

Bestuurlijke aspecten van veiligheid in de energietransitie



Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Auteurs	B. Riemersma, J. Reinders
Contactpersoon	I. Janssen
Opdrachtgever	Veiligheidsberaad
Contactpersoon	C. Polman
Datum	7 oktober 2024
Foto's	ANP

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

Inhoud

	Samenvatting	4
	Inleiding	5
1	Risico's van de energietransitie	7
1.1	Risico's en gevaren	7
1.2	De scenario's	8
1.3	Hoe groot zijn de risico's?	9
1.4	De significante risico's van de energietransitie	19
1.5	Samenvatting	20
2	Bestuurlijke aspecten van de energietransitie in Nederland	22
2.1	Theoretisch kader: besluitvorming op verschillende niveaus	22
2.2	Bestuurlijke instrumenten voor risicobeheersing in Nederland	24
2.3	Instrumenten voor risicobeheersing van elektrificatie van processen binnenshuis	26
2.4	Instrumenten voor risicobeheersing van een groeiend aantal grootschalige energieopslagsystemen	28
2.5	Instrumenten voor risicobeheersing van een toenemend transport van gevaarlijke stoffen	31
2.6	Analyse en samenvatting	33
3	Internationale verkenning	35
3.1	Elektrische installaties in Duitsland	35
3.2	Grootschalige batterijopslag in de Verenigde Staten	36
3.3	Transport van gevaarlijke stoffen in België	37
4	Conclusies en aanbevelingen	39
4.1	Beantwoording van de onderzoeksvragen	39
4.2	Adviezen	40
	Literatuur	42
	Bijlage 1: Termen en afkortingen	44
	Bijlage 2: Achtergrond en analyse	48

Samenvatting

Bestuurders door het hele land krijgen in toenemende mate te maken met veiligheidsrisico's van de energietransitie. Mede hierom heeft het Veiligheidsberaad een portefeuillehouder aangewezen die verkent wat de uitdagingen en mogelijkheden zijn voor lokale bestuurders op dit thema. De resultaten van deze verkennende studie dienen ter advies van de portefeuillehouder. Ze geven een overzicht van de meest relevante nieuwe risico's voor bestuurders. Daarnaast worden in dit rapport de instrumenten verkend die regionale en lokale bestuurders tot hun beschikking hebben om met deze nieuwe risico's om te gaan.

Uit dit onderzoek volgen drie risico's die bijzondere aandacht vergen. Deze risico's hebben namelijk zowel een reële kans van optreden als ook mogelijk ernstige effecten:

1. Een toenemende elektrificatie van processen in woningen in samenhang met het toepassen van meer 'duurzame' materialen in de woonomgeving.
2. Een groeiend aantal (grootschalige) batterij-elektrische energieopslagsystemen.
3. Toenemend transport van gevaarlijke stoffen als gevolg van de energietransitie.

Regionale en lokale bestuurders hebben (slechts) beperkte mogelijkheden om met de drie geïdentificeerde risico's om te gaan. Risicobeperkende maatregelen voor wat betreft de toenemende elektrificatie van processen in woningen, als ook het transport van gevaarlijke stoffen, worden grotendeels voorgeschreven op nationaal niveau. Regionale en lokale bestuurders hebben voor deze nieuwe gevaren van de energietransitie dus weinig instrumenten tot hun beschikking. Zowel veiligheidsregio's als gemeenten kunnen inzetten op risicocommunicatie, of lobbyen voor effectieve nationale maatregelen. Regionale en lokale bestuurders hebben ruimere mogelijkheden wat betreft het beperken van risico's rondom grootschalige batterij-elektrische energieopslagsystemen (EOS'en). In afwachting van aanstaande nationale regelgeving op dit vlak, staat het gemeenten nu al vrij om nieuw te bouwen EOS'en vergunningplichtig te stellen en te laten voldoen aan de PGS-37-1 richtlijn. Bovendien kan de gemeente actief sturen op preferente locaties van EOS'en om de overlast van mogelijke incidenten te verkleinen. Veiligheidsregio's kunnen hun adviesrol gebruiken om de gemeente te adviseren over de invloed ervan op omgevingsveiligheid en de (on)mogelijkheden van incidentbestrijding.

De aanbevelingen zijn opgesplitst in aanbevelingen voor landelijke, regionale, en lokale bestuurders. Op landelijk niveau zijn deze onder andere gericht op het aansturen op snelle invoering van regelgeving voor veiligheid van de elektrificatie in woningen (in het bijzonder thuisbatterijen). Daarnaast zijn de aanbevelingen op nationaal niveau gericht op regelgeving voor transport van gevaarlijke stoffen (zoals ammoniak). Hierbij moet aandacht worden besteed aan zowel de effecten van mogelijke incidenten, als ook aan de beheersbaarheid van deze incidenten. Op regionaal niveau kunnen veiligheidsregio's adviseren over risicobeperkende maatregelen voor energieopslagsystemen. Beter zicht op het incidentverloop als ook de beheersbaarheid van ongevallen met gevaarlijke stoffen kan gemeenten helpen bij hun besluit om ruimte langs transportroutes al dan niet aan te wijzen als voorschriftengebieden. Tot slot kunnen gemeenten op lokaal niveau risico mitigerende maatregelen treffen voor (grootschalige) EOS'en via bijvoorbeeld het omgevingsplan.

Inleiding

Achtergrond

De energietransitie heeft grote gevolgen voor de Nederlandse energie-infrastructuur. Nederland heeft zich via het Parijsakkoord en het daaruit volgende Klimaatakkoord gecommitteerd om voor 2050 fossiele brandstoffen te vervangen door energiebronnen die minder, of liefst helemaal geen, CO₂ uitstoten (Rijksoverheid, 2019; United Nations, 2015). Het verbranden van fossiele brandstoffen (kolen, aardolie en aardgas) is namelijk verreweg de belangrijkste oorzaak van de toename van CO₂ in de atmosfeer. De vermindering van de CO₂-uitstoot en van die van andere broeikasgassen is van belang om de (verdere) opwarming van de aarde te voorkomen (Zhai et al., 2021). Het realiseren van een fossielarme energievoorziening gaat gepaard met grote veranderingen in de energie-infrastructuur. Deze veranderingen zijn zichtbaar in alle delen van de energieketen: opwek, opslag, transport en gebruik (Rijksoverheid, 2024).

Vandaar dat het Veiligheidsberaad (VB) 'Veilige energietransitie' heeft aangewezen als een van zijn vier focusthema's voor de periode 2024-2027 (Veiligheidsberaad, 2024). De ambitie van het VB is om de risico's van de energietransitie en de impact daarvan goed in beeld te krijgen, om vervolgens te bezien wat bestuurlijk nodig is om deze risico's te beheersen. Hiertoe heeft het VB een portefeuillehouder, Burgemeester Snijders van Zwolle, benoemd. Portefeuillehouders voeren namens het VB bestuurlijk overleg over hun onderwerp, en dragen de standpunten van het VB uit. Als eerste invulling van hun portefeuille geven zij aandacht aan de relevante ambities van het VB.

Doel en vraagstelling

De ambitie van de portefeuillehouder veilige energietransitie is tweeledig. Ze betreft enerzijds een verkenning van veiligheidsrisico's die gepaard gaan met de energietransitie. Anderzijds betreft ze een verkenning van de instrumenten die regionale en lokale bestuurders tot hun beschikking hebben om deze veiligheidsrisico's te beperken. Het NIPV heeft een onderzoeksvoorstel geschreven voor een verkennend onderzoek dat deze vragen beantwoordt. Dit voorstel is goedgekeurd, en heeft geresulteerd in dit rapport. Het rapport behandelt een drietal vragen:

1. Welke veiligheidsrisico's van de energietransitie het grootst?
2. Welke partijen spelen een rol in de energietransitie in Nederland, en welke middelen hebben zij tot hun beschikking om met de grootste geïdentificeerde risico's om te kunnen gaan?
3. Wat kunnen we leren van de manier waarop landen die vergelijkbaar zijn met Nederland omgaan met grote veiligheidsrisico's van de energietransitie?

Methodie

Dit rapport bestaat uit twee delen. Als eerste zijn de veiligheidsrisico's van de energietransitie in kaart gebracht. Daarna zijn bestuurlijke aspecten van deze risico's geïntroduceerd, zowel in binnen- als buitenland. Het eerste deel van dit rapport duidt dan ook de meest significante risico's in de energietransitie, gebaseerd op incidenten die zich zouden kunnen voordoen bij ontwikkelingen rondom de energietransitie. Deze duiding is gestoeld op een inschatting van kansen op een incident en van mogelijke effecten hiervan op de omgeving. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen activiteiten in de bebouwde omgeving en in industriële omgeving. Soms zijn de ontwikkelingen eigen aan één omgeving, bijvoorbeeld wanneer het een grootschalige opslag van gevaarlijke duurzame energiedragers betreft. Soms zijn deze ontwikkelingen ook terug te vinden in beide omgevingen, maar variëren ze in grootte en mogelijke effecten. Batterijopslag is hiervan een goed voorbeeld. Batterijen komen namelijk zowel voor op kleine schaal in de gebouwde omgeving, als op grote schaal in bijvoorbeeld zonneparken.

De eerste fase van dit onderzoek heeft geresulteerd in een overzicht van de geïdentificeerde risico's. We presenteren de risico's in een matrixstructuur, waar alle risico's door ons zelf zijn gewogen op een combinatie van kans en gevolg. Van de incidenten met een reële kans van optreden waarbij mogelijk een of meerdere dodelijke slachtoffers kunnen vallen, wordt het risico als significant aangeduid. Ook van incidenten waarbij de kans van optreden beperkt is, maar waarbij mogelijk meerdere slachtoffers kunnen vallen, worden de risico's als significant aangeduid. Deze risico's vormen de basis voor de tweede fase van dit onderzoek.

De tweede fase van dit onderzoek heeft de mogelijkheden verkend die lokale en regionale bestuurders in Nederland tot hun beschikking hebben om de drie geïdentificeerde risico's te beperken. Voor die risico's schetsen we relevante bestuurlijke aspecten. Voor elk risico identificeren we de wettelijke kaders die veiligheid moeten borgen, bepalen we in hoeverre de bestaande wet- en regelgeving toereikend is, en stellen we vast welke partijen betrokken zijn bij het uitvoeren en implementeren van deze regels. Deze fase van het onderzoek heeft geleid tot een overzicht van de instrumenten die bestuurders van gemeenten en veiligheidsregio's tot hun beschikking hebben om met de risico's van de energietransitie om te kunnen gaan. De tweede fase is niet beperkt tot Nederland. Voor elk van de drie geïdentificeerde risico's kijken we namelijk ook naar een land waar de betreffende technologieën veel voorkomt, en hoe de bijbehorende risico's hier worden geborgd.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 identificeert de risico's van de energietransitie. Hier wordt een groot aantal risico's geïntroduceerd en gekwantificeerd. Deze technische analyse resulteert in onze inschatting van een drietal significante risico's die worden geschetst in paragraaf 1.4. Hoofdstuk 2 duidt het bestuurlijke speelveld van de energietransitie. Hier beschouwen we welke instrumenten beschikbaar zijn voor bestuurders om met de drie significante risico's om te kunnen gaan. Hoofdstuk 3 laat een aantal voorbeelden uit het buitenland zien. In hoofdstuk 4 zijn de conclusie en een aantal aanbevelingen te vinden. Veelgebruikte termen en afkortingen worden toegelicht in Bijlage 1.

1 Risico's van de energietransitie

1.1 Risico's en gevaren

De energietransitie gaat gepaard met nieuwe energievormen, die elk hun eigen gevaren en veiligheidsrisico's kennen. Gevaar is de potentie om schade te veroorzaken bij de toepassing van deze energievormen. De grootte van het risico wordt dan bepaald door de kans dat dit gevaar zich openbaart als gevolg van een ongewenste gebeurtenis (of incident), in combinatie met de ernst van de gevolgen (materiële of gezondheidsschade). Dit wordt vaak kortweg weergegeven als: $\text{risico} = \text{kans} \times \text{effect}$. Een risico (van een bepaalde omvang en bepaalde kans) kan dan enerzijds het gevolg zijn van een incident met relatief kleine effecten dat zich met een grote mate van waarschijnlijkheid zal voordoen of, anderzijds, van een onwaarschijnlijk, maar niet onmogelijk geacht incident dat veel schade aanricht in de omgeving.

In paragraaf 1.3. worden gevaren en risico's besproken. De grootte van de risico's is bepaald aan de hand van incidentscenario's. Deze scenario's zijn (mede) gebaseerd op de methodiek voor het uitvoeren van kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) in het werkveld van de externe veiligheid (nu onderdeel van omgevingsveiligheid). We definiëren omgevingsveiligheid hier als het "voorkomen, beperken, en bestrijden van effecten van incidenten die (kunnen) leiden tot significante nadelige gevolgen voor een veilige fysieke leefomgeving en daarmee tot een ramp of crisis" (van der Graaf et al., 2024, pagina 14). Door de onderzoekers is een inschatting gemaakt van de waarschijnlijkheid (kans) dat een incident zich voordoet: klein (hooguit eens per decennium), beperkt (eens per jaar) of reëel (meerdere keren per jaar). Ook van de gevolgen is een inschatting gemaakt. Van ernstige schade is sprake indien naar verwachting meerdere dodelijke slachtoffers zouden kunnen vallen. Als er behalve gewonden ook een dodelijk slachtoffer zou kunnen vallen, wordt de schade als matig weergegeven. Indien hooguit een aantal gewonden, maar geen doden worden verwacht, wordt de schade als gering weergegeven. De combinatie levert dan een risico-inschatting op. Deze is weergegeven in Tabel 1.1 in de vorm van een risicomatrix. De kleuren geven de grootte van het risico weer:

- > **Groen**: klein risico (acceptabel): geen bijzondere aandacht nodig.
- > **Geel**: matig risico: verdient aandacht.
- > **Rood**: Significant: bijzondere aandacht en waarschijnlijk maatregelen vereist. Met name aan deze risico's zal in dit document aandacht worden besteed.

Tabel 1.1 Risicomatrix

		Gevolgen		
		Gering (mogelijk gewonden, geen dodelijke slachtoffers)	Matig (gewonden en mogelijk één dodelijk slachtoffer)	Ernstig (meerdere dodelijke slachtoffers)
Kans	Klein (eens per decennium)			
	Beperkt (eens per jaar)			
	Reëel (meerdere keren per jaar)			

1.2 De scenario's

De energietransitie voltrekt zich op vele niveaus in de samenleving: van industriële processen bij grote bedrijven tot het gebruik van energieapps op tablets bij individuele huishoudens. Om de risico's en gevaren verbonden aan alternatieve energievoorzieningen te kunnen duiden, maken we gebruik van incidentscenario's. Een scenario omschrijft een ongewenste gebeurtenis (bijvoorbeeld een lek in een opslagtank met een gevaarlijke stof), de oorzaak hiervan (bijvoorbeeld het afbreken van een pijpverbinding) en de effecten of gevolgen (bijvoorbeeld een fakkelbrand waarvan de hitte tot brandoverslag leidt).

Bij de analyse maken we onderscheid tussen onderstaande activiteiten die volgens (Duyvis et al., 2022) kunnen doorwerken op de omgevingsveiligheid:

- > energieopwekking
- > energieopslag
- > energietransport
- > energiegebruik.

Hierbij onderscheiden we twee **omgevingen**:

- > Gebouwde omgeving
Deze kenmerkt zich door kleinschalige processen binnen woningen, wooncomplexen of woonwijken. Beheer vindt in het algemeen plaats door niet professioneel hiervoor opgeleide individuen (bewoners).
- > Industriële omgeving
Deze kenmerkt zich door grootschalige processen met professionele operators, vaak op enige afstand van woonbebouwing. Alleen transport kan mogelijk plaatsvinden binnen een woonomgeving.

De volgende **energievormen en -systemen** komen veel voor in Nederland, en zullen in dit rapport worden beschouwd (Duyvis et al., 2022):

- > Elektriciteit:
 - windturbines
 - PV-systemen (zonnepanelen)
 - kerncentrales
- > Warmte

- restwarmte uit industriële processen
- aardwarmte (geothermie)
- > Gassen:
 - vervanging van diesel en benzine door alternatieven met een gunstiger CO₂-footprint dan voorheen gebruikte brandstoffen: biogas, aardgas onder hoge druk (CNG) en vloeibaar aardgas (LNG)
 - waterstof (H₂) als energiedrager of -buffer: gasvormig H₂ en vloeibare waterstofdragers.

1.3 Hoe groot zijn de risico's?

In eerder onderzoek van het NIPV is voor verschillende combinaties van energiesystemen, activiteiten en omgevingen aangegeven in welke richting de risico's zich naar verwachting zullen ontwikkelen en kunnen doorwerken op de omgevingsveiligheid (Duyvis et al., 2022). In deze paragraaf volgt, op basis van bestaande gegevens en representatieve voorbeelden, een concretere invulling van de grootte van de risico's. Deze risico's worden ingeschaald in een risicomatrix zoals weergegeven in Tabel 1.1. Dit wil zeggen dat we inschatten hoeverre als gevolg van de toepassing van deze energievorm het veiligheidsrisico (veelal brand) toeneemt. Daar waar mogelijk zijn gevolgen kwantitatief aangegeven. De kwantitatieve data zijn veelal ontleend aan de scenariokaarten van het NIPV en onderliggende data ([Home - Scenarioboeken \(nipv.nl\)](#)), en/of data zijn aangevuld met berekeningen met het softwareprogramma EFFECTS (versie 12). De scenario's waarvan de risico's als significant worden ingeschat (en soms ook andere), zullen nader worden toegelicht, waarbij aanvullende – vaak kwalitatieve – aspecten worden beschouwd, zoals bijvoorbeeld maatschappelijke impact.

1.3.1 Opwekking

In onderstaande Tabel 1.2 zijn risico's beschreven van de scenario's voor opwekking van energie.

