bevindt, het eerst worden gesloten.

4.3.3.2.2 De beproevingsdruk voor tanks, bestemd voor het vervoer van: onder hoge druk vloeibaar gemaakte gassen; en opgeloste gassen moet zodanig zijn dat, indien het reservoir tot de hoogst toelaatbare vullingsgraad gevuld is, de druk van de stof bij 55°C, voor tanks met warmte-isolerende bescherming, of bij 65°C, voor tanks zonder warmte-isolerende bescherming, de beproevingsdruk niet overschrijdt.

4.3.3.2.3 Voor tanks, bestemd voor het vervoer van onder lage druk vloeibaar gemaakte gassen, is de voorgeschreven beproevingsdruk:

- a) indien de tank is voorzien van een warmte-isolerende bescherming, ten minste gelijk aan de dampdruk van de vloeistof bij 60°C, verminderd met 0,1 MPa (1 bar), maar ten minste 1 MPa (10 bar);
- b) Indien de tank niet is voorzien van een warmte-isolerende bescherming, ten minste gelijk aan de dampdruk van de vloeistof bij 65°C, verminderd met 0,1 MPa (1 bar), maar ten minste 1 MPa (10 bar).

De hoogst toelaatbare massa van de vulling per liter inhoud wordt als volgt berekend: *Hoogst toelaatbare massa van de vulling per liter inhoud = 0,95 x dichtheid van de vloeistoffase bij 50°C (in kg/l)*. Bovendien mag de dampfase beneden 60°C niet verdwijnen. [...]

4.3.3.2.4 Voor tanks, bestemd voor het vervoer van sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte, gasen moet de beproevingsdruk ten minste 1,3 x de op de tank aangegeven hoogst toelaatbare bedrijfsdruk zijn, maar ten minste 300 kPa (3 bar) (overdruk); voor tanks met een vacuümisolatie moet de beproevingsdruk gelijk zijn aan ten minste 1,3 x de met 100 kPa (1 bar) verhoogde waarde van de hoogst toelaatbare bedrijfsdruk.

4.3.3.2.5 Tabel van de gasen en gasmengsels, die in vaste tanks (tankwagens), batterijwagens, afneembare tanks, tankcontainers en MEGC's mogen worden vervoerd, waarin de minimale beproevingsdruk voor de tanks, en, indien van toepassing, de hoogst toelaatbare massa van de vulling per liter inhoud is aangegeven.

Indien tanks, bestemd voor het vervoer van samengeperste of onder hoge druk vloeibaar gemaakte gasen onderworpen zijn aan een beproevingsdruk lager dan die, welke in de tabel staat aangegeven, en de tanks zijn voorzien van een warmte-isolerende bescherming, kan de door de bevoegde autoriteit erkende deskundige een lagere hoogst toelaatbare massa voorschrijven, onder voorwaarde dat de druk van de stof in de tank bij 55°C de op de tank ingeslagen beproevingsdruk niet overschrijdt.

Tabel 7 met o.a. de minimale beproevingsdruk voor tanks zoals gegeven onder 4.3.3.2.5 van het ADR voor de relevante stoffen in dit onderzoek.

UN-nummer	Benaming	Classificatie code	Minimale beproevingsdruk voor tanks				Toelaatbare massa van de vulling per liter inhoud
			Met warmte isolerende bescherming		Zonder warmte isolerende bescherming		
			MPa	bar	MPa	bar	kg
1005	Ammoniak, watervrij	2TC	2,6	26	2,9	29	0,53
1049	Waterstof, samengeperst	1F					
1075	Petroleumgasen, vloeibaar gemaakt	2F	Zie 4.3.3.2.2 of 4.3.3.2.3				
1966	Waterstof, sterk gekoeld, vloeibaar	3F	Zie 4.3.3.2.4				
1972	Methaan, sterk gekoeld, vloeibaar of aardgas, sterk gekoeld, vloeibaar met hoog methaangehalte	3F	Zie 4.3.3.2.4				

6.7.2.1 Zacht staal: een staalsoort met een gegarandeerde minimale treksterkte tussen 360 N/mm² en 440 N/mm² en een gegarandeerde minimale rek bij breuk volgens 6.7.2.3.3;

6.7.2.3.1 Reservoirs moeten van een ontwerp zijn dat mathematisch met behulp van spanningsanalyse of experimenteel door middel van rekmetingen, of door middel van andere door de bevoegde autoriteit goedgekeurde methoden kan worden onderzocht.

6.7.2.3.2 Reservoirs moeten zodanig worden ontworpen en vervaardigd dat zij een hydraulische beproevingsdruk van ten minste 1,5 maal de berekeningsdruk doorstaan. Voor bepaalde stoffen worden in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, die in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 is aangegeven en in Tabel

5 wordt beschreven, of door middel van een bijzondere bepaling voor transporttanks, aangegeven in kolom (11) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven in 4.2.5.3, specifieke voorschriften gegeven. Verwezen wordt naar de voorschriften voor de minimale wanddikte van het reservoir, gespecificeerd in 6.7.2.4.1 t/m 6.7.2.4.10.

6.7.2.3.3 Voor metalen die een duidelijk gedefinieerde vloeigrens bezitten of door een gegarandeerde rekgrens worden gekenmerkt (in het algemeen de 0,2%-rekgrens, of de 1%-rekgrens voor austenitische staalsoorten) mag de primaire membraanspanning σ (sigma) van het reservoir bij de beproevingsdruk niet meer bedragen dan de laagste van de waarden 0,75 Re of 0,50 Rm, waarbij:

Re = vloeigrens in N/mm², of de 0,2%-rekgrens, of voor austenitische staalsoorten de 1%-rekgrens;

Rm = minimale treksterkte in N/mm².

6.7.2.3.3.1 De te gebruiken waarden van Re en Rm moeten de gespecificeerde minimumwaarden zijn volgens nationale of internationale materiaalnormen. De gespecificeerde minimumwaarden voor Re en Rm volgens de materiaalnormen mogen bij gebruik van austenitische staalsoorten met hoogstens 15% worden verhoogd, onder voorwaarde dat deze hogere waarden in het leveringscertificaat van het materiaal worden bevestigd. Indien voor het betrokken metaal geen materiaalnorm bestaat, moeten de waarden van de gebruikte Re en Rm door de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie worden goedgekeurd.

6.7.2.3.3.2 Staalsoorten die een Re/Rm-verhouding van meer dan 0,85 hebben, zijn voor de constructie van gelaste reservoirs niet toegestaan. De voor het vaststellen van deze verhouding te gebruiken waarden van Re en Rm moeten de waarden zijn die in het leveringscertificaat van het materiaal zijn vastgelegd.

