



Instrument "Safe-by- Design in de energietransitie"

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0487986.100
definitief revisie 2.0
1 maart 2024

Instrument "Safe-by-Design in de energietransitie"

projectnummer 0487986.100

definitief revisie 2.0

1 maart 2024

Auteurs

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Postbus 20906

2500 EX Den Haag

Colofon

Projectgroep

E. Woessink

R. Kouwen

J. van den Hoogen

R. Steenbergen

Gecontroleerd

R. Steenbergen

datum	beschrijving	vri
1 maart 2024	Definitief	RS 

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Managementsamenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel van het onderzoek	6
1.3 Leeswijzer	6
2 Aanpak	7
2.1 Afbakening van het project	7
2.2 Procesbeschrijving (aanpak en methodologie)	7
2.3 Toelichting Safe-by-Design	9
2.3.1 Toelichting principes	9
2.3.2 Toelichting randvoorwaarden	11
2.3.3 Kansen en effect	12
3 Beschrijving van de tool	14
3.1 Waarvoor is het instrument bedoeld	14
3.2 Welke scope omvat de tool	14
3.3 Hoe is het instrument opgebouwd en welke uitdagingen zijn er	14
3.4 Vraagstellen en resultaten	14
4 Handleiding van het instrument	17
4.1 Hoe werkt de tool?	17
4.2 Hoe ga je om met de volledige energieketen?	20
5 Uitwerking casussen	21
5.1 Casus 1 - Energieopslagsysteem	21
5.2 Casus 2 – Ammoniak import terminal	27
5.3 Bronnen ter inspiratie	32
6 Aanbevelingen	34
Bijlage 1 Toelichting vragen	35

Managementsamenvatting

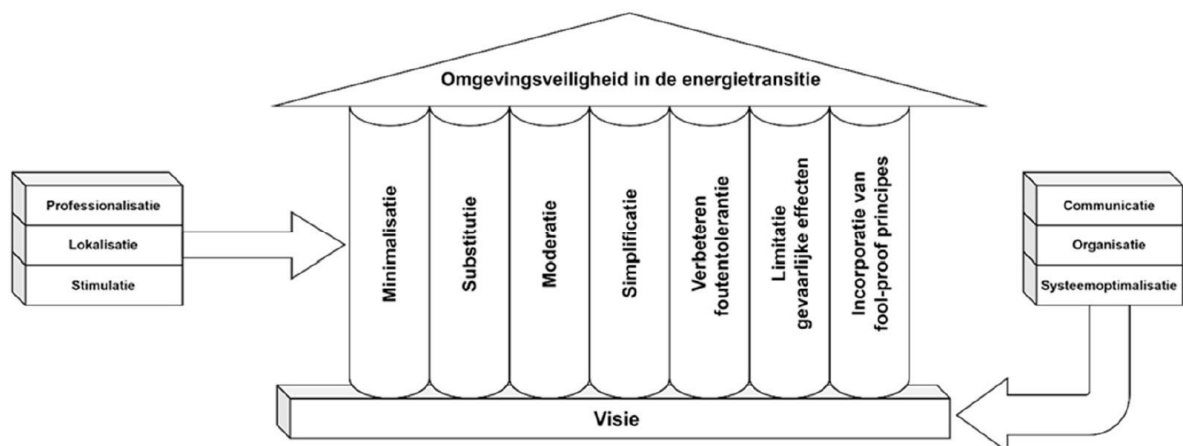
Het Ministerie Infrastructuur en Waterstaat heeft als een van haar beleidsterreinen omgevingsveiligheid en is tevens nauw betrokken bij de energietransitie. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is actief op zoek naar instrumenten die kunnen ondersteunen bij het bevorderen van een veilige energietransitie. Eerder heeft het ministerie al onderzoek laten uitvoeren naar de kansen voor Safe-by-Design (SbD) in de Energietransitie¹ (mei 2023). Dit onderzoek geeft verdere invulling aan deze kansen.

Het doel van het nu uitgevoerde onderzoek is het ontwikkelen van een instrument waarmee beleidsmakers en initiatiefnemers een veilige energietransitie voor de omgeving kunnen bevorderen door relevante Safe-by-Design principes actief in beeld te brengen, af te wegen en toe te passen.

Na de introductie van dit instrument wordt in dit onderzoek ingezoomd op twee concrete casussen die illustreren hoe de toepassing van het instrument kan leiden tot verbreding van de aanwezige inzichten.

Uit eerdere onderzoeken zijn zeven basisprincipes en zes randvoorwaarden voor Safe-by-Design voortgekomen. Deze aspecten vormen de basis voor de uitwerking van de praktische toepassing van de Safe-by-Design filosofie voor omgevingsveiligheid in de energietransitie.

Deze aspecten zijn gevisualiseerd in onderstaande figuur.



Figuur: Zeven basisprincipes en zes randvoorwaarden van Safe-by-Design

Dit instrument is bruikbaar voor alle ontwikkelingen in de energietransitie, zowel op beleidsniveau als op projectniveau. Het helpt gebruikers om een betere afweging te maken bij de betreffende ontwikkeling door het verbreden van hun perspectief.

Hoewel dit instrument geen directe oplossingen biedt, geeft het wel houvast en inspiratie om veiligheid meer in de ontwikkeling te betrekken. De resultaten verwijzen naar de belangrijkste principes en randvoorwaarden van Safe-by-Design, inclusief relevante inzichten zoals wet- en regelgeving, achtergrondinformatie en voorbeelden.

Dit Safe-by-Design instrument bestaat uit:

- 1) Startmodule met twee type vragen;
 - a) Beleidsmatige vragen, of
 - b) Projectgerichte vragen;
- 2) Uitgewerkte casussen ter inspiratie;
- 3) Achtergrondinformatie over de principes, randvoorwaarden en de vragen.

¹ Antea Group. (2023). Kansen voor Safe-by-Design in de energietransitie. In Rijksoverheid (0480275.100). <https://open.overheid.nl/documenten/8af7502d-82eb-4df7-b416-17f3118b498f/file>

Het instrument is slechts een onderdeel van het gehele proces dat beleidsmakers en/of initiatiefnemers doorlopen. Daarom worden de volgende observaties en aanbevelingen gedaan om het proces verder te ondersteunen:

- 1) Tot nu zijn er weinig middelen beschikbaar voor bevoegde gezagen en initiatiefnemers om zelf met Safe-by-Design aan de slag te gaan. Het voorgestelde instrument biedt een handreiking om hiermee te beginnen. Het wordt daarom aanbevolen om goede bekendheid te geven aan deze tool en te zorgen dat deze laagdrempelig beschikbaar komt.
 - a. Bevorder dat er ervaring wordt opgedaan met het gebruik en zet in op het online beschikbaar maken van het instrument en de achtergrondinformatie. Het omzetten van het Excel-instrument naar een online formulier kan ervoor zorgen dat sneller en effectiever de toelichting bij principes of vragen gevonden kan worden.
 - b. Zet in op een goede verspreiding binnen de doelgroep en benadruk daarbij de twee typen vragen die zijn opgenomen in het instrument. Wees duidelijk over de kracht en de beperkingen van het instrument. Zo is het instrument niet bedoeld om pasklare oplossingen te bieden, maar om mensen te inspireren en helpen bij het identificeren van kansen om omgevingsveiligheid te verbeteren door Safe-by-Design toe te passen.
 - c. Een deel van de bekendheid kan ook geregeld worden door aansluiting te zoeken bij lopende initiatieven, bijvoorbeeld subsidietrajecten zoals de Safety Deals, en platformen zoals Relevant, Safety Delta Nederland (SDN), Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), Interprovinciaal Overleg (IPO), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV). Naast dergelijke (semi-)overheidsplatformen kunnen ook andere kennisplatformen, zoals van TNO, RIVM, ISPT (Institute for Sustainable Process Technology) en Nationaal Waterstof-Programma (NWP) ondersteunen bij verdere kennisdeling.
- 2) Het delen van informatie en geleerde lessen is onderdeel van Safe-by-Design. Wanneer het instrument wordt verspreid en gebruikt is het wenselijk dat ervaringen en geleerde lessen verzameld worden. Het vertalen van geleerde lessen naar aanvullende casussen kan helpen als inspiratiebron voor nieuwe gebruikers. Het opzetten aanbieden van een formulier/feitenblad dat ingevuld kan worden kan dit laagdrempelig mogelijk maken, evenals een online formulier of postbus waar de nieuwe casussen en ervaringen ingediend kunnen worden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In een tijd waarin de roep om een versnelde energietransitie steeds luider klinkt, komt ook de cruciale rol van omgevingsveiligheid naar voren. Het besef groeit dat niet alleen de snelheid van de overgang naar duurzame energiebronnen van belang is, maar ook de waarborging van de veiligheid in onze omgeving. Deze urgentie om een balans te vinden tussen snelheid en veiligheid (en de kansen die de transitie biedt goed te benutten) vergroot de behoefte aan methoden en instrumenten die dit faciliteren.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft daarom aan Antea Group gevraagd om dit onderzoek uit te voeren.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een instrument waarmee beleidsmakers en initiatiefnemers een veilige energietransitie voor de omgeving kunnen bevorderen door relevante Safe-by-Design principes en randvoorwaarden actief in beeld te brengen, af te wegen en toe te passen.

Na de introductie van dit instrument wordt in dit onderzoek ingezoomd op twee concrete casussen die illustreren hoe de toepassing van dit instrument kan leiden tot verbreding van de aanwezige inzichten over het toepassen van Safe-by-Design principes voor een veilige energietransitie.

1.3 Leeswijzer

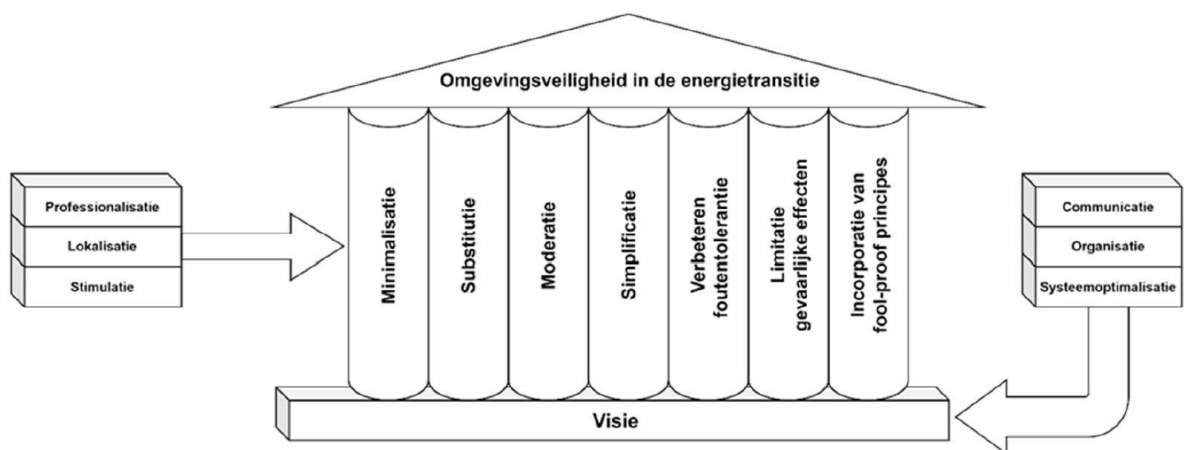
In deze inleiding, introduceren wij de vraag en het doel van het onderzoek. Hoofdstuk twee bevat de probleemstelling en geeft meer informatie over de werking van de verschillende principes en randvoorwaarden. Hoofdstuk drie toont een overzicht van de belangrijkste resultaten en bevindingen die zijn verkregen uit het uitgevoerde onderzoek. In hoofdstuk vier is de achtergrondinformatie van dit instrument opgenomen. Hoofdstuk vijf omvat de uitgewerkte casussen.

2 Aanpak

2.1 Afbakening van het project

Uit eerdere onderzoeken² zijn vanuit technisch perspectief van Safe-by-Design zeven basisprincipes omschreven en zijn zes randvoorwaarden voor Safe-by-Design voortgekomen. Deze aspecten vormen de basis voor de uitwerking van de praktische toepassing van de Safe-by-Design filosofie voor omgevingsveiligheid in de energietransitie.

Deze aspecten zijn gevisualiseerd in figuur 2.1. In paragraaf 2.3 wordt deze filosofie nader toegelicht.



Figuur 2.1: Zeven basisprincipes en zes randvoorwaarden van Safe-by-Design

Eerdere onderzoeken geven aan dat het hierbij nuttig is om rekening te houden met de ontwikkelfase van het project of energiesysteem dat het betreft. Per fase zijn er verschillende mogelijkheden om Safe-by-Design te bereiken. Voor de korte termijn ligt het accent op 'systeemoptimalisatie', 'communicatie', 'minimalisatie', 'verbetering foutentolerantie' en 'limitatie'. Voor de middellange termijn ook 'moderatie' en 'simplificatie', voor de langere termijn zijn er ook meer mogelijkheden voor 'substitutie', 'organisatie' en 'kennisdeling.'

Dit instrument dient in te spelen op de verschillende ontwikkelstadia van omgevingsveiligheid in de energietransitie. Voor dit onderzoek is daarom expliciet rekening gehouden met het abstractieniveau van ontwikkelingen. Daarmee is de uitwerking van het instrument zowel geschikt voor ontwikkelingen die meer op een (strategisch) beleidsniveau plaatsvinden en voor ontwikkelingen die op een concreter projectniveau van toepassing zijn. Op deze manier kan Safe-by-Design een meerwaarde vormen op verschillende niveaus binnen de energietransitie.

2.2 Procesbeschrijving (aanpak en methodologie)

Om tot de uitwerking van het Safe-by-Design instrument en een tweetal casussen te komen zijn een aantal stappen doorlopen:

1. Vaststellen doel (scope) van het instrument;
2. Vaststellen randvoorwaarden van het instrument;
3. Bespreken met begeleidingscommissie;
4. Selecteren van de vragen;
5. Uitwerken van het instrument;
6. Opstellen rapportage inclusief casussen.

² Antea Group. (2023). Kansen voor Safe-by-Design in de energietransitie.
Antea Group. (2022). Safe-by-design in relatie tot de energietransitie.

Allereerst is het doel van het op te stellen instrument bepaald (1). Hierbij is vanzelfsprekend rekening gehouden met eerder uitgevoerde onderzoeken omtrent Safe-by-Design in de energietransitie, maar is ook gekeken naar andere ontwikkelingen binnen de energietransitie en omgevingsveiligheid die mogelijk van meerwaarde kunnen zijn bij het bepalen van de scope van het instrument.

Vervolgens zijn randvoorwaarden van het instrument gedefinieerd (2). Bij het bepalen van de randvoorwaarden is voor ogen gehouden wie de beoogde gebruikers zijn van de tool, in welk stadium het instrument gebruikt moet worden (van visievorming tot projectrealisatie) en dat het instrument gebruiksvriendelijk moet zijn. Om de toepassingsmogelijkheden van Safe-by-Design breed te houden, is ingezet op een relatief brede, laagdrempelige tool. Hierbij wordt het belangrijk geacht dat gebruikers worden meegenomen in de materie (aan de hand van toelichting en verduidelijking) en het instrument voor allerlei vraagstukken in de energietransitie – waarbij veiligheid (mogelijk) een rol speelt – bruikbaar van meerwaarde kan zijn. Tot slot is aangegeven dat duidelijk moet zijn hoe de resultaten van het instrument geïnterpreteerd dienen te worden, zodat hieraan gericht opvolging kan worden gegeven door de gebruiker.

Tijdens de bespreking met de begeleidingscommissie (3) is getoetst of het doel en de randvoorwaarden van het instrument eenduidig en passend zijn opgesteld. Waardevolle aanvullingen en aandachtspunten zijn hierbij opgehaald en bediscussieerd en hebben geholpen het instrument verder vorm te geven. Zo is de brede wens uitgesproken om het instrument aan te laten sluiten op de expertise die reeds ontwikkeld is, zodat toekomstige gebruikers de uitkomsten van het instrument in de passende context kunnen plaatsen qua wet- en regelgeving, relevante beleidsontwikkelingen en -studies.

