Havenveiligheid 2050?



Wie draagt verantwoordelijkheid voor de totale omgevingsveiligheid van het systeem als geheel?

Samenvatting 4
Positionering en doelstelling 7
Methodologische verantwoording 8
Inleiding 10
1 — De veiligheidsuitdaging van de Rotterdamse haven 12
2 — De huidige situatie 14
3 — Bouwsteen 1: Veiligheidsbeoordeling Havenvisie 2050 15
4 — Bouwsteen 2: veiligheidsanalyse van de brief van het Havenbedrijf 17
5 — Bouwsteen 3: analyse van de brief van DCMR 19
6 — Bouwsteen 4: analyse van het veiligheidsbeleid van de Provincie Zuid-Holland 21
7 — Bouwsteen 5: de positie van burgers, omgeving en voorzorg 22
8 — Bouwsteen 6: gemeenten, regionale besturen en de druk van het collectief 24
9 — Bouwsteen 7: de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond 26
10 — Bouwsteen 8: het Rijk: nationale ambitie, geopolitiek en systeemdruk 28
11 — Bestuurlijke fragmentatie als systeemrisico 29
12 — Internationale referentiehavens voor integrale veiligheidsregie 31
12 a— Internationale veiligheidsregimes en hun betekenis voor havenveiligheid 35
13 — Waarom is de ontwikkeling in Nederland niet verder gegaan? 38
14 — Moderne veiligheidsdenkers en systeemveiligheid 40
15 — OVV-analyses in Rotterdam–Moerdijk als illustratie van modern veiligheidsdenken 41
16 — Waarom herziening van het veiligheidsbeleid noodzakelijk is 42
17 — Systeemveiligheid in een Haven onder Druk 45
18 — Waterstof en ammoniak als stresstest voor het veiligheidsmodel 48
19 — De systeemkeuze: spreiding van opslag of centrale import hub 49
20 — Veiligheidskundige vergelijking van beide modellen 50
21 — De belangenafweging: economie, bedrijven en veiligheid 50
22 — Blinde vlekken en impliciete aannames 51
23 — Vergelijking Rotterdam en Antwerpen bij ammoniak- en waterstofstromen 51
24 — Waarom Antwerpen historisch sterker clusterveiligheid heeft ontwikkeld dan Rotterdam 54
24 — Systeemfouten bij grote industriële rampen 56
Conclusie 59
Slotbeschouwing 60
De kernvraag voor het bestuur 61
Bijlage 1. Verantwoordelijkheidsdiffusie bij een groot ammoniakincident 62
Bijlage 2 Nederlandse industrie clusters 66
Bijlage 3 Varianten 67

Bijlage 4 Het bestuurlijk proces 70
Bijlage 5 Waar kan het proces falen? 72
Bijlage 6 De volledige veiligheidsketen in complexe industriële systemen 74
Bijlage 7 Waar een model beïnvloed kan worden 76
Bijlage 8 Veiligheidsketen-matrix voor grote industriële systemen 78
Bijlage 9 Maatschappelijke ontwikkeling 79
Bijlage 10 Hoe te komen tot verandering 83
Literatuur en theoretisch kader 94
Literatuurlijst 98
Literatuuroverzicht voor bestuurders 100

Samenvatting

Deze analyse is opgesteld naar aanleiding van de voorgenomen grootschalige opslag en overslag van ammoniak in het Rotterdamse havengebied, de samenloop met woningbouwontwikkeling in onder meer Brielle Noord en de bestaande veiligheidsrapportages van het Havenbedrijf Rotterdam en DCMR Milieudienst Rijnmond.

Ammoniak als energiedrager introduceert nieuwe toxische volumestromen in een reeds verdicht industrieel cluster. Tegelijkertijd schuift de ruimtelijke ontwikkeling van woongebieden dichter naar de invloedssfeer van het haven-industriecomplex. De huidige veiligheidsrapportages tonen zorgvuldige naleving, toezicht en incidentmonitoring per actor, maar bieden geen integraal en publiek samenhangend beeld van de totale omgevingsveiligheid van het systeem als geheel.

Daarbij komt dat 2 fundamentele aannamen van de overheid niet onderbouwd zijn: De Omgevingswet stelt dat het bouwen van woningen 1200 m van de bron van een gifwolk is toegestaan en in Safeti-NL wordt aangenomen dat de VRR iedere ramp binnen een half uur meester is.

De kernvraag van dit document luidt daarom:
is het bestaande veiligheidsbeleid van het Rotterdamse haven- en industriecomplex nog passend bij de schaal, complexiteit en maatschappelijke context van de huidige transitie?

Uit analyse van de strategische havenvisie, de rol van het Havenbedrijf als inrichter, het toezichtstelsel van DCMR, het provinciale externe veiligheidsbeleid, de positie van gemeenten, de crisisbeheersingscapaciteit van de Veiligheidsregio en de nationale ambities van het Rijk blijkt dat iedere actor binnen zijn wettelijke mandaat zorgvuldig functioneert. Het stelsel als geheel is echter primair ingericht als compliance-architectuur: vergunningverlening, normtoetsing en incidentrespons per inrichting.

Wat ontbreekt is expliciete, gebied brede en bestuurlijk ondertekende systeemregie op cumulatieve omgevingsveiligheid.

De haven ontwikkelt zich tot energie- en waterstof hub met grotere volumes gevaarlijke stoffen, intensievere clustering, gedeelde infrastructuur en toenemende ruimtelijke verdichting in een dichtbevolkte regio. Daarmee verschuift het veiligheidsvraagstuk van incidentbeperking naar beheersing van systeemcomplexiteit en cumulatieve risicodichtheid. In een dergelijke context volstaat toetsing per installatie niet langer als afdoende waarborg voor totale omgevingsveiligheid.

De conclusie van deze analyse is dat herziening van het veiligheidsbeleid noodzakelijk is, niet vanwege één incident of één tekortkoming, maar vanwege een structurele mismatch tussen systeemontwikkeling en bestuurlijke regie-architectuur. Herziening betekent een verschuiving van gefragmenteerde nalevingslogica naar integraal omgevingsveiligheidsbeleid, met expliciete begrenzing van risicoruimte, transparante normatieve keuzes en periodieke publieke verantwoording over cumulatie, trends en onzekerheden.

Een haven die internationale excellentie nastreeft, dient veiligheid niet uitsluitend technisch te organiseren, maar ook bestuurlijk expliciet te dragen. Juist in een tijd van energietransitie, verdichting en geopolitieke druk is aantoonbare systeemregie op omgevingsveiligheid geen stijlkeuze, maar een noodzakelijke voorwaarde voor legitimiteit en vertrouwen.

Tien observaties uit de studie *Havenveiligheid 2050*

Deze studie brengt verschillende technische, bestuurlijke en internationale invalshoeken samen. De analyse leidt tot een aantal terugkerende observaties over de manier waarop veiligheid in grote industriële havens wordt georganiseerd en hoe deze zich ontwikkelt in een periode van energietransitie en toenemende systeemcomplexiteit.

1. Veiligheid wordt nog vooral per installatie beoordeeld

Het huidige stelsel van vergunningverlening en toezicht richt zich primair op afzonderlijke installaties of bedrijven. Daardoor ontstaat een goed beeld van individuele risico's, maar minder van de **cumulatieve veiligheid van het gehele haven- en industriecomplex**. Mede door de aanname dat een ramp binnen een half uur te niet is gedaan.

2. De complexiteit van het systeem neemt snel toe

Nieuwe energieketens, logistieke verbindingen en industriële clustering vergroten de onderlinge afhankelijkheid van installaties en infrastructuren. Hierdoor verschuift veiligheid van een technisch vraagstuk naar een **systeemvraagstuk**.

3. Grote rampen zijn zelden het gevolg van één fout

Internationale rampanalyses tonen aan dat ernstige industriële ongevallen meestal ontstaan door een combinatie van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren. Zij zijn daarom vaak **systeemfouten** en niet het gevolg van één defect of menselijke fout.

4. Nieuwe energiedragers vormen een stresstest voor het veiligheidsmodel

Waterstof en ammoniak brengen andere risico-eigenschappen en grotere volumestromen met zich mee dan veel bestaande industriële stoffen. Deze ontwikkeling test de robuustheid van het bestaande veiligheidsstelsel.

5. Ruimtelijke keuzes zijn een van de krachtigste veiligheidsinstrumenten

Afstand tot bevolkingsgebieden, clustering van installaties en de organisatie van logistieke stromen kunnen grote invloed hebben op de gevolgen van incidenten. **Ruimtelijke ordening is daarmee een essentieel onderdeel van veiligheidsbeleid. De aanname dat bouwen vanaf 1200 vanaf de bron van een gifwolk aanvaardbaar is, is niet aangetoond.**

6. Concentratie van grote energiestromen kan systeemrisico's verminderen

Historisch zijn grote bulkstromen in havens vaak geconcentreerd op enkele locaties. Een dergelijke concentratie kan logistieke complexiteit beperken en de beheersbaarheid van risico's vergroten, mits voldoende ruimtelijke buffers aanwezig zijn.

7. Internationale havens ontwikkelen verschillende veiligheidsmodellen

Vergelijking met havens zoals Antwerpen laat zien dat veiligheid ook op **cluster- of gebiedsniveau** kan worden georganiseerd. Internationale voorbeelden tonen dat institutionele keuzes sterk invloed hebben op de manier waarop systeemrisico's worden beheerst.

8. Fragmentatie van verantwoordelijkheden kan systeemrisico's creëren

In complexe industriële systemen zijn verantwoordelijkheden verdeeld over meerdere organisaties. Wanneer niemand expliciet verantwoordelijk is voor het totale systeembeeld, kunnen risico's ontstaan op de grensvlakken tussen organisaties.

9. Economische ontwikkeling en veiligheid zijn onlosmakelijk verbonden

De Rotterdamse haven speelt een cruciale rol in de Europese energievoorziening en economie. Juist daarom is het van belang dat economische groei en industriële ontwikkeling gepaard gaan met **transparante en robuuste veiligheidsregie**.

10. De centrale bestuurlijke vraag blijft expliciete systeemverantwoordelijkheid

De studie laat uiteindelijk zien dat veiligheid niet alleen een technische of juridische kwestie is, maar ook een bestuurlijke keuze. De kernvraag voor de toekomst van het haven- en industriecomplex luidt daarom:

wie draagt verantwoordelijkheid voor de totale omgevingsveiligheid van het systeem als geheel?

Het expliciet beantwoorden van deze vraag is een noodzakelijke stap om de veiligheid van het grootste industriële cluster van Nederland ook richting 2050 robuust te organiseren.

Positionering en doelstelling

Deze analyse is opgesteld door de **Vereniging Verontruste Burgers van Voorne (VVBV)**.

De VVBV is een vereniging die statutair tot doel heeft de internationaal befaamde natuurgebieden van en in de nabijheid van Voorne te beschermen, alsmede de kwaliteit van de woon- en leefomgeving van de bewoners te waarborgen. De vereniging tracht dit doel te bereiken door onder meer kritisch de ontwikkelingen te volgen die een negatieve invloed kunnen hebben op de woon- en leefomgeving van de bewoners dan wel afbreuk kunnen doen aan de genoemde natuurgebieden.

De voorgenomen grootschalige opslag en overslag van ammoniak in het Rotterdamse havengebied, in samenhang met ruimtelijke ontwikkelingen in de regio, raken rechtstreeks aan deze statutaire doelstelling. De potentiële effecten van volumetoename van toxische stoffen, cumulatie van risico's en ruimtelijke verdichting hebben invloed op de veiligheidsbeleving, gezondheid en leefkwaliteit van inwoners van Voorne aan Zee en omliggende gemeenten.

Vanuit deze statutaire opdracht geeft de VVBV in dit document haar zienswijze op de vraag of het huidige veiligheidsbeleid van het Rotterdamse haven- en industriecomplex toereikend is voor de schaal en complexiteit van de ontwikkelingen die zich voltrekken. De vereniging richt zich daarbij niet op individuele incidenten of personen, maar op de samenhang van bestuurlijke verantwoordelijkheden en op de bescherming van omgevingsveiligheid als publieke waarde.

Observatie bij de Havenvisie 2050; zie voorblad

De Havenvisie 2050 presenteert een samenhangend toekomstbeeld waarin economische kracht, energietransitie, arbeidsmarkt, logistieke innovatie, weerbaarheid en leefomgeving centraal staan.

Opvallend is dat omgevingsveiligheid — in de zin van cumulatieve externe veiligheid van het haven- en industriecomplex — niet als zelfstandig ordenend principe wordt benoemd. Veiligheid verschijnt impliciet onder "weerbaar" en onder naleving van wet- en regelgeving, maar niet als expliciet geformuleerde systeemdoelstelling.

In een haven die zich ontwikkelt tot grootschalige energie- en waterstof hub in een dichtbevolkte regio, is dit meer dan een terminologische kwestie. Wanneer volumegroei van gevaarlijke stoffen, clustering en ruimtelijke verdichting toenemen, wordt omgevingsveiligheid een strategische ontwerpvraag.

Het ontbreken van een expliciete veiligheidsdoelstelling in de visuele kernboodschap van de Havenvisie bevestigt de centrale bevinding van deze analyse: veiligheid wordt verondersteld geborgd via bestaande kaders, maar niet zichtbaar gepositioneerd als integraal sturend principe op systeemniveau.

Deze bijdrage is bedoeld als constructieve analyse en als uitnodiging tot expliciete bestuurlijke afweging en transparante verantwoording over cumulatieve omgevingsveiligheid in de regio.

Methodologische verantwoording

Deze studie is opgesteld vanuit een maatschappelijke vraag die in de regio rond het haven- en industriecomplex van Rotterdam regelmatig wordt gesteld: **“Is het nog wel veilig?”**

De analyse beoogt niet één specifiek incident, bedrijf of vergunning te beoordelen. Het doel is breder: inzicht verkrijgen in de vraag of het bestaande veiligheidsstelsel van het Rotterdamse haven- en industriecomplex nog passend is bij de schaal, complexiteit en maatschappelijke context van de huidige ontwikkelingen. Daarbij gaat het met name om de energietransitie, de introductie van nieuwe energiedragers zoals waterstof en ammoniak, de groei van industriële volumestromen en de toenemende ruimtelijke verdichting in een dichtbevolkte regio.

Om deze vraag te beantwoorden is gekozen voor een **meervoudige analysemethode** waarin verschillende perspectieven worden gecombineerd. Deze benadering is bewust gekozen omdat veiligheid in een complex industrieel systeem niet uitsluitend een technisch vraagstuk is, maar ook een bestuurlijke, ruimtelijke en maatschappelijke dimensie heeft.

De studie bestaat uit vier methodologische bouwstenen.

1. Analyse van beleidsdocumenten en publieke rapportages

Allereerst zijn bestaande beleidsdocumenten, veiligheidsrapportages en publieke bronnen geanalyseerd. Daarbij gaat het onder meer om strategische documenten van het Havenbedrijf Rotterdam, rapportages van DCMR Milieudienst Rijnmond, provinciale beleidsstukken over externe veiligheid, documenten van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond en relevante nationale beleidskaders.

Het doel van deze analyse is inzicht te verkrijgen in de wijze waarop veiligheid momenteel institutioneel wordt georganiseerd, welke aannames daarbij worden gehanteerd en hoe verantwoordelijkheden tussen verschillende organisaties zijn verdeeld.

2. Systeemanalyse van bestuurlijke verantwoordelijkheden

Vervolgens is onderzocht hoe de verschillende publieke en private actoren gezamenlijk het veiligheidsstelsel vormen. Daarbij is gekeken naar de rollen van onder meer het Havenbedrijf als gebiedsinrichter, DCMR als vergunningverlener en toezichthouder, de provincie als normstellende overheid, gemeenten als vertegenwoordigers van de lokale leefomgeving, de Veiligheidsregio als crisisorganisatie en het Rijk als kader stellende actor voor energie- en infrastructuurbeleid.

Deze systeemanalyse richt zich niet op individuele prestaties van afzonderlijke organisaties, maar op de **samenhang van verantwoordelijkheden** en op de vraag of binnen het bestaande stelsel een partij expliciet verantwoordelijk is voor de totale omgevingsveiligheid van het systeem als geheel.

3. Internationale vergelijking met andere haven- en industrieclusters

Een derde element van de methodologie is een vergelijking met internationale referentiehavens. Daarbij is gekeken naar de manier waarop veiligheid wordt georganiseerd in andere grote industriële havens, zoals Antwerpen, Hamburg en Singapore.

Het doel van deze vergelijking is niet om één model als normatief voorbeeld te presenteren, maar om te onderzoeken welke verschillende institutionele benaderingen bestaan voor het organiseren van systeemveiligheid in complexe haven- en industrieclusters.

4. Reflectie vanuit modern veiligheidsdenken

Tot slot wordt de analyse geplaatst in het kader van moderne inzichten uit de veiligheidswetenschap. Onderzoek naar grote industriële ongevallen laat zien dat ernstige rampen zelden het gevolg zijn van één technische fout, maar meestal ontstaan uit een combinatie van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren. In de literatuur wordt dit beschreven als **systeemfalen** of **complexe interactie van latente condities**.

In deze studie wordt daarom niet uitsluitend gekeken naar incidentfrequentie of naleving van afzonderlijke normen, maar naar de vraag hoe systeemcomplexiteit, volumegroei en bestuurlijke fragmentatie gezamenlijk invloed kunnen hebben op de totale veiligheid van het haven- en industriecomplex.

Integrale benadering

Door deze vier analysemethoden te combineren ontstaat een integrale benadering van omgevingsveiligheid. Documentanalyse maakt zichtbaar hoe veiligheid formeel is georganiseerd. De systeemanalyse laat zien hoe verantwoordelijkheden in de praktijk zijn verdeeld. Internationale vergelijking biedt perspectief op alternatieve institutionele modellen. Reflectie vanuit veiligheidswetenschap helpt om structurele patronen en systeemrisico’s te duiden.

Het doel van deze methodologische aanpak is niet om één actor of één besluit ter discussie te stellen, maar om inzichtelijk te maken of het huidige veiligheidsstelsel als geheel nog robuust is in een periode van snelle systeemontwikkeling.

De studie moet daarom worden gelezen als een **constructieve analyse van systeemveiligheid** en als een uitnodiging tot bestuurlijke reflectie op de vraag hoe omgevingsveiligheid in een van de grootste industriële clusters van Europa ook richting 2050 aantoonbaar geborgd kan blijven.

Inleiding

Dit document is geschreven naar aanleiding van drie samenlopende ontwikkelingen in de regio Rotterdam–Voorne aan Zee.

De eerste ontwikkeling betreft de voorgenomen grootschalige opslag en overslag van ammoniak in het Rotterdamse havengebied als onderdeel van de energietransitie. Ammoniak wordt internationaal gezien als potentiële waterstofdrager en zal in grote gekoelde volumes worden geïmporteerd, opgeslagen en getransporteerd. De schaal van deze projecten — in combinatie met bestaande industriële clusters — roept de vraag op wat dit betekent voor de totale omgevingsveiligheid van het haven-industriecomplex.

De tweede ontwikkeling betreft de ruimtelijke uitbreiding van woongebieden in de invloedssfeer van het havengebied, in het bijzonder de woningbouwontwikkeling in Brielle Noord. De veiligheidscontouren van industriële activiteiten en de ontwikkelruimte van gemeenten raken elkaar hier direct. De vraag hoe industriële volumegroei zich verhoudt tot woningverdichting en gezondheidsbescherming is daarmee geen abstract vraagstuk, maar een concrete ruimtelijke realiteit.

De derde aanleiding zijn de bestaande veiligheidsrapportages van het Havenbedrijf Rotterdam en DCMR Milieudienst Rijnmond. Deze rapportages tonen zorgvuldige monitoring, toezicht en naleving binnen afzonderlijke domeinen. Zij geven inzicht in incidentstatistieken, inspecties en handhaving. Wat echter ontbreekt, is één integraal, cumulatief en bestuurlijk ondertekend overzicht van de totale omgevingsveiligheid van het haven- en industriecomplex als geheel. De beschikbare informatie is gefragmenteerd over verschillende actoren en rapportages.

De combinatie van deze drie factoren — nieuwe grootschalige toxische energiestromen, ruimtelijke verdichting nabij risicogebieden en het ontbreken van een integraal veiligheidsbeeld — vormt de aanleiding voor deze analyse.

Dit document beoogt geen incident te beschrijven en geen individuele actor ter discussie te stellen. Het doel is systemisch: inzichtelijk maken of het bestaande veiligheidsstelsel, dat primair is ingericht op vergunningverlening en naleving per inrichting, nog toereikend is voor een haven die zich ontwikkelt tot grootschalige energie hub in een dichtbevolkte regio.

De centrale vraag luidt:

Is het huidige veiligheidsbeleid van het Rotterdamse haven- en industriecomplex nog passend bij de schaal, complexiteit en maatschappelijke context van de transitie die zich voltrekt? En wie draagt verantwoordelijkheid voor de totale omgevingsveiligheid van het systeem als geheel?

Om die vragen te beantwoorden worden achtereenvolgens de strategische ambities van de haven, de toezichtstructuur, het provinciale risicobeleid, de positie van gemeenten, de crisisbeheersingscapaciteit en de rol van het Rijk geanalyseerd. Daarnaast worden internationale referentiehavens en moderne veiligheidsinzichten betrokken om het bestaande model te duiden.

Het uitgangspunt is dat iedere betrokken partij binnen zijn wettelijke taak zorgvuldig handelt. De analyse richt zich niet op individuele tekortkomingen, maar op de samenhang van verantwoordelijkheden en op de vraag of cumulatieve omgevingsveiligheid expliciet en integraal wordt bewaakt.

In een tijd waarin energietransitie, verdichting en geopolitieke druk samenkomen, is veiligheid niet uitsluitend een technische of juridische kwestie. Zij is een bestuurlijke ontwerpvraag: wie bepaalt de totale risicoruimte van de regio, hoe wordt die ruimte begrensd en hoe wordt daarover publiek verantwoording afgelegd?

Dit document beoogt die ontwerpvraag zichtbaar te maken.

1 — De veiligheidsuitdaging van de Rotterdamse haven

Wat komt er de komende decennia samen?

De Rotterdamse haven bevindt zich in een unieke overgangsfase. Zij is historisch gegroeid rond erts, kolen, olie en petrochemie. Die basis verandert. Fossiele volumes staan onder druk door klimaatbeleid, geopolitieke verschuivingen en veranderende marktstructuren. Tegelijkertijd moet de haven haar positie als economisch knooppunt behouden. In deze overgang komt een reeks ontwikkelingen samen die gezamenlijk het veiligheidsprofiel fundamenteel veranderen.

De eerste ontwikkeling is de energietransitie. De haven transformeert van fossiele doorvoerhaven naar energie- en waterstof hub voor Noordwest-Europa. Dat betekent grootschalige import van nieuwe energiedragers zoals waterstof en ammoniak, uitbreiding van CO_2-infrastructuur en nieuwe opslagfaciliteiten. Waterstof is licht en vluchtig; ammoniak is toxisch en wordt in grote gekoelde volumes opgeslagen. Deze stoffen hebben een ander risicoprofiel dan traditionele aardolieproducten. Hun introductie verandert niet alleen de chemische samenstelling van de haven, maar ook de aard van mogelijke incidenten.

De tweede ontwikkeling is volumevergroting en clustering. Om economisch efficiënt te opereren worden installaties geconcentreerd in risicogebieden. Clustering biedt ruimtelijke duidelijkheid en economische synergie, maar verhoogt ook de cumulatieve risicodichtheid. Wanneer meerdere grote opslaginstallaties, terminals en overslagpunten zich in elkaars nabijheid bevinden, nemen interactie- en domino-effecten toe. De systeemgrens verschuift van individuele inrichting naar cluster.

