



Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

**Externe veiligheid / Onzekerheid in berekening
plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden**

Project	235549
Datum	16 september 2024

Externe veiligheid / Onzekerheid in berekening plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden

Project	235549
Datum	16 september 2024
Auteur(s)	J. Heitink L.M.A. Mentink
Versie nr.	1.1
Opdrachtgever	RIVM Postbus 1 3720 BA Bilthoven

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Onzekerheid	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Bronnen van onzekerheid [5,6]	11
2.3 Koppeling kennis en beleid	12
2.4 Voorbeelden uit het werkveld externe veiligheid	13
2.5 Reductie van onzekerheid	17
3 Analyse kader voor deze beschouwing	23
3.1 Beleidsmatige afbakening: wat laten we weg?	23
3.2 Overige afbakening: waar houden we geen rekening mee?	28
3.3 Verwerkte onzekerheid: waar houden we wel rekening mee?	30
3.4 Onzekerheid in effecten van maatregelen	32
3.5 Ordegrootte onzekerheid in de berekening	33
3.6 Presentatie van onzekerheid met het oog op een besluit	34
4 Inzichten van stakeholders	40
4.1 Rode draad	42
4.2 Rekenmodel	43
4.3 Koppeling rekenresultaten met beleid en uitvoering	43
4.4 Belang van stabiliteit rekenwijze en beoordelingskader	44
4.5 Communiceren	45
4.6 Effectiviteit van maatregelen	46
5 Discussie	47
6 Conclusies	54
6.1 Beschouwende analyse	54
6.2 Stakeholderonderzoek	55
7 Aanbevelingen	57

1 Inleiding

Een ongemakkelijk probleem

Externe veiligheid gaat, aldus de aanvraag voor dit onderzoek [54], over de kans dat mensen in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen overlijden door toedoen van een ernstig ongeval met gevaarlijke stoffen. Met de woorden ‘activiteit’ en ‘omgeving’ is al gegeven dat er spanning kan bestaan tussen veiligheidsbeleid en ruimtelijk beleid. In termen van de Omgevingswet, van kracht per 1 januari 2024, gaat het in de leefomgeving om de balans van ‘beschermen’ (bereiken en in stand houden van een veilige en gezonde leefomgeving) en ‘benutten’ (ontwikkeling van de fysieke leefomgeving ter vervulling van maatschappelijke behoeften), geformuleerd in art. 1.3 van de wet.

Het inzicht dat het vinden van die balans een ongemakkelijke bestuurlijke opgave is, bestaat al lang. Een voorbeeld is het twintig jaar oude gezamenlijke (!) advies van de Raad voor Verkeer en Waterstaat en de VROM-raad uit 2003 [1]. Figuur 1 geeft de ook nu nog actuele formulering ervan.

De koppeling tussen veiligheid en ruimte is onder meer gelegd met de normstelling externe veiligheid. Deze is opgebouwd uit een plaatsgebonden risico (kans op dodelijk effect in de omgeving) en een groepsrisico (kans op een ramp met maatschappelijke ontwrichting). Bestuurlijke afwegingsruimte is (in het beleid tot 1 januari 2024) o.m. voorzien door de norm voor het groepsrisico de status van

“oriëntatiewaarde” te geven. Een hoger groepsrisico is toegestaan, mits goed gemotiveerd. Ondanks dat sinds het Besluit Externe veiligheid Inrichtingen (2004) deze “verantwoording groepsrisico” verder is uitgewerkt in allerlei handleidingen, blauwdrukken en leidraden is de “huiver” (term uit [1]) van bestuurders om daadwerkelijk een hogere kans op een ramp dan de oriëntatiewaarde toe te staan nog steeds actueel. Het blijft een “ongemakkelijk” probleem. Afhankelijk van naar welke kant de balans doorslaat is volgens betrokkenen sprake van een “stagnatie van de ruimtelijke ontwikkeling” dan wel een “uitholling van het veiligheidsbeleid”.

Door intensivering van het ruimtegebruik in de buurt van potentieel gevaarlijke activiteiten, zoals industrie, vervoer en opslag van gevaarlijke stoffen, kunnen mogelijke ongevallen omvangrijke gevolgen krijgen. Om risico's te beheersen gaat het NMP4 ervan uit dat een keuze gemaakt wordt tussen de ruimtelijke ontwikkeling en de risicovolle activiteit.

In de praktijk echter blijkt dat deze keuze vaak niet expliciet gemaakt wordt. Dat leidt tot de problemen: stagnatie van gewenste ruimtelijke ontwikkelingen en uitholling externe veiligheidsbeleid.

De aanwezigheid van risicobronnen en onvolkomenheden in risicobeheersing aan de ene kant en de wens tot een sterke intensivering van het ruimtegebruik aan de andere kant monden uit in een impasse in de gewenste planontwikkeling. Dit kan betekenen dat ruimtelijke functies op een minder gewenste plek worden gerealiseerd, hetgeen een uitholling van het ruimtelijke beleid inhoudt.

Figuur 1. Formulering spanning veiligheid-ruimte in 2003 [1]

Nieuw beleid

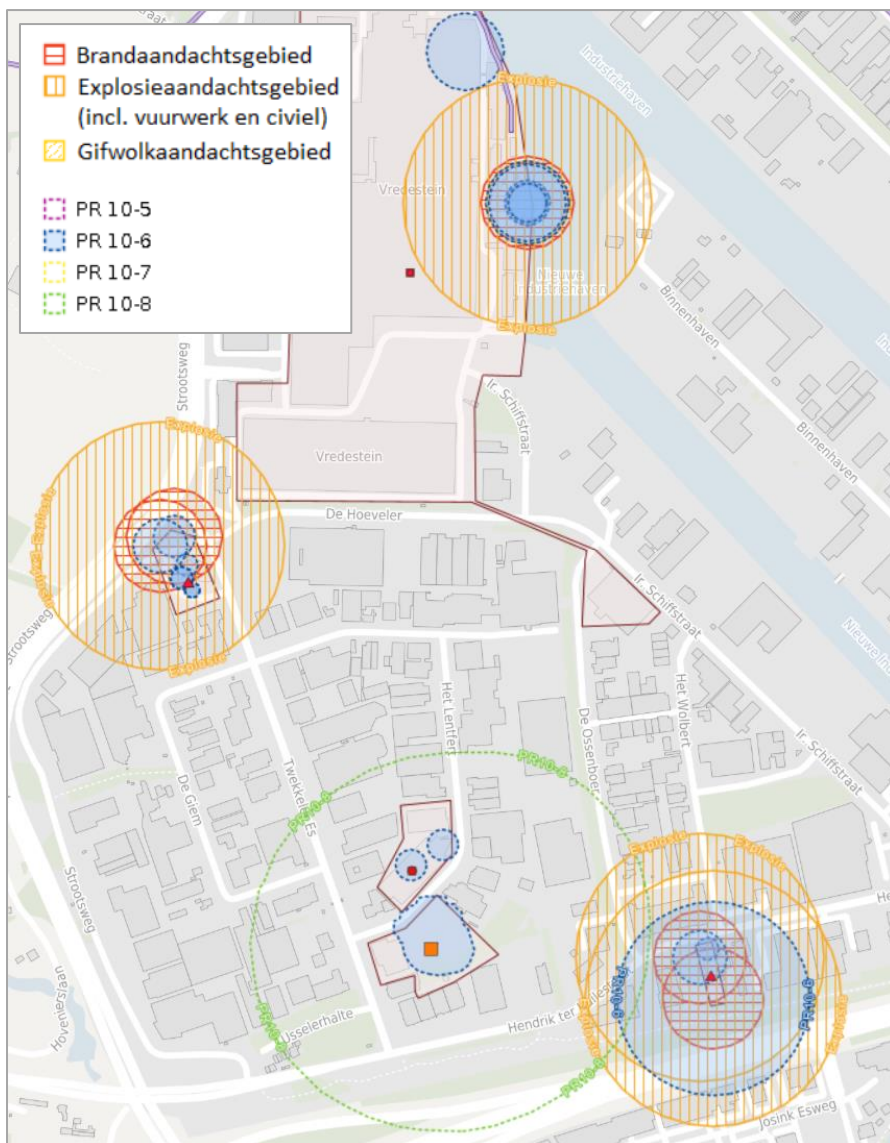
In het kader van de ontwikkeling van de Omgevingswet is een poging gedaan dit ongemak te verminderen. De koppeling veiligheid-ruimte wordt nu gelegd middels een plaatsgebonden risico (ongewijzigd) en een aandachtsgebied (voor definities zie paragraaf 3.1). In gebieden waar het plaatsgebonden risico groter is dan 10^{-6} per jaar is `zijn kwetsbare of zeer kwetsbare gebouwen of kwetsbare locaties niet toegestaan. Het bevoegd gezag dient ernaar te streven beperkt kwetsbare gebouwen of locaties in zulke gebieden zoveel als mogelijk te weren.

Binnen een aandachtsgebied rond een activiteit met gevaarlijke stoffen dient het bevoegd gezag af te wegen of de aanwezigen voldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Met het oog op de gevolgen kan het gaan om een brandaandachtsgebied, een explosieaandachtsgebied, een gifwolkaandachtsgebied of een combinatie daarvan.

Met de introductie van de aandachtsgebieden wordt een “cultuurverandering” beoogd [2]. Minder ambtelijk en meer bestuurlijk, meer “mogelijk maken” i.p.v. afvinklijstjes, meer partijen die actief vorm geven aan een initiatief. De implementatie van het regime van de Omgevingswet gaat zich de komende 10 jaar voltrekken¹.

¹ Deze “ingroeitijd” is belangrijk om zich te realiseren. In 2014 presenteerde de provincie Noord Brabant zijn Risicobeleid Externe Veiligheid 2014-2018 [3]. De ondertitel; luidde: “Naar een maatschappelijke afweging van belangen”. In paragraaf 1.2, “Nieuwe inzichten over het omgaan met risico’s”, van de nota wordt gesteld dat we er goed aan doen “.....de discussie over de toelaatbaarheid van externe veiligheidsrisico’s te voeren met een open oog voor het feitelijk saldo van positieve en negatieve effecten”. Tien jaar voor dit “nieuwe inzicht” stelde de Nota van Toelichting op het Besluit Externe veiligheid Inrichtingen (Bevi, Stb. 250, 2004) “Het gaat daarbij uiteindelijk om een politieke afweging van de risico’s tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit. Als de maatschappelijke baten van een activiteit groot zijn, kunnen de bijbehorende risico’s eerder worden geaccepteerd dan wanneer die gering zijn”. Tien jaar voor het Bevi formuleert de Gezondheidsraad de kernopgave voor de Overheid bij besluiten over de aanvaardbaarheid van risico’s als: “rechtvaardigt het maatschappelijk belang van het handelen dat risico’s veroorzaakt de aard en omvang van die risico’s? [4]

Zowel het plaatsgebonden risico als de aandachtsgebieden worden weergegeven door contouren op een kaart op de atlas leefomgeving (<https://www.atlasleefomgeving.nl/>). Figuur 2 geeft een voorbeeld.



Figuur 2. Uitsnede uit atlas leefomgeving

Vraagstelling

Het RIVM wil een verkennend onderzoek laten uitvoeren naar de onzekerheden in de berekening van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden. De verkenning bestaat uit:

- een beschouwende analyse van onzekerheden in de bepaling van plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden
- een ‘stakeholder onderzoek’ naar de manier waarop belanghebbenden informatie over onzekerheden willen gebruiken bij afwegingen en beslissingen.

Beschouwende analyse

De beschouwende analyse dient inzicht te geven in de onzekerheden die een rol spelen in de berekening en in het gebruik van de resultaten voor beleidsvoorbereiding en besluitvorming. Dat betekent dat onzekerheden zowel in het domein van het rekenen/modelleren als in het domein van de besluitvorming relevant zijn. Een nader onderscheid van soorten onzekerheden is derhalve van belang. Zo behoort de onzekerheid in de stralingsfractie van een fakkelfrand tot het eerstgenoemde domein, de onzekerheid van de impact van een getroffen maatregel op het risico en in de ontwikkeling van de jurisprudentie rond art. 5.15 BKL (rekening houden met de kans op het overlijden van een groep van 10 of meer slachtoffers) tot het tweede.

Een ander voorbeeld van de omgang met wetenschappelijke onzekerheid, leidend tot een besluitvorming door middel van een situatie-specifieke belangenafweging is de recente uitspraak van de Rechtbank Limburg inzake een casus over het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen ten behoeve van lelieteelt nabij woonbebouwing [55]. De Rechtbank acht de onzekerheid over de schadelijke gevolgen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen dermate groot dat de beoordeling van het gezondheidsrisico wordt gebaseerd op een belangenafweging. Deze is situatie-specifiek, d.w.z. de uitslag staat voor een nieuwe casus niet op voorhand vast. De afweging is afhankelijk van o.a. de soort teelt, de toegepaste middelen en hun dosering, de afstand tot de bebouwing, de wijze van dosering enz.

Stakeholderonderzoek

Plaatsgebonden risicocontouren en aandachtsgebieden zijn hulpmiddelen voor de betrokkenen bij de besluitvorming over initiatieven in de leefomgeving. De vraag is nu of betrokkenen hieraan voldoende hebben of dat zij liever andere of aanvullende informatie zouden zien om al dan niet in te kunnen stemmen met deze risicodragende activiteit in dit specifieke gebied. En dan met name hoe zij willen omgaan met de onzekerheden in de gepresenteerde informatie ten aanzien van het al dan niet treffen van aanvullende maatregelen.

Daartoe zijn 13 betrokkenen uit verschillende organisaties bevraagd. Zij nemen verschillende posities ten aanzien van de afweging (overheid ruimte, overheid mba-vergunningverlening, Rijk beleidsvoorbereiding, blootgestelde omwonende, initiatiefnemer bedrijfsleven).

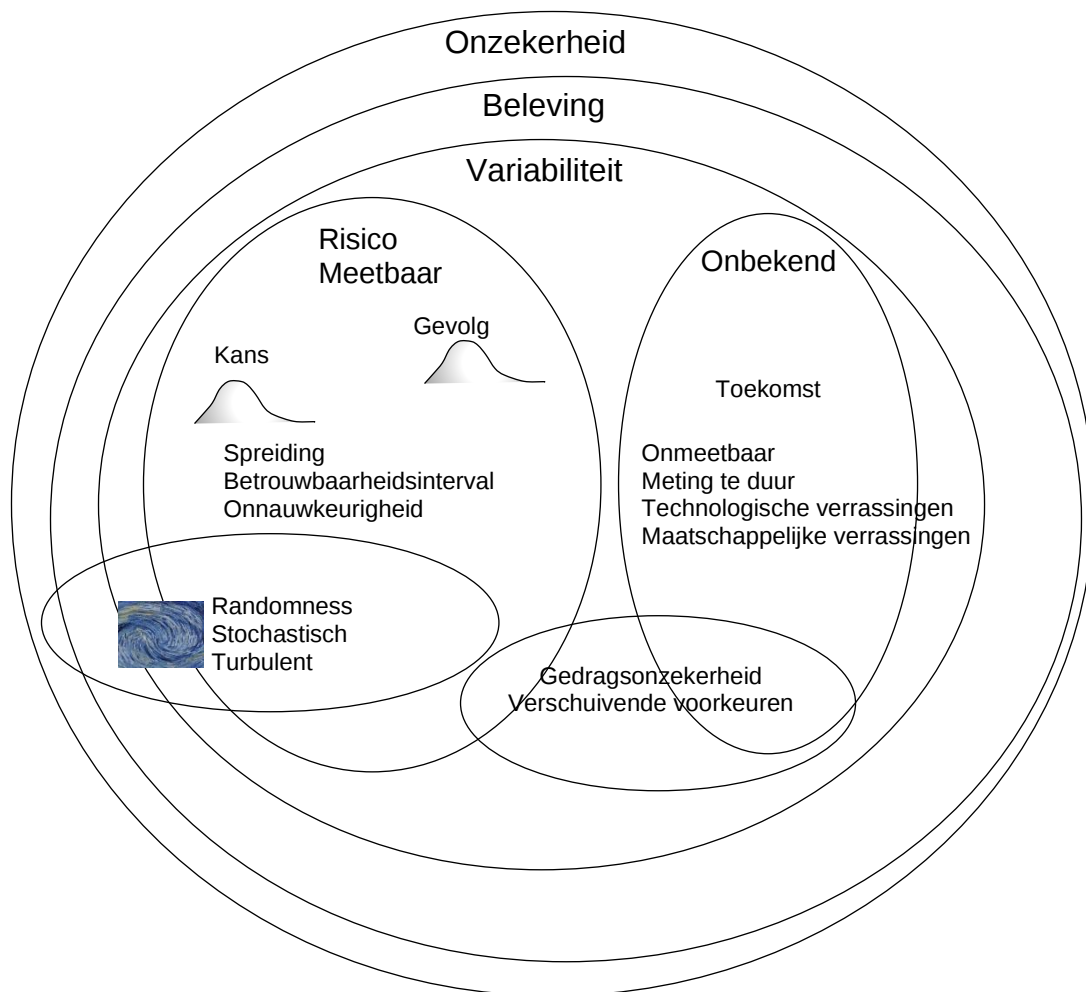
Terminologie

Het karakter van dit onderzoek is een brede verkenning. Dat betekent dat ook het begrip onzekerheid breed is opgevat. Uiteindelijk gaat het om alle mogelijke factoren ten aanzien van externe veiligheid, die leiden tot onzekerheid over de effectiviteit van een bestuurlijk besluit dat wordt genomen met een beoogd gevolg.

De factoren zijn divers van aard. Regelmatig worden we bijvoorbeeld toch nog verrast door het menselijk handelen. Zo bleek het statiegeld op plastic flesjes te leiden tot meer rommel op straat, omdat vuilniszakken werden uitgelopen op zoek naar waarde. Een gevolg dat niet was voorzien. Dat adaptief handelen maakt dat het op voorhand onzeker is of een beoogd doel daadwerkelijk wordt bereikt.

In het essay Het Risicodenken [60] maakt Geerts een brede analyse van het risicobegrip. Onzekerheid is een gelaagd begrip. We zijn onzeker over wat er kan gebeuren, wanneer het gebeurt, hoe het zal verlopen, wat gewilde en ongewilde uitkomsten van ons handelen zijn, wie de lusten en wie de lasten zullen dragen, hoe dat beleefd zal worden en meer. Het risicobegrip is veelomvattend.

Onzekerheid wordt in dit onderzoek als overkoepelend begrip gehanteerd. De bronnen van onzekerheid worden in dit onderzoek benoemd, alsmede de mechanismen die er zijn om de onzekerheid niet te groot te laten zijn. Verschillende deelgebieden van het overkoepelend begrip worden in dit rapport, afhankelijk van de context, aangeduid als “onnauwkeurigheid”, “variabiliteit”, “spreiding”, “betrouwbaarheidsinterval” e.d. Figuur 3 geeft ter oriëntatie een overzicht van de scope van de verschillende aanduidingen.



Figuur 3. Gehanteerde begrippen en hun scope

2 Onzekerheid

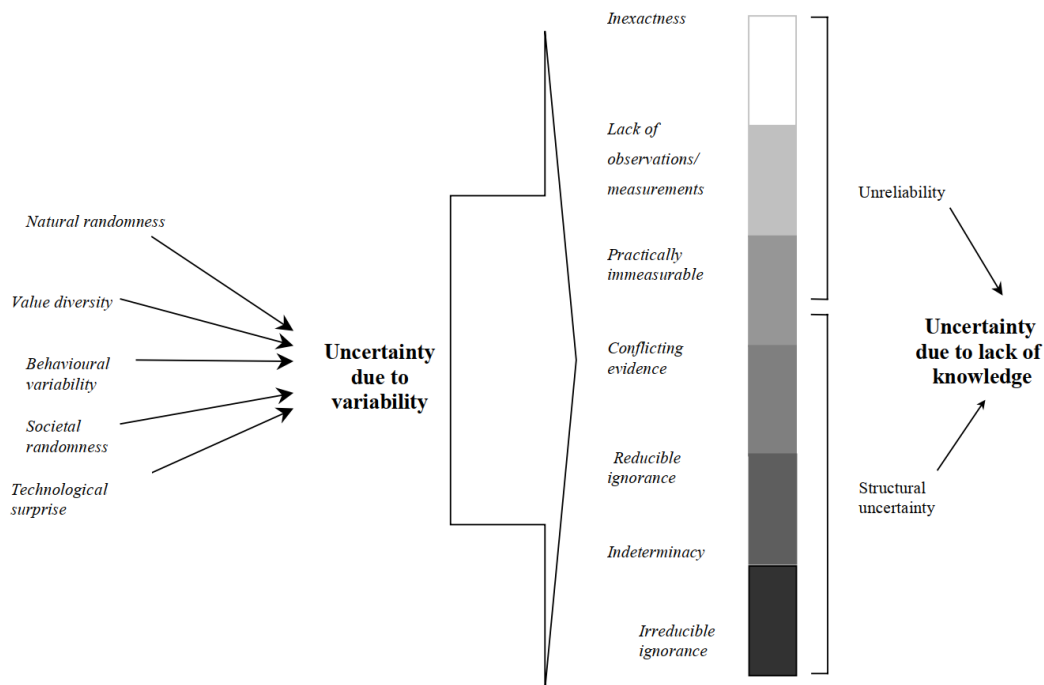
2.1 Inleiding

Hoe om te gaan met onzekerheid is vanouds een kernthema in het RIVM onderzoek. RIVM levert immers wetenschappelijke kennis ter ondersteuning van maatschappelijke beslissingen. Zowel de kennis zelf als de beoogde effecten van beslissingen op basis van die kennis zijn behept met onzekerheid. In 2001 verscheen al het rapport “Uncertainty & RIVM’s Environmental Outlooks, Documenting a learning process” [5]. Het rapport geeft een overzicht van verschillende perspectieven op onzekerheid en ontwikkelt een aanzet voor het systematisch aandacht geven aan onzekerheid in het proces van beleidsformulering op basis van wetenschappelijke kennis.