Bij de selectie van de vragen (4) is specifiek stilgestaan bij het spectrum aan vraagstukken (ontwikkelingen) waarvoor het instrument van meerwaarde kan zijn. Dit heeft erin geresulteerd dat er – naast algemeen toepasbare vragen – zowel vragen zijn opgesteld die een meer beleidsmatig karakter hebben (strategische en tactische vraagstukken) en vragen die juist projectgericht van aard zijn (operationele, projectgerelateerde vragen). Verder is bij de selectie ingezet om alle principes en randvoorwaarden van Safe-by-Design goed tot wasdom te laten komen, zodat de resultaten zo gericht mogelijk zijn toegespitst op de meest relevante onderdelen van Safe-by-Design.

De uitwerking van het instrument (5) heeft vorm gekregen door de geselecteerde vragen in een logische opzet samen te voegen en zowel de verschillende vragen als de principes en randvoorwaarden van Safe-by-Design van een toelichting te voorzien. Hierbij is rekening gehouden met de wens van de begeleidingscommissie om het gebruik van het instrument en de resultaten die hieruit volgen aan te laten sluiten bij de beschikbare inzichten. Om de toepasbaarheid van het instrument te controleren zijn in deze fase de twee geselecteerde casussen gebruikt om de uitwerking van het instrument te verbeteren.

Tot slot is onderhavige rapportage met casussen (6) uitgewerkt. Hierin is de algehele totstandkoming en de context waarin dit heeft plaatsgevonden beschreven.

2.3 Toelichting Safe-by-Design

Met de snelle ontwikkelingen in de energietransitie wordt het steeds crucialer om de veiligheid van de omgeving tijdig in overweging te nemen bij het nemen van beslissingen. Het toepassen van het "Safe-by-Design" principe binnen de energietransitie is van essentieel belang om te waarborgen dat de overgang naar duurzame energiebronnen veilig verloopt en de kansen die de transitie biedt goed worden benut.

De energietransitie brengt over het algemeen positieve veranderingen met zich mee door de overgang naar duurzame energiebronnen. Toch zijn er enkele potentiële gevaren voor de omgevingsveiligheid die moeten worden overwogen. De productie, het gebruik en de afvalfase van materialen en energiedragers voor een klimaatneutrale energievoorziening kunnen leiden tot nieuwe risico's voor de omgevingsveiligheid en tot nieuwe milieuproblemen, via vervuiling, stikstofemissies en problemen met afvalbeheer.

De zeven basisprincipes gericht op de technische aspecten van Safe-by-Design zijn:

- **Minimalisatie:** Risicoreductie door bijv. volumereductie;
- **Substitutie:** Risicoreductie door keuze voor een andere energiedrager;
- **Moderatie:** Risicoreductie door keuze voor andere opzet van een project of (lokaal) energiesysteem;
- **Simplificatie:** Risicoreductie door eenvoudiger opzet van een project of energiesysteem;
- **Verbeteren foutentolerantie:** Risicoreductie door het mogelijk maken van grotere foutmarges;
- **Limitatie gevaarlijke effecten:** Risicoreductie door bijv. houden van afstand of beschermende maatregelen;
- **Incorporatie van fool-proof principles:** Risicoreductie door te anticiperen op onjuist handelen.

De zes randvoorwaarden voortgekomen uit voorgaand onderzoek van Safe-by-Design³ zijn:

- **Professionalisatie:** Bevorderen van de juiste competenties en veiligheidscultuur bij relevante stakeholders;
- **Lokalisatie:** Ruimtelijk zo inrichten dat de omgevingsveiligheid in positieve zin wordt beïnvloed;
- **Stimulatie:** Stimuleringsinstrumentarium zo inrichten dat hiermee niet alleen innovatie, maar ook omgevingsveiligheid en circulariteit worden gestimuleerd. En (verantwoorde) experimenteerruimte biedt om via proefprojecten ervaring op te doen met nieuwe ontwikkelingen;
- **Communicatie:** Helder communiceren over risico's, incidenten, kansen en de noodzaak van de transitie;
- **Organisatie:** Verantwoordelijkheden helder beleggen;
- **Systeemoptimalisatie:** Systeemkeuzen zo maken dat de omgevingsveiligheid en circulariteit van het totale systeem in positieve zin worden beïnvloed.

2.3.1 Toelichting principes

Om de principes inzichtelijker te maken en een dieper begrip te creëren voor hun toepassingen en implicaties, worden de principes in deze paragraaf uitvoeriger beschreven.

3. Antea Group. (2023). Kansen voor Safe-by-Design in de energietransitie. In Rijksoverheid (0480275.100). <https://open.overheid.nl/documenten/8af7502d-82eb-4df7-b416-17f3118b498f/file>

Het principe **minimalisatie** heeft als doel om het risico te reduceren door bepaalde zaken omtrent een systeem en de keten zodanig te minimaliseren, dat dit ten goede komt aan de veiligheid. Zo kan worden gedacht aan het reduceren van transportafstanden of het reduceren van het totale volume aan gevaarlijke stoffen in een systeem.

Met het principe **moderatie** wordt het risico gereduceerd door in te zetten op een andere opzet van het systeem. Met deze andere opzet van een systeem worden met name de procesparameters van het systeem bedoeld, zoals, drukken, temperaturen of stromen. Hierbij kan worden gedacht aan het opslaan onder lagere drukken of het gebruiken van lagere drukken of temperaturen in het systeem.

Het principe **verbeteren van foutentolerantie** verwijst naar het integreren van maatregelen, mechanismen en ontwerpkenmerken in een systeem met als doel de weerstand tegen en het omgaan met fouten te versterken. Bij een foutentolerant systeem wordt bij het ontwerp de eis gesteld dat fouten, gebreken en verstoringen niet mogen leiden tot een minder veilige situatie. Zo kan bijvoorbeeld het redundant uitvoeren van een stroomvoorziening of sensoren zorgen voor het correct blijven functioneren tijdens een stroomuitval of het tijdig ingrijpen tijdens een lek wanneer een van de twee sensoren kapot is.

Het doel van het principe **substitutie** is om het risico te verminderen door het vervangen van een energiedrager door een andere energiedrager die minder risico's met zich mee draagt. Het gaat hierbij om energie en dragers in de breedste zin van het woord, zoals vloeistoffen, gassen, vaste stoffen en combinaties hiervan. Hier tellen ook de verschillende soorten technologieën binnen eenzelfde hoofdgroep mee. Bijvoorbeeld bij lithium-ion accu's, waar er binnen de categorie lithium-ion accu's verschillende typen accu's zijn met elk een eigen specifieke samenstelling en een bijbehorend eigen risico.

Het principe **simplificatie** zet in op zowel fysieke als papieren en procedurele maatregelen om tot een reductie van het risico te komen. Ten grondslag aan simplificatie ligt het feit dat een versimpeling van een systeem of procedure leidt tot minder verwarring of kans op fouten, wat resulteert in een reductie van het risico. Een voorbeeld van versimpeling kan zijn om het aantal gelijke onderdelen in het systeem terug te brengen naar een enkel doch iets groter element. Dit resulteert in principe in hetzelfde systeem, alleen dan met minder individuele elementen. Elk element introduceert namelijk weer een kans en effect en kan daarmee risicoverhogend werken.

Het principe **limitatie gevaarlijke effecten** heeft als doel om het risico te reduceren door middel van het houden van afstand of het nemen van beschermende maatregelen. Hierbij wordt ingezet op maatregelen die met name de effecten limiteren. Het houden van afstand is in eerste instantie de meest voor de hand liggende optie om effecten naar de omgeving te reduceren. Echter, in gevallen waar het houden van voldoende afstand tot de omgeving niet mogelijk is, biedt het nemen van beschermende maatregelen een uitkomst. Deze beschermende maatregelen hebben in feite hetzelfde effect als het houden van voldoende afstand. Zo kan een brandwerende muur worden geplaatst naast het systeem, om effecten van een brand naar de omgeving te reduceren. Het nemen van beschermende maatregelen en het houden van voldoende afstand kunnen uiteraard ook worden gecombineerd.

Met het principe van **incorporatie van fool-proof principles** wordt ingezet op het reduceren van risico's door te anticiperen op onjuist handelen. Door te anticiperen op onjuist handelen wordt de kans op fouten aan de voorkant al gereduceerd. Denk aan een combinatie van duidelijke procedures, visuele waarschuwingen en het implementeren van een gebruiksvriendelijke interface. Gecombineerd met een fail-safe ontwerp, waarbij een systeem automatisch naar een veilige staat gaat bij een storing, wordt de kans op menselijke fouten gereduceerd en de veiligheid verhoogd.

Overlap principes

De principes kunnen elkaar overlappen en tevens tegenstrijdig zijn met elkaar. Zo kan substitutie van een materiaal zorgen voor de noodzakelijke aanwezigheid van meer gevaarlijke stoffen (wat tegenstrijdig is met minimalisatie). Daarentegen kan de simplificatie van een procedure overlappen met de incorporatie van fool-proof principles: het teveel versimpelen van een werkwijze kan zorgen voor meer kansen op fouten.

De principes fungeren dus niet als een harde lijn, maar als de knoppen van een systeem waaraan gedraaid kan worden om een systeem veiliger te maken. Het overkoepelende doel blijft hetzelfde: het maken van een veiliger geheel.

2.3.2 Toelichting randvoorwaarden

Om de randvoorwaarden inzichtelijker te maken en een dieper begrip te creëren voor hun toepassingen en implicaties, worden deze in deze paragraaf uitvoeriger beschreven.

Zoals in figuur 2.1 te zien is, er zijn drie randvoorwaarden die met name schetsen welke randvoorwaarden helpen om de principes beter te laten functioneren of die als algemene randvoorwaarden voor omgevingsveiligheid functioneren. Dit zijn professionalisatie, lokalisatie en stimulatie.

Met **professionalisatie** wordt het bevorderen van de juiste competenties en veiligheidscultuur bij relevante stakeholders bedoeld. Dit betekent niet alleen bij de exploitant maar ook bij alle overige betrokkenen, zoals overheid en onderaannemers. Het stellen van eisen aan bijvoorbeeld opleiding, kennis of veiligheidsmanagementsysteem bij de betrokkenen van een ontwikkeling/project helpt bij het bevorderen van een juiste toepassing van Safe-by-Design principes.

Met **lokalisatie** gaat het hoofdzakelijk over het ruimtelijk zo organiseren en inrichten dat de omgevingsveiligheid in positieve zin wordt beïnvloed. Het bijvoorbeeld inrichten van veilige import terminals van energiedragers, maar het ontbreken van afnemers dichtbij. Door middel van goed beleid op lokalisatie en aandacht voor de gehele energieketen of transportketen kan voorkomen worden dat transport van gevaarlijke stoffen dichtbij of dwars door woonkernen gaat.

Stimulatie gaat over het stimuleringsinstrumentarium zo inrichten dat hiermee niet alleen innovatie, maar ook omgevingsveiligheid en circulariteit worden gestimuleerd. En (verantwoorde) experimenteerruimte bieden om via proefprojecten ervaring op te doen met nieuwe ontwikkelingen. Voorbeelden hiervoor zijn proefprojecten die hebben plaatsgevonden met waterstof.

Communicatie over risico's, incidenten, kansen en de noodzaak van de transitie helpen bij het benadrukken van de mogelijkheden die er zijn om omgevingsveiligheid te verbeteren. Kennis delen en verspreiden over de mogelijke risico's, de kans op incidenten en eerdere incidenten met geleerde lessen helpen bij het maken van een gefundeerde afweging. Het is wenselijk dat de geleerde lessen, na een incident, goed en snel worden gedeeld binnen de sector om de omgevingsveiligheid te verbeteren.

Tegelijkertijd is het bij het opzetten en uitvoeren van beleid noodzakelijk dat de **organisatie** en de verantwoordelijkheden goed en helder worden vastgelegd. Zeker als het gaat over Safe-by-Design waar ook samenwerking gewenst is, is het noodzakelijk dat de verschillende betrokkenen weten wie verantwoordelijk is voor bijvoorbeeld verspreiding van kennis of het houden van toezicht.

Bij systeemoptimalisatie wordt getracht in te zetten op systeemkeuzes die helpen om omgevingsveiligheid en circulariteit van het totale systeem in positieve zin te beïnvloeden. Dit kan te maken hebben met de gevolgen die individuele stoffen hebben op het vlak van circulariteit en duurzaamheid. Maar het kan ook samenhangen met lokalisatie, het nadenken over de gehele energieketen en het stimuleren dat de omgevingsrisico's beperkt blijven.

2.3.3 Kans en effect

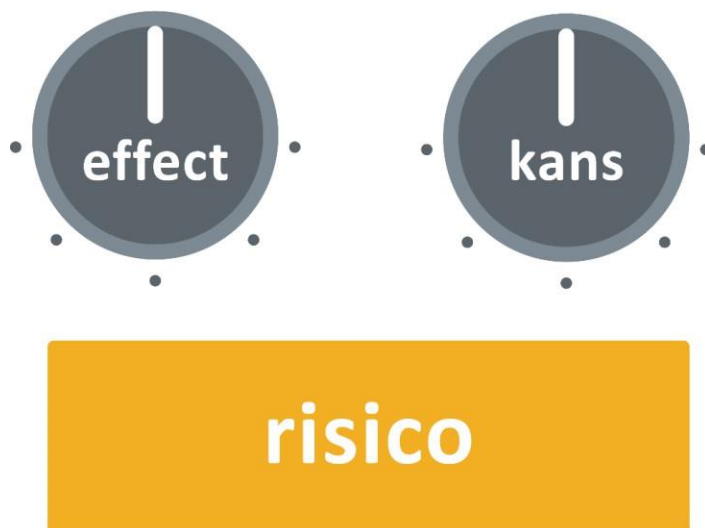
De **kans** dat iets fout kan gaan samen met het **effect** dat kan plaatsvinden wanneer iets fout gaat, resulteert in het **risico**. Het is belangrijk om kans en effect in eerste instantie apart van elkaar te zien. Een zeer gevaarlijke stof in een systeem geeft niet per definitie een hogere kans op fouten, het systeem kan namelijk zeer veilig uitgerust zijn, wat de kans op fouten minimaliseert. Een voorbeeld hiervan zijn kerncentrales. Daarentegen, wanneer er een fout optreedt in een dergelijk systeem dan is het effect vaak wel groter, omdat de stof die vrijkomt zeer gevaarlijk is.

De kanttekening hierbij is dat een dergelijk systeem met zeer gevaarlijke stoffen in de praktijk vaak uiterst veilig is uitgevoerd, waardoor er bij een calamiteit weinig van deze zeer gevaarlijke stof vrijkomt wat resulteert in een klein effect.

Tevens wordt er bij het maken van risicoanalyses onderscheid gemaakt in de verschillende calamiteiten die kunnen optreden, omdat de kansen en effecten van deze calamiteiten ook verschillen.

Vaak is namelijk een kans op een kleine calamiteit groter dan de kans op een grote calamiteit, waarbij een kleine calamiteit een kleiner effect heeft dan een grote calamiteit.

De principes relateren direct aan kansen en effecten. Onderliggend hebben de principes namelijk het doel om kansen en effecten te verkleinen, wat resulteert in een kleiner risico. De analogie om de principes te zien als knoppen waaraan gedraaid kan worden (figuur 2.2), vertaalt zich dus direct naar het draaien aan kansen en effecten om de risico's te verkleinen.



Figuur 2.2: Illustratie kans en effect

Wanneer een effect geheel weggenomen is, bijvoorbeeld door een zeer brandbare stof te vervangen door een niet-brandbare stof, dan heeft het nemen van extra kansbeperkende maatregelen geen significante invloed meer op het uiteindelijke risico. Omgekeerd geldt dezelfde vergelijking, wanneer het nagenoeg onmogelijk gemaakt wordt dat een gevaarlijke stof kan vrijkomen, dan heeft het nemen van effectbeperkende maatregelen ook weinig invloed meer op het uiteindelijke risico.

3 Beschrijving van de tool

3.1 Waarvoor is het instrument bedoeld

Het instrument heeft tot doel om het bewustzijn ten aanzien van Safe-by-Design in de energietransitie te vergroten. Dat geldt voor de gebruiker van het instrument en alle betrokkenen, die de verkregen inzichten kunnen benutten bij de vervolgstappen van een bepaalde ontwikkeling binnen (een project bij) de energietransitie.