De derde ontwikkeling is ruimtelijke verdichting. Zuid-Holland is de dichtstbevolkte provincie van Nederland. Rotterdam heeft beperkte bouwruimte en schuift woningbouwdruk naar omliggende gemeenten zoals Voorne aan Zee. Tegelijkertijd beïnvloeden havenontwikkelingen de veiligheidscontouren rond diezelfde gemeenten. De afstand tussen risicobron en woongebied wordt daarmee een steeds gevoeliger parameter. Meer mensen wonen dichter bij complexe industriële infrastructuur.

De vierde ontwikkeling betreft transportintensiteit. De haven is logistiek knooppunt voor zeevaart, binnenvaart, spoor, wegtransport en buisleidingen. Nieuwe energiestromen voegen extra transportbewegingen toe. Ammoniakschepen, binnenvaarttransport naar het achterland en intensivering van buisleidingnetwerken vergroten de interactie tussen transport en industrie. Meer bewegingen betekent meer interactiemomenten. Meer interactiemomenten betekent hogere systeemcomplexiteit.

De vijfde ontwikkeling is afhankelijkheid van gedeelde infrastructuur. Elektriciteitsvoorziening, digitale systemen, communicatie en koelwaternetten worden steeds meer geïntegreerd. Netbeheerders signaleren dat leveringszekerheid onder druk staat. Wanneer clusters afhankelijk zijn van dezelfde elektriciteitsvoorziening, kan een uitval meerdere bedrijven tegelijk treffen. Dan moeten beveiligingssystemen en regelkringen gelijktijdig functioneren onder condities die zelden zijn getest. Dat vergroot de kans op gemeenschappelijke faalmechanismen.

De zesde ontwikkeling is maatschappelijke gevoeligheid. Burgers zijn beter geïnformeerd, verwachten transparantie en beroepen zich op voorzorg en gezondheid. Tegelijkertijd is het vertrouwen in instituties kwetsbaar. Een incident in een dichtbevolkte regio heeft niet alleen fysieke gevolgen, maar ook langdurige maatschappelijke impact en reputatieschade.

De zevende ontwikkeling is geopolitieke onzekerheid. Energievoorziening is strategisch geworden. De haven is kritieke infrastructuur. Dat maakt haar niet alleen economisch belangrijk, maar ook strategisch kwetsbaar. Fysieke veiligheid, cyberveiligheid en nationale veiligheid raken elkaar steeds sterker.

De achtste ontwikkeling is bestuurlijke fragmentatie. Zoals eerder beschreven, zijn verantwoordelijkheden verdeeld over meerdere overheden en organisaties. Elk handelt binnen zijn mandaat, maar de totale systeemdruk wordt niet vanzelf integraal gewogen.

Wanneer deze ontwikkelingen samen worden bezien, ontstaat een nieuw veiligheidslandschap. Het gaat niet langer om afzonderlijke incidenten bij afzonderlijke bedrijven. Het gaat om een complex adaptief systeem waarin volumegroei, clustering, transport, woningbouw, energie-infrastructuur en geopolitiek elkaar beïnvloeden.

Daarmee verandert ook de aard van de veiligheidsvraag. In een relatief open en gespreid systeem kan veiligheid in belangrijke mate worden beoordeeld per installatie. In een dicht, verweven en strategisch systeem zoals de Rotterdamse haven ontstaat risico juist uit samenhang en interactie. Dit betekent dat de zwaarte en aard van veiligheidseisen niet generiek kunnen zijn, maar afhankelijk zijn van de kenmerken van het systeem zelf.

De uitdaging is daarmee niet primair het verminderen van incidentfrequentie. De uitdaging is het beheersen van systeemcomplexiteit onder groeiende druk, waarbij niet alleen wordt gekeken naar afzonderlijke risico’s, maar naar de robuustheid van het geheel onder variabele en afwijkende omstandigheden.

Dat vraagt om beantwoording van enkele kernvragen:

- Wat is de maximale cumulatieve risicodichtheid die de regio kan dragen?
- Hoe verhouden volumegroei en crisisbeheersingscapaciteit zich tot elkaar?
- Wanneer wordt clustering systeemverzwaring in plaats van systeemversterking?
- Hoe robuust zijn modelaannames over beheersbaarheid en zelfredzaamheid?
- Hoe wordt volumegroei expliciet gekoppeld aan gezondheidsbescherming?

Daarbij komt een onderliggende vraag die steeds centraler wordt:

in welke mate is de veiligheid van het systeem als geheel aantoonbaar, gegeven de dichtheid, verwevenheid en strategische betekenis van de haven?

De Rotterdamse haven staat daarmee voor een transitie die niet alleen economisch of technologisch is, maar veiligheidskundig fundamenteel. De traditionele benadering van externe veiligheid – per inrichting, per norm, per incident – geeft in deze context slechts een gedeeltelijk beeld.

De toekomst van de haven vraagt niet alleen om nieuwe energiedragers, maar ook om een veiligheidsbenadering waarin de eisen en de onderbouwing expliciet worden afgestemd op de eigenschappen van het systeem als geheel.

2 — De huidige situatie

In de Rotterdamse haven en het omliggende industriegebied bestaat een veelheid aan publieke rapportages over veiligheid. Het Havenbedrijf Rotterdam publiceert jaarverslagen met operationele KPI's, nautische veiligheidsindicatoren en algemene veiligheidsstatistieken. Deze geven inzicht in incidentfrequentie, arbeidsongevallen en nautische prestaties. De focus ligt daarbij primair op bedrijfsvoering, continuïteit en havenoperaties.

Daarnaast rapporteert DCMR Milieudienst Rijnmond over vergunningverlening, toezicht en handhaving bij risicovolle inrichtingen. Deze rapportages bevatten informatie over inspecties, naleving van Seveso-/Brzo-verplichtingen en opgelegde maatregelen. Zij geven een beeld van compliance per bedrijf of installatie.

Ook de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond publiceert documenten over crisisbeheersing, oefenprogramma's en paraatheid. Daaruit blijkt hoe de responsorganisatie is ingericht en welke scenario's worden geoefend.

Wat al deze informatiebronnen gemeen hebben, is dat zij elk een deel van het systeem beschrijven: de haven als ontwikkelaar en exploitant, de toezichthouder als handhaver van vergunningen, en de veiligheidsregio als crisisorganisatie. De data zijn reëel en publiek toegankelijk, maar zij zijn functioneel gescheiden. Er is geen geïntegreerd document waarin deze gegevens worden samengebracht tot één cumulatief beeld van de omgevingsveiligheid van het gehele haven-industriecomplex van Rotterdam.

Daarmee ontstaat een belangrijk onderscheid. De huidige rapportages maken inzichtelijk of afzonderlijke onderdelen functioneren binnen gestelde kaders. Zij geven echter geen expliciet antwoord op de vraag hoe het systeem als geheel zich gedraagt onder samenloop van omstandigheden, noch hoe robuust het systeem is wanneer aannames onder druk komen te staan.

Voor de maatschappij is echter iets anders nodig om overtuigd te zijn dat de veiligheid daadwerkelijk "op orde" is. Burgers hebben niet primair behoefte aan afzonderlijke nalevingsrapportages of operationele KPI's, maar aan een samenhangend antwoord op drie kernvragen: wat is het totale risico voor de omgeving, welke beschermingslat hanteert het bestuur, en hoe ontwikkelt dit zich in de tijd?

Dat vergt een integraal cumulatief risicobeeld waarin alle relevante installaties, transportstromen en toekomstige uitbreidingen gezamenlijk worden beschouwd. Het vergt tevens een expliciet bestuurlijk vastgestelde norm: welke risicoband acht men aanvaardbaar voor omwonenden, inclusief kwetsbare groepen? En het vergt een jaarlijkse publieke verantwoording waarin trend, afwijkingen en corrigerende maatregelen zichtbaar worden gemaakt.

In een systeem met de dichtheid en verwevenheid van de Rotterdamse haven komt daar nog een dimensie bij: de noodzaak om niet alleen het risico per onderdeel, maar de robuustheid

van het systeem als geheel aantoonbaar te maken. Dat betekent dat inzicht nodig is in cumulatie, afhankelijkheden en keteneffecten, en in het gedrag van het systeem bij afwijkende of gelijktijdige verstoringen.

Zonder een dergelijke integrale en normatief expliciete rapportage blijft veiligheid voor burgers een optelsom van losse documenten. Naleving per installatie kan dan wel aantoonbaar zijn, maar het totaalbeeld van de blootstelling van de omgeving blijft impliciet. Crisisparaatheid kan goed georganiseerd zijn, maar dat zegt nog niets over de gekozen aanvaardbaarheid van restrisico, noch over de robuustheid van het systeem wanneer meerdere factoren samenkomen.

Samengevat: wat er nu is, is sectorale informatie over deelaspecten van veiligheid. Wat de maatschappij nodig heeft om vertrouwen te hebben, is één publiek, integraal en bestuurlijk gedragen overzicht van de omgevingsveiligheid als geheel — met duidelijke doelen, expliciete normatieve keuzes en aantoonbare robuustheid van het systeem.

Daaruit volgt dat voor een systeem van de aard en schaal van de Rotterdamse haven niet kan worden volstaan met sectorale rapportages en naleving per inrichting. Een dergelijk systeem vraagt om een expliciet en toetsbaar systeemveiligheidskader. Dat kader maakt inzichtelijk wat:

1. het cumulatieve risiconiveau
2. welke beschermingslat het bestuur hanteert
3. hoe robuust het systeem functioneert onder afwijkende omstandigheden
4. een integraal cumulatief risicobeeld over alle relevante activiteiten en transportstromen
5. een bestuurlijk vastgestelde norm voor aanvaardbare risicoruimte
6. explicitering van aannames en onzekerheden
7. inzicht in de effecten van clustering en volumegroei
8. een beoordeling van het systeemgedrag bij gelijktijdige verstoringen of uitval van kritische infrastructuur.

Deze elementen worden niet eenmalig vastgesteld, maar periodiek publiek gemaakt en herijkt, zodat zichtbaar is hoe veiligheid zich ontwikkelt in relatie tot de groei en transformatie van de haven.

3 — Bouwsteen 1: Veiligheidsbeoordeling Havenvisie 2050

De Havenvisie 2050 schetst Rotterdam als het toonaangevende haven- en industriecomplex van Europa, met een sleutelrol in klimaatneutraliteit, leveringszekerheid en strategische autonomie. De visie positioneert de haven nadrukkelijk als energieknooppunt in een Nederlands en Europees energiesysteem dat draait op grootschalige wind op zee, elektrificatie, waterstof(-dragers), CO_2-infrastructuur en circulaire grondstoffen. In hetzelfde toekomstbeeld worden digitalisering en AI beschreven als motor van logistieke voorspelbaarheid en ketentransparantie, terwijl “wendbaar en weerbaar” een centrale belofte is, inclusief bescherming tegen cyber en hybride dreiging.

Vanuit veiligheid bezien is dit een visie die de **strategische betekenis van de haven sterk vergroot**. Precies daar ontstaat het eerste spanningsveld: hoe groter de systeembetekenis, hoe

kleiner de foutmarge. Een haven die tegelijkertijd energie hub, logistieke mainport en strategische infrastructuur is, kent een veiligheidsopgave die verder gaat dan het voorkomen van incidenten per inrichting. Het gaat dan om systeemveiligheid: het aantoonbaar beheersen van cumulatie, gelijktijdigheid, ketenafhankelijkheden en herstelvermogen onder stress. De visie benoemt "veiligheid en veerkracht" als leidend in een zelflerend logistiek netwerk, maar werkt niet uit hoe dit zich vertaalt in een expliciet haven breed veiligheidsregime met meetbare systeemdoelen en bestuurlijke grensbewaking.

Een tweede spanningsveld ontstaat door de **concentratie en verdichting van nieuwe energiedragers en kritieke infrastructuur**. De visie beschrijft grootschalige aanlanding van wind op zee, conversie naar waterstof, opslag van waterstof(-dragers), buisleidingen naar achterland en een volledig geïntegreerd energiesysteem dat vraag en aanbod balanceert en zich beschermt tegen aanvallen op kritieke infrastructuur. Tegelijkertijd noemt de visie mogelijke grootschalige opslag en conversie op Maasvlakte en elders, inclusief de mogelijkheid van één of twee grote kerncentrales of meerdere SMR's. Dit toekomstbeeld is coherent vanuit energiezekerheid en industriebeleid, maar veiligheidskundig betekent het: meer energiedichtheid per km², meer interacties tussen installaties en meer afhankelijkheid van gedeelde systemen. Daarmee groeit het common-cause risico: één verstoring (stroom, ICT, koelwater, logistieke blokkade) kan meerdere installaties tegelijk in een afwijkend regime brengen. De visie spreekt ambitieus over simulatievermogen (Virtual Energy System) en beveiligde ecosystemen, maar benoemt niet expliciet welke veiligheidsmarges, redundantie-eisen en stresstesten nodig zijn om die integratie ook werkelijk robuust te maken.

Een derde spanningsveld ligt in de **koppeling tussen havenontwikkeling en woningbouw in de omgeving**. De visie stelt dat ruimte voor woningbouw is gecreëerd door "zorgvuldig ingetekende geluidsruimte, veiligheidszones en buffergebieden" en dat tussen havenontwikkeling en leefomgeving een zorgvuldige balans is gevonden. Veiligheidskundig is dit een cruciale passage, omdat hier impliciet wordt aangenomen dat veiligheidszones en contouren stabiel en planbaar zijn, terwijl juist bij opschaling van nieuwe energiedragers (zoals waterstofdragers en met name toxische stoffen) en bij toenemende systeemdichtheid de contouren sterk afhankelijk worden van modelaannames, scenario-keuzes en beheersbaarheid in tijd. De visie biedt nog geen expliciete beantwoording van de normatieve vraag: hoeveel cumulatieve risicoruimte is maatschappelijk aanvaardbaar in een dichtbevolkte provincie, wanneer de haven tegelijkertijd wil groeien in energiedragers, logistiek en strategische functies? Daarmee wordt veiligheid in de visie deels een ruimtelijk tekenvraagstuk ("zones intekenen"), terwijl de kern een bestuurlijke keuze is over risicoruimte, volumesturing en stopcriteria bij systeemdruk.

Een vierde spanningsveld volgt uit de **digitalisering en AI-gedreven integratie**. De visie beschrijft een haven als "levend digitaal ecosysteem", met ketens die volledig transparant zijn voor geautoriseerde partijen, en een breed publiek-privaat beveiligd ecosysteem tegen cyber, elektromagnetische verstoring, drones en elektronische inmenging. Dit is een modern security-beeld. Maar vanuit safety is de kernvraag: wat gebeurt er wanneer digitalisering zelf een single point of failure wordt? In complexe systemen convergeren safety en security; een cyberincident kan de randvoorwaarden onder veiligheid aantasten (verlies van zicht, verlies van besturing, verlies van coördinatie, verlies van energie-balancering). De visie benoemt de dreigingen en de samenwerking, maar verwoordt nog niet het veiligheidsprincipe dat cruciaal is in systeemveiligheid: **graceful degradation** (het systeem moet gecontroleerd terug kunnen vallen), inclusief handmatige fallback-capaciteit, redundante besluitlijnen en getest herstelvermogen onder stress.

Een vijfde spanningsveld ligt in de **strategische autonomie en leveringszekerheid als afwegingscriterium**. De visie pleit voor diversificatie van importstromen, Europese samenwerking en het meenemen van strategische autonomie in ruimtelijke keuzes. Dit is bestuurlijk begrijpelijk, maar safety-matig betekent het ook: risico's verschuiven van "klassieke fossiele afhankelijkheid" naar "nieuwe afhankelijkheden" (import van waterstofdragers, nieuwe ketens, nieuwe infrastructuur, nieuwe geopolitieke kwetsbaarheid). Juist daarom is een expliciete veiligheidsarchitectuur nodig die niet alleen de fysieke veiligheid (ongevallen) adresseert, maar ook de systeem brede weerbaarheid (verstoring, cascade, herstel) en de maatschappelijke effecten van grootschalige incidenten. De visie spreekt over weerbaarheid, maar de vertaling naar normatieve veiligheidskeuzes en expliciete systeemgrenzen blijft impliciet.

Samengevat laat de Havenvisie 2050 een haven zien die groter, complexer en kritieker wordt. Dat maakt veiligheid niet een "randvoorwaarde", maar een ordenend principe. De visie benoemt veiligheid en weerbaarheid, maar specificeert nog niet het benodigde systeemveiligheidsregime dat hoort bij (1) volumegroei van nieuwe energiedragers, (2) verdichting en clustering, (3) integratie van energienetwerken en logistiek, (4) nabijheid van woonkernen en kwetsbare functies, en (5) convergentie van safety en security. De veiligheidsopgave die hieruit volgt is expliciet: een haven breed systeemveiligheidskader met cumulatieve risicoruimte, leading indicatoren, stresstesten op clusterniveau, onafhankelijke validatie van aannames en bestuurlijke uitkomstverantwoordelijkheid. Zó wordt "wereldleider" niet alleen een economische claim, maar ook een veiligheidsclaim.

4 — Bouwsteen 2: veiligheidsanalyse van de brief van het Havenbedrijf

De brief van het Havenbedrijf beschrijft een nautisch veiligheidsmodel dat primair is gebaseerd op registratie, classificatie en periodieke bespreking van incidenten. Scheepsongevallen worden systematisch vastgelegd, ingedeeld volgens internationale IMO-categorieën en gemonitord via de Nautical Safety Index (NSI). Ernstige incidenten worden onderzocht en de cijfers worden gerelateerd aan het totale aantal scheepsbewegingen. Dit stelsel is consistent, internationaal geharmoniseerd en organisatorisch volwassen. Het voldoet aan klassieke eisen van toezicht, verantwoording en compliance.

Tegelijkertijd is het model in essentie reactief. Het richt zich op gerealiseerde schade en op wat zich reeds heeft voorgedaan. Het meet lagging indicators: aantallen, ernstcategorieën en uitkomsten. Modern veiligheidsmanagement vereist echter ook leading indicators, zoals congestiedruk per vaargebied, near-miss-ratio's, capaciteitsgrenzen van verkeersbegeleiding, wachttijden, weersinvloeden en interacties tussen verschillende verkeersstromen. In een haven met circa 120.000 scheepsbewegingen per jaar en een toenemende complexiteit door energietransitie en nieuwe stoffen is inzicht in systeemdruk minstens zo belangrijk als registratie van schade. De brief laat niet zien hoe dicht het nautische systeem tegen zijn operationele grens opereert, noch hoe deze grens wordt bewaakt.

Daarnaast blijft de analyse beperkt tot incidentuitkomsten en niet tot latente systeemcondities. Ernst classificatie zegt iets over de gevolgen van een gebeurtenis, maar weinig over de onderliggende dynamiek: organisatorische druk, economische prikkels, bemanningswissels, capaciteit van verkeersleiding, interactie tussen zeevaart en binnenvaart, of de geleidelijke "drift naar de grens" zoals beschreven in modern systeem veiligheidsdenken. Zonder

expliciete analyse van deze condities blijft veiligheid gekoppeld aan incidenten, terwijl juist structurele drukfactoren bepalend zijn voor toekomstige risico's.

Ook ontbreekt een expliciete benadering vanuit barrièremanagement. Classificatie naar "zeer ernstig" of "minder ernstig" zegt niets over welke veiligheidsbarrières faalden, welke barrières effectief functioneerden en hoe robuust het herstelvermogen was. In complexe havensystemen is het essentieel om te weten hoe dicht men bij een kritische drempel opereert en of de verdedigingslagen structureel gezond zijn. De brief biedt geen zicht op barrièrekwaliteit, redundantie of herstelcapaciteit bij gelijktijdige verstoringen.

De benadering past daarmee binnen wat vaak Safety-I wordt genoemd: het analyseren van wat misging en hoe vaak dat gebeurde. Wat ontbreekt is de Safety-II-reflectie: waarom gaat het vrijwel altijd goed, welke adaptieve capaciteit maakt dat mogelijk, en waar liggen de grenzen van die capaciteit? In een omgeving die onderhevig is aan volumegroei, digitalisering en nieuwe energiestromen is juist deze reflectie noodzakelijk om veerkracht onder verandering te kunnen beoordelen.

Een cruciaal punt in deze analyse is de positie van het Havenbedrijf zelf. Het Havenbedrijf is niet slechts registrerende of faciliterende partij; het is de inrichter van de haven. Het bepaalt in hoge mate de ruimtelijke ordening binnen het havengebied, de toewijzing van kavels, de clustering van activiteiten, de nautische infrastructuur en de logistieke inrichting. Daarmee is het Havenbedrijf structureel medebepalend voor de systeemveiligheid als geheel. De keuze waar gevaarlijke stoffen worden geconcentreerd, hoe verkeersstromen worden geleid, hoe dicht functies bij elkaar liggen en welke uitbreidingen worden toegestaan, beïnvloedt rechtstreeks de risicodichtheid en de complexiteit van het systeem. Veiligheid is daarmee niet alleen een kwestie van toezicht achteraf, maar ook van ontwerpkeuzes vooraf.

In de brief wordt veiligheid primair beschreven als monitoring en bespreking van incidenten binnen het nautische domein. Wat niet expliciet wordt gemaakt, is hoe het Havenbedrijf als systeemontwerper de totale risicoruimte bewaakt bij groei, verdichting en energietransitie. Er wordt geen integraal beeld geschetst van cumulatieve risico's, geen expliciete grens benoemd aan aanvaardbare risicodichtheid, en geen analyse gegeven van de interactie tussen nautische veiligheid en chemische, energetische of digitale afhankelijkheden. Daarmee blijft de systeemverantwoordelijkheid impliciet, terwijl de inrichtingsrol juist vraagt om expliciete systeemregie.

Samengevat toont de brief een degelijk en professioneel registratiestelsel voor nautische incidenten. Het laat zien dat het Havenbedrijf zorgvuldig monitort, internationaal classificeert en periodiek evalueert. Wat niet zichtbaar wordt, is een integraal systeemveiligheidskader dat past bij een haven die zich ontwikkelt tot energie- en waterstof hub, die nieuwe energiedragers concentreert, die ruimtelijk verdicht en die strategisch van nationaal en Europees belang is. In een dergelijke context kan veiligheid niet uitsluitend worden begrepen als incidentmonitoring, maar moet zij worden vormgegeven als ontwerpprincipe, capaciteitsbewaking en expliciete normatieve keuze over risicoruimte.

Deze bouwsteen laat daarmee zien dat er een spanning bestaat tussen de groeiende strategische en fysieke complexiteit van de haven en het huidige, primair incident-gebaseerde veiligheidsmodel. Voor een toekomstbestendige haven is een expliciet systeemveiligheidsregime noodzakelijk waarin de inrichtingsverantwoordelijkheid van het

Havenbedrijf centraal staat en waarin risicogrenzen, cumulatie en veerkracht transparant en bestuurlijk toetsbaar worden gemaakt.

5 — Bouwsteen 3: analyse van de brief van DCMR

Van stelselmatige registratie naar systeemveiligheid

De reactie van DCMR beschrijft een zorgvuldig georganiseerd toezichtstelsel waarin verschillende instanties – DCMR, VRR, ILT, Arbeidsinspectie en Havenbedrijf – ieder vanuit hun eigen wettelijke taak incidenten registreren en opvolgen. Het Centraal Incidenten Nummer (CIN) fungeert als meldstructuur, waardoor betrokken partijen gelijktijdig worden geïnformeerd en waar nodig kan worden opgeschaald. Incidenten worden vastgelegd in afzonderlijke registratiesystemen, onderzocht en – indien nodig – vertaald naar toezichtmaatregelen, inspecties of oefeningen.

Dit is bestuurlijk herkenbaar en juridisch consistent. Het systeem is gebaseerd op taakverdeling, bevoegdheden en rolvastheid. Het sluit aan bij de klassieke toezichtlogica van het Nederlandse omgevingsrecht: vergunningverlening, naleving, registratie en handhaving. Daarmee is het stelsel institutioneel volwassen.

Wat echter opvalt, is wat niet wordt beschreven.