Het rapport geeft een waardevolle taxonomie van bronnen van onzekerheid en indelingen in categorieën van onzekerheid. De analyse van het begrip onzekerheid is gebaseerd op het promotie onderzoek van Marjolein van Asselt [6]. Omdat het onderzoek onzekerheid centraal stelt in de interactie tussen wetenschappelijke kennis en beleid is het zeer geschikt als basis voor deze beschouwing. Nu volgt een korte samenvatting.

2.2 Bronnen van onzekerheid [5,6]

Onzekerheid kan het gevolg zijn van variabiliteit en gebrek aan kennis. De samenhang tussen die twee is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. Bronnen van onzekerheid door variabiliteit en gebrek aan kennis [6]

Variabiliteit is inherent aan het beschouwde verschijnsel. Bijvoorbeeld turbulent gedrag van een stroming of de verdeling van roosterfouten in het staal van de wand van een druktank, resulterend in een variabele sterkte. Maar ook onvoorspelbaarheid van menselijk gedrag, economische of politieke instabiliteit, technologische verrassingen zijn bronnen van variabiliteit.

Belangrijk in deze schematisering van onzekerheid is om te benadrukken dat onzekerheid in dit kader, het gebruik van wetenschappelijke kennis voor ondersteuning van maatschappelijke beslissingen, mede voortkomt uit transwetenschappelijke factoren (onzekerheid over de toekomst, menselijk gedrag, verschuivende waardeoordelen). Later in dit rapport maken we een praktisch onderscheid tussen onzekerheid in de sfeer van de modelberekeningen en in de sfeer van de besluitvorming. Maar deze twee sferen hangen onlosmakelijk met elkaar samen. Wát we uitrekenen, op welke manier, welke betekenis we aan de resultaten toekennen en welk besluit we vervolgens nemen is de uitkomst van een maatschappelijk proces en dus ook veranderlijk in de tijd.

Gebrek aan kennis is een gevolg van die variabiliteit, maar hangt ook samen met de stand van de wetenschap. Of verzamelen van meer data bijdraagt aan de vermindering van

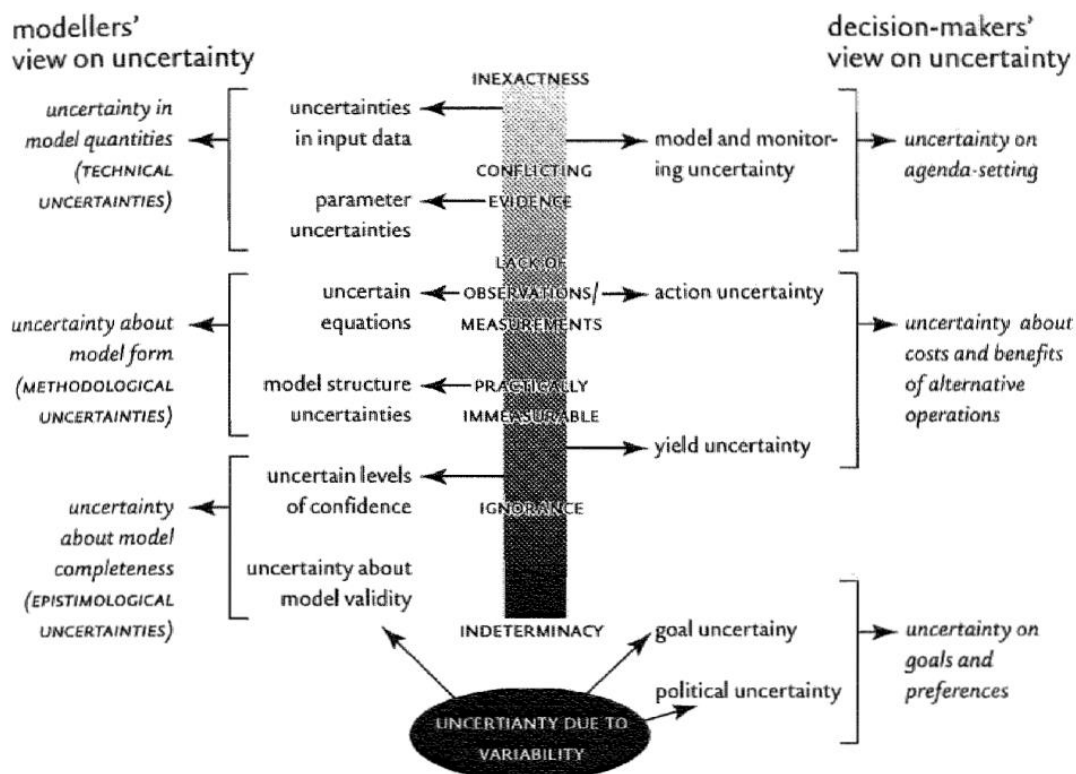
onzekerheid is afhankelijk van de oorsprong van de onzekerheid. Dit kan worden weergegeven op een schaal van onnauwkeurigheid tot volledige onwetendheid:

- Onnauwkeurigheid: meetfouten, “we weten ongeveer...”
- Gebrek aan waarnemingen/data: “we zouden het kunnen weten als...”
- Praktisch onmeetbaar: experimenten zijn te duur, duren te lang, “we weten wat we niet weten”
- Conflicterend bewijs: verschillende datasets, meer interpretaties, “we weten niet wat we weten”
- Reduceerbare onwetendheid: processen die we ons nog niet bewust zijn en dus ook nog niet onderzoeken, nu nog onvermoede gezondheidseffecten, “we weten niet wat we niet weten”.
- Onbepaaldheid: processen waarvan we de principes en regelmatigheden kennen, maar niet volledig kunnen voorspellen, bijvoorbeeld houden we de kwaliteit van onderhoud, inspectie en operatie van de opslag van radioactief afval de komende 300 jaar op hetzelfde niveau als nu?, “we zullen het nooit (precies) weten”.²

2.3 Koppeling kennis en beleid

De kennis over een complex verschijnsel geven we meestal de vorm van een model. Dit kan een theorie zijn, een correlatiemodel, een fysisch model, een simulatiemodel e.d. Onzekerheid speelt in een model op drie niveaus een rol: op rekenkundig niveau (hoe zeker zijn we van de input data, de parameterwaarden, randvoorwaarden), methodologisch niveau (zijn de modelvergelijkingen en de algoritmen correct) en epistemologisch niveau (is het model compleet, zijn alle relevante verschijnselen beschreven). Deze verschillende niveaus resulteren in een variabiliteit in de uitkomsten. Deze variabiliteit is soms te reduceren door modellering in meer detail, soms door extra experimenten te doen. Daarna moet de gebruiker van de modeluitkomsten de resterende variabiliteit integreren in de onzekerheden die te maken hebben met het besluitvormingsproces. Welke maatregelen/interventies leveren welke opbrengsten onder welke condities? De plaats van onzekerheid in dit speelveld is weergegeven in figuur 5.

² De oorspronkelijke publicatie van Van Asselt schetst nog een extra trede van de ladder: “Niet reduceerbare onwetendheid: processen en wisselwerkingen tussen processen die niet bepaald kunnen worden met menselijke vermogens, “we kunnen het niet weten””. Deze trede is in dit kader van minder belang.



Figuur 5. Onzekerheid voor de modelbouwer en de beslisser [6]

De term “beslisser” kan hier zowel worden opgevat als bestuurder/beleidsmaker/ambtelijke beleidsvoorbereider als omwonende of anderszins betrokken persoon. Het gaat om het gebruik van wetenschappelijke kennis voor persoonlijke of collectieve doeleinden.

2.4 Voorbeelden uit het werkveld externe veiligheid

Ter verduidelijking van de hiervoor in figuur 5 genoemde bronnen van onzekerheid, volgen nu enkele voorbeelden uit het werkveld externe veiligheid.

2.4.1 Onzekerheid gezien vanuit de modelbouwer:

Onzekerheid in input data:

- Het risico langs een transportroute gevaarlijke stoffen wordt bepaald door de aantallen transporten in de verschillende stofcategorieën. De transporten zijn in aantal niet elk jaar gelijk en kunnen een andere samenstelling van stofcategorieën hebben.
- Een andere minder vaak genoemde bron van onzekerheid zijn de stofgegevens die in de berekeningen worden gebruikt. Ook daar is onzekerheid aan de orde. Zo is tussen de 8.3 en de 8.5 versie van het Safeti-NL model de onderste explosiegrens van methaan

bijgesteld van 4.4 naar 5.0 vol%. Dit resulteert in kleinere afstanden tot de onderste explosiegrens. Ook andere op het oog robuuste stofeigenschappen zoals de verbrandingswarmte of de verdampingsenthalpie zijn omgeven met een onzekerheidsmarge. De waarden zijn gebaseerd op experimenten dan wel berekend met correlatieformules. De invloed daarvan op het berekende risico is meestal beperkt ten opzichte van de andere bronnen van onzekerheid.

Onzekerheid in parameterwaarden:

- Met behulp van parameters wordt een model zo goed mogelijk “gefit” op de werkelijkheid in de vorm van experimenten. Dit is een voortgaande inspanning. Nieuwe experimenten leiden tot bijstelling van parameterwaarden of zelfs tot geheel andere modellen. De stralingsfractie van een fakkelvlam is een voorbeeld. De fractie van de verbrandingsenergie die naar de omgeving uitstraalt en daarmee het risico bepaalt kan met verschillende modellen worden beschreven³.

Onzekerheid in modelvergelijkingen en modelstructuur:

- De dispersie van een gevaarlijke stof in het rekenpakket Safeti-NL wordt beschreven met het UDM-model (Unified Dispersion Model). In de eerste versies (6.53 en 6.54) was de dispersie in de windrichting (van belang voor in de tijd variërende verdampingsbronnen) nog niet in het model opgenomen. De verwerking ervan leidde tot lagere concentraties en “langere staarten”.
- Een model kan een eenvoudige correlatie zijn: als het gat in de leiding zo en zo groot is, is de vlam zo en zo lang en de straling zo en zo sterk. Een dergelijk semi-empirisch model is eenvoudig en snel. Het heeft echter een beperkt domein van geldigheid (gat niet te groot en niet te klein, alleen voor bepaalde stoffen bij bepaalde drukken enz.). Een model kan ook de fundamentele fysische en chemische verschijnselen beschrijven (behoudswetten voor massa, impuls en warmte). Deze modellen zijn breed toepasbaar, maar complex. De praktijk is een werkbaar compromis. De mate van detail van een model is afgestemd op het probleem in kwestie. Voor de stralingsbelasting van een leiding in een offshore-module is een gedetailleerder model nodig dan voor de dispersie van een toxische stof over een vlak gebied met weinig bebouwing. Het is ook niet altijd zo dat een complexer model nauwkeuriger is. Bij voorbeeld in het geval van het voorspellen van de emissie van toxische rookgassen uit een brand in een opslagloods schrijft het RIVM:

“The current method distinguishes between fuel- and oxygen-restricted combustion rates. Simplifications are used to calculate these combustion rates. Therefore, the current method gives a false sense of precision. Adding detail will be time-consuming and may not result in higher precision

³ “Voor uitstroomsnelheden tussen de 100 m/s en 500 m/s komen alle 4 de modellen goed overeen. Het THRAIN-model wijkt af voor lage snelheden. Uitstroomsnelheden rond de 80 m/s worden verwacht bij een lekkage van 30 mbar, al zou de snelheid lager kunnen zijn door interacties met wanden of de bodem van een greppel. Er is daarmee enige onzekerheid over de fractie van de hittestraling voor lage uitstroomsnelheden voor aardgas en daarmee ook voor waterstof. Deze correlatie zal daarmee verder gevalideerd moeten worden.” [7]

if the required input parameters are uncertain. It is therefore recommended to investigate whether the method can be simplified by taking into account only the fuel-restricted combustion rate. This is a conservative approach. [9]

Ook de implementatie van een model in de vorm van numerieke algoritmen kan variatie in de uitkomsten opleveren (gridgroottes, discretisaties, coördinaatsystemen, afkapcriteria e.d.).

Onzekerheid in de compleetheid en validiteit van het model:

- Met name bij nieuwe technische systemen is de vraag of alle relevante onderdelen op de juiste wijze zijn gemodelleerd. Een recent voorbeeld is de opkomst van de waterstoftankstations. Hierbij ontstonden verschillen in het berekende risico door verschillende interpretaties van subsystemen en faalscenario's [8]. Dit blijft zich dan verder ontwikkelen. Zo is voor waterstof in Safeti-NL versie 8.8 een nieuw fakkelformule opgenomen, het Miller model overeenkomstig met de laatste wetenschappelijke inzichten omtrent het gedrag van waterstof fakkels (<https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/prs.11867>). Dit geeft, in vergelijking met Safeti-NL versie 8.5, grotere effectafstanden.

2.4.2 Onzekerheid gezien vanuit de beslisser/gebruiker

Onzekerheid over verandering model

- Door een wettelijk voorgeschreven koppeling van de modeluitkomsten aan een verplicht te nemen maatregel, vaak in de vorm van een norm die bij overschrijding een actie vraagt, kan bijvoorbeeld een nieuwe versie van het rekenmodel leiden tot een andere modeluitkomst en dit kan een onverwachte nieuwe actie opleveren. Met name wanneer het verschil in uitkomst klein is maar de koppeling strak (bv. een "grens"-waarde) brengt dat de beslisser mogelijk in problemen (vorig jaar niks aan de hand en nu wel? Hoe leg ik dit nog uit?). Voorbeelden zijn een door een nieuwe versie van het rekenprogramma ontstaan verschil tussen een plaatsgebonden risico van $9.9 \cdot 10^{-7}$ en $1,1 \cdot 10^{-6}$ per jaar dat ineens een saneringsverplichting oplevert, een verschil tussen 0.99 en 1.01 maal de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico dat ineens noopt tot een zware verantwoording van het groepsrisico.

Onzekerheid over mogelijke maatregelen en alternatieven

- De vorm van het model (input variabelen, parameterwaarden) suggereert de "knoppen" waaraan de beslisser kan draaien. Niet al deze "knoppen" zijn te vertalen naar praktisch te treffen maatregelen. Willen de uitkomsten van het model goed bruikbaar zijn voor het evalueren van maatregelen dan moet tenminste een deel van die knoppen wel in zijn regelbereik liggen. Zo is beheer van ontstekingsbronnen in de openbare ruimte lastig, maar is het voorschrijven van een brandwerende afscherming wellicht wel mogelijk voor een gemeente middels een omgevingsplan.

Onzekerheid over de kosten en baten van alternatieven

- Wanneer risicoreducerende maatregelen worden overwogen levert de kwantitatieve risicoanalyse een maat voor de “veiligheidswinst”. Daarbij kunnen ook niet alle maatregelen verdisconteerd worden in het rekenmodel zodat de veiligheidswinst alleen kwalitatief beschouwd kan worden. De kosten (investeringen en operationele kosten) worden in een ander type studie berekend. Beide uitkomsten, de kosten en de veiligheidswinst, zijn behept met onzekerheden uit dezelfde bronnen als hierboven benoemd.

Onzekerheid over draagvlak voor maatregelen

- De bestuurder/beleidsvoorbereider opereert in een omgeving met veel partijen met conflicterende belangen. Hij overweegt steeds de aanvaardbaarheid van verschillende opties in het relevante beslisforum. De betrokken omwonende kan beter omgaan met onzekerheid als hij voldoende grip op zijn fysieke leefomgeving ervaart [10]. Bij majeure wetswijzigingen, zoals de Omgevingswet die per 1 januari 2024 van kracht is, zijn bestuurders/beleidsvoorbereiders/betrokken burgers op zoek naar een nieuwe balans tussen onzekerheid en grip. Hoe beoordeel je de kans op overlijden van 10 personen of meer (art. 5.15. BKL) als de groepsrisicoberekening samen met de oriëntatiewaarde er niet meer is? Hoe houd ik mij dan nog staande in bestuurlijke discussies? Hoe raak ik in de discussies over een windmolenpark in het Omgevingsplan niet ondergesneeuwd door de handige babbelaars met hun slimme adviseurs? De wet beoogt de grip voor betrokkenen te bevorderen o.a. door de nieuwe eisen aan participatie en nieuwe instrumenten voor het beheer van de fysieke leefomgeving. De WRR waarschuwt dat die nieuwe balans tussen grip en onzekerheid niet vanzelf tot stand komt [10].

Eén van de aanbevelingen in het RIVM-rapport uit 2001 [5] was om een goede verbinding te maken tussen de aandacht voor onzekerheid in een hoofddocument en een of meer achtergronddocumenten. Experts schatten het vermogen van beleidsvoorbereiders en bestuurders om onzekerheden te hanteren niet hoog in. In een hoofdrapport wordt onzekerheid dan alleen geadresseerd als het echt niet anders kan. Verdieping in achtergronddocumenten vergt echter wel een heel duidelijke verwijstructuur. Een voorbeeld is het rapport van de Gezondheidsraad uit 2018 over kanker door hoogspanningslijnen [11, 12], zie paragraaf 3.6.

2.5 Reductie van onzekerheid

2.5.1 Inleiding: hernieuwde aandacht

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat onzekerheid zowel in de technisch-wetenschappelijke sfeer van de wetenschapper/modelbouwer als in de bestuurlijke sfeer van de beleidsontwikkelaar en beslisser een belangrijke rol speelt. De Gezondheidsraad benadrukte het belang daarvan al eerder, zie o.a. figuur 6.

De valkuil in het aandacht geven aan onzekerheden is de nihilistische conclusie dat, als alles dan zo onzeker is, er niets zinvol is over de risico's voor de externe veiligheid te zeggen is [5, p. 108]. Een argument dat dan ook nu nog in discussies wel wordt gebruikt. De kans kan in de discussie namelijk als heel klein worden beoordeeld met als gevolg dat gezegd wordt "die risicoberekeningen kunnen we niets mee". Anderzijds kan de kans ook worden beoordeeld als het kan gebeuren dus we bereiden ons er op voor. Deze mensen zullen bij het niet treffen van maatregelen in de discussie zeggen "dus jij vindt het normaal dat die woonwijk afbrandt?"

Aan de andere kant is de valkuil van het kwantificeren van een risico in een of meer risicomaten dat belangrijke risico-aspecten over het hoofd worden gezien c.q. geen gewicht krijgen in de besluitvorming. Ale duidt deze valkuil aan als "framing" [22 p. 107, 120], Kahneman als "WYSIATI": What You See Is All There Is. De beslisser moet zich te allen tijde realiseren dat wat hem wordt voorgelegd als "risicoprobleem" nooit het hele probleem is.

"Risicoschattingen zijn onzeker omdat de resultaten van metingen met fouten zijn behept, omdat over de toepasbaarheid van gegevens twijfel bestaat en omdat de parameters van de gebruikte modellen onvoldoende nauwkeurig bekend zijn. De marges die met deze vormen van onzekerheid samenhangen, zijn vaak redelijk in maat en getal uit te drukken. Onder meer Nederlands onderzoek in het Rijnmondgebied heeft aanwijzingen verschaft dat, in verband met ernstige ongevallen in industriële installaties, onzekerheden van enkele orden van grootte in zowel kansen als effecten eerder regel dan uitzondering zijn (GR89a). Onzekerheid die samenhangt met de representativiteit van de gebruikte risicomodellen, is veel moeilijker in maat en getal uit te drukken. Veel van de modellen zijn niet gevalideerd in de praktijk; soms is validatie onmogelijk. Het is dan onmogelijk om aan te geven in welke mate de modeluitkomsten betekenis hebben voor de werkelijkheid. Bij veel risicoschattingen komen de onzekerheden in de uitkomst niet expliciet aan de orde. De commissie acht dat onjuist. Elke risicoschatting zou gepaard moeten gaan met bespreking van de onzekerheden en waar mogelijk een kwantificering. In sommige gevallen kan een gevoeligheidsanalyse hier goede diensten bewijzen."

Figuur 6. Gezondheidsraad 1995 [4, p.72]

In de discussies over de risico's van de energietransitie en seismiciteit door geothermie of mijnbouw is de afgelopen jaren hernieuwde aandacht ontstaan voor de onzekerheden in modelberekeningen en de bestuurlijke omgang daarmee. In een brief aan de Tweede Kamer over verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie schrijft de minister van Klimaat en Energie [47]:

“Een wezenlijk aspect van risico's is onzekerheid. Het risiconiveau wordt ingeschat op basis van de mogelijke effecten voor veiligheid of gezondheid in combinatie met de kans dat die zich voordoen. Een inschatting of berekening betreft de toekomst en bevat dus per definitie enige onzekerheid.....”

“Risico is een breed begrip..... Kenmerkend voor dit soort risico's is dat beleidsmatig moet worden vastgesteld in hoeverre een restrisico aanvaardbaar is als keerzijde van een maatschappelijk waardevolle activiteit, en dat dit zich kan voordoen ondanks naleving van de voorschriften.”

Deze overweging geeft in enkele zinnen de kern van het probleem (risico's worden geschat, de afweging tussen beschermen en benutten is een beleidsmatige) en de plaats van onzekerheid daarin.

