

Vervoer gasvormig en vloeibaar waterstof in ADR

WP4 Veiligheidsaspecten en risico's

Auteur: Vincent de Koning (VOPAK).

Eindredactie: Margreet Spoelstra en Joren Vos (beiden NIPV)

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topsector Energie uit de PPS-toeslag onder referentienummer TKI2019 WVIP



Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1. <i>Aanleiding</i>	3
1.2. <i>Scope</i>	3
1.3. <i>Leeswijzer</i>	4
2. Wat is het ADR?	5
3. Verschijningsvormen waterstof	6
3.1. <i>Waterstofgas onder hoge druk</i>	6
3.2. <i>Vloeibaar waterstof</i>	7
4. Vormen van wegtransport	9
4.1. <i>Tankoplegger</i>	9
4.2. <i>MEGC (Multiple Element Gas Container)</i>	9
4.3. <i>Waterstoftrailer</i>	9
5. Waterstof in het ADR	10
5.1. <i>Waterstof, samengeperst (UN 1049)</i>	10
5.2. <i>Waterstof, sterk gekoeld, vloeibaar (UN 1966)</i>	13
5.3. <i>Algemene bepalingen</i>	16

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Het Waterstof Veiligheid Innovatie Programma (WVIP) heeft als doel de brede introductie van waterstof, als innovatieve en duurzame energiedrager, mogelijk te maken en te versnellen. Dat doen we door potentiële risico's te identificeren en te adresseren, en risico's te beheersen door het nemen van passende voorzorgsmaatregelen.

Werkgroep 4 (WP4) werkt aan kennisvragen voor het borgen van waterstofveiligheid en kent de volgende doelen:

1. Het inventariseren van alle mogelijke veiligheidsrisico's die gepaard gaan met de productie, opslag, transport en gebruik van waterstof.
2. Welke maatregelen zijn noodzakelijk om waterstof als veilige en betrouwbare energiedrager grootschalig te kunnen introduceren en daarmee de publieke acceptatie te vergroten.

Dit document beantwoordt één van de kennisvragen zoals die zijn geïnventariseerd door de deelnemers van WP4 in 2020. Voor meer informatie over en de totstandkoming van de kennisvragen zie <https://nlhydrogen.nl/wp4-inventarisatie-van-kennisvragen>.

Het veilig transporteren van bulkhoeveelheden waterstof is geregeld in het ADR (*Accord Européen Relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*). Dit is een Europees verdrag voor het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg.¹ Het ADR is niet eenvoudig te doorzoeken op de regels die specifiek gelden voor waterstof. Dit kennisdocument beantwoordt daarom de volgende kennisvraag:

Welke eisen voor waterstof volgen uit het ADR en wat zegt deze regelgeving over waterstof? (m.b.t. voorzieningen/systemen die al bestaan).

Dit document is bedoeld voor alle organisaties die betrokken zijn bij (de ontwikkeling van) waterstofprojecten in de gebouwde omgeving waarbij gebruik wordt gemaakt van waterstof. Hierbij kan gedacht worden aan o.a. initiatiefnemers, bevoegd gezagen, omgevingsdiensten en veiligheidsregio's. Het document geeft handvatten om informatie over het transport van waterstof over de weg te ontsluiten met het doel de waterstofveiligheid te borgen.

1.2. Scope

Waterstof kan op verschillende manieren vervoerd worden, bijvoorbeeld via buisleidingen, de weg, over het water en over het spoor. Dit document kijkt naar het vervoer van waterstof over de weg en wat de regelingen in het ADR hierover zeggen.

Er zijn drie manieren om waterstof over de weg te vervoeren:

- Als (gecomprimeerd) gas in tubetrailers of in cilinders;
- Als cryogene vloeistof;
- In de vorm van alternatieve waterstofvrije energiedragers (bijvoorbeeld metaalhydriden en vloeibare organische waterstofdragers (LOHC's)).

¹ De Nederlandstalige versie van het ADR is te downloaden op de [site](#) van de Rijksoverheid.

In dit document wordt alleen naar de eerste twee vormen gekeken, uitgaande van puur waterstof. Waterstofrijke energiedragers en LOHC's vallen buiten de scope van dit document. Ook wordt niet gekeken naar waterstof dat voor de voortstuwing van voertuigen wordt gebruikt.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte beschrijving van het ADR en het doel hiervan. In hoofdstuk 3 worden de relevante verschijningsvormen van waterstof voor wegtransport behandeld. De verschillende vormen van transport worden beschreven in hoofdstuk 4. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste regels uit het ADR behandeld die van toepassing zijn op waterstoftransport.

2. Wat is het ADR?

De Europese overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg (ADR) is een verdrag van 54 landen. In dit verdrag staan onder andere eisen over de criteria voor gevaarsindeling van gevaarlijke goederen, de vervoerswaarden, de eisen aan verpakkingen en tanks en de procedures voor verzendingen.