6.7.2.3.3.3 Staalsoorten die bij de constructie van reservoirs worden gebruikt, moeten een rek bij breuk in % bezitten van ten minste 10.000/Rm met een absoluut minimum van 16% voor fijnkorrelige staalsoorten en 20% voor andere staalsoorten. Aluminium en aluminiumlegeringen die bij de constructie van reservoirs worden gebruikt, moeten een rek bij breuk in % bezitten van ten minste 10.000/6Rm met een absoluut minimum van 12%.

6.7.2.3.3.4 Voor het bepalen van werkelijke waarden voor materialen moet worden opgemerkt dat voor plaatwerk, de as van het monster voor de trekproef loodrecht (dwars) op de walsrichting moet liggen. De blijvende rek bij breuk moet worden gemeten aan beproevingsmonsters van rechthoekige dwarsdoorsneden volgens ISO 6892:1998 waarbij een lengte tussen de meetpunten gebruikt wordt van 50 mm.

6.7.2.4.1 De minimale wanddikte van het reservoir moet overeenkomen met de grootste van de volgende waarden:

- a) de minimale dikte, vastgesteld volgens de voorschriften van 6.7.2.4.2 t/m 6.7.2.4.10;
- b) de minimale dikte, vastgesteld volgens het erkende reglement voor drukhouders, met inbegrip van de voorschriften in 6.7.2.3; en
- c) de minimale dikte, gespecificeerd in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, aangegeven in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven in Tabel 5, of door een bijzondere bepaling voor transporttanks, aangegeven in kolom (11) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven onder 'bepaling TP1'.

6.7.2.4.2 De cilindrische delen, bodems en mangatdeksels van reservoirs met een diameter van ten hoogste 1,80 m moeten een dikte hebben van ten minste 5 mm indien zij bestaan uit referentiestaal of een gelijkwaardige dikte indien zij bestaan uit een ander metaal. Reservoirs met een diameter van meer dan 1,80 m moeten een dikte hebben van ten minste 6 mm indien zij bestaan uit referentiestaal of een gelijkwaardige dikte indien zij bestaan uit een ander metaal, [...]

6.7.2.4.3 Indien het reservoir een aanvullende bescherming tegen beschadiging heeft, mag in verhouding tot de geboden bescherming de minimale wanddikte worden verminderd van het reservoir van transporttanks met beproevingsdrukken lager dan 2,65 bar, met toestemming van de bevoegde autoriteit. Reservoirs met een diameter van ten hoogste 1,80 m moeten echter een dikte hebben van ten minste 3 mm indien zij bestaan uit referentiestaal of een gelijkwaardige dikte indien zij bestaan uit een ander metaal. Reservoirs met een diameter

van meer dan 1,80 m moeten een dikte hebben van ten minste 4 mm indien zij bestaan uit referentiestaal of een gelijkwaardige dikte indien zij bestaan uit een ander metaal.

6.7.2.4.4 De cilindrische delen, bodems en mangatdeksels van alle reservoirs moeten ten minste 3 mm dik zijn, ongeacht het constructiemateriaal.

6.7.2.4.5 De aanvullende bescherming, bedoeld in 6.7.2.4.3, kan worden bereikt door totale uitwendige structurele bescherming, zoals een geschikte "sandwich"-constructie waarbij de uitwendige bescherming (mantel) aan het reservoir is bevestigd, een dubbelwandige constructie of door het reservoir in te sluiten in een volledig raamwerk met constructieve elementen in de lengte- en dwarsrichting.

6.7.2.4.6 De gelijkwaardige dikte van een metaal met uitzondering van de dikte voor het referentiestaal, voorgeschreven in 6.7.2.4.2, moet worden bepaald onder gebruikmaking van de volgende formule:

$$e_1 = \frac{21.4e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

waarin:

e_1 = vereiste gelijkwaardige dikte (in mm) van het te gebruiken metaal;

e_0 = minimale dikte (in mm) van het referentiestaal, gespecificeerd in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, die in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 is aangegeven en is beschreven in Tabel 5, of in een bijzondere bepaling voor transporttanks, aangegeven in kolom (11) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven onder 'bepaling TP1';

Rm_1 = gegarandeerde minimale treksterkte (in N/mm²) van het te gebruiken metaal (zie 6.7.2.3.3);

A_1 = gegarandeerde minimale rek bij breuk (in %) van het te gebruiken metaal volgens nationale of internationale normen.

6.7.2.4.7 Indien in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks in Tabel 5 een minimumdikte van 8 mm of 10 mm wordt gespecificeerd, moet worden opgemerkt dat deze dikten zijn gebaseerd op de eigenschappen van referentiestaal en een reservoirdiameter van 1,80 m. Indien een ander metaal dan zacht staal (zie 6.7.2.1) wordt gebruikt, of het reservoir een diameter heeft van meer dan 1,80 m, moet de dikte worden vastgesteld onder gebruikmaking van de volgende formule:

$$e_1 = \frac{21.4e_0d_1}{1,8^3\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

waarin:

e_1 = vereiste gelijkwaardige dikte (in mm) van het te gebruiken metaal;

e_0 = minimale dikte (in mm) van het referentiestaal, gespecificeerd in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, die in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 is aangegeven en is beschreven in Tabel 3, of in een bijzondere bepaling voor transporttanks, aangegeven in kolom (11) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven in 4.2.4.3;

d_1 = diameter van het reservoir (in m), maar ten minste 1,80 m;

Rm_1 = gegarandeerde minimale treksterkte (in N/mm²) van het te gebruiken metaal (zie 6.7.2.3.3);

A_1 = gegarandeerde minimale rek bij breuk (in %) van het te gebruiken metaal volgens nationale of internationale normen.

6.7.2.4.8 In geen geval mag de wanddikte minder zijn dan die welke in 6.7.2.4.2, 6.7.2.4.3 en 6.7.2.4.4 is vastgelegd. Alle delen van het reservoir moeten een minimumdikte bezitten, zoals vastgelegd in 6.7.2.4.2 t/m 6.7.2.4.4. In deze dikte mag een eventuele corrosietoetslag niet in aanmerking zijn genomen.

6.7.2.4.9 Indien zacht staal wordt gebruikt (zie 6.7.2.1), wordt berekening onder gebruikmaking van de formule in 6.7.2.4.6 niet vereist.

6.7.2.4.10 Er mag zich bij de verbinding tussen de bodems en het cilindrische deel van het reservoir geen plotselinge verandering van plaatdikte voordoen.