2.5.2 Nut van het getal

Wanneer is kwantificering, hoe onzeker ook, nuttig ter ondersteuning van een besluit? Wanneer heb je behoefte aan een getal? In het algemeen zijn vier toepassingen te onderscheiden:

- Om situaties te vergelijken in plaats of tijd: Is studentenhuisvesting direct naast het spoor in Eindhoven net zo erg als in Rotterdam? Is het risico op plaats A nu hoger of lager dan 5 jaar geleden?
- Om rangschikkingen te maken: Hebben we hier te maken met een risico uit de top 10, met een doorsnee risico of zit het bij de laagste 10%?
- Om prioriteiten te stellen in de aanpak van situaties: we geven prioriteit aan de bovenste 5% van de situaties.
- Om situaties te beoordelen als “voldoende veilig” door een streep te trekken in de rangschikking: een norm, grenswaarde, referentiewaarde e.d.

Deze aanpak kan alleen als het risico bekend is (niet onzeker): omvang van de schade en de kans op de schade staan redelijk vast. Er moet een beperkte, gereguleerde mate van onzekerheid zijn om betekenisvolle vergelijkingen te kunnen maken, om zinvol acceptabel en niet acceptabel te kunnen afbakenen⁴.

Wanneer de mate van onzekerheid zo groot is, dat het risico zelf onzeker is, is een getalsmatige onderbouwing minder geschikt [48]:

“Rekenen met te weinig gegevens geeft alleen schijnnaauwkeurigheid, en zodoende heeft een rekenkundige bepaling van het veiligheidsrisico van geothermieprojecten voorlopig nog geen zin.”

⁴ N.B. niet alle problemen voldoen hieraan, zie bv. Ale p 122 [22] over global warming.

Met andere woorden als de onzekerheden te groot zijn geeft een rekenkundige bepaling van het risico onvoldoende onderscheidend vermogen voor een consistente ranking van alternatieven of t.o.v. een normwaarde. In die gevallen bieden andere rechtsbeginselen toch een grond om aanvaardbaar/onaanvaardbaar van elkaar te onderscheiden:

“Het panel ziet geen mogelijkheden om een objectieve en werkbare norm te bepalen voor de kans dat schade optreedt aan een object als gevolg van geothermie, en adviseert om geen schadenorm te introduceren. Ik neem dat advies over.” [48]

*“Ten eerste is schade onaanvaardbaar als die de veiligheidsnorm zou overschrijden. Ten tweede kan de kans op eventuele schade aan objecten die ontstaat ondanks dat de operator heeft voldaan aan alle wet- en regelgeving - inclusief voldoende voorzorg om de kans op geïnduceerde seismiciteit te minimaliseren en schade te voorkomen - als aanvaardbaar worden beschouwd **mits het zeker is dat deze schade wordt vergoed.**” [48]*

Of te wel wanneer voorzorg is betracht, vergunningen zijn verleend, elke betrokkene op de hoogte is (informed consent), is een risico aanvaardbaar mits strikte aansprakelijkheid voor de schade van toepassing is. Hiermee zijn we aangeland bij de door Henk Zandvoort geformuleerde beginselen voor een vreedzame samenleving [50]. En illustreert deze rechtsbasis de door van Eeten et al. onderscheiden drie fundamentele houdingen in de omgang met risico's: we kunnen de risico's berekenen, verdelen of ons ermee verzoenen [23].

Wanneer de verschijnselen en de risico's zelf ook nog onzeker zijn biedt het voorzorgsbeginsel een mogelijke uitweg [47]:

“Naast de risico's waarvan ondanks onzekerheidsmarges toch veel bekend is over de kansen en de effecten, bestaan er ook de zogenaamde onzekere risico's. Daarmee bedoel ik risico's waarover grote onzekerheid bestaat wat betreft de oorzaak, de kans erop en/of het effect ervan, met name mogelijke lange-termijn gezondheidsrisico's zoals door elektromagnetische straling in de nabijheid van hoogspanningslijnen. Bij onzekere risico's past een benadering met voorzorg.”

2.5.3 Reductie van onzekerheid

In de voorgaande paragraaf is geschetst dat, wil een rekenkundige bepaling van het risico een bruikbare basis voor besluitvorming kunnen vormen, de onzekerheden niet te groot mogen zijn.

De rekenkundige en bestuurlijke onzekerheden worden dan ook aan de voorkant gereduceerd door een aantal maatregelen en mechanismen.

Reductie rekenkundige onzekerheden

Wanneer de kwantitatieve risicoanalyse wordt ingezet ter ondersteuning in een bestuurlijk kader, gelden strakke afspraken over de uitvoering van de berekening. Deze afspraken beperken de spreiding in de resultaten door het vastleggen van invoer- en parameterwaarden. Deze zijn opgenomen in een rekenvoorschrift of handleiding. De handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid inrichtingen formuleert al in de eerste versie uit 2006:

“Om de resultaten van een QRA te kunnen gebruiken bij beslissingen, moeten deze verifieerbaar, reproduceerbaar en vergelijkbaar zijn.....Bij het opstellen van de handleiding Risicoberekeningen en het kiezen van de parameterwaarden in het rekenpakket is een aantal keuzes gemaakt. Hierbij heeft telkens een afweging plaatsgevonden tussen het zo eenduidig mogelijk maken van de rekenmethode, waarvoor parameters vastgelegd dienen te worden, en het mogelijk maken van locatiespecifieke modellering, waarvoor enige keuzevrijheid geboden moet worden. Het resultaat van deze afweging is dat de gebruiker nog altijd demogelijkheid heeft specifieke gegevens te wijzigen. Wel is het uitgangspunt dat alle verschillen in QRA berekeningen te herleiden zijn tot herleidbare keuzes”

Voorschriften zijn ontwikkeld voor het berekenen van de risico's van inrichtingen [13], transportroutes [14], buisleidingen [15], windturbines [17], opslag van explosieven [16] en vliegvelden [18].

Een tweede bijdrage aan de reductie van rekenkundige onzekerheid levert de helpdeskfunctie die het RIVM vervult. Gebruikers van de rekenmethodieken krijgen daar advies over hoe om te gaan met bepaalde details in de rekenmethodiek. Zo worden bijvoorbeeld nieuwe ontwikkelingen in de methodieken ingeweven totdat ze volledig deel uit gaan maken van het rekenvoorschrift.

De externe veiligheid heeft zich sinds de jaren 70 van de vorige eeuw ontwikkeld van een milieuprobleem tot een ruimtelijk probleem. Ook aan de ruimtelijke kant zijn afspraken vastgelegd, veelal in de vorm van wetgeving. De AMvB Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi. Stb. 250 2004) was opgehangen aan zowel de Wet Milieubeheer als aan de Wet Ruimtelijke Ordening. Het Bevi, een instructie AMvB voor de bevoegde gezagen, bevat de definities van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten, definieert de sets van besluiten en welke afwegingen daarvoor gelden. De bijbehorende regeling geeft uitbreidingen en uitzonderingen, definieert meetpunten voor afstanden enz. Deze afspraken leggen het regelbereik van het bevoegd gezag vast en begrenzen de onzekerheid aan de kant van de indeling van de ruimte.

Reductie bestuurlijke onzekerheden

Aan de bestuurlijke kant speelt de Raad van State een belangrijke rol. De jurisprudentie, meestal van de afdeling bestuursrechtspraak ondersteund door de StAB, legt een bepaalde wetsinterpretatie vast. Zo was er in de eerste jaren van het Bevi, zeg 2004-2010, veel jurisprudentie over de kwetsbaarheid van concrete bouwobjecten als een fietsenhok, een koffiehuis op een industrieterrein of een ontmoetingsruimte bij een crematorium. In de loop

van de jaren kristalliseerde de inhoud van het begrip verder uit en nam de onzekerheid over de (juridische) aard van deze objecten en, daarmee verbonden, over de omvang van het regelbereik van de bevoegde gezagen af. Zo zal dat bij de Omgevingswet ook gaan.

Een tweede bijdrage aan de reductie van de onzekerheden aan de bestuurlijke kant is een goede communicatie over best practices en toelichting op de wetgeving. Voorlichtingsbijeenkomsten, cursussen, websites helpen allemaal om interpretatie van de wet te kanaliseren. “Aan de slag met de Omgevingswet” en het “Handboek Omgevingsveiligheid” zijn mooie voorbeelden.

Deze mechanismen kaderen de onzekerheid zo ver in dat een zinvol gesprek over “how safe is safe enough” mogelijk wordt. Niettemin blijven ongevallen met gevaarlijke stoffen voorkomen en wijkt de scenario ontwikkeling niet zelden af van het in de berekening beschouwde scenario. “Things that never happened before, happen all the time” [19]. Dat ontkennen door te suggereren dat volledige zekerheid over de manifestatie van een “hazard” in de toekomst mogelijk is, miskent de essentie van het vraagstuk. Onze handelingen zijn immers doelbewust gericht op het veranderen van de toekomst [20]. Vruchtbaar omgaan met onzekerheden steunt uiteindelijk op vertrouwen of, zoals de WRR het uitdrukt: op de balans van onzekerheid en grip (zie hierboven).

“Elke vorm van omgaan met onzekerheid, gebaseerd op wetenschappelijke analysemodellen, komt op het eindpunt uit van vertrouwen of we voldoende voorbereid zijn op onzekerheid. Zonder vertrouwen dat we de uiteenlopende onzekerheden aankunnen, waarmee we geconfronteerd worden, zullen we last blijven houden van het bewustzijn dat de toekomst fundamenteel onzeker is.” [20].

Of van Asselt, in een interview in 2006:

“Ik vind dat politiek en wetenschap onzekerheden openlijk moeten erkennen. Want roepen dat er nu „zekerheid” is terwijl dat niet klopt, is voedsel voor complottheorieën. Dat zag je gelijk terug op websites van actievoerders tegen UMTS-masten. Het politiek overschreeuwen van onzekerheid is niet slim. Als je geen zekerheid kan krijgen, is vertrouwen namelijk het beste alternatief. En juist het vertrouwen in de overheid en de wetenschap sneuvelt als schijnzekerheden ontmaskerd worden.” [21]

Met dit vertrouwen als eindpunt zijn we aangeland bij de kern van de zaak. Wanneer besluiten we met elkaar of “veilig” voor ons veilig genoeg is? Dat zit hem niet alleen in kwantitatieve data en modeluitkomsten. Om met Ben Ale te spreken: “Safe enough is when we *feel* (!) safe”. [22]. Of te wel de basis van “voldoende veilig” is een gedeeld verhaal. Dat verhaal is overtuigend als aan drie dimensies aandacht wordt besteed: logos, ethos en pathos [23]. Logos gaat over de kwantiteiten in risicoberekeningen, kosten-baten-analyses e.d. Deze moeten van goede kwaliteit zijn. Ethos gaat over de manier waarop we met elkaar afspraken maken, elkaar eraan houden en elkaar aanspreken wanneer we dreigen dat niet te doen: procedures, schadeafhandeling, strafbaarstelling e.d. Pathos gaat over betrouwbaarheid van de persoon, eerlijke intenties, onpartijdige deskundigen, doorleefde dilemma’s e.d. In alle drie dimensies speelt onzekerheid een rol.

Van Eeten et al. constateerde in 2012 dat in overheidscommunicatie over risico’s voornamelijk aan de logos dimensie aandacht werd besteed en dat de andere twee dimensies

werden verwaarloosd [23]. Met miscommunicatie tot gevolg (“Als jij zo’n grote stapel rapporten nodig hebt om aan te tonen dat die installatie veilig is, denk ik dat er iets niet deugt”). Reductie van onzekerheid voor betrokkenen, creëren van een vertrouwensbasis krijgt heden ten dage wel aan de voorkant aandacht. Dit is mede aangejaagd door de aardbevingsschade in Groningen. Zo heeft Nobian recent (2023) bij de vergunningaanvraag voor een aantal nieuwe zoutcavernes rond St. Isidorushoeve aan de voorkant een schadefonds toegezegd alsmede een omkering van de bewijslast. Daarnaast is extra tijd genomen om met behulp van een onafhankelijke moderator betrokken partijen van een zelfde niveau van informatie te voorzien en met elkaar van gedachten te laten wisselen. In de Omgevingswet dient een initiatiefnemer zelf de participatie te organiseren en beoordeelt het bevoegd gezag of dat voldoende is. De waarschuwing van de WRR is dat dit zonder criteria een wassen neus kan worden, maar het laat wel zien dat er aandacht is voor de andere dimensies dan de kwantitatieve berekening van kansen en gevolgen.

3 Analysekader voor deze beschouwing

Het sinds eind jaren 70 opgebouwde raamwerk voor het omgaan met risico's voor de externe veiligheid vertoont een sterke onderlinge verknooptheid van begrippen, beleidsinstrumenten en normeringen. Dit betekent dat een aanpassing van een op een op het oog klein detail, zeg de waarde van de kans op directe ontsteking bij een lekkage, grote consequenties kan hebben voor de ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden van de omgeving. Maar ook dat het nomenstelsel van de externe veiligheid niet zomaar geschikt is voor andere beleidsterreinen. Risico's van de luchtvaart, blootstelling aan stoffen, overstromingsrisico's worden op een eigen wijze behandeld. Hier beperken we ons tot de overlijdensrisico's van ongevallen met gevaarlijke stoffen in bedrijven en op transportroutes (weg, spoor, water of buisleiding).

In dit kader delen we de bronnen van onzekerheid in twee groepen, de onzekerheden in de kwantificering van kansen, gevolgen en de combinatie daarvan (plaatsgebonden risico, groepsrisico) en de onzekerheden in het gebruik van deze informatie voor beleids- en besluitvorming (begripsdefinities, wet- en regelgeving). De vele voorschriften die voor de berekeningen en het gebruik van de resultaten gelden zijn alle erop gericht de onzekerheden, zowel aan de rekenkant als aan de kant van de besluitvorming, zover te reduceren dat een zinvolle uitwisseling van standpunten mogelijk wordt.

We bespreken steeds achtereenvolgens het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden. We onderscheiden vier plaatsen waar onzekerheid al dan niet wordt beperkt.

- Beleidsmatige afbakening. Bij het formuleren van beleid hoort een (nieuw) begrippenkader. Dat bakent het beleidsterrein af en definieert vooral waar het niet over gaat.
- Facetten die niet in de berekening worden meegenomen. Ook hier gaat het om uitsluiting van zaken die bv. een beperkte invloed hebben op het resultaat of te veel inspanning vergen om te verwerken.
- Facetten die wel worden meegenomen, maar met beperkte nauwkeurigheid. Door het model heen zijn data en vergelijkingen verwerkt met een wisselende nauwkeurigheid.
- Invloed van maatregelen. Een besluit om maatregelen te treffen gaat uit van de effectiviteit van die maatregel. Ook daarover bestaat uiteraard onzekerheid.

3.1 Beleidsmatige afbakening: wat laten we weg?

Met de definitie van begrippen wordt duidelijkheid gecreëerd, maar er worden ook altijd grenzen getrokken. Bepaalde aspecten worden op voorhand expliciet of impliciet uitgesloten. Dit draagt bij aan de reductie van spreiding en dus onzekerheid in de rekenresultaten. In het volgende wordt dit voor het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden besproken.

3.1.1 Plaatsgebonden risico

Plaatsgebonden risico is gedefinieerd in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving (BKL), art. 5.6:

“Het plaatsgebonden risico is de kans op het overlijden van een onbeschermd en continu aanwezig persoon buiten de begrenzing van de locatie waar een activiteit wordt verricht als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door die activiteit.”

Dit is een verkorte, maar inhoudelijk ongewijzigde, formulering van het begrip in het Bevi (Stb. 250 2004) in artikel 1.1 onder p: *“plaatsgebonden risico: risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.”*

In de NvT op het Bevi par. 4 wordt een nadere toelichting gegeven (omdat het begrip ongewijzigd is, ontbreekt in de NvT van het BKL een dergelijke inhoudelijke toelichting op het begrip):

“In het verleden werd in plaats van het in dit besluit gebruikte plaatsgebonden risico het minder juiste begrip individueel risico gehanteerd.

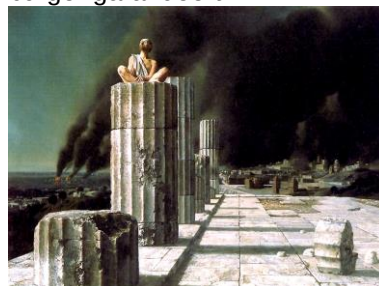
Het plaatsgebonden risico is een maat voor het overlijdensrisico op een bepaalde plaats. Hierbij is het niet van belang of op die plaats daadwerkelijk een persoon aanwezig is, zoals het voorheen gebruikte begrip individueel risico suggereert. Bij het plaatsgebonden risico gaat het om de kans per jaar dat een gemiddelde persoon op een bepaalde geografische plaats in de omgeving van een inrichting overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen in die inrichting, ervan uitgaande dat die persoon onbeschermd en permanent op die plaats aanwezig is. Anders gezegd, het plaatsgebonden risico is een rekenkundig begrip. Het plaatsgebonden risico kan worden weergegeven door een lijn op een kaart die de punten met een gelijk risico met elkaar verbindt (zogenoeten risicocontour). Dergelijke contouren zijn van belang bij de beoordeling of een risicovolle activiteit of een risicogevoelige bestemming op een bepaalde plaats kan worden toegelaten.”

Met deze definitie en toelichting zijn al een aantal belangrijke afbakeningen gemaakt:

- *buiten een inrichting.* Het plaatsgebonden risico wordt berekend vanaf de bron. Dus er zou zich niets verzetten tegen een berekening op het terrein van de inrichting. Dat zou wel wat kanttekeningen vergen over de beperkte geldigheid van de resultaten op korte afstand van de bron, maar is in principe niet onmogelijk. Dat is echter op voorhand uitgesloten, omdat het terrein van de arbeidsveiligheid een apart beleidsveld en wetgeving betreft. Op het bedrijfsterrein bestaat het plaatsgebonden risico niet.
- *Inrichting.* De toetsing geldt per risicobron, inrichting, transportroute of buisleiding. Cumulatie leidt in de praktijk niet tot overschrijding van 10^{-5} per jaar. De gekozen normhoogte 10^{-6} per jaar sluit aan bij andere beleidsvelden (in 1989 stoffen en straling) en geeft geen wezenlijke afstandsverschillen [26, 27]. Het resultaat is dat een industriële activiteit in de omgeving niet meer dan 1% bijdraagt aan het overlijdensrisico van een

persoon (met een minimum van 10^{-4} per jaar voor de leeftijdsgroep 8-12 jaar). Dit duidt men aan als het basisbeschermingsniveau dat de overheid de burger garandeert.

- *Persoon die...zou verblijven.* In “zou” zit verborgen dat het geen reëel persoon betreft. Het plaatsgebonden risico is aldus de NvT een “rekenkundig begrip”. Daarom is de term ook gemunt, in afwijking van het daarvoor gangbare “individueel risico”. Toch blijft dat lastig. In cursussen externe veiligheid moet steeds weer het verschil worden uitgelegd ondanks dat het vanaf het begin van het Bevi duidelijk in de tekst is toegelicht. Als verbeelding van dat rekenkundig begrip komt Willink’s Simeon de pilaarheilige in de buurt van “onafgebroken en onbeschermd”, zie figuur 7. [24].
- De NvT maakt duidelijk dat het gaat om een *gemiddeld* persoon. Er is geen onderscheid naar kwetsbare en minder kwetsbare personen, oud of jong, gezond of ziek of nog andere onderverdelingen.
- *Rechtstreeks gevolg.* In de NvT is ook toegelicht dat “*letale effecten op lange termijn, de kans op verwonding of materiële schade alsmede milieueffecten in enge zin*” niet zijn verdisconteerd. Deze afbakening is niet heel strak bedoeld: “*De grens tussen directe gevolgen en indirecte gevolgen is niet scherp te trekken. Bij het maken van een kwantitatieve risicoberekening wordt doorgaans wat betreft het overlijdensrisico een termijn van twee tot drie weken aangehouden. Het voorgaande neemt niet weg dat een adequaat risicobeleid bijdraagt aan de vermindering van de kans op gewonden en materiële schade.*”.
- *Ongewoon voorval.* Het gaat niet over de reguliere bedrijfsvoering, continue of periodieke emissies. De zwarte stof op de vensterbank in de nabijheid van een hoogoven valt niet onder deze wetgeving. Het gaat om incidenten.
- *Gevaarlijke stof, afvalstof of bestrijdingsmiddel.* Het gaat alleen om incidenten met stoffen die volgens één of meer van drie wetten (in 2004) als gevaarlijk zijn aangemerkt: de wet milieugevaarlijke stoffen, de wet vervoer gevaarlijke stoffen en de regeling Europese afvalstoffenlijst. Zo valt bv. stoom onder druk niet onder de externe veiligheid. In het BKL is het toepassingsdomein gekoppeld aan een limitatieve lijst van activiteiten (BKL Bijlage VII).



Figuur 7. Simeon de Pilaarheilige

De combinatie van de definities in de wetgeving met de rekenvoorschriften voegt aan deze uitsluitingen nog een aantal afbakening toe. Te noemen zijn (niet uitputtend):

Voorschrift/afbakening	Argumentatie of gevolg
Natuurrampen	Geen scenario. In Seveso kader wel aandacht voor overstromingen en aardbevingen als scenario oorzaak
Extern domino effect	Alleen beschouwd als kans op scenario de kans op een catastrofaal falen met meer dan 10% verhoogt.
Sabotage	Geen scenario

Tabel 1. Afbakening bij berekening plaatsgebonden risico [25]

3.1.2 Aandachtsgebieden

Aandachtsgebieden zijn gebieden rond activiteiten met gevaarlijke stoffen die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Dat betekent dat zich, bij een ongeval met gevaarlijke stoffen, levensbedreigende gevaren voor personen in gebouwen kunnen voordoen [30]. Aandachtsgebieden zijn gedefinieerd in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving (Bkl) Stb. 10-10-2023 art. 5.12. Het gaat om drie typen aandachtsgebieden.