Tabel 1.2 Incidentscenario's voor opwekking van energie

Omgeving	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg	Risico
Gebouwde omgeving	Elektriciteit Zonnepanelen op/in dak	Slechte kabelverbinding – brand op/in dak; meerdere woningen branden af	Reëel, gebruik inferieure materialen; onvoorspelbaar privé-onderhoud	Een of enkele doden in woningen	significant
	Warmte - geothermie	Aardgas komt vrij uit water en wordt niet afgevangen – explosie	Klein	Dode(n) in warmte-opwekkingsstation	Matig
	Gassen: maken van H ₂ uit zonne-energie (elektrolyse)	Lek – gasophoping-explosie	Nu nog klein; indien commerciële installaties komen: reëel	Een of enkele doden in woningen	Nu: klein / matig ; met commerciële installaties: significant
Industriële omgeving	Elektriciteit - zonnepark	Verkeerde connector – vlamboog - brand	Reëel	Lokaal: brandwonden of inademen giftige dampen door bijv. monteur – licht gewond	Klein

Elektriciteit - windenergie	Blad- of mastbreuk – blad treft persoon die overlijdt	Heel klein, turbines staan op redelijke afstand van woningen	1 dode; effectafstand: 100-200 m	Klein
Elektriciteit - windturbine	Blad- of mastbreuk – blad treft installatie met gevaarlijke stoffen	Klein door goede veiligheidsmaatregelen	Domino-incident met meerdere slachtoffers	Matig
Elektriciteit - kerncentrale	Lek – vrijkomen radioactiviteit	Zeer klein door uitgebreide maatregelen	Zeer ernstig	Matig
Gassen - Grootschalige Productie H ₂ via elektrolyse	Lek – vrijkomen H ₂ -gaswolk - explosie	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Destructie bouwwerken op locatie – meerdere doden	Matig
Gassen - Productie van groengas	Lek – vrijkomen biogas gaswolk - explosie	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Destructie bouwwerken op locatie – meerdere doden	Matig

Toelichting bij bovenstaande tabel

Gebouwde omgeving

Elektriciteit: zonnepanelen op/in dak

In (Reinders, at al. 2023) wordt aangegeven dat zonnepanelen (PV-systemen) bijzondere aandacht vragen ten aanzien van brandveiligheid. De oorzaken van brand van zonnepanelen liggen met name in een gebrekkig ontwerp (legplan), gebruik van inferieure materialen en een gebrekkige uitvoering van de installatie (Brandweer Nederland, 2020). Ook kunnen zonnepanelen brandbestrijding hinderen, doordat bluswater niet vanaf het dak bij de brandhaard kan komen. Dit vergroot de kans op branduitbreiding via de ruimte tussen de panelen en het (brandbare) dak onder de panelen. Dit laatste speelt overigens ook bij branden die niet door zonnepanelen zijn veroorzaakt. Een bijkomend facet is dat het aanbrengen van PV-panelen nogal eens een onderdeel vormt van verduurzamingsprojecten van bestaande woningen, waarbij extra dak- en of (buiten)wandisolatie wordt aangebracht die brandbaar is. Uit onderzoek van het NIPV (Kobes, et al. 2024) kwam naar voren dat door de keuze van duurzame (vaak brandbare) materialen en de wijze van aanbrengen de kans op branduitbreiding via de gebouwschil (bijvoorbeeld naar aangrenzende woningen) groter wordt. Omdat een brand zich in dat geval in de constructie bevindt, is het lokaliseren en bestrijden ervan complex.

Aangezien branden in een (drukke of kwetsbare) woonomgeving in de Regionale Risicoprofielen van de veiligheidsregio's (VR's) vaak nu reeds als een aanzienlijk of (zeer) ernstig risico worden gezien (zie bijvoorbeeld VRGZ (2023), VRZHZ (2024), VRRR (n.d.), VRZW (n.d.), VRMWB (n.d.)), moeten als gevolg van deze brandrisicoverhogende factoren (grote) woningbranden als een significant risico worden beschouwd (zie ook onderstaand kader). In Nederland worden, ook binnen de VR's, geen eenduidige definities gehanteerd voor verschillende gradaties van risico's. Wat in dit rapport als significant wordt geduid, is representatief voor aanzienlijk of (zeer) ernstig zoals eerder in deze paragraaf omschreven.

Maatschappelijke impact van branden in verduurzaamde woningen

Onderstaande branden in 'verduurzaamde' woningen of wooncomplexen waren aanleiding tot verslaggeving in nationale nieuwsmedia (NOS) en een uitgebreid onderzoek door het NIPV (Kobes, et al. 2024):

1. Een brand in een woning in Arnhem op 18 juni 2023 bereikt via de buitenzijde het dak en breidt zich verder uit via de ruimte tussen de dakconstructie en de zonnepanelen naar het dak en de nok van een aangrenzend huis. Via de nokconstructie en/of bij de woningscheidende wand- en dakconstructie op de zolder vindt verdere branduitbreiding plaats. De brand heeft geleid tot acht permanent onbewoonbare woningen (zie ook [Acht woningen verwoest bij brand Arnhem, zonnepanelen belemmerden blussen \(nos.nl\)](#)).
2. Een brand in de scheidingsconstructie ter plaatse van een balkon die zich via de gebouwschil heeft uitgebreid naar het dak van 'opgetopte' woningen op een voormalig kantoorgebouw in Amsterdam op 3 juni 2024 heeft geleid tot 95 tijdelijk tot permanent onbewoonbare woningen (zie ook [Ruim honderd bewoners slapen elders door grote brand in Amsterdam \(nos.nl\)](#)).
3. Een woningbrand op 13 november 2022 in een semipermanent gebouw in Amsterdam dat modulair en verplaatsbaar is (houtskeletbouw), bereikt via de gevel het dak. Daar kan de brand zich via het platte dak verspreiden, geholpen door de afschermdende werking van een tweede schil boven het platte dak, een zogenaamd tropendak. Tussen het platte dak en het tropendak is een holle ruimte aanwezig waar warmte en rook zich kunnen ophopen. De brand heeft geleid tot 75 onbewoonbare woningen (zie ook [Brand appartementencomplex Amsterdam onder controle, man aangehouden \(nos.nl\)](#)).

Gaslen: kleinschalige productie H₂ via elektrolyse in gebouwde omgeving

Gaslekken kunnen voor ophoping van waterstof zorgen. Ontsteking leidt dan tot een explosie, met mogelijk (letaal) letsel tot gevolg. De kenmerken van deze explosies zijn in grote lijnen vergelijkbaar met een aardgasexplosie en vormen daarmee voor incidentbestrijders een bekend risico. Voor kleinschalige productie van H₂ via elektrolyse bestaat reeds commerciële apparatuur (zie bijvoorbeeld [www.h2ps.nl](#)), maar deze wordt (nog) niet op grote schaal toegepast, zeker niet in woningen. Vooralsnog wordt het risico dus als klein ingeschat. Indien commerciële installaties beschikbaar komen moet het risico als reëel worden gezien.

Industriële omgeving

Productie van elektriciteit door windturbines of kerncentrales

Toename van het aantal windturbines en kerncentrales zal uiteraard tot een vergroting van het risico leiden. De gevolgen zijn bekend, alsook de beheersmaatregelen, vaak ontleend aan (voorgeschreven) veiligheids- en risicoanalyses. Hier door worden de risico's als matig ingeschat.

Door de vele voorgeschreven beheersmaatregelen worden de risico's ook hier als matig ingeschat. De toepassing van kleine modulaire kernreactoren (SMR's) kan wel de aandacht en discussies (en eventueel te nemen maatregelen) van nationaal naar lokaal of regionaal niveau doen verschuiven, hetgeen enigszins risicoverhogend zou kunnen zijn, indien ervaring met SMR's beperkt is of ontbreekt.

Productie van H₂ en groen gas

De risico's van de productie van deze gaslen in een industriële omgeving zijn vergelijkbaar met dezelfde activiteiten in de bebouwde omgeving. De volumes zullen echter groter zijn, met mogelijk ernstiger gevolgen. De activiteiten zullen echter op grotere afstand van woongebieden plaatsvinden en professioneler gerund worden, veelal door bedrijven met

ervaring met gevaarlijke stoffen, die bovendien aan regelgeving gebonden zijn. Hierdoor zullen de risico's beperkt blijven.

1.3.2 Opslag

In onderstaande Tabel 1.3 zijn risico's beschreven van de scenario's voor opslag van energie.

Tabel 1.3 Incidentscenario's voor opslag van energie

Omgeving	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg	Risico
Gebouwde omgeving	Elektriciteit – thuisaccu 10kWh	Thermal runaway	Reëel, installaties zullen verouderen en privé-onderhoud is onvoorspelbaar	Dode(n) door brand in huis of (bij geen brand) door blootstelling aan toxisch gas	Significant
	Elektriciteit – batterij EV als thuisbatterij	Thermal runaway bij opladen	Reëel	Autobrand; overslag naar omgeving; blootstelling aan toxische gassen – gewonden door inhalering	Matig
	Elektriciteit: EOS systemen in woonwijk of wooncomplex: 1 MWh	Thermal runaway	Reëel, maar kleiner dan bij thuisaccu vanwege professioneel onderhoud	Brandoverslag en letale brandwonden tot 10 m – toxisch: 10-70 m letaal	Matig tot significant
	Warmte – opslag als warm water in woning	Breuk leiding uitstroom warm water	Klein	Verbranding	Klein
	Gassen - opslag van H ₂ in drukcilinder in woning of in auto garage	Afbreken leiding - fakkelbrand	Nu nog klein; indien commerciële thuisinstallaties komen, of indien aantal H ₂ -auto's groeit: reëel:	Een of enkele doden in woningen of in garage (fakkellengte: 8 m)	Nu: klein; met commerciële installaties / H ₂ -auto's: significant
Industriële omgeving	Elektriciteit - EOS systemen: 1 MWh	Thermal runaway	Reëel, maar beperkt vanwege professioneel onderhoud	Brandoverslag en letale brandwonden tot 10m – toxisch: 10-70 m letaal	Matig tot significant
	Gassen - opslag van vloeibaar aardgas	Afbreken leiding opslagtank - fakkelbrand	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Fakkel kan een lengte van wel 150 m hebben – meerdere doden	Matig
	Gassen – opslag NH ₃ in haven	Slangbreuk bij vullen opslagtank vanuit schip	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Doden door blootstelling aan toxisch gas tot ca. 1 km – meerdere doden	Matig
	Gassen - Opslag vloeibaar H ₂	Afbreken leiding opslagtank - fakkelbrand	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Fakkel kan een lengte van wel 100 m hebben – meerdere doden	Matig
	Gassen - Ondergrondse opslag H ₂	Lekken bij vullen of in reservoir	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Explosie bij inpandige ophoping – mogelijk 1 dode	Klein

Toelichting bij bovenstaande tabel

Gebouwde omgeving

Opslag elektriciteit in EOS, thuisbatterij of batterij van elektrische auto

Een thermal runaway vormt het belangrijkste risico van de Li-ion batterij, het type dat wordt gebruikt in energieopslagsystemen (EOS), thuisbatterijen en (batterij-aangedreven) elektrische vervoersmiddelen. Een thermal runaway is een gevolg van oververhitting van de batterij, die daardoor in brand kan raken, gepaard gaande met vonken, fakkels en lancering van batterijcellen. Ook zullen brandbare en giftige gassen worden gevormd, wat kan leiden tot explosieve gasmengsels. Thermal runaway kan worden veroorzaakt door:

- > ruw gebruik van batterijen (stoten, laten vallen)
- > slechte verbindingen tussen batterijmodules of -pakketten
- > overbelasting (bijvoorbeeld te snel laden), overladen of diep ontladen
- > gebruik bij te lage temperaturen of blootstelling aan te hoge temperaturen
- > gebruik van verouderde batterijen.

Systemen in huis (van circa 10 kWh) kunnen een oorzaak zijn van een woningbrand. Met een verwachte toename van thuisbatterijen (onder meer als gevolg van het afbouwen van de salderingsregeling en het in rekening brengen van terugleverkosten door energieleveranciers) neemt de kans op brand in de woonomgeving toe. Gebruik in een niet-professionele omgeving door particulieren kan het risico nog verder doen toenemen. Denk hierbij aan gebruik van tweedehands batterijen afkomstig van elektrische auto's. Dergelijke batterijen kunnen een onduidelijke geschiedenis hebben, met bijvoorbeeld interne beschadigingen of fouten in het batterijmanagementsysteem (BMS), dat verantwoordelijk is voor een correcte en veilige werking. Ook kwaliteit van onderhoud in de privésfeer is onvoorspelbaar. Daarnaast zullen doe-het-zelf batterijsystemen waarschijnlijk ook hun weg naar de privéwoning vinden ([How I made my DIY Home Battery](#)).

De hitte van een brand in een 1 MWh EOS-systeem¹ kan letale brandwonden veroorzaken tot op circa 10 meter en kan binnen deze afstand ook brandoverslag veroorzaken naar brandbare (houten, plastic en dergelijke) objecten. Ook komt toxisch gas vrij. Hierdoor kunnen tot op 70 meter letale slachtoffers vallen. Dit zal echter alleen het geval zijn bij ongunstige weersomstandigheden (F1,5) en voor niet-mobiele personen. Voor meer gemiddelde (dag)omstandigheden in Nederland (D5) zal deze afstand circa 10 meter bedragen. De gassen zullen onderdeel vormen van de rook. (Mobiele) personen zullen zich, indien niet gehinderd, snel uit de voeten maken bij een beginnende brand door de gevoelde hitte en/of de waargenomen rook.

Opslag van H₂ in of nabij woningen of garage

Opslag van waterstof onder druk in cilinders (200-700 bar) in/nabij woningen komt nog niet voor, maar wellicht wordt dit in de toekomst mogelijk. Incidenten met tanks van waterstofauto's zullen zeker denkbaar zijn. Bij afbreken van een leiding kunnen fakkels van circa 8 meter lengte ontstaan.

Industriële omgeving

Opslag elektriciteit (EOS)

¹ 1 MWh staat gelijk aan 1000 kWh. Ter vergelijking, een elektrische auto met een actieradius van 400 kilometer heeft een batterijcapaciteit van ca. 65 kWh.

De risico's zijn vergelijkbaar zijn met een EOS in een woonomgeving. Een professionele omgeving leidt er echter waarschijnlijk toe dat aanwezige personen (veelal werknemers) beter zijn voorbereid op een eventueel incident, waardoor het risico wat lager is.

Opslag vloeibaar waterstof en aardgas

Vloeibaar waterstof wordt bij circa -250 °C opgeslagen, vloeibaar aardgas bij circa -150 °C. De tanks zijn goed geïsoleerd, maar niettemin zal er omgevingswarmte binnendringen, waardoor er enige overdruk kan ontstaan (enkele bars). Mocht een leiding afbreken, dan kan een fakkel ontstaan. Deze fakkel kan een aanzienlijke lengte hebben (wel 100 meter). De fakkel zal instantaan dodelijk zijn als deze een persoon treft. Ook zal hij brandoverslag veroorzaken. In een industriële omgeving zullen echter veel veiligheidsmaatregelen zijn genomen, waardoor de kans en het risico beperkt blijven.

In gasvorm worden aardgas en waterstof onder hoge druk opgeslagen. Ondergrondse opslag van waterstof kan tot lekken leiden, waardoor H₂ zich zou kunnen ophopen in gebouwen in de buurt. Ontsteking zal tot een explosie en mogelijk slachtoffers binnen leiden.

Opslag van NH₃ (ammoniak)

Ammoniak is een zeer giftig gas. Als een slang breekt bij het vullen van een opslagtank uit een schip (met een typische inhoud van 350 m³), kan dit tot op circa 1 kilometer tot letale slachtoffers leiden bij veel voorkomende atmosferische omstandigheden in Nederland (D5). Stationaire industriële opslagvoorzieningen zijn echter van veel veiligheidsmaatregelen voorzien en in de nabije omgeving zullen in het algemeen geen woongebieden zijn, waardoor de kans op een dergelijk scenario en het risico relatief klein zijn.

1.3.3 Transport

In onderstaande Tabel 1.4 zijn risico's beschreven van de scenario's voor transport van energie.

Tabel 1.4 Incidentscenario's voor transport van energie

Omgeving	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg	Risico
Gebouwde omgeving	Elektriciteit - Zwaarder elektriciteitsnet	Te veel stroom door elektriciteitsleidingen – oververhitting brand in meterkast en huis	Reëel, zeker bij inbouw in bestaande woningen ligt cost-cutting door privé-eigenaren voor de hand	Doden door brand	Significant
	Warmte - Uitbreiding warmtenet	Breuk heet water buisleidingen	Klein	Brandwonden	Klein
	Gassen - H ₂ i.p.v. aardgas door distributieleidingen	H ₂ -leidinglek in straat – fakkel	Klein, vergelijkbaar met aardgas	Kleine fakkel (enkele meters) brandwonden	Klein
Gebouwde / industriële omgeving	Gassen – Vervoer NH ₃ over land	Afbreken leiding tankwagen of tank wagon	Reëel	Vele slachtoffers (tot op meer dan 1 km)	Significant
	Gassen - vervoer H ₂ - via DME	BLEVE van tankwagen (als LPG)	Klein, maar toenemend door meer transport	Slachtoffers tot op 250 m – meerdere doden	Matig
	(Vloeistof) LOHC's	Falen tankwagen - plasbrand	Klein, als vervoer benzine	Slachtoffers door brand tot op 80 m	Matig
	Gassen – levering van LNG en CNG aan tankstation	Falen tank	Klein, door goede veiligheidsmaatregelen	BLEVE (doden tot op 220 m)	Matig
	Gassen - levering van H ₂ aan tankstation	Afbreken vulleiding	Klein, door goede veiligheidsmaatregelen	Fakkel (doden tot op 25 m)	Matig
Industriële omgeving	Elektriciteit - Uitbreiding elektriciteitsnet	Te hoge stroom – brand in transformatorstation	Klein	Stroomuitval	Klein
	Gassen – waterstof door aardgasleiding	Lek uit hogedruk leiding	Klein vanwege goede veiligheidsmaatregelen	Fakkelbrand of explosie – 1 dode	Klein
	Gassen – NH ₃ door pijpleiding	Scheur leiding – gasvormig en vloeibaar NH ₃ komt vrij	Reëel door toename transport	Toxisch. Blootstelling (effectafstanden zijn onderwerp van studie) – meerdere doden	Significant
	Gassen – CO ₂ door pijpleiding	Scheur leiding – gasvormig CO ₂ komt vrij	Klein, maar toenemend door meer transport	Verstikking, Toxisch. Blootstelling (letaal letsel tot 250 – 1100 m) – meerdere doden	Matig tot Significant
	Warmte – meer restwarmte naar warmtenetten	Geen scenario's			

Toelichting bij bovenstaande tabel

Gebouwde omgeving

Zwaarder elektriciteitsnet en gebruik zwaardere apparatuur

Ongeveer driekwart van de energie die huishoudens gebruiken is afkomstig van aardgas ([Gemiddeld energieverbruik | Stroom en gasverbruik van een gezin \(overstappen.nl\)](#)).