6.7.2.5.1 Bedrijfsuitrusting moet zodanig worden aangebracht dat zij tegen het risico van afbreken of beschadiging tijdens behandeling en vervoer wordt beschermd. Indien de verbinding tussen het raamwerk en het reservoir onderlinge verplaatsing tussen de samengebouwde eenheden toestaat, moet de uitrusting zo worden vastgezet dat het een dergelijke verplaatsing toestaat zonder risico van schade aan werkende delen. De uitwendige losinrichtingen (buismonten, afsluitinrichtingen), de inwendige afsluiter en haar zitting moeten worden beschermd tegen het gevaar van afbreken door uitwendige krachten (bijvoorbeeld door gebruik te maken van breukzones). De laad- en losinrichtingen (met inbegrip van flenzen of schroefdooppen) alsmede de eventuele beschermkappen moeten beveiligd kunnen worden tegen ontijdig openen.

6.7.2.6.1 Bepaalde stoffen mogen niet worden vervoerd in transporttanks met openingen aan de onderzijde. Indien de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, aangegeven in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven in Tabel 5, het gebruik van openingen aan de onderzijde verbiedt, mogen zich geen openingen onder de vloeistofspiegel van het reservoir bevinden, wanneer het tot zijn maximaal toegestane niveau is gevuld. Indien een bestaande opening wordt gesloten, moet dit geschieden door inwendig en uitwendig een plaat tegen het reservoir te lassen.

6.7.2.6.2 Openingen voor onderlossing van transporttanks die bepaalde vaste, kristalliseerbare of zeer viskeuze stoffen vervoeren, moeten zijn voorzien van ten minste twee in serie aangebrachte en van elkaar onafhankelijke sluitingen. Het ontwerp van de uitrusting moet ten genoegen van de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie zijn en moet omvatten:

- a) een uitwendige afsluiter die zo dicht als redelijkerwijs mogelijk bij het reservoir is gemonteerd en zodanig is ontworpen dat een onbedoelde opening door stoot of een andere onbedoelde handeling wordt voorkomen; en
- b) een vloeistofdichte afsluitinrichting aan het uiteinde van de lospijp, die een met bouten bevestigde blindflens of een schroefdoop mag zijn.

6.7.2.6.3 Elke opening voor onderlossing, uitgezonderd de in 6.7.2.6.2 bedoelde, moet zijn voorzien van drie in serie aangebrachte en van elkaar onafhankelijke sluitingen. Het ontwerp van de uitrusting moet ten genoegen van de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie zijn en moet omvatten:

- a) een automatisch sluitende inwendige afsluiter, d.w.z. een afsluiter die binnen het reservoir is gemonteerd, of in een aangelaste flens of zijn contraflens, zodanig dat:
 - i. de bedieningsinrichtingen voor het functioneren van de afsluiter zodanig zijn ontworpen, dat elk onbedoeld openen als gevolg van stoten of andere onopzettelijke handelingen wordt voorkomen;
 - ii. de afsluiter van boven of beneden kan worden bediend;
 - iii. de stand - open of dicht - van de afsluiter zo mogelijk staande op de grond controleerbaar moet zijn;
 - iv. behalve voor transporttanks met een inhoud van ten hoogste 1.000 liter, het mogelijk moet zijn om de afsluiter te sluiten vanaf een toegankelijke positie van de transporttank die op afstand ligt van de afsluiter zelf; en
- a) de afsluiter werkzaam blijft in het geval van schade aan de uitwendige bedieningsapparatuur van de afsluiter;
- b) een uitwendige afsluiter die zo dicht mogelijk bij het reservoir moet zijn aangebracht; en
- c) een vloeistofdichte afsluitinrichting aan het uiteinde van de lospijp, die een met bouten bevestigde blindflens of een schroefdoop mag zijn.

6.7.2.6.4 Voor een reservoir met binnenbekleding mag de door 6.7.2.6.3 a) vereiste inwendige afsluitinrichting worden vervangen door een aanvullende uitwendige afsluitinrichting. De fabrikant moet voldoen aan de voorschriften van de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie.

6.7.2.8.1 Iedere transporttank met een inhoud van ten minste 1.900 liter en elk onafhankelijk compartiment van een transporttank met een soortgelijke inhoud moet zijn voorzien van één of meer drukontlastingsinrichtingen van het veerbelaste type en mag bovendien parallel aan de veerbelaste inrichting(en) een breekplaat of smeltveiligheid bezitten, behalve wanneer dat door verwijzing naar 6.7.2.8.3 in de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks in Tabel 5 verboden is. De drukontlastingsinrichtingen moeten voldoende capaciteit bezitten om breuk van het reservoir te verhinderen als gevolg van een bij het vullen, lossen of verwarmen van de inhoud ontstane overdruk of onderdruk.

6.7.2.8.2 Drukontlastingsinrichtingen moeten zodanig zijn ontworpen dat zij het binnendringen van vreemde stoffen, het lekken van vloeistof en het ontwikkelen van een gevaarlijke overdruk verhinderen.

6.7.2.8.3 Indien dit voor bepaalde stoffen door de van toepassing zijnde instructie voor transporttanks, aangegeven in kolom (10) van tabel A van hoofdstuk 3.2 en beschreven in Tabel 5 (over T2,T4 en T7), wordt vereist, moeten transporttanks een door de bevoegde autoriteit goedgekeurde drukontlastingsinrichting bezitten. Tenzij een transporttank is voorzien voor het vervoer van één stof en is uitgerust met een goedgekeurde drukontlastingsinrichting, vervaardigd van materialen die inert zijn ten opzichte van de lading, moet de drukontlastingsinrichting bestaan uit een breekplaat die voorafgaat aan een veerbelaste drukontlastingsinrichting. Indien een breekplaat wordt aangebracht in serie met de vereiste drukontlastingsinrichting, moet de ruimte tussen de breekplaat en de drukontlastingsinrichting zijn voorzien van een manometer of een ander geschikt aanwijsinstrument voor het vaststellen van breuk, perforatie of lekkage van de plaat, die een storing in het drukontlastingssysteem zou kunnen veroorzaken. De breekplaat moet breken bij een nominale druk van 10% boven de openingsdruk van de drukontlastingsinrichting.

6.7.2.8.4 Iedere transporttank met een inhoud van minder dan 1.900 liter moet zijn voorzien van een drukontlastingsinrichting, die een breekplaat mag zijn indien deze plaat voldoet aan de voorschriften van 6.7.2.11.1. Indien geen veerbelaste drukontlastingsinrichting wordt gebruikt, moet de breekplaat zo worden ingesteld dat hij breekt bij een nominale druk die gelijk is aan de beproevingsdruk. Bovendien mogen ook smeltveiligheden overeenkomstig 6.7.2.10.1 worden gebruikt.