De definities luiden:

- Een brandaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongewoon voorval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m^2 is⁵.
- Een explosieaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongewoon voorval dat leidt tot:
 - a. een kokende vloeistof-gasexpansie-explosie (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE) de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m^2 is; of
 - b. een explosie, anders dan onder a, de overdruk ten hoogste 10 kPa is.
- Een gifvolkaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongewoon voorval dat leidt tot een gifwolk, personen in een gebouw overlijden door blootstelling aan ten hoogste de bij ministeriële regeling vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof gedurende een daarbij aangegeven periode (i.e. de LBW30).
- N.B. In afwijking van het derde lid wordt een gifvolkaandachtsgebied voor de toepassing van deze paragraaf begrensd door een afstand van $1,5 \text{ km}$ vanaf de locatie binnen de begrenzing van de activiteit, bepaald volgens bij ministeriële regeling gestelde regels, als de afstand, bedoeld in het derde lid, groter is dan $1,5 \text{ km}$.

De NvT licht toe dat de aandachtsgebieden mede bedoeld zijn om de onderzoekverplichtingen van de lagere overheden te verminderen. Het gebied waar regels voor het groepsrisico gelden is veel kleiner dan daarvoor. De aandachtsgebieden en de eraan gekoppelde instructieregels vormen een nieuwe wijze van omgaan met het groepsrisico. Het betreft een “minder reken-technische benadering van het groepsrisico” en een “andere wijze van beschermen van kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen”. Hierbij wordt beoogd de personen in de gebouwen te beschermen. Nieuw hierin is dat nu de nadruk ligt op de bescherming van de kwetsbare gebruiksfunctie van een gebouw in plaats van op de bescherming van het gebouw als geheel. Met dit laatste wordt bedoeld dat alleen het gedeelte met de kwetsbare gebruiksfunctie wordt beschermd en niet meer het gehele gebouw dat de functie huisvest.

⁵ Een taalkundige aardigheid is natuurlijk “ten hoogste”. Dit impliceert een blikrichting van buiten naar binnen. Ten hoogste 10 betekent immers kleiner of gelijk aan 10 . Dat is het geval in het gebied buiten het aandachtsgebied. Het aandachtsgebied wordt zo gedefinieerd als een grens die wordt gepasseerd bij een reis van buiten naar binnen. En het is geen Schengen-zone: na de grens gelden andere eisen.

Voor de nieuwe formulering van het omgevingsveiligheidsbeleid worden in de NvT op het BKL drie motieven aangevoerd:

Ten eerste staat in de nieuwe benadering het handelingsperspectief centraal: wat moet een omwonende doen bij een ongeval? Buiten gebouwen zijn mensen over het algemeen slechter beschermd tegen branden, explosies en gifwolken dan binnen een gebouw. Gebouwen bieden immers in zekere mate bescherming tegen hittestraling, rondvliegende scherven en – als ramen en deuren dicht gehouden worden – giftige gassen. Mensen zoeken tijdens een ongeval zo snel mogelijk een veilige plek. Daarom is het verantwoord om het aandachtsgebied te beperken tot dat gebied waar gebouwen die volgens standardeisen zijn gebouwd onvoldoende bescherming bieden tegen het ongeval, met dien verstande dat voor gifwolken een afkapgrens wordt gehanteerd zoals hieronder is toegelicht. De tweede reden is dat het invloedsgebied uit de voorheen geldende regelgeving alle ongevalsscenario's combineerde. De nieuwe benadering gaat uit van specifieke gevaren voor de omgeving, namelijk brand, explosie of gifwolk. De omvang van de aandachtsgebieden is hierop afgestemd. De derde reden is dat de beschermingsopgave kleiner wordt naarmate de afstand tot een incident groter wordt.....

In plaats van het toetsen van een initiatief aan een lijn in een abstracte grafiek voor het groepsrisico, wordt in dit besluit gewerkt met aandachtsgebieden die rond een activiteit met externe veiligheidsrisico's liggen. Daarbij worden brandaandachtsgebieden, explosieaandachtsgebieden en gifwolkaandachtsgebieden onderscheiden die zijn afgeleid van relevante ongevalsscenario's bij een activiteit met externe veiligheidsrisico's. De aandachtsgebieden maken inzichtelijk in welk gebied zich bij een incident nog levensbedreigende gevolgen voor personen in gebouwen kunnen voordoen. Personen die op het moment van het ongeval buiten zijn moeten zo snel mogelijk een veilige plek zoeken of vluchten naar veilig gebied. Voor de getalswaarden van de begrenzing van de gebieden is "uitgegaan van de bescherming die nieuwbouw en reguliere rampenbestrijding bieden".

"De grenzen van de aandachtsgebieden, de waarden van de warmtestraling en overdruk zijn afkomstig uit het rapport Aandachtsgebieden rondom risicobronnen. Bij de begrenzing van de gebieden wordt uit de qua kans relevante scenario's per type risico het scenario gekozen met het grootste effectgebied. De criteria voor de aandachtsgebieden zijn van toepassing op gebouwen, omdat personen die buiten een aandachtsgebied in een gebouw verblijven, door het gebouw worden beschermd tegen de meeste dodelijke gevolgen.....

De grenzen van de aandachtsgebieden zijn zo gekozen dat buiten de aangegeven of berekende afstand bij een warmtestraling van 35 kW/m² of een overdruk van 10 kPa de kans op dodelijke slachtoffers in een gebouw te verwaarlozen is.....

Voor giftige gevolgen werken de voorgaande benaderingen niet. Het effect van giftige stoffen neemt geleidelijk af met het toenemen van de afstand tot de toxische risicobron.

Voor de begrenzing van het gifwolkaandachtsgebied wordt de levensbedreigende waarde binnenshuis (hierna: LBW) als uitgangspunt genomen. In Nederland wordt gewerkt met rampeninterventiewaarden voor gevaarlijke stoffen. De LBW is de concentratie in de lucht waarboven mogelijk sterfte optreedt of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan. Met deze interventiewaarden wordt het niveau van gevaar geschat.....

Anders dan bij een brand of explosie eindigt het effectgebied van een gifwolk niet abrupt, maar neemt met het toenemen van de afstand de concentratie van de giftige stof en daarmee de kans op overlijden geleidelijk af. Deze verdunning gaat steeds langzamer: de afstand benodigd om de concentratie te verdunnen van 10 naar 1 procent is veel groter dan de afstand benodigd voor verdunnen van 20 naar 10 procent. De kans op overlijden kan daardoor in een groot deel van het potentiële effectgebied zeer klein zijn. In het vierde lid is daarom een grens van 1,5 km gekozen voor het gifwolkaandachtsgebied. Een groter gebied zou niet ruimtelijk hanteerbaar zijn."

De berekening van de aandachtsgebieden wordt gedaan volgens een stappenplan dat is opgenomen in het handboek Omgevingsveiligheid onder beheer van het RIVM [30]. Het handboek geeft een toelichting op de wijze van berekenen van de aandachtsgebieden met de verschillende voorgeschreven rekenprogramma's.

Met deze definities en toelichting zijn al een aantal belangrijke afbakeningen gemaakt die variabiliteit aan de voorkant reduceren:

- *Fakkelbrand of plasbrand.* Ander type branden waaronder een wolkbrand worden niet beschouwd. Bij een wolkbrand vallen geen doden binnenshuis door de korte duur van de brand [NvT toelichting op artikel 5.12].
- *Aandachtsgebied per effect.* De uitsplitsing van de aandachtsgebieden per effect (brand, explosie, gifwolk) geeft meer inzicht in de mogelijkheden van specifieke maatregelen.
- *1.5 km.* Het gifwolkaandachtsgebied wordt maximaal begrensd op 1500 m. Dit is een praktische overweging. Buiten het aandachtsgebied of 1500 m wordt verwezen naar artikel 5.2 BKL, de algemene regel dat in een omgevingsplan rekening moet worden gehouden met rampen en crises.
- Binnen aandachtsgebieden hebben binnen verblijvende personen een kans op overlijden doordat het gebouw onvoldoende bescherming biedt tegen de beoogde effecten. Op de grens van het aandachtsgebied is die kans overigens, afhankelijk van de stof, groter of kleiner dan 1%. De omvang van het aandachtsgebied is derhalve niet altijd conservatief geschat.
- *Bescherming die nieuwbouw biedt.....*Omdat vrijwel alle ontwikkeling plaats vindt in gebieden waar al gebouwen staan, betekent de koppeling van de omvang van het gifwolkaandachtsgebied aan nieuwbouwkwaliteit een extra bron van variabiliteit/onzekerheid. Waar in de voorgaande rekenwijze een ventilatievoud van 1 per uur voor alle gebouwen werd verondersteld bij de berekening van het groepsrisico, wordt dat nu voor het gifwolkaandachtsgebied standaard 6 per uur [28].
- *Minder rekentechnisch.* Waar de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico, aldus de NvT, werd gepercipieerd als een “*abstracte lijn in een grafiek*” zoekt men met het aandachtsgebied aansluiting bij het concrete ongevalsbeeld in een specifiek gebied. Dit is een poging tot reductie van de onzekerheid van de betrokkenen. Men weet nu immers waar het plaatsvindt en wat er gebeurt. Het is echter de vraag of de werking niet averechts is. In het invoeringsbesluit Omgevingswet is later aan de Omgevingsregeling art. 8.7 een lid 3 toegevoegd met de tekst: *Als de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar, bedoeld in artikel 5.15, eerste lid, van het Besluit kwaliteit leefomgeving, wordt berekend, is op het berekenen van die kans Safeti-NL van toepassing.* Kennelijk is er een grens aan “minder rekentechnisch”, en is er ondanks of juist dankzij de onzekerheden behoefte aan enige vorm van kwantificering.

3.2 Overige afbakening: waar houden we geen rekening mee?

Behalve de nadere inperking aan de voorkant, zijn er ook een aantal facetten die niet in de berekening worden verwerkt. Tabel 2 geeft een aantal voorbeelden.

Facet	Argumentatie of gevolg
Blootstellingshoogte 1 m	Bronnen op hoogte (bv dakleidingen) leveren lagere concentraties, targets op hoogte worden niet specifiek geadresseerd
Maximale bronduur 1800 s	Na 1800 s is ingrijpen succesvol [25]
Maximale toxische blootstelling ongeveer 1800 s (binnenshuis 9000 s) ⁶	Maximale blootsteldingsduur aan toxische damp is onbegrensd, maar gekoppeld aan de bronduur.
Blootstelling brandeffecten max 20 s	Kans op overlijden bij stralingsniveaus onder 9.8 kW/m ² gedurende meer dan 20 s (komt overeen met een sterftekans van 1%) wordt verwaarloosd ⁷ . Verondersteld is dat mensen na 20 s naar een veilige plaats zijn gevluht [29].
Vertraagde ontsteking buiten de inrichting altijd bij maximale wolkomvang	Een ontwikkeling zonder ontsteking wordt niet beschouwd, conservatief resultaat
Variatie in tankinhoud	Tankinhouden variëren in de tijd, per seizoen, met de conjunctuur enz. De berekening wordt gebaseerd op de ruimte die de vergunning biedt i.e. een voortdurend maximaal gevulde tank. Alleen als in de vergunning verschillende vulgraden zijn opgenomen worden meer representatieve vulgraden met hun bij behorende tijdfraction opgenomen [25].
Zomer/winter temperatuur	Alleen rekening gehouden met een jaargemiddelde dag- (9.8 °C) en een nachttemperatuur (12 °C). <i>“Overigens is het gebruik van een jaargemiddelde dag- en nachttemperatuur niet erg zinvol (!) in de QRA: de variatie in temperatuur tussen zomer en winter is aanzienlijk groter dan de variatie in het jaargemiddelde dagmaximum of – minimum”</i> [25] ⁸ .
Variatie samenstelling opgeslagen stoffen (doorvoer, seizoen e.d.)	Uitgegaan wordt van een jaargemiddelde samenstelling voor PGS-15 opslagen. Deze wordt vastgesteld <i>in overleg met het bevoegd gezag</i> ⁹ . Als die niet kan worden vastgesteld is 10% stikstof/chloor en zwavel een conservatieve keuze [25].
Kwaliteit van veiligheids-beheersysteem niet verwerkt in faalfrequenties	Moeilijk kwantificeerbaar [25]. Geen “beloning” van de beheerinspanningen van een bedrijf.

Tabel 2. Facetten buiten berekening plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden [25]

⁶ Voor het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied is een nieuwe aanpak geïntroduceerd met een ventilatievoud van 6 en een latentietijd van maximaal 7200 sec. [28]

⁷ Voorbeelden: bij 8 kW/m² bedraagt de kans op overlijden 1% bij blootstelling gedurende 26 s, bij 5 kW/m² gedurende 49 s.

⁸ Dit is een belangrijke opmerking. Hij weerspiegelt de onzekerheid die na deze keuze blijft. Differentiatie van de berekening naar een zomer- en een winterseizoen is uiteraard gewoon mogelijk. Soms vraagt een betrokkene ook om inzicht daarin: wat gebeurt er als die plas vrijkomt op asfalt van 35 graden? Impliciet speelt hier de balans tussen detail en een stabiel hanteerbaar resultaat. Voor alle verschijnselen geldt: hoe meer differentiatie hoe gepiekerd het beeld. Als het plaatsgebonden risico per dag varieert is de inspanning voor monitoring en controle onhaalbaar hoog.

⁹ Met de nadruk op overleg in een handleiding over de berekening wordt benadrukt hoezeer beide bronnen van onzekerheid, de modelberekening en de setting van de besluitvorming, verbonden zijn.

3.3 Verwerkte onzekerheid: waar houden we wel rekening mee?

De inhoudsopgave van de handleiding risicoberekeningen Bevi [25] geeft een lange lijst van afspraken over parameters en invoervariabelen die in de QRA berekening worden verwerkt. Voor elk van die parameters zijn getalswaarden gegeven die in het model dienen te worden ingevoerd, zie figuur 8. Deze afspraken beperken ook weer de spreiding in de mogelijke uitkomsten. De noodzaak daarvoor is al aangegeven in de eerste versie van 2006: "Om na te gaan of QRA-berekeningen inderdaad eenduidig worden uitgevoerd, heeft het RIVM een benchmark-studie uitgevoerd. In deze studie hebben verschillende adviesbureaus:

3	Modelparameters—8
3.1	Inleiding—8
3.2	Modellering van de scenario's—8
3.3	QRA specifieke parameters—11
3.3.1	Positie van de uitstroming—11
3.3.1.1	Locatie van de uitstroming—11
3.3.1.2	Hoogte van de uitstroming ten opzichte van de omgeving—11
3.3.1.3	Fase van de uitstroming en hoogte van de vloeistofkolom (tank head)—11
3.3.1.4	Uitstroming uit reservoirs met een niet homogene inhoud—12
3.3.2	Richting van de uitstroming—12
3.3.3	Invloed van de krater—12
3.3.4	Ruwheidslengte van de leiding—13
3.3.5	Drukverlies ten gevolge van kleppen en bochten—13
3.3.6	Uitstroom in een gebouw—13
3.3.7	Faaldruk van een BLEVE—13
3.3.8	Tijdsafhankelijke uitstroming—13
3.3.8.1	Lek in een vat of korte leiding—13
3.3.8.2	Uitstroming uit een lange pijpleiding—14
3.3.9	Tankput—14
3.3.10	Ruwheidslengte van de omgeving—15
3.3.11	Meteorologische weerstation en parameters—16
3.3.12	Verdeling binnen en buiten—18
3.3.13	Het modelleren van personen bij evenementen—19
3.4	Parameters specifiek voor een QRA in Nederland—19
3.4.1	Middelingsstijd—19
3.4.2	Maximum uitstroomtijd en blootstellingsduur—19

Figuur 8. Voorbeeld parameters [25]

"QRA berekeningen uitgevoerd volgens de standaard methode. Het resultaat van de benchmarkstudie toonde aan dat nog steeds grote verschillen in rekenresultaten voorkomen. Afhankelijk van de interpretatie van het adviesbureau en het gebruikte rekenpakket waren verschillen van honderden meters in de risicocontouren mogelijk."

Hier is duidelijk aangegeven dat te veel spreiding in de rekenresultaten deze ongeschikt maakt als basis voor beleidsvorming of besluiten. Zoals al eerder aangegeven zijn al deze afspraken gericht op een reductie van onzekerheden in de besluitvorming tot een niveau waarop verschillende partijen kunnen komen tot consensus. Blijkt dat in de praktijk toch nog onvoldoende, dan is er een "praktijkgroep" (voorheen DORA, nu PrIO) van deskundigen en ten laatste de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State. Deze zorgen voor verdere uniformering en codificering van de uitvoeringspraktijk.

Het RIVM heeft in 2010 een protocol opgesteld voor de aanpassing van de afspraken wanneer nieuwe kennis beschikbaar komt [34]. De criteria waarop een voorstel voor aanpassing wordt beoordeeld zijn ontleend aan rapporten van de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen uit 2006 en 2010. Een voorstel moet transparant zijn (gevolgde procedure en data gedocumenteerd), verifieerbaar (stappen navolgbaar en toetsbaar, data toegankelijk), robuust (conservatief, niet extreem gevoelig) en valide (aannames correct, aangrijpingspunten voor risicoreductie). Hier wordt derhalve ook weer getoetst op een onzekerheid die niet te groot is en op bruikbaarheid voor het evalueren van maatregelen.

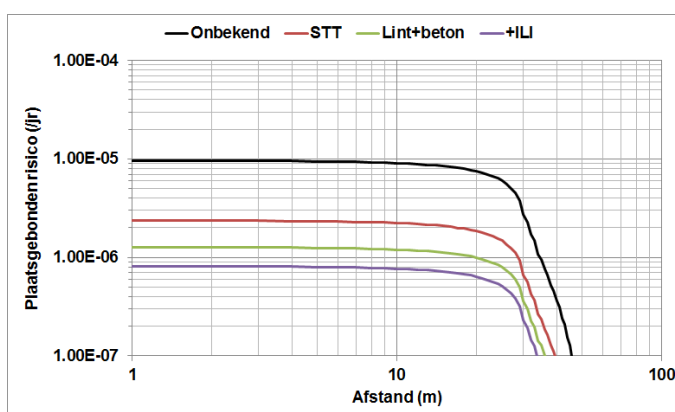
Robuust

Het woord robuust verwijst onder andere naar de gevoeligheid van de rekenresultaten voor variatie in de invoergegevens. Met name wanneer de koppeling tussen een rekenuitkomst en de bestuurlijke interventie hard is, is een stabiele bestuurlijke omgeving gewenst. Het

plaatsgebonden risico kent zo'n harde koppeling. De 10^{-6} -contour is een grenswaarde voor (zeer) kwetsbare gebouwen en locaties. Dat betekent dat zelfs een beperkte verschuiving van de contour een saneringssituatie kan creëren. Zo leidt een kleine variabiliteit in de uitkomst tot mogelijk grote gevolgen in bestuurlijk opzicht.

Soms komt een grote gevoeligheid door de specifieke vorm van het verloop van het plaatsgebonden risico met de afstand. Twee voorbeelden.

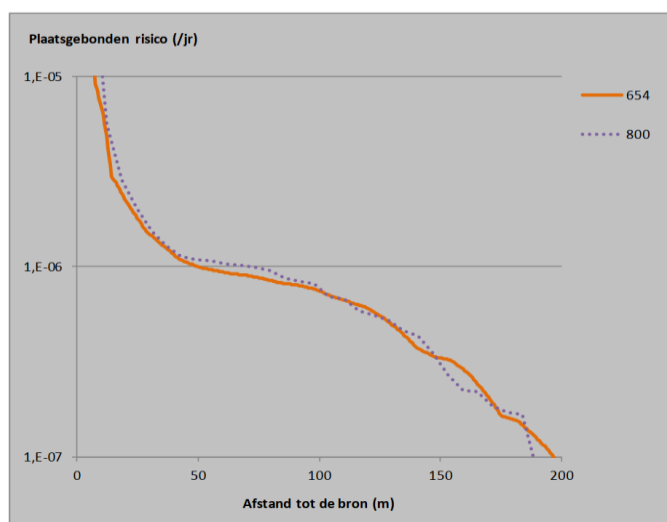
Het plaatsgebonden risico van een buisleiding neemt af met de afstand. De curve wordt gekenmerkt door een vlak verloop in de eerste tientallen meters, zie figuur 9. Een set van beschermingsmaatregelen "duwt" het plaatsgebonden risico op de leiding omlaag tot net onder het 10^{-6} -niveau. Daardoor kan de 10^{-6} -contour van tientallen meters door 10 cm extra gronddekking ineens afnemen tot nul. Bij de introductie van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen in 2010 was dat een vast uitlegpunt voor betrokkenen.



Figuur 9. Plaatsgebonden risico vs. afstand voor een vloeistofleiding met verschillende beschermingsmaatregelen [35]

Een tweede voorbeeld is ontleend aan het consequentieonderzoek van het RIVM voor de introductie van de versie 8 van het Safeti-NL model [36].

Figuur 9 geeft het plaatsgebonden risico als functie van de afstand voor twee rekenmodellen. Te zien is dat het verloop vrijwel gelijk is, maar dat juist rond de 10^{-6} -waarde het verloop van beide curves vrijwel horizontaal is. Dat betekent dus een grote gevoeligheid voor de grenswaarde. Afhankelijk van de gebouwen in de omgeving kan de modelwijziging dus een saneringssituatie opleveren. In dit geval kan een modelbouwer zeer tevreden zijn (de curves overlappen vrijwel exact), terwijl de bestuurder wordt bevangen door een lichte paniek (nou moet dat pand ineens weg?).