DCMR geeft expliciet aan dat een integraal haven breed veiligheidsrapport niet beschikbaar is. Daarmee wordt impliciet bevestigd dat er geen overkoepelend systeemveiligheidsbeeld bestaat waarin alle domeinen – industrie, nautisch, spoor, energietransitie, clustering en cumulatie – in samenhang worden geanalyseerd. Er bestaan meerdere registraties, maar geen geïntegreerde systeemanalyse.

Dat onderscheid is cruciaal.

Registratie is niet hetzelfde als systeemveiligheidsmanagement. Registratie beschrijft wat zich heeft voorgedaan. Systeemveiligheid vraagt inzicht in hoe verschillende risico's zich onderling beïnvloeden, hoe druk zich opbouwt, waar grenzen liggen en wanneer cumulatie tot nieuwe kwetsbaarheden leidt.

In de reactie van DCMR ontbreekt een beschrijving van:

- een integraal risicobeeld op havenniveau,
- analyse van cumulatieve blootstelling,
- interactierisico's tussen bedrijven en clusters,
- leading indicators of Systeem druk,
- expliciete begrenzing van aanvaardbare risicoruimte.

Het beschreven model is primair reactief. Het richt zich op melding, opschaling en opvolging nadat een voorval heeft plaatsgevonden. Modern veiligheidsdenken benadrukt juist het belang van vroege signalering van grensverschuivingen, latente condities en structurele drukfactoren. In complexe systemen ontstaan ernstige ongevallen zelden door één geïsoleerde fout, maar door een combinatie van organisatorische, technische en ruimtelijke factoren die zich geleidelijk opstapelen.

De fragmentatie van verantwoordelijkheden vormt daarbij zelf een latent risico. DCMR ziet toe op milieu, VRR op incidentrespons, ILT op spoor, Arbeidsinspectie op arbeidsveiligheid en het Havenbedrijf op nautische veiligheid. Deze rolverdeling is juridisch logisch. Maar systeemveiligheid vraagt om een partij die het geheel overziet en bewaakt. In de brief wordt geen instantie genoemd die integraal de systeemgrens bewaakt of cumulatie over domeinen heen monitort.

De nadruk op de “primaire verantwoordelijkheid van bedrijven” past binnen het Seveso-denken en het beginsel van eigen verantwoordelijkheid. Toch verschuift bij clustering en volumevergroting een deel van het risico van het individuele bedrijf naar het systeem als geheel. Wanneer meerdere bedrijven gevaarlijke stoffen opslaan, gedeelde infrastructuur gebruiken en afhankelijk zijn van dezelfde elektriciteitsvoorziening, ontstaat een clusterkwetsbaarheid die niet langer volledig binnen één inrichting kan worden beheerst. Dat vraagt om systeemregie boven het niveau van individuele vergunningen.

Ook ontbreekt een expliciete leerarchitectuur. Hoewel wordt aangegeven dat incidenten worden geëvalueerd en dat leerpunten worden verwerkt in toezicht en oefeningen, wordt niet zichtbaar gemaakt hoe structurele patronen over jaren worden geanalyseerd, hoe near misses systematisch worden geaggregeerd, of hoe leerpunten domein overstijgend worden vertaald naar ruimtelijke en strategische keuzes. Het systeem biedt de mogelijkheid om te leren, maar maakt niet zichtbaar dat er integraal wordt geleerd.

Transparantie over registraties is positief. Openbaarheid van CIN-meldingen draagt bij aan controleerbaarheid. Maar moderne veiligheid vraagt meer dan open data. Zij vraagt interpretatie, duiding, trendanalyse en bestuurlijke reflectie op de vraag: is het huidige veiligheidsniveau voldoende in het licht van volumegroei, energietransitie en woningdruk?

De brief van DCMR toont daarmee een degelijk toezichtstelsel, maar geen expliciet systeemveiligheidsregime. Het model is consistent met een calculatieve of reactieve veiligheidsfase: regels worden nageleefd, incidenten worden geregistreerd, bevoegdheden zijn helder verdeeld. Wat ontbreekt is de stap naar generatief veiligheidsdenken, waarin veiligheid wordt gezien als een integraal ontwerpprincipe, waarbij cumulatie, interactie en systeemdruk centraal staan.

In de context van de Rotterdamse haven – energietransitie, ammoniakopslag, waterstofontwikkeling, verdichting, woningbouwdruk en netwerkafhankelijkheid – wordt juist die systeemdimensie bepalend. Wanneer volumes groeien en functies zich concentreren, verschuift het risicoprofiel van individuele naleving naar systeemweerbaarheid.

Samengevat bevestigt de reactie van DCMR dat het toezichtstelsel institutioneel degelijk is, maar laat zij niet zien dat er een integraal haven breed systeemveiligheidskader bestaat waarin cumulatie, interacties, volumebegrenzing en normatieve risicokeuze expliciet worden gemaakt. Het stelsel beschrijft wie wat doet. Het beschrijft niet wie het geheel bewaakt.

Daarmee ontstaat precies de spanning die in deze totale veiligheidsanalyse centraal staat: een volwassen toezichtstructuur zonder expliciete systeemarchitect voor de veiligheid van het geheel.

6 — Bouwsteen 4: analyse van het veiligheidsbeleid van de Provincie Zuid-Holland

Het veiligheidsbeleid van de Provincie Zuid-Holland, zoals vastgelegd in beleidskeuze 7.1.3 Externe veiligheid, vertrekt vanuit een helder en legitiem uitgangspunt: het beperken van de risico's van activiteiten met gevaarlijke stoffen in een dichtbevolkte provincie. De provincie erkent expliciet dat Zuid-Holland zich onderscheidt door de combinatie van hoge bevolkingsdichtheid en hoge industrialisatiegraad. Externe veiligheid wordt daarom aangemerkt als provinciaal belang. De provincie stuurt op locatiekeuze van risicovolle activiteiten, op clustering in aangewezen risicogebieden, op verantwoord combineren van functies en op risicoreductie aan de bron via vergunningverlening, toezicht en handhaving. Daarmee sluit het beleid logisch aan bij het nationale externe veiligheidskader en bij de instrumenten van de Omgevingswet.

Het beleid is juridisch consistent en bestuurlijk zorgvuldig opgebouwd. Clustering van risicovolle activiteiten wordt gepresenteerd als middel om enerzijds ruimte te bieden aan economische ontwikkeling en anderzijds de blootstelling van grote groepen mensen te beperken. Door risicovolle activiteiten te concentreren in aangewezen gebieden zouden (zeer) kwetsbare functies buiten deze zones kunnen blijven. Daarnaast wordt gesteld dat clustering voordelen biedt voor rampenbestrijding, ruimtelijke duidelijkheid en concurrentiekracht.

Vanuit klassiek extern-veiligheidsdenken is dit begrijpelijk. Vanuit systeemveiligheidsoptiek ontstaat echter een fundamentele spanning. Clustering vermindert ruimtelijke spreiding van risico's, maar vergroot tegelijkertijd de risicodichtheid per gebied. Wanneer meerdere risicovolle bedrijven dicht bij elkaar opereren, nemen cumulatieve volumes toe en groeit het potentieel voor domino-effecten, interacties tussen installaties en gelijktijdige belasting van hulpdiensten. Bovendien ontstaan afhankelijkheden van gedeelde infrastructuur zoals elektriciteit, koelwater en logistieke corridors. Hoe dichter risicobronnen bij elkaar liggen, hoe groter de kans dat een verstoring zich systeemmatig kan uitbreiden. In het provinciale beleid wordt clustering als ordeningsprincipe onderbouwd, maar niet expliciet begrensd vanuit maximale cumulatieve risicodichtheid of volumebeperking. Het beleid beschrijft waar risico's mogen worden geconcentreerd, maar niet hoe groot die concentratie mag worden voordat de systeemveiligheid onder druk komt te staan.

Een tweede belangrijk element in het provinciale beleid is het groepsrisico als maatlat voor besluitvorming. De provincie maakt gebruik van berekende groepsrisico's en hanteert de oriëntatiewaarde als referentiepunt bij ruimtelijke afwegingen. Het minimaliseren van de kans dat grote groepen mensen slachtoffer worden van een ongeval staat centraal. Het groepsrisico is echter een modelmatig instrument dat afhankelijk is van aannames over scenario's, effectafstanden, beheersbaarheid van incidenten en zelfredzaamheid van personen. Wanneer volumes groeien, wanneer clustering toeneemt en wanneer woningbouwdruk stijgt, worden deze aannames kritischer. Het beleid erkent dat de ruimtelijke omgeving snel verandert, maar maakt niet expliciet hoe modelaannames periodiek worden gevalideerd bij veranderende systeemdruk. Evenmin wordt zichtbaar hoe onzekerheden in berekeningen bestuurlijk worden gewogen. Daarmee blijft de normatieve keuze over de totale aanvaardbare risicoruimte impliciet.

De provincie zet daarnaast sterk in op reductie van risico's aan de bron. Dit is een klassieke en noodzakelijke pijler van externe veiligheid. Technische verbeteringen bij bedrijven,

strenge vergunningvoorschriften en gerichte handhaving zijn essentieel om incidentkansen te verkleinen. In een context van volumegroei en concentratie is bronreductie echter niet voldoende om systeemrisico te beheersen. Veiligheid kent ook een ordeningsvraagstuk van schaal en dichtheid. Wanneer het totaal aan gevaarlijke stoffen binnen een gebied toeneemt, kan zelfs bij hoge technische standaarden het systeemrisico groeien. Het provinciale beleid adresseert bronmaatregelen en afstand tot kwetsbare functies, maar maakt minder expliciet hoe volumegroei als zodanig wordt begrensd.

Het beleid erkent terecht dat in een dichtbevolkte provincie het volledig scheiden van risicobronnen en kwetsbare functies niet altijd mogelijk is. Daarom wordt ingezet op “verantwoord combineren” en op vroegtijdige inpassing van externe veiligheid in ruimtelijke besluitvorming. Dit is bestuurlijk realistisch. Tegelijkertijd betekent dit dat men accepteert dat risicobronnen en bevolkingsdichtheid elkaar in zekere mate overlappen. Dan wordt de vraag naar expliciete grenzen des te belangrijker. Het beleid beschrijft dat risico reducerende maatregelen moeten worden overwogen, maar formuleert geen concrete stopcriteria bij overschrijding van systeemdruk, geen expliciete bovengrens aan risicodichtheid en geen adaptieve volumesturing wanneer cumulatie toeneemt.

In het bijzonder vraagt het Havenindustrieel Complex om aandacht. De provincie benoemt het HIC terecht als gebied met economische betekenis van nationaal en internationaal belang, met een hoge concentratie industriële activiteiten en een centrale rol in de energietransitie. De provincie is bevoegd gezag voor Seveso-bedrijven en beschikt over kennis van deze risicogebieden. Tegelijkertijd is het Havenbedrijf de inrichter van het gebied en DCMR de uitvoerende toezichthouder. Het provinciale beleid beschrijft de eigen rol helder, maar benoemt niet expliciet wie het integrale systeemrisico bewaakt wanneer clustering, volumegroei en energietransitie samenkomen. De provincie regisseert via normen en instructieregels, maar ontwerpt niet het systeem als geheel.

Het beleid bevindt zich daarmee duidelijk binnen de klassieke generatie van extern veiligheidsdenken: normstelling via groepsrisico, ruimtelijke zonering, bronmaatregelen en VTH-sturing. Het is degelijk, gestructureerd en consistent. Wat echter ontbreekt, is een expliciete systeemveiligheidsbenadering waarin cumulatieve risicodichtheid, interactie tussen clusters, common-cause scenario’s zoals grootschalige stroomuitval en adaptieve begrenzing van risicoruimte centraal staan.

Samenvattend kan worden gesteld dat het veiligheidsbeleid van de Provincie Zuid-Holland juridisch en bestuurlijk solide is, maar primair calculatief en bron-georiënteerd blijft. Clustering wordt gepresenteerd als veiligheidsinstrument, terwijl zonder expliciete begrenzing van cumulatie clustering juist systeemrisico kan vergroten. Het beleid regelt waar risico mag plaatsvinden en onder welke voorwaarden, maar het maakt niet expliciet hoeveel totaal systeemrisico aanvaardbaar wordt geacht in een provincie die tegelijkertijd inzet op energietransitie, economische groei en grootschalige woningbouw. Daarmee blijft de fundamentele normatieve vraag open: wie bepaalt de totale risicoruimte van Zuid-Holland en wie bewaakt de systeemgrens wanneer economische en ruimtelijke druk toeneemt?

7 — Bouwsteen 5: de positie van burgers, omgeving en voorzorg

In de voorgaande bouwstenen is het institutionele kader van de havenveiligheid geanalyseerd: de strategische ambitie van de haven, de rol van het Havenbedrijf als inrichter, het

toezichtstelsel van DCMR en het provinciale beleid inzake externe veiligheid. Wat daarin nog ontbrak, is het perspectief van degene voor wie het systeem uiteindelijk bestaat: de burger en de fysieke leefomgeving. Veiligheid is geen louter technisch of bestuurlijk vraagstuk; zij is in essentie een rechtstatelijke beschermingsopgave. Burgers hebben op grond van de Grondwet, de Omgevingswet en Europese regelgeving aanspraak op bescherming van hun gezondheid en leefomgeving. Artikel 21 van de Grondwet verplicht de overheid tot zorg voor de bewoonbaarheid van het land en de bescherming en verbetering van het leefmilieu. De Omgevingswet stelt het waarborgen van een veilige en gezonde fysieke leefomgeving centraal. Europese beginselen, waaronder het voorzorgsbeginsel en de Seveso-richtlijn, verplichten overheden risico's van gevaarlijke stoffen actief te beheersen en bij onzekerheid beschermend op te treden. Deze normatieve laag betekent dat veiligheid geen beleidsmatige gunst is, maar een publieke zorgplicht.

Voor burgers is veiligheid geen abstract groepsrisico of statistische kans, maar een concrete ervaring van gezondheid, luchtkwaliteit, rust, zelfredzaamheid en vertrouwen. Gezondheid omvat meer dan het overleven van een incident; zij omvat ook de afwezigheid van acute toxicologische effecten, de beperking van langdurige psychologische belasting, de zekerheid over blootstelling en de continuïteit van het dagelijks leven. Bij grootschalige opslag en transport van toxische stoffen kunnen de effecten verder reiken dan het moment van een incident. Ontwrichting, evacuatie, langdurige sluiting van bedrijven, onzekerheid over luchtkwaliteit of depositie op gewassen kunnen maatschappelijke schade veroorzaken die niet volledig in klassieke risicomodellen wordt weerspiegeld. Een veiligheidsbenadering die primair rekent met statistische kansberekeningen, maar minder aandacht heeft voor maatschappelijke ontwrichting en gezondheidsbeleving, mist een wezenlijke dimensie van bescherming.

Daarnaast is er de wederzijdse kwetsbaarheid binnen geconcentreerde industriële gebieden. Juridisch wordt risico vaak per inrichting beoordeeld, maar feitelijk opereren bedrijven in een cluster in een netwerk van afhankelijkheden. Een incident bij één bedrijf kan de toegang tot naburige bedrijven blokkeren, gedeelde infrastructuur verstoren, logistieke ketens onderbreken en reputatieschade veroorzaken voor een gehele regio. Clustering creëert daarmee niet alleen economische synergie, maar ook onderlinge kwetsbaarheid. Wanneer risicovolle activiteiten zich concentreren, verschuift een deel van het risico van individuele naleving naar systeeminteractie. Een vergunningenstelsel dat primair per inrichting toetst, kan daardoor tekortschieten in het zichtbaar maken van collectieve kwetsbaarheid.

In Zuid-Holland komt daar de kwetsbaarheid van het buitengebied bij. De provincie herbergt niet alleen industrie en stedelijke dichtheid, maar ook intensieve glastuinbouw en open teelten die gevoelig zijn voor luchtverontreiniging en toxische depositie. Een grootschalige emissie van gevaarlijke stoffen kan leiden tot schade aan gewassen, verstoring van exportstromen en aantasting van vertrouwen in voedselveiligheid. Veiligheidsafwegingen die zich beperken tot personendichtheid en slachtofferkansen doen daarmee geen recht aan de bredere economische en ecologische impact van incidenten. Bescherming van gezondheid betekent ook bescherming van voedselproductie, ecosystemen en economische continuïteit.

Het voorzorgsbeginsel vormt in dit geheel het normatieve kompas. Wanneer redelijke wetenschappelijke onzekerheid bestaat over ernstige of onomkeerbare schade, mogen beschermende maatregelen niet worden uitgesteld. In een haven die nieuwe energiedragers introduceert, volumegroei kent, ruimtelijk verdicht en afhankelijker wordt van complexe infrastructuur, is systeemcomplexiteit zelf een bron van onzekerheid. Voorzorg betekent dan

dat volumebegrenzing wordt overwogen voordat grenswaarden worden bereikt, dat clustering wordt getoetst op cumulatieve systeemdruk, dat modelaannames kritisch worden gevalideerd en dat normatieve keuzes over risicoruimte expliciet en transparant worden gemaakt. Voorzorg is geen afwijzing van ontwikkeling, maar een voorwaarde voor maatschappelijk legitieme ontwikkeling.

In deze context krijgt ook het idee van een Onafhankelijke Autoriteit Gezondheid en Leefomgeving betekenis. In een stelsel waarin meerdere instanties elk hun eigen wettelijke taak uitvoeren, kan de systeemgrens uit beeld raken. Een onafhankelijke autoriteit zou de integrale gezondheids- en veiligheidsimpact van cumulatieve ontwikkelingen kunnen bewaken, modelaannames kunnen toetsen, onzekerheden expliciteren en jaarlijks rapporteren over de totale systeemdruk in relatie tot gezondheid en leefomgeving. Daarmee ontstaat een tegenwicht tegen fragmentatie en wordt het perspectief van burgers institutioneel verankerd.

De kern van deze bouwsteen is dat veiligheid uiteindelijk moet worden beoordeeld vanuit de beschermingsplicht tegenover burgers en omgeving. Economische ontwikkeling, energietransitie en ruimtelijke verdichting zijn legitieme doelen, maar zij mogen de normatieve ondergrens van gezondheid en veiligheid niet impliciet verschuiven. Burgers mogen verwachten dat hun gezondheid leidend is bij ruimtelijke keuzes, dat onzekerheden niet worden geminimaliseerd, dat cumulatieve risico’s zichtbaar worden begrensd en dat systeemcomplexiteit niet wordt onderschat. Veiligheid is daarmee niet uitsluitend een technische optimalisatievraag, maar een expliciete bestuurlijke keuze over hoeveel systeemrisico maatschappelijk aanvaardbaar is in een dichtbevolkte en economisch vitale regio.

8 — Bouwsteen 6: gemeenten, regionale besturen en de druk van het collectief

Gemeenten bevinden zich in een complexe bestuurlijke positie wanneer het gaat om veiligheid in de havenregio. Formeel hebben zij een duidelijke verantwoordelijkheid voor hun inwoners: zij stellen omgevingsplannen vast, beslissen over woningbouwlocaties en dragen politieke verantwoordelijkheid voor leefbaarheid en gezondheid. Tegelijkertijd maken wethouders en burgemeesters deel uit van regionale bestuursorganen waarin ook andere belangen zwaar wegen. Wethouders nemen zitting in het bestuur van DCMR, burgemeesters in het bestuur van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR). Daarmee participeren zij in collectieve besluitvorming over toezicht en crisisbeheersing.

In theorie versterkt dit de regionale samenhang. In de praktijk kan het ook leiden tot verdunning van specifieke gemeentelijke belangen. In een bestuurlijk collectief waarin meerdere gemeenten vertegenwoordigd zijn en waarin Rotterdam als dominante economische speler een zwaar gewicht heeft, verschuift de focus gemakkelijk naar regionale werkgelegenheid, economische continuïteit en concurrentiepositie. De belangen van een kleinere gemeente – bijvoorbeeld Voorne aan Zee – kunnen in zo’n constellatie onder druk komen te staan.

Dit spanningsveld wordt zichtbaar bij woningbouw in Brielle Noord in relatie tot grootschalige ammoniakopslag in Europoort. Voorne aan Zee moet bouwen, mede omdat Rotterdam geen ruimte meer heeft. Tegelijkertijd bepaalt de havenontwikkeling – die regionaal en nationaal economisch wordt gemotiveerd – de veiligheidscontouren waarbinnen

gebouwd mag worden. In de regionale besturen wordt dan het economische belang van de haven vaak gepresenteerd als collectief belang. Veiligheid wordt gezien als geborgd zolang aan wettelijke normen wordt voldaan. De redenering “het gaat waarschijnlijk wel goed” fungeert impliciet als stabiliserend argument.

Hier ontstaat een asymmetrie. De baten van economische groei en werkgelegenheid worden regionaal gedeeld en zichtbaar gemaakt. De potentiële lasten van een incident concentreren zich ruimtelijk bij specifieke woonkernen en specifieke bevolkingsgroepen. De bestuurlijke weging vindt plaats in een collectief orgaan waarin economische continuïteit een vanzelfsprekend zwaar gewicht heeft. De directe veiligheidsbelangen van een relatief beperkte groep omwonenden krijgen daardoor minder urgentie, juist omdat ernstige incidenten zeldzaam zijn.

Daarnaast speelt een tweede factor: veiligheid mag geen disproportionele kosten veroorzaken. In een omgeving waar investeringen in energietransitie en economische ontwikkeling prioriteit hebben, ontstaat druk om veiligheidsdiscussies binnen bestaande budgetten en aannames te houden. Kritische vragen over crisisbeheersingscapaciteit raken dan snel aan financiële consequenties. Is de VRR daadwerkelijk in staat om een grootschalige toxische emissie binnen dertig minuten effectief te beheersen? Zijn er voldoende ambulances en medische capaciteit voor een scenario met honderden blootgestelden? Kan de politie veilig opereren in een giftige wolk? Wat gebeurt er bij gelijktijdige incidenten of bij uitval van energievoorziening?

Deze vragen zijn legitiem vanuit systeemveiligheidsperspectief, maar worden zelden expliciet gesteld in regionale besturen. De dominante aanname is dat bestaande structuren adequaat zijn, mede omdat modellen daarop zijn gebaseerd. Wanneer modellen uitgaan van snelle beheersbaarheid en hoge zelfredzaamheid van burgers, ontstaat een gesloten redenering: de aannames rechtvaardigen de capaciteit, en de capaciteit bevestigt de aannames. Een onafhankelijke toets van die aannames vindt nauwelijks plaats.

Voor kleinere gemeenten ontstaat daarmee een bestuurlijke spanning. Hun bestuurders nemen deel aan regionale gremia waar consensus en regionale solidariteit belangrijk zijn. Tegelijkertijd moeten zij verantwoording afleggen aan hun eigen gemeenteraad en inwoners. Het expliciet ter discussie stellen van modelaannames of crisisbeheersingscapaciteit kan in zo’n context worden ervaren als het ondergraven van regionale samenwerking of economische ambities.

Het gevolg is dat de veiligheidsdiscussie vaak blijft binnen de grenzen van bestaande normen en procedures. Zolang vergunningen juridisch kloppen en modellen geen overschrijding tonen, wordt aangenomen dat veiligheid geborgd is. De vraag of het systeem als geheel robuust genoeg is bij volumegroei, clustering en woningverdichting, blijft onderbelicht. De bestuurlijke focus verschuift dan naar economische haalbaarheid en regionale positie, terwijl de veiligheidsvraag wordt gereduceerd tot naleving van bestaande kaders.

De kern van deze bouwsteen is dat gemeenten zich in een dubbele rol bevinden: zij zijn zowel medebestuurder in regionale veiligheidsstructuren als directe vertegenwoordiger van lokale gezondheidsbelangen. In een collectief waarin Rotterdam economisch dominant is, kan de stem van kleinere gemeenten verzwakken. Wanneer veiligheid bovendien wordt beschouwd als kostenpost of als reeds voldoende geborgd via modellen, ontstaat weinig ruimte voor fundamentele herijking van aannames.