6.7.2.8.5 Indien het reservoir is uitgerust voor lossing onder druk, moet de inlaatleiding zijn voorzien van een geschikte drukontlastingsinrichting die is ingesteld om in werking te treden bij een druk die niet hoger is dan de MAWP van het reservoir en er moet een afsluiter worden aangebracht zo dicht mogelijk bij het reservoir.

6.7.2.10.1 Smeltveiligheden moeten in werking treden bij een temperatuur tussen 100 °C en 149 °C onder voorwaarde dat de druk in het reservoir bij de smelttemperatuur niet hoger is dan de beproevingsdruk. Zij moeten bovenin het reservoir worden geplaatst met hun inlaten in de dampkamer en indien zij gebruikt worden voor doeleinden van transportveiligheid, mogen zij niet worden beschermd tegen warmte die van buitenaf komt. Smeltveiligheden mogen niet worden gebruikt in transporttanks met een beproevingsdruk die hoger is dan 2,65 bar, behalve indien aangegeven in bijzondere bepaling TP36 in kolom (11) van Tabel A van hoofdstuk 3.2. Smeltveiligheden die worden gebruikt op transporttanks, bestemd voor het vervoer van verwarmde stoffen, moeten worden ontworpen om in werking te treden bij een temperatuur die hoger ligt dan de maximumtemperatuur die tijdens het vervoer zal optreden en moet ten genoegen zijn van de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie.

6.7.2.11.1 Tenzij in 6.7.2.8.3 anders is voorgeschreven, moeten breekplaten worden afgesteld om te breken bij een nominale druk die over het gehele ontwerptemperatuurbereik gelijk is aan de beproevingsdruk. Indien breekplaten worden gebruikt, moet bijzondere aandacht worden besteed aan de voorschriften van 6.7.2.5.1 en 6.7.2.8.3.

6.7.3.1 Definities

Voor doeleinden van deze sectie wordt verstaan onder:

Ontwerpreferentietemperatuur: de temperatuur waarbij de dampdruk van de inhoud wordt bepaald voor de berekening van de MAWP. De ontwerpreferentietemperatuur moet lager zijn dan de kritischtemperatuur van het niet sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas of de vloeibaar gemaakte drijfgassen van chemische stoffen onder druk die/dat moet(en) worden vervoerd, om te waarborgen dat het gas te allen tijde vloeibaar is. Deze waarde is voor elk transporttanktype als volgt:

- a) reservoir met een diameter van 1,5 meter of minder: 65 °C;
- b) reservoir met een diameter van meer dan 1,5 meter:
 - i) zonder isolatie of zonnedak: 60 °C;
 - ii) met zonnedak (zie 6.7.3.2.12): 55 °C; en
 - iii) met isolatie (zie 6.7.3.2.12): 50 °C;

6.7.3.2.12 Indien de reservoirs bestemd voor het vervoer van niet sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen zijn voorzien van warmte-isolerende bescherming, moeten de warmte-isolerende beschermingssystemen voldoen aan de volgende voorschriften:

- a) Het moet bestaan uit een beschermend dak dat ten minste het bovenste derde deel en ten hoogste de bovenste helft van het oppervlak van het reservoir bedekt en van het reservoir is gescheiden door een luchtlag van ongeveer 40 mm dikte; of
- b) Het moet bestaan uit een volledige omhulling van voldoende dikte van isolerende materialen die zodanig beschermd zijn dat het binnendringen van vocht en het ontstaan van schade onder normale vervoersomstandigheden wordt verhinderd en opdat een specifieke warmtegeleidingscoëfficiënt wordt verkregen van ten hoogste 0,67 (W.m⁻².K⁻¹);
- c) Indien de beschermende bedekking gasdicht is, moet een inrichting aanwezig zijn, die verzekert dat door onvoldoende gasdichtheid van het reservoir of van de uitrustingsdelen daarvan geen gevaarlijke druk in de isolerende laag ontstaat; en
- d) De warmte-isolerende bescherming mag de toegang tot de uitrustingsdelen en losinrichtingen niet belemmeren.

6.7.3.7.3: Transporttanks, bestemd voor het vervoer van bepaalde, niet sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen, aangegeven in instructie voor transporttanks T50 onder 4.2.5.2 (tabel 2), moeten een door de bevoegde autoriteit goedgekeurde drukontlastingsinrichting bezitten. Tenzij een transporttank is voorzien voor het vervoer van één stof en is uitgerust met een goedgekeurde drukontlastingsinrichting, vervaardigd van materialen die inert zijn ten opzichte van de lading, moet de drukontlastingsinrichting bestaan uit een breekplaat die voorafgaat aan een veerbelaste drukontlastingsvoorziening. De ruimte tussen de breekplaat en de voorziening moet van een manometer of een ander geschikt aanwijsinstrument zijn voorzien voor het vaststellen van breuk, perforatie of lekkage van de plaat, die een storing in het drukontlastingssysteem zou kunnen veroorzaken. De breekplaat moet breken bij een nominale druk van 10% boven de openingsdruk van de drukontlastingsinrichting.

6.7.3.8.1.1 Om de totale vereiste afblaascapaciteit van de ontlastingsinrichtingen te bepalen, die moet worden beschouwd als zijnde de som van de afzonderlijke afblaascapaciteiten van de verschillende inrichtingen, moet de volgende formule worden gebruikt:

$$Q = 12.4 \frac{FA^{0.82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

waarin:

Q = de minimaal vereiste afblaascapaciteit in kubieke meter lucht per seconde (m³/s) onder standaardcondities

van 1 bar en 0 °C (273 K);

F = een coëfficiënt met de volgende waarde:

voor niet-geïsoleerde reservoirs $F = 1$;

voor geïsoleerde reservoirs $F = U(649 - t)/13,6$, maar in geen geval minder dan 0,25, waarbij:

U = warmtegeleidings coëfficiënt van de isolatie, in kW.m⁻².K⁻¹, bij 38 °C;

t = werkelijke temperatuur van het niet sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas tijdens het vullen (°C);

indien deze temperatuur onbekend is, stel dan $t = 15$ °C;

De hierboven gegeven waarde van F voor geïsoleerde reservoirs mag worden genomen, onder voorwaarde dat de isolatie in overeenstemming is met 6.7.3.8.1.2;

A = totale uitwendige oppervlak van het reservoir in m²;

Z = de compressibiliteitsfactor van het gas in de accumulatietoestand (indien deze factor onbekend is, stel dan $Z = 1,0$);

T = absolute temperatuur in Kelvin (°C + 273) boven de drukontlastingsinrichtingen in de accumulatietoestand;

L = de latente verdampingswarmte van de vloeistof, in kJ/kg, in de accumulatietoestand;

M = molecuulmassa van het geloosde gas;

C = een constante die afgeleid wordt uit een van de volgende formules als functie van de verhouding k van soortelijke warmten

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

waarin:

C_p = soortelijke warmte bij constante druk; en

C_v = soortelijke warmte bij constant volume.