Figuur 10. Plaatsgebonden risico vs. afstand van propaantank voor twee modellen [36]

Eén manier om met deze gevoeligheden om te gaan is het conservatief kiezen van invoervariabelen. Zo is het vanaf het begin van het basisnet vervoer gevaarlijke stoffen de bedoeling geweest om de belangen van vervoer, ruimte en veiligheid duurzaam te bemiddelen door uit te gaan van ruime vervoersaantallen. Op grond daarvan is een risicoplaafond vastgesteld. Zo wordt voorkomen dat bestuurders worden verrast door variaties in vervoersaantallen en daarmee in risico. Het risico blijft immers onder het plafond. Althans zo is het basisnet bedoeld. De huidige roep om een “robuust” basisnet geeft aan dat niet alle betrokkenen zich comfortabel voelen bij het in 2014 vastgesteld niveau van onzekerheid.

3.4 Onzekerheid in effecten van maatregelen

Een modelberekening biedt niet alleen inzicht in de grootte van de schade en de kansen daarop, maar biedt ook de mogelijkheid om de invloed van maatregelen op kansen en schade te evalueren. De ambitie is om met de aandachtsgebieden benadering van het groepsrisico de koppeling tussen beleid en uitvoering en de hoogte van het risico duidelijker te maken voor betrokkenen.

Eerste exercities hebben al laten zien dat ook de relatie tussen maatregel en effect omgeven is met onzekerheden. Hiervoor zijn volgens het bekende recept dan ook handleidingen in ontwikkeling [39] en wordt aanvullend onderzoek gedaan. Dat zal de komende jaren doorgaan. Handreikingen en praktijkvoorbeelden worden gedeeld op een maatregelenwiki: <https://www.maatregelenwiki.nl/>.

Maatregel	Bron van onzekerheid
Scherfvrij glas	Geen norm beschikbaar, glas niet getest op combinatie druk en temperatuur (BLEVE) [37]
	Mate van schade wordt mede bepaald door de gereflecteerde drukgolf en reflecties uit de omgeving. Dit is zeer situatie-specifiek.
	Bij transportroutes: onzekerheid over de plaats van ontstaan van het effect en dus over de afstand tot het kwetsbare gebouw en de invalshoek van de drukgolf. Maatregel werkt alleen in een beperkt gebied [38]. “Recht voor de deur” bezwijkt het gehele gebouw en op zekere afstand biedt het schervvrij glas geen meerwaarde meer. Dus is de keuze van een “minimale ontwerpafstand” nodig [37].
	Verschillende eisen voor verschillend georiënteerde gevels
	Plaatsing en verankering kozijn is minstens zo belangrijk als het glas. Daarvoor is geen eis geformuleerd.



Maatregel	Bron van onzekerheid
Explosiebarrière	Werking afhankelijk van veel onzekere factoren [57]: sterkte van de explosie (zie ook [58]), hoogte van de explosie, hoek van de invallende schokgolf op het object, afstanden explosie-barrière-object, hoogte, lengte en breedte van de barrière, vorm (helling, kromming) van de barrière, objecthoogte.

Tabel 3. Voorbeelden van onzekerheden over het effect van een maatregel [37]

3.5 Ordegrootte onzekerheid in de berekening

Welke invloed de mogelijke spreiding in invoervariabelen en parameters heeft is afhankelijk van de stoffen, opslag- of transportsystemen en de sequentie van rekenmodellen die wordt gebruikt in de specifieke berekening. Deze kan alleen in beeld worden gebracht met een Monte Carlo simulatie. Hierbij wordt elke parameter niet beschreven met een puntwaarde, maar getrokken uit een kansverdeling. Dan wordt het model zeg tienduizend keer gerund en wordt de verdeling van de resultaten beschouwd. Voor een opslag van respectievelijk ammoniak en propyleen is deze exercitie met een eerdere versie van het Safeti-NL model al eens uitgevoerd in 1987 [32, 33]. De resultaten van toen zijn naar verwachting nog steeds een goede indicatie van de ordegrootte van de onzekerheden¹⁰.

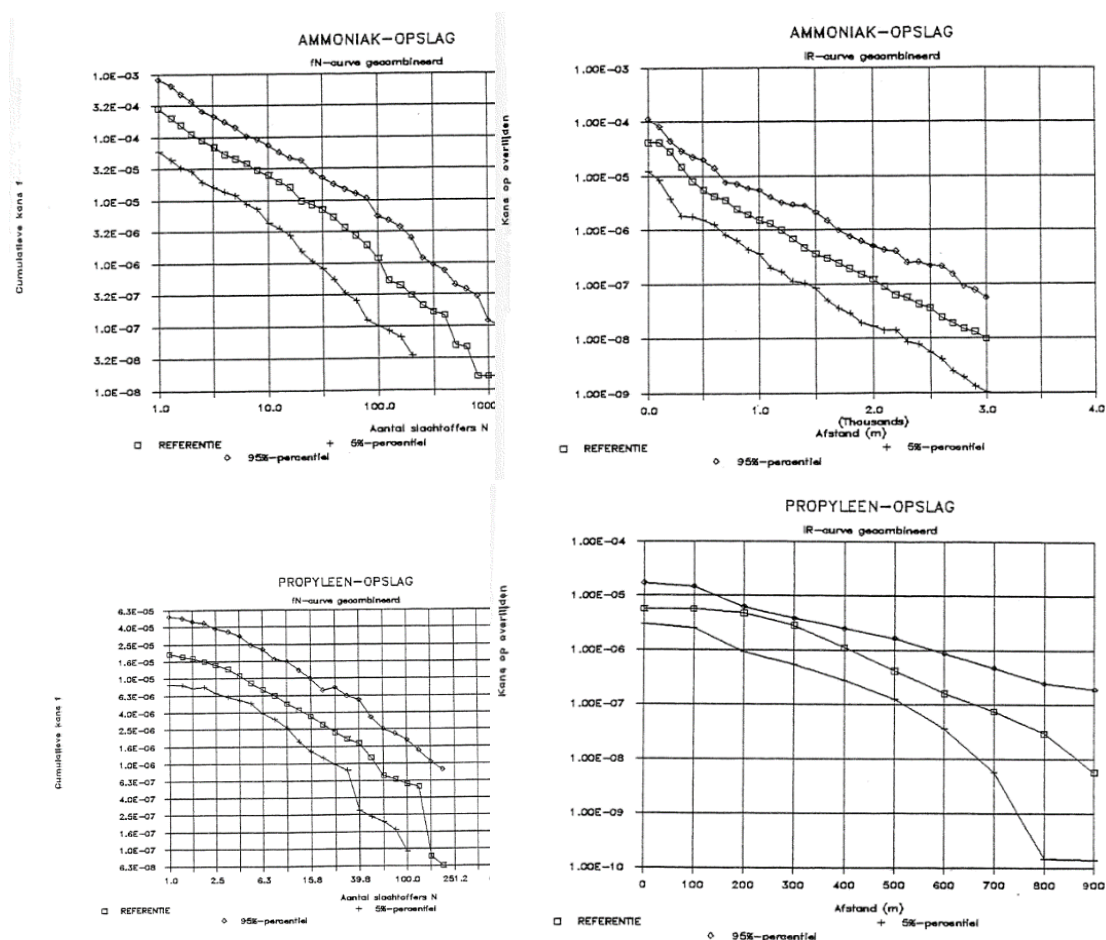
De ordegrootte van de onzekerheid in de berekeningen van effectafstanden is weergegeven in tabel 4 [32]. De 5% en 95% percentielen van plaatsgebonden risico en groepsrisico zijn weergegeven in figuur 11 [33].

Effect	Spreiding ¹⁾
Brandbaar - oppervlak brand (wolkbrand, fakkel, plasbrand)	2 – 5
- Oppervlak explosie	3 - 6
Toxisch - afstand overlijdenskans 1%	2 - 3

Tabel 4. Spreiding in effectafstanden [32]

¹⁾ gedefinieerd als het quotiënt van het 99% en het 1% punt van de verdeling

¹⁰ Verificatie van deze stelling vereist uiteraard een nieuwe studie. Een vergelijkende studie uit 2021 [56] geeft wel een aanwijzing. 17 zwaar gas dispersiemodellen zijn vergeleken met de metingen van het Jack Rabbit II experiment (2015/2016, releases van 5-20 ton chloor). De metingen lagen alle binnen de spreiding van de modellen, ca. anderhalve orde van grootte (maximum concentratie op een bepaalde afstand). De mediaan van de wolkbreedte is voor drie van de experimenten een factor anderhalf groter dan de waargenomen breedte. De overall conclusie is dat alle modellen adequaat waren als je uitgaat van de "welbekende vuistregel factor 2".



Figuur 11. Spreiding in groepsrisico (links) en plaatsgebonden risico (rechts) [33]

3.6 Presentatie van onzekerheid met het oog op een besluit

Resultaten hebben een bepaalde mate van onzekerheid. Hoe kan die onzekerheid in de resultaten nu zo worden gepresenteerd dat:

- Recht wordt gedaan aan de beperktheid van de kennis of te wel geen ongefundeerde zekerheid wordt gesuggereerd;
- De lezer/bestuurder/betrokken omwonende het begrijpt;
- Zij/hij nog steeds de resultaten kan gebruiken om een besluit of instemming op te baseren?

Zoals hierboven gedemonstreerd bestaat onzekerheid zowel aan de rekenkant als aan de besluitvormingskant. De oplossing van het dilemma van de manier van presentatie kan aan beide zijden worden gevonden. Dat gebeurt ook in de praktijk. Vier voorbeelden met elk hun eigen nut en valkuil.

Voorbeeld 1: Transparante beschrijving

Het RIVM onderzoek uit 2001 [5] gaf als één van de aanbevelingen zo transparant mogelijk te zijn over onzekerheid en in de rapportage als dat nodig was duidelijke verwijzingen te geven naar een achtergronddocument. Dat is gedaan in het rapport Hoogspanningslijnen en gezondheid uit 2018.

De Gezondheidsraad heeft destijds onderzocht of er een verband is tussen de magnetische veldsterkte rondom hoogspanningslijnen en de kankerincidentie bij kinderen [11, 12]. Het onderzoek is gerapporteerd in een “kernadvies” en een achtergrondstudie. Eén van de vragen was of er een relatie bestaat tussen het voorkomen van kanker bij kinderen en de afstand van de woning tot een hoogspanningslijn. De onzekerheid in de conclusie is in de tekst van het kernadvies gepresenteerd als “niet statistisch significant”:

“In de meta-analyse van de commissie is een verhoogde risicoschatting gevonden bij een afstand van 0 tot 50 meter (een factor 1,2) en bij een afstand van 50 tot 100 meter (een factor 1,3), en een verlaagd risico bij 100-200 meter (een factor 0,9). Alleen voor de categorie 50 tot 100 meter is de risicoschatting statistisch significant verhoogd. De commissie heeft op deze gegevens ook een analyse uitgevoerd om te onderzoeken of het risico toeneemt met afnemende afstand. Deze afstands-responsrelatie was niet statistisch significant ($p=0.20$).”

In een apart tekstkader is voor de lezer een toelichting gegeven op de risicoschatting en de onzekerheid daarin:

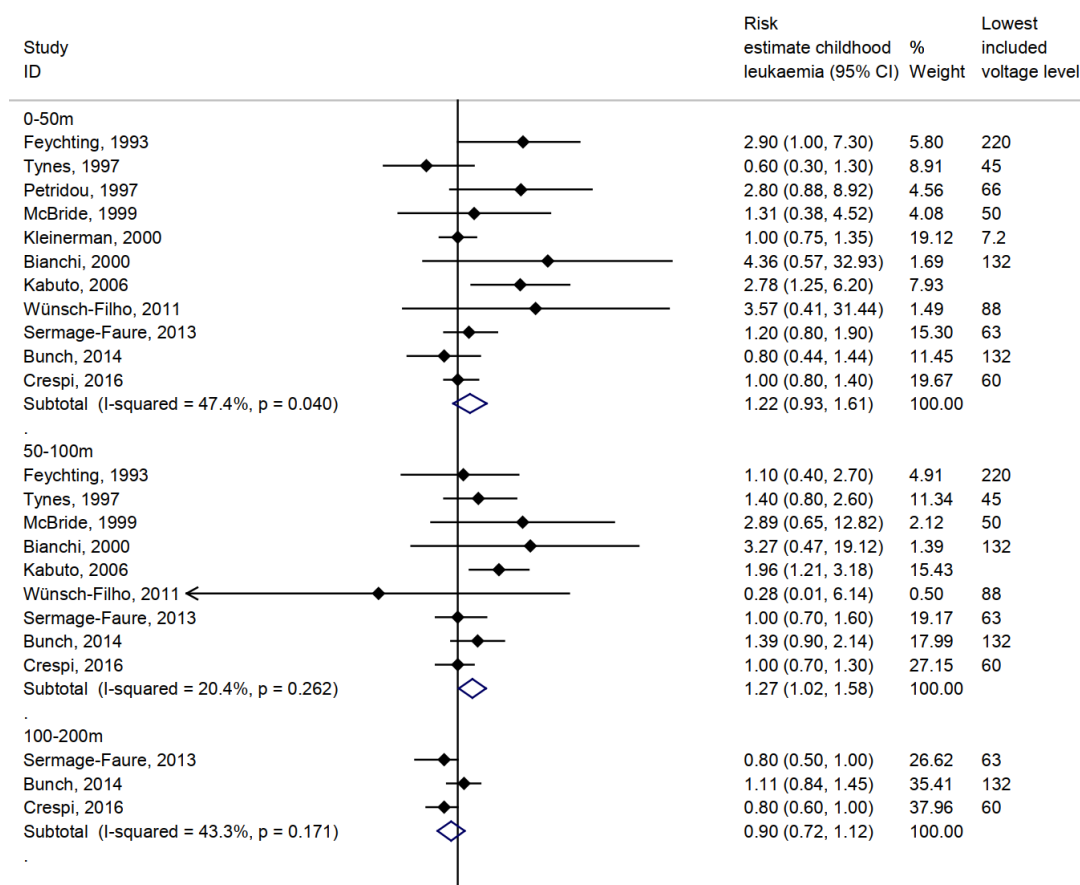
“Risicoschatting en betrouwbaarheidsinterval

De risicoschatting geeft weer wat de geschatte kans op een bepaald effect is in een bepaalde situatie relatief ten opzichte van de controlesituatie. Een risicoschatting van 1,3 bijvoorbeeld, wil in dit geval zeggen dat de geschatte kans op optreden van leukemie 1,3 keer zo groot of 30% hoger is bij kinderen die dichtbij hoogspanningslijnen wonen ten opzichte van de kans bij kinderen die op verdere afstand wonen. Een risicoschatting van 0,9 wil zeggen dat de gevonden kans 0,9 keer zo groot is, ofwel 10% kleiner.

Het 95%-betrouwbaarheidsinterval (BI) geeft aan hoe onzeker de gevonden risicoschatting is. Het betekent dat, wanneer we het onderzoek 100 maal in dezelfde populatie met verschillende steekproeven zouden herhalen, in 95 gevallen het werkelijke verband (in dit geval het ware relatief risico) binnen het betrouwbaarheidsinterval ligt. Bij een relatief risico van 1 is de kans op leukemie gelijk aan de controlesituatie. Als het 95% BI de waarde 1 bevat is het gevonden verband niet statistisch significant. Als de laagste waarde van het 95% BI groter is dan 1, spreken we van een statistisch significant verhoogd risico.

Het is ook mogelijk om statistische uitspraken te doen over een gevonden associatie met behulp van een statistische toets. Deze levert een p-waarde op, die aangeeft hoe groot de kans is om de gevonden of een sterkere associatie waar te nemen als er in werkelijkheid geen associatie is. Wanneer de p-waarde kleiner is dan 5% spreken we van een statistisch significante associatie. Belangrijk is dat statistische significantie niet betekent dat het bestaan van een associatie bewezen is (net zoals een niet statistisch significant resultaat niet betekent dat het bewezen is dat er geen associatie is). Daarnaast zegt statistische significantie niets over het al of niet oorzakelijk zijn van een verband.”

Voor meer informatie wordt de lezer verwezen naar het achtergronddocument [12]. Hierin staan de werkwijze en de resultaten in meer detail beschreven, zie figuur 12. De hoofdconclusie is daarin terug te vinden.



Figuur 12. Presentatie onzekerheid kinderleukemie-afstand tot hoogspanning [42]

Over “niet statistisch significant” wordt daar vermeld:

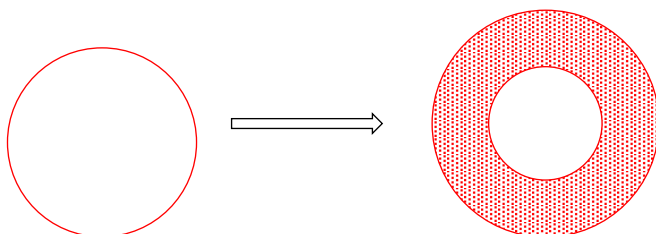
“Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de afstand van de woning tot hoogspanningslijnen en het risico op kinderleukemie; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 20% ($p=0,20$)”.

Hier is statistisch gezien volledig recht gedaan aan wat we wel en niet weten. De valkuil in de besluitvorming is het van tafel vegen van bezwaren met het oordeel “niet significant”.

Voorbeeld 2 Gebieden als fuzzy zones

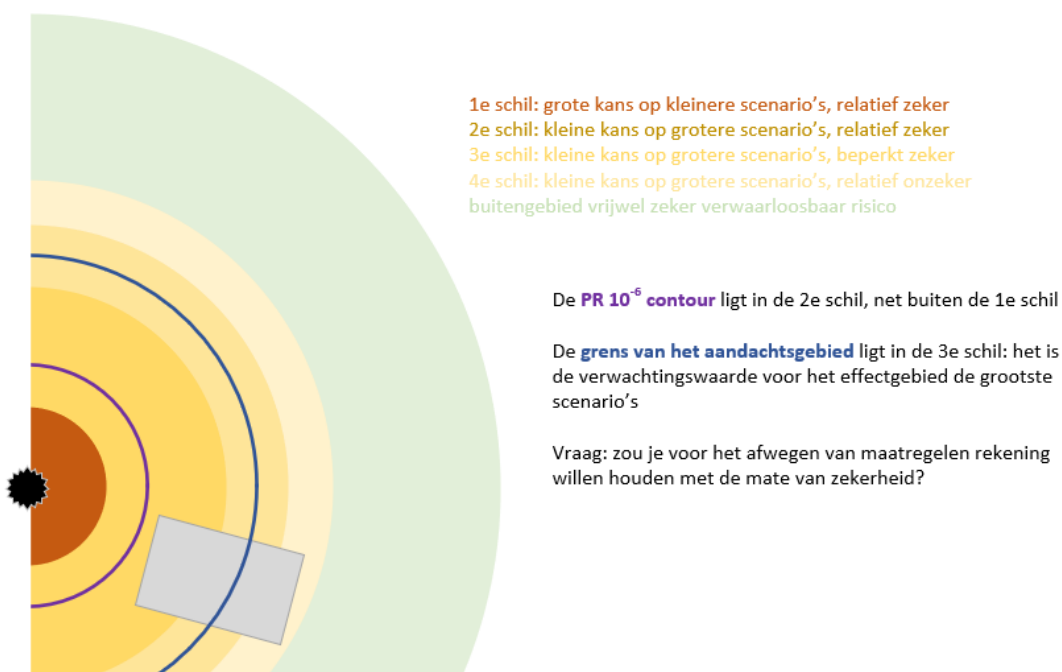
Een andere manier om onzekerheid in beeld te brengen is contouren voor gebieden niet weer te geven als een lijn, maar als een zone waarbinnen de werkelijke contour met een bepaalde

waarschijnlijkheid ligt. Dat kan bv. een 95% betrouwbaarheidsinterval zijn. Het principe is weergegeven in figuur 13. De gebruiker moet nu kiezen hoe hiermee om te gaan. De valkuil is nu opportunisme. Als het uitkomt nemen we het maximum, als het niet uitkomt het minimum.



Figuur 13. Van contour naar zone

Een ander voorbeeld hiervan is de contouren wel weer te geven als lijn, maar met daaromheen zones die aangeven wat de verwachting op een scenario met een bepaalde omvang is. Ook hier kan de gebruiker kiezen hoe hier mee om te gaan. Voordeel is dat je meer inzicht in het kans aspect krijgt, nadeel is dat er meer lijnen rondom risicobronnen komen te staan en dat maakt het niet altijd duidelijker.



Figuur 14. Van contour naar zone

Voorbeeld 3 Flexibele koppeling

Omgaan met onzekerheden kan ook gelegd worden in de wijze van omgaan met de uitkomsten: hoe geven we de getallen betekenis? Met een flexibele koppeling tussen rekenresultaten en interventies/maatregelen geven we de mogelijkheid in het licht van de onzekerheden aangepaste afwegingen te maken. Dit is de aanpak die vanaf het begin is gekozen voor het groepsrisico. Een oriëntatiewaarde biedt houvast (zitten we met ons risico hoog of laag?), maar behoudt handelingsvrijheid voor de bestuurder. In 2004 heette dat de “verantwoordingsplicht groepsrisico”, onder de Omgevingswet heet het “rekening houden met de kans op overlijden van een groep van 10 of meer personen”. In die zin is de aanpak van de kans op een ramp in de Omgevingswet ongewijzigd.