Vervanging van aardgas door elektriciteit in woningen betekent dat de kabelinfrastructuur (en meterkast) ruwweg op driemaal zoveel elektrische energie moet zijn berekend. Met het thuis opladen van elektrische auto's zal de stroombelasting (in de meterkast) nog verder

toenemen (hoewel met warmtepompen enige verhoging van efficiëntie kan worden verwacht). Verzwaring van het elektriciteitsnet in bestaande woningen vormt hierbij de grootste uitdaging, enerzijds technisch (niet alles is mogelijk in een bestaande woning), anderzijds vanuit de regelgeving. Woningbezitters zijn vrij in hun keuze van installateur, die op zijn beurt vrijheid heeft in de wijze van installeren en de keuze van componenten. Financiële afwegingen (kiezen van de meest voordelige optie) kunnen dan tot een hoger woningbrandrisico leiden. Bij nieuwbouw kan alles optimaal worden ontworpen en geïnstalleerd en zullen in het algemeen erkende installateurs de installaties inbouwen.

Gebouwde / Industriële omgeving

Vervoer van NH₃ over land

Om de transportrisico's van NH₃ zoveel mogelijk te beperken, heeft de overheid er gedurende de laatste tientallen jaren naar gestreefd om NH₃-transporten zoveel mogelijk te beperken.² Meer transport van NH₃ (als waterstofdrager) zal dan ook een verhoging van dit risico betekenen. NH₃ wordt vervoerd als een tot vloeistof verdicht gas en transport van deze stof valt onder het Basisnet, een landelijk aangewezen netwerk waarin vervoer (via weg, spoor of water) van gevaarlijke stoffen wordt gereguleerd. Het Basisnet bevat risicoplafonds voor locaties voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Hierbij kunnen risico's van het vervoer van verschillende typen gevaarlijke stoffen tegen elkaar worden afgewogen. Een verhoging van het aantal transporten NH₃ zou kunnen worden gecompenseerd met een vermindering van het aantal transporten van een andere categorie, om zo het risicoplafond voor de locatie niet te overschrijden. Aangezien ammoniaktransporten vooral in de plaats zullen komen van transporten van traditionele fossiele brandbare vloeistoffen, die minder verreikende effecten hebben (benzine) of in het geheel niet onder het basisnet vallen (diesel), zal dit mogelijk niet haalbaar zijn binnen de huidige risicoplafonds (ECORYS, 2023).

Binnen de omgevingswet gelden aandachtsgebieden waarbinnen beperkingen kunnen gelden voor ruimtelijke ontwikkelingen. Voor het Basisnet gelden de volgende afstanden (strookbreedtes gemeten vanaf de vervoersas) ([Regels voor aandachtsgebieden binnen Basisnet | Informatiepunt Leefomgeving \(iplo.nl\)](#)):

- > Brandaandachtsgebied: 30 meter
- > Explosieaandachtsgebied: 200 meter
- > Gifwolkaandachtsgebied: nog nader vast te stellen.

Op basis van ([Stappenplan bepalen gifwolkaandachtsgebied | RIVM](#)) zou het aandachtsgebied voor (het toxische) NH₃ als volgt kunnen worden berekend. De afstand vanaf het incident tot waarop concentratie van een giftige stof in de lucht is gedaald tot 2,54 x levensbedreigende waarde (LBW) markeert (volgens dit stappenplan) de grens van het gifwolkaandachtsgebied, waarbij een maximum geldt van 1500 m).³ Voor NH₃ betekent dit een concentratie van $2.54 \times 1100 = 2800 \text{ mg/m}^3$. Voor vervoer van NH₃ per treinwagon (90 m³) door een verstedelijkt gebied, is het gifwolkaandachtsgebied dan 520 meter bij veel voorkomende meteorologische omstandigheden (D5) en 1170 meter bij ongunstige meteorologische condities (F1,5).

Transport van H₂ via DME over de weg

² Dit op basis van een studie naar de externe veiligheidsrisico's van het vervoer van chloor, ammoniak en LPG (KPMG, TNO, ECORYS. (2004)).

³ LBW = Levensbedreigende waarde. Dit is een concentratie van een giftige stof in de lucht. Deze is afhankelijk van de blootstellingsduur. De LBW van NH₃ voor 30 minuten blootstelling bedraagt 1100 mg/m^3 .

DME (dimethylether) wordt voorzien als energiedrager voor het vervoer van waterstof ([Ketenstudie omgevingsveiligheid van duurzame waterstofrijke energiedragers](#)). DME wordt vervoerd als een tot vloeistof verdicht gas en lijkt daarmee op LPG. Transport ervan valt dan ook onder het Basisnet, waarbij LPG ook als voorbeeldstof geldt waarmee gerekend dient te worden bij QRA's. Een BLEVE van DME kan tot op zo'n 250 meter dodelijke slachtoffers veroorzaken. Dit komt ongeveer overeen met het explosieaandachtsgebied (200 meter).

Transport van H₂ via LOHC's over de weg

LOHC's (Liquid Organic Hydrogen Carriers) zijn vloeistoffen waarvan wordt voorzien dat ze in de toekomst als waterstofdaggers zullen fungeren ([Ketenstudie omgevingsveiligheid van duurzame waterstofrijke energiedragers](#)). Veel van deze vloeistoffen zijn moeilijk brandbaar (niet vluchtig genoeg, te vergelijken met diesel) en ook niet giftig, waardoor ze slechts een gering veiligheidsrisico vormen ([Liquid Organic Hydrogen Carriers - Falen tankwagen - Plasbrand - Scenarioboeken \(nipv.nl\)](#)). Enkele zijn echter vluchtiger en worden gezien als brandbare vloeistoffen, zoals toluen, methylcyclohexaan en decaline. Bij een incident met een tankauto (dezelfde als voor benzinetransport) kan de vloeistof een plas vormen die kan worden ontstoken, waardoor een plasbrand ontstaat. Tot op circa 80 meter vanaf de incidentlocatie (ongeveer 60 meter⁴ vanaf de rand van de plas) kunnen letale brandwonden ontstaan als gevolg van warmtestraling van meer dan 10 kW/m². Deze stralingswaarde vormt ook de begrenzing van het brandaandachtsgebied. Met het vervoer van brandbare vloeistoffen is men echter reeds lang vertrouwd, en veiligheidsmaatregelen zijn bekend. Hierdoor zal de kans op een incident met dramatische afloop gering zijn.

Levering van gassen aan tankstations

Incidenten bij aflevering van H₂ of aardgas aan (multifuel) tankstations kunnen tot een fakkel of een BLEVE leiden, waarbij met name de BLEVE een grote effectafstand heeft. Ook hier geldt echter dat men reeds lange tijd vertrouwd is met deze stoffen in de industrie, waardoor de kans op een incident met dramatische afloop gering zal zijn.

Industriële omgeving

Transport van NH₃ via ondergrondse pijpleidingen

Transport door ondergrondse buisleidingen wordt momenteel overwogen. Naar de bepaling van de effecten wordt onderzoek gedaan. Deze effecten zullen naar verwachting zeker aanzienlijk zijn, waarbij tot op vele honderden meters (meerdere) dodelijke slachtoffers kunnen vallen. Derhalve schatten wij de risico's als significant in. Het zal uiteraard van de uiteindelijke technische details en locatiekeuze afhangen hoe groot de risico's in werkelijkheid zullen worden.

Transport van CO₂ via ondergrondse pijpleidingen

CO₂ is toxisch. Hierdoor kunnen tot op 1100 meter letale slachtoffers vallen (NIPV, 2018). Dit zal echter alleen het geval zijn bij ongunstige weersomstandigheden (F1,5) en voor niet-mobiele personen. Voor meer gemiddelde (dag)omstandigheden zal deze afstand circa 250 meter bedragen. Verder is CO₂ verstikkend als het zich kan ophopen in bijvoorbeeld kelders, omdat het lucht (zuurstof) zal verdringen. Indien CO₂ daadwerkelijk door ondergrondse pijpleidingen zal worden getransporteerd, zal het ook hier van de uiteindelijke technische details en locatiekeuze afhangen hoe groot de risico's in werkelijkheid zullen worden.

⁴ Deze afstand is groter dan de gehanteerde waarde binnen het Basisnet (30 m). Dit is waarschijnlijk een gevolg van de keuze van de parameters, zoals de vrijkomende hoeveelheid vloeistof.

1.3.4 Gebruik

In Tabel 1.5 zijn risico's beschreven voor de scenario's van gebruik van energie.

Tabel 1.5 Incidentscenario's voor gebruik van energie

Omgeving	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg	Risico
Gebouwde omgeving	Elektriciteit - zwaardere apparatuur	Brand in slecht onderhouden warmtepomp	Reëel – privé-onderhoud is onvoorspelbaar	Dode(n) door brand	Significant
	Warmte – meer woningen op warmtenet	Breuk heet water leidingen	Reëel – privé-onderhoud is onvoorspelbaar	Brandwonden	Klein
	Gassen - waterstof(ketel) in woning	Lek – gasophoping, explosie	Reëel, vergelijkbaar met aardgas	Een of enkele doden in woningen	Matig
Gebouwde / industriële omgeving	Elektriciteit - Li-ion batterijen als voortstuwing	Thermal runaway bij laden	Reëel	Autobrand, overslag naar omgeving; blootstelling aan toxische gassen - dode(n)	Significant
	Gassen - H ₂ (brandstofcel of verbranding) bij voortstuwing	Afbreken leiding gastank	Klein, omvang zal gering zijn	Fakkel (20 m) – 1 dode	Klein
	Gassen – Gebruik CNG (personenauto + vrachtauto) en LNG (vrachtauto) bij voortstuwing	BLEVE tank LNG vrachtauto door extern vuur	Klein, omvang zal gering zijn	BLEVE (doden tot op 30 m)	Matig
Industriële omgeving	Elektriciteit – elektrificering van processen	Veel meer stroom en warmteontwikkeling - brand	Klein vanwege professionele installatie	Slachtoffers door brand	Klein
	Warmte – meer warmtesystemen	Heet water – geen ernstige scenario's			
	Gassen – vervanging aardgas door H ₂	Lek - gasophoping	Klein (gelijk aan aardgas)	Slachtoffers door explosie	Matig

Toelichting bij bovenstaande tabel

Gebouwde omgeving

Gebruik zwaardere elektrische apparatuur

Meer en zwaardere elektrische apparatuur (bijvoorbeeld een warmtepomp) verhoogt de kans op brand, zoals is toegelicht in paragraaf 1.3.3.

Gebouwde / industriële omgeving

Gebruik Li-ion batterijen als voortstuwing

Thermal runaways van Li-ion branden worden regelmatig gerapporteerd, net als slachtoffers door de brand die erdoor ontstaat. Het gaat dus om een significant risico, zeker gezien de sterke toename van het aantal Li-ion batterijbranden.

Gebruik van gassen (LNG, CNG en H₂) voor voortstuwing

Incidenten kunnen tot meerdere dodelijke slachtoffers leiden, maar de voertuigaantallen zijn (nog) gering en veiligheidsmaatregelen zijn bekend. Dit risico is derhalve vooralsnog als matig beoordeeld.

1.4 De significante risico's van de energietransitie

Onderstaande tabellen 1.6 en 1.7 geven aan waar zich volgens ons de significante risico's van de energietransitie bevinden in de gebouwde omgeving en de industriële omgeving.

Tabel 1.6 Significante risico's in de gebouwde omgeving

	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg
Opwekking	Elektriciteit Zonnepanelen op/in dak	Slechte kabelverbinding – brand op/in dak; meerdere woningen branden af	Reëel, installaties zullen verouderen en privé-onderhoud is onvoorspelbaar. Meer brandbare elementen in bouwschil	Een of enkele dodelijke slachtoffers in woningen
	Elektriciteit – thuisaccu 10kWh	Thermal runaway	Reëel, installaties zullen verouderen en privé-onderhoud is onvoorspelbaar	Een of enkele dodelijke slachtoffers door brand in huis of (bij geen brand) door blootstelling aan toxisch gas
Opslag	Elektriciteit: EOS-systemen in woonwijk of wooncomplex: 1 MWh	Thermal runaway	Reëel, maar kleiner dan bij thuisaccu's vanwege professioneel onderhoud	Brandoverslag en letale brandwonden tot 10 m – toxisch: 10-70 m letaal
	Elektriciteit - Zwaardere elektriciteitsnet	Te veel stroom door elektriciteitsleidingen – oververhitting, brand in meterkast en huis	Reëel, zeker bij inbouw in bestaande woningen ligt cost-cutting door privé-eigenaren voor de hand	Dodelijke slachtoffers door brand
Transport	Gassen – Vervoer NH ₃ over land	Afbreken leiding tankwagen of tankwagon	Reëel	Vele (dodelijke) slachtoffers (tot op meer dan 1 km)
	Elektriciteit - zwaardere apparatuur	Brand in slecht onderhouden warmtepomp	Reëel – privé-onderhoud is onvoorspelbaar	Dodelijke slachtoffers door brand
Gebruik	Elektriciteit - Li-ion batterijen als voortstuwing	Thermal runaway bij laden	Reëel	Autobrand (overslag naar omgeving; blootstelling aan toxische gassen – mogelijk dodelijk slachtoffer)

Tabel 1.7 Significante risico's in de industriële omgeving

	Energievorm	Typisch scenario	Kans	Gevolg
Opwekking	-	-	-	-
Opslag	Elektriciteit - EOS systemen: 1 MWh	Thermal runaway	Reëel, maar beperkt vanwege professioneel onderhoud	Brandoverslag en letale brandwonden tot 10m – toxisch: 10-70m letaal, meerdere doden
	Gassen – NH ₃ door pijpleiding	Scheur leiding – gasvormig en vloeibaar NH ₃ komt vrij	Reëel door toename transport	Toxisch. Blootstelling (effectafstanden zijn onderwerp van studie) – meerdere doden
Transport	Gassen – Vervoer NH ₃ over land	Afbreken leiding tankwagen of tankwagon	Reëel	Vele slachtoffers (tot op meer dan 1 km)
	Gassen – CO ₂ door pijpleiding	Scheur leiding – gasvormig CO ₂ komt vrij	Klein, maar toenemend door meer transport	Verstikking, Toxisch. Blootstelling (letaal letsel tot 250 – 1100 m) – meerdere doden
Gebruik	Elektriciteit - Li-ion batterijen als voortstuwing	Thermal runaway bij laden	Reëel	Autobrand (overslag naar omgeving; blootstelling aan toxische gassen – mogelijk dodelijke slachtoffers)

1.5 Samenvatting

Uit dit hoofdstuk blijkt dat de significante risico's van de energietransitie zijn samen te vatten in drie thema's. Tabel 1.8. duidt de kansen en gevolgen van deze risico's aan de hand van de eerder geïntroduceerde risicomatrix.

1. *Een toenemende elektrificatie van processen in woningen in samenhang met het toepassen van meer 'duurzame' materialen in de woonomgeving.*

Dit leidt tot een verhoogd brandrisico als gevolg van:

- een groter aantal woningbranden door een groeiende hoeveelheid en zwaardere elektrische apparaten
- ondeskundige installatie van of omgang met 'duurzame' installaties
- een grotere vuurbelasting door de grotere hoeveelheid brandbare materialen
- snellere branduitbreiding door wijze van construeren (kieren, holle ruimtes)
- complexere bestrijdbaarheid doordat de brandhaarden moeilijker bereikbaar zijn. Denk aan afscherming door zonnepanelen of de bouwschil (spouwmuren).

2. *Een groeiend aantal (grootschalige) batterij-elektrische energieopslagsystemen.*

Thuisbatterijen en EOS'en introduceren een nieuw brandrisico: de thermal runaway.

Naar verwachting zal het aantal thuisbatterijen in de nabije toekomst sterk toenemen, en hiermee ook de kans op brand. Daar komt bij dat in de privésfeer kosten een overwegende factor zullen zijn bij aanschaf van een thuisbatterij. Hierdoor zullen

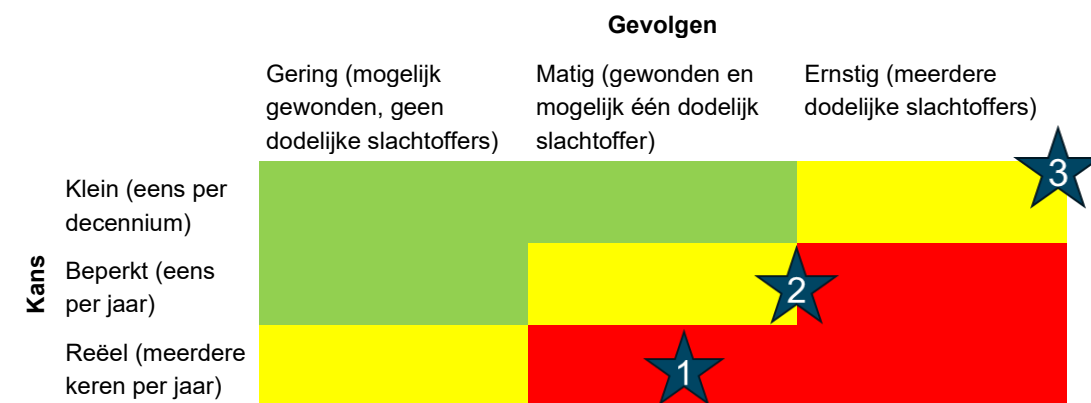
gebruikte batterijsysteem uit bijvoorbeeld elektrische auto's hun weg vinden naar particuliere woningen, met een verhoogde kans op (verborgen) gebreken en dus een verhoogde brandkans. Ook minder professioneel onderhoud en gebruik zullen de kans op brand in en door een Li-ion thuisbatterij verhogen

Grotere EOS-systemen kunnen weliswaar grotere (brand)effecten hebben, maar zullen in het algemeen op een professionelere manier geïnstalleerd en gebruikt worden, waardoor de kans op brand wat kleiner zal zijn.