In het geval van Voorne aan Zee en Brielle Noord betekent dit dat de gemeentelijke ontwikkelruimte mede wordt bepaald door havenontwikkeling, terwijl de gemeentelijke invloed op die ontwikkeling indirect en collectief is. De vraag wie uiteindelijk de regionale risicoruimte afweegt tegen de regionale bouwopgave, blijft daarmee diffuus. Zolang kritische vragen over crisisbeheersing, zelfredzaamheid en capaciteit niet expliciet en onafhankelijk worden getoetst, blijft veiligheid kwetsbaar voor bestuurlijke vanzelfsprekendheid.

9 — Bouwsteen 7: de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond

Kleine kans, grote impact en bestuurlijke terughoudendheid

De Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond vervult een cruciale rol in het veiligheidsstelsel van de havenregio. Waar het Havenbedrijf ontwerpt, DCMR toeziet en de provincie normeert, is de VRR de partij die moet handelen wanneer het daadwerkelijk misgaat. Brandweer, geneeskundige hulpverlening, crisiscoördinatie en opschaling bij GRIP-incidenten vallen onder haar verantwoordelijkheid. Daarmee vormt de VRR de laatste verdedigingslinie tussen een incident en maatschappelijke ontwrichting.

In risicomodellen en vergunning beoordelingen wordt impliciet uitgegaan van de capaciteit van de VRR. Aannames over beheersbaarheid binnen dertig minuten, effectieve opschaling, zelfredzaamheid van burgers en medische opvang zijn verankerd in scenario's en groepsrisicoberekeningen. Deze aannames reduceren modelmatige risico's. Zij veronderstellen dat de interventiecapaciteit robuust en tijdig beschikbaar is.

Maar hier ontstaat een structurele spanning.

De VRR opereert binnen een politiek-bestuurlijk kader waarin middelen worden toegekend door dezelfde gemeenten die tevens economisch belang hebben bij industriële ontwikkeling. De bestuurders van de VRR – burgemeesters uit de regio – moeten balanceren tussen realistische risico-inschatting en budgettaire haalbaarheid. Investeren in extra capaciteit voor een zeer zeldzaam maar potentieel catastrofaal scenario vraagt aanzienlijke middelen. Tegelijkertijd is de politieke realiteit dat een ramp "waarschijnlijk niet binnen de komende bestuursperiode plaatsvindt". De prikkel om te investeren in extreme scenario's is daardoor beperkt.

Dit leidt tot een klassiek probleem van lage kans, hoge impact. In termen van probabilistische risicobenadering zijn zulke scenario's statistisch zeldzaam. In termen van maatschappelijke gevolgen zijn zij existentieel. De vraag hoeveel capaciteit nodig is om een grootschalige toxische emissie, een clusterbrand of een domino-incident effectief te beheersen, raakt direct aan budgettaire keuzes. Extra gespecialiseerde eenheden, beschermingsmiddelen, redundante communicatie, grootschalige oefenprogramma's en medische opvangcapaciteit vergen structurele financiering.

Wanneer middelen beperkt zijn, ontstaat onvermijdelijk prioritering. De VRR moet schipperen tussen dagelijkse inzet – branden, ongevallen, waterincidenten – en voorbereiding op zeer grote industriële calamiteiten. De dagelijkse incidenten zijn zichtbaar en politiek tastbaar. De catastrofale scenario's zijn hypothetisch. Daardoor verschuift de nadruk gemakkelijk naar het beheersen van de dagelijkse werkelijkheid.

Een tweede spanning betreft de aannames over zelfredzaamheid van burgers. In risicomodellen wordt vaak aangenomen dat omwonenden binnen een beperkte tijd in staat zijn zichzelf in veiligheid te brengen. Deze aanname is van invloed op de berekening van slachtofferaantallen en groepsrisico. Maar zelfredzaamheid is geen constante factor. Zij is afhankelijk van bevolkingssamenstelling, mobiliteit, kennis van procedures, taalvaardigheid en fysieke mogelijkheden. In nieuw te ontwikkelen woonwijken met uiteenlopende bevolkingsgroepen is die aanname niet vanzelfsprekend valide.

Daarnaast is er de vraag naar operationele inzet in toxische omstandigheden. Kan politie veilig werken in een gifwolk? Is er voldoende beschermingsuitrusting voor grootschalige inzet? Hoe wordt medische triage georganiseerd bij honderden blootgestelden? Wat gebeurt er bij gelijktijdige incidenten of wanneer stroomuitval communicatie- en pompsystemen verstoort? Deze vragen zijn technisch, maar ook budgettair. Elke bevestigende garantie vereist investering.

De VRR bevindt zich dus in een spanningsveld tussen modelmatige verwachtingen en bestuurlijke financiering. Vergunningen en risicoberekeningen gaan uit van een bepaalde interventiecapaciteit. Die capaciteit wordt echter niet automatisch vergroot wanneer volumes van gevaarlijke stoffen toenemen of wanneer clustering intensiever wordt. De interventiecapaciteit groeit zelden evenredig mee met de systeemcomplexiteit.

Hier ontstaat een impliciete kwetsbaarheid: het risiconiveau van het systeem kan stijgen zonder dat de crisisbeheersingscapaciteit proportioneel wordt versterkt. Zolang incidenten uitblijven, blijft deze discrepantie onzichtbaar. Maar bij een grootschalige calamiteit wordt zij abrupt zichtbaar.

De bestuurlijke structuur versterkt deze spanning. Burgemeesters zijn enerzijds voorzitter van de veiligheidsregio en verantwoordelijk voor crisisbeheersing, anderzijds medebestuurder in regionale overlegorganen waar economische ontwikkeling centraal staat. Het expliciet agenderen van capaciteitsbeperkingen of het bepleiten van aanzienlijke investeringen in zeldzame scenario’s kan politiek gevoelig zijn. Het kan worden geïnterpreteerd als het vergroten van onrust of het belemmeren van economische ambities.

De kern van deze bouwsteen is daarom niet dat de VRR tekortschiet, maar dat zij opereert binnen een structureel spanningsveld. Zij moet garant staan voor beheersbaarheid van scenario’s waarvan de waarschijnlijkheid laag is, maar waarvan de gevolgen enorm kunnen zijn. Tegelijkertijd zijn de middelen die nodig zijn om maximale robuustheid te garanderen politiek moeilijk te rechtvaardigen zolang incidenten uitblijven.

In een havenregio waar volumes toenemen, clustering intensiever wordt en woningbouw dichter bij risicogebieden plaatsvindt, wordt deze spanning groter. Als risicomodellen blijven uitgaan van snelle beheersbaarheid en hoge zelfredzaamheid, zonder periodieke onafhankelijke toets van de feitelijke capaciteit, ontstaat een zelfversterkende geruststelling. Het systeem veronderstelt robuustheid op basis van aannames die niet voortdurend worden gevalideerd.

Daarmee wordt de VRR onbedoeld een kritische schakel in de keten van systeemveiligheid. Niet omdat zij haar taak niet serieus neemt, maar omdat haar capaciteit en financiering niet automatisch meebewegen met de groei van systeemcomplexiteit. In een context van energietransitie en volumevergroting vraagt dit om een expliciete koppeling tussen industriële

ontwikkelruimte en crisisbeheersingscapaciteit. Zonder die koppeling dreigt veiligheid afhankelijk te worden van bestuurlijke hoop dat het “waarschijnlijk niet binnen vier jaar gebeurt”.

10 — Bouwsteen 8: het Rijk: nationale ambitie, geopolitiek en systeemdruk

Boven het regionale en provinciale niveau staat het Rijk. Formeel is het Rijk verantwoordelijk voor nationale energiepolitiek, transport van gevaarlijke stoffen, implementatie van Europese richtlijnen en borging van nationale veiligheid. Ministeries als Economische Zaken en Klimaat (EZK), Infrastructuur en Waterstaat (I enW) en Justitie en Veiligheid (J &V) zetten kaders die direct doorwerken in de havenregio. Daarmee is het Rijk een bepalende actor in de ontwikkeling van systeemcomplexiteit, ook wanneer het niet direct betrokken is bij individuele vergunningen.

Het nationale beleid wordt sterk beïnvloed door ambitie en noodzaak. De energietransitie vraagt om snelle reductie van CO_2-uitstoot, ontwikkeling van waterstofketens, import van alternatieve energiedragers en versterking van de strategische autonomie. In dat kader wordt de Rotterdamse haven gezien als spil in de toekomstige energievoorziening van Noordwest-Europa. Grootschalige import van ammoniak, uitbouw van waterstofinfrastructuur en opslag van CO_2 worden nationaal gepresenteerd als noodzakelijke stappen richting klimaatneutraliteit.

Deze ambitie kent echter ook een emotionele dimensie: zij wordt gevoed door geopolitieke onzekerheid, de sluiting van de gasbel in Groningen, de afhankelijkheid van buitenlandse energiebronnen en de wens om industriële werkgelegenheid te behouden. Nationale politiek opereert daarmee in een spanningsveld van dagdromen en angsten. De dagdroom is die van een groene energie hub, koploper in waterstof en circulaire industrie. De angst is die van verlies aan concurrentiekracht, vertrek van industrie en afhankelijkheid van buitenlandse machten.

Politieke partijen positioneren zich binnen dit spanningsveld. Sommigen benadrukken versnelling van de energietransitie en industriële innovatie. Anderen leggen nadruk op behoud van werkgelegenheid, leveringszekerheid en economische stabiliteit. Weer anderen focussen op klimaat, natuur of publieke gezondheid. Het resultaat is geen eenduidige veiligheidsvisie, maar een politiek compromis waarin economische en geopolitieke overwegingen zwaar wegen.

Daarbij speelt ook de relatie met industriële partijen een rol. Grote energie- en chemiebedrijven zijn strategische partners in de transitie. Zij investeren miljarden in infrastructuur en verwachten voorspelbaarheid in regelgeving. Het Rijk heeft er belang bij deze investeringen in Nederland te houden. Dat creëert een subtiele verschuiving in prioriteit: veiligheid moet gewaarborgd blijven, maar mag transitie en investeringsbereidheid niet blokkeren. Wanneer volumegroei van nieuwe energiedragers zoals ammoniak wordt gepresenteerd als noodzakelijke stap in klimaatbeleid, verschuift de discussie van “of” naar “hoe snel”.

In dit krachtenveld wordt systeemveiligheid zelden als primaire nationale ambitie geformuleerd. Zij wordt verondersteld geborgd te zijn via bestaande wetgeving en regionale

uitvoering. De nadruk ligt op infrastructuurontwikkeling, CO_2-reductie, energieveiligheid en economische continuïteit. Veiligheid wordt een randvoorwaarde, geen leidend principe.

Dat heeft directe consequenties voor de havenregio. Wanneer het Rijk inzet op grootschalige import van energiedragers, stijgen volumes en neemt clustering toe. Wanneer nationale doelen versnelling vereisen, ontstaat druk om procedures te stroomlijnen en vergunningverlening te versnellen. Het systeemrisico groeit daarmee mogelijk sneller dan de regionale crisisbeheersingscapaciteit.

Bovendien is er de factor van nationale veiligheid. De haven is kritieke infrastructuur voor Nederland en voor Europa. In een tijd van geopolitieke spanningen, cyberdreiging en hybride dreiging krijgt fysieke en digitale veiligheid een extra dimensie. Grootschalige opslag van toxische stoffen in een dichtbevolkte regio is niet alleen een industriële kwestie, maar ook een strategische kwetsbaarheid. Toch worden externe veiligheid, energietransitie en nationale veiligheidsstrategie zelden integraal besproken.

Het Rijk opereert daarmee op een abstract niveau van ambitie en macrodoelstellingen. De concrete ruimtelijke gevolgen van volumegroei, clustering en woningbouwdruk manifesteren zich regionaal. De risico’s worden lokaal gedragen, terwijl de strategische doelstellingen nationaal worden bepaald. Dat creëert een asymmetrie tussen beleidsniveau en impactniveau.

De kern van deze bouwsteen is dat het Rijk de richting en schaal van ontwikkeling bepaalt, maar niet altijd expliciet de veiligheidsgrenzen mee definieert die bij die schaal horen. Ambitie, geopolitieke noodzaak en industriepolitiek sturen op volumegroei en infrastructuur. Veiligheid wordt verondersteld meebewegend te zijn binnen bestaande kaders. Wanneer echter de systeemcomplexiteit sneller groeit dan de veiligheidsarchitectuur, ontstaat een structurele spanning.

In een haven die nationaal wordt gepositioneerd als energie hub, hoort veiligheid niet slechts een randvoorwaarde te zijn, maar een integraal onderdeel van de nationale strategie. Dat betekent dat bij elke opschalingsambitie ook expliciet moet worden benoemd wat dit betekent voor risicodichtheid, crisisbeheersingscapaciteit en aanvaardbare risicoruimte in een dichtbevolkte regio.

Zolang die koppeling impliciet blijft, wordt de regionale veiligheidsruimte mede bepaald door nationale ambities die primair economisch en geopolitiek zijn gemotiveerd. Daarmee wordt de vraag opnieuw actueel: wie weegt de totale systeemdruk af tegen de beschermingsplicht tegenover burgers?

11 — Bestuurlijke fragmentatie als systeemrisico

Wanneer de voorgaande bouwstenen in samenhang worden bezien, ontstaat geen beeld van nalatigheid of onwil. Integendeel: iedere betrokken partij opereert binnen haar wettelijke taak zorgvuldig en professioneel. Het Havenbedrijf richt het gebied in en monitort de nautische veiligheid. DCMR verleent vergunningen en houdt toezicht op naleving. De Provincie normeert via groepsrisico en ruimtelijke instructieregels. Gemeenten vertegenwoordigen hun inwoners en realiseren woningbouw binnen vastgestelde contouren. De Veiligheidsregio bereidt zich voor op incidentbestrijding en crisisbeheersing. Het Rijk stuurt op energietransitie, leveringszekerheid en strategische autonomie. Individueel bezien

functioneren deze schakels. Het spanningsveld ontstaat niet in afzonderlijke taken, maar in de samenhang ertussen.

De Rotterdamse haven ontwikkelt zich tot een complex energie- en logistiek knooppunt waarin volumestromen van nieuwe energiedragers toenemen, clustering intensiever wordt en ruimtelijke verdichting voortschrijdt. Veiligheid in een dergelijk systeem is geen optelsom van normconforme vergunningen of geslaagde inspecties. Zij is een emergente eigenschap van het geheel, gevormd door de interactie tussen ruimtelijke ordening, volumegroei, infrastructuurafhankelijkheid, woningbouw, crisisbeheersingscapaciteit en nationale ambities. Dat betekent dat veiligheid alleen duurzaam kan worden geborgd wanneer ook de systeemgrens expliciet wordt bewaakt. Precies daar wordt de bestuurlijke kwetsbaarheid zichtbaar.

Er bestaat geen expliciet mandaat waarin de totale cumulatieve risicodichtheid van het haven-industriecomplex bestuurlijk wordt vastgesteld, periodiek wordt herijkt en zo nodig wordt begrensd. Clustering wordt planologisch gerechtvaardigd, maar kent geen publiek vastgestelde bovengrens in termen van totale risicodruk. Bronmaatregelen reduceren kans per inrichting, maar zeggen weinig over de gezamenlijke impact van volumegroei. Woningbouw wordt gerealiseerd binnen contouren die grotendeels supra-lokaal zijn bepaald, terwijl de politieke verantwoordelijkheid voor leefbaarheid lokaal wordt gedragen. Risicoberekeningen veronderstellen beheersbaarheid binnen beperkte tijd en voldoende zelfredzaamheid van burgers, terwijl de crisisbeheersingscapaciteit niet automatisch meegroeit met systeemcomplexiteit. Het Rijk stimuleert volumegroei vanuit energie- en industriebeleid, terwijl de fysieke en maatschappelijke gevolgen van een ernstig incident regionaal geconcentreerd zouden zijn. Economische baten worden collectief gedeeld; potentiële lasten zijn geografisch ongelijk verdeeld.

Zolang ernstige incidenten uitblijven, bevestigt het systeem zijn eigen aannames. Normen worden niet overschreden, modellen tonen beheersbaarheid en incidentstatistieken blijven relatief laag. De afwezigheid van calamiteiten wordt dan geïnterpreteerd als bewijs van robuustheid. Modern veiligheidsdenken leert echter dat stabiliteit in complexe systemen niet noodzakelijkerwijs gelijkstaat aan structurele veerkracht. Latente condities kunnen zich onzichtbaar opstapelen onder invloed van economische druk, ruimtelijke verdichting en organisatorische fragmentatie. Wanneer ieder deelgebied wordt geoptimaliseerd binnen zijn eigen logica, ontstaat het risico dat het geheel onvoldoende expliciet wordt begrensd.

De beschermingsplicht tegenover burgers is ondeelbaar. Burgers ervaren geen gescheiden bevoegdheden; zij ervaren één leefomgeving. Dat roept de principiële vraag op wie uiteindelijk de totale systeemdruk afweegt tegen de totale beschermingsplicht. Niet wie toetst per inrichting, niet wie handhaaft per vergunning, maar wie de grens van het geheel bepaalt en publiek verantwoordt. Zolang die rol niet expliciet is belegd met bevoegdheid, analytische onderbouwing en transparante rapportage, blijft veiligheid afhankelijk van impliciete aannames en bestuurlijke consensus.

In een haven onder transitie groeit de ambitie sneller dan de expliciet geformuleerde veiligheidsarchitectuur. De energiestromen nemen toe, de ruimtelijke druk stijgt en de strategische betekenis van het gebied wordt groter. Wanneer de regie over de totale risicoruimte verdeeld blijft en niet integraal wordt vastgelegd, ontstaat een asymmetrie tussen gecentraliseerde ambitie en gefragmenteerde veiligheidssturing. In dat spanningsveld wordt bestuurlijke fragmentatie zelf een systeemrisico. Niet omdat afzonderlijke actoren

tekortschieten, maar omdat cumulatie, interactie en volumebegrenzing nergens integraal en bestuurlijk ondertekend worden gemaakt. Daarmee wordt veiligheid een gedeelde verantwoordelijkheid zonder eenduidige systeemregisseur — en juist dat vormt in een hoog-complex industrieel gebied de structurele kwetsbaarheid.

12 — Internationale referentiehavens voor integrale veiligheidsregie

Indien wordt vastgesteld dat de Rotterdamse haven geen publiek integraal omgevingsveiligheidskader publiceert, rijst onmiddellijk de vervolgvraag: bestaan er havens die dat wél doen? Niet in termen van incidentcijfers alleen, maar in termen van aantoonbare systeemregie, transparantie en publieke verantwoording.

1. Port of Antwerp-Bruges

Antwerpen-Brugge wordt internationaal gezien als een van de meest geconcentreerde chemische clusters ter wereld. De haven publiceert niet alleen operationele cijfers, maar werkt met geïntegreerde veiligheidsprogramma's waarin industrie, overheid en havenautoriteit gezamenlijk optrekken. Kenmerkend is de nadruk op ketenveiligheid en gezamenlijke risicoanalyse binnen het cluster. De aanpak is sterk gebiedsgericht: veiligheid wordt niet uitsluitend per inrichting beschouwd, maar in samenhang met de omgeving en infrastructuur. Dit maakt Antwerpen relevant als referentie voor gebied brede veiligheidsregie.

2. Port of Singapore Authority

Singapore hanteert een sterk gecentraliseerd veiligheids- en toezichtmodel. Veiligheid wordt daar niet primair als compliance vraagstuk behandeld, maar als systeemvraagstuk waarin overheid, havenautoriteit en industrie onder één strategisch veiligheidskader opereren. Wat deze haven onderscheidt, is de combinatie van transparante risico-communicatie, duidelijke nationale veiligheidsdoelstellingen en actieve regulering van clustering en schaal. Singapore laat zien hoe regie expliciet en hiërarchisch kan worden georganiseerd.

3. Port of Hamburg

Hamburg opereert binnen een federale Duitse veiligheidsstructuur met sterke nadruk op externe veiligheid en ruimtelijke ordening. De haven integreert veiligheidsvraagstukken nadrukkelijk in ruimtelijke planning en milieubeleid. De koppeling tussen industrieontwikkeling en omgevingsbescherming is institutioneel verankerd. Daarmee biedt Hamburg een voorbeeld van hoe ruimtelijke besluitvorming en risicobeleid expliciet met elkaar worden verbonden.

4. Port of Houston Authority

Houston kent een extreem hoge concentratie petrochemie. Juist daar is publieke rapportage over cumulatieve risico's, noodplanning en industriële samenwerking relatief ver ontwikkeld. Door de aanwezigheid van zware incidenthistorie is de noodzaak van gezamenlijke veiligheidsregie sterker zichtbaar gemaakt. Houston toont hoe een groot industrieel complex publiekelijk verantwoording kan afleggen over preparedness en ketenrisico.

Deze voorbeelden zijn niet bedoeld als ideaalbeeld. Geen enkele haven is risicoloos. Wat hen relevant maakt, is dat zij — in verschillende mate — laten zien dat veiligheid kan worden benaderd als:

- gebiedsgericht in plaats van installatiegericht,
- systeem gestuurd in plaats van louter naleving gestuurd,
- expliciet bestuurlijk gedragen in plaats van impliciet verdeeld.

Daarmee verschuift de focus van “voldoen aan normen” naar “actief sturen op totale omgevingsveiligheid”.

Voor de haven van Rotterdam ligt hier een duidelijke keuze. Zij kan blijven opereren binnen het bestaande gefragmenteerde model van deelrapportages en sectorale verantwoordelijkheden. Of zij kan expliciet kiezen voor een integraal omgevingsveiligheidskader waarin:

- cumulatie zichtbaar wordt gemaakt,
- beschermingsniveaus bestuurlijk worden vastgelegd,
- en jaarlijks publiek verantwoording wordt afgelegd over trend en restrisico.

Het bestaan van internationale voorbeelden betekent dat integrale veiligheidsregie geen theoretisch ideaal is, maar bestuurlijk realiseerbaar.

Vergelijking integrale omgevingsveiligheidsregie

Aspect	Rotterdam	Port of Antwerp-Bruges	Port of Singapore Authority	Port of Hamburg	Port of Houston Authority
Publieke integrale omgevingsveiligheids rapportage	Nee, (deelrapportages per actor)	Gedeeltelijk (clustergericht)	Ja (sterk gecentraliseerd kader)	Gedeeltelijk (gekoppeld aan ruimtelijke planning)	Gedeeltelijk (regionaal veiligheidsbeeld)
Cumulatief risicobeeld haven breed	Niet publiek integraal	Binnen chemische cluster	Nationaal geïntegreerd toezicht	Regionaal geïntegreerd	Regionaal via multi-agency aanpak
Expliciet bestuurlijk vastgestelde beschermingslat voor omgeving	Niet zichtbaar als één kader	Impliciet via beleid	Ja, nationaal veiligheidskader	Impliciet via federale normering	Gedeeltelijk, via county/state beleid
Systeemregie boven individuele vergunningen	Fragmentarisch	Sterk binnen cluster	Sterk gecentraliseerd	Sterk planologisch	Sterk via incidentervaring
Jaarlijkse publieke trendrapportage omgevingsveiligheid	Nee integraal	Beperkt	Ja	Beperkt	Beperkt maar zichtbaar
Koppeling veiligheid aan ruimtelijke ontwikkeling	Niet integraal zichtbaar	Ja	Ja	Ja	Ja
Expliciete benchmark t.o.v. andere havens	Niet zichtbaar	Beperkt	Ja (internationaal georiënteerd)	Beperkt	Beperkt

Interpretatie van de tabel

1. Rotterdam beschikt over uitgebreide sectorale rapportage, maar niet over één integraal omgevingsveiligheidsdocument.
2. Antwerpen-Brugge toont gebiedsgerichte clusterregie, maar minder expliciete publieke normering.
3. Singapore onderscheidt zich door centrale regie en expliciete veiligheidskaders.
4. Hamburg integreert veiligheid sterker in ruimtelijke ordening.
5. Houston heeft door incidenthistorie een sterk regionaal veiligheidskader ontwikkeld.