Het ADR is in 1957 tot stand gekomen en sinds 1968 actief. De meest recente versie is van 2023. In Nederland is het ADR geïmplementeerd in de Wet Vervoer Gevaarlijke Stoffen (WVGS) en de Regeling Vervoer over land van gevaarlijke stoffen (VLG).

Gevaarlijke stoffen en goederen worden in het ADR ingedeeld op basis van de gevaarseigenschappen. Deze indeling is vervolgens gebruikt als basis voor de vervoersvoorwaarden.

In het ADR zijn gevaarlijke goederen ingedeeld onder hun United Nations (UN)-nummers. Hieronder staan ook de bijbehorende vervoerswaarden. Sommige stoffen hebben hun eigen UN-nummer, andere zijn alleen onder een verzamelnaam ingedeeld.

Het ADR is in 1957 tot stand gekomen en per 1968 actief. De meest recente versie is van 2023.

3. Verschijningsvormen waterstof

Het vervoer van waterstof op de weg kan op verschillende manieren plaatsvinden. In dit document wordt specifiek het vervoer van waterstof in gasvorm onder hoge druk en waterstof in vloeibare vorm behandeld.

3.1. Waterstofgas onder hoge druk

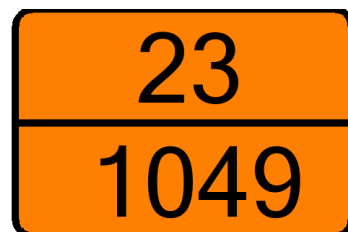
Sectie 1.2.1 van het ADR beschrijft een gas als een stof die:

- bij 50 °C een dampdruk hoger dan 300 kPa (3 bar) heeft; of
- bij 20 °C en de standaarddruk van 101,3 kPa volledig gasvormig is.

Onder deze beschrijven vallen zuivere gassen, gasmengsels, mengsels van één of meer gassen met één of meer andere stoffen, en voorwerpen die deze stoffen bevatten.

Het UN-nummer voor (gecomprimeerd) waterstofgas is 1049. Het kent de GEVI-code 23 (brandbaar gas). Zie Figuur 3.1.

Waterstofgas kan onder hoge druk gecompriemd (samengedrukt) worden. Nadeel is dat bij het comprimeren van waterstof een energieverlies van 6% plaatsvindt. Voor het transport van gasvormig waterstof over de weg zijn tubetrailers het meest gangbaar. Tubetrailers worden toegepast voor het vervoer van waterstof naar afnemers voor wie het niet rendabel is om waterstof via een buisleiding te leveren. Hierbij worden meerdere drukcilinders (tubes) gebundeld en liggend getransporteerd op trailers (tubetrailer). Standaard wordt waterstof bij een druk van 200, 350 of 500 bar vervoerd. De tubetrailer wordt meestal gebruikt voor sigaarvormige *stalen* opslagvaten (Figuur 3.2). Nieuwe trailers voor hogere druk (> 500 bar) werken met *composiet* tanks. Voor kleinere afnemers wordt gasvormig waterstof in kleine stalen cilinders geleverd die staan en in bundels worden vervoerd (Figuur 3.3).



Figuur 3.1 UN-bord voor het vervoer van gasvormig waterstof.

p



Figuur 3.2 Het transport van gecompriemd waterstof met behulp van een tubetrailer. Bron: [Evofenedex](https://www.evofenedex.nl).



Figuur 3.3 Het transport van gecompriemd waterstof in flessenpakketten.

3.2. Vloeibaar waterstof

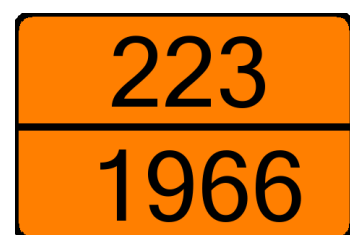
Sectie 1.2.1 van het ADR definieert een vloeistof als een stof die bij 50 °C een dampdruk heeft van ten hoogste 300 kPa (3 bar), en bij 20 °C en de standaarddruk van 101,3 kPa niet volledig gasvormig is, en die

- > bij de standaarddruk van 101,3 kPa een smeltpunt of beginsmeltpunt heeft van 20 °C of lager, of
- > die volgens de beproevingsmethode ASTM D 4359-90² vloeibaar is, of
- > volgens de criteria van de in sectie 2.3.4 van het ADR beschreven beproevingsmethode voor de bepaling van het vloeigedrag (penetrometermethode) niet dikvloeibaar³ is.

Het UN-nummer voor vloeibaar waterstof is 1966. Het kent de GEVI-code 223 (sterk gekoeld vloeibaar gemaakt gas, brandbaar).

Wanneer gebruikers waterstof van hoge zuiverheid eisen, wordt gekozen voor vloeibaar waterstof. De producent maakt gasvormig waterstof vloeibaar en slaat deze op locatie op bij een temperatuur van -253 °C en 700 mbar druk. Vanuit de grote opslagreservoirs wordt waterstof getransporteerd naar de klanten door middel van geïsoleerde cryogene tankwagens (Figuur 3.5).