3. *Toenemend transport van gevaarlijke stoffen als gevolg van de energietransitie.*

Dit leidt tot een verhoogde kans op blootstelling aan giftige stoffen. Dit betreft met name het transport van waterstof in de vorm van ammoniak, wat momenteel wordt overwogen. De laatste decennia is het overheidsbeleid erop gericht geweest transport van ammoniak zoveel mogelijk te beperken. Herinvoering (of verhoging) van transport van ammoniak zal dan ook een verhoogd risico betekenen. Of het transport bovengronds (weg, spoor) past binnen het huidige Basisnet is twijfelachtig, maar ook transport via ondergrondse buisleidingen zou tot significante risico's kunnen leiden, gezien de – weliswaar nog nader te bepalen, maar ongetwijfeld aanzienlijke – effectafstanden. Ook transport van CO₂ (via buisleidingen) zal tot verhoging van de veiligheidsrisico's voor de omgeving leiden. In beide gevallen zal het afhangen van de (technische) uitvoering en de directe omgeving waarlangs het transport plaatsvindt, hoe groot de risico's zullen zijn.

Tabel 1.8 Drie significante veiligheidsrisico's van de energietransitie



2 Bestuurlijke aspecten van de energietransitie in Nederland

Dit hoofdstuk gaat in op het bestuurlijke speelveld waarin maatregelen worden getroffen die de drie meest significante risico's van de energietransitie (zoals geïdentificeerd in Hoofdstuk 1) kunnen beheersen. Paragraaf 2.1 introduceert het theoretisch kader. In paragraaf 2.2 komt een aantal belangrijke bestuurlijke instrumenten aan bod. Wetten en regels zijn voorbeelden van instrumenten die kunnen worden ingezet, maar we beschrijven ook andere acties die kunnen worden ingezet om met risico's om te gaan. Risicocommunicatie of adviseren over nieuw te formuleren beleid zijn hier voorbeelden van. Paragraaf 2.3 tot en met paragraaf 2.5 gaan vervolgens in op de bestuurlijke mogelijkheden voor het omgaan met de drie significante risico's van de energietransitie die we eerder hebben geïdentificeerd. In paragraaf 2.6 volgt een analyse en samenvatting.

2.1 Theoretisch kader: besluitvorming op verschillende niveaus

Besluitvorming voor risicobeheersing van nieuwe energieprojecten vindt doorgaans plaats op verschillende niveaus. De nationale en regionale arena wordt bijvoorbeeld geïllustreerd in een recente publicatie van de werkgroep BOVEN, waar verschillende bestuurders reflecteren op ontwikkelingen in hun omgeving (BOVEN, 2024). In deze publicatie zien we hoe nationale wetgeving kaders stelt, waarbinnen regionale en lokale bestuurders vaak nog afwegingen kunnen maken. Zo wordt op nationaal niveau een besluit genomen over het nastreven van kernenergie, terwijl er lokaal gehoor moet worden gegeven aan zorgen van bewoners en het stellen van randvoorwaarden (BOVEN, 2024), (Ostrom, 2005). De bestuurlijke analyse die volgt is vormgegeven met behulp van het Institutional Analysis and Development (IAD) raamwerk van Elinor Ostrom (2005). Dit raamwerk kan worden gebruikt om besluitvormingsprocessen te ontleden, en belangrijke variabelen in dit proces te identificeren.⁵

In dit rapport maken we onderscheid tussen drie verschillende niveaus voor besluitvorming (Ostrom, 2005). Deze besluiten kunnen resulteren in beleid. Wij interpreteren deze niveaus in de context van dit onderzoek als:

- > Besluitvorming voor nationale instrumenten;
- > Besluitvorming voor regionale instrumenten; en
- > Besluitvorming voor lokale instrumenten.

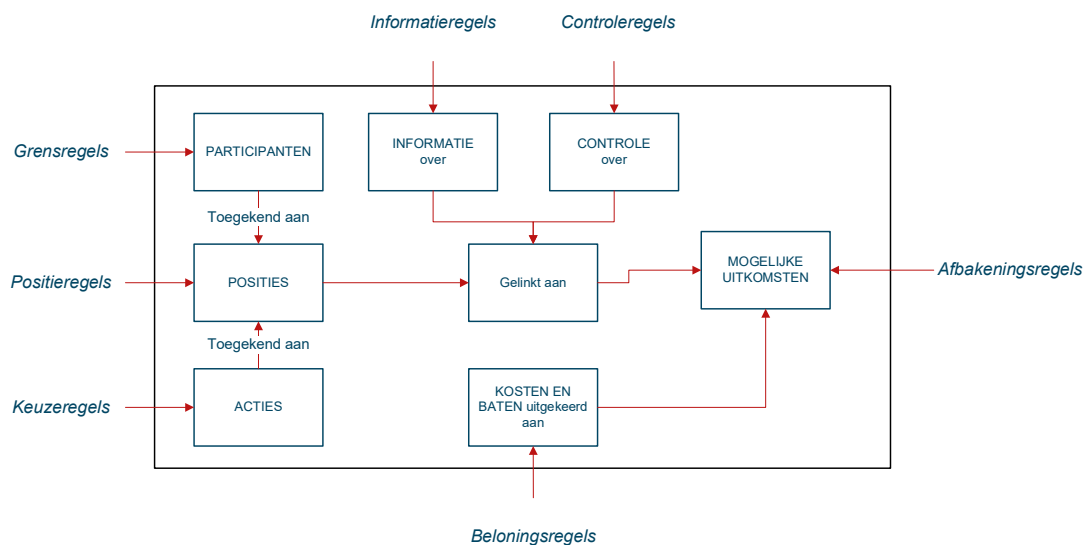
⁵ Zie bijvoorbeeld (Van Den Hurk et al., 2014) voor een toepassing van het IAD raamwerk binnen Nederland

Nationale instrumenten voor besluitvorming bestaan uit wetgeving en richtlijnen, en stellen kaders aan regionale en lokale besluitvorming en regelgeving. Nationale besluitvorming vindt plaats op nationaal Nederlands niveau, en binnen Europees vastgestelde kaders. Besluitvorming over regionale instrumenten met betrekking tot het onderwerp van dit onderzoek vindt plaats in provincies en veiligheidsregio's. Ze worden doorgaans direct beïnvloed door nationale instrumenten. Lokale instrumenten bepalen besluitvorming op lokaal niveau. Lokale besluitvorming en regelgeving vinden bijvoorbeeld plaats bij gemeentes. Daarnaast is er sprake van lokale besluitvorming bij huishoudens of projectontwikkelaars wanneer zij besluiten hoe de veiligheid van hun nieuwe energieprojecten wordt vormgegeven binnen de geldende kaders op nationaal, regionaal en lokaal niveau.

Besluitvormingsprocessen zijn vaak complex, en veel variabelen dragen bij aan een mogelijke uitkomst. Het IAD-raamwerk ontleedt het besluitvormingsproces in zeven componenten. Deze componenten zijn als volgt:

- > **Participanten:** de deelnemers aan het besluitvormingsproces (personen of rechtspersonen).
- > **Posities:** de beschikbare rollen die worden ingevuld door de participanten.
- > **Acties:** de handelingen die de participanten kunnen en mogen doen om tot een gewenste uitkomst te komen.
- > **Informatie:** de informatie die beschikbaar is voor de participanten.
- > **Controle:** de controle die de participanten hebben over het besluitvormingsproces.
- > **Uitkomsten:** de uitkomst van de acties die in gang zijn gezet door de participanten die deelnemen in het besluitvormingsproces.
- > **Kosten en baten:** de verwachte kosten en baten van deelnemende participanten bij een verwachte uitkomst.

Systematische analyse van de bovenstaande componenten leidt tot een beeld van wat besluitvormingsprocessen motiveert. Niet alleen de participanten (bijvoorbeeld burgemeesters of projectontwikkelaars) zijn relevant, maar ook informatie over de specifieke posities die zij bekleden, informatie die zij tot hun beschikking hebben of de mate van invloed die zij hebben op het besluitvormingsproces. Figuur 2.1. geeft een schematische weergave van deze componenten en de manier waarop ze met elkaar verbonden zijn.



Figuur 2.1 De componenten van een besluitvormingsproces

De zeven componenten van het besluitvormingsproces worden beïnvloed door bestaande regels. Deze regels beschrijven de huidige situatie in een besluitvormingsproces, en kunnen zowel geschreven als ongeschreven zijn. De mogelijke uitkomst van het besluitvormingsproces kan worden beïnvloed door de regels aan te passen. De relatie tussen de regels en de componenten van het besluitvormingsproces wordt duidelijk gemaakt in Figuur 2.1 (Ostrom, 2005). We maken onderscheid tussen de zeven regels; deze staan opgenomen in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Uitleg bij zeven types regels die het besluitvormingsproces beïnvloeden (McGinnis, 2011)

Regels	
Positieregels	Regels die de posities van de betrokken actoren vaststellen.
Grensregels	Regels die invloed hebben op het aantal deelnemers, hun kenmerken en hulpbronnen, of zij vrij kunnen toetreden en de voorwaarden als ze willen uittreden.
Keuzeregels	Regels die betrekking hebben op handelingen die actoren op bepaalde momenten mogen of (niet) moeten nemen.
Controleregels	Regels die invloed hebben op de mate van controle die een actor in een bepaalde positie uitoefent in het proces van actie tot uitkomst.
Afbakeningsregels	Regels die de mogelijke uitkomsten afbakenen die kunnen worden beïnvloed en die handelingen koppelen aan specifieke uitkomsten.
Informatieregels	Regels die betrekking hebben op de informatie die beschikbaar is voor actoren.
Beloningsregels	Regels die de kosten en opbrengsten beïnvloeden die toegewezen worden aan bepaalde combinaties van handelingen en resultaten. Daarnaast stellen ze de positieve en negatieve prikkels voor handelingen van actoren vast in de vorm van beloningen en sancties.

Voor dit onderzoek zijn de regels geïdentificeerd die het besluitvormingsproces beïnvloeden bij de drie geïdentificeerde significante risico's. Deze analyse is opgenomen in Bijlage 2. De relevante instrumenten die uit deze analyse naar voren komen worden behandeld in paragraaf 2.3 tot en met 2.5.

2.2 Bestuurlijke instrumenten voor risicobeheersing in Nederland

De bestuurlijke instrumenten voor risicobeheersing in Nederland zijn breed, en omvatten wetten, regels en afspraken.

- > De Omgevingswet bevat wetten en regels die vormgeven aan de fysieke leefomgeving. In de door de Omgevingswet aangestuurde besluiten⁶ staan bijvoorbeeld de regels waaraan gebouwen moeten voldoen, de activiteiten waarvoor een vergunning is vereist, of de manier waarop een gezonde leefomgeving kan worden geborgd. Verschillende

⁶ Zoals in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en Besluit activiteiten leefomgeving (Bal).

overheden kunnen binnen Europese en nationale kaders (algemene) regels voorschrijven die gelden voor iedereen binnen een bepaald gebied. Afhankelijk van de (gereguleerde) activiteit is een bepaald overheidsorgaan bevoegd gezag. Zo zijn algemene rijksregels zoals de Omgevingswet en het Bbl van toepassing op iedereen in Nederland, provinciale algemene regels zijn van toepassing op iedereen binnen een provincie, en gemeentelijke algemene regels en algemene waterschapsregels zijn van toepassing op iedereen binnen respectievelijk een bepaalde gemeente of een bepaald waterschap. Nationale en regionale regelgeving kan uiteraard doorwerken op lokaal niveau. Hieronder volgt een aantal voor de veiligheid relevante bestuurlijke instrumenten waarvan de spelregels zijn vastgelegd in de Omgevingswet.

- Een omgevingsvisie bevat de ambities en beleidsdoelen van een bestuursorgaan. Drie bestuurslagen stellen een omgevingsvisie op: het ministerie van Binnenlandse Zaken legt de nationale omgevingsvisie (NOVI) vast; de Provinciale Staten leggen de provinciale omgevingsvisie vast; en de gemeenteraad legt de gemeentelijke omgevingsvisie vast. De omgevingsvisie bevat geen beleid. De ambities en doelstellingen die in de omgevingsvisie staan beschreven vormen de kaders voor beleid. De visie bevat strategisch doelen voor de lange termijn.
 - Een programma bevat maatregelen die op nationaal of regionaal niveau (provinciaal of gemeentelijk) kunnen worden genomen voor een bepaald thema of gebied. Op gemeentelijk niveau kunnen maatregelen ten behoeve van omgevingsveiligheid worden opgenomen in een programma (van der Graaf et al., 2024). Op het moment van schrijven (augustus 2024) kennen we geen praktijkvoorbeelden van veiligheidsissues in programma's. Op gemeentelijk niveau worden programma's bijvoorbeeld wel gebruikt om maatregelen voor warmtenetten kenbaar te maken.
 - Een provincie kan via de provinciale verordening (beperkt) eisen stellen aan de inhoud van omgevingsplannen. Een provinciale verordening hangt onder andere samen met de omgevingsvisie van de desbetreffende provincie, en mag niet tegenstrijdig zijn met algemene rijksregels (die voor iedereen in Nederland gelden). Een provinciale omgevingsverordening kan bijvoorbeeld vergunningplichten bevatten over milieubelastende activiteiten (artikel 2.15 Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)).
 - Een omgevingsplan is een gemeentelijk instrument. Het bevat alle gemeentelijke regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving. De regels uit het omgevingsplan moeten invulling geven aan de (gemeentelijke) omgevingsvisie en een eventueel programma.
- > Het vervoer van gevaarlijke stoffen wordt in Nederland gereguleerd. De betreffende regels staan in de Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs). Deze wet omvat onder andere het Basisnet: de aangewezen wegen, binnenwateren en hoofdspoorwegen die van belang zijn voor het nationaal vervoer van gevaarlijke stoffen. Regionale overheden kunnen bovendien tot sturen op routing van transportroutes die niet onderdeel zijn van het Basisnet (Van Doorne N.V., 2023).
- > De wet veiligheidsregio's (Wvr) bepaalt de taken van het bestuur van een veiligheidsregio. Ze omvat bepalingen voor brandweezorg, rampenbestrijding, crisisbeheersing en geneeskundige hulpverlening.
- Onderdeel van de Wvr is het beleidsplan (artikel 14) en het regionaal risicoprofiel (artikel 15). Het beleidsplan bevat onder meer een beschrijving van de adviesfunctie van de veiligheidsregio ten opzichte van gemeenten. Het risicoprofiel bestaat uit een

overzicht van risicovolle situaties binnen de veiligheidsregio, en wordt opgesteld in samenwerking met de gemeenten die onderdeel zijn van de veiligheidsregio. Ook de risico's zoals geschetst in Hoofdstuk 1 van dit rapport kunnen terugkomen in een dergelijk risicoprofiel.

2.3 Instrumenten voor risicobeheersing van elektrificatie van processen binnenshuis

Verschillende instrumenten zijn relevant voor het beheersen van risico's die te maken hebben met de toenemende elektrificatie van processen binnenshuis. Een overzicht van deze instrumenten, die met behulp van het IAD-raamwerk zijn geïdentificeerd, staat opgenomen in Bijlage 2. Deze paragraaf licht toe welke instrumenten beschikbaar zijn op nationaal, regionaal, en lokaal niveau.

Nationale instrumenten

- > Het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en de daarin aangestuurde NEN-normen is het cruciale instrument voor het borgen van een veilige elektrificatie van processen binnenshuis. De regels die zijn opgenomen in het Bbl hebben betrekking op twee specifieke doelen. Ten eerste moeten zij het risico van branduitbreiding naar andere percelen beperken; ten tweede moeten zij slachtoffers voorkomen.
- > De elektrificatie van processen binnenshuis omvat veel verschillende technologieën. Voor sommige hiervan zijn recent nieuwe regels opgenomen in het Bbl, zoals oplaadvoorzieningen voor elektrische voertuigen bij nieuwbouw (artikel 4.199, lid 2; artikel 4.230a) en verbouw (artikel 5.21d). Regelgeving voor andere technologieën en ontwikkelingen laat nog op zich wachten. Wat betreft de gevaren die we hebben geïdentificeerd in hoofdstuk 1 verdient met name de ontwikkeling van mogelijke regelgeving voor batterijen binnenshuis aandacht. Het is niet toegestaan om op lokaal niveau extra technische eisen te stellen bovenop het Bbl.
- > Elektrische apparatuur moet bovendien voldoen aan Europese richtlijnen. Zo stelt de EU richtlijn 2014/35/EU kaders aan elektrische apparatuur.