Wat deze vergelijking zichtbaar maakt

Rotterdam scoort sterk op:

- individuele naleving,
- nautische veiligheid,
- toezichtstructuur.

Rotterdam scoort zwakker op:

- integrale cumulatie-analyse,
- expliciete bestuurlijke beschermingslat,
- publiek totaalbeeld van omgevingsveiligheid.

Dit bevestigt de eerdere vaststelling:
De verantwoordelijkheid is institutioneel verdeeld, maar niet publiek integraal zichtbaar gedragen.

2e Vergelijking Rotterdam – Antwerpen – Houston – Singapore

Dimensie	Rotterdam	Antwerpen-Brugge	Houston (Ship Channel / Port Houston)	Singapore
Dominant veiligheids regime	Sterke nadruk op nautische veiligheid en samenwerking met bevoegde gezagen op externe veiligheid en andere domeinen; port authority positioneert veiligheid als prioriteit.	Seveso-context met nadruk op noodplanning en procedures; port authority heeft expliciete emergency-plan informatie en DG-regels.	Sterk operationeel/incident-gedreven met dedicated port police/fire/emergency management; daarnaast publiek-private security-governance op kanaalniveau.	Zeer regel- en compliance-gedreven: licenties voor gevaarlijke stoffen (import/transport/ opslag) + strikte meld- en havenmeester procedures voor (bulk) gevaarlijke lading.
Cluster- / gebiedsregie	In publieke stukken vooral zichtbaar als “samenwerking met	Sterke aanwijzingen voor **gebiedsgerichte paraatheid** (o.a.	“Corridor governance”: kanaal is een systeem met	Sterk centraal gestuurd (MPA/NEA);

Dimensie	Rotterdam	Antwerpen-Brugge	Houston (Ship Channel / Port Houston)	Singapore
	autoriteiten" op meerdere veiligheidsdomeinen; minder als één publiek, integraal cluster-veiligheidsbeeld.	havenbrede noodplanning) en georganiseerde samenwerking in industriële zone.	veel (ook private) terminals; security-district is expliciet "system-wide".	systeemregie zit in nationale regels, havenmeester-processen en vergunningstelsel.
Domino-effecten	In de praktijk vaak behandeld via bedrijf-/projectniveau (Seveso/QRA-logica), terwijl de haven zelf het systeemontwikkelingsniveau adresseert via "safety" en samenwerking.	In havenomgeving expliciet aandacht voor incidentrespons en perimeters bij Seveso-incidenten (impliceert escalatie-denken).	Klassiek "industrial corridor" risico: veel terminals langs kanaal → nadruk op snelle response-capaciteit en kanaalbrede coördinatie (zeker security).	Meer "preventie via regels + controle" dan publiek uitgewerkte domino-studies; beheersing via strakke DG-processen.
Common-cause kwetsbaarheden (stroom, cyber, utilities)	Wordt in port-stukken meer benoemd als breed veiligheidsdomein (samenwerking, integrale veiligheid), maar niet altijd uitgewerkt als cluster-stressscenario's.	Meer nadruk op gezamenlijke brandweer-/responsstructuren in havenzone (gemeenschappelijke paraatheid is een common-cause mitigatie).	Security-district en port emergency organisaties zijn ingericht voor systeemverstoring; in de VS is security doorgaans sterker "corridor-breed" georganiseerd dan externe-veiligheid.	Sterke nationale governance en regelgeving; common-cause benadering zit impliciet in "single authority" en uniforme regels voor DG en hazardous substances.
Transparantie richting regio	Publieke pagina's/rapporten (o.a. PERS) tonen ambities en samenwerking; bestuurders vragen vaak om méér: doelen, trends, benchmarks, cumulatie.	Publiek toegankelijke uitleg over emergency plan/waarschuwingsmiddelen en DG-procedures.	Publiek beeld vaak via "safety & security programs" van Port Houston; veel details liggen bij bedrijven/instanties.	Publiek toegankelijk regelkader (licenties, havenregulering, DG-meldplichten).
Wat leert dit voor H_2/NH_3?	De stress zit vooral in **systeemkeuzes** (concentratie vs spreiding, transport door binnenterrein, crisisbeheersbaarheid) en in het expliciet maken van cumulatie.	Antwerpen laat zien hoe **gebiedsparaathied en cluster-samenwerking** (o.a. brandweer-netwerk) kan worden georganiseerd in een druk Seveso-cluster.	Houston laat zien dat bij een lang industrieel corridor-systeem "system-wide" coördinatie vooral via operationele capaciteit en PPS-governance wordt ingericht.	Singapore laat zien dat een strak nationaal stelsel DG/hazardous substances en havenmeester-processen kan gebruiken als "hard control" op ketenactiviteiten.

12 a— Internationale veiligheidsregimes en hun betekenis voor havenveiligheid

Wanneer havens internationaal worden vergeleken, wordt vaak gekeken naar infrastructuur, logistiek en economische prestaties. Minder zichtbaar, maar minstens zo bepalend, is het onderliggende **veiligheidsregime van het land waarin een haven opereert**. Wetgeving, toezichtstructuur en bestuurlijke cultuur bepalen namelijk hoe risico's worden beoordeeld, hoe onzekerheden worden gewogen en hoe verantwoordelijkheid wordt georganiseerd.

De vergelijking tussen internationale havens laat zien dat verschillen in veiligheidsbeleid niet alleen voortkomen uit technische standaarden, maar uit diepere institutionele keuzes. Sommige landen hanteren een sterk **model gedreven benadering**, andere een **safety-case benadering**, weer andere een **juridisch aansprakelijkheidsmodel**. Deze verschillen hebben directe invloed op de manier waarop industriële clusters zich ontwikkelen en hoe cumulatieve risico's worden beheerst.

In de context van de Rotterdamse haven is het daarom relevant om het Nederlandse veiligheidsregime te plaatsen naast dat van andere belangrijke havenlanden zoals het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, België en de Verenigde Staten.

Nederland: normatieve contouren en modelmatige risicobeoordeling

Het Nederlandse systeem van externe veiligheid is sterk gebaseerd op **modelmatige risicoberekeningen**. Plaatsgebonden risico en groepsrisico vormen de kern van de ruimtelijke beoordeling van industriële activiteiten met gevaarlijke stoffen. Vergunningverlening en ruimtelijke besluitvorming maken gebruik van gestandaardiseerde rekenmodellen om de kans op slachtoffers te schatten.

Dit model heeft belangrijke voordelen. Het biedt juridische duidelijkheid, transparantie en reproduceerbaarheid. Besluiten kunnen worden onderbouwd met gestandaardiseerde berekeningen en worden daardoor juridisch toetsbaar.

Tegelijkertijd kent het systeem een beperking: het richt zich primair op **risico per inrichting of activiteit**. Cumulatieve systeemcomplexiteit, interacties tussen installaties en afhankelijkheden van infrastructuur worden minder expliciet geadresseerd. Daardoor kan een situatie ontstaan waarin afzonderlijke installaties aan alle normen voldoen, terwijl het totale systeem complexer en kwetsbaarder wordt.

Verenigd Koninkrijk: safety-case benadering

Het Verenigd Koninkrijk hanteert een andere benadering. De centrale toezichthouder, de Health and Safety Executive (HSE), werkt met een zogeheten **safety-case systeem**. Bedrijven moeten aantonen dat zij hun risico's volledig begrijpen en dat deze zijn gereduceerd tot een niveau dat "as low as reasonably practicable" is.

Dit model verschuift de nadruk van modelberekeningen naar **argumentatie en verantwoordelijkheid van de exploitant**. Bedrijven moeten niet alleen voldoen aan normen, maar ook aantonen dat zij de best beschikbare veiligheidsmaatregelen hebben toegepast. De

toezichthouder beoordeelt daarbij niet alleen de uitkomst van berekeningen, maar ook de redenering achter de veiligheidsstrategie.

De safety-case benadering stimuleert een cultuur waarin bedrijven actief moeten aantonen dat hun installatie veilig is, in plaats van uitsluitend te voldoen aan vooraf gedefinieerde grenswaarden.

Duitsland: technisch-normatieve benadering

Duitsland kent een sterk technisch georiënteerd veiligheidsregime. Wetgeving rond gevaarlijke stoffen en industriële installaties is gedetailleerd uitgewerkt in technische richtlijnen en normen. Inspectie-organisaties zoals TÜV spelen daarbij een belangrijke rol.

Het Duitse systeem is minder afhankelijk van probabilistische modellen dan het Nederlandse. De nadruk ligt op **technische robuustheid, ontwerpstandaarden en fysieke scheiding van risico's**. Ruimtelijke ordening en industriebeleid zijn bovendien sterker geïntegreerd, waardoor veiligheidsvraagstukken vaak vroeg in planprocessen worden meegenomen.

Dit leidt tot een relatief conservatieve benadering van risico's, waarin technische zekerheid en redundantie centraal staan.

België: clustergerichte veiligheidsregie

België, en in het bijzonder de regio rond Antwerpen, biedt een interessant referentiepunt voor Rotterdam. De haven van Antwerpen-Brugge vormt een van de grootste petrochemische clusters ter wereld. Veiligheidsbeleid in België is sterk beïnvloed door Europese Seveso-wetgeving, maar wordt regionaal ingevuld met nadruk op **clusterveiligheid en samenwerking tussen bedrijven**.

In het Antwerpse havengebied werken industrie, overheid en havenautoriteit samen in gezamenlijke veiligheidsprogramma's. Risicoanalyse vindt niet alleen plaats per inrichting, maar ook op het niveau van het chemische cluster. De concentratie van bedrijven wordt daarbij beschouwd als een systeem waarin interacties en domino-effecten expliciet worden geanalyseerd.

Daarnaast speelt de havenautoriteit een actievere rol in de coördinatie van veiligheidsvraagstukken. Door de sterke clustering van petrochemische industrie is het besef gegroeid dat veiligheid niet uitsluitend per bedrijf kan worden georganiseerd, maar ook op **gebiedsniveau** moet worden gestuurd.

Verenigde Staten: juridisch aansprakelijkheidsmodel

In de Verenigde Staten speelt het juridische systeem een belangrijke rol in veiligheidsbeleid. Grote industriële incidenten kunnen leiden tot omvangrijke schadeclaims en juridische procedures. Organisaties zoals OSHA en de Chemical Safety Board onderzoeken incidenten en publiceren uitgebreide rapportages.

De dreiging van hoge aansprakelijkheid stimuleert bedrijven om veiligheidsmaatregelen te nemen en risico's actief te beheren. Tegelijkertijd is het systeem minder uniform dan in Europa; regelgeving en toezicht verschillen per staat en regio.

Incidentonderzoeken in de Verenigde Staten hebben vaak een belangrijke invloed op internationale veiligheidsdiscussies, omdat zij diepgaand analyseren hoe organisatorische en technische factoren samen kunnen leiden tot rampen.

Betekenis voor de Rotterdamse haven

De vergelijking tussen deze regimes laat zien dat veiligheidsbeleid niet uitsluitend een technisch vraagstuk is, maar ook een institutionele keuze. Elk systeem kent sterke en zwakke punten.

Het Nederlandse model biedt duidelijke normen en juridische zekerheid, maar kan moeite hebben om systeemcomplexiteit zichtbaar te maken. Het Britse model legt nadruk op verantwoordelijkheid en argumentatie. Het Duitse model benadrukt technische robuustheid. Het Belgische model laat zien hoe clusterveiligheid gebiedsgericht kan worden georganiseerd. Het Amerikaanse model wordt mede gevormd door juridische aansprakelijkheid en incidentonderzoek.

Voor een haven die zich ontwikkelt tot energiehub met nieuwe energiedragers en toenemende clustering kan deze internationale vergelijking waardevolle inzichten bieden. Zij laat zien dat veiligheid niet alleen afhangt van naleving van regels, maar ook van de manier waarop verantwoordelijkheid, transparantie en systeemregie institutioneel zijn georganiseerd.

De centrale vraag voor Rotterdam is daarom niet alleen of bestaande normen worden gehaald, maar ook **welk veiligheidsregime het beste past bij een haven die steeds complexer en strategischer wordt**.

Vergelijking van nationale veiligheidsregimes rond industriële clusters en havens

Aspect	Nederland	België	Duitsland	Verenigd Koninkrijk	Verenigde Staten
Dominant veiligheids model	Modelmatig risico (QRA, plaatsgebonden risico, groepsrisico)	Clustergericht Seveso-beleid met sterke rol van havenautoriteit	Technisch-normatief (ontwerpstan-daarden en technische richtlijnen)	Safety-case benadering (ALARP-principe)	Juridisch aansprakelijk heidsmodel
Primaire beoordelingsbasis	Berekeningen en risico modellen	Clusteranalyse en industriële samenwerking	Technische normen en inspecties	Argumentatie van risico-beheersing door exploitant	Compliance + juridische aansprakelijk heid
Rol van overheid/toezicht	Vergunningverle ning en toezicht per inrichting	Sterke samenwerking tussen overheid, havenautoriteit en industrie	Sterke technische inspectie (o.a. TÜV)	Centrale toezichthouder (HSE) met grote bevoegdheden	Meerdere federale en regionale toezichthouders
Systeemveilig heid / cumulatie	Beperkt expliciet in beleid	Expliciete aandacht binnen industriële clusters	Vaak meegeno	Wordt betrokken in safety-case beoordeling	Afhankelijk van staat/regio en incident onderzoek

Aspect	Nederland	België	Duitsland	Verenigd Koninkrijk	Verenigde Staten
			men via ruimtelijke planning		
Rol van havenautoriteit	Inrichter en facilitator van ontwikkeling	Actieve rol in clusterveiligheid en coördinatie	Minder direct; veiligheid vooral via regelgeving	Beperkte rol; nadruk op regulator	Regionaal verschillend
Relatie veiligheid en ruimtelijke ordening	Veiligheidscon touren rond installaties	Sterke koppeling binnen havenclusters	Sterk geïnte greerd in planologie	Beperkt planologisch, meer operationeel	Regionaal verschillend
Publieke transparantie over systeem veiligheid	Deelrapportages per actor	Clustergerichte veiligheidspro gramma's	Technisch en planologisch georiënteerd	Safety-case documentatie en toezicht	Sterk via incident rapportages
Sterke punten van het systeem	Juridische duidelijkheid en modelconsistentie	Samenwerking binnen industriële clusters	Technische robuustheid en conserva tieve normen	Exploitant draagt expliciete verantwoordelijkheid	Sterk incidentonder zoek en aansprakelijk heid
Belangrijkste zwakte	Systeem complexiteit en cumulatie minder zichtbaar	Minder uniforme nationale systematiek	Minder flexibiliteit door zware technische normering	Sterke afhankelijkheid van exploitant argumentatie	Fragmentatie tussen staten en instanties

Interpretatie van de vergelijking

De tabel laat zien dat Nederland internationaal gezien een **sterk modelgedreven veiligheidsregime** heeft. Dit biedt duidelijkheid en juridische houvast, maar kan moeite hebben om systeemcomplexiteit en cumulatieve risico's zichtbaar te maken.

België laat zien hoe **clusterveiligheid in industriële havens** explicieter kan worden georganiseerd. Duitsland legt nadruk op technische robuustheid en conservatieve ontwerpstandaarden. Het Verenigd Koninkrijk verschuift de verantwoordelijkheid nadrukkelijk naar de exploitant via de safety-case benadering. In de Verenigde Staten speelt juridische aansprakelijkheid een belangrijke rol in het veiligheidsbewustzijn van bedrijven.

Voor een haven als Rotterdam, die zich ontwikkelt tot een grootschalige energie- en waterstofhub, laat deze vergelijking zien dat veiligheid niet alleen afhankelijk is van technische normen, maar ook van **institutionele keuzes over systeemregie, transparantie en verantwoordelijkheid**.

13 — Waarom is de ontwikkeling in Nederland niet verder gegaan?

De vraag waarom Nederland – en in het bijzonder de haven van Rotterdam – is blijven opereren binnen een gefragmenteerd veiligheidsmodel, terwijl andere havens verder zijn gegaan in integrale veiligheidsregie, kan niet worden beantwoord vanuit techniek alleen. De verklaring ligt vooral in institutionele architectuur, bestuurscultuur en historische ontwikkeling.

Het Nederlandse veiligheidsstelsel is juridisch verfijnd en sterk ontwikkeld rond vergunningverlening, normstelling en toezicht per inrichting. Met instrumenten als Seveso/Brzo en inmiddels de Omgevingswet is het systeem primair ontworpen om naleving per installatie te waarborgen. Dat model functioneert goed voor compliance: bedrijven moeten aantonen dat zij binnen vastgestelde risiconormen opereren, en toezichthouders controleren dat. Wat het stelsel echter niet expliciet organiseert, is een eigenaar van het totale cumulatieve omgevingsrisico op gebiedsniveau. Het systeem optimaliseert afzonderlijke onderdelen, maar kent geen integraal bestuurlijk kader waarin de optelsom van risico's expliciet wordt gewogen en ondertekend.

Daarbij speelt de Nederlandse consensuscultuur een rol. Bestuurlijke besluitvorming is traditioneel polderend en gedeeld. Bevoegdheden zijn verspreid over gemeenten, provincie, rijk, toezichthouders en havenautoriteit. Deze structuur bevordert overleg en compromis, maar remt expliciete normatieve keuzes. Het vaststellen van een harde beschermingslat voor omwonenden of het expliciet aanvaarden van restrisico vraagt om bestuurlijke scherpte en politieke verantwoordelijkheid. In een consensusmodel worden dergelijke keuzes eerder impliciet in procedures verwerkt dan expliciet geformuleerd.

Een derde factor is het ontbreken van recente grootschalige industriële rampen in het havengebied. In verschillende internationale voorbeelden zijn integrale hervormingen vaak ingegeven door schokervaringen. Zware incidenten leiden tot maatschappelijke druk en dwingen tot herontwerp van het veiligheidsbestel. In Nederland is het systeem lange tijd "goed genoeg" gebleken om fundamentele herstructurering uit te stellen. Zonder schok ontbreekt de politieke urgentie om van compliance-gericht naar systeemgericht te bewegen.

Daarnaast is de economische verwevenheid van de Rotterdamse haven met nationale energievoorziening, industriebeleid en werkgelegenheid bijzonder groot. Het Havenbedrijf Rotterdam heeft een ontwikkelopgave die sterk samenhangt met nationale transitiestrategieën. In zo'n context verschuift de bestuurlijke reflex al snel naar faciliteren binnen bestaande regels, in plaats van het herdefiniëren van het veiligheidskader als zodanig. Groei en veiligheid worden dan parallel gemanaged, maar niet noodzakelijkerwijs integraal begrensd.

Ten slotte is de verantwoordelijkheid institutioneel verspreid. Toezicht en handhaving liggen bij gespecialiseerde diensten, crisisbeheersing bij de veiligheidsregio, ruimtelijke ordening bij gemeenten en provincie, en gebiedsontwikkeling bij het havenbedrijf. Iedere actor heeft een helder deelmandaat, maar er is geen eenduidig systeemmandaat voor het totale omgevingsveiligheidsniveau. Dat leidt niet tot directe onveiligheid, maar wel tot fragmentatie van regie.

In contrast daarmee opereren sommige andere havens in een context van sterkere centralisatie of explicietere gebiedsstrategie. De Port of Singapore Authority functioneert binnen een gecentraliseerd staatsmodel waarin veiligheid nationaal strategisch wordt gestuurd. De Port of Antwerp-Bruges heeft veiligheid nadrukkelijker georganiseerd rond het chemische cluster als samenhangend systeem. In Hamburg is veiligheid sterker gekoppeld aan planologische besluitvorming, terwijl in Houston de combinatie van incidentervaring en regionale coördinatie heeft geleid tot een meer geïntegreerde aanpak. In al deze gevallen is systeemregie zichtbaarder expliciet georganiseerd.

Samengevat is Nederland niet achtergebleven in technische veiligheidsnormering, maar gebleven binnen een governance-model dat primair is ontworpen voor naleving per inrichting en niet voor expliciete, gebied brede systeemregie. Zolang energietransitie en cumulatie relatief beheersbaar bleven, voldeed dat model. De huidige schaalvergroting en complexiteit leggen echter bloot dat compliance niet automatisch gelijkstaat aan integraal gemanagede omgevingsveiligheid. De vraag is daarmee niet of het bestaande systeem tekortschiet in naleving, maar of het voldoende is ingericht om cumulatieve, strategische veiligheidskeuzes expliciet en publiek te dragen.

14 — Moderne veiligheidsdenkers en systeemveiligheid

Het klassieke veiligheidsdenken is lange tijd gedomineerd door een lineair model: incidenten ontstaan door een keten van technische of menselijke fouten. Veiligheidsbeleid richt zich dan op het identificeren en corrigeren van afzonderlijke falen. Dit model heeft veel betekend voor technische betrouwbaarheid en normering, maar het kent beperkingen wanneer systemen complex, dynamisch en onderling verweven worden, zoals in een groot haven-industriecomplex.

De overgang naar modern veiligheidsdenken is sterk beïnvloed door onderzoekers als Jens Rasmussen. Rasmussen introduceerde het idee dat risico's verschuiven binnen organisatorische en economische drukvelden. Systemen bewegen continu naar de grenzen van wat economisch en operationeel haalbaar is. Veiligheid is dan geen statische toestand, maar een dynamisch evenwicht. Cruciaal is dat risico's zich niet alleen op installatieniveau ontwikkelen, maar op systeemniveau, onder invloed van bestuurlijke keuzes en externe druk.

James Reason bouwde hierop voort met zijn model van "latent conditions" en systeemfouten. In zijn benadering zijn incidenten zelden het gevolg van één fout, maar van een combinatie van organisatorische factoren die onzichtbaar in het systeem aanwezig zijn. Het bekende "Swiss Cheese Model" maakt duidelijk dat meerdere lagen van bescherming kunnen falen wanneer onderliggende organisatorische condities niet worden beheerst. Dit verschuift de aandacht van individuele fouten naar systeemontwerp en bestuurlijke keuzes.

Een volgende stap is gezet door Erik Hollnagel met zijn concept van Safety-II. Hollnagel stelt dat veiligheid niet primair gaat over het voorkomen van fouten, maar over het vermogen van systemen om zich aan te passen aan variatie en verstoring. In complexe systemen is variatie onvermijdelijk. De vraag is niet of afwijkingen optreden, maar hoe robuust het systeem is in het absorberen ervan. Veiligheid wordt daarmee een eigenschap van het gehele socio-technische systeem, inclusief governance.

Wat deze moderne denkers gemeen hebben, is dat zij veiligheid niet beschouwen als een optelsom van veilige onderdelen. Een systeem kan voldoen aan alle individuele normen en toch kwetsbaar zijn door cumulatie, organisatorische druk of bestuurlijke fragmentatie. Dit is precies het spanningsveld dat zichtbaar wordt in grote havengebieden: afzonderlijke vergunningen kunnen normconform zijn, terwijl het totale systeem geen expliciet gemanagede veiligheidsgrens kent.

Voor een haven als Rotterdam betekent dit dat modern veiligheidsdenken vraagt om meer dan toezicht op naleving. Het vraagt om expliciete systeemregie, inzicht in cumulatieve effecten en bestuurlijke verantwoordelijkheid voor de totale risicopositie. Wanneer veiligheid

uitsluitend wordt benaderd als compliance per installatie, blijft het systeemdenken onderontwikkeld.

De essentie van moderne veiligheidsleer is daarmee niet dat het klassieke model onjuist is, maar dat het onvoldoende is voor complexe, dichtbebouwde en transitie gedreven industriële regio's. Waar installatieveiligheid het fundament vormt, vereist systeemveiligheid een aanvullende laag: integrale analyse, expliciete normatieve keuzes en publieke verantwoording over het totale risiconiveau.

In dat licht is de eerder geconstateerde fragmentatie geen moreel falen, maar een bestuurlijke configuratie die nog primair is ingericht volgens een klassiek veiligheidsparadigma. De vraag voor de toekomst is of de energietransitie en schaalvergroting in de haven vragen om een expliciete verschuiving naar een systeem georiënteerd veiligheidsmodel.