De mate van flexibiliteit wordt vaak verfijnd door “stoplicht”-modellen. Afhankelijk van de ernst van de situatie (rood-oranje-groen) worden de eisen strenger en de vrijheid van handelen van het bestuur beperkter. Recente voorbeelden zijn het door de provincie Noord Brabant en de omgevingsdiensten ontwikkelde stappenplan afweging groepsrisico [40] en de beleidsregels groepsrisicoverantwoording en bijbehorende handreiking van de provincie Zuid Holland [41].

Het voordeel van deze aanpak is dat het een kader biedt om het bestuurlijk handelen op grond van onzekerheid af te stemmen op de hoogte van het risico. Valkuil is het cosmetisch opvoeren van maatregelen en niet ingaan op de onzekerheid van de effectiviteit ervan.

Voorbeeld 4 Flexibiliteit aan beide zijden

Het hiervoor beschreven stoplicht model aggregeert uitkomsten in categorieën (groen, oranje, rood). Bij een relatief beperkte wijziging in een uitkomst blijft de uitkomst stabiel, omdat deze in dezelfde categorie blijft. Dat kan ook worden toegepast aan de invoerzijde van de berekening. Frequenties van scenario's kunnen eveneens in categorieën worden geaggregeerd. Bij een beperkte wijziging in de frequentie van optreden blijft het scenario in dezelfde categorie. Zo wordt zowel spreiding in de kans van voorkomen als in ernst van de gevolgen gedempt. Bekend voorbeeld is de prioritering van risico's met een risicomatrix, zoals toegepast in de handreiking generieke risicobenadering [42] en het preventiebeleid zware ongevallen in Seveso-bedrijven [43]. Binnen de risicomatrix wordt dan weer een stoplicht- (rood-oranje-groen) aanpak gekozen.

In feite is dit een klassieke aanpak waarmee onzekerheden zowel aan de rekenkant als aan de interventiekant worden “gedempt” door resultaten te aggregeren in categorieën. Oudere voorbeelden zijn de Dow Fire&Explosion index [44], Risk prioritization and classification van de IAEA [45] en het Franse License to operate-proces in combinatie met het Plan de Prevention des Risques Technologiques voor de ruimtelijke ordening [46]. Figuur 15 laat de categorie indeling zien aan zowel de bronkant als aan de kant van de fysieke leefomgeving.

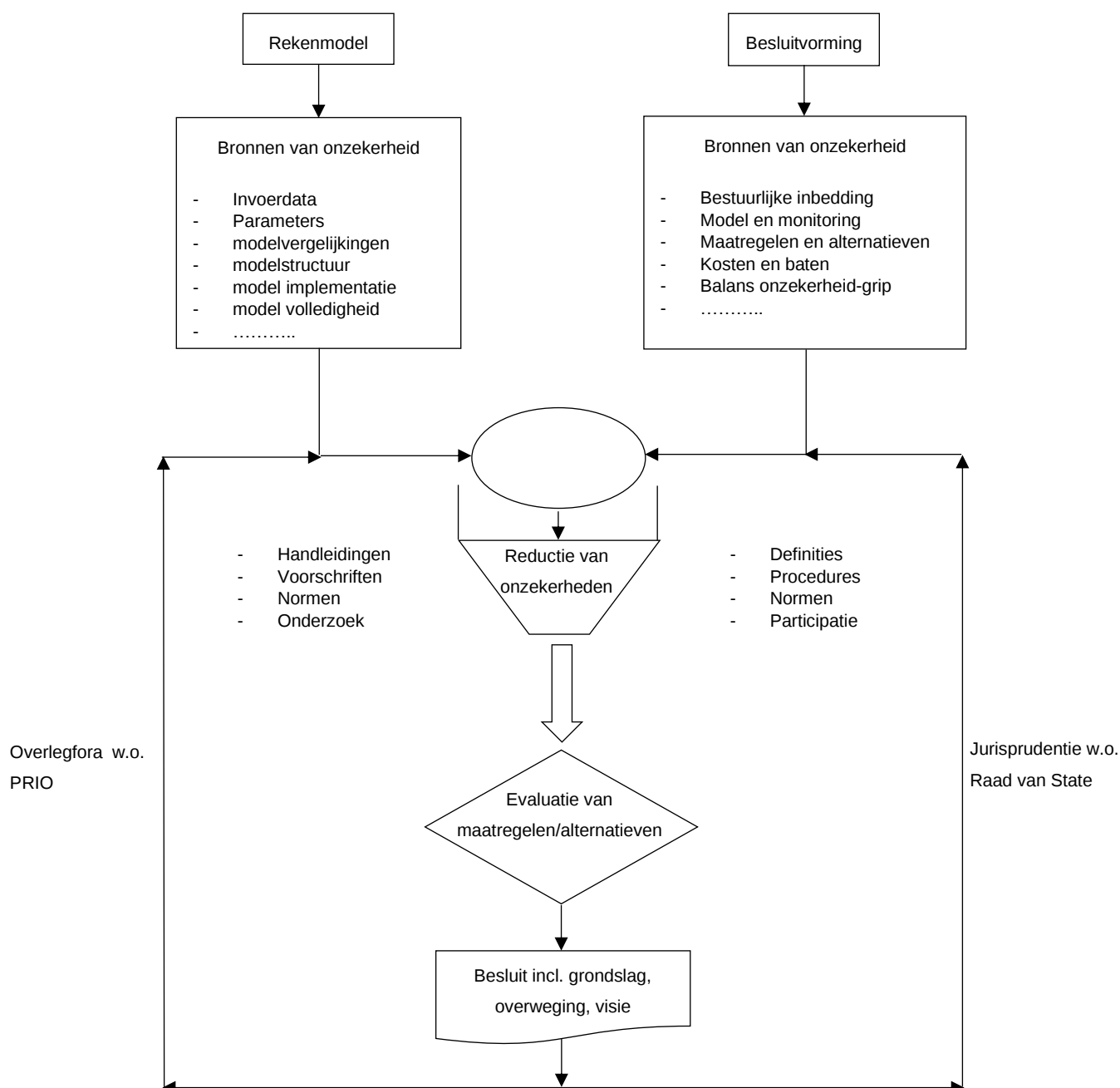
Probability class	E	D	C	B	A	Maximum intensity of the effect of a phenomenon at a given location	Significant lethal		Lethal		Irreversible		In-direct
Severity													
Disastrous		Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable								
Catastrophic	ALARP class 2	ALARP class 2	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable								
Significant	ALARP	ALARP	ALARP class 2	Unacceptable	Unacceptable								
Serious	Acceptable	Acceptable	ALARP	ALARP class 2	Unacceptable								
Moderate	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	ALARP								
							higher < > lower	higher < > lower	higher < > lower	higher < > lower			
							VH+	VH	H+	H	M+	M	Low

Figuur 15. Franse wijze van risicobeoordeling vergunningen (links) en ruimtelijke situaties (rechts) [47]

Het voordeel van deze aanpak is dat hij ongevoelig is voor relatief kleine wijzigingen in rekenmodel en invoervariabelen. Nadeel is de verleiding naar het gewenste resultaat toe te redeneren c.q. blinde vlekken te ontwikkelen: wij hebben geen scenario's in het rode gebied.

4 Inzichten van stakeholders

Figuur 16 geeft de hiervoor geschetste structuur van de bronnen van onzekerheid en de mechanismen gericht op de reductie ervan zodat een gedragen besluit mogelijk wordt.



Figuur 16. Bronnen van onzekerheid en reductiemechanismen

Deze structuur is de basis voor een aantal gesprekken (11) met personen (13) die bij de externe veiligheid betrokkenen zijn. Herkennen zij dit beeld? Missen ze bronnen? Welke onzekerheden vinden zij het belangrijkste? Vinden ze verdere reductie daarvan wenselijk? Welke extra informatie en/of hulpmiddelen zouden zij graag hebben? In welke vorm of presentatiewijze? Hierbij zijn de voorbeelden uit paragraaf 3.5 in bepaalde vragen en voorbeelden aangedragen. Gestelde vragen hiervoor zijn:

- Waar ervaar je onzekerheden binnen het werkgebied externe veiligheid? Berekeningen, uitvoer, beleid...?
- Zou je over onzekerheid ook willen communiceren? Zo ja, aan wie dan? Ook voorleggen aan de bestuurder / burger of deze bij de experts laten?
- Zou je het rekenresultaat als 1 waarde willen blijven presenteren, of zou je de onzekerheid hierin mee willen nemen (zones b.v.)?
- Heeft het meerwaarde extra lijnen in een aandachtsgebied te laten zien die meer nuance geven in de mogelijke effecten?

De gesprekken hebben plaatsgevonden in de periode februari-april 2024. De respondenten zijn actief in alle fasen van de beleidscyclus: beleidsontwikkeling, beleidsdoorwerking, beleidsuitvoering, terugkoppeling. Zij hebben merendeels ruime ervaring met het beleidsveld externe veiligheid, zie tabel 5.

Ervaring externe veiligheid	Aantal
0-10 jaar	4
10-20 jaar	2
20-30 jaar	3
> 30 jaar	4

Tabel 5. Ervaring externe veiligheid respondenten

Zij zijn actief op verschillende bestuurlijke niveaus: Rijk (2), provincie (3, medewerkers beleidsontwikkeling en -uitvoering) en gemeente (4, waaronder 1 bestuurder) of actief bij een veiligheidsregio (1), kennisinstituut (1), brancheorganisatie (2).

Voor vijf respondenten is externe veiligheid een dagelijkse bezigheid, voor 8 is externe veiligheid één van de aspecten van milieu en ruimte die zij behandelen. Vijf respondenten gebruiken daadwerkelijk QRA-rapporten als informatiebron. De andere werken met afgeleide data zoals contourlijnen, oriëntatiewaarde-scores. Veel gebruikte bronnen zijn de Atlas Leefomgeving en toelichtingen op bestemmingsplannen.

De gesprekken zijn gevoerd aan de hand van een gespreksleidraad voor de interviewers, zie bijlage 1. De deelnemers zijn uitgenodigd met een brede open vraag naar hun inzichten over de rol van onzekerheid om sturing in een bepaalde richting te voorkomen en zodoende inzicht te krijgen in de praktijk.

Voor de verslaglegging van de interviews geven we eerst de gemeenschappelijke rode draad uit de gesprekken. Daarna zoomen we in op een aantal deelonderwerpen. We geven steeds per onderwerp een aantal gemaakte opmerkingen weer. In hoofdstuk 5 bespreken we de resultaten.

4.1 Rode draad

Uit de gesprekken blijkt dat de geïnterviewden zich allen bewust zijn van het feit dat het rekenmodel berust op aannames en dat de uitkomst daarmee gekenmerkt wordt door een mate van onzekerheid. Daarmee omgaan vinden de geïnterviewden geen probleem. Dat zien zij als normaal onderdeel van hun werk. De set aan afspraken is nu eenmaal de taal die gesproken wordt in EV-land.

Dat eens in de X jaar een herijking plaatsvindt met wijzigingen in het model en daarmee wijzigingen in de uitkomst, of dat door wijzigingen in transportaantallen de uitkomsten variëren is ook geen probleem voor de geïnterviewden. Echter, het wijzigen van afspraken kort op elkaar, de afspraken daarover verpakken als “aanbevelingen” en deze niet eenduidig vastleggen geeft wel enige onzekerheid. Denk hierbij bijvoorbeeld aan:

- Probitwaarden herzien in rekenmodel, maar niet in de handleiding
- Gifwolkaandachtsgebied herzien met dosisberekening met ventilatievoud 6
- Brandaandachtsgebied herzien met dosisbenadering.

Het opnemen van aandachtsgebieden op de kaart draagt bij aan het inzicht in de aard van het risico en de afstand tot waar de effecten kunnen reiken. De hoogte van het risico (kans op overlijden van 10 personen of meer) is echter onbekend als alleen de aandachtsgebieden worden gepresenteerd. Dat geldt zowel voor stationaire activiteiten als voor transportroutes. Treffen van extra bronmaatregelen laat aandachtsgebieden onveranderd. Dat maakt naar het gevoel van de geïnterviewden een heldere uitleg van rekenresultaten en daarop afgestemde beleidskeuzes of maatregelen lastig, bijvoorbeeld bij overlegtafels naar andere disciplines toe. Als namelijk uit een groepsrisico berekening blijkt dat het groepsrisico laag is kan dit gebruikt worden in de onderbouwing waarom bijvoorbeeld bouwkundige maatregelen niet noodzakelijk worden geacht. Dit geldt ook omgekeerd voor een hoog groepsrisico. Welke maatregelen getroffen kunnen worden is wel bekend. Als echter de hoogte van het groepsrisico niet bekend is, wordt het lastig in het advies naar de bestuurder te onderbouwen waarom maatregelen gevraagd worden. Zeker als dit bijvoorbeeld gepaard gaat met hoge extra kosten en een reductie van het risico niet inzichtelijk gemaakt kan worden. Het aandachtsgebied blijft immers even groot.

Onzekerheid over uitkomsten van berekeningen is iets waar de EV-specialist wél mee kan dealen en het is juist de taak van de specialist dit te vertalen naar beleid of besluit. Zo werd in één van de gesprekken aangegeven dat er bijvoorbeeld door de EV-specialist niet uitgelegd wordt wat de onzekerheidsmarges van een PR 10^{-6} contour zijn, maar dat bij de besluitvorming wordt geadviseerd niet direct op de rand van 10^{-6} contour een kwetsbaar

gebouw te plaatsen zodat bij een kleine wijziging (bijvoorbeeld bij het bedrijf), de situatie niet direct op slot staat.

De volgende paragrafen van dit hoofdstuk geven onbewerkte opmerkingen weer die in de interviews zijn gemaakt, gebundeld naar thema. Zij zijn geciteerd uit interviewverslagen die individueel naar de deelnemers zijn teruggekoppeld en geverifieerd. De teksten tussen haakjes zijn hier en daar als toelichting op de uitspraken toegevoegd. In hoofdstuk 5 volgt een beschouwing op de bevindingen uit de interviews.

4.2 Rekenmodel

- Een default knop in een rekenprogramma leidt mogelijk tot luiheid bij een rekenaar. En is een soort van framing. Voorbeelden zijn keuze van een ventilatievoud of een plasondergrond. De validiteit van het model is afhankelijk van lokale factoren zoals gradiënten bij vloeistofspreading of barrières bij stralingsbelasting. De verschillende omgang daarmee van ingehuurde adviesbureaus en opdrachtgevers geeft variabiliteit in de uitkomsten.
- De onzekerheden in de input van de berekening zijn veel groter dan in de berekening zelf.
- Hoe dieper je graaft hoe mistiger het wordt (meer detail in modellering op schaal en van de verschijnselen creëert meer onzekerheid).
- Nieuwe ontwikkelingen (energietransitie) leiden tot situaties met onzekerheid in de toepasbaarheid van het model. Het is niet zeker of het model ook geschikt is voor bijvoorbeeld veel grotere hoeveelheden stof in insluitsystemen dan voorheen altijd werden aangevraagd (voorbeeld ammoniak). Is in nieuwe situaties het model toereikend?
- Modelleren bevolking (validiteit kentallen BAG) is bron van variabiliteit tussen rekenaars.
- Wat nou Seveso? Veel kleinere risico's in de bebouwde omgeving, dat geeft (de brandweer) pas onzekerheid!

“De onzekerheden in de input van de berekening zijn veel groter dan in de berekening zelf,”

4.3 Koppeling rekenresultaten met beleid en uitvoering

- Omdat we op ruimtelijk ordenen op de meter, wordt een bandbreedte belangrijk. Nuanceringen verdwijnen door detaillistische regelgeving, met name bij plaatsgebonden risico (als deze 1 meter verschuift zou dit al kunnen leiden tot een nieuwe saneringssituatie). Inzicht in onzekerheden geeft meer flexibiliteit in het omgaan met de ruimtedruk.
- Met het hanteren van categorieën van kans en ernst (risicomatrix of vergelijkbare scoremethodiek) i.p.v. harde lijnen/grenswaarden, vang je gemakkelijker variaties/onzekerheden op. (noot: zie voorbeeld 4 in par. 3.5).
- Een PR-verschuiving met een direct ruimtelijk gevolg maakt het systeem gevoelig voor (model)onzekerheden. En schept onzekerheid voor bestuurders. Als een aanpassing van

“Wat veilig genoeg is, is bewust bij de gemeente gelegd. Dat is lastig.”

de rekenwijze zou leiden tot een saneringssituatie dan betekent dit maatwerk, vergelijkbaar met opkoop gronden voor aanleg nieuwe weg, of opkopen grond voor aanleg woningbouw. Daar wordt dan een overgangstraject voor afgesproken. Dit is de gangbare ruimtelijke praktijk, niets bijzonders.

- Aandachtsgebieden missen een objectief kader. Hoe kun je de hoogte van het risico beoordelen? Hoe groot is het nu? Wanneer zijn maatregelen voldoende? Wanneer is het veilig genoeg? Dat geeft de bestuurder juist geen comfort, maar schept onzekerheid.
- Bij transportroutes: hoe houd je rekening met verschillen in o.a. frequenties, vervoersaantallen en effecten per scenario als je geen rekenmethodiek (meer) hebt? (De hoogte van het risico is niet duidelijk).
- Het loslaten van het risicoplafond (regeling Basisnet) zet de bestuurder voor een lastig afwegingskader. Het lokale bevoegd gezag kan zonder plafond of inzicht in transportstromen lokaal geen toekomstbestendige besluiten nemen. Landelijk is regie nodig over de visie van de beoogde transportstromen.
- Wat veilig genoeg is, is bewust bij de gemeente gelegd. Dat is lastig. Ook internationaal vindt men dat opmerkelijk.
- De berekeningen zijn wel degelijk ergens op gebaseerd en geven geen onzekerheid. Het is de taal die we spreken binnen het afwegingskader.
- Onzekerheid wordt pas relevant als het pijn gaat doen (Bijvoorbeeld een ontwikkeling op door de gemeente aangekochte grond langs het spoor voor het behalen van de woningopgave, waarbij een extern veiligheidsrisico blijkt te zijn. Op zo'n moment wordt meer ingezoomd op de scenario's en het gerealiseerde transport in de afgelopen jaren om te kijken welke effecten en welke kansen van toepassing zijn om maatregelen op maat toe te kunnen passen).
- Bij maken van beleid moet je onzekerheid meenemen, maar moet je wel een duidelijke keuze maken. Inzicht geven in de onzekerheden is de taak van de specialist EV. Een 95% betrouwbaarheidsinterval kun je gebruiken voor beleid, maar niet als ruimte op de kaart, dat geeft alleen maar discussie. Een lijn geeft duidelijkheid voor de toepassing. Een mogelijkheid voor maatwerk moet er blijven.

4.4 Belang van stabiliteit rekenwijze en beoordelingskader

- Afspraken over rekenwijze, input en parameterwaarden zijn op consensus

"Bij omgaan met aandachtsgebieden/groepsrisico zit de belangrijkste onzekerheid in het beleid en de uitvoering. Niet in de berekening zelf."

gebaseerde keuzes. Daaraan tornen met tussentijdse, gesuggereerde, maar nog niet vastgelegde, modelaanpassingen schept verwarring en onzekerheid bij gebruikers (aanpassing probitrelaties vaak genoemd evenals verschillen tussen de handleiding risicoberekeningen Bevi en het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid).

- Als onzekerheden ter sprake worden gebracht in de besluitvorming is het rekenvoorschrift een essentieel ankerpunt. Zonder die afspraak zijn we lost.
- We zijn helemaal niet onzeker over de risicoberekening. Dat het risico afhangt van de transportaantallen en dat die elk jaar variëren weten we gewoon.

- Je moet nieuwe inzichten/beleid niet te vaak en niet direct inbrengen in de rekenmodellen en afspraken. Spaar bv 5 jaar wat op. Soms compenseren ze elkaar zelfs en is het gezamenlijke resultaat vrij constant.
- Bij omgaan met aandachtsgebieden/groepsrisico zit de belangrijkste onzekerheid in het beleid en de uitvoering. Niet in de berekening zelf.
- Een nieuw rekenmodel met andere uitkomsten is slecht voor mijn geloofwaardigheid. En maakt mijn werk niet eenvoudiger. Daar heb ik last van in het proces van besluitvorming.

4.5 Communiceren

- Communiceren naar bestuurders over onzekerheden is geen goed idee. Gaat de bestuurder niet snappen en gaat zeker niet helpen bij besluitvorming. De adviserende ambtenaar geeft wel aan wat het voorkeursalternatief is.
- Extra informatie over onzekerheid kan de EV-specialist wel helpen uitkomsten in perspectief te zien. De EV-specialist moet de onzekerheid begrijpen en niet direct op de PR 10^{-6} contourlijn gaan ontwikkelen.
- Presenteren van onzekerheid leidt tot gedoe.
- Een vaste afstand (aandachtsgebied) creëert zekerheid op de (plan)kaart, maar schept onzekerheid over de hoogte van het risico. (De hoogte van het risico is onbekend, lees onzeker; daar worden de geïnterviewden ook onzeker van).
- Om politiek relevant te zijn heb je een getal nodig. Zeker bij externe veiligheid: je hoort/ziet/ruikt het niet! Dat getal mist bij de beoordeling van de veiligheid in aandachtsgebieden. Daar word je ook zelf onzeker van.
- Burger verwacht dat risico's worden geregeld. Informeren over onzekerheid van de uitkomst van berekening helpt niet.
- "Gifwolk" is communicatief een erg ongelukkige aanduiding (veel te verontrustend, leidt tot onnodige onzekerheid en voorzichtigheid).
- Communicatie over risico's op regelmatige basis (twee of drie jaarlijks) in het algemeen richting de burger is belangrijk en geeft vertrouwen in de overheid, ook al zijn er onderdelen nog niet helemaal duidelijk. Daar kan ook over gecommuniceerd worden.
- Bij transport is het gifwolkaandachtsgebied een afstand, bij bedrijven een berekening. Dat is niet uit te leggen.
- Elke informatie die zich alleen beperkt tot een effect (bv. een aandachtsgebied of een 100% letaliteitsafstand) mist informatie over de hoogte van het risico. De kans dimensie heb je nodig om met voldoende zekerheid te beoordelen welke maatregelen zinvol/betaalbaar/in verhouding zijn.