Bij een temperatuur van -252,87°C wordt waterstof bij atmosferische druk vloeibaar. De dichtheid ligt 800 maal lager dan waterstof in de gasfase. Waterstof kan dan worden opgeslagen in zeer goed geïsoleerde tanks, ook wel 'dewars' genaamd. Vloeibare waterstof is door de hogere energiedichtheid interessant voor opslag en transport, maar het afkoelen van waterstof naar -253 °C kost uiteraard veel energie.



Figuur 3.4 UN-bord voor het vervoer van gasvormig waterstof.

² ASTM [D4359-90](#) (2019) - Standard test method for determining whether a material is a liquid or a solid.

³ Vloeibaar maar niet dun uitlopend.



Figuur 3.5 Het laden van gekoeld waterstof op een productielocatie van Linde in Duitsland. Bron: [CNBC](#).

4. Vormen van wegtransport

In hoofdstuk 3 zijn enkele vormen van waterstoftransport behandeld. Hoofdstuk 4 licht enkele termen toe die in het transport van waterstof gebruikt worden.

4.1. Tankoplegger

Bij een tankoplegger wordt de tank op een oplegger gemonteerd die vervolgens achter een trekkend voertuig wordt geplaatst (Figuur 4.1 links). De tank kan geschikt zijn voor het vervoer van vloeibaar waterstof.

4.2. MEGC (Multiple Element Gas Container)

Een 'multiple element gas container' (MEGC) is de benaming van een gascontainer die uit meerdere elementen bestaat die door een verzamelleiding met elkaar zijn verbonden en in een raamwerk zijn gemonteerd. Voorbeelden van die elementen zijn flessen, grote cilinders, drukvaten of flessenbatterijen, alsmede tanks met een inhoud van meer dan 450 liter voor gasvormig waterstof.⁴ Een tubetrailer (Figuur 4.1 links) en een flessenpakket (Figuur 4.1 rechts) zijn voorbeelden van een MEGC.



Figuur 4.1 Voorbeelden van een MEGC. Links: tubetrailer, met op de achtergrond een tankoplegger. Rechts: flessenpakket.

4.3. Waterstoftrailer

Een waterstoftrailer is voorzien van 20 ft containers met speciale lichtgewicht composiet cilinders (type IV) waarin waterstof onder een druk van 300 bar wordt opgeslagen. Elke trailer kan 400 kg waterstof vervoeren. Waterstoftrailers worden onder andere gebruikt voor de aanvoer van waterstof naar waterstoftankstations. Een voorbeeld van een waterstoftrailer is te zien in Figuur 4.2.

⁴ In regelgeving wordt vaak de term 'flessen' gebruikt in plaats van cilinders. In dit document komen beide termen naast elkaar voor, omdat het niet gewenst is om teksten van regelgeving aan te passen.



Figuur 4.2 Een waterstoftrailer voor de distributie van waterstof naar waterstof tankstations. Bron: [Transportlogistiek](#).

5. Waterstof in het ADR

In dit hoofdstuk worden de regels uit het ADR beschreven die relevant zijn voor waterstoftransport.

5.1. Waterstof, samengeperst (UN 1049)

- In tabel A ('Lijst van Gevaarlijke Goederen') van sectie 3.2, kolom 10, worden gassen die met MEGC's vervoerd mogen worden, aangeduid met de '(M)'. Zie Figuur 5.1. De aanduiding (M) betekent dat de stof mag worden vervoerd in UN-MEGC's.

UN-nr.	Benaming en beschrijving	Klasse	Classificatiecode	Verpakkingsgroep	Etiketten	Bijzondere bepalingen	Gelimiteerde en vrijgestelde hoeveelheden	
							Bepaalde hoeveelheden	Vrijgestelde hoeveelheden
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)
1049	WATERSTOF, SAMENGEPERST	2	1F		2.1	392, 662	0	E0

Verpakkingen			Transporttanks en bulkcontainers		ADR-tanks		Voertuig voor tankvervoer	Vervoerscategorie (Code voor beperkingen in tunnels)	Bijzondere bepalingen voor het vervoer				Gevaar identificatienummer
Verpakkingsinstructies	Bijzondere bepalingen	Gezamenlijke verpakking	Instructies	Bijzondere bepalingen	Tankcode	Bijzondere bepalingen			Colli	Los gestort	Laden, lossen en behandeling	Bedrijf	
(8)	(9a)	(9b)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
P200		MP9	(M)		CxBN(M)	TA4, TT9	FL	2 (B/D)			CV9, CV10, CV36	S2, S20	23

Figuur 5.1 Deel van Tabel A van sectie 3.2 van het ADR.