15 — OVV-analyses in Rotterdam–Moerdijk als illustratie van modern veiligheidsdenken

De onderzoeken van de Onderzoeksraad voor Veiligheid naar incidenten in de regio Rotterdam–Moerdijk–Dordrecht vormen geen losse casuïstiek, maar een samenhangend leerboek van modern veiligheidsdenken in de praktijk. Wanneer men deze rapporten over een periode van twintig jaar naast elkaar legt, ontstaat een consistent patroon dat nauw aansluit bij de inzichten van moderne veiligheidsdenkers als Rasmussen, Reason en Hollnagel. De gebeurtenissen illustreren dat veiligheid niet faalt door één technische tekortkoming, maar door een combinatie van menselijke, organisatorische en bestuurlijke factoren die elkaar versterken.

In dossiers als Chemie-Pack Moerdijk, Odfjell Rotterdam, Shell Moerdijk en diverse incidenten in Pernis en Dordrecht toont de OVV telkens aan dat de directe oorzaak zelden de kern van het probleem is. Technische afwijkingen blijken mogelijk gemaakt door normalisering van afwijkingen, routinegedrag onder tijdsdruk en impliciet vertrouwen in bestaande systemen. Dat sluit aan bij het inzicht van Rasmussen dat systemen onder economische en organisatorische druk langzaam verschuiven richting grenzen van aanvaardbaar gedrag. Wat aanvankelijk als tijdelijke afwijking wordt geduid, wordt geleidelijk onderdeel van het normale functioneren. De ramp is dan geen breuk met het systeem, maar een uitkomst ervan.

Ook de analyse van latente condities, zoals beschreven door Reason, wordt in de regionale incidenten bevestigd. De OVV wijst herhaaldelijk op tekortschietend toezicht, gebrekkige informatie-uitwisseling en versnipperde verantwoordelijkheden. Deze factoren zijn niet zichtbaar in dagelijkse rapportages, maar blijken achteraf doorslaggevend. Zij vormen de "gaten" in meerdere beschermingslagen die zich in één incidentlijn uitlijnen. De aanwezigheid van regels en vergunningen blijkt op zichzelf geen garantie voor bescherming wanneer onderliggende organisatorische condities niet robuust zijn ingericht.

De gebeurtenissen in het Rotterdamse haven- en industriecomplex illustreren tevens het onderscheid tussen Safety-I en Safety-II, zoals verwoord door Hollnagel. In veel gevallen functioneerden processen jarenlang zonder ernstige incidenten. Dat werd geïnterpreteerd als bewijs van veiligheid. De OVV-analyses maken echter duidelijk dat afwezigheid van incidenten geen bewijs is van robuustheid, maar vaak het resultaat van gunstige

omstandigheden en toeval. Near misses, kleine afwijkingen en waarschuwingssignalen werden niet altijd systematisch vertaald naar herijking van aannamen of bestuurlijke begrenzing. Daarmee bevestigen deze casussen dat veiligheid niet alleen moet worden beoordeeld op basis van het uitblijven van ongevallen, maar op het vermogen van het systeem om variatie en verstoring op te vangen.

Een terugkerend element in de regionale dossiers is de fragmentatie van verantwoordelijkheid. Toezicht is verdeeld over meerdere instanties, vergunningverlening vindt plaats binnen formele kaders en crisisbeheersing is organisatorisch gescheiden van preventie. In vrijwel elk OVV-rapport wordt geconcludeerd dat niemand het totaalbeeld droeg. Dat is precies het punt dat moderne systeemdenkers benadrukken: complexe socio-technische systemen vereisen expliciete systeemregie. Wanneer ieder binnen zijn eigen rol correct handelt, maar niemand integraal verantwoordelijk is voor de beschermingsuitkomst, ontstaat een bestuurlijke witte vlek.

Daarnaast tonen de incidenten aan dat modellen en normen een begrensde reikwijdte hebben. In meerdere gevallen voldeden installaties formeel aan vergunning voorwaarden, terwijl de praktijk aantoonde dat aannamen onvolledig of verouderd waren. De OVV constateert dan dat risico’s bekend waren, maar niet normatief zijn begrensd. Dit bevestigt het inzicht dat modellering en normtoetsing hulpmiddelen zijn, geen vervanging van bestuurlijk oordeel. Waar onzekerheid structureel aanwezig blijft, moet een expliciete afweging plaatsvinden over aanvaardbaarheid. Wanneer die stap ontbreekt, wordt restrisico impliciet doorgeschoven naar de toekomst.

De gebeurtenissen in Rotterdam, Moerdijk en Dordrecht laten daarmee zien dat modern veiligheidsdenken geen academische exercitie is, maar een noodzakelijke interpretatie van de praktijk. Zij illustreren dat veiligheid in een dichtbebouwd en economisch vitaal industriegebied alleen duurzaam kan worden geborgd wanneer techniek, organisatie en bestuur in samenhang worden beschouwd. De OVV-rapporten bevestigen dat systeemfouten voorspelbaar zijn wanneer menselijke reflexen, organisatorische druk en bestuurlijke fragmentatie niet expliciet worden geadresseerd.

De les uit deze regionale casuïstiek is daarom niet dat regels ontbraken of dat individuen faalden, maar dat systemen zonder expliciete normatieve begrenzing langzaam richting hun kwetsbaarheidsgrens bewegen. Dat inzicht vormt precies de kern van het moderne veiligheidsdenken: veiligheid is geen optelsom van naleving, maar een bestuurlijk gedragen keuze over grenzen, cumulatie en verantwoordelijkheid.

In dat licht bezien vormen de gebeurtenissen in het Rotterdam–Moerdijk–Dordrecht complex geen afwijking van de theorie, maar een bevestiging ervan. Zij illustreren dat waar systeemregie impliciet blijft, incidenten geen uitzonderingen zijn, maar manifestaties van onderliggende structuur. De vraag voor de toekomst is niet of de regio technisch voldoet aan normen, maar of zij bereid is de lessen van haar eigen incidentgeschiedenis expliciet te vertalen naar integraal en publiek gedragen omgevingsveiligheidsbeleid.

16 — Waarom herziening van het veiligheidsbeleid noodzakelijk is

De directe aanleiding voor deze analyse is drieledig.

Ten eerste de voorgenomen grootschalige opslag en overslag van ammoniak in het Rotterdamse havengebied als onderdeel van de energietransitie. Ammoniak is een toxische stof die in grote gekoelde volumes wordt opgeslagen en getransporteerd. De schaal van de voorgenomen installaties en de positionering binnen een reeds verdicht industrieel cluster roepen de vraag op wat dit betekent voor de cumulatieve omgevingsveiligheid van de regio.

Ten tweede de samenloop met ruimtelijke ontwikkeling, in het bijzonder woningbouw in Brielle Noord en andere uitbreidingen in de directe invloedssfeer van het haven-industriecomplex. De veiligheidscontouren van industriële activiteiten en de ontwikkelruimte van gemeenten raken elkaar hier rechtstreeks. Dat maakt veiligheid niet alleen een industriële aangelegenheid, maar een vraagstuk van ruimtelijke ordening, gezondheidsbescherming en bestuurlijke verantwoordelijkheid tegenover omwonenden.

Ten derde de bestaande publieke rapportages over veiligheid van het Havenbedrijf Rotterdam en DCMR Milieudienst Rijnmond. Deze rapportages tonen zorgvuldige monitoring, naleving en toezicht binnen afzonderlijke domeinen. Wat zij echter niet bieden, is één integraal, cumulatief en bestuurlijk ondertekend overzicht van de totale omgevingsveiligheid van het haven- en industriecomplex als geheel. De informatie is aanwezig, maar gefragmenteerd.

De combinatie van deze drie factoren — volumetoename van toxische energiedragers, ruimtelijke verdichting nabij risicogebieden en het ontbreken van een integraal publiek veiligheidsbeeld — maakt het gerechtvaardigd om de vraag te stellen of het huidige veiligheidsbeleid nog passend is bij de schaal en dynamiek van de ontwikkelingen.

Vanuit die aanleiding is in de voorgaande hoofdstukken het systeem in kaart gebracht: de rol van het Havenbedrijf als inrichter, de toezichtstructuur van DCMR, het provinciale risicobeleid, de positie van gemeenten, de crisisbeheersingscapaciteit van de Veiligheidsregio en de nationale ambities van het Rijk. De analyse laat zien dat iedere actor binnen zijn mandaat zorgvuldig opereert, maar dat integrale regie op cumulatieve omgevingsveiligheid niet expliciet is belegd.

Tegen deze achtergrond rijst de centrale bestuurlijke vraag: is het bestaande veiligheidsstelsel, dat primair is ingericht op naleving per inrichting en per norm, nog toereikend voor een haven die transformeert tot grootschalige energie hub in een dichtbevolkte regio?

De voorgaande hoofdstukken tonen geen incident, maar een structurele verschuiving. De Rotterdamse haven bevindt zich in een fase waarin schaal, samenhang en maatschappelijke context fundamenteel veranderen. Energietransitie, volumegroei van nieuwe energiedragers, clustering, ruimtelijke verdichting, gedeelde infrastructuur, transportintensiteit en geopolitieke druk versterken elkaar. Individueel zijn deze ontwikkelingen beheersbaar. In samenhang verschuiven zij het systeem naar een andere orde van complexiteit.

Het veiligheidsvraagstuk verandert daarmee van aard. Waar externe veiligheid traditioneel per inrichting en per norm werd beoordeeld, ontstaat nu een systeemvraagstuk: cumulatieve risicodichtheid, interactie tussen clusters, afhankelijkheid van gedeelde netwerken en maatschappelijke ontwrichting bij lage kans–hoge impact scenario’s. Veiligheid is niet langer uitsluitend een kwestie van normconforme vergunningen en incidentreductie, maar van expliciete beheersing van systeemdruk.

Het huidige stelsel functioneert primair als compliance-architectuur. Vergunningverlening, toezicht en crisisrespons zijn georganiseerd. Wat ontbreekt is een publiek, integraal en bestuurlijk ondertekend kader waarin de totale omgevingsveiligheid van het haven- en industriecomplex expliciet wordt begrensd en periodiek herijkt. Zolang die integrale regie ontbreekt, kan het systeem groeien in volume en complexiteit zonder dat de totale risicoruimte zichtbaar wordt afgewogen.

Herziening is daarom geen reactie op één dossier of één incident. Zij is het logische gevolg van een mismatch tussen systeemontwikkeling en regie-architectuur.

Er zijn zes inhoudelijke gronden voor herziening.

1. Ambitie en volwassenheid
Een haven die internationale excellentie nastreeft, kan veiligheid niet beperken tot “binnen de norm”. Best available techniek (BAT) is onvoldoende zonder best available governance (BAG/BAV). “In control” betekent aantoonbare beheersing van cumulatie, ketenrisico’s en drift onder druk.

2. Verdichting en maatschappelijke nabijheid
De omgeving van de haven is geen lege bufferzone. Woningbouw, mobiliteit en kwetsbare functies liggen dichter bij industriële clusters. De maatschappelijke impact van verstoring neemt daardoor sneller toe dan de statistische kans verandert. Veiligheid moet daarom gebied breed worden begrensd, niet per installatie.

3. Groei van samenhang en complexiteit
Moderne veiligheidsinzichten tonen dat incidenten in complexe systemen ontstaan door samenloop, normalisering en organisatorische druk. Wanneer clustering, transport en energie-infrastructuur sterker verweven raken, verschuift het risico naar interactie-effecten. Dat vraagt om systeemregie, niet alleen om naleving per actor.

4. Schaalvergroting van lage kans–hoge impact risico’s
Grotere volumes van toxische of energetische stoffen vergroten het gewicht van worst-case scenario’s. Modellen blijven noodzakelijk, maar bestuurlijke verantwoordelijkheid kan niet uitsluitend op modeluitkomsten rusten. Het bestuur moet expliciet maken welke restrisico’s aanvaardbaar zijn, hoe onzekerheden worden gewogen en waar grenzen liggen.

5. Juridische beschermingsplicht en voorzorg
De Grondwet, de Omgevingswet en Europese regelgeving leggen een actieve zorgplicht op voor een veilige en gezonde leefomgeving. In een context van structurele onzekerheid en grote potentiële gevolgen vraagt dat om expliciete toepassing van voorzorg, transparante normatieve keuzes en aantoonbare leermechanismen.

6. Vertrouwen en legitimiteit
Technische kwaliteit alleen volstaat niet. In een dichtbevolkte regio met kwetsbaar institutioneel vertrouwen is zichtbare verantwoordelijkheid essentieel. Versnipperde rapportages per actor bieden geen integraal beeld. Legitimering vereist één samenhangende duiding van het totale omgevingsrisico.

Deze gronden leiden tot een heldere conclusie: het veiligheidsbeleid moet evolueren van gefragmenteerde nalevingslogica naar integraal omgevingsveiligheidsbeleid.

Herziening betekent concreet:

- een jaarlijkse, publiek toegankelijke **Staat van de Omgevingsveiligheid Haven**, waarin cumulatie, trend, uitbreidingen en onzekerheden integraal worden geduid;
- een expliciete bestuurlijke keuze over de normatieve route (modelmatig primair of normatief begrensd);
- verankering van BAG/BAV naast BAT, inclusief periodieke herijking van aannames en expliciete behandeling van blinde vlekken;
- gebiedsgerichte begrenzing van maximale cumulatieve risicodichtheid;
- structurele koppeling tussen crisisbeheersing, oefeningen en ruimtelijke besluitvorming;
- zichtbare toepassing van het voorzorgsbeginsel bij grote onzekerheid en hoge potentiële impact.

De kern is niet dat bestaande partijen tekortschieten. De kern is dat het systeem volwassen moet worden in verhouding tot zijn schaal en betekenis.

Wanneer volumes toenemen, samenhang groeit en maatschappelijke gevoeligheid stijgt, volstaat het niet dat iedere actor binnen zijn rol zorgvuldig handelt. Wat nodig is, is expliciete systeemregie en bestuurlijk ondertekende begrenzing van risicoruimte.

Herziening is daarmee geen radicale breuk, maar een noodzakelijke stap in de institutionele volwassenwording van een haven onder druk.

17 — Systeemveiligheid in een Haven onder Druk

De Rotterdamse haven bevindt zich op een kantelpunt. Klassieke fossiele stromen verdwijnen geleidelijk of staan onder structurele druk. Raffinaderijen en traditionele bulkketens verliezen hun vanzelfsprekendheid. Tegelijkertijd wordt de haven gepositioneerd als energietransitie-knooppunt voor Noordwest-Europa, met grootschalige inzet op waterstof, ammoniak, CO_2-infrastructuur, elektrificatie en nieuwe logistieke stromen. De ambitie is groot en strategisch begrijpelijk. Maar met die ambitie groeit ook de systeemcomplexiteit.

Wat zich voltrekt is geen gewone economische verschuiving, maar een stapeling van systeemdruk. Nieuwe energiedragers worden in grotere volumes opgeslagen. Clustering en ruimtelijke verdichting nemen toe. De betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet staat onder spanning. Woningtekorten in Rotterdam en omliggende gemeenten vergroten de druk op veiligheidscontouren. Ammoniakopslagen worden groter en verspreiden zich over meerdere locaties. Transport verschuift naar binnenhavens en het achterland. Zuid-Holland is dichtbevolkt en kent kwetsbare functies, waaronder een omvangrijk kassengebied dat gevoelig is voor luchtverontreiniging.

Elk van deze ontwikkelingen afzonderlijk is beheersbaar. Maar gezamenlijk veranderen zij het risicoprofiel fundamenteel. Risico ontstaat niet langer uitsluitend bij de afzonderlijke inrichting, maar in de interactie tussen volumes, infrastructuur, ruimtegebruik en bestuurlijke keuzes. Daarmee verschuift het veiligheidsvraagstuk van bronveiligheid naar systeemveiligheid.

In het huidige stelsel is veiligheid juridisch goed verankerd. Vergunningen worden verleend, toezicht vindt plaats, incidenten worden geregistreerd en nautische cijfers worden gepubliceerd. Toch blijft de kernvraag onbeantwoord: wie is verantwoordelijk voor de veiligheid van het totale systeem, en niet alleen voor een afzonderlijke taak? De bestaande structuur borgt taakverantwoordelijkheid, maar niet vanzelfsprekend uitkomstverantwoordelijkheid op systeemniveau.

Internationaal is zichtbaar dat grote wereldhavens steeds sterker inzetten op integrale regie, resilience-denken en transparantie over systeemrisico. Rotterdam is sterk in domeinveiligheid, maar minder expliciet in integrale systeemveiligheid. Wereldleiderschap in logistiek en energietransitie vraagt echter ook wereldleiderschap in veiligheidsarchitectuur. Daarom is een herijking van het veiligheidsdoel noodzakelijk.

Veiligheid kan niet langer uitsluitend worden gedefinieerd als normnaleving per inrichting of lage incidentfrequentie. Het veiligheidsdoel moet worden uitgebreid naar het aantoonbaar beheersen van cumulatief systeemrisico en het waarborgen van robuustheid onder transitie-stress. Dat betekent een fundamentele verschuiving in denken.

Klassiek veiligheidsdenken richt zich per inrichting op plaatsgebonden risico, normnaleving en incidentregistratie. Moderne systeemvisie beschouwt het havensysteem als geheel en richt zich op cumulatieve risicoruimte, leading indicatoren, stresstesten, volumebegrenzing en actieve grensbewaking. Waar het klassieke model primair vertrouwt op compliance en reactief leren, vraagt de nieuwe benadering om voortdurende systeemmonitoring en expliciete uitkomstverantwoordelijkheid.

Deze verschuiving is geen academische exercitie. Zij raakt aan concrete vragen. Hoe groot mag de cumulatieve ammoniakopslag zijn? Wat gebeurt er bij cluster brede stroomuitval? Zijn aannames over incidentduur en zelfredzaamheid realistisch? Wat betekent woningverdichting voor blootstelling? Wanneer is het systeem feitelijk “vol”? Zonder expliciete antwoorden verschuift risico ongemerkt onder druk van economische en ruimtelijke belangen.

De noodzakelijke ontwikkeling naar systeemveiligheid vraagt daarom een gefaseerde aanpak.

In een eerste fase wordt de bestaande basis versterkt. Modelaannames – zoals de veronderstelling dat een calamiteit binnen een half uur beheerst is of dat omwonenden zich binnen korte tijd in veiligheid kunnen brengen – worden onafhankelijk gevalideerd. Cumulatieve volumes van gevaarlijke stoffen worden inzichtelijk gemaakt. Gemeenschappelijke afhankelijkheden, zoals elektriciteit en digitale infrastructuur, worden expliciet in scenario’s meegenomen. Leading indicatoren worden toegevoegd aan traditionele incidentstatistiek. Deze fase versterkt de klassieke veiligheidsbasis, maar maakt ook zichtbaar waar systeemgrenzen beginnen te knellen.

In een tweede fase ontstaat integratie. Er komt één haven breed veiligheidsrapport waarin nautische, industriële en transportdata samenkomen. Domino-analyses worden op clusterniveau uitgevoerd. Cumulatieve volumebovengrenzen worden bestuurlijk vastgesteld. Stresstesten simuleren scenario’s waarin meerdere installaties gelijktijdig worden getroffen, bijvoorbeeld bij netuitval of extreme weersomstandigheden. Governance wordt expliciet gemaakt: veiligheidsdoelen worden bestuurlijk vastgesteld en stopcriteria bij systeemdruk worden gedefinieerd. Hier ontstaat daadwerkelijke systeemregie.

In een derde fase ontwikkelt veiligheid zich tot generatieve kernwaarde van het systeem. Veiligheid wordt niet langer uitsluitend gemeten in incidentfrequentie, maar in robuustheid en veerkracht. Groei wordt gekoppeld aan aantoonbare weerbaarheid. Adaptieve volumesturing zorgt ervoor dat uitbreiding alleen plaatsvindt wanneer het systeem voldoende stressbestendig is. Transparante rapportage en externe toetsing versterken vertrouwen. Veiligheid wordt daarmee niet alleen een randvoorwaarde, maar een strategische kracht.

Deze ontwikkeling vraagt om een bestuurlijke inrichting waarin uitkomstverantwoordelijkheid expliciet wordt belegd. Niet als nieuwe bureaucratie, maar als heldere systeemregie. Provincie, Havenbedrijf, DCMR, VRR, gemeenten en bedrijven behouden hun rol, maar verbinden zich aan één gedeeld veiligheidsdoel. Volumegroei wordt geen automatisch gevolg van marktvraag, maar een expliciete bestuurlijke keuze binnen vastgestelde grenzen.

In een mainport van wereldniveau is de stap van externe veiligheid naar systeemveiligheid logisch en noodzakelijk. Externe veiligheid beschermt tegen individuele bronincidenten. Systeemveiligheid beschermt tegen cumulatie, gelijktijdigheid, cascade-effecten, modelbias en bestuurlijke fragmentatie. Het nieuwe veiligheidsdoel kan daarom worden samengevat als het aantoonbaar beheersen van cumulatief systeemrisico, inclusief interacties, gemeenschappelijke afhankelijkheden en maatschappelijke weerbaarheid, binnen expliciet vastgestelde grenzen.

Wereldleiderschap in energietransitie en logistiek vereist wereldleiderschap in veiligheidsarchitectuur. Dat betekent expliciete normatieve keuzes, transparante risicoruimte, aantoonbare stresstesten en centrale systeemregie. De haven kan haar ambitie waarmaken door veiligheid gefaseerd te ontwikkelen: eerst technisch robuust, daarna integraal gecoördineerd en uiteindelijk generatief en adaptief begrensd.

Zo wordt veiligheid geen rem op ontwikkeling, maar de voorwaarde voor legitimiteit in een dichtbevolkte regio waar woningbouw, landbouw, industrie en logistiek samenkomen. Wereldklasse ambitie vraagt wereldklasse systeemveiligheid.

Integrale Transitiematrix

Fase	Doel	Kernactiviteiten	Verantwoordelijk	Resultaat	Indicatoren	Tijd
1. Versterkte basis (hardware & compliance)	Borging klassieke veiligheid	- Validatie modelaannames (incidentduur, zelfredzaamheid) - Actualiseren QRA incl. common cause scenario's - Inventarisatie cumulatieve volumes NH_3/H_2 - Analyse netafhankelijkheid	Provincie + DCMR + Havenbedrijf	Geactualiseerd risicobeeld	Aantal aangepaste aannames Transparantie-rapport	1–2 jaar
1.1 Leading indicators toevoegen	Van lagging naar vroegtijdige signalering	- Near miss registratie uniformeren - Barrier health	Bedrijven + Deltalinqs	Eerste leading dataset	Near miss ratio Overdue barrier tests	1–2 jaar

Fase	Doel	Kernactiviteiten	Verantwoordelijk	Resultaat	Indicatoren	Tijd
		monitoring (SIS/ESD beschikbaarheid) - SIMOPS registratie				
2. Integrale systeemcoördinatie	Cumulatie zichtbaar maken	- Haven breed veiligheidsrapport - Cumulatieve volumebovengrens definiëren - Domino-analyse op clusterniveau	Havenbedrijf + Provincie	Integraal systeembeeld	Jaarlijkse publicatie Cumulatie-index	2–4 jaar
2.1 Stress testing	Weerbaarheid toetsen	- Scenario volledige clusterstroomuitval - SIMOPS worst-case oefening - Multi-incident VRR oefening	VRR + Havenbedrijf	Systeemstress test-rapport	Oefenfrequentie Responstijd	2–4 jaar
2.2 Governance expliciteren	Uitkomstverantwoordelijkheid	- Veiligheidsdoel bestuurlijk vaststellen - Stopcriteria definiëren - Mandaat voor systeemregie	Provincie + Havenbedrijf + Rijk	Veiligheidscharter	Ondertekend convenant	2–4 jaar
3. Generatieve systeemveiligheid	Veiligheid als kernwaarde	- Veiligheidscultuur ladder haven breed - Open data dashboard (publieke samenvatting) - Onafhankelijke toetsing modelaannames	Alle partijen	Transparante veiligheidscultuur	SCL-maturity score Publieke rapportage	4–8 jaar
3.1 Adaptieve volumesturing	Dynamische risicobeheersing	- Jaarlijkse herijking volumelimiet - Groei gekoppeld aan robuustheidsindicatoren	Provincie + Havenbedrijf	Adaptief plafond	Volume vs. resilience-index	Doorlopend

18 — Waterstof en ammoniak als stresstest voor het veiligheidsmodel

De energietransitie introduceert nieuwe energiedragers in het haven- en industriecomplex. Waterstof en ammoniak worden op grote schaal gezien als dragers voor energie-import naar Noordwest-Europa. Daarmee verandert niet alleen de economische structuur van de haven, maar ook het veiligheidsprofiel van het gehele systeem.