3.2 Welke scope omvat de tool

Het instrument is in principe toepasbaar voor alle ontwikkelingen binnen de energietransitie. Het gaat hierbij zowel om ontwikkelingen die op een (strategisch) beleidsniveau plaatsvinden als ontwikkelingen die op een concreter projectniveau spelen. Het instrument ondersteunt bij het verbreden van het beeld van de gebruiker om zo tot een betere afweging te komen bij de betreffende ontwikkeling.

Het instrument biedt geen pakkende oplossingen, maar wel gerichte aanknopingspunten om veiligheid meer bij de ontwikkeling te betrekken. De resultaten bevatten verwijzingen naar de meest relevante principes en randvoorwaarden van Safe-by-Design, waarbij een relatie wordt gelegd met de huidige inzichten voor die betreffende principes en randvoorwaarden (zoals wet- en regelgeving, achtergrondinformatie en voorbeelden).

De resultaten zijn afhankelijk van het stadium van de ontwikkeling. Dit maakt het ook mogelijk om verschillende ontwikkelingen met elkaar te vergelijken. Afhankelijk van de beantwoording van de vragen zullen er andere principes en randvoorwaarden uitkomen als resultaat.

3.3 Hoe is het instrument opgebouwd en welke uitdagingen zijn er

De startmodule van het Safe-by-Design instrument omvat drie onderdelen:

1. Algemeen deel met achtergrondvragen;
2. Cluster met beleidsmatige vragen;
3. Cluster met projectgerichte vragen.

Het algemene deel (1) gaat over kenmerken zoals organisatie, een beknopte omschrijving van de ontwikkeling, op welke sector in het energiesysteem de ontwikkeling van toepassing is (indien relevant) en het gebied waarin de ontwikkeling plaatsvindt. In het cluster met beleidsmatige vragen (2) komen vragen aan de orde die in de eerste plaats gerelateerd zijn aan beleid en wet- en regelgeving. Tot slot gaan de vragen in het cluster met projectgerichte vragen (3) over specifieke ontwikkelingen die al op een bepaalde locatie zijn voorzien. Tussen het cluster met beleidsmatige en projectgerichte vragen zit (logischerwijs) een overlap.

Afhankelijk van het moment waarop het instrument wordt toegepast zijn bepaalde vragen niet relevant. Bij het doorlopen van het instrument kunnen deze vragen worden overgeslagen.

3.4 Vraagstellen en resultaten

Het instrument begint met enkele algemene vragen (tabel 3.1). Deze vragen zijn bedoeld om de scope van de vraagstelling vast te leggen. Het beantwoorden van deze vragen helpt de gebruiker de eigen kaders voor het inzetten van het instrument scherper te krijgen.

Tabel 3.1: Algemene vragen

Vraag	Antwoord
Naam	
Type organisatie	
Korte typering van het initiatief of project	
Sector waarvoor het project of energiesysteem (het meest) van toepassing is	<i>Bijv. Opslag van energie in buurtbatterij, ontwikkeling van een electrolyser op locatie x.</i>
In welke omgeving vindt het project of initiatief plaats?	<i>Bijv. het Rotterdamse havengebied, bedrijventerrein x of rand van woonwijk ##</i>
Welke sector is betrokken bij het project of initiatief?	<i>Bijv. ontwikkeling in samenwerking tussen netbeheerder en lokaal bedrijf.</i>

Na de algemene vragen volgen twee meer specifieke vragenlijsten, één voor beleidsmatige vraagstukken (tabel 3.2) en één voor meer projectgerelateerde vragen (tabel 3.3). Het invullen van de verschillende vragen leidt tot een indicatie welke Safe-by-Design criteria het meest kansrijk zijn voor het project of initiatief.

Iedere vraag die met ja wordt beantwoord indiceert de kansen voor één of meerdere Safe-by-Design criteria. Het invullen van de vragenlijst resulteert dus in een overzicht van kansen.

Tabel 3.2: Beleidsmatige vragen

Beleidsmatige vragen	Ja	Nee	Nvt
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?			
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?			
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?			
Zijn alle risico's voor de omgeving bekend?			
Zijn er veel mensen aanwezig in de nabije omgeving van de activiteit?			
Moet de locatie en indeling van de activiteit nog bepaald worden?			
Heeft de toekomstige gebruiker voldoende ervaring en kennis met betrekking tot het exploiteren van de activiteit?			
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?			
Is informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?			
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?			
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?			
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?			
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?			

In de vragenlijst met betrekking tot meer projectmatige vragen zijn meer technische vragen opgenomen.

Tabel 3.3: Projectmatige vragen

Projectmatige vragen	Ja	Nee	Nvt
Zijn nog aanpassingen in het ontwerp mogelijk?			
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?			
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?			
Is het in principe mogelijk dat de (maximale) hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden?			
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?			
Is het energiesysteem aan te passen aan de lokale omstandigheden (uitvoering, grootte, ligging, etc.)?			
Is er sprake van hoge druk of hoge temperaturen?			
Zijn signalen vanuit technisch perspectief waarneembaar die kansen bieden voor het versimpelen van het proces?			
Moet de apparatuur nog ontworpen of samengesteld worden?			
Zijn alle mogelijke risico's voor de omgeving bekend?			
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?			
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?			
Is de indeling van de verschillende procesonderdelen aan te passen zodat een maximale afstand tot de bebouwing wordt gegarandeerd?			
Is er een menselijke operator betrokken bij het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en/of bij het regelmatig bedienen/onderhouden van de installatie?			
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en aantoonbaar voldoende?			
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?			
Is er informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?			
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?			
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?			
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?			
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?			

4 Handleiding van het instrument

4.1 Hoe werkt de tool?

Bij elke beleidsmatige en projectmatige vraag zijn basisprincipes en randvoorwaarden Safe-by-Design gekoppeld. Dit is weergegeven in een kruistabel (zie Tabel 4.1 en Tabel 4.2), waarbij elk antwoord "ja" of "nee" in de vragenlijst correspondeert met relevante principes en randvoorwaarden. Bij beantwoording van elke vraag ontvangt de gebruiker een (korte) uitleg over mogelijke toepassingen van de gerelateerde Safe-by-design criteria. Deze interactieve toelichtingen helpen de gebruiker beter te begrijpen hoe Safe-by-design criteria van toepassing zijn op specifieke antwoorden en kunnen ondersteunen bij verdere evaluaties en besluitvorming.

Het instrument houdt automatisch bij hoeveel vragen met "ja" en "nee" beantwoord zijn tijdens het invullen van de vragenlijst. Op basis van het aantal "ja"- en "nee"-antwoorden geeft het instrument aan welke Safe-by-design criteria het meest kansrijk zijn voor de energietransitie ontwikkeling. Het advies wordt weergegeven als een score van toepassingspotentieel per principe en randvoorwaarde.

Uitkomst			
Safe-by-design principes		Score	
Minimalisatie		3	
Substitutie		3	
Moderatie		2	
Simplificatie		3	
Verbeteren fouttolerantie		4	
Limitatie gevaarlijke effecten		6	
Incorporatie van fool-proof principes		7	
Safe-by-design randvoorwaarden		Score	
Professionalisatie		5	
Lokalisatie		3	
Stimulatie		2	
Communicatie		9	
Organisatie		5	
Systeemoptimalisatie		2	
Potentieel			
laag			
gemiddeld			
hoog			

Figuur 4.1 Illustratie van de uitkomst ingevulde vragenlijst.

Tabel 4.1: Kruistabel Beleidsmatige vragen

Beleidsmatige vragen	Ja	Nee	Niet van toepassing	Minimalisatie	Substitutie	Moderatie	Simplificatie	Verbeteren foutentolerantie	Limitatie gevaarlijke effecten	Incorporatie van fool-proof principes	Professionalisatie	Lokalisatie	Stimulatie	Communicatie	Organisatie	Systeemoptimalisatie
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	x			x	x		x		x							
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	x			x	x	x	x	x	x	x						
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?	x			x	x	x	x			x						
Zijn alle risico's voor de omgeving bekend?	x							x	x			x		x		x
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?	x								x			x				
Moet de locatie en indeling van de activiteit nog bepaald worden?	x								x			x		x		
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en zijn er duidelijke instructies beschikbaar?		x								x	x			x	x	
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?		x									x			x	x	
Is informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?		x						x		x				x	x	
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?	x							x		x			x	x		
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?		x									x		x	x		
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?		x								x	x			x	x	
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?		x							x	x	x			x	x	x

Tabel 4.2: Kruistabel Projectmatige vragen

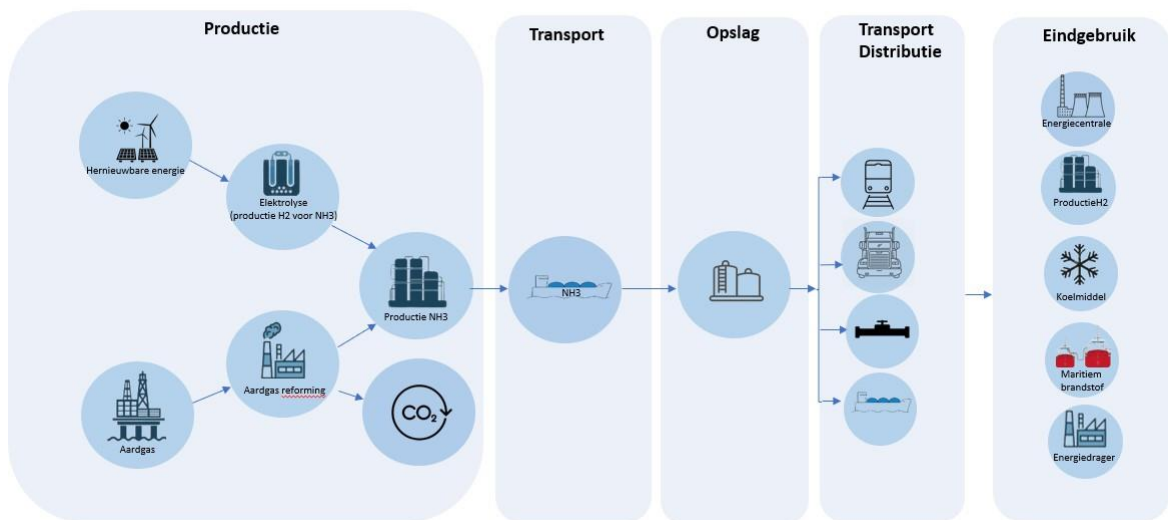
Projectmatige vragen	Ja	Nee	Niet van toepassing	Minimalisatie	Substitutie	Moderatie	Simplificatie	Verbeteren	Limitatie gevaarlijke effecten	Incorporatie van fool-proof principes	Professionalisatie	Lokalisatie	Stimulatie	Communicatie	Organisatie	Systeemoptimalisatie
Zijn nog aanpassingen in het ontwerp mogelijk?	x			x	x	x	x	x								
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	x			x	x		x		x							
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	x			x	x	x	x	x	x	x						
Is het in principe mogelijk dat de (maximale) hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden?	x			x	x											
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?	x			x	x	x	x			x						
Is het energiesysteem aan te passen aan de lokale omstandigheden (uitvoering, grootte, ligging, etc.)?	x			x		x						x		x		
Is er sprake van hoge druk of hoge temperaturen?	x					x			x	x						
Zijn signalen vanuit technisch perspectief waarneembaar die kansen bieden voor het versimpelen van het proces?	x					x	x									x
Moet de apparatuur nog ontworpen of samengesteld worden?	x					x	x	x				x				x
Zijn alle mogelijke risico's voor de omgeving bekend?	x							x	x			x		x		x
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?	x								x			x				
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?	x								x			x		x		
Is de indeling van de verschillende procesonderdelen aan te passen zodat een maximale afstand tot de bebouwing wordt gegarandeerd?		x							x			x		x		
Is er een menselijke operator betrokken bij het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en/of bij het regelmatig bedienen/onderhouden van de installatie?	x									x				x		
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en zijn er duidelijke instructies beschikbaar?		x								x	x			x	x	
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?		x									x			x	x	
Is er informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?		x						x		x				x	x	
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?	x							x		x			x			
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?		x									x		x			
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?		x								x	x				x	
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?		x							x	x	x				x	x

4.2 Hoe ga je om met de volledige energieketen?

Bij de ontwikkelingen in de energietransitie, met betrekking tot energiedragers zoals waterstof en ammoniak, is het essentieel om een waardeketenperspectief te hanteren (figuur 4.2). Zo is bij de realisatie van opslag aandacht voor het bijbehorende transport noodzakelijk. Het transport van energiedragers vereist zorgvuldige afwegingen met betrekking tot transportmodaliteit en -routes.

Het instrument helpt de gebruiker om na te denken over mogelijke veiligheidsrisico's voor de omgeving van het huidige project of vraagstuk. De gebruiker zal zelf ook de gehele waardeketen moeten identificeren en kan het instrument voor de verschillende onderdelen hiervan gebruiken. Dit wordt bereikt door een aantal vragen te stellen over het energietransitie project en in de toelichting aan te geven welke Safe-by-Design principes en randvoorwaarden mogelijk van toepassing zijn. Op deze manier worden de relevante principes voor de verschillende elementen van de keten inzichtelijk, zodat voor het gehele project rekening kan worden gehouden met Safe-by-Design.

Waardeketen Ammoniak in de energietransitie



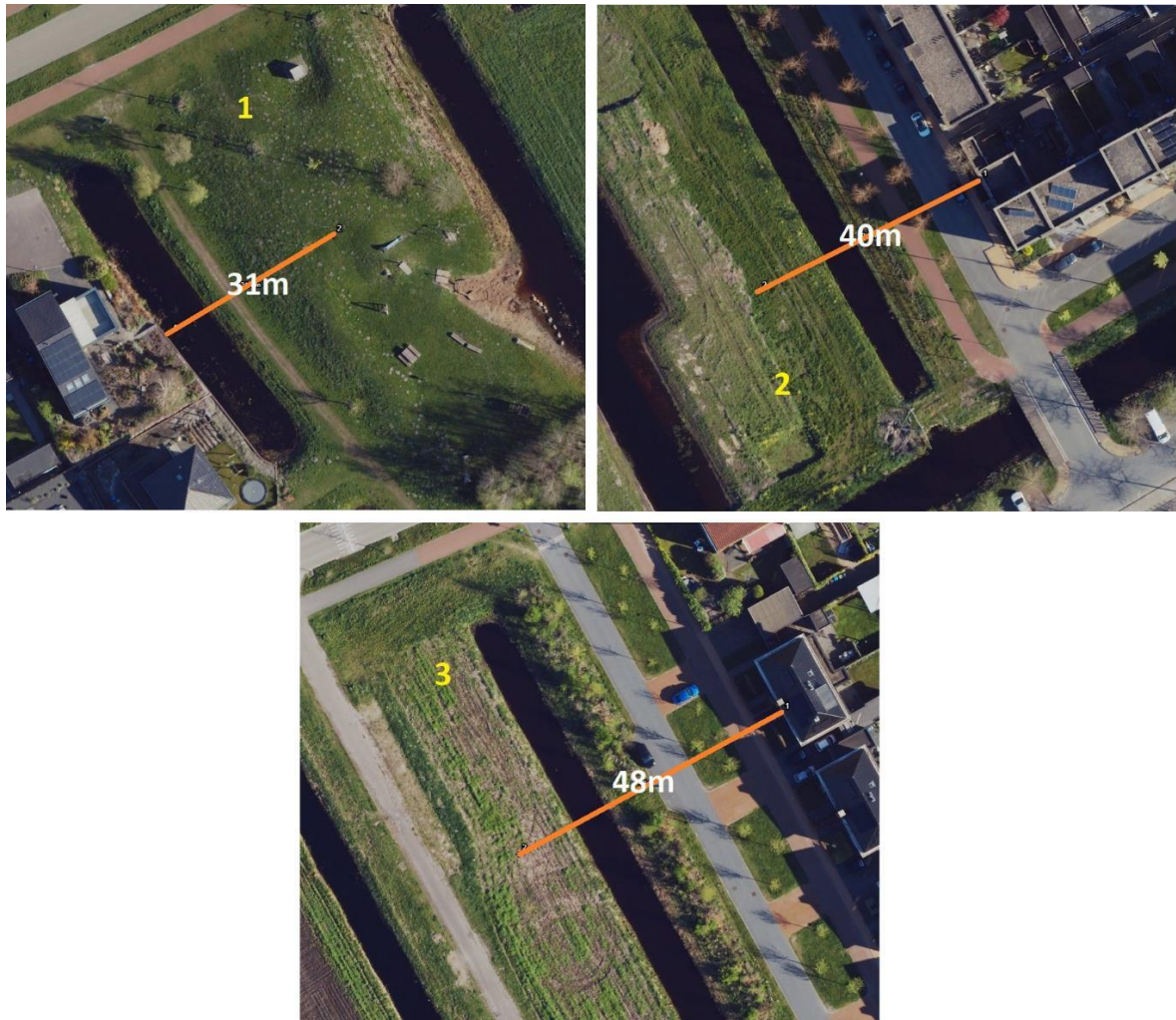
Figuur 4.2: Voorbeeld van de waardeketen Ammoniak in de energietransitie

Ter illustratie: vertrekpunt bij doorlopen van de tool

Om de tool te kunnen doorlopen, is het noodzakelijk om scherp voor ogen te houden wat het betreffende (onderdeel) van de ontwikkeling is waarvoor de gebruiker de tool gebruikt.