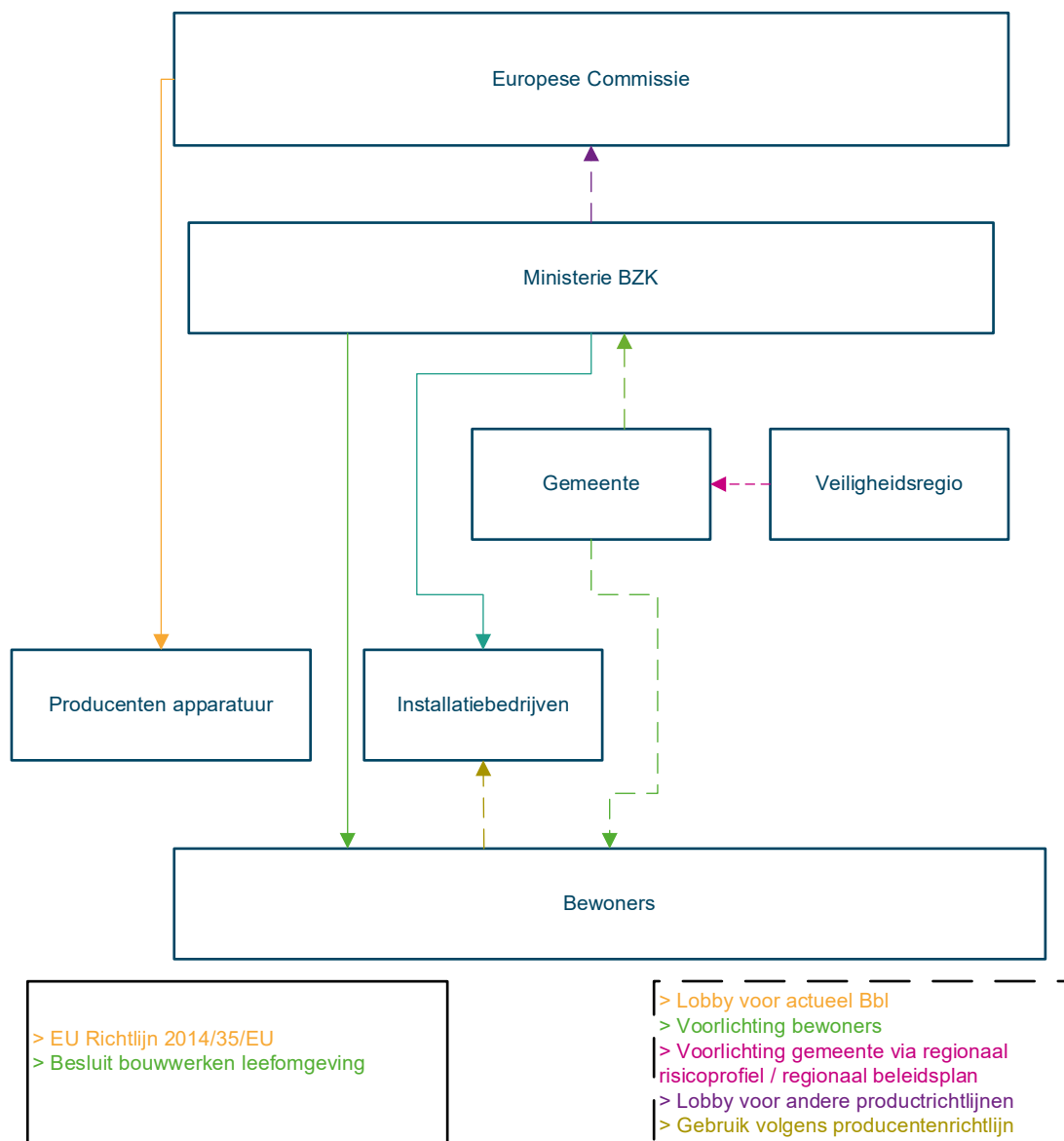
Regionale instrumenten

- > De veiligheidsregio kan de gemeente adviseren over de risico's van processen binnenshuis via het regionaal risicoprofiel (zie ook 2.2.).
- > Veiligheidsregio's kunnen gebruikmaken van informatie die helpt in hun kerntaak van het voorkomen, beperken, en bestrijden van incidenten. Zo heeft het NIPV onderzoek gedaan naar de invloed van duurzame, energiezuinige en circulaire gebouwen op brandveiligheid (van Liempd et al., 2022), en ook geschreven over thuisbatterijen (Meijer et al., 2021; van Rede & Riemersma, 2024) en incidentbestrijding voor nieuwe energiedragers (Hessels, 2022). Brandweer Nederland heeft gepubliceerd over een veilige installatie van zonnepanelen en een effectieve bestrijding van zonnepaneelbranden (Brandweer Nederland, 2020, 2022).

Lokale instrumenten

- > Gemeenten hebben geen lokale instrumenten tot hun beschikking om technische voorschriften te stellen aan processen binnenshuis. Dit is een wezenlijk verschil met bijvoorbeeld gasinstallaties. Gemeentes hebben hier namelijk een handhavende taak met betrekking tot de verplichte certificatie van monteurs die werkzaamheden verrichten aan gasinstallaties, zoals CV-ketels (artikel 6.45 Bbl). De Vereniging Bouw- & Woningtoezicht Nederland heeft een handreiking uitgebracht over wat een gemeente kan doen wanneer zij melding krijgt van gasinstallateurs over lekkages en bijna-ongevallen (Vereniging Bouw- & Woningtoezicht Nederland, 2023).
- > Gemeenten kunnen wel andere risicobeperkende activiteiten ondernemen. Zo kan de gemeente haar inwoners inlichten over de mogelijke gevaren van toenemende elektrificatie van processen binnenshuis. Hoewel de installatie van technologieën als een thuisbatterij of een warmtepomp vergunningsvrij is, kan de gemeente het Omgevingsloket inzetten om informatie te verstrekken over een veilige plaatsing van dergelijke nieuwe technologieën. Bovendien heeft Brandweer Nederland, met de samenwerkende veiligheidsregio's, de publieke campagne Veilig Huis Vinkie gestart. Dit initiatief biedt ook informatie over de veilige installatie en gebruik van elektrische apparatuur.
- > Woningeigenaren kunnen ervoor kiezen om een gecertificeerde installateur in te schakelen om hun apparatuur te installeren en te onderhouden. Anders dan bij gasinstallaties, zijn zij hier bij elektra niet toe verplicht.

Figuur 2.2 is een schematische weergave van het bestuurlijke speelveld dat in deze paragraaf is besproken. De doorgetrokken lijnen geven aan waar wetgeving van toepassing is. De stippellijnen geven aan via welke andere kanalen er invloed kan worden uitgeoefend op de risicobeheersing van elektrische installaties binnenshuis.



Figuur 2.2 Bestuurlijk speelveld veiligheid in elektrische installaties binnenshuis

2.4 Instrumenten voor risicobeheersing van een groeiend aantal grootschalige energieopslagsystemen

Verschillende instrumenten zijn relevant voor het beheersen van risico's die te maken hebben met een groeiend aantal grootschalige energieopslagsystemen. Een overzicht van deze instrumenten, die met behulp van het IAD-raamwerk zijn geïdentificeerd, staat opgenomen in Bijlage 2. Deze paragraaf licht toe welke instrumenten beschikbaar zijn op nationaal, regionaal, en lokaal niveau.

Nationale instrumenten

- > Energieopslagsystemen (EOS'en) worden naar verwachting anno 2025 vergunningplichtig via de Omgevingswet (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023). Vanaf dat moment zullen technische eisen en locatie-eisen worden opgenomen in de Omgevingswet via het Bal. Naar verwachting wordt vanuit het Bal verwezen naar

Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) 37-1. Deze PGS richtlijn beschrijft mogelijke risico's van EOS'en, als ook de maatregelen die kunnen worden getroffen om deze risico's te beperken.

Regionale instrumenten

- > De Veiligheidsregio kan de gemeente adviseren over actuele risico's via het regionaal risicoprofiel (zie ook 2.2.). De Veiligheidsregio kan hier ingaan op preferente plaatsing van EOS'en, bijvoorbeeld met het oog op rookoverlast bij eventuele incidenten en de effecten hiervan op de openbare orde.
- > De Veiligheidsregio (en gemeente) kan in haar adviesfunctie gebruikmaken van onderzoek van het NIPV waarin omgevingsplanregels worden uitgewerkt ter beperking van de maatschappelijke impact van brand (van der Graaf et al., 2021). Deze instrumenten kunnen al effectief worden ingezet voor het beperken van risico's van EOS'en voordat landelijke wetgeving geldt.

Adviesrol van Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond bij een EOS

Een incident met een EOS in een appartementencomplex kan verstrekkende gevolgen hebben. Naast brandgevaar kan het namelijk ook leiden tot (toxische) gassen en rookontwikkeling. Beide kunnen van invloed zijn op de evacuatie van een appartementencomplex en belemmeren de incidentbestrijding. In Maassluis is op advies van Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) gekozen voor een intrinsiek veilig ontwerp.

Het EOS bevindt zich boven op het dak van het appartementencomplex. Mogelijke rookontwikkeling en toxische gassen vormen op deze manier geen belemmering voor een veilige evacuatie. Naast de locatiekeuze heeft VRR ook geadviseerd over een veiligheidssysteem bij het EOS, met daarin verschillende sensoren die automatische veiligheidsmaatregelen in gang zetten wanneer de temperatuur voorbij bepaalde kritieke waardes komt. Bij een temperatuur van 70 graden °C wordt het EOS automatisch ondergedompeld in water en wordt verdere incidentverloop gestopt (Rotterdam-Rijnmond, 2023).

Lokale instrumenten

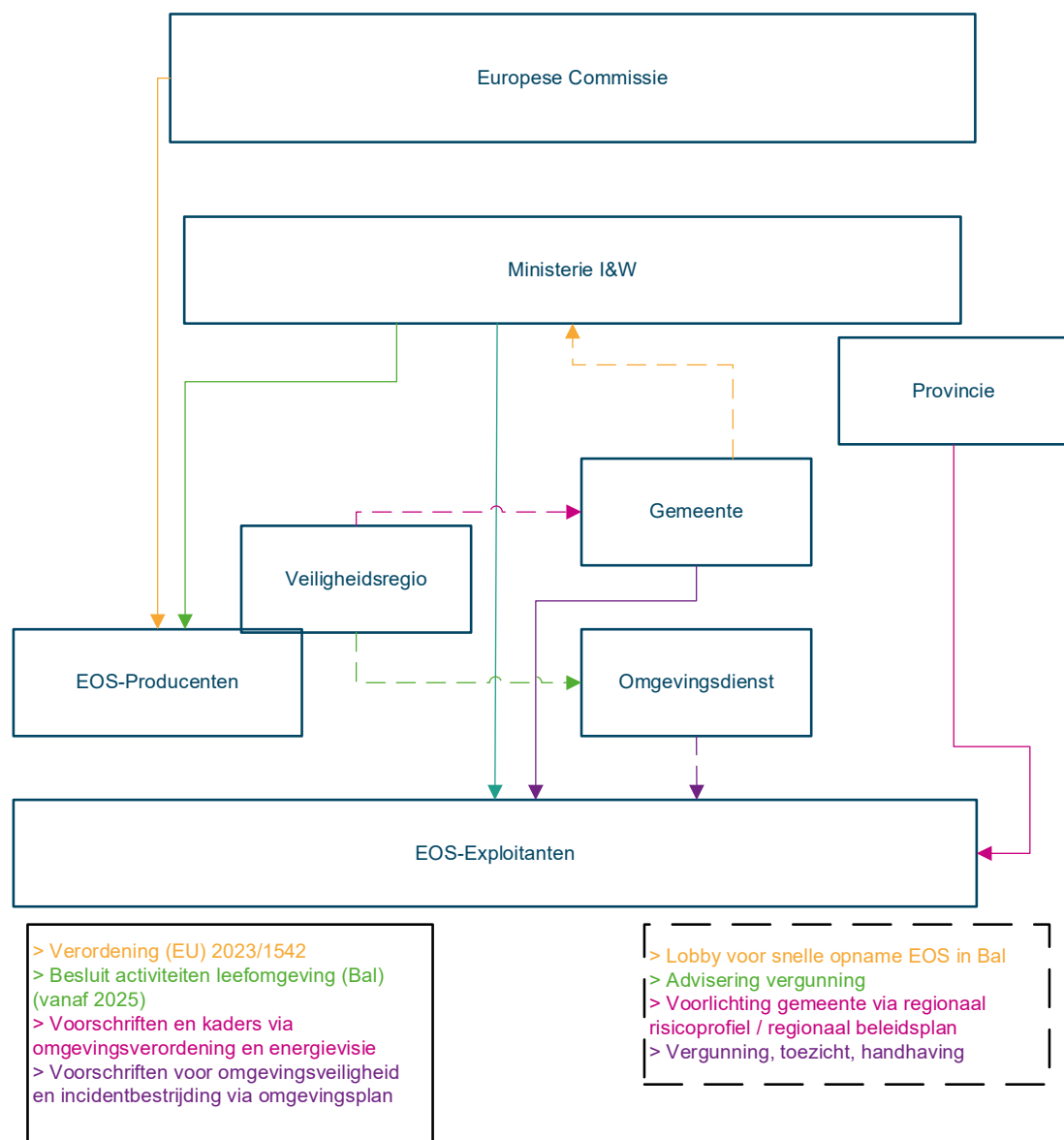
- > Lokale overheden kunnen nu al gebruikmaken van de PGS 37-1-richtlijnen. Zo kan de gemeente regels opnemen in het omgevingsplan voor de plaatsing van EOS'en.⁷ Het NIPV heeft een handreiking geschreven waar verder wordt ingegaan op het inrichten van het Omgevingsplan ten behoeve van omgevingsveiligheid (van der Graaf et al., 2024). In tegenstelling tot toekomstige nationale regelgeving, is deze handreiking vrijblijvend en moeten gemeenten hun eigen afwegingen maken in het al dan niet treffen van risicobeperkende maatregelen.
- > Het omgevingsplan kan ook worden ingezet om de maatschappelijke effecten van een EOS-incident te beperken. Een incident met een EOS kan leiden tot (toxische) rookwolken die kritieke infrastructuur langdurig kunnen verstoren, bijvoorbeeld wanneer het EOS nabij een belangrijke snelweg of een ziekenhuis is gesitueerd. De gemeente kan ervoor kiezen om in het Omgevingsplan bijvoorbeeld een limiet te stellen aan het aantal uren dat een incident tot rookoverlast mag leiden. Het is dan aan de eigenaar van

⁷ <https://iplo.nl/thema/externe-veiligheid/pgs-37-1-37-2/>.

het EOS om maatregelen te nemen die de brand en daarbij vrijkomende rook zodanig beheersen dat het binnen deze limieten blijven (van der Graaf et al., 2021).

- > De omgevingsdienst kan door het lokaal bevoegd gezag worden geïnstrueerd om specifieke aanvragen van nieuwe bouwwerken te beoordelen. Door gemeentelijk (of provinciaal) beleid kan dit van toepassing zijn op het al dan niet toelaten van nieuwe EOS'en. Omgevingsdiensten vergunnen een EOS op basis van gemeentelijke en provinciale kaders (Omgevingsplan, Omgevingsverordening) en op basis van advies van de veiligheidsregio.

Figuur 2.3 is een schematische weergave van het bestuurlijke speelveld dat in deze paragraaf is besproken. De doorgetrokken lijnen geven aan waar wetgeving van toepassing is. De stippellijnen geven aan via welke andere kanalen er invloed kan worden uitgeoefend op de risicobeheersing van grootschalige energieopslagsystemen.



Figuur 2.3 Bestuurlijk speelveld veiligheid in EOS'en

2.5 Instrumenten voor risicobeheersing van een toenemend transport van gevaarlijke stoffen

Verschillende instrumenten zijn relevant voor het beheersen van risico's die te maken hebben met het toenemend transport van gevaarlijke stoffen. Een overzicht van deze instrumenten, die met behulp van het IAD-raamwerk zijn geïdentificeerd, staat opgenomen in Bijlage 2. Deze paragraaf licht toe welke instrumenten beschikbaar zijn op nationaal, regionaal, en lokaal niveau.

Nationale instrumenten

- > Het transport van gevaarlijke stoffen wordt grotendeels gereguleerd via het Basisnet. De functie van het Basisnet is tweeledig. Enerzijds is het een instrument om transportbewegingen te reguleren, anderzijds om kaders te geven voor de ruimtelijke ordening rond transportroutes. Het reguleren van transportbewegingen gebeurt door nationale instrumenten; de ruimtelijke ordening gebeurt grotendeels door regionale en lokale instrumenten.
- > Het risicoplafond is een nationaal instrument. Het risicoplafond is een streefafstand vanaf de transportroute (weg, spoor, en vaart) waar binnen het risico van menselijk overlijden niet groter mag zijn dan een per miljoen jaar. Dit risicoplafond kan worden overschreden wanneer de kans op een incident toeneemt, bijvoorbeeld door een groeiend aantal aan transportbewegingen of een verslechterende kwaliteit van de infrastructuur. Het plafond kan ook worden overschreden wanneer het effect van een mogelijk incident toeneemt, bijvoorbeeld wanneer er stoffen worden vervoerd die een hoger brandbaar, explosief, of toxisch gehalte hebben, of wanneer meer personen zich nabij de transportroute bevinden. Het risicoplafond wordt de afgelopen jaren consequent overschreden, en niet gehandhaafd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2024).
- > Verschillende commerciële en publieke partijen hebben afspraken gemaakt rond het transport van gevaarlijke stoffen per trein. Via het zogenaamde *Warme-BLEVE-vrij samenstellen en rijden van treinen* wordt de kans op een explosie binnen een goederentrein met gevaarlijke stoffen verkleind (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Prorail, 2012).
- > Het transport van gevaarlijke stoffen is gebonden aan verschillende internationale en nationale richtlijnen. Deze richtlijnen zijn specifiek per transportmodaliteit, en kennen vaak een generieke internationale component en een specifieke nationale component. Deze richtlijnen verplichten bepaalde kwaliteitsstandaarden en zaken als verplichte opleidingen voor personeel en eisen met betrekking tot etikettering. In Nederland zijn deze richtlijnen opgenomen in de Wet Vervoer Gevaarlijke Stoffen: bijvoorbeeld het ADR voor wegtransport en het RID voor spoortransport.

Regionale instrumenten

- > Veiligheidsregio's dragen verantwoordelijkheid voor het bestrijden van incidenten met gevaarlijke stoffen. Het bestrijden van incidenten waar ammoniak bij betrokken is, is specialistische kennis die niet in dezelfde mate voorhanden is in alle veiligheidsregio's. Voorheen kon specialistische kennis voor incidentbestrijding met ammoniak worden ingeroepen vanuit drie locaties: de bedrijfsbrandweren van IJmuiden, Pernis en Geleen (Unie van Kunstmestfabrieken bv, 1984). Deze regeling is niet langer in die vorm actief.