Waar klassieke externe veiligheid vooral gericht was op afzonderlijke installaties, brengen deze nieuwe energieketens een ketenstructuur met zich mee: productie, transport, opslag, conversie en distributie. Het risico ontstaat daardoor niet alleen in één installatie, maar in de interactie tussen meerdere schakels.

Daarnaast zijn de volumes aanzienlijk groter dan bij veel traditionele chemische opslag. Ammoniaktanks van tientallen kiloton en schepen van vergelijkbare grootteorde betekenen dat incidenten niet alleen industriële gevolgen kunnen hebben, maar ook maatschappelijke impact op regionaal niveau.

Waterstof en ammoniak introduceren bovendien verschillende typen gevaren. Waterstof kent een explosief karakter met zeer lage ontstekingsenergie en brede explosiegrenzen. Ammoniak vormt juist een toxisch risico waarbij gaswolken zich over grotere afstanden kunnen verspreiden. De combinatie van deze stoffen in een verdicht industrieel cluster stelt nieuwe eisen aan het veiligheidsmodel.

De introductie van deze ketens vormt daarmee een **stresstest voor het bestaande veiligheidsstelsel**. Het systeem moet aantonen dat het niet alleen afzonderlijke installaties kan reguleren, maar ook de interactie tussen energiestromen, logistiek en ruimtelijke ontwikkeling kan beheersen.

19 — De systeemkeuze: spreiding van opslag of centrale import hub

Een fundamentele ontwerpvraag voor de toekomstige energie-infrastructuur van de haven is de ruimtelijke organisatie van opslag en distributie.

In hoofdlijnen bestaan twee modellen.

Model A – Verspreide opslag

In dit model ontstaan meerdere opslaglocaties:

- verschillende terminals in het havengebied
- opslag bij industriële gebruikers
- transport via binnenvaart of spoor naar het achterland.

Dit model sluit vaak aan bij marktstructuren waarin verschillende bedrijven eigen infrastructuur ontwikkelen.

Model B – Centrale importterminal

In dit model wordt de import geconcentreerd op één of enkele locaties aan de zeezijde van het havengebied, bijvoorbeeld op de Maasvlakte. Vanuit deze locatie worden energiedragers via pijpleidingen of conversie-installaties naar het achterland getransporteerd.

Historisch heeft de Rotterdamse haven bij grote bulkstromen vaak voor een dergelijke concentratie gekozen. Voorbeelden zijn de EMO-terminal voor kolen en ertsen en de MOT-terminal voor olie.

20 — Veiligheidskundige vergelijking van beide modellen

Vanuit systeemveiligheid kunnen beide modellen worden vergeleken.

Aantal risicobronnen

Verspreide opslag introduceert meerdere terminals, laadarmen en installaties. Elke installatie vormt een potentiële incidentbron. Een centrale terminal beperkt het aantal locaties waar grote volumes aanwezig zijn.

Transportintensiteit

Verspreide opslag leidt tot meer transport door het havengebied via scheepvaart, binnenvaart of spoor. Een centrale terminal kan transportstromen vereenvoudigen en het aantal overslagmomenten beperken.

Domino-effecten

Wanneer meerdere terminals dicht bij andere industriële installaties liggen, neemt de kans op domino-effecten toe. Concentratie op een locatie met ruime buffers kan dergelijke interacties beperken.

Crisisbeheersing

Voor hulpdiensten kan een geconcentreerde locatie eenvoudiger zijn te organiseren dan meerdere verspreide locaties. Specialistische voorzieningen en kennis kunnen dan op één plaats worden opgebouwd.

Afstand tot bevolking

Voor toxische stoffen speelt afstand tot woongebieden een belangrijke rol. Locaties aan de zeezijde van het havengebied bieden vaak grotere buffers richting bebouwing.

Samengevat kan concentratie in bepaalde situaties leiden tot **minder systeemcomplexiteit en beter beheersbare risico's**, terwijl spreiding vooral voordelen kan bieden vanuit marktstructuur en logistieke flexibiliteit.

21 — De belangenafweging: economie, bedrijven en veiligheid

De uiteindelijke keuze tussen spreiding en concentratie is niet uitsluitend technisch. Zij raakt verschillende belangen.

Bedrijfsbelangen

Bedrijven geven vaak de voorkeur aan eigen terminals en logistieke flexibiliteit. Dit kan leiden tot meerdere opslaglocaties.

Havenbelangen

Voor een havenautoriteit kan het aantrekkelijk zijn meerdere investeerders ruimte te bieden en concurrentie tussen terminals mogelijk te maken.

Economische belangen

Vanuit nationale energievoorziening kan schaal en infrastructuur robuustheid belangrijk zijn. Een centrale hub kan hierbij voordelen bieden.

Veiligheidsbelangen

Vanuit omgevingsveiligheid spelen andere factoren een rol: afstand tot bevolking, cumulatie van risico's, transportcomplexiteit en crisisbeheersbaarheid.

Hier ontstaat een bestuurlijke ontwerpvraag: **volgt de ruimtelijke structuur van energiestromen primair de markt, of wordt zij bewust ontworpen vanuit systeemveiligheid?**

Wanneer deze keuze impliciet ontstaat uit afzonderlijke projecten, kan het systeem geleidelijk complexer worden zonder dat de totale risicoruimte expliciet wordt vastgesteld.

22 — Blinde vlekken en impliciete aannames

Bij besluitvorming over nieuwe energieketens spelen vaak impliciete aannames een rol.

Veel analyses veronderstellen dat veiligheid per installatie voldoende waarborg biedt voor veiligheid van het geheel. In complexe industriële systemen is dit echter niet vanzelfsprekend. Interacties tussen installaties, transportstromen en infrastructuur kunnen nieuwe risico's creëren.

Ook wordt vaak aangenomen dat crisisbeheersing altijd effectief kan optreden. Bij grootschalige toxische emissies kan de operationele ruimte van hulpdiensten echter beperkt zijn.

Daarnaast wordt logistieke flexibiliteit vaak als vanzelfsprekend voordeel gezien, terwijl zij ook kan leiden tot meer transportbewegingen en grotere systeemcomplexiteit.

Het expliciet maken van deze aannames is essentieel voor een transparante bestuurlijke afweging over de toekomstige inrichting van het haven- en industriecomplex.

23 — Vergelijking Rotterdam en Antwerpen bij ammoniak- en waterstofstromen

De ontwikkeling van nieuwe energieketens zoals ammoniak en waterstof speelt zich niet alleen af in Rotterdam. Ook andere Europese havens bereiden zich voor op grootschalige import van deze energiedragers. In het bijzonder de haven van Antwerpen-Brugge wordt vaak genoemd als referentiepunt.

Het feit dat Nederlandse toezichthouders, waaronder DCMR, in Antwerpen zijn gaan kijken hoe men daar met ammoniak omgaat, benadrukt dat internationale vergelijking relevant is voor beleidsontwikkeling.

Hoewel beide havens sterke overeenkomsten vertonen – grote chemische clusters, intensieve logistiek en een centrale rol in de Europese energievoorziening – zijn er ook belangrijke verschillen in de manier waarop veiligheid en ruimtelijke inrichting worden benaderd.

Vergelijking van aanpak ammoniak en waterstof

Aspect	Rotterdam	Antwerpen-Brugge
Rol havenautoriteit	Inrichter van het havengebied, faciliteert projecten van bedrijven	Actieve coördinator binnen het chemische cluster
Opslagstructuur	Meerdere projectinitiatieven voor ammoniakopslag verspreid over haven	Sterke clustering binnen petrochemisch cluster
Benadering van risico	Sterk modelmatig (QRA, groepsrisico)	Sterk clustergericht met nadruk op interacties tussen bedrijven
Cumulatieve risicobenadering	Niet publiek integraal beschreven	Binnen chemische cluster nadrukkelijk onderwerp van samenwerking
Relatie industrie – overheid	Vergunningverlening en toezicht gescheiden per actor	Intensieve samenwerking tussen bedrijven, havenautoriteit en overheid
Ruimtelijke organisatie	Verspreid havengebied met meerdere industriële zones	Zeer geconcentreerde petrochemische cluster
Benadering nieuwe energiedragers	Project gedreven ontwikkeling van terminals	Integratie binnen bestaande chemische cluster
Veiligheidsregie op gebiedsniveau	Fragmentarisch verdeeld over meerdere instanties	Sterkere clustercoördinatie

Belangrijkste verschillen

1. Clustermodel versus projectmodel

De Antwerpse petrochemische industrie is extreem geconcentreerd in één groot cluster. Dit heeft geleid tot een sterke samenwerking tussen bedrijven en havenautoriteit op het gebied van veiligheid. Nieuwe activiteiten worden vaak geïntegreerd binnen deze bestaande structuur.

In Rotterdam ontwikkelt de haven zich historisch meer als een **uitgestrekt havengebied met verschillende industriële zones**. Nieuwe terminals en energiestromen ontstaan vaak als afzonderlijke projecten van verschillende bedrijven.

Dit verschil heeft gevolgen voor de manier waarop cumulatieve risico's worden beschouwd.

2. Samenwerking binnen het industriële cluster

In Antwerpen bestaat een lange traditie van samenwerking tussen bedrijven op het gebied van veiligheid, logistiek en infrastructuur. De hoge concentratie van petrochemische bedrijven heeft geleid tot gezamenlijke initiatieven rond:

- veiligheidssystemen
- noodplanning
- infrastructuur
- risicobeoordeling.

Hierdoor wordt veiligheid vaker besproken op **cluster- of gebiedsniveau**.

In Rotterdam is de samenwerking tussen bedrijven aanwezig, maar wordt veiligheid institutioneel vaker georganiseerd via afzonderlijke vergunningen en toezichthouders.

3. Ruimtelijke structuur van de haven

De ruimtelijke structuur van Antwerpen is compacter. De petrochemische industrie bevindt zich grotendeels in één groot cluster langs de Schelde.

Rotterdam daarentegen strekt zich uit over tientallen kilometers. Het havengebied omvat onder andere:

- Maasvlakte
- Europoort
- Botlek
- Pernis
- Waalhaven.

Deze spreiding maakt logistiek flexibel, maar vergroot ook de systeemcomplexiteit.

4. Betekenis voor ammoniak en waterstof

Nieuwe energiedragers zoals ammoniak en waterstof zullen in beide havens een belangrijke rol spelen.

De manier waarop deze stromen worden geïntegreerd in het bestaande systeem kan echter verschillen:

- In een sterk geconcentreerd cluster kunnen nieuwe installaties makkelijker worden geïntegreerd in bestaande veiligheidsstructuren.
- In een ruimtelijk verspreid havengebied moeten keuzes worden gemaakt over concentratie, transport en interacties tussen zones.

Hier ontstaat een belangrijke ontwerpvraag voor Rotterdam:

wordt de import van nieuwe energiedragers geconcentreerd in een beperkt aantal hubs, of verspreid over meerdere locaties?

Betekenis van de studiereis van DCMR

Het feit dat toezichthouders uit de Rotterdamse regio in Antwerpen zijn gaan kijken hoe ammoniak wordt behandeld, is daarom relevant. Het laat zien dat men zoekt naar internationale referenties voor het omgaan met nieuwe energiestromen.

Een dergelijke vergelijking kan helpen om vragen te beantwoorden zoals:

- hoe wordt clusterveiligheid georganiseerd?
- hoe worden cumulatieve risico's geanalyseerd?
- hoe worden bedrijven betrokken bij gezamenlijke veiligheidsprogramma's?

Internationale vergelijking maakt zichtbaar dat veiligheid niet alleen afhankelijk is van technische normen, maar ook van **institutionele samenwerking en ruimtelijke ontwerpkeuzes**.

Conclusie

Rotterdam en Antwerpen behoren tot de belangrijkste industriële havens van Europa. Beide havens staan voor vergelijkbare uitdagingen door de energietransitie en de introductie van nieuwe energiedragers.

De vergelijking laat zien dat de manier waarop veiligheid institutioneel wordt georganiseerd invloed heeft op de manier waarop nieuwe risico's worden beheerst. Waar Antwerpen sterk inzet op clustergerichte samenwerking, opereert Rotterdam meer binnen een stelsel van afzonderlijke vergunningen en toezichtstructuren.

Voor een haven die zich ontwikkelt tot energie hub met toenemende volumes gevaarlijke stoffen kan deze internationale vergelijking waardevolle inzichten bieden voor de verdere ontwikkeling van **integrale systeemveiligheid**.

24 — Waarom Antwerpen historisch sterker clusterveiligheid heeft ontwikkeld dan Rotterdam

De verschillen in veiligheidsbenadering tussen de havens van Antwerpen en Rotterdam zijn niet alleen het gevolg van actuele beleidskeuzes. Zij zijn ook historisch gegroeid. Industriële rampen, ruimtelijke structuur en institutionele ontwikkeling hebben ertoe geleid dat veiligheid in Antwerpen eerder als **cluster- en systeemvraagstuk** werd benaderd, terwijl Rotterdam zich langer ontwikkelde binnen een model van **vergunningverlening per inrichting**.

Industriële rampen als leerervaring

In Europa hebben enkele grote industriële rampen het veiligheidsdenken sterk beïnvloed. De explosie bij de BASF-fabriek in Oppau (Duitsland, 1921) en later de chemische ramp in Seveso (Italië, 1976) maakten duidelijk dat incidenten met gevaarlijke stoffen niet alleen bedrijfsrisico's zijn, maar ook maatschappelijke risico's.

Deze gebeurtenissen vormden uiteindelijk de basis voor de Europese Seveso-richtlijnen, die lidstaten verplichten tot strengere controle op bedrijven met gevaarlijke stoffen en tot ruimtelijke planning rond industriële installaties.

België heeft deze Europese regelgeving relatief vroeg geïntegreerd in een **gebiedsgerichte aanpak van industriële clusters**. De petrochemische industrie in Antwerpen groeide snel in de tweede helft van de twintigste eeuw en bereikte een uitzonderlijke concentratie van bedrijven. Hierdoor werd al vroeg duidelijk dat risico's niet alleen per bedrijf konden worden beoordeeld, maar ook op het niveau van het gehele cluster.

De ruimtelijke structuur van de Antwerpse haven

De Antwerpse haven heeft een relatief compacte ruimtelijke structuur langs de Schelde. Grote chemische bedrijven zoals BASF, Exxon Mobil, Total en Ineos bevinden zich in één sterk geconcentreerd gebied. Deze fysieke nabijheid creëert niet alleen economische voordelen, maar ook gedeelde veiligheidsuitdagingen.

Wanneer installaties dicht bij elkaar liggen, wordt samenwerking bijna onvermijdelijk. Bedrijven delen infrastructuur, pijpleidingen en logistieke voorzieningen. Een incident bij één bedrijf kan direct gevolgen hebben voor andere bedrijven in het cluster. Hierdoor ontstond in Antwerpen een sterke prikkel om veiligheid collectief te organiseren.

Bedrijven werken samen op het gebied van noodplanning, logistiek en risicobeoordeling. De havenautoriteit speelt daarbij een actieve rol als coördinator tussen industrie en overheid.

Rotterdam: een uitgestrekte havenstructuur

De Rotterdamse haven heeft zich historisch anders ontwikkeld. De haven strekt zich uit over een groot gebied langs de Nieuwe Waterweg en de Maasvlakte. Industriegebieden zoals Botlek, Europoort, Pernis en Maasvlakte liggen relatief ver uit elkaar.

Deze ruimtelijke spreiding heeft voordelen voor logistiek en flexibiliteit. Bedrijven kunnen zich op verschillende locaties vestigen en infrastructuur kan geleidelijk worden uitgebreid.

Tegelijkertijd betekent deze spreiding dat het gevoel van één geïntegreerd industrieel cluster minder sterk is dan in Antwerpen. Veiligheid werd daardoor institutioneel vaker benaderd via afzonderlijke vergunningen en toezichtstructuren per inrichting.

Institutionele ontwikkeling

In België heeft de havenautoriteit traditioneel een sterke rol gespeeld in de coördinatie van industriële activiteiten binnen het havengebied. Dit heeft bijgedragen aan een cultuur waarin veiligheid vaker wordt besproken op **cluster- of gebiedsniveau**.

In Nederland zijn verantwoordelijkheden sterker verdeeld over verschillende instanties:

- havenautoriteit als gebiedsontwikkelaar
- omgevingsdienst als toezichthouder
- provincie als normsteller

- veiligheidsregio als crisisorganisatie.

Deze institutionele fragmentatie is juridisch logisch, maar kan het lastiger maken om veiligheid op systeemniveau te organiseren.

Betekenis voor nieuwe energiedragers

De introductie van nieuwe energiedragers zoals ammoniak en waterstof brengt opnieuw de vraag naar voren hoe industriële clusters moeten worden ingericht.

Wanneer grote volumes toxische of explosieve stoffen worden geïmporteerd, opgeslagen en getransporteerd, kan veiligheid niet uitsluitend per installatie worden beoordeeld. Interacties tussen installaties, transportstromen en infrastructuur worden dan steeds belangrijker.

De ervaring van Antwerpen laat zien dat in sterk geconcentreerde chemische clusters veiligheid vaak vanzelf evolueert naar een **gebiedsgerichte aanpak**. Voor Rotterdam, met zijn uitgestrekte havenstructuur en verschillende industriële zones, betekent dit dat expliciete keuzes nodig zijn over concentratie van activiteiten, infrastructuur en systeemregie.

Conclusie

De verschillen tussen Antwerpen en Rotterdam zijn dus niet alleen beleidsmatig, maar ook historisch en ruimtelijk bepaald. Antwerpen ontwikkelde zich als compact petrochemisch cluster waarin samenwerking tussen bedrijven en overheid noodzakelijk werd om gezamenlijke risico’s te beheersen. Rotterdam groeide als een uitgestrekt havencomplex waarin veiligheid lange tijd kon worden georganiseerd via afzonderlijke vergunningen en sectorale toezichtstructuren.

De energietransitie en de introductie van nieuwe energiedragers brengen deze twee modellen dichter bij elkaar. Naarmate volumes toenemen en systemen complexer worden, groeit ook in Rotterdam de noodzaak om veiligheid niet alleen per inrichting te beoordelen, maar ook op het niveau van het **gehele industriële systeem**.

24 — Systeemfouten bij grote industriële rampen

De analyse van grote industriële rampen laat een consistent patroon zien. In de eerste fase van onderzoek wordt vaak gezocht naar een directe oorzaak: een defect onderdeel, een verkeerde handeling of een fout in de procedure. Naarmate onderzoeken verder verdiepen, blijkt echter dat dergelijke oorzaken zelden op zichzelf staan. Grote rampen blijken meestal het resultaat van een **samenloop van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren**.

Dit inzicht heeft geleid tot een verschuiving in het veiligheidsdenken: van het zoeken naar individuele fouten naar het begrijpen van **systeemfouten**. Moderne veiligheidswetenschappers zoals James Reason, Jens Rasmussen en Erik Hollnagel hebben laten zien dat complexe industriële systemen kwetsbaar kunnen worden wanneer meerdere kleine afwijkingen in het systeem samenkomen.

De verschuiving van fout naar systeem

Traditionele veiligheidsbenaderingen gingen ervan uit dat incidenten voornamelijk ontstaan door technische defecten of menselijke fouten. In dat perspectief ligt de oplossing vooral in betere techniek, strengere procedures of meer training.

Onderzoek naar grote rampen heeft echter aangetoond dat deze benadering vaak te beperkt is. De directe oorzaak van een incident is meestal slechts de laatste schakel in een lange keten van beslissingen, organisatorische ontwikkelingen en systeemveranderingen. Wanneer deze keten niet wordt herkend, bestaat het risico dat na een ramp slechts de laatste fout wordt gecorrigeerd, terwijl de onderliggende systeemzwakte blijft bestaan.

Het model van de “Swiss cheese”

Een bekend model dat deze samenhang zichtbaar maakt is het zogenoemde **Swiss cheese model** van James Reason. In dit model bestaat een systeem uit meerdere beschermingslagen: technische maatregelen, procedures, toezicht en organisatie.

Elke beschermings laag bevat echter kleine onvolkomenheden – vergelijkbaar met de gaten in een plak Zwitserse kaas. Zolang deze gaten niet op één lijn liggen, wordt een incident gestopt door een van de beschermingslagen. Wanneer de gaten echter toevallig uitlijnen, kan een fout zich door het hele systeem bewegen en uiteindelijk leiden tot een ramp.

Dit model maakt duidelijk dat grote ongevallen zelden het gevolg zijn van één fout. Zij ontstaan wanneer meerdere zwakke plekken in het systeem tegelijk actief worden.

De rol van organisatorische druk

Een andere belangrijke factor in systeemfouten is organisatorische druk. Industriële organisaties opereren altijd in een spanningsveld tussen veiligheid, productie en kosten. Onder invloed van concurrentie, tijdsdruk of economische omstandigheden kunnen veiligheidsmarges geleidelijk kleiner worden.

Jens Rasmussen beschreef dit proces als een **“drift toward danger”**. Organisaties bewegen zich langzaam richting de grenzen van veiligheid omdat kleine aanpassingen in procedures of ontwerp op korte termijn efficiënt lijken. Geen enkele individuele beslissing lijkt onveilig, maar het systeem als geheel verschuift geleidelijk naar een kwetsbaardere toestand.

Fragmentatie van verantwoordelijkheid

Een terugkerend patroon in rampanalyses is dat verantwoordelijkheid over meerdere organisaties is verdeeld. Bedrijven, toezichthouders, infrastructuurbeheerders en hulpdiensten hebben ieder een eigen rol, maar niemand heeft volledig overzicht over het totale systeem.

Wanneer risico’s ontstaan op de grensvlakken tussen organisaties kunnen signalen verloren gaan. Elk van de betrokken partijen kan formeel binnen zijn eigen verantwoordelijkheid correct handelen, terwijl het systeem als geheel toch onveilig wordt.

Dit fenomeen wordt vaak aangeduid als **organisatorische fragmentatie**.

Voorbeelden uit internationale rampanalyses

Veel bekende industriële rampen vertonen deze kenmerken van systeemfouten.

Bij de ramp op het boorplatform Deepwater Horizon in 2010 speelden technische fouten een rol, maar het onderzoek toonde ook problemen in besluitvorming, risicobeoordeling en communicatie tussen bedrijven.

De explosie in de raffinaderij van Texas City in 2005 werd veroorzaakt door een procesincident, maar bleek mede het gevolg van jarenlange organisatorische keuzes rond onderhoud, investeringen en veiligheidsmanagement.

Ook in andere rampen, zoals nucleaire incidenten en chemische ongevallen, bleek dat technische defecten vaak slechts het zichtbare eindpunt waren van een bredere systeemzwakte.

Betekenis voor industriële havens

Industriële havens vormen een typisch voorbeeld van complexe socio-technische systemen. Zij combineren:

- grootschalige opslag van gevaarlijke stoffen
- intensieve logistiek
- meerdere industriële sectoren
- verschillende bestuurlijke en toezichthoudende organisaties.