Enkele voorbeelden:

- Gebouwde omgeving: visie gaat 'van gas af'.
 - Wat kan dan wel (in plaats van gas)? Safe-by-Design helpt hierbij om de juiste keuze te maken.
- Overgang naar waterstof: op welke manier vul je het in? Denk daarbij aan:
 - waar wel/waar niet;
 - welke waterstofdrager;
 - welk onderdeel van de keten betreft het.



Figuur 5.2: Detailweergave en afstand tot woningen van de zoekgebieden voor de plaatsing van het EOS

Achtergrond batterijtechnologieën

De meest voorkomende vorm van elektriciteitsopslag maakt gebruik van de lithium-ion batterijtechnologie. Kortweg bestaat een lithiumbatterij uit een anode, kathode en elektrolyt, waarbij een of meerdere van deze componenten lithiumhoudend zijn. Binnen de categorie van lithium-ion batterijen kunnen elk van deze componenten chemisch gezien van elkaar verschillen. De verschillen in de chemische samenstelling van deze componenten vertalen zich direct naar verschillen in specificaties tussen deze batterijen. Zo kan de ene lithium-ion batterij veel meer energie opslaan per volume-eenheid dan de andere batterij, kan de levensduur verschillen en het vermogen wat desbetreffende (type) batterij kan leveren.

Deze verschillen in chemische samenstelling vertalen zich ook naar verschillen betreffende de veiligheid van de batterij. Een lithium-ijzer-fosfaat (LFP) batterij is brandveiliger in vergelijking met een lithium-nikkel-mangaan-kobaltoxide (NMC) batterij, waarbij een NMC-batterij in de praktijk het meeste voorkomt. Doordat de LFP-batterij in de praktijk veiliger is dan de NMC-batterij, verwacht men dat in de nabije toekomst de LFP-batterij de dominante positie van de NMC-batterij overneemt, met name voor de grotere vormen van energieopslag, zoals ook buurtbatterijen, en elektrische voertuigen.

Binnen de lithium-ion batterijen kan tevens onderscheid worden gemaakt tussen bestaande technologieën, die zich in de praktijk al hebben bewezen op grotere schaal, en nieuwe technologieën, die zich nog grotendeels moeten bewijzen in de praktijk. De ervaring in de praktijk betreft ook ervaringen op het gebied van veiligheid, bijvoorbeeld hoe de batterij zich gedraagt tijdens een brand en hoe deze brand het beste te bestrijden is.

Naast de lithium-ion batterijtechnologie bestaan verscheidene andere batterijtechnologieën, die over het algemeen minder worden toegepast en zich nog grotendeels in de ontwikkelingsfase bevinden. Twee voorbeelden van deze technologieën zijn de natrium-ion en redox-flow batterijtechnologieën. Ook binnen deze technologieën kunnen de batterijen op chemisch niveau van elkaar verschillen, waardoor ook naar deze nieuwere technologieën op dezelfde manier gekeken kan worden als bij lithium-ion.

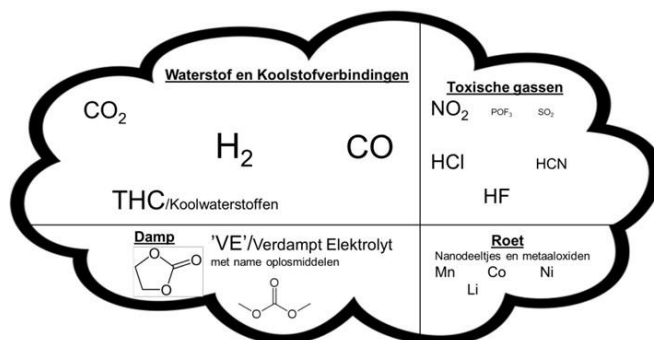
Omgevingsrisico's energieopslagsystemen [Bron: NIPV – veiligheid nieuwe batterij technologieën]

Bij huidige lithium-ion batterijen wordt de thermal runaway als het belangrijkste veiligheidsrisico gezien⁴. In deze paragraaf wordt het begrip thermal runaway toegelicht op basis van onze huidige kennis over lithium-ion batterijen. Het inwendige van de batterijcel is ontworpen om onder normale gebruiksomstandigheden stabiel te blijven. Dit is van belang, omdat er tijdens het opladen en ontladen voortdurend elektrochemische reacties plaatsvinden. Zodra de inwendige componenten of het beschermelaagje (SEI) echter beschadigd raken, wordt het elektrochemische proces verstoord. De oorzaken hiervan worden onderverdeeld in de categorieën thermisch, elektrisch en mechanisch.

De effecten van een thermal runaway kunnen zijn:

- vrijkomen van een toxisch en brandbaar gasmengsel
- batterijbrand
- dampwolkexplosie/wolkbrand

Tijdens een thermal runaway komen brandbare en toxische gassen vrij (figuur 5.3). Het openbreken van batterijcellen maakt een ploffend geluid en het vrijkomen van de gassen een sissend geluid. De vrijkomende gassen zijn hieronder opgesomd.



Figuur 5.3: Vrijkomende stoffen bij thermal runaway – lithium batterijen

Toepassing SbD tool

De aanvraag van de bewonersvereniging is nog in een beginnende fase, waarbij de precieze locatie en het type batterij nog niet vaststaan. Wel is bekend dat de batterij in een bebouwde omgeving komt te staan en wat het overkoepelende doel van de batterij is: het opslaan van duurzaam opgewekte elektriciteit afkomstig van de zonnepanelen op de woningen in de buurt, om deze tevens op een later tijdstip weer terug te leveren aan deze woningen.

Op deze casus zijn, na de algemene vragen, voornamelijk de projectmatig inhoudelijke vragen relevant. Na het doorlopen van deze projectmatige vragen worden drie Safe-by-Design principes en een randvoorwaarde die het meest duidelijk naar voren komen verder toegelicht.

4. Zhang, W., Lu, J., & Guo, Z. (2021). Challenges and future perspectives on sodium and potassium ion batteries for grid-scale energy storage. *Materials Today*, 50, 400–417. <https://doi.org/10.1016/j.MATTOD.2021.03.015>.

Tabel 5.1: Inge vulde vragenlijst lithium-ion casus

Vraag	Antwoord
Naam	R. Koubergen
Type organisatie	Bewonersvereniging Skoatterwâld
Korte typering van het initiatief of project	Energieopslag buurtbatterij
Sector waarvoor het project of energiesysteem (het meest) van toepassing is	Energie
In welke omgeving vindt het project of initiatief plaats?	Bebouwde omgeving, woonwijk
Welke sector is betrokken bij het project of initiatief?	Privaat-particuliere samenwerking

Inhoudelijke vragen	Ja	Nee	Nvt
Zijn nog aanpassingen in het ontwerp mogelijk?	X		
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	X		
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	X		
Is het in principe mogelijk dat de (maximale) hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden?	X		
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?	X		
Is het energiesysteem aan te passen aan de lokale omstandigheden (uitvoering, grootte, ligging, etc.)?	X		
Is er sprake van hoge druk of hoge temperaturen?		X	
Zijn er signalen vanuit technisch perspectief waarneembaar die kansen bieden voor het versimpelen van het proces?			X
Moet de apparatuur nog ontworpen of samengesteld worden?	X		
Zijn alle mogelijke risico's voor de omgeving bekend?	X		
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?	X		
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?	X		
Is de indeling van de verschillende procesonderdelen aan te passen zodat een maximale afstand tot de bebouwing wordt gegarandeerd?	X		
Is er een menselijke operator betrokken bij het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en/of bij het regelmatig bedienen/onderhouden van de installatie?		X	
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en aantoonbaar voldoende?	X		
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?	X		
Is er informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?			X
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?			X
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?		X	
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?		X	
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?		X	

Uit de kruistabel (tabel 5.1) komen twee principes duidelijk naar voren, namelijk **minimalisatie** en **limitatie gevaarlijke effecten**. Deze principes komen met name naar voren uit de antwoorden op de vragen over het verminderen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem, de hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving en de nog niet vastgestelde exacte locatie van de activiteit. Daarnaast scoren een aantal principes hetzelfde. Wanneer verder naar de context van het project wordt gekeken in combinatie met de vragen, komt het principe **substitutie** duidelijker naar voren. Dit heeft te maken met het feit dat, zoals genoemd in de gegeven achtergrondinformatie batterijtechnologieën, verschillende soorten lithium-ion batterijtechnologieën beschikbaar zijn waaruit kan worden gekozen. De principes moderatie en simplificatie zijn in mindere mate aan de orde, vanwege het feit dat het hier niet gaat over een proces waarbij procesparameters direct voor risico's zorgen en er weinig mogelijkheden zijn tot versimpeling van het systeem.

Op basis van de resultaten uit de kruistabel en de context van het project worden de volgende drie Safe-by-Design principes die het meest van toepassing zijn op deze casus verder toegelicht:

- Substitutie
- Minimalisatie
- Limitatie gevaarlijke effecten

Substitutie

Het doel van substitutie is het reduceren van het risico door het kiezen van een andere energiedrager, in deze casus een andere batterijtechnologie.

Voor de buurtbatterij kan gekozen worden tussen verschillende batterijtechnologieën, zoals reeds besproken in Achtergrond batterijtechnologieën (eerder deze paragraaf). Al de verschillende technologieën hebben elk hun eigen veiligheidsrisico's, waarbij de ene technologie veiliger is dan de andere. De afweging tussen deze technologieën hangt naast veiligheid ook nauw samen met de eisen voor de batterij betreffende de technische aspecten, zoals vermogens, energiedichtheid en levensduur. Het vervangen van een energiedrager kan ook leiden tot aanvullende risico's en/of vragen als er wordt gekozen voor relatief nieuwe technologieën. Wanneer een nieuwe batterijtechnologie nog niet voldoende op schaal is toegepast in de praktijk, brengt dit nieuwe risico's met zich mee omtrent het ontbreken van ervaring met het bestrijden van eventuele calamiteiten.

Minimalisatie

Bij minimalisatie is het doel in dit geval om het risico te reduceren door het volume van het geheel te reduceren, waarbij het voornamelijk gaat om het volume van eventueel gevaarlijke substanties te reduceren.

In deze casus kunnen de principes minimalisatie en substitutie met elkaar botsen. Zo heeft een NMC-batterij een hogere energiedichtheid in vergelijking met een LFP-batterij. Dit resulteert bij de keuze voor een NMC-batterij in een kleinere batterij, waar tevens ook minder gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Echter, de LFP-batterij heeft een kleinere kans op thermische ontlading en is daardoor veel minder brandgevaarlijk. Wanneer in de LFP-batterij thermische ontlading of kortsluiting plaatsvindt, brandt een klein deel van de batterij af, terwijl bij een NMC-batterij een kettingreactie ontstaat en vrijwel altijd de gehele batterij gaat branden. Onder de streep, wanneer een LFP- en NMC-batterij volledig branden, komen bij beide batterijen nagenoeg evenveel schadelijke stoffen vrij.

Tevens kan worden gekeken naar hoeveel energie in eerste instantie nodig is om op te slaan, om niet een onnodig grote batterij te kiezen.

Limitatie gevaarlijke effecten

Het doel bij limitatie gevaarlijke effecten is om de risico's te reduceren door afstand te houden of het nemen van beschermende maatregelen.

Bij de plaatsing van de buurtbatterij moet uiteraard rekening worden gehouden met de omgeving. Het vergroten van de afstand van de buurtbatterij ten opzichte van parkeerplaatsen met auto's, zorgt voor een verlaging van het risico dat een eventuele brand kan uitslaan naar deze auto's. Hetzelfde principe geldt voor de afstand van de batterij tot omliggende woningen.

Bij het omzetten van de energie vanaf de woningen naar de batterij (en weer terug) is een transformator nodig die de stroom omzet van wisselspanning (AC) naar gelijkspanning (DC). Bij deze omzetting in de transformator komt warmte vrij, wat het risico van een thermische ontsporing van de batterij vergroot. Dit risico kan worden gereduceerd door voldoende afstand te realiseren van de transformator tot de batterij, of door beschermende maatregelen te treffen zodat de warmte van de transformator niet bij de batterijen komt.

Uit de kruistabel komt naar voren dat de randvoorwaarde **lokalisatie** het sterkst van toepassing is op deze casus. Lokalisatie heeft als doel in deze casus te helpen om het ruimtelijk zo te organiseren en in te richten, dat de omgevingsveiligheid in positieve zin wordt beïnvloed. Deze randvoorwaarde sluit daarmee aan bij het principe limitatie gevaarlijke effecten, waar beide het principe en de randvoorwaarde in de praktijk kunnen worden uitgevoerd door de batterij op een veilige afstand van de gebouwde omgeving te plaatsen. In principe is lokalisatie een algemene randvoorwaarde die geldt voor het functioneren van omgevingsveiligheid. Bij nieuwe ruimtelijke inrichtingen is het in alle gevallen nodig om een goed beeld te hebben van de directe omgeving en de gehele keten om zo potentiële risico's in te schatten en hierop te ageren in het kader van omgevingsveiligheid. Hierbij moet ook een goede afweging worden gemaakt tussen de potentiële effecten op de omgeving en het creëren van een efficiënt systeem qua schaalgrootte.

Randvoorwaard

Samenvattend betekent dit dat de principes en randvoorwaarde die in deze casus zijn behandeld, de grootste kans bieden op het reduceren van risico's. Een overzicht van deze principes en randvoorwaarde, samen met het doel en toepassing op de casus, zijn beknopt samengevat in tabel 5.2.

Tabel 5.2: Overzicht van principes, randvoorwaarde en bijbehorende doel en toepassing op de casus van de buurtbatterij

Principe	Doel	Casus
Substitutie	Reductie risico door kiezen andere energiedrager	Keuze voor LFP- en niet voor NMC-batterij
Minimalisatie	Reductie risico door verkleinen volume gevaarlijke stoffen	Geen onnodig grote batterij
Limitatie gevaarlijke effecten	Reductie risico door afstand of beschermende maatregelen	Voldoende afstand realiseren tussen batterij en woningen
Lokalisatie	Bijdragen aan omgevingsveiligheid door ruimtelijke inrichting	Voldoende afstand realiseren tussen batterij en woningen met daarbij ook de inzet op een efficiënte inrichting van de toepassing buurtbatterijen, denk hierbij aan een afweging tussen schaalgrootte en locatiekeuze.

5.2 Casus 2 – Ammoniak import terminal

Situatieschets

In het Rotterdamse havengebied wil een tankterminal operator uitbreiden met een viertal tanks voor de koude atmosferische opslag en overslag van ammoniak (figuur 5.4). Ammoniak is een waterstofdrager en kan daarmee een belangrijke rol vervullen in de duurzame energietransitie. Elk van de vier tanks heeft de capaciteit om 50 kton ammoniak op te slaan.

De import van de ammoniak vindt plaats via de scheepvaart. De ammoniak wordt aangevoerd door schepen en vervolgens overgeslagen van de schepen naar de tanks. Nadien kan de ammoniak verder worden getransporteerd via (binnenvaart)schepen, het spoor en via buisleiding naar een ammoniakkraker om te worden omgezet naar waterstof.