Indien $k > 1$:

$$C = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Indien $k = 1$ of indien k onbekend is :

$$C = \frac{1}{\sqrt{e}} = 0.607$$

waarin e de mathematische constante 2,7183 is.

6.7.3.8.1.2 Isolatiesystemen, gebruikt met het doel de afblaascapaciteit te verminderen, moeten worden goedgekeurd door de bevoegde autoriteit of een door haar aangewezen instantie. In alle gevallen moeten voor dit doel goedgekeurde isolatiesystemen:

- a) bij alle temperaturen tot 649 °C doeltreffend blijven; en
- b) worden ommanteld met een materiaal dat een smeltpunt heeft van 700 °C of hoger.

6.7.3.9.1 Iedere drukontlastingsinrichting moet duidelijk en blijvend zijn gemerkt met de volgende bijzonderheden:

- a) de druk (in bar of kPa) waarbij de inrichting zich opent;
- b) de aanvaardbare tolerantie voor de openingsdruk voor veerbelaste inrichtingen;
- c) de met de nominale barstdruk voor breekplaten overeenkomende referentietemperatuur;
- d) de nominale afblaascapaciteit van de inrichting in kubieke meter lucht per seconde (m³/s) onder standaardcondities; en

- e) de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de veerbelaste drukontlastingsinrichtingen en breekplaten in mm².

Indien mogelijk moet ook de volgende informatie worden aangegeven:

- f) de naam van de fabrikant en het desbetreffende catalogusnummer van de drukontlastingsinrichting.

6.7.3.9.2 De nominale afblaascapaciteit die op de drukontlastingsinrichtingen is aangegeven, moet worden bepaald volgens ISO 4126-1:2004 en ISO 4126-7:2004.

6.7.4.2.1 Reservoirs moeten worden ontworpen en vervaardigd overeenkomstig de voorschriften van een reglement voor drukhouders, erkend door de bevoegde autoriteit. Reservoirs en mantels moeten worden gemaakt van voor vervorming geschikte metaalsoorten. Mantels moeten uit staal worden vervaardigd. Niet-metalen materialen mogen voor de bevestigingsmiddelen en steunen tussen het reservoir en de mantel worden gebruikt, onder voorwaarde dat hun materiaaleigenschappen bij de minimale ontwerptemperatuur aantoonbaar voldoende zijn. De materialen moeten in beginsel voldoen aan nationale of internationale materiaalnormen. Voor gelaste reservoirs en mantels mogen alleen materialen worden gebruikt, waarvan de lasbaarheid volledig is aangetoond. Lasverbindingen moeten vakkundig worden gemaakt en volledige veiligheid bieden. Indien het fabricageproces of de materialen dit noodzakelijk maken, moet het reservoir op geschikte wijze een warmtebehandeling ondergaan om voldoende taaiheid in de las en in de warmte-beïnvloede zones te waarborgen. Bij de materiaalkeuze moet de minimumontwerptemperatuur in aanmerking worden genomen met betrekking tot het risico van brosse breuk, verbrossing als gevolg van waterstof, breuk als gevolg van spanningscorrosie en schokbestendigheid. Bij gebruik van fijnkorrelig staal mag, volgens de materiaalspecificaties, de gegarandeerde waarde van de rekgrens de 460 N/mm² niet overschrijden en mag de gegarandeerde bovenste grenswaarde van de treksterkte de 725 N/mm² niet overschrijden. Materialen voor transporttanks moeten geschikt zijn voor de externe omgeving waarin zij kunnen worden vervoerd.

6.7.4.2.2 Elk deel van een transporttank, met inbegrip van uitrustingsdelen, pakkingen en buisleidingen, waarvan verwacht kan worden dat het gewoonlijk in contact komt met het te vervoeren, sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas, moet inert zijn ten opzichte van dat sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas.

6.7.4.2.3 Contact tussen ongelijksoortige metalen, dat schade door galvanische werking tot gevolg zou kunnen hebben, moet worden vermeden.

6.7.4.2.4 Het warmte-isolerende systeem moet een volledige bekleding van het (de) reservoir(s) met doeltreffende isolatiematerialen omvatten. Uitwendige isolatie moet door een mantel worden beschermd, opdat het binnendringen van vocht en andere schade onder normale vervoersomstandigheden wordt verhinderd.

6.7.4.2.5 Indien een mantel zodanig gesloten is dat hij gasdicht is, moet er in een inrichting worden voorzien om te verhinderen dat er zich in de isolatieruimte een gevaarlijke druk ontwikkelt.

6.7.4.2.6 Transporttanks, bestemd voor het vervoer van sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen met een kookpunt bij atmosferische druk beneden minus (-)182 °C, mogen geen materialen omvatten die op een gevaarlijke manier met zuurstof of een met zuurstof verrijkte atmosfeer kunnen reageren, indien deze materialen zich bevinden in delen van de warmte-isolerende bescherming waar een risico bestaat van contact met zuurstof of met een vloeistof die rijk is aan zuurstof.

6.7.4.2.7 Isolatiematerialen mogen in gebruik niet buitengewoon in kwaliteit achteruitgaan.

6.7.4.2.8 Voor elk sterk gekoeld, vloeibaar gemaakt gas, bestemd voor vervoer in een transporttank, moet een referentieverblijftijd worden vastgesteld.

6.7.4.2.8.1 De referentieverblijftijd moet worden vastgesteld door middel van een door de bevoegde autoriteit erkende methode op grond van het volgende:

- a) de doeltreffendheid van het isolatiesysteem, vastgesteld volgens 6.7.4.2.8.2;
- b) De laagste openingsdruk van de drukbegrenzende inrichting(en);
- c) de aanvankelijke vulcondities;

- d) een veronderstelde omgevingstemperatuur van 30 °C;
- e) de fysische eigenschappen van het specifieke, sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas, beoogd om worden vervoerd.

6.7.4.2.8.2 De doeltreffendheid van het isolatiesysteem (warmte-instroom in Watt) moet worden vastgesteld door een typekeuring van de transporttank volgens een door de bevoegde autoriteit erkende procedure. Deze beproeving moet bestaan uit hetzij:

- a) een beproeving onder constante druk (bijvoorbeeld bij atmosferische druk) waarbij gedurende een bepaalde tijd het verlies van sterk gekoeld, vloeibaar gemaakt gas wordt gemeten; of
- b) een beproeving in gesloten systeem waarbij gedurende een bepaalde tijd de drukverhoging in het reservoir wordt gemeten.