Het nationale kennispunt voor het transport van gevaarlijke stoffen (waaronder ook ammoniak) huist nu in Geleen.⁸ Het is niet duidelijk in hoeverre hulpdiensten (zowel publiek als privaat) geëquipeerd zijn voor de voorziene toename van het transport van gevaarlijke goederen.

- > Veiligheidsregio's kunnen gebruikmaken van eerder gedaan onderzoek van het NIPV. Zo worden in het Scenarioboek ongevallenscenario's omschreven voor ammoniaktransport over de weg en over het spoor (NIPV, 2023a, 2023b). In een studie naar de bestaande wet- en regelgeving wordt de institutionele inbedding van veiligheid in bestaande ammoniakketens beschreven (Riemersma, 2024). Tot slot heeft het NIPV in samenwerking met de veiligheidsregio's zeven veiligheidsprincipes geformuleerd die bestuurders kunnen helpen met het maken van beslissingen rondom ammoniaktransport (Rosmuller et al., 2024).

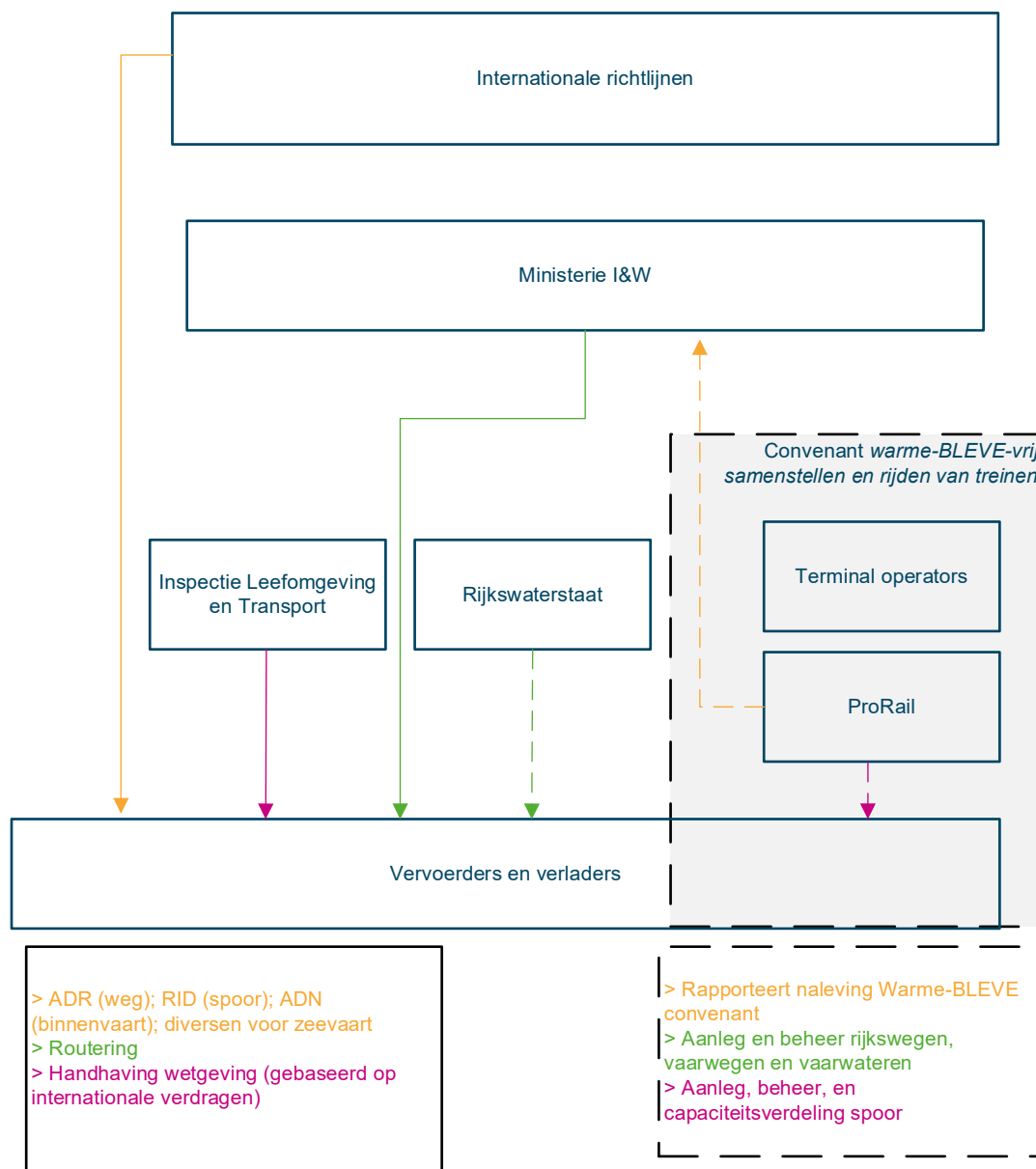
Lokale instrumenten

- > Gemeenten zijn verantwoordelijk voor het vergunnen van gebouwen en locaties rondom het Basisnet⁹. Dit mogen zij vrij doen buiten zogenaamde aandachtsgebieden. Deze aandachtsgebieden (30 meter voor brand, 200 meter voor explosies en 300 meter voor toxische wolken) geven vaste afstanden waarbinnen de realisatie van gebouwen en locaties wordt belemmerd. Gemeenten mogen hier enkel gebouwen en locaties toestaan, wanneer zij kunnen aantonen dat zij voldoende maatregelen hebben genomen om deze gebouwen en locaties te beschermen. Deze maatregelen worden opgenomen in het Omgevingsplan.

Figuur 2.4 is een schematische weergave van het bestuurlijke speelveld dat in deze paragraaf is besproken. De doorgetrokken lijnen geven aan waar wetgeving van toepassing is. De stippellijnen geven aan via welke andere kanalen er invloed kan worden uitgeoefend op de risicobeheersing van een toenemend transport van gevaarlijke stoffen.

⁸ [VGS-Alert - VNCI Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie.](#)

⁹ Er is veel vraag naar woningbouw rondom spoorknooppunten (VNG, 2022)



Figuur 2.4. Bestuurlijk speelveld transport gevaarlijke stoffen

2.6 Analyse en samenvatting

Uit onze analyse blijkt dat regionaal bestuur tot op zekere hoogte risicobeperkende maatregelen kan treffen voor nieuwe risico's van de energietransitie. Er bestaat echter een groot verschil aan mogelijke maatregelen per geïdentificeerd risico. De meest belangrijke wet- en regelgeving die invloed hebben op drie significante veiligheidsrisico's van de energietransitie worden samengevat in Tabel 2.5. In deze tabel staan de drie geïdentificeerde significante risico's in de linker kolom, en wordt voor elk van deze risico's de van toepassing zijnde regelgeving geduid op nationaal, regionaal, en lokaal niveau. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat relevante wet- en regelgeving voor de veiligheid van elektra-installaties binnenshuis hoofdzakelijk op nationaal niveau wordt geformuleerd, en dat lokale wet- en regelgeving juist van groot belang is bij de veiligheid van grootschalige EOS'en.

- > Regionaal en lokaal bestuur heeft beperkte mogelijkheden om de risico's van de toenemende elektrificatie binnenshuis te beperken. Bouwregelgeving is het meest effectieve instrument om de veiligheid binnenshuis te vergroten, en is een nationaal instrument. Regionale bestuursorganen en veiligheidsregio's kunnen inzetten op voorlichting bij bewoners. Deze voorlichting kan bestaan uit het creëren van bewustzijn over de gevaren van foutief geïnstalleerde applicaties, en de meerwaarde van het inhuren van gecertificeerd personeel. Een landelijk verplichte certificatie voor personeel dat zich bezighoudt met elektra-installaties zou, analoog aan de verplichte certificatie voor personeel dat gasinstallaties uitvoert, risicobeperkend kunnen werken.
- > Regionaal en lokaal bestuur heeft ruime mogelijkheden om de risico's van een groeiend aantal grootschalige EOS'en te beperken. In afwachting van aanstaande nationale regelgeving op dit vlak, staat het gemeenten nu al vrij om nieuw te bouwen EOS'en vergunningplichtig te stellen en te laten voldoen aan de richtlijnen uit PGS-37. Bovendien kan de gemeente actief sturen op gunstige locaties van EOS'en om de overlast van mogelijke incidenten te verkleinen. Zo kunnen extra eisen met betrekking tot toegestane overlast bij incidenten worden gesteld aan EOS'en naast kritieke infrastructuur zoals ziekenhuizen of rijkswegen.
- > Regionaal en lokaal bestuur heeft beperkte mogelijkheden om de risico's van toenemend transport van gevaarlijke stoffen te beperken. Enerzijds staat het gemeenten vrij om geen activiteiten te ontplooiën nabij belangrijke transportroutes, hetgeen risicobeperkend werkt. Anderzijds heeft zij geen actieve sturingsmogelijkheid om het aantal transportbewegingen te beperken of inspraak in de toegestane gevaarlijke stoffen. Daarnaast blijkt uit onze analyse uit hoofdstuk 1 dat er een significant risico bestaat op slachtoffers tot verder dan 1 kilometer bij een incident met het transport van giftige gassen, terwijl huidige nationale en regionale instrumenten slechts voorzien in het treffen van maatregelen tot 300 meter van de transportas.

Tabel 2.5 Samenvatting van risicobeperkende wet- en regelgeving voor de drie significante veiligheidsrisico's

	Nationaal	Regionaal	Lokaal
Elektrificatie van processen binnenshuis / verduurzaming	<i>Regelgeving elektrische apparaten in Omgevingswet</i>		
Grootschalig EOS-ontwikkelingen			<i>Regelgeving omgevingsveiligheid via Omgevingsplan</i>
Nieuwe energietransport stromen	<i>Regelgeving veilig transport via Basisnet</i>		<i>Regelgeving omgevingsveiligheid via Omgevingsplan en Routing VGS</i>

3 Internationale verkenning

In dit hoofdstuk verkennen we de manier waarop men in het buitenland omgaat met de drie significante veiligheidsrisico's die door ons zijn geïdentificeerd in Hoofdstuk 1. Voor elk van de drie risico's verkennen we verschillen en overeenkomsten tussen één land en de Nederlandse situatie. Ten eerste kijken we naar de manier waarop de veiligheid in elektrische installaties is geborgd in Duitsland. In Duitsland gelden dezelfde Europese kaders als in Nederland, en bovendien zijn thuisbatterijen al meer gemeengoed (Bundesverband Solarwirtschaft e. V., 2024). Ten tweede kijken we naar de manier waarop de veiligheid rondom grote energieopslagsystemen is geborgd in de Verenigde Staten. In de Verenigde Staten worden grootschalige EOS'en in snel tempo gerealiseerd (EIA, 2024). Tot slot kijken we naar de manier waarop veiligheid rondom het transport van gevaarlijke stoffen is geborgd in België. België opereert binnen dezelfde Europese kaders als Nederland, en heeft bovendien een vergelijkbare geografische positie met een grote importhaven.

3.1 Elektrische installaties in Duitsland

3.1.1 Wettelijke kaders

Brandweer

- > Brandbescherming wordt in Duitsland geregeld per deelstaat. Elke deelstaat heeft een eigen Brandbeschermingswet ('Feuerwehrgesetz' of 'Brandschutzgesetz'). Hierin is de organisatie van de brandweer geregeld.
- > Elke deelstaat kent zijn eigen bouwvoorschriften (Landesbauordnung). Wel is er landelijk geregeld dat rookmelders in elke moeten worden geplaatst, maar vanaf wanneer dit verplicht is en in welke kamers rookmelders moeten worden geplaatst, verschilt per deelstaat.

Installaties en meterkast

- > De DIN-VDE-standaard is het belangrijkste instrument om veiligheid te borgen in elektrische installaties in Duitsland is. Deze nationale standaard is toepasbaar op elektrische installaties en woonhuizen, publieke gebouwen, industrie en bedrijven.
- > Bepaalde typen gebouwen moeten periodiek worden getoetst aan de DIN-VDE-standaard. De precieze vereisten kunnen variëren per deelstaat, en zijn met name van toepassing op gebouwen die professioneel worden beheerd (ziekenhuizen, kantoorgebouwen, industriële gebouwen). Toch kunnen verplichtingen ook gelden voor woonhuizen, bijvoorbeeld wanneer ze worden verhuurd.
- > Wat betreft woonhuizen ziet de DIN-VDE-standaard toe op de kwaliteit van installaties wanneer deze door gecertificeerde bedrijven worden geïnstalleerd. Zo kent de DIN-VDE richtlijnen voor de installatie van zonnepanelen (DIN VDE 0100-712), (elektrische) vloerverwarming (DIN VDE 0100-753) en thuisbatterijen (DIN EN 50272-1).
- > Netbeheerders zijn (net als in Nederland) verantwoordelijk voor de stroomvoorziening tot de meterkast.

- > Net als in Nederland, zijn in Duitsland ook huiseigenaren verantwoordelijk voor meterkastveiligheid. Huiseigenaren moeten gecertificeerde elektriciens inhuren, die reparaties en onderhoud moeten uitvoeren aan de hand van de DIN-VDE standaard.
- > De zogenaamde 'Messstellenbetreiber' is verantwoordelijk voor de installatie en het onderhoud van de meterkast in Duitsland. In de basis ligt deze verantwoordelijkheid bij de netbeheerder, maar die kan deze rol ook uitbesteden aan een marktpartij. De rol van de Messstellenbetreiber is vastgelegd in de nationale wet Messstellenbetriebsgesetz (MsbG). In alle gevallen is de verantwoordelijke partij gebonden aan de DIN-VDE-standaard.

Energietransitie-technologieën

- > In het Marktstammdatenregister (MaStR) van het Federale Netwerkagentschap (Bundesnetzagentur) worden alle systemen die stroom opwekken en opslaan geregistreerd. Daar horen grote windparken bij, maar ook PV-systemen op woonhuizen en thuisbatterijen. De verschillende deelnemers op de energiemarkt schrijven zich in het register van marktbasisgegevens in. Dit is het centrale register voor basisgegevens van installaties in de elektriciteits- en gasector.
- > Duitsland kent een veiligheidsrichtlijn voor thuisbatterijen die is opgesteld door een aantal publieke en private organisaties. Deze richtlijn beschrijft mogelijke risico's, en stelt beheersmaatregelen voor die gericht zijn op specifieke oorzaken (Bundesverband Energiespeicher, 2014).

3.1.2 Analyse

De regelgeving omtrent veiligheid van elektrische installaties in Duitsland is in grote lijnen vergelijkbaar met de situatie in Nederland. Waar de regelgeving in Nederland hoofdzakelijk via de Omgevingswet nationaal wordt geregeld, gebeurt dit in Duitsland op federaal niveau via bijvoorbeeld de DIN-VDE standaard en de MsbG-wetgeving.

De federale wetgeving in Duitsland omvat vooralsnog meer richtlijnen voor de installatie van elektrische installaties dan de nationale wetgeving in Nederland. Het meest noemenswaardige verschil met een oog op de in Hoofdstuk 1 van dit rapport geïdentificeerde gevaren, zijn de veiligheidsrichtlijnen die beschikbaar zijn voor thuisbatterijen. Bovendien bestaan er in Duitsland regionale verschillen in bouwregelgeving, en hebben de deelstaten zeggenschap over de invulling hiervan.

Duitsland kent een centraal beheerd de gegevens van systemen die stroom opwekken en opslaan. Een vergelijkbaar systeem in Nederland zou ter informatie kunnen dienen voor de brandweer, bijvoorbeeld om vast te kunnen stellen wat voor elektrische installaties aanwezig zijn bij een woningbrand.

3.2 Grootschalige batterijopslag in de Verenigde Staten

In de Verenigde Staten borgt een aantal standaarden de veiligheid rondom grootschalige energieopslagsystemen. Deze standaarden gaan onder andere over productveiligheid, locatiebepaling en incidentbestrijding. Een recent gepubliceerd artikel duidt onder meer welke standaarden er bestaan, en hoe deze worden toegepast in het Amerikaanse equivalent van het Omgevingsplan: de zogeheten *zoning plans* (Ross & Vadali, 2024). Dit artikel stelt dat lokale overheden reeds opgedane ervaring met andere vormen van

energieopslag kunnen aanwenden bij het reguleren van EOS'en. Deze ervaring bestaat bijvoorbeeld uit veiligheidsafstanden, benodigd veiligheidsmaterieel, en training van de brandweer.

3.2.1 Wettelijke kaders en hulpbronnen voor incidentbestrijders

- > Standaard 855 van de National Fire Prevention Association (NFPA) geeft de minimale veiligheidseisen waaraan een EOS van meer dan 600 kWh¹⁰ moet voldoen:
 - Een gevarenanalyse moet zijn uitgevoerd
 - Het ontwerp moet brandvertragend zijn
 - Brand- en explosietesten moeten zijn uitgevoerd volgens standaard UL 9540A (hieronder uitgelegd)
 - Incidentscenario's moeten ontwikkeld zijn
 - Het onderhoudspersoneel moet een jaarlijkse training krijgen.
- > UL 9540A Test Method verstrekt procedures voor het testen van brandgevaaren die verband houden met thermal runaways in EOS'en.
- > UL 9540 Energy Storage Systems and Equipment verstrekt veiligheidsstandaarden voor EOS'en.
- > De 2021 NFPA 1 Fire Code geeft generieke richtlijnen voor het beschermen van incidentbestrijders tegen effecten van brand, explosies en toxische stoffen.
- > American Clean Power heeft een richtlijn voor incidentbestrijders die gericht is op het bestrijden van incidenten met EOS'en (American Clean Power, 2023).

3.2.2 Analyse

De organisatie van de veiligheid van (grootschalige) EOS'en in de Verenigde Staten verschilt op een aantal punten significant van die in Nederland. Vergelijkingen met betrekking tot de ruimtelijke inpassing van EOS'en moeten worden gezien in de context van de verschillende geografische eigenschappen van de beide landen. In Nederland moeten EOS'en ingepast worden in een dichtbevolkt gebied, en ligt plaatsing nabij de gebouwde omgeving en kritieke infrastructuur meer voor de hand dan in de Verenigde Staten, waar ruimte minder schaars is. Vergelijkingen met betrekking tot installatievereisten en productveiligheid gaan ook slechts ten dele op, gezien het feit dat Nederlandse wetgeving veelal gestoeld is op Europese kaders.