Figuur 5.4: Weergave van locatie waar de tankterminal operator de tanks wil gaan realiseren

Achtergrondinformatie ammoniak (PGS 12)

Ammoniak is een kleurloos gas met een kenmerkende, scherpe geur en komt van nature voor in het milieu, waar het een belangrijke rol speelt in de stikstofkringloop. Ammoniak is geen onbekende stof, het wordt al op grote schaal gebruikt sinds de jaren dertig van de vorige eeuw en kent vele toepassingsgebieden, van de landbouw, synthese van kunststoffen, reinigingsmiddelen tot en met de koelindustrie. Dit betekent dat de technologie omtrent de productie, opslag en transport van ammoniak al volwassen is en er op verschillende schaalgroottes en in verschillende sectoren ervaring is opgedaan in de praktijk. Hetzelfde geldt voor de risico's omtrent de productie, opslag en transport van ammoniak.

Hoewel ammoniak al veel wordt gebruikt in verscheidene sectoren, is dit niet zonder risico's. Ammoniak is een toxische stof die onder andere de luchtwegen, ogen en huid kan aantasten. Ammoniak verdampt snel en vormt een wolk die zich kan verspreiden, waardoor de blootstelling aan toxische niveaus op afstand mogelijk is. Ammoniakdampen zijn, afhankelijk van de mate van blootstelling, schadelijk voor de gezondheid. Ammoniak heeft een lage brandbaarheid. In tegenstelling tot de meeste koolwaterstoffen brandt een koudgekookte ammoniakpoel niet op een zelfonderhoudende manier, voornamelijk vanwege de beperkte warmtestraling vanuit de vlammen die de poel bereiken.

Hierdoor vormt een mogelijke ammoniakbrand tevens een beperkt gevaar, aangezien er slechts weinig warmte-uitstraling naar de omgeving plaatsvindt. De kans op brand en explosie is voornamelijk aanwezig in slecht geventileerde ruimten.

In de context van de energietransitie speelt ammoniak een veelbelovende rol als energiedrager of als drager van waterstof. Eveneens kan ammoniak als brandstof worden gebruikt, met name voor de scheepsvaart lijkt dit een interessante optie. De verwachting is daarom ook dat het gebruik van ammoniak, en daarmee tevens de productie, opslag en het transport, zal toenemen.

De voordelen van ammoniak als waterstofdrager zijn de hoge energiedichtheid per volume en het feit dat het vloeibaar kan worden gemaakt onder een relatief lage druk en rond kamertemperatuur (~10 bar en 20 °C), of door het gering af te koelen tot -33 °C. Dit in tegenstelling tot waterstof, wat in de praktijk pas vloeibaar wordt bij een temperatuur van -253 °C en 700 bar. Derhalve is ammoniak in de praktijk veel eenvoudiger op te slaan en te transporteren in vergelijking met waterstof.

Omgevingsrisico's

Bij ammoniak liggen de grootste risico's, volgens de experts van het NIPV, bij druppellekkages die kunnen optreden in de appendages en aansluitingen van opslagtanks en op de verbinding tussen de opslag en de afgemeerde tankers die de ammoniak overslaan⁵. In het overslagproces liggen de belangrijkste risico's². De opslagtanks voor koudeopslag van ammoniak moeten volgens de laatste richtlijnen voldoen aan het zogenoemde 'full-containment' principe. Hierbij zijn de metalen tanks dubbelwandig uitgevoerd met een betonnen beschermwand, interne pompen en lopen alle leidingen via het dak van de tank. Door deze strenge ontwerpeisen is een scenario met een massale emissie als gevolg van het falen van de tankwand niet meer realistisch[zelfde bron]. Hierdoor is het realistische maatgevende scenario een druppellekkage, die goed beheersbaar is.

Derhalve is het omgevingsrisico bij een ammoniaklek het ontstaan van een dampwolk. Ammoniak is namelijk een toxische stof die bij verdamping schade kan veroorzaken aan luchtwegen, ogen en huid, waarbij de dampen zich relatief snel verspreiden en blootstelling aan schadelijke niveaus op afstand mogelijk maken.

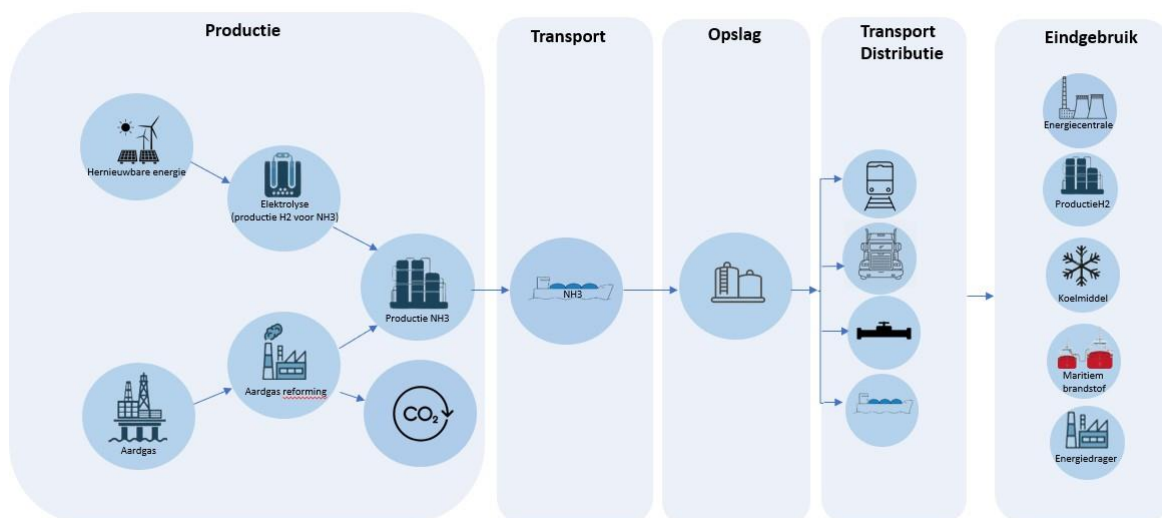
Keten

Bij ammoniak is het belangrijk om niet alleen te kijken naar de opslag zelf, maar ook de verdere keten mee te nemen. Zo is de ammoniakopslag maar één van onderdelen van de ammoniakketen, waar de stof ammoniak aanwezig is in de hele keten. De ammoniak die in de opslagtanks zit is ergens van afkomstig, bijvoorbeeld via een leiding vanaf een naastliggende productiefaciliteit of via de scheepsvaart. Vervolgens gaat de ammoniak ook weer ergens naartoe: via scheepsvaart, het spoor, de weg of via buisleidingen. Tevens zijn overslagactiviteiten en bijbehorende systemen nodig die de ammoniak van de tanks naar de desbetreffende transportmethode overslaan. Omdat bij al deze handelingen én in al deze systemen ammoniak aanwezig is, blijven overal risico's aanwezig waar rekening mee moet worden gehouden.

De zwakste schakel in de keten zorgt voor het meeste risico. Zo kent de handeling waar de ammoniak wordt overgeslagen vanuit de tanks naar bijvoorbeeld een schip of een ketelwagen, een groter risico dan de opslag in de tank zelf. Met het besef dat de individuele activiteit onderdeel is van een gehele keten, kan er een completer beeld van de risico's worden verkregen die kunnen ontstaan. Tevens helpt het overzien van de gehele keten bij het begrijpen van de interacties tussen de verschillende activiteiten. Risico's in een eerdere fase van de keten kunnen bijvoorbeeld invloed hebben op latere fases in de keten. Daaropvolgend helpt het kijken naar de gehele keten om synergiën te ontdekken, wat kan leiden tot efficiëntere maatregelen voor risicovermindering die van toepassing zijn op meerdere schakels in de keten.

5. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid. (2023, 11 december). Actualisering PGS 12: Richtlijn voor veilig opslaan en verladen ammoniak - Nederlands Instituut Publieke Veiligheid. <https://nipv.nl/blog/actualisering-pgs-12-richtlijn-voor-veilig-opslaan-en-verladen-ammoniak/>

Waardeketen Ammoniak in de energietransitie



Figuur 5.5: Waardeketen Ammoniak in de energietransitie

Toepassing SbD tool

In deze casus is het doel van het project duidelijk en ligt de locatie vast. Het hoofddoel is het opslaan van ammoniak. Voor de rest zijn strenge en heldere eisen opgenomen in PGS 12 waar een koude atmosferische ammoniakopslag aan moet voldoen. Een groot deel van het project staat dus al vast en kan of mag niet worden gewijzigd. Op deze casus zijn dus met name de projectmatige vragen van toepassing.

Als eerste worden de algemene en projectmatige vragen ingevuld in de kruistabel (tabel 5.3), waarna de resultaten worden besproken die leiden tot de drie Safe-by-Design principes die het meest duidelijk naar voren komen.

Tabel 5.3: Inge vulde vragenlijst ammoniak import terminal casus

Vraag	Antwoord
Naam	E.J. Pernis-Rozenburg
Type organisatie	Ammoniak Overslag Maasvlakte (AOM)
Korte typering van het initiatief of project	Ammoniakopslag Maasvlakte
Sector waarvoor het project of energiesysteem (het meest) van toepassing is	Energie
In welke omgeving vindt het project of initiatief plaats?	Industrie, havengebied
Welke sector is betrokken bij het project of initiatief?	Private sector

Inhoudelijke vragen	Ja	Nee	Nvt
Zijn nog aanpassingen in het ontwerp mogelijk?	X		
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	X		
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	X		
Is het in principe mogelijk dat de (maximale) hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden?	X		
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?		X	
Is het energiesysteem aan te passen aan de lokale omstandigheden (uitvoering, grootte, ligging, etc.)?	X		
Is er sprake van hoge druk of hoge temperaturen?		X	
Zijn er signalen vanuit technisch perspectief waarneembaar die kansen bieden voor het versimpelen van het proces?	X		
Moet de apparatuur nog ontworpen of samengesteld worden?	X		
Zijn alle mogelijke risico's voor de omgeving bekend?	X		
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?		X	
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?		X	
Is de indeling van de verschillende procesonderdelen aan te passen zodat een maximale afstand tot de bebouwing wordt gegarandeerd?			X
Is er een menselijke operator betrokken bij het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en/of bij het regelmatig bedienen/onderhouden van de installatie?	X		
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en aantoonbaar voldoende?	X		
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?	X		
Is er informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?	X		
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om één van de volgende drie zaken te bereiken: - de wettelijke eisen te overstijgen, of - om extra kennisdeling te stimuleren, of - om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?			X
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?	X		
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?	X		
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?	X		

Het principe dat het meest duidelijk naar voren komt uit de kruistabel is **incorporatie van fool-proof principes**. Dit principe sluit vooral aan bij het feit dat uit de antwoorden blijkt dat er een menselijke operator bij het proces betrokken is.

Naast dit principe scoren veel andere principes hetzelfde en moet er verder in de uitkomst van de vragen en de context van het project naar gekeken worden om een tweetal principes verder uit te lichten. Uit de vragenlijst wordt duidelijk dat er aanpassingen aan het ontwerp mogelijk zijn én de hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden, wat leidt naar het principe van **minimalisatie**. Tevens blijkt uit de vragenlijst dat er signalen zijn om vanuit technisch perspectief het proces te versimpelen, wat leidt tot **simplificatie**. Zoals eerder aangegeven zijn er vanuit de overheid strenge eisen waaraan een opslagtank van ammoniak moet voldoen. Verder ligt het gebied van de opslagterminal in het Rotterdamse havengebied in een veiligheidscontour, die al een duidelijke grens bepaalt tussen stedelijke ontwikkelingen en risicovolle activiteiten. Hierdoor komen de principes moderatie, verbeteren foutentolerantie en limitatie gevaarlijke effecten minder naar voren in vergelijking met simplificatie en minimalisatie.

Op basis van de resultaten uit de kruistabel en de context van het project worden de volgende drie Safe-by-Design principes die het meest van toepassing zijn op deze casus verder toegelicht:

- Minimalisatie
- Simplificatie
- Incorporatie van fool-proof principes

Minimalisatie

Het hoofddoel is duidelijk: het opslaan van ammoniak. Het lijkt daardoor tegenstrijdig om aan het principe van minimalisatie te denken. Echter, bij een dergelijke situatie kan men de vraag stellen hoeveel opslag er daadwerkelijk nodig is. De terminaloperator dient vervolgens met een gegronde onderbouwing te komen over het feit dat een 200 kton, vier opslagtanks van 50 kton, benodigd zijn voor de activiteiten die de terminaloperator verwacht uit te gaan voeren. Echter, minimalisatie kan in dit geval wel een risicoverhogend neveneffect hebben met betrekking tot overslaghandelingen. Wanneer een kleinere hoeveelheid opslag vergund wordt, kan dit als gevolg hebben dat er meer overslaghandelingen plaatsvinden. Deze overslaghandelingen dragen daarentegen wél een groter risico met zich mee in vergelijking met grotere opslagtanks. Uit het perspectief van risicoreductie kan in een dergelijk geval beter een grotere capaciteit vergund worden, mits daarmee de overslaghandelingen gereduceerd worden.

Deze denkwijze sluit aan bij het breder kijken naar het geheel, de volledige waardeketen. De opslag is één onderdeel van de keten die weer invloed kan hebben op transportbewegingen en daarbij horende overslaghandelingen, wat zich direct vertaalt naar invloeden op eventuele risico's.

Simplificatie

Een ander principe dat aansluit bij minimalisatie maar betrekking heeft op de opzet van het systeem, is simplificatie. In het voorstel van het project zijn een viertal tanks opgenomen. Het lijkt aannemelijk om aan te nemen dat meerdere kleine tanks een veiligere optie is in vergelijking met één grote tank. In de praktijk geldt het omgekeerde. Zoals eerder benoemd in deze casus, zijn de ontwerpisen van tanks dermate streng, dat het falen van een tank geen realistisch risico is. Tevens is bekend dat de overslag van ammoniak de meest risicovolle handeling is, gevolgd door druppellekkage afkomstig van de appendages en aansluitingen. Met het toevoegen van elke individuele tank worden dus extra risico's toegevoegd in de vorm van extra appendages, aansluitingen en het risico dat de tank zelf meeneemt. Uiteraard zit ergens een maximum aan de grootte van de tank, zo niet constructief dan wel locatiegebonden, waarmee rekening gehouden moet worden.

Incorporatie van fool-proof principes

Uit eerdere informatie over de ammoniakketen werd duidelijk dat de overslaghandelingen het meeste risico met zich meebrengen. Samen met het feit dat bij deze handelingen vaak menselijke operators betrokken zijn, zo ook in dit geval, biedt zich in dit project de mogelijkheid aan om in de installaties fool-proof principes toe te passen, wat aansluit bij het principe van incorporatie van fool-proof principes. Wanneer bij het ontwerpen van de tanks en de installaties die betrokken zijn bij de overslag van ammoniak, fool-proof principes worden toegepast, in fysieke en papieren vormen, wordt het algehele risico verkleint. Zo kan bij de overslag gebruik worden gemaakt van zogenoemde dry-break koppelingen. Deze koppelingen zorgen dat bij een eventuele breuk de lekkage van vloeistoffen wordt geminimaliseerd. Tevens kunnen controlemechanismen worden ingebouwd die ervoor zorgen dat een slang alleen vloeistof pompt wanneer deze correct is aangesloten. Zo wordt een lekkage bij het koppelen van slangen of leidingen door een menselijke fout in feite uitgesloten. Naast het nemen van fysieke maatregelen kan ook worden gedacht aan bepaalde duidelijke procedures en/of een gebruiksvriendelijke en heldere interface van systemen. Deze maatregelen dragen tevens bij aan het reduceren van menselijke fouten.

De randvoorwaarde **communicatie** komt het meest duidelijk naar voren in de kruistabel. Communicatie helpt bij deze casus om een gefundeerde afweging te maken omtrent omgevingsveiligheid. Dit kan worden bewerkstelligd door kennis te delen en te verspreiden over de mogelijke risico's, de kans op incidenten en eerdere incidenten inclusief de hieruit geleerde lessen. Ammoniak wordt al op verschillende schaalgroottes en in verschillende industrieën/sectoren toegepast sinds begin vorige eeuw. Hierdoor leent het zich goed om al opgedane kennis te gebruiken en te communiceren in het kader van deze casus.