Bij het uitvoeren van de beproeving onder constante druk moeten veranderingen in atmosferische druk in aanmerking worden genomen. Bij het uitvoeren van beide beproevings moeten correcties worden aangebracht voor elke verandering van de omgevingstemperatuur ten opzichte van de referentiewaarde van de veronderstelde omgevingstemperatuur van 30 °C. Opmerking: Voor het bepalen van de werkelijke verblijftijd vóór elk traject wordt verwezen naar 4.2.3.7.

6.7.4.2.9 De mantel van een met vacuüm geïsoleerde, dubbelwandige tank moet zijn ontworpen voor hetzij een uitwendige druk van ten minste 100 kPa (1 bar) (overdruk), berekend volgens een erkend technisch reglement hetzij een berekende kritieke indeukdruk van ten minste 200 kPa (2 bar) overdruk. In de berekening van het vermogen van de mantel om de uitwendige druk te weerstaan, mogen inwendige en uitwendige versterkingen worden opgenomen.

6.7.4.2.10 Transporttanks moeten worden ontworpen en vervaardigd met ondersteuning die tijdens het vervoer een stevige basis verschaffen en met geschikte hijs- en bevestigingsmiddelen.

6.7.4.2.11 Transporttanks moeten worden ontworpen om, zonder verlies van de inhoud, ten minste de inwendige druk als gevolg van de inhoud en de statische, dynamische en thermische belastingen tijdens normale omstandigheden van behandeling en vervoer te doorstaan. Het ontwerp moet laten zien dat met de effecten van vermoeiing, veroorzaakt door herhaalde toepassing van deze belastingen over de verwachte levensduur van de transporttank, rekening is gehouden.

6.7.4.2.12 Transporttanks en hun bevestigingsmiddelen moeten onder de grootste toelaatbare belading de volgende, afzonderlijk inwerkende statische krachten kunnen opnemen:

- a) in de rijrichting: tweemaal de MPGM, vermenigvuldigd met de versnelling als gevolg van de zwaartekracht (g) 1;
- b) horizontaal, loodrecht op de rijrichting: de MPGM (indien de rijrichting niet duidelijk is bepaald, moeten de krachten gelijk zijn aan tweemaal de MPGM), vermenigvuldigd met de versnelling als gevolg van de zwaartekracht (g) 1;
- c) verticaal, van beneden naar boven: de MPGM, vermenigvuldigd met de versnelling als gevolg van de zwaartekracht (g) 1; en
- d) verticaal, van boven naar beneden: tweemaal de MPGM (totale belading met inbegrip van het zwaartekrachteffect), vermenigvuldigd met de versnelling als gevolg van de zwaartekracht (g)1;

6.7.4.2.13 Bij elk van de krachten in 6.7.4.2.12, moet de volgende veiligheidsfactor in acht worden genomen:

- a) voor materialen met een duidelijk gedefinieerde vloeigrens, een veiligheidsfactor van 1,5 met betrekking tot de gegarandeerde vloeigrens; of
- b) voor materialen zonder duidelijk gedefinieerde vloeigrens, een veiligheidsfactor van 1,5 met betrekking tot de gegarandeerde 0,2%- rekgrens of, voor austenitische staalsoorten, de 1%-rekgrens.

6.7.4.2.14 De waarden van vloeigrens of rekgrens moeten de waarden zijn volgens nationale of internationale materiaalnormen. De gespecificeerde minimumwaarden volgens de materiaalnormen mogen bij gebruik van austenitische staalsoorten met hoogstens 15% worden verhoogd, onder voorwaarde dat deze hogere waarden

in het leveringscertificaat van het materiaal worden bevestigd. Indien voor het betrokken metaal geen materiaalnorm bestaat, of indien niet-metalen materialen worden gebruikt, moeten de waarden van de gebruikte vloeigrens of rekgrens door de bevoegde autoriteit worden goedgekeurd.

6.7.4.2.15 Transporttanks, bestemd voor het vervoer van brandbare, sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gasen, moeten elektrisch kunnen worden geaard.

6.7.4.15.1 Niet relevant

6.8.2.1.7 Er moeten maatregelen worden genomen om de reservoirs te beschermen tegen de gevaren van vervorming als gevolg van inwendige onderdruk. Reservoirs, met uitzondering van reservoirs volgens 6.8.2.2.6, die bestemd zijn om met vacuümkleppen uitgerust te worden, moeten in staat zijn zonder blijvende vervorming een uitwendige overdruk van ten minste 21 kPa (0,21 bar) ten opzichte van de inwendige druk te doorstaan. [...] De vacuümkleppen moeten zijn ingesteld om zich te openen bij een onderdruk die niet groter is dan de onderdruk waarvoor de tank is ontworpen. Reservoirs die niet bestemd zijn om met een vacuümklep te worden uitgerust, moeten in staat zijn zonder blijvende vervorming een uitwendige overdruk van ten minste 40 kPa (0,4 bar) ten opzichte van de inwendige druk te doorstaan.

6.8.2.1.14 De berekeningsdruk is aangegeven in het tweede deel van de code (zie 'bepaling LGBF') overeenkomstig kolom (12) van tabel A van hoofdstuk 3.2. Indien een "G" is aangegeven, zijn de volgende voorschriften van toepassing:

- a. Reservoirs, waarbij het lossen plaatsvindt door de zwaartekracht en die zijn bestemd voor het vervoer van stoffen met een dampdruk van ten hoogste 110 kPa (1,1 bar) (absolute druk) bij 50 °C, moeten berekend zijn volgens een druk, gelijk aan tweemaal de statische druk van de te vervoeren stof, doch niet lager dan tweemaal de statische druk van water;
- b. Reservoirs, waarbij het laden of lossen plaatsvindt onder druk en die bestemd zijn voor het vervoer van stoffen met een dampdruk van ten hoogste 110 kPa (1,1 bar) (absolute druk) bij 50 °C, moeten berekend zijn volgens een druk, gelijk aan 1,3 maal de voor het laden of lossen benodigde druk. Indien de numerieke waarde van de laagste berekeningsdruk (overdruk) wordt aangegeven, moet het reservoir worden berekend voor deze druk, die echter niet lager mag zijn dan 1,3 maal de vul- of losdruk. De volgende minimumeisen zijn in deze gevallen van toepassing:
- c. Reservoirs, bestemd voor het vervoer van stoffen met een dampdruk hoger dan 110 kPa (1,1 bar) (absolute druk) bij 50 °C en een kookpunt hoger dan 35°C, moeten, ongeacht de wijze van laden of lossen, berekend zijn volgens een druk van ten minste 150 kPa (1,5 bar) (overdruk) of 1,3 maal de voor het laden of lossen benodigde druk, indien deze hoger is;
- d. Reservoirs, bestemd voor het vervoer van stoffen met een kookpunt van ten hoogste 35 °C, moeten, ongeacht de wijze van laden of lossen, berekend zijn volgens een druk, gelijk aan 1,3 maal de voor het laden of lossen benodigde druk, doch ten minste 0,4 MPa (4 bar) (overdruk).