"Presenteren van onzekerheid leidt tot gedoe."

4.6 Effectiviteit van maatregelen

- Communicatie is nuttig maar geen LOD (beschermingsmaatregel)! De effectiviteit is zeer onzeker!

“Aandachtsgebieden zijn een leuke gedachte, maar deze zachte norm leidt tot harde bouweisen die onzekerheid geven over de mate van bescherming.”

- Aandachtsgebied is leuke gedachte, maar deze zachte norm leidt tot harde bouweisen die onzekerheid geven over de mate van bescherming. (Bijvoorbeeld bij het aanwijzen van een explosievoorschriftengebied. Dan geldt een aanvullende harde bouw-eis en wordt daarnaast niet meer verder beschouwd of hiermee de gewenste bescherming wel behaald wordt).
- Externe veiligheidsdeskundigen en deskundigen op het gebied van gebouwveiligheid zijn nu nog 2 werelden.
- De technische Bbl-maatregelen gelden voor alle gebouwen. Dat maakt maatwerk lastig en creëert onzekerheid over de effectiviteit.
- Het effect van zowel bronmaatregelen (transportroutes) als gebouwmaatregelen is zeer onzeker.

5 Discussie

Welk beeld doemt nu op uit de voorgaande beschouwing van onzekerheid in de berekening van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden en uit de raadpleging van stakeholders? En welke aanknopingspunten zitten daar eventueel in voor doorontwikkeling van rekeninstrumenten, presentatiewijzen en/of besluitvormingsprocessen?

Rekenkundige onzekerheden

In de eerste plaats zijn er de rekenkundige onzekerheden, verdeeld over de hele “rekentrein” van invoergegevens via een aantal deelmodellen naar rekenresultaat.

De onzekerheden in de invoer gegevens hebben te maken met de ongewisheid van de toekomst. Voorbeelden zijn:

- Aantallen en soorten stoffen op een transportroute
- Hoeveelheden en soorten stoffen in opslag
- Gehanteerde drukken en temperaturen bij productieprocessen van (tussen)producten en energie
- Nieuwe materialen voor procesinstallaties en verpakkingen van stoffen
- Locaties van productie en distributie
- Enz.

Deze gegevens zijn elk variabel op verschillende tijdschalen. De aantallen en soorten stoffen die worden vervoerd kunnen per seizoen en jaarlijks wijzigen, de locaties van productie en distributie zijn meestal over enkele tientallen jaren dezelfde.

Als de invoergegevens zijn vastgesteld (als puntwaarde dan wel als verdeling van waarden) volgt de rekengang door de deelmodellen naar het eindresultaat. Onderweg wordt gebruik gemaakt van parameterwaarden, randvoorwaarden, modelbenaderingen voor de beschreven verschijnselen. Voorbeelden zijn:

- Keuze van een model voor frequentie en gatgrootte van slanglekages
- Keuze uitstroomcoëfficiënt voor vloeistofuitstroming uit een gat
- Keuze isentropische expansie of expansie met behoud van impuls naar atmosferische druk
- Keuze voor een model voor de atmosferische stabiliteit (Pasquill, Monin-Obukhov).
- Keuze van een model voor kratervorming en luchtinmenging bij lekages van ondergrondse buisleidingen.
- Plasgrootte, theoretisch model versus de praktijk
- Keuze van een model voor de kans op overlijden als gevolg van een blootstellingsdosis.
- Keuze van een ruimtelijke gridgrootte voor de berekening.
- Enz.

Deze keuzes worden veelal bepaald door “fitten” op resultaten van experimenten en ongevalscausistiek (faalfrequenties) en praktische overwegingen als rekensnelheid. De geldigheid is beperkt tot een afstandsrange, een druk-/temperatuurrange, een range van gatgroottes, enz.

Kenmerkend voor de berekening van risico's als kans op overlijden is een zekere robuustheid: Ondanks dat onderweg in de modeltrein verschillende keuzes worden gemaakt, is de spreiding in het eindresultaat (het risico als kans op overlijden) meestal redelijk beperkt. Uitzonderingen daarop komen uiteraard ook voor. Grotere gevoeligheden voor een modelkeuze geven aanleiding tot extra onderzoek bv. de ontwikkeling van een kratermodel voor breuk van ondergrondse leidingen.

De laatste stap, berekening van de overlijdenskans, is belangrijk bij het omgaan met variaties. Voorbeeld is de berekening van de kans op overlijden door warmtestraling. Elke straling groter dan ca. 35 kW/m² die het model berekent leidt tot zeker overlijden van een persoon. Dat betekent dat twee modellen die op dezelfde locatie respectievelijk 150 en 50 kW/m² berekenen toch leiden tot een gelijk risico op die locatie.

Wanneer alle mogelijke keuzes worden doorgerekend resulteert een verdeling van uitkomsten met een bepaalde rekenkundige spreiding, zie paragraaf 3.5. Deze spreiding is een indicatie voor de onzekerheid over de uitkomst. Overigens is dit maar een deel van de totale onzekerheid zoals eerder beschreven in paragraaf 2.2 aan de hand van figuur 4.

De onzekerheden zijn verdeeld over alle schakels van de “modelketen”. Welke ‘overall nauwkeurigheid’ vereist is of, met andere woorden, welke mate van onzekerheid acceptabel is, hangt af van de aard van de beslissing die moet worden ondersteund door een modelberekening. Een besluit over de vereiste brandwerendheid van een bepaalde gevelconfiguratie vraagt een berekening in meer detail dan een besluit over de ontwikkeling van een nieuwe woonwijk op ruime afstand van een bedrijventerrein.

Met het voorgaande, niet uitputtende, overzicht zal het duidelijk zijn dat een grote set van keuzes noodzakelijk is voor het zinvol uitvoeren van een modelberekening. Deze keuzes worden dan ook zo transparant mogelijk vastgelegd en gebaseerd op zo veel mogelijk gevalideerde gegevens. Het RIVM ziet toe op de kwaliteit daarvan.

Alle geïnterviewde stakeholders zijn zich hiervan bewust. Deze rekenkundige onzekerheden spelen echter geen grote rol in hun beroepspraktijk, zolang de afspraken ten aanzien van het uitvoeren van de berekeningen niet te vaak veranderd worden (zie paragraaf 4.4). Zij zijn hoogstens uit wetenschappelijke belangstelling geïnteresseerd in de onzekerheden in de modellen en parameters. De in de wet- en regelgeving vastgelegde keuzes vormen hun referentiekader. Daarin zoeken zij enerzijds zekerheid, om een stevige basis te hebben in het besluitvormingsproces (een eenduidig en gezaghebbend antwoord op de vraag: “waar staat

dat?") en anderzijds ruimte om te bewegen, maatwerk te bieden in de lokale belangenafweging.

Bestuurlijke onzekerheden

Het is nooit zo dat de uitkomst van een modelberekening alleen bepaalt of een activiteit door kan gaan of niet. Bij een nieuwe situatie waarbij de PR 10^{-6} contour tot over een kwetsbaar object reikt kan besloten worden de activiteit niet toe te staan, maar er kan ook besloten worden het kwetsbare object te saneren. Bij een nieuwe situatie waarbij de PR 10^{-6} contour tot over beperkt kwetsbaar object reikt, besluit het bevoegd gezag of de motivatie voldoende toereikend is voor het toestaan van de situatie. Dit zijn een decentrale besluiten die afhankelijk zijn van meer dan alleen de rekenresultaten (locatie, type object, nut en noodzaak van de ontwikkeling, economische aspecten, enz.). Dit geldt ook voor nieuwe aandachtsgebieden over bebouwd gebied. Hier kan decentraal en situatie afhankelijk besloten worden of en op welke manier de situatie door kan gaan.

Voor de externe veiligheid wordt een modelberekening gebruikt ter ondersteuning van de gezamenlijke beoordeling of we in het onderhavige geval kunnen instemmen met de gevonden balans tussen beschermen en benutten. "Safe enough is when we *feel safe*" [22]. We zoeken naar een gedeelde mate van onzekerheid.

Voor alle betrokkenen bij de besluitvorming geldt dat het positief kunnen aanvaarden van onzekerheid over risico's op schade en over de realisatie van een beloofd voordeel een mate van grip op de situatie vereist [10]. Zoals de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid het uitdrukt: grip als verdelingsvraagstuk [10]. Het vigerende kader van de Omgevingswet is op te vatten als een toedeling van een bepaalde mate van grip aan de betrokkenen bij de besluitvorming. De vraag is dan of de betrokkenen zich hierbij voldoende comfortabel voelen.

Het antwoord hierop van de geïnterviewden is niet een eenduidig "ja". Men waardeert het extra inzicht in de aard en omvang van de gevaren dat met de aandachtsgebieden wordt gegeven. Dat gediscussieerd kan worden over de exacte omvang van de aandachtsgebieden beseft iedereen. Ook dat een risico niet ophoudt op de grens van het aandachtsgebied. Wat echter breed naar voren komt is dat men grip mist op de, overigens bewust, bij de lagere overheid gelegde afweging over voldoende bescherming van de inwoners in het licht van de behaalde voordelen. Immers, het aandachtsgebied biedt geen enkel inzicht in de hoogte van het risico; en dus ook geen aanknopingspunten voor de vergelijking van verschillende situaties in een gemeente, de beoordeling of een risico hoog of laag is of voor de afweging of een investering in extra maatregelen in verhouding staat tot het risico en de bereikte risicoreductie¹¹. De uitkomsten van de modelberekening geven een bruikbare basis voor het

¹¹ In dit licht is het interessant de discussie uit 1993 rond de motie Esselink/Feenstra te herlezen [49]. Deze ging vooral over de status en rol van het "verwaarloosbaar risico". De regering introduceerde dit als praktische ondergrens voor de zinvolle toepassing van ALARA, globaal gezien het huidige BBT-begrip. De zorg van vooral initiatiefnemers van activiteiten was dat het als een streefwaarde zou worden opgevat en zo zou leiden tot disproportionele eisen aan de activiteit met de externe veiligheid als

uitvoeren van de beoordeling en het voeren van het gesprek hierover, zie ook hierboven paragraaf 2.5.2 over het nut van een getal.

Meer grip?

In het beleidsveld zijn allerlei initiatieven genomen om bovengenoemde onzekerheid over de hoogte van het risico en de proportionaliteit van maatregelen te verminderen. Onder andere zijn te noemen:

- De Handreiking externe veiligheid behorende bij de beleidsregel groepsrisicoverantwoording van de provincie Zuid Holland [41]. Hierin wordt aanvullend op artikel 5.15 van het Bkl een kader gesteld voor de beoordeling of een ontwikkeling de potentie heeft om een verhoogd groepsrisico te veroorzaken en of het nodig is om een groepsrisicoberekening uit te voeren. Hierbij wordt onder andere gekeken naar de kans en het aantal personen dat aanvullend binnen het aandachtsgebied voorzien wordt.
- Het stappenplan afweging groepsrisico binnen aandachtsgebieden van de Provincie Noord Brabant [40]. In dit stappenplan kan de keuze voor het al dan niet treffen van maatregelen onder andere bepaald worden op basis van de hoogte van het groepsrisico of het aantal aanwezige personen per hectare.
- De beperking van het ruimtebeslag van aandachtsgebieden op grond van kansoverwegingen en/of lokale omstandigheden [51]. Dit rapport beschrijft hoe binnen de aandachtsgebieden van een bedrijf op basis van de kans van een scenario of door beschouwing van lokale omstandigheden beoordeeld kan worden binnen welke effectafstanden maatregelen getroffen worden en waar dit niet noodzakelijk wordt geacht.
- Het zonemodel binnen aandachtsgebieden buisleidingen [52]. Op basis van onder andere de kans op overlijden (100% letaliteitszone) en het plaatsgebonden risico $PR\ 10^{-7}$ wordt in dit rapport een voorstel gedaan voor het zoneren van het brandaandachtsgebied van buisleidingen. Binnen elke zone wordt vervolgens aangegeven welke aanvullende maatregelen al dan niet van toepassing zijn.

Gemeenschappelijk aan deze initiatieven is dat zij, naast standaardisatie van de aanpak, focus aanbrengen: ze stemmen de bestuurlijke inspanning af op de hoogte van het risico. Daartoe brengen ze een drempelcriterium aan waaronder een beperkte verantwoording van het groepsrisico volstaat. Daarboven spreken ze van een “verhoogd” groepsrisico, een “toename” van het groepsrisico. Het drempelcriterium heeft de vorm van $1x$ of $0.1x$ de oriëntatiewaarde groepsrisico, een bevolkingsdichtheid (25/ha, 70/ha) of een absoluut aantal (500 personen tussen de 10^{-8} -contour en 1% overlijden). Het leunt op een kwantitatieve berekening van het groepsrisico.

argument. Het verwaarloosbare risico is daarop uit de regelgeving verwijderd. Men beperkte zich tot het maximaal toelaatbare risico. Dat heeft zich later ontwikkeld tot de oriëntatiewaarde groepsrisico.

In alle gevallen wordt de kans op maatschappelijke ontwrichting in de afweging betrokken. Er is een ondergrens waaronder maatregelen niet nodig zijn en maatregelen worden indien mogelijk beoordeeld op hun effectiviteit.

Om op een consistente wijze te komen tot een afgewogen balans tussen beschermen en benutten wordt dus een kans-criterium toegevoegd aan het wettelijk instrumentarium. De behoefte daaraan komt voort uit efficiëntie-overwegingen (inspanning stoppen in de risico's die er toe doen, geen disproportionele voorwaarden opleggen aan toch al kleine risico's) en uit het willen vergelijken van alternatieve opties of het effect van maatregelen. Daarom heeft men behoefte aan een vorm van kwantificering. Omdat zowel kans als gevolg volgens alle stakeholders onmisbare dimensies zijn voor de beoordeling van een risico, beantwoordt een groepsrisicoberekening aan die behoefte.

Comfort, houvast, grip, minder onzeker

Het bovenstaande leert dat er onder de huidige wetgeving gezocht wordt naar meer grip op de te maken afweging. De wet heeft hiervoor het aandachtsgebied en het plaatsgebonden risico opgenomen als zones waarbinnen bepaalde regels gelden. Aandachtsgebieden zijn gebieden waar aandacht moet zijn voor de effecten van incidenten met gevaarlijke stoffen. Plaatsgebonden risico geeft aan welke minimale afstand tussen risicobron en ontvanger van de effecten moet worden aangehouden. Dit blijken op basis van dit onderzoek nuttige instrumenten voor het thema externe veiligheid.

De manier van berekenen van deze afstanden en de bijhorende aannames en marges zijn daar onlosmakelijk mee verbonden. De berekeningen geven voldoende comfort en een gemeenschappelijke taal die houvast biedt bij het beoordelen en/of vergelijken van de risico's activiteiten.

De werkwijze en beoordeling van het plaatsgebonden risico is duidelijk, eenduidig en biedt voldoende houvast voor de uitvoering.

Het inzicht in de verschillende soorten aandachtsgebieden is behulpzaam, maar biedt op zich nog onvoldoende houvast voor de voor de beoordeling van de hoogte van het risico en/of de noodzaak van aanvullende maatregelen. Interviews en opgestelde documenten leren dat het aspect kans hierbij de belangrijkste ontbrekende parameter is. Zonder kader is het comfort voor het voorschrijven/adviseren van aanvullende maatregelen verdwenen. Gezocht wordt naar een houvast die de maatregelen kunnen afzetten tegen de reductie van het risico. Is de reductie in verhouding met de inspanning. Hiervoor is ook inzicht in de hoogte van het risico noodzakelijk¹².

¹² Tenzij op voorhand het risico wordt geaccepteerd. Dan doet de hoogte niet meer ter zake. In zijn brief van 24 juni 2024 [61] beschrijft de Minister van I&W als één van de opties voor de toekomst de afschaffing van het Basisnet: "Restrisico's worden maatschappelijk en bestuurlijk voor kennisneming aangenomen". Dit in navolging van alle overige landen van de Europese Unie. Bij een dergelijke opstelling is het ook de taak van de Rijksoverheid afspraken te maken over verdelen (wie draagt de

Hoe zou dat houvast er uit kunnen zien? Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen de risico's van bedrijven en van transport.

Bedrijven hebben aandachtsgebieden die afhankelijk zijn van het type risicobronnen. Hoe groter de aandachtsgebieden en hoe groter het aantal scenario's, hoe moeilijker het is te beoordelen wat het risico is van aanwezigen binnen dit aandachtsgebied. Als een risicoanalyse is opgesteld, kan deze gebruikt worden voor de beoordeling van de kans op een bepaald scenario. Op basis van deze kans kan beoordeeld worden voor welke effecten maatregelen overwogen worden (maatregelengebied). Echter bij een toename van het aantal aanwezigen binnen een aandachtsgebied is het moeilijk te bepalen welke impact dit heeft op het risico. Een vergelijking maken is op basis van enkel aandachtsgebieden niet of nauwelijks mogelijk.

Transportassen hebben aandachtsgebieden op basis van vaste afstanden. Het type en aantal transporten wordt hierbij niet meegenomen. Alle transportassen hebben dezelfde aandachtsgebieden. Op basis van een vaste afstand is het moeilijk te beoordelen wat het risico is van aanwezigen binnen dit aandachtsgebied. Als het aantal en type transporten bekend is of er is een groepsrisicoberekening opgesteld, dan kunnen deze gebruikt worden voor de beoordeling van de kans op een bepaald scenario. Op basis van deze kans kan beoordeeld worden of het treffen van maatregelen in lijn is met de reductie van het risico. Zonder dit is het bij een toename van het aantal aanwezigen binnen een aandachtsgebied moeilijk te bepalen welke impact dit heeft op het risico. Een afweging maken is op basis van enkel aandachtsgebieden niet of nauwelijks mogelijk.

In het eindverslag van de pilot robuust Basisnet [59] is dit ook weergegeven als zorg bij de gemeenten:

“We zien dat gemeenten de onzekerheid rondom de toekomstige groei en samenstelling van het vervoer lastig vinden. Gemeenten hebben hier geen invloed op. Voor hun gevoel verdwijnt de signaalfunctie van de groepsrisico berekening, als het Rijk deze berekeningen loslaat¹³. In combinatie met onbekendheid met veiligheidsmaatregelen die het Rijk neemt en de lange tijdshorizon van gebiedsontwikkeling is het lastig voor hen om vast te stellen welke maatregelen, ook voor de langere termijn proportioneel zijn.”

lasten, wie de lusten?) en verzoenen (als onverhoopt de ramp gebeurt, hoe is dan de aansprakelijkheid en schadevergoeding geregeld?), zie paragraaf 2.5.3.

¹³ Saillant is overigens op te merken dat de oriëntatiewaarde groepsrisico nog gewoon kan worden gebruikt. In de NvT op het BKL (Stb. 2018 292): “De regering biedt de mogelijkheid om met de oriëntatiewaarde te blijven werken, bijvoorbeeld bij ruimtelijke verdichting in de omgeving van activiteiten met externe veiligheidsrisico's. In de artikelsgewijze toelichting op artikel 5.15 is dat ook zo aangegeven. Ter ondersteuning hiervan zal de regering de software die nodig is om het groepsrisico te berekenen de komende jaren behouden”. Maar de lagere overheden mogen ook zelf een andere aanpak kiezen. In de artikelsgewijze toelichting: “Dit betekent onder meer dat de gemeenteraad een eigen afwegingsruimte heeft bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen binnen een aandachtsgebied op een locatie buiten de afstand waar de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico geldt. Het noemen van het aantal van tien personen betekent niet dat de kans berekend moet worden. De vraag of van een groepsrisico sprake is, kan ook beantwoord worden aan de hand van demografische gegevens of onderbouwde schattingen”.

Als mogelijke aanpak bepleit men in het eindverslag een belangrijke rol voor de vijfjaarlijkse verkenning met het verkenningssysteem Basisnet:

“Kijk in de verkenning integraal naar de ontwikkelingen op het gebied van vervoer, woningbouw en infrastructuur. Neem in de te maken afweging rond mogelijke maatregelen, bronmaatregelen als verantwoordelijkheid van het Rijk expliciet mee.”

Dit biedt in elk geval de mogelijkheid om eens in de 5 jaar ook de hoogte van het lokale risico, relevant voor het gemeentelijk Omgevingsplan, in beeld te brengen.

Grip op de afwegingen krijgen is mogelijk door inzicht te krijgen in de kans van optreden, in het mogelijk aantal slachtoffers en in de verandering hiervan door de beoogde ontwikkeling of verandering. Kwantitatief inzicht van het verschil op basis van een groepsrisicografiek ligt voor de hand, maar daarvan was nou juist gezegd dat enkel de groepsrisicografiek een te beperkte benadering van het risico is. De bestuurder moet transparant en met een bredere afweging van belangen af kunnen wegen [53] en dan een besluit nemen dat acceptabel is. Artikel 5.15 van het Besluit kwaliteit leefomgeving vraagt ook om een dergelijke afweging. Het proces staat hierbij centraal. Deze afweging kan ondersteund worden met een groepsrisicoberekening, maar kan ook anders. Dit kan ook kwalitatief op basis van een kwantitatief kader. Voorwaarde hierbij is dat:

- Inzicht wordt gegeven in het verschil tussen huidig en toekomstig risicobeeld door de ontwikkeling/verandering.
- Een beeld wordt gegeven van de omvang van het risico zodat de nut en noodzaak van te treffen maatregelen beoordeeld kan worden.
- Een manier van beschouwen wordt gehanteerd die prikkels geeft voor verbetering/innovatie/het treffen van maatregelen (zoals ook bijvoorbeeld al in 2003 werd geformuleerd [1])
- Het geen normstellend kader is, maar een kwalitatieve benadering voor de uitvoering waarbij voldoende ruimte blijft voor lokaal maatwerk.