- De volledige tankcode is CxBN(M) (zie kolom 12 in Figuur 5.1) wat het volgende aangeeft:
 - C = Tank, batterijwagen of MEGC voor samengeperste gassen.
 - X = Berekeningsdruk. De waarden van de toepasselijke minimale beproevingsdruk (tabel in sectie 4.3.3.2.5)

De titel van de tabel in sectie 4.3.3.2.5. luidt 'Tabel van de gassen 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'. Voor samengeperst waterstof geeft de tabel het volgende aan:

UN- Nummer	BENAMING	CLASSIFICATIE CODE	MINIMALE BEPROEVINGSDRUK VOOR TANKS				HOOGST TOELAATBARE MASSA VAN DE VULLING PER LITER INHOUD kg
			Met warmte isolerende bescherming		Zonder warmte isolerende bescherming		
			MPa	bar	MPa	bar	
1049	Waterstof, samengeperst	1F					

Figuur 5.2 Deel van tabel van sectie 4.3.3.2.5 van het ADR.

Er is geen waarde voor de beproevingsdruk ingevuld voor tanks. 'Indien geen code aangegeven is, is vervoer in transporttanks niet toegestaan, tenzij door de bevoegde autoriteit toestemming wordt verleend, zoals omschreven in sectie 6.7.1.3'.

- B = Tank met openingen voor het vullen of lossen aan de onderzijde met drie sluitingen; of batterijwagens of MEGC met openingen onder de vloeistofspiegel of voor samengeperste gassen.
- N = Tank, batterijwagens of MEGC met veiligheidsklep volgens sectie 6.8.3.2.9 of sectie 6.8.3.2.10 die niet hermetisch gesloten is.
- Ook gelden de bijzondere bepalingen TA4 en TT9 (zie **kolom 13** van Figuur 5.4). De betekenissen van deze codes staan beschreven in diverse secties:
 - TA4 (sectie 6.8.4) → 'De procedures voor conformiteitsbeoordeling van sectie 1.8.7 moeten worden toegepast door de bevoegde autoriteit of de onderzoeksinstantie die voldoet aan sectie 1.8.6.3 en geaccrediteerd is volgens EN ISO/IEC 17020:2012 (uitgezonderd bepaling 8.1.3) type A'.
 - TT9 (sectie 6.8.4) → 'Voor onderzoeken en beproevingen (met inbegrip van toezicht op de fabricage) moeten de procedures van sectie 1.8.7 worden toegepast door de bevoegde autoriteit of de onderzoeksinstantie die voldoet aan sectie 1.8.6.3 en geaccrediteerd is volgens EN ISO/IEC 17020:2012 (uitgezonderd bepaling 8.1.3) type A'.
- De eenheid moet getrokken worden door een FL-voertuig⁵ (zie **kolom 14** in Figuur 5.1). Daarnaast gelden vervoerscategorie 2 en tunnelcode (B/D, zie **kolom 15** in Figuur 5.1), wat betekent dat vervoer door tunnels van categorie B, C, D en E verboden is.⁶
- Er is een aantal bijzondere verpakkingsinstructies relevant voor flessen, grote cilinders, drukvaten en flessenbatterijen. Dit staat beschreven in tabel p200 in sectie 4.1.4.1. Het ADR geeft hiermee aan dat vervoer in MEGC en verpakkingen volgens verpakkingsinstructie p200 is toegestaan.

⁵ Sectie 9.1.1.2 van het ADR geeft aan dat een FL-voertuig onder andere bestemd is voor het vervoer van brandbare gassen in vaste afneembare tanks met een inhoud van meer dan 1 m³ of in tankcontainers, transporttanks of MEGC'S met een inhoud van meer dan 3 m³.

⁶ Zie [Tunnels | Gevaarlijke stoffen weg | Inspectie Leefomgeving en Transport \(ILT\) \(ilent.nl\)](#)

Verpakkingsinstructie P200 geldt voor flessen, grote cilinders, drukvaten en flessenbatterijen. Voor samengeperst waterstof geeft de instructie het volgende aan:

P200		VERPAKKINGSINSTRUCTIE (vervolg)								P200	
Tabel 1: SAMENGEPERSTE GASSEN											
UN-nummer	Benaming en omschrijving	Classificatie code	LC ₅₀ ml/m ³	Flessen		Drukvaten		Beproeving-interval, jaren ^a	Beproeving-druk, bar ^b	Hoogste bedrijfsdruk, bar ^b	Bijzondere verpakkingsvoorschriften
1049	WATERSTOF, SAMENGEPERST	1F		X	X	X	X	10			d, ua, va

Figuur 5.3 Deel van verpakkingsvoorschrift p200 in sectie 4.1.4.1. van het ADR.