6.8.2.1.23 Niet relevant

6.8.2.2.2 Elke laad- of losopening aan de onderzijde van tanks waarvoor in kolom (12) van tabel A van hoofdstuk 3.2 een tankcode is aangegeven met de letter "B" als derde deel van de code (zie bepaling PxBH(M)), moet zijn voorzien van ten minste drie van elkaar onafhankelijke in serie gemonteerde sluitingen, bestaande uit:

- een inwendige afsluiter, d.w.z. een afsluiter die binnen het reservoir is gemonteerd, of in een aangelaste flens of contraflens
- een uitwendige afsluiter of een andere gelijkwaardige inrichting die zich bevindt aan het uiteinde van de laad en lospijpen/zo dicht mogelijk bij het reservoir en
- een afsluitinrichting aan het uiteinde van elke pijp; dit mag een schroefdoop, een blindflens of een andere gelijkwaardige inrichting zijn. Deze afsluitinrichting moet voldoende dicht zijn, zodat geen

lekkage van de stof mogelijk is. Er moeten maatregelen worden getroffen om het mogelijk te maken de druk in de lospijp op veilige wijze te reduceren, voordat de afsluitinrichting volledig wordt verwijderd.

Bij tanks, bestemd voor het vervoer van bepaalde kristalliseerbare of zeer viskeuze stoffen en bij reservoirs, voorzien van een beschermende bekleding, mag de inwendige afsluiter echter zijn vervangen door een uitwendige afsluiter, voorzien van een aanvullende bescherming. De inwendige afsluiter mag zowel van boven als van onderen bedienbaar zijn. In beide gevallen moet de stand - open of dicht - van de afsluiter zo mogelijk staande op de grond controleerbaar zijn. De bedieningsapparatuur van de inwendige afsluiter moet zodanig uitgevoerd zijn, dat elk ontijdig openen als gevolg van een schok of een niet opzettelijke handeling is uitgesloten. In geval van beschadiging van de uitwendige bedieningsapparatuur moet de inwendige afsluiter werkzaam blijven.

Teneinde elk verlies van de inhoud in geval van beschadiging van de uitwendige laad- en losinrichtingen (pijpen, zijafsluiters) te vermijden, moeten de inwendige afsluiter en de zitting daarvan zodanig ontworpen of beschermd zijn dat zij niet kunnen afbreken ten gevolge van uitwendig belastingen. De laad- en losinrichtingen (met inbegrip van flenzen of Schroefdooppen) alsmede de eventuele beschermkappen moeten beveiligd kunnen worden tegen elk ontijdig openen. De stand en/of de sluitrichting van de afsluiters moet duidelijk herkenbaar zijn. De werking van droogbreekkoppelingen is zelfsluitend. Bijgevolg is een open/dicht-indicator niet noodzakelijk. Dit type sluiting mag alleen als tweede of derde sluiting worden gebruikt.

6.8.2.2.3 Tanks die niet hermetisch gesloten zijn, mogen zijn voorzien van vacuümkleppen om een ontoelaatbare inwendige onderdruk te vermijden; deze vacuümkleppen moeten zodanig worden ingesteld dat zij zich bij een onderdruk openen, die niet hoger is dan de onderdruk waarvoor de tank is ontworpen (zie 6.8.2.1.7). Hermetisch gesloten tanks mogen niet van vacuümkleppen zijn voorzien. Tanks met de tankcodes SG4H, S4AH of L4BH, die zijn uitgerust met vacuümkleppen die opengaan bij een onderdruk van ten minste 21 kPa (0,21 bar), moeten echter worden beschouwd als zijnde hermetisch gesloten. [...] Vacuümkleppen en be- en ontluuchtingsinrichtingen (zie 6.8.2.2.6) die op tanks worden gebruikt, bestemd voor het vervoer van stoffen die voldoen aan de criteria van klasse 3 voor het vlampunt, moeten directe vlamdoorslag in het reservoir voorkomen door middel van een geschikte beschermende inrichting, of het reservoir van de tank moet bestand zijn tegen de schokdruk van een explosie, wat betekent dat het in staat is een explosie als gevolg van vlamdoorslag te doorstaan, waarbij vervorming mogelijk is maar geen lekkage optreedt. Indien de beschermende inrichting bestaat uit een geschikte vlamdemper of vlamkerende inrichting, moet deze zo dicht mogelijk bij het reservoir of het compartiment van het reservoir zijn aangebracht. Voor tanks met meerdere compartimenten moet elk compartiment afzonderlijk zijn beschermd.

Vlamkerende inrichtingen voor be- en ontluuchtingsopeningen moeten geschikt zijn voor de damp die de vervoerde stoffen uitstoten (genormaliseerde spleetwijdte – NSW), het temperatuurbereik en de toepassing. Ze moeten voldoen aan de voorschriften en beproevingseisen van EN ISO 16852:2016 (Vlamkerende inrichtingen – Prestatie-eisen, beproevingsmethoden en begrenzingen bij gebruik) voor de in onderstaande Tabel 6 beschreven situaties:

Tabel 8 met verwijzing naar de beproevingseisen voor Vlamkerende inrichtingen.

Toepassing/Installatie	Beproevingseisen
In directe verbinding met de atmosfeer	EN ISO 16852:2016, 7.3.2.1
In verbinding met leidingwerksysteem	EN ISO 16852:2016, 7.3.3.2 (van toepassing op combinaties van afsluiters/vlamkerende inrichtingen wanneer deze samen worden beproefd)
	EN ISO 16852:2016, 7.3.3.3 (van toepassing op vlamkerende inrichtingen die onafhankelijk van de afsluiters worden beproefd)

6.8.2.2.6 Tanks, bestemd voor het vervoer van vloeistoffen met een dampdruk van ten hoogste 110 kPa (1,1 bar) (absolute druk) bij 50 °C, moeten voorzien zijn van een be- en ontluuchtingsinrichting, en een veiligheidsinrichting die voorkomt dat de inhoud uit de tank ontsnapt, indien de tank kantelt; zo niet, dan moeten zij voldoen aan de bepalingen van 6.8.2.2.7 of 6.8.2.2.8.