De ervaring bij ammoniak (opslag) projecten, is een beperkte publieke acceptatie van de risico's, vanwege de grote effecten. Omdat bij de opslag van ammoniak de effecten relatief snel groot worden is de inzet van technische principes om zowel de effecten als de kans op een incident te verkleinen erg belangrijk. Juist het delen van de ervaringen en best beschikbare technieken, maar ook het informeren wat reeds is gedaan om de risico's te verkleinen helpt bij de publiek acceptatie.

Samenvattend betekent dit dat de principes en randvoorwaarde die in deze casus zijn behandeld, de grootste kans bieden op het reduceren van risico's. Een overzicht van deze principes en randvoorwaarde, samen met het doel en toepassing op de casus, zijn beknopt samengevat in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Overzicht van principes, randvoorwaarde met bijbehorende doel en toepassing op de casus van de ammoniakopslag

Principe	Doel	Casus
Minimalisatie	Reductie risico door verkleinen volume gevaarlijke stoffen	Geen onnodige grote hoeveelheden opslag ammoniak
Simplificatie	Risicoreductie door vereenvoudigen opzet systeem	Reductie aantal individuele opslagtanks
Incorporatie van fool-proof principes	Reductie risico door anticiperen op onjuist handelen	Incorporatie van fool-proof principes die het risico verkleinen van de overslaghandelingen en het verder voorkomen van menselijke fouten
Communicatie	Communiqueer risico's, lessen, kansen en noodzaak ter bevordering van keuzes omtrent omgevingsveiligheid	Verduidelijken van afwegingen ter bevordering van de omgevingsveiligheid door eerder geleerde lessen met ammoniak mee te nemen

5.3 Bronnen ter inspiratie

In het kader van de uitwerking van dit instrument en ter ondersteuning van de gebruikers van het instrument bij het verkennen van omgevingsveiligheid in de energietransitie hebben we een uitgebreide lijst samengesteld met waardevolle bronnen. Deze diverse verzameling bronnen biedt inzicht in verschillende aspecten, variërend van maatregelen en stimuleringsregelingen tot inherent veilige ontwerpprincipes en handboeken voor omgevingsveiligheid. Deze bronnen kunnen de gebruikers van dienst te zijn om de huidige stand van zaken te volgen en praktijkvoorbeelden toe te passen.

Tabel 5.1: Lijst met verwijzingen naar inspiratiebronnen

Bron	Wat
Maatregelenwiki	De maatregelenwiki bevat voorbeelden met betrekking tot maatregelen die de omgevingsveiligheid bevorderen. De maatregelenwiki is geen uitputtende lijst. En gesteld kan worden dat veel van de maatregelen in deze bron vooral op de ruimtelijke borging van omgevingsveiligheid zijn gericht. Toepassing van maatregelen die gericht zijn op de bron, zoals gestimuleerd met de principes als minimalisatie, substitutie en moderatie, komt hierin bijna niet voor.
RVO en stimuleringsregeling	Met name als het gaat over de financiële stimuleringsregelingen kan de RVO ondersteuning bieden. Hier zijn onder andere ook 'Safety deals' te vinden die toepassing van Safe-by-Design stimuleren. Daarnaast is het RVO onder andere betrokken bij het Nationale Waterstofprogramma.
EPSC of CCPS	Het European Process Safety Center en het Chemical Center for Process Safety zijn twee instituten die veel informatie delen over technische veiligheid, incidenten en geleerde lessen in de proces industrie.
Handboek Omgevingsveiligheid RIVM	Het Handboek Omgevingsveiligheid biedt methoden om invulling te geven aan het omgevingsveiligheidsbeleid. Het gaat er hierbij om of er bij de inrichting van een gebied extra aandacht nodig is voor de bescherming van mens en milieu.
Safety Delta Nederland (SDN)	Safety Delta Nederland (SDN) is een samenwerkingsverband tussen de Nederlandse (petro)chemische industrie en haar ketenpartners, wetenschapsinstellingen en de overheid. Deze samenwerking leidt tot het opstellen van kennisdocumenten en best practices.
Relevant	Relevant is het netwerk voor professionals die te maken hebben met externe veiligheid en Ruimtelijke Ontwikkeling van o.a. gemeenten, provincies en samenwerkingsverbanden. De site bevat actuele ontwikkelingen in het werkveld.
het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV)	Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) is het kennisinstituut van de veiligheidsregio's en richt zich op vier maatschappelijke thema's: klimaatadaptatie, veilige energietransitie, informatiegestuurde veiligheid en maatschappelijke veerkracht.
TNO	TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek) is een onafhankelijke onderzoeksorganisatie. Ze richten zich op toegepast wetenschappelijk onderzoek en technologische innovatie in verschillende domeinen, waaronder energie, defensie, gezondheidszorg, mobiliteit, en meer. TNO's missie is om innovaties te creëren die bijdragen aan de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving. Ze werken samen met industrie, academici en overheid om maatschappelijke uitdagingen aan te pakken en economische groei te stimuleren door innovatie.
ISPT (Institute for sustainable process technology)	Het Institute for Sustainable Process Technology (ISPT) is een Nederlands onderzoeksinstituut dat zich richt op het bevorderen en faciliteren van duurzame technologische innovaties in de procesindustrie. Ze werken samen met industrie, academische instellingen en overheidsorganisaties om innovatieve oplossingen te ontwikkelen en implementeren die de milieubelasting verminderen, de energie-efficiëntie verhogen en de algehele duurzaamheid van industriële processen verbeteren. ISPT voert onderzoek uit, biedt expertise en levert verschillende diensten om de overgang naar meer duurzame proces technologieën te ondersteunen.

6 Aanbevelingen

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat houdt zich bezig met zowel de energietransitie als omgevingsveiligheid en is op zoek naar instrumenten die de overheid kunnen helpen bij het bevorderen van een veilige energietransitie. Het huidige onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een tool die beleidsmakers kan ondersteunen bij het onderkennen van relevante Safe-by-Design principes bij afwegingen voor de energietransitie en die stimuleert tot het toepassen hiervan.

Dit Safe-by-Design instrument bestaat uit:

- 1) Startmodule met twee type vragen;
 - a) Beleidsmatige vragen, of
 - b) Projectgerichte vragen;
- 2) Uitgewerkte casussen ter inspiratie;
- 3) Achtergrondinformatie over de principes, randvoorwaarden en de vragen.

Het instrument is slechts een onderdeel van het gehele proces dat beleidsmakers en/of initiatiefnemers doorlopen. Daarom worden de volgende observaties en aanbevelingen gedaan om het proces verder te ondersteunen:

- 1) Tot nu zijn er weinig middelen beschikbaar voor bevoegde gezagen en initiatiefnemers om zelf met Safe-by-Design aan de slag te gaan. Het voorgestelde instrument biedt een handreiking om hiermee te beginnen. Het wordt daarom aanbevolen om goede bekendheid te geven aan deze tool en te zorgen dat deze laagdrempelig beschikbaar komt.
 - a. Bevorder dat er ervaring wordt opgedaan met het gebruik en zet in op het online beschikbaar maken van het instrument en de achtergrondinformatie. Het omzetten van het Excel-instrument naar een online formulier kan ervoor zorgen dat sneller en effectiever de toelichting bij principes of vragen gevonden kan worden.
 - b. Zet in op een goede verspreiding binnen de doelgroep en benadruk daarbij de twee typen vragen die zijn opgenomen in het instrument. Wees duidelijk over de kracht en de beperkingen van het instrument. Zo is het instrument niet bedoeld om pasklare oplossingen te bieden, maar om mensen te inspireren en helpen bij het identificeren van kansen om omgevingsveiligheid te verbeteren door Safe-by-Design toe te passen.
 - c. Een deel van de bekendheid kan ook geregeld worden door aansluiting te zoeken bij lopende initiatieven, bijvoorbeeld subsidietrajecten zoals de Safety Deals, en platformen zoals Relevant, Safety Delta Nederland (SDN), Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), Interprovinciaal Overleg (IPO), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV). Naast dergelijke (semi-)overheidsplatformen kunnen ook andere kennisplatformen, zoals van TNO, RIVM, ISPT (Institute for Sustainable Process Technology) en Nationaal Waterstof-Programma (NWP) ondersteunen bij verdere kennisdeling.
- 2) Het delen van informatie en geleerde lessen is onderdeel van Safe-by-Design. Wanneer het instrument wordt verspreid en gebruikt is het wenselijk dat ervaringen en geleerde lessen verzameld worden. Het vertalen van geleerde lessen naar aanvullende casussen kan helpen als inspiratiebron voor nieuwe gebruikers. Het opzetten aanbieden van een formulier/feitenblad dat ingevuld kan worden kan dit laagdrempelig mogelijk maken, evenals een online formulier of postbus waar de nieuwe casussen en ervaringen ingediend kunnen worden.

Bijlage 1 Toelichting vragen

Het instrument bestaat uit een reeks doelgerichte vragen waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen beleidsmatig en projectmatig niveau, elk voorzien van een toelichting om de gebruiker te begeleiden bij het beantwoorden. De vragenlijst en de bijbehorende toelichting zijn verder weergegeven in de Tabellen B1.1 en B1.2:

Tabel B1.1: Beleidsmatige vragen en bijbehorende toelichting

Beleidsmatige vragen	Toelichting
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	In het kader van de huidige opslaguitdagingen spelen de principes van minimalisatie, simplificatie en beperking van gevaarlijke effecten een cruciale rol bij het optimaliseren van de opslagfaciliteit. Simplificatie in de opslag van gevaarlijke stoffen betekent een eenvoudig en gestandaardiseerd ontwerp van de opslagtanks om operationele complexiteit te verminderen. Het toepassen van uniforme specificaties en materialen voor de opslagtanks vergroot operationele efficiëntie en minimaliseert de kans op fouten. Terwijl minimalisatie van het aantal opslagtanks en het volume van individuele tanks de impact op de omgeving en de veiligheidsrisico's kan helpen verminderen, is er anderzijds een keerzijde met betrekking tot simplificatie en energiezekerheid. Het verkleinen van de grootte van opslagtanks kan echter een complexere en foutgevoeligere procesinstallatie met zich meebrengen. Het waarborgen van energiezekerheid vereist tevens het realiseren van voldoende capaciteit. Het vinden van het juiste evenwicht tussen minimalisatie en simplificatie van opslag, zonder afbreuk te doen aan de energiezekerheid, is essentieel voor een duurzame en veilige energietransitie. Limitatie gevaarlijke effecten bij opslagfaciliteiten houdt in dat risico's verminderd worden door het handhaven van afstand of het implementeren van andere beschermende maatregelen. Het handhaven van afstand vanaf de risicobron tot beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen, evenals beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties binnen een brandaandachtsgebied, een explosieaandachtsgebied en een gifwolkaandachtsgebied, zoals geschreven in Artikel 5.15 van het Bkl (Besluit kwaliteit leefomgeving), houdt rekening met brand-, explosie of gifwolk.
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	De aanwezigheid van deze gevaarlijke stoffen maakt een breed scala aan principes mogelijk. Juist de moleculaire energiedragers zijn vaak in een procestechnische omgeving aanwezig.
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?	Bij het verkennen van nieuwe ontwikkeling is het essentieel om aandacht te besteden aan potentiële veiligheidsrisico's, met name wanneer er sprake kan zijn van het gebruik van gevaarlijke stoffen. De identificatie van mogelijke veiligheidsrisico's helpt de basis te leggen voor het nemen van passende maatregelen om de veiligheid te waarborgen. Indien mogelijk, wordt er gestreefd naar het vervangen van gevaarlijke stoffen door veiligere alternatieven, in lijn met het substitutie principe. Indien de ontwikkeling niet kan worden uitgevoerd zonder het gebruik van gevaarlijke stoffen, ligt de focus op het beperken van potentiële gevaren en het minimaliseren van de risico's van deze stoffen voor de omgeving, in lijn met het limitatie gevaarlijke effecten principe.
Zijn alle risico's voor de omgeving bekend?	Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's voor de omgeving speelt een cruciale rol bij het ontwerp van te realiseren projecten in de energietransitie. Om veiligheidsrisico's naar de omgeving te verminderen, kunnen verschillende maatregelen en praktijken worden overwogen, afhankelijk van het specifieke project en de locatie. Zowel de kans op het ontstaan van een incident als de effecten moeten waar mogelijk worden geminimaliseerd.

Beleidsmatige vragen	Toelichting
	Het is aan te raden om ook andere toekomstige omgevingsontwikkelingen mee te nemen in de risicoberekeningen van de energieprojecten (bijvoorbeeld woningbouwontwikkelingen). Communicatie met belanghebbenden is nodig vanaf het beging van het energieproject, zodat een transparante uitwisseling van informatie kan plaatsvinden en alle relevante partijen op de hoogte zijn van de ontwikkelingen, doelstellingen en mogelijke impact van het project.
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?	De vraag naar de bebouwingsdichtheid in de omgeving van een activiteit is relevant voor het inschatten van omgevingsveiligheidsrisico's. Een hoge bebouwingdichtheid kan de potentiële impact vergroten en de benodigde veiligheidsmaatregelen beïnvloeden. Bij het ontwerpen en implementeren van een energieproject is het van groot belang om rekening te houden met brand-, explosie- en gifwolafstanden (zogenaamde aandachtsgebieden). Deze afstanden helpen bij het bepalen van veiligheidsmaatregelen en het minimaliseren van de risico's voor de omgeving.
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?	Het is van groot belang om de meest geschikte locatie te kiezen voor de realisatie van het energieproject. Hierbij is het belangrijk om speciale aandacht te besteden aan de volledige keten van het energieproject, zodat mogelijke omgevingsveiligheidsrisico's van elke stap van de keten in kaart worden gebracht. Zo kan productie en consumptie niet altijd op dezelfde locatie plaatsvinden. Het is van essentieel belang ervoor te zorgen dat de afstand tussen beide zo klein mogelijk is, met als doel de risico's bij het transport van gevaarlijke stoffen naar de omgeving te minimaliseren. Een concreet voorbeeld hiervan is de realisatie van ammoniakopslag. Het transport van ammoniak naar de eindgebruiker vereist zorgvuldige afwegingen met betrekking tot transportmodaliteiten en routes. Daarom moet de impact van het doortransporteren van gevaarlijke stoffen worden meegenomen bij het bepalen van de geschikte locaties voor productie en opslag van deze stoffen. Bij de nieuwe technologische ontwikkelingen waarbij risico's voor de omgeving niet volledig bekend zijn, is de keuze van locatie een belangrijk punt. Hiervoor kunnen speciale testlocaties aangewezen worden.
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en aantoonbaar voldoende?	Het kennisniveau van toekomstige gebruikers kan variëren. Het is belangrijk om bij de ontwikkeling van een energieproject rekening te houden met diverse gebruikers. Regelmatige trainingen en continue educatie met betrekking tot het energietransitieproject en de omgevingsveiligheid zijn essentieel. Actuele informatie over veiligheidsmaatregelen, procedures en noodprotocollen moeten altijd beschikbaar zijn en up-to-date worden gehouden. Het is in het kader van professionalisatie van cruciaal belang proactief te zijn bij het aanbieden van trainingen om kennis van gebruikers te vergroten.
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?	Een passend voorbeeld hiervan is een Scope 12 keuring voor PV-installaties, die de brandveiligheid van technische installatie waarborgt. Hoewel deze certificering niet wettelijk verplicht, dient het als bewijs dat de installatie voldoet aan de specifieke eisen (met name de NEN1010 en de Europese norm IEC-62446). De certificering omvat diverse criteria, waaronder het handhaven van voldoende ruimte tussen de zonnepanelen om het risico op brand te minimaliseren. Bovendien vereist het nemen van passende maatregelen gedurende de gehele levensduur van de installatie om de veiligheid te waarborgen. Deze maatregelen dragen bij aan kwaliteit en conformiteit van de PV-installatie en versterken daarmee het vertrouwen in de veiligheid van het systeem.