De bepalingen hebben de volgende betekenissen:

- Het beproevingsinterval voor de tanks is 10 jaren. Het * geeft aan dat dit niet van toepassing is op drukhouders van composietmaterialen.
- De letter **d** heeft betrekking op materiaalcompatibiliteit (voor gassen zie ISO 11114-1:1997 en ISO 11114-2:2000). Als stalen drukhouders worden gebruikt, zijn ze alleen toegestaan als deze voorzien zijn van het merkteken 'H' volgens sectie 6.2.2.7.4 p: *'In het geval van drukhouders van staal en drukhouders van composietmateriaal met een bekleding van staal, bestemd voor het vervoer van gassen met een gevaar van waterstofbrosheid, wordt de letter 'H' geplaatst, als bewijs van de compatibiliteit van het staal (zie [ISO 11114-1:2012 + A1:2017](#)).*
- De letters **ua** en **va** hebben betrekking op periodiek onderzoek:
 - **ua**: *'De termijn tussen de periodieke beproevingen mag voor flessen van aluminiumlegeringen en batterijen van dergelijke flessen tot 15 jaar worden uitgebreid als de voorschriften van sectie 13 van deze verpakkingsinstructie worden toegepast. Dit geldt niet voor flessen die zijn gemaakt van aluminiumlegering AA 6351. Voor mengsels mag dit voorschrift 'ua' worden toegepast onder voorwaarde dat in tabel 1 of 2 'ua' is toegewezen aan elk afzonderlijk gas in het mengsel'.*
 - **va**: *'Voor naadloze stalen flessen uitgerust met restdrukventielen (zie opmerking hieronder) die zijn ontworpen en beproefd volgens EN ISO 15996:2005 + A1:2007 of EN ISO 15996:2017 en voor batterijen van naadloze stalen flessen uitgerust met een of meer hoofdafsluiters met een restdruk-inrichting, beproefd overeenkomstig EN ISO 15996:2005 + A1:2007 of EN ISO 15996:2017, mag de termijn tussen de periodieke beproevingen worden uitgebreid tot 15 jaar mits de voorschriften van sectie 13 van deze verpakkingsinstructie worden toegepast'.*
- **'Opmerking:** Een 'restdrukventiel' is een sluiting waarin een restdruk-inrichting is opgenomen die het binnendringen van verontreiniging voorkomt door een positief differentieel te handhaven tussen de druk in de fles en de ventielopening. Om te voorkomen dat vloeistoffen vanaf een bron met hogere druk in de fles terugstromen, moet een terugslagklepfunctie hetzij in de restdruk-inrichting worden opgenomen, hetzij zich als optionele aanvullende inrichting in de flesafsluiter bevinden, zoals een regelaar'.

- Sectie 4.2 van het ADR geeft bepaling voor het gebruik van transporttanks en UN-gascontainers met meerdere elementen (MEGC's):
 - **4.2.4.2** → *MEGC's moeten voldoen aan de ontwerp-, constructie-, onderzoeks- en beproevingsvoorschriften, die gedetailleerd beschreven zijn in sectie 6.7.5. De elementen van MEGC's moeten periodiek worden geïnspecteerd volgens de in verpakkingsinstructie P200 van de in sectie 4.1.4.1 en sectie 6.2.1.6 vermelde voorschriften.*

- **4.2.4.3** → Tijdens het vervoer moeten MEGC's worden beschermd tegen beschadiging van de elementen en de bedrijfsuitrusting door stoten in zijdelingse richting en in lengterichting en door kantelen. Als de elementen en de bedrijfsuitrusting zo zijn geconstrueerd dat zij bestand zijn tegen stoten of kantelen, behoeven zij niet op deze wijze beschermd te zijn. Voorbeelden van een dergelijke bescherming zijn vermeld in sectie 6.7.5.10.4.
- **4.2.4.4** → De voorschriften voor periodieke beproeving en inspectie van MEGC's worden gespecificeerd in sectie 6.7.5.12. MEGC's of hun elementen mogen niet worden geladen of gevuld nadat de termijn voor het periodiek onderzoek vervallen is, maar mogen na het verstrijken van de termijn wel vervoerd worden.
- **4.2.4.5** → Het vullen:
 1. Voorafgaand aan het vullen moet de MEGC worden geïnspecteerd om zeker te zijn dat deze voor het te vervoeren gas is toegelaten en dat aan de relevante voorschriften van het ADR is voldaan.
 2. Elementen van MEGC's moeten gevuld worden in overeenstemming met de bedrijfsdrukken, vullingsgraden en vulvoorschriften, gespecificeerd in verpakkingeninstructie P200 van sectie 4.1.4.1 voor het specifieke gas waarmee elk element gevuld wordt. Een MEGC of groep van elementen mag niet als een eenheid worden gevuld boven de laagste bedrijfsdruk van een bepaald element.
 3. MEGC's mogen niet worden gevuld boven hun grootste toelaatbare bruto massa.
 4. Scheidingsventielen moeten na het vullen gesloten worden en tijdens vervoer gesloten blijven.
 5. De vulopeningen moeten worden afgesloten door middel van een doppen of stoppen. De gasdichtheid van de sluitingen en uitrusting moet na het vullen door de vuller gecontroleerd worden.
 6. MEGC's mogen niet gevuld worden:
 - a) Als zij zo beschadigd zijn dat de goede staat van de drukhouders of hun constructieve uitrusting of bedrijfsuitrusting aangetast kan zijn;
 MEGC's mogen alleen gevuld worden:
 - a) Als de drukhouders en hun constructieve uitrusting en bedrijfsuitrusting onderzocht en geheel bedrijfsklaar bevonden zijn; en
 - b) Als de vereiste kenmerken voor de certificering, periodieke beproeving en vulling leesbaar zijn.
- **4.2.4.6** → Gevulde MEGC's mogen niet voor vervoer gebruikt worden:
 - a) als zij lekken;
 - b) als zij zo beschadigd zijn dat de goede staat van de drukhouders of hun constructieve uitrusting of bedrijfsuitrusting aangetast kan zijn;
 Gevulde MEGC's mogen alleen voor vervoer gebruikt worden:
 - a) Als de drukhouders en hun constructieve uitrusting en bedrijfsuitrusting onderzocht en geheel bedrijfsklaar bevonden zijn; en
 - b) Als de vereiste kenmerken voor de certificering, periodieke beproeving en vulling leesbaar zijn.
- **4.2.4.7** → Lege MEGC's die niet zijn gereinigd, moeten aan dezelfde voorschriften als MEGC's gevuld met de voorafgaande stof voldoen.