6.8.2.2.7 Tanks, bestemd voor het vervoer van vloeistoffen met een dampdruk hoger dan 110 kPa (1,1 bar) (absolute druk) bij 50°C en een kookpunt hoger dan 35 °C, moeten voorzien van een veiligheidsklep die is afgesteld op een druk van ten minste 150 kPa (1,5 bar) (overdruk) en die geheel open moet zijn bij een druk die ten hoogste gelijk is aan die beproevingsdruk; zo niet, dan moeten zij voldoen aan de bepalingen van 6.8.2.2.8.

6.8.2.2.8 Tanks, bestemd voor het vervoer van vloeistoffen met een kookpunt van ten hoogste 35 °C, moeten voorzien van een veiligheidsklep die is afgesteld op een druk van ten minste 300 kPa (3 bar) overdruk en die geheel open moet zijn bij een druk die ten hoogste gelijk is aan die beproevingsdruk; zo niet, dan moeten zij hermetisch zijn gesloten.

6.8.2.2.9 Reservoirs van aluminium, bestemd voor het vervoer van brandbare vloeistoffen met een vlampunt van ten hoogste 60 °C of voor het vervoer van brandbare gassen, mogen geen van onbeschermd, voor roesten gevoelig staal vervaardigde beweeglijke delen zoals deksels, sluitingsinrichtingen enz. bezitten, die door wrijving of schokken met het reservoir in aanraking kunnen komen.

6.8.2.2.10 Indien tanks die hermetisch gesloten moeten zijn, van veiligheidskleppen zijn voorzien, moeten deze worden voorafgegaan door een breekplaat en moeten de volgende voorwaarden in acht worden genomen: Met uitzondering van tanks bestemd voor het vervoer van samengeperste, vloeibaar gemaakte of opgeloste gassen waarbij de breekplaat en veiligheidsklep zodanig zijn geplaatst dat zij voldoen aan de vereisten van 6.8.3.2.9, moeten de barstdrukken van de breekplaat aan de volgende vereisten voldoen:

- a) de minimum barstdruk bij 20 °C, inclusief toleranties, moet hoger zijn dan of gelijk zijn aan 0,8 maal de beproevingsdruk,
- b) de maximum barstdruk bij 20 °C, inclusief toleranties, moet lager zijn dan of gelijk zijn aan 1,1 maal de beproevingsdruk, en
- c) de barstdruk bij de maximale bedrijfstemperatuur moet hoger zijn dan de hoogste bedrijfsdruk. De ruimte tussen de breekplaat en de veiligheidsklep moet zijn voorzien van een manometer of een ander geschikt aanwijsinstrument om een breuk, perforatie of lekkage van de plaat te kunnen vaststellen.

6.8.2.4.2 Niet relevant

6.8.3.2.3 De inwendige afsluiter van alle openingen voor het laden en lossen van tanks met een inhoud van meer dan 1 m bestemd voor het vervoer van brandbare en/of giftige, vloeibaar gemaakte gassen, moet snelsluitend zijn en moet automatisch sluiten in het geval van een ongewilde verplaatsing van de tank of bij brand. Het moet ook mogelijk zijn deze inwendige afsluiter op afstand te bedienen.

6.8.3.2.9 Tanks, bestemd voor het vervoer van brandbare, vloeibaar gemaakte gassen, moeten van veiligheidskleppen zijn voorzien. Tanks, bestemd voor het vervoer van samengeperste gassen, niet brandbare, vloeibaar gemaakte gassen of opgeloste gassen, mogen van veiligheidskleppen zijn voorzien. Indien veiligheidskleppen zijn gemonteerd, moeten zij voldoen aan de voorschriften van 6.8.3.2.9.1 t/m 6.8.3.2.9.5

6.8.3.2.9.1 Deze veiligheidskleppen moeten zich automatisch kunnen openen bij een druk, die gelijk is aan 0,9 tot 1,0 maal de beproevingsdruk van de tank waarop zij zijn aangebracht. Zij moeten van een type zijn dat weerstand kan bieden aan dynamische krachten met inbegrip van de bewegingen van de vloeistof. Het gebruik van kleppen belast met gewichten of contragewichten is verboden. De vereiste afblaas capaciteit van de veiligheidskleppen moet berekend worden volgens de formule in 6.7.3.8.1.1 en de veiligheidsklep moet ten minste voldoen aan het voorschrift van 6.7.3.9.1 en 6.7.3.9.2. Veiligheidsventielen moeten op zodanige wijze zijn ontworpen dat zij het binnendringen van water of andere vreemde stoffen die de goede werking ervan kunnen belemmeren, verhinderen of daartegen beschermd zijn. Enigerlei bescherming mag geen afbreuk doen aan het functioneren van de ventielen. In de ruimte tussen de breekplaat en de veiligheidsklep moet een manometer of een andere geschikte indicator worden aangebracht, zodat breuk, perforatie of lekkage van de plaat kan worden opgespoord.

6.8.3.2.9.2 Indien tanks die hermetisch moeten worden gesloten, zijn uitgerust met veiligheidskleppen, moeten deze worden voorafgegaan door een breekplaat en moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- a) De minimale barstdruk bij 20 °C, toleranties inbegrepen, moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 1,0 maal de beproevingsdruk;
- b) De maximale barstdruk bij 20 °C, toleranties inbegrepen, moet gelijk zijn aan 1,1 maal de beproevingsdruk; en
- c) De breekplaat mag de vereiste afvoercapaciteit of de goede werking van de veiligheidsklep niet verminderen.

6.8.3.2.9.3 Veiligheidskleppen moeten rechtstreeks op het reservoir of rechtstreeks op de uitloop van de breekplaat zijn aangesloten.

6.8.3.2.9.4 Elke inlaat voor een veiligheidsklep moet op de bovenzijde van het reservoir zijn geplaatst in een positie zo dicht mogelijk bij het midden in lengte- en dwarsrichting van het reservoir. Alle inlaten van veiligheidskleppen moeten zich onder omstandigheden van maximale vulling in de dampruimte van het reservoir bevinden en de inrichtingen moeten zodanig worden aangebracht dat zij waarborgen dat de damp onbelemmerd kan ontsnappen. Voor brandbare vloeibaar gemaakte gassen moet de ontsnappende damp op zodanige wijze van het reservoir worden weggeleid, dat het reservoir niet geraakt wordt. Beschermende inrichtingen die de dampstroom afbuigen, zijn toelaatbaar, onder voorwaarde dat de vereiste capaciteit van de veiligheidsklep niet wordt verminderd.

6.8.3.2.9.5 Er moeten voorzieningen worden getroffen om de veiligheidskleppen te beschermen tegen schade veroorzaakt door het kantelen van de tank of door het raken van obstakels aan de bovenkant. Waar mogelijk moeten veiligheidskleppen niet buiten het profiel van het reservoir uitsteken.

6.8.3.2.10 Niet relevant

7.5.7.5 Niet relevant

8.3.3. Niet relevant