Beleidsmatige vragen	Toelichting
Is informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?	Bij kennishouders uit de sector is veel informatie beschikbaar over het ontwerp van installaties, welke eisen hieraan gesteld moeten worden en hoe veel voorkomende fouten verhinderd kunnen worden. Het ontsleutelen en delen van deze informatie is cruciaal voor een volgende stap in een robuust en veilig ontwerp. Als informatie over incidenten en geleerde lessen wordt gedeeld, kan het bij het ontwerpen van nieuwe installaties via technische principes, zoals verbeteren foutentolerantie en incorporatie van fool-proof principes, voorkomen worden. Dit kan ook als input dienen voor best beschikbare techniek – documenten zoals PGS-normen.
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om de wettelijke eisen te overstijgen, of om extra kennisdeling te stimuleren, of om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?	Extra middelen, zowel financieel als ruimtelijk, kunnen aanzienlijk bijdragen aan het verhogen van de veiligheid in de energieprojecten. Een stimuleringsinstrumentarium dat niet alleen gericht is op innovatie, maar ook op omgevingsveiligheid en circulariteit, kan worden opgezet met extra financiële middelen. Hiermee kan een verantwoorde experimenteerruimte worden geboden, waardoor via proefprojecten ervaring kan worden opgedaan met nieuwe ontwikkelingen en de veiligheid in de energietransitie op lange termijn wordt bevorderd. Er kan geïnvesteerd worden in het implementeren van een geavanceerd controlesysteem, zoals real-time detectie, dat de operationele parameters continu monitort en onmiddellijk actie onderneemt om de situatie te corrigeren of te alarmeren. Let op! Het is echter van essentieel belang om alleen noodzakelijke controlesystemen te integreren om een overzichtelijke en begrijpelijke interfase te behouden, waardoor verwarring bij het personeel wordt voorkomen. Daarnaast kan de incorporatie van fool-proof principes in risicovolle energieprojecten helpen om menselijke fouten tot een minimum te beperken en het systeem zo in te richten, dat de kans op incidenten wordt geminimaliseerd. Bijvoorbeeld, door een combinatie van duidelijke procedures, visuele waarschuwingen en gebruikersvriendelijke interface te implementeren, samen met een fail-Safe ontwerp, waarbij het systeem automatisch naar een veiliger staat gaat bij een storing, wordt de kans op menselijke fouten geminimaliseerd en wordt de algehele veiligheid verhoogd. Een voorbeeld van het inzetten van ruimtelijke instrumenten is het vergroten van de ruimte tussen opslagunits van energiedragers (zoals opslag van ammoniak, batterijopslagsysteem, enz.) De extra ruimte biedt niet alleen een veiligheidsbuffer tussen de energiedragers-opslagseenheden, maar maakt ook gemakkelijke toegang mogelijk voor onderhoud en hulpdiensten. Bovendien kan het ontwerp van de ruimte rekening houden met eventuele uitbreiding van het project in de toekomst, waardoor veiligheid wordt gemaximaliseerd.
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?	Samenwerking met de kennisinstituten is gewenst om de beste oplossingen te vinden voor vraagstukken op het gebied van omgevingsveiligheid. Bovendien kan de ontwikkeling worden benaderd vanuit multidisciplinair perspectief, waarbij zowel veiligheid als innovatie en duurzaamheid in overweging worden genomen. Door samen te werken met kennisinstituten krijgen professionals toegang tot actuele en geavanceerde kennis op het gebied van omgevingsveiligheid. Dit zorgt voor kennisverrijking en professionalisatie. Daarnaast worden mogelijkheden voor gerichte trainingen en opleidingen vergroot, waardoor professionals up-to-date blijven met de nieuwste ontwikkelingen. Bovendien kan samenwerking met erkende kennisinstituten bijdragen aan de betrouwbaarheid en versterking van expertise van de organisatie.

Beleidsmatige vragen	Toelichting
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?	Energieprojecten worden vaak geconfronteerd met complexiteit, afhankelijkheid en verwevenheid van verschillende systemen, zoals bijvoorbeeld zonneparken die zijn aangesloten op batterijopslagsystemen of waterstofproductie. Het is daarbij essentieel dat de verdeling van verantwoordelijkheden duidelijk is. In geval van een storing in een van de systemen, speelt "Wie-doet-wat" een cruciale rol. Exploitanten van zonneparken, leveranciers van batterijsystemen, zonnepanelen of waterstofproducenten moeten duidelijk weten wie verantwoordelijk is voor het monitoren en detecteren van storingen in het systeem. Nauwe samenwerking tussen bovengenoemde partijen op het gebied van operationele en veiligheidsprotocollen, handhaving en training van het personeel kunnen helpen om snel en effectief te reageren op storingen binnen het energieproject. Bovendien vergroten relevante veiligheidstrainingen en informatie-uitwisseling tussen de betrokkenen de professionalisatie van het personeel. Dit draagt bij aan een betere veiligheidscultuur. De verantwoordelijkheden moeten helder zijn gedurende de gehele levenscyclus van het systeem, vanaf het ontwerp, gebruik en onderhoud tot aan de ontmanteling en recycling. Een ander goed voorbeeld is incorporatie van fool-proof principes bij een multifuelstation. Het ontwerp van het station omvat niet alleen geavanceerde technische oplossingen, maar integreert ook communicatiemiddelen met de gebruikers, zoals waarschuwingsborden, die gebruikers bewust maken van specifieke risico's en veiligheidsrichtlijnen. Deze gecombineerde benadering zorgt ervoor dat potentiële incidenten effectief worden voorkomen en de gebruiksvriendelijkheid van het multifuelstation wordt verhoogd.
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?	De technologische ontwikkelingen gaan razendsnel. Soms blijft de wet- en regelgeving achter, wat resulteert in een gap in de regelgeving. Het is van belang dat ontwikkelaars zelf het initiatief nemen om Safe-by-Design principes mee te nemen in het ontwerp om veiligheidsaspecten te waarborgen. Tevens, dienen de beleidsmakers te zorgen voor zowel reactieve als proactieve regelgeving die het evenwicht bewaart tussen technologische vooruitgang en de veiligheid voor de omgeving.

Tabel B1.2: Projectmatige vragen en bijbehorende toelichting

Projectmatige vragen	Toelichting
Zijn nog aanpassingen in het ontwerp mogelijk?	Indien een project nog niet is ontworpen en zich nog niet in een conceptuele fase bevindt, zijn er mogelijkheden om een aantal Safe-by-Design-criteria toe te passen die in hoge mate gekoppeld zijn aan de technische infrastructuur. Minimalisatie van de aanwezige gevaarlijke stoffen is nog mogelijk wanneer er geen keuzes zijn gemaakt in de grootte van de installatie (capaciteit). Substitutie (vervanging) van risicovolle componenten is mogelijk indien er nog geen keuzes zijn gemaakt over de gewenste oplossingsrichting. Wanneer bijv. al sprake is van een elektrolyser project, dan is de keuze voor waterstof al gemaakt. Moderatie komt ter sprake wanneer wordt besloten tot een ander ontwerp van het systeem, zoals de distributie van gasvormig ammoniak via buisleidingen in plaats van vloeibare ammoniak, met als doel de veiligheidsrisico's te verminderen. Het principe van simplificatie is gericht op het vereenvoudigen van ontwerpen, processen of systemen om de veiligheid te vergroten. Dit kan worden toegepast in bijvoorbeeld de ontwikkeling van gebruiksvriendelijke interfaces voor het monitoren en bedienen van energieopslagsystemen, het gebruik van sensoren in de windturbines, of bij de installatie van pompen met uniforme configuratie bij de overslagstations voor ammoniak en het gebruik van inherent veilige materialen. Het vereenvoudigen van de keuze van materialen betreft het selecteren van inherent veilige materialen bij de bouw van de overslagstations of het gebruik van uniforme pompconfiguraties. Het verbeteren van foutentolerantie in de context van Safe-by-Design principes verwijst naar het integreren van maatregelen, mechanismen en ontwerpkenmerken in een systeem met als doel de weerstand tegen en het omgaan met fouten te versterken. Een goed voorbeeld hiervan kan het ontwerp van een energieopslagsysteem (EOS) met lithiumbatterijen zijn, voorzien van beveiliging tegen brandpropagatie (fire propagation) op cel- of moduleniveau. Door de implementatie van fysieke of virtuele barrières wordt de impact van een fout beperkt.
Zijn er gevaarlijke stoffen nodig voor deze ontwikkeling?	In het kader van de huidige opslaguitdagingen spelen de principes van minimalisatie, simplificatie en beperking van gevaarlijke effecten een cruciale rol bij het optimaliseren van de opslagfaciliteit. Simplificatie in de opslag van gevaarlijke stoffen betekent een eenvoudig en gestandaardiseerd ontwerp van de opslagtanks om operationele complexiteit te verminderen. Het toepassen van uniforme specificaties en materialen voor de opslagtanks vergroot operationele efficiëntie en minimaliseert de kans op fouten. Terwijl minimalisatie van het aantal opslagtanks en het volume van individuele tanks de impact op de omgeving en de veiligheidsrisico's kan helpen verminderen, is er anderzijds een keerzijde met betrekking tot simplificatie en energiezeekerheid. Het verkleinen van de grootte van opslagtanks kan echter een complexere en foutgevoeligere procesinstallatie met zich meebrengen. Het waarborgen van energiezeekerheid vereist tevens het realiseren van voldoende capaciteit. Het vinden van het juiste evenwicht tussen minimalisatie en simplificatie van opslag, zonder afbreuk te doen aan de energiezeekerheid, is essentieel voor een duurzame en veilige energietransitie. Limitatie gevaarlijke effecten bij opslagfaciliteiten houdt in dat risico's verminderd worden door het handhaven van afstand of het implementeren van andere beschermende maatregelen.

Projectmatige vragen	Toelichting
	Het handhaven van afstand vanaf de risicobron tot beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen, evenals beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties binnen een brandaandachtsgebied, een explosieaandachtsgebied en een gifwolkaandachtsgebied, zoals geschreven in Artikel 5.15 van het Bkl (Besluit kwaliteit leefomgeving), houdt rekening met brand-, explosie of gifwolk.
Is er sprake van een (moleculaire) energiedrager, zoals ammoniak, waterstof, etc.?	De aanwezigheid van deze gevaarlijke stoffen maakt een breed scala aan principes mogelijk. Juist de moleculaire energiedragers zijn vaak in een procestechnische omgeving aanwezig.
Is het in principe mogelijk dat de (maximale) hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen het systeem verlaagd kan worden?	Het verlagen van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen een systeem kan verschillende voordelen met zich meebrengen, zoals het verminderen van potentiële risico's en het verbeteren van de omgevingsveiligheid. Zowel het minimaliseren van de opslag van gevaarlijke stoffen, hetzij door het verminderen van de hoeveelheid opgeslagen stoffen, hetzij door gebruik te maken van efficiëntere opslagmethoden (door bijvoorbeeld regelmatige doorvoer naar de eindgebruiker). Het gebruik van gevaarlijke stoffen door de eindconsument kan eveneens verminderd worden door efficiëntie. Door efficiëntere processen en bewustwording rond het veilige gebruik van producten, kan de totale consumptie van gevaarlijke stoffen verminderd worden, wat bijdraagt aan een veiligere en duurzamere omgeving. Voor energiebesparing worden steeds vaker koelinstallaties met natuurlijk koudemiddel toegepast, waarbij een koelinstallatie wordt gedefinieerd als een systeem van onderling verbonden onderdelen gevuld met koudemiddel, inclusief alle benodigde apparatuur, waarmee warmte kan worden opgenomen of afgegeven. Broeikas effecten kunnen ook worden verminderd door bijvoorbeeld ammoniak te gebruiken, waarvan het broeikas effect nul is. Ammoniak wordt bijvoorbeeld ingezet om koeling tot -25 graden Celsius te realiseren. Aangezien ammoniak een giftige stof is, vereist dit specifieke aandacht voor de veiligheidsaspecten van de installatie. Het minimaliseren van ammoniak heeft de voorkeur, maar is niet altijd mogelijk vanwege de gevraagde koelcapaciteit. Daarom wordt vaak gekozen voor een installatie met twee koudedragers, waardoor de gunstige thermodynamische eigenschappen kunnen worden benut, terwijl het veiligheidsrisico aanzienlijk wordt beperkt. Hierbij wordt het substitutie principe van Safe-by-Design toegepast.
Zijn er alternatieven (voor het energiesysteem/gevaarlijke stoffen) beschikbaar waarmee hetzelfde doel wordt bereikt?	Bij het verkennen van nieuwe ontwikkeling is het essentieel om aandacht te besteden aan potentiële veiligheidsrisico's, met name wanneer er sprake kan zijn van het gebruik van gevaarlijke stoffen. De identificatie van mogelijke veiligheidsrisico's helpt de basis te leggen voor het nemen van passende maatregelen om de veiligheid te waarborgen. Indien mogelijk, wordt er gestreefd naar het vervangen van gevaarlijke stoffen door veiligere alternatieven, in lijn met het substitutie principe. Indien de ontwikkeling niet kan worden uitgevoerd zonder het gebruik van gevaarlijke stoffen, ligt de focus op het beperken van potentiële gevaren en het minimaliseren van de risico's van deze stoffen voor de omgeving, in lijn met het limitatie gevaarlijke effecten principe.
Is het energiesysteem aan te passen aan de lokale omstandigheden (uitvoering, grootte, ligging, etc.)?	Het is essentieel om bij het ontwerpen van een energieproject rekening te houden met de omgeving waarin het wordt opgezet, de daaraan verbonden risico's en welke mogelijke effecten op de omgeving kunnen optreden in geval van een incident of ramp. Het minimaliseren van risico's voor de omgeving kan worden bereikt door zorgvuldige locatiekeuze voor risicovolle installaties, in lijn met lokalisatie randvoorwaarde. De voorkeur gaat uit naar een industriële omgeving of een locatie op voldoende afstand van bebouwing (bebouwing (beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties). Naast het overwegen van mogelijke veiligheidsrisico's voor de lokale

Projectmatige vragen	Toelichting
	omgeving, is het belangrijk ook de veiligheidsrisico's van de realisatie van de gehele waardeketen van het project elders te evalueren. Denk onder andere aan opslag, aan- en afvoer en het gebruik van energiedragers. De risico's voor de omgeving kunnen bijvoorbeeld verminderd worden door de afstand tussen de productie en afname van gevaarlijke stoffen als energiedragers te verkleinen. Een alternatieve benadering kan zijn om de risicovolle energiedragers te vervangen door minder risicovolle varianten, in de lijn van moderatie principe.
Is er sprake van hoge druk of hoge temperaturen?	Het verminderen van de druk en/of temperatuur van de gevaarlijke stof in de installatie kan leiden tot een reductie van de letale effectafstanden bij ongewenst vrijkomen van de gevaarlijke stof verkleinen. Bovendien kunnen omgevingstemperatuur en druk bijdragen aan energiebesparing. In processen kan dit worden bereikt, bijvoorbeeld door het gebruik van katalysatoren de reactiesnelheid verhogen en de benodigde omstandigheden optimaliseren, wat resulteert in een efficiënter proces. Lage druk bij het transport kan de omgevingsveiligheidsrisico's reduceren. Tegelijkertijd kan een lage druk ook de efficiëntie van het transport verminderen. In dit geval is er sprake van moderatie en limitatie gevaarlijke effecten. Incorporatie van fool-proof door het onmogelijk maken van het optreden van oneigenlijke effecten van een product met gevaarlijke stoffen.
Zijn signalen vanuit technisch perspectief waarneembaar die kansen bieden voor het versimpelen van het proces?	De ontwikkelingen in de energietransitie bieden niet alleen uitdagingen, maar ook kansen om het energiesysteem/proces te vereenvoudigen en te optimaliseren. Het streven naar milieu- en veiligheidsdoelstellingen, samen met het verbeteren van efficiëntie en kostenverlaging, zijn cruciale drijfveren achter deze optimalisatie-inspanningen. Een belangrijk aspect van deze optimalisatie ligt in de vooruitgang van energieopslagtechnologieën, zoals geavanceerde batterijopslag, waterstof- en ammoniakopslag. Deze technologieën bieden de variabiliteit van hernieuwbare energiebronnen en het handhaven van een betrouwbaar energiesysteem. Een specifiek voorbeeld van optimalisatie is de keuze van de energiedrager die direct bij de eindgebruiker wordt toegepast. In plaats van ammoniak eerst te kraken naar waterstof, kan directe toepassing van ammoniak als energiedrager overwogen worden. Deze benadering reduceert tussenstappen (in lijn met simplificatie principe) en kan leiden tot een efficiëntere, ruimtebesparende en veiliger energieketen.
Moet de apparatuur nog ontworpen of samengesteld worden?	Dit is een vervolg op één van de eerdere vragen, waarbij getracht wordt om inzicht te krijgen in de mate van ontwikkeling en uitwerking van het initiatief/ontwikkeling. Wanneer een plan nog op de tekentafel ligt en nog samengesteld moet worden, dan is het ook mogelijk om binnen deze fase mee te denken over een 'zo'n veilig mogelijke indeling (lokalisatie en limitatie gevaarlijke effecten). Maar het is ook mogelijk om na te denken over substitutie, moderatie en minimalisatie, omdat de keuzes voor de te gebruiken apparatuur nog niet is gemaakt. Het toepassen van Safe-by-Design principes in een nog te ontwikkelen/ontwerpen energietransitiesysteem (of een deel hiervan) is eenvoudiger dan in het bestaande systeem. De principes kunnen namelijk verwerkt worden in het ontwerp. Denk aan technisch ontwerp van het systeem zelf, afstand van de risicobron of de inrichting tot beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties, inrichting van de locatie van het energiesysteem, aan- en afvoer van de brandstof/energiedrager. Een goed voorbeeld kan zijn een ontwikkeling van een multifuel-tankstation (MFTs), waarbij alternatieve brandstoffen, zoals waterstof of/ en het opladen van de accu's van elektrische voertuigen toegevoegd worden aan de al aanwezige infrastructuur. Het is vaak niet