5.2. Waterstof, sterk gekoeld, vloeibaar (UN 1966)

- In tabel A ('Lijst van Gevaarlijke Goederen') van sectie 3.2, **kolom 10**, zijn vloeibare gekoelde stoffen die in tanks ten vervoer zijn toegelaten, aangeduid met de code T75. Deze code is een

transporttank instructie die aangeeft ‘dat aan de algemene voorschriften van sectie 4.2.3 en de voorschriften van sectie 6.7.4 moet worden voldaan’.

UN-nr	Benaming en beschrijving	Klasse	Classificatiecode	Verpakkingsgroep	Etiketten	Bijzondere bepalingen	Verpakkingen				
							Gelimiteerde en vrijgestelde hoeveelheden	Verpakkingsinstructies	Bijzondere bepalingen	Gezamenlijke verpakking	
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	3.4	3.5.1.2	(8)	(9a)	(9b)
1966	WATERSTOF, STERK GEKOELD, VLOEIBAAR	2	3F		2.1		0	E0	P203		MP9

Transporttanks en bulkcontainers		ADR-tanks		Voertuig voor tankvervoer	Vervoerscategorie (Code voor beperkingen in tunnels)	Bijzondere bepalingen voor het vervoer				Gevaarsidentificatie nummer
Instructies	Bijzondere bepalingen	Tankcode	Bijzondere bepalingen			Colli	Los gestort	Laden, lossen en behandeling	Bedrijf	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
4.2.5.2, 7.3.2	4.2.5.3	4.3	4.3.5, 6.8.4	9.1.1.2	1.1.3.6 (8.6)	7.2.4	7.3.3	7.5.11	8.5	5.3.2.3
T75	TP5 TP34	RxBN	TA4 TT9 TU18 TE26	FL	2 □ (B/D)	V5		CV9 CV11 CV36	S2 S17	223

Figuur 5.4 Deel van Tabel A van sectie 3.2 van het ADR.

- Er is een aantal bijzondere bepalingen voor transporttanks, te weten TP5 en TP34 (zie kolom 11 van Figuur 5.4). De betekenissen van deze codes staan beschreven in sectie 4.2.5.3:
 - TP5 → ‘Aan de vullingsgraad, voorgeschreven in sectie 4.2.3.6, moet worden voldaan’.
 - Sectie 4.2.3.6.1 vermeldt: *Voor het vullen moet de transporttank worden geïnspecteerd om te verzekeren dat deze voor het sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas is toegelaten. Daarnaast mag de inhoud in contact met de materialen van het reservoir, de pakkingen, de bedrijfsuitrusting en de eventuele beschermende bekledingen niet gevaarlijk kunnen reageren onder vorming van gevaarlijke producten of onder aanzienlijke verzwakking van het materiaal. Tijdens het vullen moet de temperatuur van het sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gas binnen de grenswaarden van het ontwerp-temperatuurbereik liggen.*
 - Sectie 4.2.3.6.1 vermeldt: *Bij het bepalen van de initiële vullingsgraad moet rekening worden gehouden met de noodzakelijke verblijftijd voor het bedoelde traject, inclusief eventueel optredende vertragingen. De initiële vullingsgraad van de tank, behalve zoals beschreven in secties 4.2.3.6.3 en 4.2.3.6.4, moet zo 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%.*