Desalniettemin kunnen beleidsmakers en incidentbestrijders hun voordeel doen met de beschikbare documentatie over veiligheid van EOS'en in de Verenigde Staten. Beleidsmakers op nationaal, regionaal en lokaal niveau kunnen hun voordeel doen met de genoemde informatie over het (veilig) vergunnen van EOS'en. Veiligheidsregio's kunnen de genoemde informatie over incidentbestrijding aanwenden om beter te kunnen adviseren over risicobeperkende maatregelen als ook voor te bereiden op mogelijke incidenten.

3.3 Transport van gevaarlijke stoffen in België

3.3.1 Wettelijke kaders

- > Het vervoer van gevaarlijke goederen over de weg wordt in België, net als in Nederland, gereguleerd via het ADR. Het ADR (L'accord relatif au transport international de marchandises dangereuses par route) is een Europese richtlijn die van toepassing is in alle lidstaten van de Europese Unie. Deze richtlijn wordt op nationaal of regionaal niveau

¹⁰ 600 kWh staat gelijk aan de capaciteit van circa 10 volledig elektrische auto's.

- omgezet in regelgeving. In België zijn de verschillende gewesten (het Vlaamse Gewest, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Waalse Gewest) bevoegd gezag voor transport over de weg, alsook voor het opleiden en certificeren van veiligheidsadviseurs.
- > Het vervoer van gevaarlijke goederen over het spoor wordt in België, net als in Nederland, gereguleerd via het RID. Het RID (Règlement relatif au transport international ferroviaire de marchandises dangereuses) is een Europese richtlijn die van toepassing is in alle lidstaten van de Europese Unie. Deze richtlijn wordt op nationaal of regionaal niveau omgezet in regelgeving. In België is de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer bevoegd gezag voor transport per rail. De gewesten zijn bevoegd gezag voor het opleiden en certificeren van veiligheidsadviseurs.
 - > Het vervoer van gevaarlijke goederen per binnenvaart wordt in België, net als in Nederland, gereguleerd via het ADN. Het ADN (L'accord Européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures) is een Europese richtlijn die van toepassing is in alle lidstaten van de Europese Unie. Deze richtlijn wordt op nationaal of regionaal niveau omgezet in regelgeving. In België zijn de verschillende gewesten (het Vlaamse Gewest, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Waalse Gewest) bevoegd gezag voor transport over de weg, alsook voor het opleiden en certificeren van veiligheidsadviseurs.
 - > In België gelden ook veiligheidsafstanden langs transportroutes. We gaan hier in op de geldende voorschriften rondom het spoor. Het is verboden om gebouwen op te trekken binnen een afstand van 5 meter langs een recht stuk spoor (gerekend van de buitenste spoorstaaf). Er mag enkel van deze afstand worden afgeweken na schriftelijke toestemming van de infrastructuurbeheerder en met gegronde motivering van de exploitatieveiligheid. In bochten geldt een afstand van 10 meter.

3.3.2 Analyse

De manier waarop veiligheid van het transport van gevaarlijke stoffen België wordt geborgd wijkt deels af van de manier waarop dit in Nederland gebeurt. De veiligheidseisen die worden gesteld aan transport, hier geïllustreerd door richtlijnen voor transport over de weg en over het spoor, zijn vergelijkbaar in beide landen. Beide vinden ze hun oorsprong in Europese richtlijnen. Verschillen bestaan op het gebied van ruimtelijke ordening. België kent geen Basisnetregeling met bijbehorende aandachtsgebieden en of voorschriftengebieden. De gehanteerde veiligheidsafstanden zijn in België ook beduidend kleiner dan die in Nederland.

4 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden eerst de drie onderzoeksvragen beantwoord. Daarna volgen aanbevelingen voor lokale en regionale bestuurders.

4.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen

Waar zijn de veiligheidsrisico's van de energietransitie het grootst?

Op basis van een literatuurstudie zijn verschillende veiligheidsrisico's in de gebouwde en de industriële omgeving geïllustreerd. Voor elk risico zijn de kans op optreden (klein, beperkt, reëel) en de mogelijke gevolgen (klein, matig, ernstig) geduid. De combinatie van kans en effect is geresulteerd in het risico (klein, matig, significant). Uit onze analyse volgen drie significante risico's:

1. Een toenemende elektrificatie van processen in woningen in samenhang met het toepassen van meer 'duurzame' materialen in de woonomgeving.
2. Een groeiend aantal (grootschalige) batterij-elektrische energieopslagsystemen.
3. Toenemend transport van gevaarlijke stoffen als gevolg van de energietransitie.

Welke partijen spelen een rol in de energietransitie in Nederland en welke middelen hebben zij tot hun beschikking met de grootste geïdentificeerde risico's om te kunnen gaan?

Uit onze analyse blijkt dat regionale en lokale bestuurders slechts beperkte mogelijkheden hebben om de risico's van de toenemende elektrificatie binnenshuis te beperken. Bouwregelgeving is het meest effectieve instrument om de veiligheid binnenshuis te vergroten, en is een nationaal instrument. Gemeenten en veiligheidsregio's kunnen inzetten op voorlichting bij bewoners.

Regionale en lokale bestuurders hebben ruime mogelijkheden om de risico's van een groeiend aantal grootschalige EOS'en te beperken. In afwachting van aanstaande nationale regelgeving op dit vlak, staat het gemeenten nu al vrij om nieuw te bouwen EOS'en vergunningplichtig te stellen en te laten voldoen aan PGS-37. Bovendien kan de gemeente actief sturen op preferente locaties van EOS'en om de overlast van mogelijke incidenten te verkleinen. Veiligheidsregio's kunnen hun adviesrol gebruiken om de gemeente te adviseren.

Regionale en lokale bestuurders hebben beperkte mogelijkheden om de risico's van toenemend transport van gevaarlijke stoffen te beperken. Het staat gemeenten weliswaar vrij om geen (bouw)activiteiten te ontplooiën nabij belangrijke transportroutes, maar dit staat vaak haaks op een grote woningbouwopgave nabij deze zelfde routes. Gemeenten en veiligheidsregio's hebben geen actieve sturingsmogelijkheid om het aantal

transportbewegingen te beperken of inspraak in de manier waarop gevaarlijke stoffen worden vervoerd.

Wat kunnen we leren van de manier waarop landen die vergelijkbaar zijn met Nederland omgaan met grote veiligheidsrisico's van de energietransitie?

De beheersing van risico's rondom toenemende elektrificatie binnenshuis wordt in Duitsland grotendeels vergelijkbaar geregeld als in Nederland. In tegenstelling tot in Nederland worden er in Duitsland echter meer bevoegdheden decentraal neergelegd. Deelstaten hebben bevoegdheden met betrekking tot het implementeren van nationale bouwregelgeving. Verder bestaat er in Duitsland meer regelgeving met betrekking tot thuisbatterijen. Zo bestaat er een nationaal gecoördineerde databank waarin thuisbatterijen geregistreerd dienen te worden.

De beheersing van risico's rondom energieopslagsystemen in de Verenigde Staten kent overeenkomsten en verschillen met de situatie in Nederland. Wat betreft risicobeheersing is er in de Verenigde Staten voorsnog meer informatie beschikbaar over incidentbestrijding en de ruimtelijk inpassing van EOS'en. Nederlandse Veiligheidsregio's kunnen hun voordeel doen met de beschikbare informatie over incidentbestrijding; informatie over de ruimtelijk inpassing is vaak onderhevig aan federale en regionale regelgeving en minder relevant voor de Nederlandse casus.

België heeft minder maatregelen dan Nederland voor de beheersing van risico's rondom het transport van gevaarlijke stoffen. Het transport van gevaarlijke stoffen over (bijvoorbeeld) spoor en weg in beide landen is gestoeld op dezelfde Europese kaders. Hier zijn dus weinig noemenswaardige verschillen. In tegenstelling tot Nederland echter, kent België minder stringente voorschriften met betrekking tot het bouwen rondom routes waar frequent transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

4.2 Adviezen

In dit rapport staat beschreven welke instrumenten beschikbaar zijn om met (nieuwe) risico's van de energietransitie om te gaan. Voor sommige risico's is behoefte aan nieuwe instrumenten, en voor andere risico's kunnen bestaande instrumenten beter worden toegepast. Hieronder adviseren we welke stappen verschillende bestuursorganen kunnen nemen om beter voorbereid te zijn op de nieuwe risico's van de energietransitie.

Veiligheidsberaad

- > Het veiligheidsberaad kan de inzichten van dit rapport onder de aandacht brengen bij de relevante regionale en lokale besturen. Zij kunnen op regionaal en lokaal niveau onder andere werken aan kaders voor de veilige plaatsing van grootschalige energieopslagsystemen.
- > Het veiligheidsberaad kan bij de relevante bestuursorganen aansturen op het definiëren en implementeren van nationale instrumenten die nieuwe risico's van de energietransitie verminderen. Het kan onder andere aansturen op snelle regelgeving voor thuisbatterijen en een regeling voor het transport van gevaarlijke stoffen die rekening houdt met de effecten en beheersbaarheid van incidenten met energiedragers als ammoniak.

Landelijk

- > Het ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) kan aansturen op snelle regelgeving voor de veiligheid van thuisbatterijen.
- > Het ministerie van VRO kan aansturen op certificatie voor installatiepersoneel van elektrische installaties, analoog aan de Gasketelwet voor gasinstallaties.
- > Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) kan aansturen op regelgeving voor het transport van gevaarlijke stoffen waarbij aandacht wordt besteed aan zowel de effecten van incidenten met energiedragers zoals ammoniak, als aan de beheersbaarheid van deze incidenten.

Provinciaal

- > Provincie kunnen via een provinciale verordening (beperkt) eisen stellen aan de inhoud van omgevingsplannen die op lokaal niveau worden afgegeven. Dit is met name van belang bij grootschalige energieopslagsystemen.

Veiligheidsregio

- > Veiligheidsregio's kunnen via het regionaal risicoprofiel gemeenten adviseren over de risico's van grote energieopslagsystemen.
- > Veiligheidsregio's kunnen (onverminderd) aandacht geven aan de gevaren van de toenemende elektrificatie van processen in woningen.
- > Veiligheidsregio's kunnen duidelijkheid krijgen over de beheersbaarheid van incidenten met gevaarlijke stoffen waarvan veel transport voorzien wordt, zoals ammoniak. Deze informatie kan meegewogen worden in besluitvorming over het toekomstige Basisnet.

Gemeenten

- > Gemeenten kunnen risico mitigerende maatregelen treffen voor (grootschalige) EOS'en via bijvoorbeeld het Omgevingsplan.

Literatuur

- American Clean Power. (2023). *First Responders Guide to Lithium-Ion Battery Energy Storage System Incidents* (Issue July).
- BOVEN. (2024). *Bestuurders aan het woord over veiligheidsrisico's in de energietransitie: Een reflectiedocument voor lokaal bestuurders*.
- Brandweer Nederland. (2020). *Handreiking risicobeheersing: advies veilige pv-systemen*.
- Brandweer Nederland. (2022). *Handreiking incidentbestrijding zonnepanelen*.
- Bundesverband Energiespeicher. (2014). *Sicherheitsleitfaden Li-Ionen-Hausspeicher*.
- Bundesverband Solarwirtschaft e. V. (2024). *Speicherkapazität von Solarbatterien 2023 verdoppelt*. <https://www.solarwirtschaft.de/2024/01/17/speicherkapazitaet-von-solarbatterien-2023-verdoppelt/>
- Duyvis, M. G., Leene, M. L., & Spoelstra, M. B. (2022). *De doorwerking van de energietransitie op omgevingsveiligheid*. <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/05/20220429-NIPV-De-doorwerking-van-de-energietransitie-op-omgevingsveiligheid.pdf>
- EIA. (2024). *U.S. battery storage capacity expected to nearly double in 2024*. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=61202>
- Hessels, T. (2022). *Zakboek Energietransitie voor incidentbestrijders*.
- Meijer, M., Lepelar, S., & Hessels, T. (2021). *Veiligheidsprincipes kleinschalige EOS'en (<20 kWh)*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Prorail. (2012). *Convenant warme-BLEVE-vrij samenstellen en rijden van treinen*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). *Voortgang strategische aanpak batterijen 2023*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2024). *Basisnet en Robuust Basisnet gevaarlijke stoffen*.
- NIPV. (2018). Kooldioxide buisleiding - giftige wolk. *Scenarioboek*.
- NIPV. (2023a). *Ketelwagen Ammoniak – Giftige Wolk*. Scenarioboek. <https://scenarioboeken.nipv.nl/ketelwagen-ammoniak-giftige-wolk/>
- NIPV. (2023b). *Tankwagen Ammoniak – giftige wolk*. Scenarioboek. <https://scenarioboeken.nipv.nl/tankwagen-ammoniak-giftige-wolk/>
- Ostrom, E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1007/s11127-007-9157-x>
- Riemersma, B. (2024). *Institutionele inbedding van veiligheid in ammoniakketens*.
- Rijksoverheid. (2019). Klimaatakkoord. In *Klimaatakkoord*. <https://www.klimaatakkoord.nl/binaries/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord/klimaatakkoord.pdf>
- Rijksoverheid. (2024). *Programma Energiehoofdstructuur*.
- Rosmuller, N., Spoelstra, M., & Riemersma, B. (2024). *De zeven veiligheidsprincipes van groot-schalig transport van ammoniak en andere waterstof - dragers*.
- Ross, B., & Vadali, M. (2024). Zoning Practice. *American Planning Association*, 41(3), 1–14.
- Rotterdam-Rijnmond, V. (2023). *Succesvolle samenwerking bij zonnepanelen en een energieopslagsysteem*. <https://vr-rr.nl/@59188/succesvolle-samenwerking-zonnepanelen/>
- Unie van Kunstmestfabrieken bv. (1984). *Handboek externe hulpverlening bij NH3 ongevallen*.
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. <https://doi.org/10.4324/9789276082569-2>
- Van Den Hurk, M., Mastenbroek, E., & Meijerink, S. (2014). Water safety and spatial development: An institutional comparison between the United Kingdom and the Netherlands. *Land Use Policy*, 36, 416–426. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.09.017>
- van der Graaf, J., de Jonge, M., van der Velde, J., & Vos, J. (2024). *Handreiking*

- Omgevingsveiligheid in het omgevingsplan.*
- van der Graaf, P. J., de Witte, H. L., van Egmond, H. C. M., & Huijzer, J. C. (2021). *Omgevingsplanregels ter beperking van de maatschappelijke impact van brand.*
- Van Doorne N.V. (2023). *Juridische mogelijkheden voor routing van gevaarlijke stoffen per spoor.*
- van Liempd, R., Ebus, J., Reinders, J., & van der Graaf, J. (2022). *De invloed van duurzaam, energie-zuinig en circulair bouwen op de brandveiligheid van gebouwen.*
- van Rede, P., & Riemersma, B. (2024). *Thuisbatterijen en brandveiligheid.*
- Veiligheidsberaad. (2024). *Veilige Energietransitie.* <https://www.veiligheidsberaad.nl/thema-klimaatveiligheid/>
- Vereniging Bouw- & Woningtoezicht Nederland. (2023). *Handreiking meldingen koolmonoxide door installateurs aan gemeenten.*
- VNG. (2022). VNG IPO inbreng CD spoor 15-12: rijksverantwoordelijkheid veiligheid moet blijven. *Inbreng Commissiedebat Spoor, december.*
- Zhai, V. P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>

Bijlage 1: Termen en afkortingen

In onderstaande Tabel B1.1 worden de gebruikte afkortingen en begrippen in dit document toegelicht.

Tabel B1.1 overzicht van de gebruikte afkortingen en begrippen

Term / afkorting	Betekenis en toelichting
Biogas	Gas dat wordt gevormd bij de vergisting van organisch materiaal zoals mest of groen afval in een vergistingstank. Het bevat voor het grootste deel methaan, maar ook veel koolzuurgas en vaak ook zwavelwaterstof. Biogas kan worden opgewerkt tot groen gas. Het krijgt dan dezelfde samenstelling als aardgas en kan dan worden toegevoegd aan het aardgasnet.
BLEVE	BLEVE staat voor 'Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion'. Een BLEVE is een explosie van een vat dat gevuld is met een vloeistof onder druk. De vloeistof in het vat heeft een temperatuur die hoger is dan het kookpunt. De druk in het vat voorkomt dat de vloeistof gaat koken en gasvormig wordt. Het gaat dus om een gas dat vloeibaar is gemaakt door de druk te verhogen: een 'tot vloeistof verdicht gas'. Een bekend voorbeeld van een tot vloeistof verdicht gas is LPG.
BMS	Battery Management System. Een BMS vormt onderdeel van een Li-ion batterij-pakket. Het BMS zorgt ervoor dat de batterij optimaal en veilig functioneert door zaken als temperatuur, stroom, spanning en dergelijke in de batterij te monitoren en de processen die van de batterij gebruikmaken aan te sturen (zie ook Thermal runaway).
Brandstofcel	Vaak ook aangeduid met de Engelse term 'fuel cell'. Apparaat waarmee uit waterstof en zuurstof water wordt gemaakt waarbij elektrische energie vrijkomt. Deze techniek wordt vooral toegepast in door waterstof aangedreven voertuigen.
CNG	Compressed Natural Gas. Dit is aardgas onder verhoogde druk. CNG wordt in cilindervormig druktanks opgeslagen en getransporteerd. De drukken zijn vaak rond de 200-300 bar.
CO ₂	Koolzuurgas. Belangrijkste broeikasgas.
D5, F1,5	Wijze van weergeven van de atmosferische condities. Deze zijn van belang bij berekeningen van de verspreiding van gaswolken. De letters A tot en met G zijn een maat voor de stabiliteit van de atmosfeer, weergegeven volgens de (veelgebruikte) methode van Pasquill. Het getal achter de letter geeft de windsnelheid weer in m/s, meestal gemeten op 10 m hoogte. Van A tot G neemt de stabiliteit van de lucht toe. Dit wil zeggen dat een (gif)wolk zich steeds meer met de wind zal meebewegen en zich steeds minder lateraal (loodrecht op de wind) zal verspreiden. Dit leidt tot lange smalle (gif)wolken. D5 en F1,5 worden in Nederland vaak gebruikt als representatieve atmosferische condities voor respectievelijk dag- en nachtsituaties. Bij F1,5 zullen in het algemeen de gaswolken langer en smaller zijn dan bij D5.