Projectmatige vragen	Toelichting
	meer mogelijk om de bestaande installaties te verplaatsen en de locatie anders in te richten om veiligheidsrisico's te reduceren. Ten tweede kan het een uitdaging zijn om een volledig veiligheidsmanagement te integreren op het MFT en dit te vereenvoudigen, zodat alle installaties bij het indrukken van de noodstop veiliggesteld zijn. Samenwerking tussen de eigenaren van de installaties op een tankstation en het delen van kennis op het gebied van veiligheid zijn wenselijk.
Zijn alle mogelijke risico's voor de omgeving bekend?	Inventarisatie van mogelijke veiligheidsrisico's voor de omgeving speelt een cruciale rol bij het ontwerp van te realiseren projecten in de energietransitie. Om veiligheidsrisico's naar de omgeving te verminderen, kunnen verschillende maatregelen en praktijken worden overwogen, afhankelijk van het specifieke project en de locatie. Zowel de kans op het ontstaan van een incident als de effecten moeten waar mogelijk worden geminimaliseerd. Het is aan te raden om ook andere toekomstige omgevingsontwikkelingen mee te nemen in de risicoberekeningen van de energieprojecten (bijvoorbeeld woningbouwontwikkelingen). Communicatie met belanghebbenden is nodig vanaf het begin van het energieproject, zodat een transparante uitwisseling van informatie kan plaatsvinden en alle relevante partijen op de hoogte zijn van de ontwikkelingen, doelstellingen en mogelijke impact van het project.
Is er sprake van een hoge bebouwingsdichtheid in de omgeving van de activiteit?	De vraag naar de bebouwingsdichtheid in de omgeving van een activiteit is relevant voor het inschatten van omgevingsveiligheidsrisico's. Een hoge bebouwingdichtheid kan de potentiële impact vergroten en de benodigde veiligheidsmaatregelen beïnvloeden. Bij het ontwerpen en implementeren van een energieproject is het van groot belang om rekening te houden met brand-, explosie- en gifwolafstanden (zogenaamde aandachtsgebieden). Deze afstanden helpen bij het bepalen van veiligheidsmaatregelen en het minimaliseren van de risico's voor de omgeving.
Moet de locatie van de activiteit nog bepaald worden?	Het is van groot belang om de meest geschikte locatie te kiezen voor de realisatie van het energieproject. Hierbij is het belangrijk om speciale aandacht te besteden aan de volledige keten van het energieproject, zodat mogelijke omgevingsveiligheidsrisico's van elke stap van de keten in kaart worden gebracht. Zo kunnen productie en consumptie niet altijd op dezelfde locatie plaatsvinden. Het is van essentieel belang ervoor te zorgen dat de afstand tussen beide zo klein mogelijk is, met als doel de risico's bij het transport van gevaarlijke stoffen naar de omgeving te minimaliseren. Een concreet voorbeeld hiervan is de realisatie van ammoniakopslag. Het transport van ammoniak naar de eindgebruiker vereist zorgvuldige afwegingen met betrekking tot transportmodaliteiten en routes. Daarom moet de impact van het doortransporteren van gevaarlijke stoffen worden meegenomen bij het bepalen van de geschikte locaties voor productie en opslag van deze stoffen. Bij de nieuwe technologische ontwikkelingen, waarbij risico's voor de omgeving niet volledig bekend zijn, is de keuze van locatie een belangrijk punt. Hiervoor kunnen speciale testlocaties aangewezen worden.
Is de indeling van de verschillende procesonderdelen aan te passen zodat een maximale afstand tot de bebouwing wordt gegarandeerd?	Hoe groter de afstand van de risicovolle installatie tot de bebouwing, hoe minder de risico's voor de omgeving zijn. Dit kan worden bereikt door het kiezen van de juiste locatie of door de juiste inrichting van de locatie. Het is in lijn met het principe limitatie gevaarlijke effecten. Bij het ontwerpen en implementeren van een energieproject is het van groot belang om rekening te houden met brand-, explosie- en gifwolafstanden. Deze afstanden helpen bij het bepalen van

Projectmatige vragen	Toelichting
	veiligheidsmaatregelen en het minimaliseren van de risico's voor de omgeving. Het toepassen van Safe-by-Design principes in een nog te ontwikkelen/ontwerpen energietransitiesysteem (of een deel hiervan) is eenvoudiger dan in het bestaande systeem. De principes kunnen namelijk verwerkt worden in het ontwerp. Denk aan technisch ontwerp van het systeem zelf, afstand van de risicobron of de inrichting tot beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties, inrichting van de locatie van het energiesysteem, aan- en afvoer van de brandstof/energiedrager. Een goed voorbeeld kan zijn een ontwikkeling van een multifuel tankstation (MFTs), waarbij alternatieve brandstoffen, zoals waterstof en/of het opladen van de accu's van elektrische voertuigen toegevoegd worden aan de al aanwezige infrastructuur. Het is vaak niet meer mogelijk om de bestaande installaties te verplaatsen en de locatie anders in te richten om veiligheidsrisico's te reduceren. Ten tweede kan het een uitdaging zijn om een volledig veiligheidsmanagement te integreren op het MFT en dit te vereenvoudigen, zodat alle installaties bij het indrukken van de noodstop veiliggesteld zijn. Samenwerking tussen de eigenaren van de installaties op een tankstation en het delen van kennis op het gebied van veiligheid zijn wenselijk.
Is er een menselijke operator betrokken bij het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en/of bij het regelmatig bedienen/onderhouden van de installatie?	De veiligheid hangt af van verschillende factoren, waaronder de specifieke procedures, training en veiligheidsmaatregelen die zijn geïmplementeerd (professionalisatie). Over het algemeen brengen activiteiten, zoals het laden/lossen van gevaarlijke stoffen en het bedienen/onderhouden van installaties, inherente risico's met zich mee. Het is van belang dat operators uitgebreide training ontvangen, inclusief het omgaan met noodsituaties en het begrijpen van de automatische beveiligingssystemen. Daarnaast moeten duidelijke en overzichtelijke instructies beschikbaar zijn. Waar mogelijk gaat de voorkeur uit naar automatisering van gevaarlijke processen. Het systeem moet worden uitgerust met geautomatiseerde uitschakelingssystemen en noodsignalering, bijvoorbeeld in geval van batterijopslagsystemen. Door het fool-proof principe toe te passen, wordt de veiligheid van het energietransitieproject vergroot en de impact van mogelijke risico's voor de omgeving vermindert. De communicatie, zowel met het personeel als met de omgeving, is van groot belang. Informeer de omgeving over mogelijke risico's en geef duidelijk aan wat men moet doen in geval van nood.
Is het kennisniveau van toekomstige gebruikers met betrekking tot de activiteit bekend en zijn er duidelijke instructies beschikbaar?	Het kennisniveau van toekomstige gebruikers kan variëren. Het is belangrijk om bij de ontwikkeling van een energieproject rekening te houden met diverse gebruikers. Regelmatige trainingen en continue educatie met betrekking tot het energietransitieproject en de omgevingsveiligheid zijn essentieel. Actuele informatie over veiligheidsmaatregelen, procedures en noodprotocollen moeten altijd beschikbaar zijn en up-to-date worden gehouden. Het is in het kader van professionalisatie van cruciaal belang proactief te zijn bij het aanbieden van trainingen om kennis van gebruikers te vergroten.
Is er sprake van standaardisering en normering binnen deze sector?	Een passend voorbeeld hiervan is een Scope 12 keuring voor PV-installaties, die de brandveiligheid van technische installatie waarborgt. Hoewel deze certificering niet wettelijk verplicht is, dient het als bewijs dat de installatie voldoet aan de specifieke eisen (met name de NEN1010 en de Europese norm IEC-62446). De certificering omvat diverse criteria, waaronder het handhaven van voldoende ruimte tussen de zonnepanelen om het risico op brand te minimaliseren. Bovendien vereist het nemen van passende maatregelen gedurende de gehele levensduur van de installatie om de veiligheid te waarborgen. Deze maatregelen dragen bij

Projectmatige vragen	Toelichting
Is er informatie over het ontwerp, de risico's en geleerde lessen beschikbaar om te delen met betrokkenen?	aan kwaliteit en conformiteit van de PV-installatie bij en versterken daarmee het vertrouwen in de veiligheid van het systeem. Bij kennishouders uit de sector is veel informatie beschikbaar over het ontwerp van installaties, welke eisen hieraan gesteld moeten worden en hoe veel voorkomende fouten verhinderd kunnen worden. Het ontsleutelen en delen van deze informatie is cruciaal voor een volgende stap in een robuust en veilig ontwerp. Als informatie over incidenten en geleerde lessen wordt gedeeld, kan het bij het ontwerpen van nieuwe installaties via technische principes, zoals verbeteren foutentolerantie en incorporatie van fool-proof principes, voorkomen worden.
Kan de inzet van extra middelen de initiatiefnemer helpen om de wettelijke eisen te overstijgen, of om extra kennisdeling te stimuleren, of om nieuwe veiligere technieken/processen/inzichten te hanteren?	Extra middelen, zowel financieel als ruimtelijk, kunnen aanzienlijk bijdragen aan het verhogen van de veiligheid in de energieprojecten. Een stimuleringsinstrumentarium dat niet alleen gericht is op innovatie maar ook op omgevingsveiligheid en circulariteit, kan worden opgezet met extra financiële middelen. Hiermee kan een verantwoorde experimenteerruimte worden geboden, waardoor via proefprojecten ervaring kan worden opgedaan met nieuwe ontwikkelingen en de veiligheid in de energietransitie op lange termijn wordt bevorderd. Er kan geïnvesteerd worden in het implementeren van een geavanceerd controlesysteem zoals real-time detectie, dat de operationele parameters continu monitort en onmiddellijk actie kan ondernemen om de situatie te corrigeren of te alarmeren. Let op! Het is echter van essentieel belang om alleen noodzakelijke controlesystemen te integreren om een overzichtelijke en begrijpelijke interfase te behouden, waardoor verwarring bij het personeel wordt voorkomen. Daarnaast kan de incorporatie van fool-proof principes in risicovolle energieprojecten helpen om menselijke fouten tot een minimum te beperken en het systeem zo in te richten dat de kans op incidenten wordt geminimaliseerd. Bijvoorbeeld, door een combinatie van duidelijke procedures, visuele waarschuwingen en gebruikersvriendelijke interface te implementeren, samen met een fail-safe ontwerp, waarbij het systeem automatisch naar een veiliger staat gaat bij een storing, wordt de kans op menselijke fouten te geminimaliseerd en wordt de algehele veiligheid verhoogd. Een voorbeeld van het inzetten van ruimtelijke instrumenten is het vergroten van de ruimte tussen opslagunits van energiedragers (zoals opslag van ammoniak, batterijopslagsysteem, enz.). De extra ruimte biedt niet alleen een veiligheidsbuffer tussen de energiedragers-opslagseenheden, maar maakt ook gemakkelijke toegang mogelijk voor onderhoud en hulpdiensten. Bovendien kan het ontwerp van de ruimte rekening houden met eventuele uitbreiding van het project in de toekomst, waardoor veiligheid wordt gemaximaliseerd.
Beschikt de exploitant over aantoonbare kennis en ervaring op het gebied van (omgevings)veiligheid?	Samenwerking met de kennisinstituten is gewenst om de beste oplossingen te vinden voor vraagstukken op het gebied van omgevingsveiligheid. Bovendien kan de ontwikkeling worden benaderd vanuit multidisciplinair perspectief, waarbij zowel veiligheid als innovatie en duurzaamheid in overweging worden genomen. Door samen te werken met kennisinstituten krijgen professionals toegang tot actuele en geavanceerde kennis op het gebied van omgevingsveiligheid. Dit zorgt voor kennisverrijking en professionalisatie. Daarnaast worden mogelijkheden voor gerichte trainingen en opleidingen vergroot, waardoor professionals up-to-date blijven met de nieuwste ontwikkelingen. Bovendien samenwerking met erkende kennisinstituten draagt bij aan de betrouwbaarheid en versterking van expertise van de organisatie.

Projectmatige vragen	Toelichting
Is bekend op welke wijze en wie verantwoordelijk is ten aanzien van beheer en onderhoud?	Energieprojecten worden vaak geconfronteerd met complexiteit, afhankelijkheid en verwevenheid van verschillende systemen, zoals bijvoorbeeld zonneparken die zijn aangesloten op batterijopslagsystemen of waterstofproductie. Het is daarbij essentieel dat de verdeling van verantwoordelijkheden duidelijk is. In geval van een storing in één van de systemen, speelt “Wie-doet-wat” een cruciale rol. Exploitanten van zonneparken, leveranciers van batterijsystemen, zonnepanelen of waterstofproducenten moeten duidelijk weten wie verantwoordelijk is voor het monitoren en detecteren van storingen in het systeem. Nauwe samenwerking tussen bovengenoemde partijen op het gebied van operationele- en veiligheidsprotocollen, handhaving en training van het personeel kunnen helpen om snel en effectief te reageren op storingen binnen het energieproject. Bovendien vergroten relevante veiligheidstrainingen en informatie-uitwisseling tussen de betrokkenen de professionalisatie van het personeel. Dit draagt bij aan een betere veiligheidscultuur. De verantwoordelijkheden moeten helder zijn gedurende de gehele levenscyclus van het systeem, vanaf het ontwerp, gebruik en onderhoud tot aan de ontmanteling en recycling. Een ander goed voorbeeld is incorporatie van fool-proof principes bij een multifuelstation. Het ontwerp van het station omvat niet alleen geavanceerde technische oplossingen, maar integreert ook communicatiemiddelen met de gebruikers, zoals waarschuwingsborden, die gebruikers bewust maken van specifieke risico's en veiligheidsrichtlijnen. Deze gecombineerde benadering zorgt ervoor dat potentiële incidenten effectief worden voorkomen en de gebruiksvriendelijkheid van het multifuelstation wordt verhoogd.
Is het mogelijk om als bevoegd gezag goed invulling te geven aan vergunningverlening, toezicht en handhaving, doordat onder andere het wettelijk kader hiervoor geregeld is?	De technologische ontwikkelingen gaan razendsnel. Soms blijft de wet- en regelgeving achter, wat resulteert in een kloof in de regelgeving. Het is van belang dat ontwikkelaars zelf het initiatief nemen om safe-by-Design principes mee te nemen in het ontwerp om veiligheidsaspecten te waarborgen. Tevens, dienen de beleidsmakers te zorgen voor zowel reactieve als proactieve regelgeving die een evenwicht bewaart tussen technologische vooruitgang en de veiligheid voor de omgeving.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV Heerenveen
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
T. 0570 663 993
E. save@anteagroup.nl

Copyright © 2024

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontlelen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.



www.anteagroup.nl