- TP34 → *‘Transporttanks behoeven niet te worden onderworpen aan de oploopproof in 6.7.4.14.1 als de transporttank op de in sectie 6.7.4.15.1 gespecificeerde plaat en ook in letters van ten minste 10 cm hoog op beide zijden van de buitenmantel wordt gemerkt met ‘NIET TOEGESTAAN VOOR VERVOER PER SPOOR’.*
- De volledige tankcode is RxBN (zie **kolom 12** van Figuur 5.4), wat het volgende aangeeft:
 - R = Tank voor sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gassen.
 - X = Berekeningsdruk. De waarden van de toepasselijke minimale beproevingsdruk volgens de tabel in sectie 4.3.3.2.5:

De tabel in sectie 4.3.3.2.5. geeft voor sterk gekoeld en vloeibaar waterstof het volgende aan:

UN- Nummer	BENAMING	CLASSIFICATIE CODE	MINIMALE BEPROEVINGSDRUK VOOR TANKS				HOOGST TOELAATBARE MASSA VAN DE VULLING PER LITER INHOUD
			Met warme isolerende bescherming		Zonder warme isolerende bescherming		
			MPa	bar	MPa	bar	
1966	Waterstof, sterk gekoeld, vloeibaar	3F	Zie 4.3.3.2.4				kg

Figuur 5.5 Deel van tabel van sectie 4.3.3.2.5 van het ADR.

Sectie 4.3.3.2.4 geeft aan dat *‘de beproevingsdruk voor tanks die bestemd zijn voor het vervoer van sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte, gassen ten minste 1,3× de op de tank aangegeven hoogst toelaatbare bedrijfsdruk moet zijn, maar ten minste 300 kPa (3 bar) (overdruk). Voor tanks met een vacuümisolatie moet de beproevingsdruk gelijk zijn aan ten minste 1,3× de met 100 kPa (1 bar) verhoogde waarde van de hoogst toelaatbare bedrijfsdruk’.*

- B = Tank met openingen voor het vullen of lossen aan de onderzijde met 3 sluitingen; of batterijwagens of MEGC met openingen onder de vloeistofspiegel of voor samengeperste gassen.
- N = Tank, batterijwagens of MEGC met veiligheidsklep volgens sectie 6.8.3.2.9 of sectie 6.8.3.2.10 die niet hermetisch gesloten is.
- Ook gelden de bijzondere bepalingen TA4, TT9, TU18 en TU26 (zie **kolom 13** van Figuur 5.4). De betekenissen van deze codes staan beschreven in diverse secties:
 - TA4 (sectie 6.8.4) → *‘De procedures voor conformiteitsbeoordeling van sectie 1.8.7 moeten worden toegepast door de bevoegde autoriteit of de onderzoeksinstantie die voldoet aan sectie 1.8.6.3 en geaccrediteerd is volgens EN ISO/IEC 17020:2012 (uitgezonderd bepaling 8.1.3) type A’.*
 - TT9 (sectie 6.8.4) → *‘Voor onderzoeken en beproevingen (met inbegrip van toezicht op de fabricage) moeten de procedures van sectie 1.8.7 worden toegepast door de bevoegde autoriteit of de onderzoeksinstantie die voldoet aan sectie 1.8.6.3 en geaccrediteerd is volgens EN ISO/IEC 17020:2012 (uitgezonderd bepaling 8.1.3) type A’.*
 - TU18 (sectie 4.3.5) → *‘De vullingsgraad moet beneden het niveau blijven waarbij (als 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 sectie 4.3.2.3.4 is niet van toepassing’.*
 - TU26 (sectie 4.3.5) → *‘De vullingsgraad mag 85% niet overschrijden’.*

- De eenheid moet getrokken worden door een FL-voertuig (zie **kolom 14** in Figuur 5.4).
- Vervoerscategorie 2 en tunnelcode (B/D) gelden (zie **kolom 15** in Figuur 5.4), wat betekent dat vervoer door tunnels van categorie B, C, D en E verboden is.
- Het beproevingsinterval voor de tanks is 10 jaren. Dit staat in verpakkingsinstructie P203 in sectie 4.1.4.1.
- Sectie 6.7.4. geeft voorschriften voor het ontwerp, de constructie, het onderzoek en de beproeving van transporttanks, bestemd voor het vervoer van sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gasen van klasse 2. Enkele relevante voorschriften zijn:
 - 6.7.4.6.2 → *Reservoirs voor niet-brandbare, sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gasen en waterstof mogen bovendien breekplaten hebben die parallel zijn aangebracht aan de veerbelaste inrichtingen zoals aangegeven in sectie 6.7.4.7.2 en sectie 6.7.4.7.3.*
 - 6.7.4.7.2 → *Voor niet-brandbare, sterk gekoelde, vloeibaar gemaakte gasen (behalve zuurstof) en waterstof kan deze afblaascapaciteit worden gewaarborgd door gebruik te maken van breekplaten parallel aan de vereiste veiligheidsinrichtingen. Breekplaten moet breken bij een nominale druk gelijk aan de beproevingsdruk van het reservoir;*
 - 6.7.4.7.3 → *Onder de in sectie 6.7.4.7.1 en sectie 6.7.4.7.2 beschreven omstandigheden, in combinatie met de volledige blootstelling aan een brandhaard, moet de gecombineerde capaciteit van alle ingebouwde drukontlastingsinrichtingen toereikend zijn om de druk in het reservoir tot de beproevingsdruk te beperken*