Term / afkorting	Betekenis en toelichting
DME	Dimethylether. Een stof waarvan wordt verwacht dat ze als waterstofdrager zal worden gebruikt in de (nabije) toekomst. DME is net als LPG een tot vloeistof verdicht gas (Zie ook BLEVE).
Effectafstand	Afstand (m) tot waarop bepaalde (ongewenste) effecten van incidenten met gevaarlijke stoffen reiken, vaak bepaald op 'neushoogte' (1,5 m).
EFFECTS	Softwareprogramma voor het berekenen van de effecten op de omgeving van incidenten met gevaarlijke stoffen, aanvankelijk ontwikkeld door TNO. Het wordt momenteel verder ontwikkeld en verkocht door Gexcon (EFFECTS consequence modelling tool for safety professionals (gexcon.com)).
Elektrolyse	Techniek gebruikt om water te splitsen in de elementen zuurstof en waterstof. Op deze wijze kan zonne- of windenergie worden opgeslagen in waterstof. Bij het omgekeerde proces wordt het waterstof weer aan zuurstof gebonden, waarbij elektrische energie vrijkomt. Dit gebeurt in brandstofcellen. Zie ook brandstofcel.
EOS	Energieopslagsysteem voor elektrische energie. De term EOS wordt gebruikt voor grotere (stationaire) opslagsystemen, dus niet voor batterijen in telefoons, laptops, fietsen of elektrisch auto's. Voor een veilige omgang met EOS-systemen is Nederland de PGS 37-1 -richtlijn uitgebracht. PGS 37-1 is van toepassing op EOS'en bestaande uit lithiumhoudende oplaadbare energiedragers die (in groepen) elektrisch met elkaar zijn verbonden met een totaal opgestelde capaciteit van meer dan 20 kWh. Dit sluit aan bij de ondergrens zoals genoemd in NFPA 855.
Groen gas	Zie biogas.
H ₂	Waterstof, bestaande uit 2 waterstofatomen. Men gaat ervan uit dat waterstof in de toekomst een belangrijke energiedrager zal worden. Waterstof is een gas bij omgevingstemperatuur en -druk. Om het (economisch) te kunnen opslaan of vervoeren, wordt het vaak 'behandeld'. Door de druk te verhogen (tot wel 900 bar), het sterk af te koelen (tot een vloeistof van -253 °C) of aan een ander molecuul te binden kan meer waterstof in een bepaald volume worden gestopt.
kWh	Kilowattuur. Eenheid van energie, gebruikt om de hoeveelheid elektrische energie aan te geven. Energie wordt ook wel aangegeven in calorieën (cal of Cal) of Joule (J). Ze kunnen als volgt worden omgerekend: 1 kWh = 3 600 000 J = 3600 kJ = 3,6 MJ (Megajoule) 1 Cal = 1 kcal = 1000 cal = 4184 J.
LBW	Levensbedreigende waarde. Dit is de concentratie van een giftige stof in de lucht die als levensbedreigend wordt gezien. Deze is afhankelijk van de blootstellingsduur. Vaak wordt uitgegaan van 30 minuten ononderbroken blootstelling.
Li-ion	Lithium-ion. Een type oplaadbare batterij waarin het atoom Li de energiedrager is; momenteel verreweg het meest gebruikte type oplaadbare batterij.
LOHC	Liquid Organic Hydrogen Carrier. Vloeistof waaraan waterstof (via een chemisch proces) kan worden gebonden om het economisch te vervoeren. Vóór gebruik wordt het weer van de carrier afgehaald.

Term / afkorting	Betekenis en toelichting
LNG	Liquified Natural Gas. Aardgas dat door afkoeling vloeibaar is gemaakt waardoor er meer in een bepaald volume past. Aardgas wordt bij atmosferische druk vloeibaar bij -163 °C (kookpunt). LNG-houders moeten goed geïsoleerd zijn om opwarming door de omgeving tegen te gaan. Niettemin zal (bijvoorbeeld tijdens vervoer) de temperatuur in de houder iets oplopen. Omdat hierdoor de druk ook oploopt, moeten LNG-houders enige druk kunnen weerstaan. Dit betekent, dat ze zijn uitgevoerd als druktanks.
LPG	Liquified Petroleum Gas. LPG is een gas bij omgevingstemperatuur en -druk. Het is een mengsel van vooral propaan en butaan. Door de druk te verhogen tot ca 8 bar kan het vloeibaar worden gemaakt, waardoor het economisch kan worden opgeslagen en vervoerd. LPG is berucht vanwege de mogelijkheid tot het optreden van een BLEVE (zie hierboven) indien de houder waarin het zich bevindt plotseling open breekt. Dit leidt tot een explosie en (meestal) een vuurbal die tot op wel 100 m dodelijke slachtoffers kan veroorzaken.
MWh	Megawattuur = 1000 kWh = 1 miljoen Wh (zie kWh).
NH ₃	Ammoniak, opgebouwd uit 1 atoom stikstof en drie atomen waterstof. Net als LOHC's kan ammoniak worden gebruikt om waterstof economisch te vervoeren. Dit wordt dan ook in Nederland serieus overwogen. Ammoniak is echter (erg) giftig en transport wordt daarom gezien als een risicovolle activiteit en is gebonden aan vele veiligheidsmaatregelen. Ammoniak kan als 'tot vloeistof verdicht gas' worden vervoerd bij drukken vanaf ca. 9 bar, of, gekoeld tot onder -33,5 °C, als vloeistof onder atmosferische druk.
PV-systeem	Photovoltaic system. Dit is een energie-opwekkingssysteem gebaseerd op zonnepanelen.
QRA	Quantitative Risk Assessment, ofwel kwantitatieve risicoanalyse. Methode om de risico's van incidenten met gevaarlijke stoffen kwantitatief te bepalen. In Nederland kennen we twee maatstaven: Het Plaatsgebonden Risico en het Groepsrisico. De wijze waarop deze risico's moeten worden berekend is vaak voorgeschreven. Zie bijvoorbeeld: Wat is een QRA? RIVM .
Regionaal Risicoprofiel	Het regionaal risicoprofiel is een inventarisatie en analyse van aanwezige risico's in elke afzonderlijke veiligheidsregio in Nederland, inclusief relevante risico's uit aangrenzende gebieden. De veiligheidsregio's zijn verantwoordelijk voor de regionale risicoprofielen. Zie ook: Regionaal risicoprofiel Risicokaart .
Risicomatrix	Methode om de grootte van risico's kwantitatief of kwalitatief te rangschikken in een matrix waarbij op een van de assen de kans op een incident wordt weergegeven en op de andere as de ernst van de gevolgen. De kans- en gevolgen-as zijn opgedeeld in een aantal (typisch 3-7) discrete stappen, waarbij de grootte van de kans en de ernst van de gevolgen oplopen vanaf de oorsprong. Hierdoor ontstaan een aantal discrete risiconiveaus (in een 3 x 3 matrix zijn dit er bijvoorbeeld 9). Het risico neemt dan als het ware toe langs de diagonaal. Via kleuren kan dan worden aangegeven hoe deze risico's moeten worden geïnterpreteerd, bijvoorbeeld rood voor direct maatregelen nemen, geel voor maatregelen overwegen en groen voor risico accepteren zonder verdere maatregelen.

Term / afkorting	Betekenis en toelichting
Risicoplafond	Het maximaal toegestane plaatsgebonden risico op een bepaalde locatie langs het Basisnet (wetten.nl - Regeling - Wet vervoer gevaarlijke stoffen - BWBR0007606 (overheid.nl). Risicoplafonds worden uitgedrukt in meters en per transportmodaliteit (weg, spoor en water) vastgesteld voor verschillende deeltrajecten van het Basisnet. Er is sprake van een vervoerplafond wanneer door het vervoer van een of meerdere gevaarlijke stoffen het risicoplafond wordt bereikt.
SMR	Small Module Reactor. Kleine kernreactor, opgebouwd uit fabrieksmatig, op afstand geassembleerde modules. Dergelijke reactoren zijn relatief voordelig doordat gebruik wordt gemaakt van 'standaard modules'. Doordat ze kleiner zijn dan de standaard kernreactoren kunnen ze op meer locaties worden geplaatst.
Thermal runaway	Een thermal runaway is de oorzaak van Li-ion batterijbranden. Deze ontstaat indien een batterij(cel) zo warm wordt dat de geproduceerde warmte niet voldoende kan worden afgevoerd naar de omgeving, waardoor ongewenste chemische reacties de overhand krijgen. Hierbij worden brandbare en giftige gassen gevormd en loopt de temperatuur nog verder op, waardoor het proces nog verder versnelt en zich kan uitbreiden naar naburige batterijcellen, -modules of -pakketten. De gassen kunnen explosief vrijkomen en ontbranden. Ook het batterijpakket zal in brand raken. Het proces verspreidt zich (geleidelijk) door het batterijpakket, waardoor (soms met tussenpozen) ook andere delen van de batterijpakketten in brand kunnen raken. Daardoor kan een batterijbrand lang duren. Doordat de reactie zich binnen in het batterijpakket afspeelt, is blussen moeilijk en kan lang duren. Een belangrijke taak van het BMS is oververhitting en dus een thermal runaway voorkomen (zie ook BMS).

Bijlage 2: Achtergrond en analyse

Elektrificatie van processen binnenshuis

Tabel B2.1 laat zien welke regels van invloed zijn op het omgaan met risico's van de toenemende elektrificatie van processen binnenshuis. Twee instrumenten worden geanalyseerd: bouwregelgeving als onderdeel van de Omgevingswet en de certificering van elektriciens.

Tabel B2.1 Regels rondom de beheersing van risico's m.b.t. de elektrificatie van processen binnenshuis

Type instrument / regels	Nationale instrumenten	Lokale instrumenten
Positieregels over posities	De minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) is verantwoordelijk voor de bouwregels in de Omgevingswet.	Woningeigenaren zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van de elektrische installaties binnenshuis. Installateurs installeren en onderhouden elektrische installaties.
Grensregels over participanten	De relevante ministers worden aangesteld door een meerderheid in het nationaal parlement.	Bewoners en verhuurders kunnen woningeigenaar zijn. Installateurs kunnen zowel amateurs, als gecertificeerd personeel zijn.
Keuzeregels over acties	De minister van VRO kan een proces in gang zetten om relevante delen van de Omgevingswet aan te passen.	De woningeigenaar kan gecertificeerde installateurs inhuren en gecertificeerde apparatuur aanschaffen.
Afbakeningsregels over mogelijke uitkomsten	Mogelijke uitkomsten vallen binnen Europese kaders.	
Controleregels over controle	Elk proces dat de Omgevingswet wil veranderen moet door de Tweede Kamer worden bekrachtigd.	
Informatieregels over informatie	De minister van VRO krijgt informatie van een speciaal aangestelde Regeringscommissaris die de kwaliteit en eenheid van de Omgevingswet bewaakt.	De (particuliere) woningeigenaar moet actief op zoek naar informatie over veilige installatie en onderhoud van elektrische installaties.

Type instrument / regels	Nationale instrumenten	Lokale instrumenten
Beloningsregels over kosten en baten	Veranderingen in de wetgeving kunnen veiligheids-winst opleveren, en brengen kosten met zich mee voor producenten.	Installatie en onderhoud door gecertificeerd personeel kunnen veiligheidswinst opleveren.

Noot: Er zijn geen regionale instrumenten.

Een groeiend aantal grootschalige energie-opslagsystemen

Tabel B2.2 laat zien welke regels van invloed zijn bij het omgaan met risico's van een groeiend aantal grootschalige EOS'en. Drie instrumenten worden ontleed die allemaal verband houden met het vergunnen van een EOS. Op nationaal niveau is de minister van I&W verantwoordelijk voor het verplicht stellen van een vergunning via de Omgevingswet. In afwezigheid van een nationale vergunningsplicht hebben gemeenten al beschikking over lokale instrumenten om toch een vergunning af te dwingen. De tabel laat het besluitvormingsproces van de gemeenten zien dat leidt tot lokaal beleid, alsook het besluitvormingsproces van omgevingsdiensten dat leidt tot de implementatie, monitoring en handhaving van vergunningen.

Tabel B2.2. Regels rondom de beheersing van risico's m.b.t. grootschalige EOS'en

Type instrument / regels	Nationale instrumenten	Lokale instrumenten
Positieregels over posities	De minister van I&W is verantwoordelijk voor het vergunningplichtig stellen van EOS'en via het Bal.	Het college van burgemeester en wethouders (B&W) kan locatie-eisen stellen aan de realisatie van nieuwe bouwwerken.
	De minister van VRO is verantwoordelijk voor het specificeren van de bouwregels voor een (vergunningplichtig) EOS via het Bbl.	Het bevoegd gezag (B&W) bepaalt wie specifieke aanvragen voor nieuwe bouwwerken beoordeelt, en is verantwoordelijk voor het bepalen wie vergunningen verleent, monitort en handhaaft.
Grensregels over participanten	De relevante ministers worden aangesteld door een meerderheid in het nationaal parlement.	Het college van B&W wordt aangesteld door een meerderheid in de gemeenteraad. De omgevingsdienst kan een mandaat krijgen van de gemeente en de provincie voor verschillende taken, inclusief taken op het gebied van milieuregels of bouwregels.
Keuzeregels over acties	De minister van I&W kan een proces in gang zetten waarbij de realisatie van een EOS vergunningsplichtig wordt.	Het college van B&W kan eisen stellen aan de locatie voor nieuwe EOS'en en aan de brandveiligheid ervan.

Type instrument / regels	Nationale instrumenten	Lokale instrumenten
	De minister van VRO kan een proces in gang zetten waar technische voorschriften worden gesteld voor een (vergunningplichtig) EOS.	De Omgevingsdienst kan de gestelde eisen implementeren, monitoren, en handhaven.
Afbakeningsregels over mogelijke uitkomsten	Mogelijke uitkomsten moeten vallen binnen Europese kaders.	Eisen aan locatiekeuze of constructie van een EOS moeten passen binnen de kaders van nationale en provinciale wetgeving.
Controleregels over controle	Elk proces dat de vergunningseisen wil aanpassen, moet door de Tweede Kamer worden bekrachtigd.	Elk advies van het college van B&W moet worden bekrachtigd door de gemeenteraad.
Informatieregels over informatie		Het college van B&W wordt geadviseerd door de veiligheidsregio over de relevante gevaren in zijn gemeente. De Omgevingsdienst wordt geadviseerd door de veiligheidsregio over de veiligheid van specifieke projecten.
Beloningsregels over kosten en baten	Veranderingen in de wetgeving kunnen veiligheidswinst opleveren, en brengen kosten met zich mee voor producenten.	Eisen aan locatiekeuze of constructie kunnen veiligheidswinst opleveren, en kosten met zich meebrengen voor producenten.

Noot: Er zijn geen regionale instrumenten.

Toenemend transport van gevaarlijke stoffen

Tabel B2.3 laat zien welke regels van invloed zijn op het omgaan met risico's van het toenemend transport van gevaarlijke stoffen. Twee belangrijke instrumenten worden ontleed. Het belangrijkste nationale instrument is de Wet vervoer gevaarlijke stoffen. De minister van I&W is hier de belangrijkste participant. Een lokaal instrument is het Omgevingsplan. Het college van B&W is hier de belangrijkste participant.

Tabel B2.3. Regels rondom de beheersing van risico's m.b.t. het transport van gevaarlijke stoffen

Type instrument / regels	Nationale instrumenten	Regionale instrumenten	Lokale instrumenten
Positieregels over posities	De minister van Infrastructuur en Waterstaat is door een meerderheid in het nationaal parlement verantwoordelijk gesteld voor het transport van gevaarlijke stoffen.		Het college van B&W is bevoegd om in een Omgevingsplan voorschriftengebieden aan te wijzen.
Grensregels over participanten	De relevante ministers worden aangesteld door een meerderheid in het nationaal parlement.		Het college van B&W wordt aangesteld door een meerderheid in de gemeenteraad.
Keuzeregels over acties	De minister van I&W kan sturing geven aan de gebruikte transportroutes voor gevaarlijke stoffen.		Het college van B&W kan voorschriften geven voor het toelaten van gebouwen en locaties binnen aandachtsgebieden.
Afbakeningsregels over mogelijke uitkomsten	Mogelijke uitkomsten moeten vallen binnen Europese kaders, en kunnen worden belemmerd door verplicht vrij verkeer van goederen.		Mogelijke maatregelen moeten het risico wegnemen op een incident waarbij 10 doden vallen als rechtstreeks gevolg van het transport met gevaarlijke stoffen.
Controleregels over controle	Elk proces dat de vergunningseisen wil aanpassen, moet door de Tweede Kamer worden bekrachtigd.		
Informatieregels over informatie	De minister van I&W krijgt informatie van Rijkswaterstaat en ProRail over de naleving van de risicoplafonds op weg, spoor en water.	Het college van B&W wordt geadviseerd door de veiligheidsregio over de risico's van het transport van gevaarlijke stoffen.	Het college van B&W wordt geadviseerd door de veiligheidsregio over de risico's van het transport van gevaarlijke stoffen.
Beloningsregels over kosten en baten	Verschuiving of vermindering van transportbewegingen vermindert het risico op incidenten, maar kan economische schade als gevolg hebben.		Het toestaan van activiteiten binnen het aandachtsgebied biedt extra mogelijkheden voor de gemeente, maar komt met verhoogd risico en extra kosten voor projectontwikkelaars.