Dit instrument, een vorm van “signaalfunctie groepsrisico”, is in de praktijk in ontwikkeling. Dit gebeurt bottom-up op basis van lokale/regionale initiatieven. Input vanuit het Rijk komt met name voor de risico’s langs landelijke netwerken (transportassen en buisleidingen). Zo ontstaat een mix van top-down en bottom-up.

6 Conclusies

Het doel van dit verkennende onderzoek is een beschouwende analyse van onzekerheden in de berekening van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden en een bevraging van stakeholders naar hun inzichten en behoeften over dit thema.

De beschouwende analyse en het stakeholderonderzoek komen nu achtereenvolgens aan de orde.

6.1 Beschouwende analyse

De beschouwende analyse bouwt voort op in eerder RIVM-onderzoek opgedane inzichten. De kernbevindingen zijn:

- Onzekerheid bij het gebruik van wetenschappelijke kennis voor persoonlijke of collectieve doeleinden speelt zowel aan de “reken” kant als aan de “besluitvorming” kant.
- Om te komen tot een gedragen besluit zijn zowel aan de rekenkant als aan de besluitvormingskant mechanismen in werking om de onzekerheden te reduceren.
- Volledig wegnemen van onzekerheden is onmogelijk. Behalve dat besluiten gaan over de onzekere toekomst, zijn er grenzen aan het wegnemen van onzekerheid door kosten, meetonnauwkeurigheden, technologische doorbraken, verschuivende maatschappelijke preferenties e.d.
- Aan de rekenkant worden onzekerheden gereduceerd door afspraken over de gebruikte modellen, parameterwaarden en invoergegevens. De afspraken moeten transparant, verifieerbaar, robuust en valide zijn. De kwaliteit daarvan wordt bewaakt door het RIVM. Daarnaast worden praktijkervaringen en nieuwe inzichten door het RIVM met stakeholders geëvalueerd. Op grond daarvan worden de afspraken verduidelijkt, aangescherpt of worden nieuwe afspraken toegevoegd.
- Aan de besluitvormingskant worden onzekerheden gereduceerd door zorgvuldige wet- en regelgeving (begripsdefinities en proceswaarborgen) en doorwerking van jurisprudentie.
- Zowel het risico als de beoogde toekomstige maatschappelijke voordelen van een bepaalde activiteit worden door onzekerheden gekenmerkt.
- Het besluit om een bepaald risico te “nemen” in het licht van het beoogde voordeel is een collectief besluit (verantwoorde risico’s, veilige ruimte). Daarbij is een modelberekening slechts ondersteunend, nooit doorslaggevend. De berekening stelt in staat situaties te vergelijken met elkaar of met een norm, en te rangschikken.
- Voor voldoende onderscheidend vermogen tussen alternatieven moet de onzekerheid beperkt zijn. Als de onzekerheid over de risico’s te groot is voor een consistente rangordening is rekenen niet zinvol. Grondbeginselen van het recht bieden dan alsnog een basis voor besluitvorming (geïnformeerde toestemming van betrokkenen en onbeperkte aansprakelijkheid voor de schade bij voldoende in acht genomen zorgvuldigheid).

- De basis voor een gedragen besluit over een risicovolle activiteit is uiteindelijk het vertrouwen onder betrokkenen dat het risico met elkaar gedragen kan worden. Om dat te bereiken moet aandacht zijn voor de kwaliteit van onderliggende data en bewerkingen (logos), de duidelijkheid en volledigheid van procedures en schadeafhandeling (ethos) en de oprechtheid van de ingebrachte argumenten en erkenning van de resterende onzekerheden (pathos).

6.2 Stakeholderonderzoek

Het stakeholderonderzoek is uitgevoerd onder 13 betrokkenen uit verschillende organisaties (overheden op verschillend niveau, instituten en bedrijfsleven). Allen hebben ervaring met het thema externe veiligheid. De kernbevindingen zijn:

- Iedereen beseft dat de uitkomsten van de modelberekeningen onzeker zijn. In die zin is externe veiligheid niet afwijkend van andere beleidsterreinen zoals geluid of geur. Die onzekerheid wordt niet als problematisch ervaren. Men is hoogstens uit wetenschappelijke interesse geïnteresseerd in de grootte daarvan.
- Met name de invoergegevens (bv. transportaantallen, plasondergronden) en overlijdenskansen (bv. probitrelaties) worden herkend als bepalend voor de uitkomst.
- De stakeholders hechten sterk aan een stabiele, vaste, onbetwistbare set van afspraken voor de toepassing van de rekenmodellen (bijvoorbeeld Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid). Die set is hun ankerpunt in het besluitvormingsproces.
- Voor de koppeling van de uitkomsten van het rekenmodel aan de besluitvorming zijn de stakeholders op zoek naar een solide basis en naar ruimte voor maatwerk.
- Presenteren van onzekerheden naar bestuurders en andere betrokkenen (bv door zones met kleurgradiënten of statistische spreidingsmaten) draagt niet bij aan een goede afweging. Een solide basis vereist een duidelijke lijn (al dan niet op een kaart, grafiek of anderszins). Dat is het startpunt voor het gesprek over de externe veiligheid. Het maatwerk volgt dan wel gaande het proces.
- De kennis over onzekerheid van de berekening kan door de EV-specialist wel indirect worden ingebracht in een omgevingsvisie of -plan door bv. terughoudend te zijn met kwetsbare gebouwen of locaties direct op de grens van de 10^{-6} -contour of af te zien van aanvullende maatregelen in de ver van de risicobron gelegen delen van een aandachtsgebied. Een voorbeeld van dit laatste is te vinden in het 'Stappenplan Afweging groepsrisico binnen aandachtsgebieden'¹⁴. Bij voldoende afstand geldt enkel het wettelijk basisbeschermingsniveau en zijn aanvullende maatregelen niet noodzakelijk.
- Enkel inzicht in effecten (aandachtsgebieden, letaliteitsafstanden) is onvoldoende basis voor een evenwichtige beoordeling van te treffen maatregelen in een aandachtsgebied. Voor de beoordeling van de hoogte van het risico is de dimensie "kans" onmisbaar.
- Aandachtsgebieden zijn een goed instrument voor het inzichtelijk maken van de aard van de mogelijke risico's. Aanvullend is voor de beoordeling van de risico's en de noodzaak en effectiviteit van te treffen maatregelen een kader nodig dat de beoordelaar houvast biedt in de afwegingen. Er zijn door een aantal bottom-up initiatieven al enkele kaders in

¹⁴ <https://www.brabant.nl/vakantieparken/kennisbank/stappenplan/>

ontwikkeling. Zo hebben de provincies Zuid Holland¹⁵ en Noord Brabant¹⁶ instrumenten ontwikkeld voor de beoordeling van het groepsrisico binnen aandachtsgebieden.

¹⁵ <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR705657/1>

¹⁶ <https://www.brabant.nl/vakantieparken/kennisbank/stappenplan/>

7 Aanbevelingen

Gezien de voorgaande verkenning van de rol van onzekerheid in het beleidsveld externe veiligheid zijn de volgende aanbevelingen te formuleren.

1. De basis voor het gesprek tussen betrokkenen bij een initiatief met een externe veiligheidsaspect is de rekenwijze, de bijbehorende set afspraken en de wettelijke inbedding daarvan. Deze vormen de gemeenschappelijke “taal”. Continuïteit is daarin belangrijk. Dat betekent tenminste stabiliteit over een behoorlijke periode bv. 5 jaar. Wijzigingen op grond van nieuwe of gewijzigde (wetenschappelijke) inzichten kunnen periodiek worden ingebracht volgens een transparante procedure. Tussentijdse aanpassingen van modellen of parameterwaarden verstoren de continuïteit in dat proces. De aanbeveling is bewust te blijven van het belang van continuïteit en daarom wijzigingen niet te snel achter elkaar door te voeren. In urgente gevallen zijn hierop natuurlijk uitzonderingen denkbaar. Op papier bestaat deze procedure al, maar in de praktijk zijn op dit moment de afspraken over de wijzigingen niet allemaal even eenduidig vastgelegd.
2. Bij de beoordeling van risico's is de kans van optreden van de schade een onmisbare dimensie. In het huidige kader van de Omgevingswet wordt van de lagere overheden verwacht dat ze zelf een beoordelingskader formuleren. Dat blijkt een moeilijke opgave die onzekerheid brengt bij de betrokkenen; en bevordert dat op lokaal, regionaal en provinciaal niveau allerlei verschillende beoordelingskaders worden ontwikkeld. Hier zijn verschillende opstellingen mogelijk:
 - a. Formuleer een landelijke richtlijn.
 - b. Monitor de bottom-up ontwikkelingen zorgvuldig en toets ze aan de bedoeling van de wetgever.
 - c. Stimuleer de lokale creativiteit en vent best practices uit.

Ook mengvormen zijn uiteraard denkbaar. De aanpak kan verschillen voor landelijke transportnetwerken en stationaire inrichtingen. De aanbeveling aan de landelijke overheid is om de onderlinge consistentie te bewaken.

3. Met name bij de risico's van de Basisnetroutes blijkt het moeilijk de risico's te beoordelen. Mede doordat de kans van optreden van de schade een grote mate van onzekerheid met zich meebrengt. Gezocht wordt naar een houvast die de maatregelen kunnen afzetten tegen de reductie van het risico. Is de reductie in verhouding met de inspanning. Wanneer is “veilig” veilig genoeg? We kunnen de risico's berekenen, verdelen of ons ermee verzoenen [23]. Als de kans niet betrouwbaar genoeg is vast te stellen (door wat voor reden, oorzaak ook) dan zijn de uitkomsten van de risicoberekening onbetrouwbaar. In zulke gevallen past het een uitgewerkt verhaal over risico's, aansprakelijkheid, verzekeraar, schadevergoeding e.d. te ontwikkelen. Dit op basis van Zandvoorts ethische uitgangspunt “strict liability and informed consent” [50] en op basis van de aandacht voor “verdelen en verzoenen”. Bij een dergelijke opstelling is het wel de taak afspraken te maken over het verdelen (wie draagt de lasten en wie de lusten) en het verzoenen. Dat wil zeggen dat als onverhoopt de ramp gebeurt, hoe is dan de aansprakelijkheid en schadevergoeding geregeld.

Referenties

1. Raad voor Verkeer en Waterstaat/VROM-raad 2003 Verantwoorde risico's, veilige ruimte
2. I. Jansen 2016 Omgevingsveiligheid is relevant, interview met A. Arbouw, programmamanager ministerie I&M
3. Provincie Noord Brabant 2014 Risicobeleid externe veiligheid 2014-2018
4. Gezondheidsraad 1995 Niet alle risico's zijn gelijk, rapport 1995/06
5. M.B.A. van Asselt et al. 2001 Uncertainty and RIVM's environmental; outlooks, documenting a learning process, RIVM report 550002001
6. M.B.A. van Asselt 2000 Perspectives on uncertainty and risk : the PRIMA approach to decision support, [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.26481/dis.20001012ma>
7. DNV 2020 Gedrag van waterstof bij lekkages in het gasdistributienet, DNV report OGNL.184991, 30-07-2020, p.34
8. Honselaar M., et al. 2018 Hydrogen refueling stations in the Netherlands: an intercomparison of quantitative risk assessments used for permitting, Int. journal of hydrogen energy 43 (2018) 12278-12294
9. Kooi E., Lahey G. 2021 Review of the method for calculating off-site acute health risks of incidents in storage facilities for packages hazardous substances, RIVM report 2021-0120
10. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid 2023 Grip, het maatschappelijk belang van persoonlijke controle, WRR rapport 108
11. Gezondheidsraad 2018 Kernadvies Hoogspanningslijnen en gezondheid deel I: kanker bij kinderen, rapport 2018/08
12. Gezondheidsraad 2018 Literatuurevaluatie Hoogspanningslijnen en gezondheid deel I: kanker bij kinderen, rapport 2018/08A
13. RIVM 2021 Handleiding risicoberekeningen Bevi versie 4.3, 1 januari 2021, opgenomen in rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module I en II
14. RIVM 2017 Handleiding Risicoanalyse transport versie 1.2, 11 januari 2017, opgenomen in rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module III
15. RIVM 2021 Handleiding risicoanalyse Bevb, versie 3.2, 1 januari 2021, opgenomen in rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module V
16. Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid 2020 Module VI Opslag ontplofbare stoffen, oktober 2020
17. RVO 2014 Handboek risicozonering windturbines versie 3.1, 1 september 2014, opgenomen in rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV
18. RIVM 2014 Handleiding risicoberekeningen luchthavens, versie 2.0, 25 april 2014

19.	S.D. Sagan	1995	The limits of safety, Geciteerd in Geerts R., Heitink J., De kracht van taal, essay voor de conferentie duurzaam veilig 2018
20.	Geerts R.	2012	Onzekerheid, analyse en vertrouwen, Redactioneel in Ruimtelijke Veiligheid en Risicobeleid jrg.3 nr. 6/7
21.	Slob M.,	2006	Liever een politieke discussie dan zo'n typisch Nederlandse rapportenoorlog, Interview met Marjolein van Asselt, Rathenau instituut
22.	Ale B.	2009	Risk, an introduction, the concepts of risk, danger and chance
23.	Eeten M. van et al.	2012	Waarom burgers risico's accepteren en waarom bestuurders dat niet zien, Ministerie BZK 29 jun 2012
24.	AVIV	2016	Introductie in de externe veiligheid, cursus voor de provincie Limburg Roermond 2016
25.	RIVM	2006	Handleiding risicoberekeningen Bevi versie 1.0, 10 april 2006
26.	Ministerie Vomil	1989	Nationaal milieubeleidsplan, Omgaan met risico's, de risicobenadering in het milieubeleid, Tweede Kamer 1988-1989, 21137 nr. 5
27.	Ale B.J.M.	2003	Risico's en veiligheid, een historische schets
28.	RIVM	2022	Advies aandachtsgebieden, RIVM rapport 2022-0012, het vervolg daarop RIVM rapport 2022-0020 en brief aan gebruikers d.d. 10-10-2023 20231010 memo Safeti-NL versie 8.8
29.	Ministerie SZW et al.	2003	Guidelines for quantitative risk assessment (Purple Book) par. 5.A.3
30.	RIVM	2024	Handboek Omgevingsveiligheid Handboek Omgevingsveiligheid RIVM
31.	Ministerie I&M	2016	Aandachtsgebieden rondom risicobronnen, Achtergronddocument bij de herijking van het risicomodel modernisering omgevingsveiligheidsbeleid
32.	AVIV	1986	De onzekerheid van effectberekeningen in risicostudies
33.	AVIV	1987	De onzekerheid van risico-analyses
34.	RIVM	2022	Advies aandachtsgebieden. Beschouwing van voorstel alternatieve benadering voor de berekening van aandachtsgebieden, RIVM- briefrapport 2022-0012 A.M.C. Boxman et al.
35.	AVIV	2020	AVANS opleiding Pipeliner, module schadebeelden vloeistofleidingen
36.	RIVM	2018	Consequentieonderzoek Safeti-NL 8
37.	Eskens J. et al.	2021	Beglazing in explosieaandachtsgebieden
38.	Eskens J. et. al.	2010	Bouwkundige maatregelen externe veiligheid, een eerste aanzet voor een catalogus
39.	Laboratorium voor externe veiligheid	2016	Handreiking bouwen in een invloedsgebied deel 1 en 2
40.	Provincie Noord Brabant	2024	Toelichting stappenplan afweging groepsrisico
41.	Provincie Zuid Holland	2024	Handreiking externe veiligheid art. 7.18
42.	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen	2017	Handreiking generieke risicobenadering
43.	Publicatiereeks gevaarlijke stoffen 6	2024	Aanwijzingen voor de toepassing van de Seveso-paragraaf in het BAL

44.	DOW	1994	Dow's Fire & Explosion index Hazard Classification Guide
45.	IAEA	1996	Brand, D. van den, Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries, IAEA-TECDOC-727 (Rev.1)
46.	RIVM	2011	Benchmark study for a flammable liquid depot
47.	Minister Klimaat en Energie	2022	Verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie, Brief aan Tweede Kamer d.d. 4-11-2022, Kenmerk DGKE - DSE/ 22517363, OverheidsIDnr. 00000001003214369000
48.	Ministerie EZK	2022	Stimulering duurzame energieproductie, Brief aan Tweede Kamer d.d. 20-10-2022, Tweede kamer 2022-2023 31239 nr. 366 met beleidsbijlage
49.	Tweede Kamer	1993/ 1994	Kamerstuk 22666 met name nr. 4 en 5
50.	Zandvoort H.	2011	Evaluation of legal liability for technological risks in view of requirements for peaceful coexistence and progress, Risk Analysis vol. 31 no. 6, 2011 pp. 969-983
51.	AVIV	2021	Notitie / Maatwerk aandachtsgebieden Chemelot, AVIV rapport 214429, 15 april 2021
52.	AVIV	2019	Maatregelen binnen aandachtsgebieden hoge druk aardgastransportleidingen, AVIV rapport 183765, 8 november 2019
53.	Ministerie I&M	2015	Nota Modernisering omgevingsveiligheid Uitvoeringsprogramma 2015 – 2018 Publicatie 17 januari 2015
54.	RIVM	2023	Aanzet Onderzoek Onzekerheden, email d.d. 27-9-2023
55.	Rechtbank Limburg	2024	Uitspraak d.d. 8-5-2024, ECLI:NL:RBLIM:2024:2330
56.	Mazzola T., Hanna S et al.	2021	Results of comparisons of the predictions of 17 dense gas dispersion models with observations from the Jack Rabbit II chlorine field experiment, Atmospheric Environment vol. 244, 1 January 2021, 117887
57.	NIPV	2024	Spoelstra M., De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel
58.	RIVM	2024	Van der Linden M., Wolting A.G., Effecten van waterstofexplosies, RIVM rapport 2024-0032
59.	Lieverse C. et al.	2023	Eindverslag Pilot Robuust Basisnet. REBEL group 13 juni 2023
60.	AVIV	2013	AVANS opleiding Pipeliner, module Inleiding in het Risicodenken, Essay R. Geerts Het Risicodenken
61.	Minister I&W	2024	Brief d.d. 24 juni 2024, Kenmerk IENW/BSK-2024/156625, Basisnet en Robuust Basisnet gevaarlijke stoffen

Bijlage 1. Leidraad interviews

Onderstaand een opsomming van vragen die de leidraad zijn voor de gesprekken die gevoerd zijn. Via een algemeen beeld over de rol van de geïnterviewde binnen het thema externe veiligheid en de informatie die deze persoon daarbij gebruikt, wordt een eerste beeld over onzekerheid binnen dit thema gevraagd. Daarna wordt meer specifiek ingegaan op de mening over de onzekerheid bij de berekeningen en de resultaten van de berekeningen. Op basis van een korte situatieschets wordt hierover verder doorgepraat. De presentatie tot slot is ondersteunend in het gesprek over een mogelijke presentatie van de risico's en hoe deze misschien anders kan (of juist niet).

Inleiding
Vraag
Wat is de inhoud van je functie? Waar zit jouw rol in de beleidscyclus? Beleidsmaker, beslisser RO, ambtelijke voorbereiding besluiten, VTH....?
Hoe en hoe vaak krijg jij in die rol te maken met externe veiligheid?
Hoe lang ben je al met het thema EV bezig? Met welke deelthema's?
Met welke risico-informatie werk je?
Vraag
Op welke manier heb jij toegang tot of beschik je over EV-informatie?
Ben je ook opdrachtgever voor het opstellen van QRA's? Zo ja, Wat vraag je dan aan de consultant? Lever je commentaar op concepten? Ontstaan er wel eens conflicten? Zo ja waarover?
Welke informatie is volgens jou van belang in een QRA. Welke informatie is voor jou belangrijk te controleren?
Kun je uit de voeten met de uitkomsten van de QRA's je bij je werk?
Heb je al eens nagedacht over mogelijke onzekerheden die gepaard gaan met bijvoorbeeld de berekeningen?
Waar zie jij de grootste onzekerheid binnen het thema externe veiligheid in jouw vakgebied?
Vind jij kennis over onzekerheden in externe-veiligheidsberekeningen voor jouw werk belangrijk? Zo ja, welke kennis en waarom?
Vraag
Onzekerheid in berekening PR en AG
Waar zitten volgens jou de grootste onzekerheden in de afstand tot de 10-6-contour?
Waar zitten volgens jou de grootste onzekerheden in de afstand tot de aandachtsgebieden?
Zou meer kennis over die onzekerheidsmarge van het rekenresultaat je helpen bij je werk?

Is er naar jouw mening verschil in onzekerheid tussen de PR-contouren en de AG-contouren? Zo ja welke?

Hoe zou de ideale vorm van informatie over onzekerheid eruit zien? Waar ben je bij gebaat?

Zou je de informatie over de onzekerheid willen gebruiken en zo ja, hoe?

Zou je die onzekerheid ook willen communiceren? Zo ja, aan wie dan? Ook voorleggen aan de bestuurder / burger of deze bij de experts laten en het rekenresultaat als 1 waarde blijven presenteren?