5.3. Algemene bepalingen

- Er is een aantal vrijstellingen die samenhangen met het vervoer van gasen. Dit wordt beschreven in sectie 1.1.3.2. *De voorschriften van het ADR zijn niet van toepassing op het vervoer van:*
 - *Gassen in brandstofreservoirs of -flessen van voertuigen voor vervoer die dienen voor de voortbeweging daarvan, voor de werking van hun bijzondere uitrusting, of bedoeld zijn voor gebruik tijdens het vervoer (bijv. koelinrichtingen);*
 - *Deze gasen mogen worden vervoerd in vaste brandstofreservoirs of -flessen, die rechtstreeks zijn verbonden met de motor van het voertuig en/of additionele uitrusting of verplaatsbare drukhouders die voldoen aan de toepasselijke wettelijke voorschriften;*
 - *De gezamenlijke inhoud van de brandstofreservoirs of -flessen voor een transporteenheid, inclusief inbegrip van degene die overeenkomstig sectie 1.1.3.3 a) zijn toegestaan, mag niet meer bedragen dan de hoeveelheid energie (MJ) of massa (kg) overeenkomend met 54.000 MJ energie-equivalent. Voor waterstof is dit 11 MJ/Nm³ (normale kubieke meter).*
- In hoofdstuk 3.3 is beschreven welke bijzondere bepalingen van toepassing zijn op bepaalde stoffen. Bepaling 392 luidt:
 - *Voor het vervoer van omhullingssystemen voor gasvormige brandstof die zijn ontworpen en goedgekeurd om te worden gemonteerd in motorvoertuigen die dit gas bevatten, hoeven de voorschriften van 4.1.4.1 en hoofdstuk 6.2 niet te worden toegepast wanneer ze worden vervoerd ter verwijdering, recycling, reparatie, onderzoek en onderhoud, of wanneer ze worden vervoerd van de plaats van fabricage naar een assembleerfabriek voor voertuigen, mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:*
 - a) *De omhullingssystemen voor gasvormige brandstof voldoen aan de eisen die worden gesteld in de normen of reglementen voor brandstofreservoirs van voertuigen, naar*

gelang van toepassing. Voorbeelden van toepasselijke normen en reglementen voor waterstof zijn:

Tabel 5.1 Voorbeelden van toepasselijke normen en reglementen voor waterstof

(ECE/TRANS/180/Add.13)	Mondiaal technisch reglement inzake motorvoertuigen op waterstof en brandstofcellen
Verordening (EG) nr. 79/2009	Verordening (EG) nr. 79/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 14 januari 2009 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen op waterstof en tot wijziging van Richtlijn 2007/46/EG.
Verordening (EU) nr. 406/2010	Verordening (EU) nr. 406/2010 van de Commissie van 26 april 2010 tot uitvoering van Verordening (EG) nr. 79/2009 van het Europees Parlement en de Raad betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen op waterstof.
VN-Reglement nr. 134	Uniforme bepalingen voor de goedkeuring van motorvoertuigen en onderdelen daarvan met betrekking tot de veiligheidsprestaties van motorvoertuigen op waterstof.
ISO/TS 15869:2009	Gasvormige waterstof en waterstofmengsels –brandstofreservoirs voor landvoertuigen

- Voor het vervoer van specifieke klassen en goederen zijn in hoofdstuk 8.5 aanvullende voorschriften opgenomen, waarvan de volgende relevant zijn:
 - S2: Aanvullende voorschriften voor het vervoer van brandbare vloeistoffen of gassen:
 1. Draagbare verlichtingsapparatuur → Het laadcompartiment van gesloten voertuigen die vloeistoffen met een vlampunt van maximaal 60 °C, brandbare stoffen of voorwerpen van klasse 2 vervoeren, mogen niet worden binnengegaan door personen met draagbare verlichtingsapparatuur, tenzij 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 tijdens laden of lossen → Het in bedrijf hebben van verwarmingssystemen op brandstof, van FL-voertuigen (zie deel 9) is tijdens laden en lossen en op laadplaatsen verboden.
 3. Voorzorgsmaatregelen tegen elektrostatische ladingen → Als het FL-voertuigen betreft (zie deel 9) moet een goede elektrische verbinding tussen het voertuigchassis en de aarde worden gemaakt voordat tanks worden gevuld of geledigd. Bovendien moet de vulsnelheid worden beperkt.
 - S17: De voorschriften van hoofdstuk 8.4 over het toezicht op voertuigen zijn van toepassing als de totale massa van dit goed in het voertuig meer dan 1.000 kg bedraagt.