In zo'n systeem kunnen kleine afwijkingen zich over verschillende niveaus verspreiden: techniek, organisatie, infrastructuur en bestuur. Wanneer deze afwijkingen elkaar versterken, kan een incident ontstaan dat niet door één actor of één installatie kan worden verklaard.

Voor havenveiligheid betekent dit dat aandacht niet alleen moet uitgaan naar de veiligheid van afzonderlijke installaties, maar ook naar de **structuur en governance van het gehele systeem**.

Conclusie

De analyse van grote industriële rampen laat zien dat veiligheid niet uitsluitend afhankelijk is van techniek of procedures. Zij is het resultaat van de manier waarop complexe systemen zijn ontworpen, bestuurd en gemonitord.

Een veiligheidsbeleid dat uitsluitend gericht is op afzonderlijke installaties kan daardoor belangrijke systeemrisico's missen. Naarmate industriële clusters groeien en nieuwe energieketens worden toegevoegd, wordt het steeds belangrijker om veiligheid te benaderen als een **systeemvraagstuk**.

Voor grote havens betekent dit dat veiligheid niet alleen een technische of operationele kwestie is, maar ook een strategische vraag over ruimtelijke ordening, infrastructuur en bestuurlijke verantwoordelijkheid.

Conclusie

De analyse in dit document begon met een ogenschijnlijk eenvoudige vraag:
wie draagt uiteindelijk verantwoordelijkheid voor de totale omgevingsveiligheid van het Rotterdamse haven- en industriecomplex?

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat deze vraag niet kan worden beantwoord door één actor aan te wijzen die tekortschiet. Integendeel: het Havenbedrijf, DCMR, de provincie, gemeenten, de Veiligheidsregio en het Rijk handelen ieder binnen hun wettelijke taak zorgvuldig en professioneel. Vergunningverlening, toezicht, incidentregistratie en crisisvoorbereiding functioneren volgens de regels van het bestaande stelsel.

Juist daarin ligt echter de kern van het probleem.

Het veiligheidsstelsel van de Rotterdamse haven is opgebouwd als een **compliance-architectuur**: een systeem van vergunningen, normen en toezicht per inrichting of per bevoegd gezag. Dit model is effectief voor het beheersen van afzonderlijke risico's, maar biedt geen expliciete bestuurlijke regie over de **cumulatieve systeemveiligheid** van het geheel.

Tegelijkertijd verandert de aard van het haven- en industriecomplex ingrijpend. De energietransitie introduceert nieuwe energiedragers zoals waterstof en ammoniak, met andere risico-eigenschappen en grotere volumestromen. Industriële activiteiten worden sterker geclusterd, infrastructuren raken steeds meer met elkaar verbonden en de ruimtelijke druk door woningbouw in de regio neemt toe. Daarmee verschuift het veiligheidsvraagstuk van afzonderlijke installaties naar de **complexiteit van het totale systeem**.

Internationale vergelijking laat zien dat deze uitdaging niet uniek is. Havens als Antwerpen, Singapore en Houston ontwikkelen vormen van gebiedsgerichte of clustergerichte veiligheidsregie waarin cumulatie, infrastructuurafhankelijkheid en crisisbeheersing op systeemniveau worden beschouwd. In Rotterdam bestaat een dergelijk integraal veiligheidsbeeld voor de omgeving niet publiek en niet bestuurlijk vastgesteld.

De analyse van moderne veiligheidswetenschap en van grote industriële rampen bevestigt dat dit een wezenlijk aandachtspunt is. Grote ongevallen ontstaan zelden door één fout of één installatie. Zij ontstaan meestal door een samenloop van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren die zich in de loop der tijd opstapelen. Wanneer verantwoordelijkheden gefragmenteerd zijn en cumulatie impliciet blijft, kan het systeem robuust lijken zolang er geen incident plaatsvindt, terwijl latente kwetsbaarheden groeien.

De Rotterdamse haven bevindt zich precies in zo'n fase van groeiende systeemcomplexiteit. Economische ambitie, energietransitie en geopolitieke noodzaak vergroten de schaal en strategische betekenis van het gebied. Tegelijkertijd wordt de leefomgeving dichter bevolkt en neemt de maatschappelijke gevoeligheid voor risico's toe.

Daarmee wordt veiligheid niet langer uitsluitend een technische of juridische randvoorwaarde. Zij wordt een **bestuurlijke ontwerpvraag**.

Die ontwerpvraag luidt in essentie:

welke totale risicoruimte acht het bestuur aanvaardbaar voor een dichtbevolkte regio waarin een van de grootste industriële clusters van Europa zich verder ontwikkelt?

Zolang die vraag impliciet blijft, blijft ook de verantwoordelijkheid diffuus. Het systeem functioneert dan als een verzameling van goed uitgevoerde deelrollen, zonder expliciete regie over het geheel. In een omgeving waar volumestromen toenemen en interacties complexer worden, kan die bestuurlijke fragmentatie zelf een systeemrisico vormen.

Daarom is herziening van het veiligheidsbeleid noodzakelijk. Niet omdat het huidige stelsel onzorgvuldig is, maar omdat het is ontworpen voor een minder complex systeem dan het systeem dat zich nu ontwikkelt.

Een toekomstbestendig veiligheidsbeleid voor de Rotterdamse haven vraagt ten minste drie elementen:

Ten eerste: een integraal, publiek en periodiek veiligheidsbeeld van het gehele haven- en industriecomplex, waarin cumulatie van risico's, infrastructuurafhankelijkheden en trends in systeemdruk zichtbaar worden gemaakt.

Ten tweede: expliciete bestuurlijke keuzes over de totale risicoruimte van de regio, inclusief de relatie tussen industriële volumegroei, woningbouwontwikkeling en crisisbeheersingscapaciteit.

Ten derde: een vorm van systeemregie die boven de afzonderlijke vergunningen en bevoegdheden uitstijgt en die transparant verantwoording aflegt over de ontwikkeling van de omgevingsveiligheid.

Een haven die internationale economische excellentie nastreeft, kan veiligheid niet uitsluitend technisch organiseren. Zij moet veiligheid ook **bestuurlijk expliciet dragen**.

In een tijd van energietransitie, ruimtelijke verdichting en geopolitieke onzekerheid is aantoonbare systeemregie over omgevingsveiligheid geen luxe en geen bureaucratische toevoeging. Zij is een voorwaarde voor maatschappelijk vertrouwen en voor de legitimiteit van verdere ontwikkeling van het haven- en industriecomplex.

De vraag "Havenveiligheid 2050?" is daarom geen retorische titel. Zij is een uitnodiging aan bestuur en samenleving om de veiligheid van het grootste industriële cluster van Nederland expliciet, integraal en toekomstgericht te organiseren.

Slotbeschouwing

De Rotterdamse haven is uitgegroeid tot een van de grootste en meest complexe industriële systemen van Europa. Haar economische betekenis voor Nederland en voor de Europese energievoorziening is groot. Tegelijkertijd bevindt dit systeem zich in een fase van snelle transformatie. Nieuwe energiedragers, toenemende industriële clustering en ruimtelijke verdichting stellen hogere eisen aan de manier waarop veiligheid wordt georganiseerd.

Het bestaande veiligheidsstelsel heeft decennialang goed gefunctioneerd voor een haven die zich ontwikkelde rond olie, chemie en bulkstromen. De komende decennia zal echter moeten blijken of datzelfde stelsel ook voldoende robuust is voor een haven die zich ontwikkelt tot een grootschalige energie hub voor waterstof en ammoniak, met nog grotere volumestromen en sterkere systeemafhankelijkheden.

De vraag naar havenveiligheid in 2050 gaat daarom niet alleen over techniek, normen of vergunningen. Zij gaat over de vraag of bestuur en samenleving bereid zijn om de veiligheid van een complex industrieel systeem **bewust en integraal te ontwerpen**, in plaats van haar uitsluitend te laten ontstaan uit afzonderlijke projecten en procedures.

De toekomst van de Rotterdamse haven wordt uiteindelijk niet alleen bepaald door economische kansen of technologische innovaties. Zij wordt ook bepaald door het vermogen om veiligheid, ruimtelijke ordening en industriële ontwikkeling met elkaar in evenwicht te brengen.

De titel van deze studie – *Havenveiligheid 2050* – verwijst daarom niet naar een eindpunt, maar naar een keuze.
De keuze om veiligheid niet alleen als randvoorwaarde te zien, maar als een **dragend principe van de toekomstige havenontwikkeling**.

De kernvraag voor het bestuur

De analyse in deze studie leidt uiteindelijk tot één bestuurlijke vraag:

Wie draagt verantwoordelijkheid voor de totale omgevingsveiligheid van het Rotterdamse haven- en industriecomplex wanneer schaal, complexiteit en energiestromen verder toenemen?

Zolang veiligheid primair wordt beoordeeld per installatie, per vergunning en per bevoegd gezag, blijft deze verantwoordelijkheid verdeeld over meerdere organisaties.

De ontwikkeling van de haven richting een grootschalige energie hub vraagt echter om een aanvullende vraag:

welk totaal veiligheidsniveau acht het bestuur van de regio aanvaardbaar voor het grootste industriële cluster van Nederland?

Het expliciet beantwoorden van deze vraag is een noodzakelijke stap om de veiligheid van het haven- en industriecomplex ook op lange termijn bestuurlijk robuust te organiseren.

Bijlage 1. Verantwoordelijkheidsdiffusie bij een groot ammoniakincident

Wanneer in een complex industrieel systeem een ernstig incident plaatsvindt, bijvoorbeeld een grote ammoniaklekkage met tientallen doden en gewonden, blijkt vaak dat geen enkele betrokken organisatie zich verantwoordelijk acht voor het totale resultaat. Iedere actor verwijst naar zijn eigen taak en bevoegdheid. Dit verschijnsel is in de literatuur bekend als **diffusion of responsibility** of **fragmented governance**.

In het hypothetische scenario van een grote ammoniaklekkage in het havengebied zou het patroon van reacties voorspelbaar kunnen verlopen.

De eigenaar van de installatie, bijvoorbeeld een bedrijf als OCI, zal aangeven dat het bedrijf heeft voldaan aan alle wettelijke verplichtingen. Het veiligheidsrapport is opgesteld, de installatie voldoet aan de vergunning, inspecties zijn doorlopen en de technische normen zijn gevolgd. Vanuit het perspectief van het bedrijf is er dan geen sprake van nalatigheid: men heeft gedaan wat volgens de regelgeving vereist was.

Het Havenbedrijf zal zich beroepen op zijn rol als havenbeheerder en ruimtelijke ontwikkelaar. Het kan stellen dat de ruimtelijke inrichting van de haven voldoet aan de wettelijke risiconormen, bijvoorbeeld doordat kwetsbare functies buiten de plaatsgebonden risicocontour van 10−610^{-6}10−6 liggen. Daarmee wordt veiligheid geïnterpreteerd als een ruimtelijke normvraag, niet als een verantwoordelijkheid voor de beheersing van systeemrisico.

De milieudienst, in dit geval DCMR, zal aangeven dat de vergunningverlening zorgvuldig heeft plaatsgevonden en dat de wettelijke procedures zijn gevolgd. De risicoanalyse is uitgevoerd met het voorgeschreven rekenmodel en de installatie voldoet aan de normen die in de regelgeving zijn vastgelegd. Vanuit dit perspectief is de taak van het bevoegd gezag beperkt tot het correct toepassen van wet- en regelgeving.

De Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) zal erop wijzen dat zij in adviezen en scenarioanalyses heeft aangegeven dat bepaalde rampen moeilijk of niet beheersbaar zijn. De verantwoordelijkheid voor preventie en vergunningverlening ligt echter bij andere bestuursorganen. De veiligheidsregio is primair verantwoordelijk voor voorbereiding en crisisbestrijding, niet voor het bepalen van industriële volumes of locatiekeuzes.

De GGD kan verklaren dat alle beschikbare medische capaciteit is ingezet, maar dat de schaal van het incident groter was dan de beschikbare hulpverleningscapaciteit. Bij een toxische gaswolk kunnen ambulances bijvoorbeeld niet veilig opereren zonder gespecialiseerde beschermingsmiddelen. De medische respons is dan begrensd door praktische en veiligheidscondities.

Ook politie en andere hulpdiensten kunnen aangeven dat hun mogelijkheden beperkt waren. Zonder geschikte gasbescherming kan inzet in een toxische wolk niet plaatsvinden. Daardoor ontstaat een situatie waarin hulpverlening fysiek onmogelijk of extreem beperkt is.

Op nationaal niveau kan het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat stellen dat het wettelijke kader, de normstelling en de rekenmethoden zijn gebaseerd op adviezen van

deskundigen en dat de regelgeving volgens de bestaande wetenschappelijke inzichten is opgesteld. Onderzoeksinstituten zoals het RIVM kunnen bevestigen dat de modellen correct rekenen binnen de gestelde aannames.

Wanneer deze reacties naast elkaar worden gelegd ontstaat een herkenbaar patroon. Iedere actor heeft binnen zijn eigen rol correct gehandeld, maar **het systeem als geheel heeft gefaald**. Geen enkele partij heeft immers expliciet de verantwoordelijkheid gedragen voor de vraag of het totale systeem veilig genoeg was voor de omgeving.

Dit verschijnsel wordt in modern veiligheidsdenken gezien als een kenmerk van complexe socio-technische systemen. Denkers zoals **Jens Rasmussen, James Reason en Erik Hollnagel** hebben beschreven dat ongevallen vaak ontstaan wanneer druk, complexiteit en organisatorische fragmentatie leiden tot een geleidelijke verschuiving van veiligheidsgrenzen. Omdat elke actor binnen zijn eigen taakgebied blijft, wordt de totale systeemgrens nergens actief bewaakt.

In dergelijke systemen kan een paradox ontstaan:
iedereen handelt correct binnen zijn rol, maar het geheel is toch onveilig.

Voor burgers en omwonenden is dit echter moeilijk te accepteren. Vanuit hun perspectief bestaat er één werkelijkheid: een incident met slachtoffers heeft plaatsgevonden en niemand lijkt daarvoor verantwoordelijkheid te dragen. Het resultaat is verlies van vertrouwen in instituties en een gevoel dat het systeem geen eigenaar heeft.

Juist om die reden pleiten veel moderne veiligheidsbenaderingen voor een expliciete vorm van **systeemverantwoordelijkheid**. Dat betekent dat naast de bestaande taakverdeling ook duidelijk moet zijn wie verantwoordelijk is voor de vraag of het totale systeem — inclusief cumulatie van activiteiten, transportstromen en ruimtelijke ontwikkelingen — nog binnen een maatschappelijk aanvaardbare veiligheidsruimte opereert.

Zonder zo'n expliciete systeemregie ontstaat het risico dat verantwoordelijkheid verdeeld is over vele organisaties, maar dat de uitkomst uiteindelijk door niemand wordt gedragen.

De vraag is dus niet: *wie heeft een fout gemaakt?*

De vraag is: **wie bewaakt het totale systeemrisico van de haven?** Hieronder staat een **scherpe, analytische tabel** die precies laat zien wat er in zo'n situatie gebeurt: elke actor handelt binnen zijn formele taak, maar **niemand bewaakt het totale systeemrisico**. Dit maakt het mechanisme van het "weglopen van verantwoordelijkheid" zichtbaar zonder beschuldigend te worden.

Actor	Formele taak	Waarschijnlijke reactie na ernstig incident	Structurele lacune
Bedrijf (bijv. OCI)	Exploitatie installatie, naleving vergunning, interne veiligheidssystemen	"Wij voldoen aan alle vergunningseisen en veiligheidsnormen."	Bedrijf is verantwoordelijk voor de **installatie**, niet voor de veiligheid van het **haven-systeem als geheel**.
Havenbedrijf Rotterdam	Inrichting haven, uitgifte terreinen, logistieke en nautische regie	"Alle activiteiten liggen buiten de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour."	Risico wordt **ruimtelijk geïnterpreteerd**, niet als **cumulatief systeemrisico**

Actor	Formele taak	Waarschijnlijke reactie na ernstig incident	Structurele lacune
			van clusters en transportstromen.
DCMR (bevoegd gezag)	Vergunningverlening, toezicht, toepassing wettelijke modellen	"De vergunningprocedure is correct doorlopen en het wettelijke rekenmodel is toegepast."	Toetsing vindt plaats **per inrichting en per aanvraag**, niet op **integrale systeemveiligheid**.
Provincie Zuid-Holland	Beleidskader externe veiligheid, aanwijzing risicogebieden	"De regelgeving is gevolgd en het groepsrisico is volgens de richtlijnen beoordeeld."	Beleidskader richt zich op **normen en clustering**, niet op **maximale cumulatieve risicodichtheid van het systeem**.
VRR (Veiligheidsregio)	Rampenbestrijding, voorbereiding en advisering	"Wij hebben eerder aangegeven dat sommige scenario's moeilijk beheersbaar zijn."	VRR kan **waarschuwen**, maar heeft **geen beslissingsmacht over volumes, locaties of vergunningen**.
GGD	Bescherming volksgezondheid, medische respons	"Alle beschikbare ambulances en medische capaciteit zijn ingezet."	Gezondheidszorg reageert **na het incident**; zij bepaalt niet **hoe groot het risico vooraf mag zijn**.
Politie en hulpdiensten	Openbare orde, hulpverlening	"Inzet was beperkt door veiligheid van personeel (bijv. toxische wolk)."	Operationele capaciteit is **niet bepalend voor beleidskeuzes over risico**.
RIVM / modelontwikkelaars	Ontwikkeling en validatie rekenmodellen	"Het model rekent correct binnen de gekozen aannames."	Modellen bepalen **niet of de aannames realistisch of maatschappelijk aanvaardbaar zijn**.
Ministerie I&W / EZK	Wetgeving, normstelling, nationale energie- en industriepolitiek	"De normen en methoden zijn vastgesteld op basis van deskundig advies."	Wetgeving geeft **kaders**, maar bewaakt niet continu het **totale risico van één specifiek industrieel gebied**.
Gemeenten	Ruimtelijke ordening, bescherming inwoners	"Wij hebben gehandeld binnen de geldende veiligheidscontouren."	Gemeenten hebben **beperkte invloed op industriële volumes en nationale energie-infrastructuur**.

De tabel laat een typisch patroon zien van **functionele fragmentatie**:

- Iedere actor heeft **een legitieme taak**.
- Iedere actor kan **correct binnen zijn mandaat handelen**.
- Toch kan het **totale systeemrisico onbeheerd blijven**.

In systeemveiligheidstheorie wordt dit gezien als een **governance-probleem**:
het systeem heeft **taakverantwoordelijkheid**, maar geen **uitkomstverantwoordelijkheid**.

Of anders gezegd: Het systeem is zo georganiseerd dat iedereen verantwoordelijk is voor zijn deel, maar niemand voor het geheel.

Dat is precies de reden waarom moderne veiligheidsdenkers (zoals **Rasmussen, Reason, Hollnagel en Leveson**) pleiten voor **expliciete systeemregie** bij complexe infrastructuren zoals havens.

Een ernstig incident zou dus kunnen leiden tot een situatie waarin alle betrokken partijen aantonen dat zij binnen hun rol correct hebben gehandeld, terwijl tegelijkertijd zichtbaar wordt dat niemand expliciet verantwoordelijk was voor de veiligheid van het totale havensysteem.

Bijlage 2 Nederlandse industrie clusters

Overzicht van industriële clusters in Nederland en hun veiligheidsbenadering

Cluster	Kenmerken	Aantal Seveso/BRZO-bedrijven	Benadering van clusterveiligheid	Opmerkingen
Rotterdam / Rijnmond	Grootste petrochemische en energiehub van Europa. Haven, raffinage, chemie, energie-infrastructuur.	± 50–60	Veiligheidsanalyse primair per inrichting. Domino-effecten worden technisch meegenomen in QRA's, maar clusterbrede systeemanalyse is beperkt zichtbaar.	Zeer hoge systeemcomplexiteit door transport, energie, clustering en woningbouwdruk.
Chemelot (Limburg)	Groot geïntegreerd chemiecluster met centrale utilities en gedeelde infrastructuur.	± 10–15	Sterke clusterorganisatie (Sitech Services) met gezamenlijke veiligheidsvoorzieningen en centrale utilities.	Vaak genoemd als voorbeeld van geïntegreerd clusterbeheer.
Moerdijk	Chemie en logistiek cluster met opslag, distributie en industrie.	± 15	Na de Chemie-Pack brand is extra aandacht ontstaan voor clusterveiligheid en samenwerking tussen bedrijven en overheid.	Veiligheid sterk beïnvloed door lessons learned van incidenten.
Delfzijl / Eemshaven (Chemiepark Delfzijl)	Chemie, energie en waterstofontwikkelingen.	± 10	Bedrijven werken samen via clusterorganisaties en gezamenlijke infrastructuur.	Groeiende rol in waterstof en energie-infrastructuur.
Terneuzen / North Sea Port	Chemiecluster rond Dow en andere bedrijven.	± 10	Clusterveiligheid deels georganiseerd via industriële samenwerking en gezamenlijke infrastructuur.	Sterke internationale integratie met Vlaanderen.
Geleen / Brightlands Chemelot Campus	Chemie en materiaalindustrie, innovatiecluster.	± 10	Veiligheid deels geïntegreerd via Chemelot-siteorganisatie.	Innovatie- en onderzoeksfunctie naast industrie.

Is er coordinatie tussen deze clusters? Leren ze van elkaar? Bereiden zij zich voor op een toekomst met H2 en NH3?

Bijlage 3 Varianten

Integrale veiligheids- en ruimtelijke matrix ammoniakopslag

Aspect	Centrale opslag 60 kt tanks Maasvlakte	Centrale opslag 15 kt tanks Maasvlakte	Verspreide opslag 60 kt tanks havengebied	Verspreide opslag 15 kt tanks havengebied
Afstand tot woongebieden	**zeer groot**	**zeer groot**	klein	klein–middel
Blootstelling bevolking	laag	zeer laag	hoog	middel
Domino-risico industrie	laag	zeer laag	hoog	middel
Interactie met andere installaties	beperkt	zeer beperkt	groot	middel
Systeemcomplexiteit	laag	laag	hoog	hoog
Crisisbeheersbaarheid (VRR)	goed overzichtelijk	zeer goed	complex	complex
Effectgebied worst case	groot	middel	groot	middel
Aantal potentiële ramp-locaties	1	1	meerdere	meerdere
Transport in havengebied	pijpleiding	pijpleiding	lokaal transport	lokaal transport
Binnenvaart NH_3	alleen OCI Limburg	alleen OCI Limburg	mogelijk meerdere	mogelijk meerdere
Nautisch risico zeeschepen	laag	laag	middel	middel
Economische kosten	hoog	hoog	lager	lager
Ruimtelijke efficiëntie industrie	lager	lager	hoog	hoog
Verlies potentiële woningbouwruimte	**zeer beperkt**	**zeer beperkt**	**groot**	**middel-groot**
Druk op veiligheidscontouren rond steden	laag	laag	hoog	middel
ALO-perspectief gezondheid	**beste**	**beste**	slecht	matig

Land	Waarschijnlijk voorkeursmodel	Waarom
Duitsland	**Variant 2**: centrale opslag op afstand, liever met kleinere tanks	Duitsland weegt ruimtelijke scheiding, voorzorg en planologische inpassing relatief zwaar. Bij een haven als Hamburg zou de combinatie van dichtbevolkt stedelijk gebied en sterke planologische traditie

Land	Waarschijnlijk voorkeursmodel	Waarom
		waarschijnlijk duwen richting **centrale, perifere opslag** en eerder **middelgrote dan zeer grote tanks**.
Engeland	**Variant 1 of 2**, maar duidelijk **centraal op afstand**	Het VK werkt sterk met **Hazardous Substances Consent** en HSE-advies via vaste consultatiezones rond risicovolle installaties. Dat systeem stuurt krachtig op **afstand tot kwetsbare functies**. Daardoor zou verspreide opslag nabij woningen bestuurlijk moeilijker verdedigbaar zijn. De keuze tussen 60 kt en 15 kt hangt dan vooral af van beschikbare kustlocaties en economische afweging, maar **centralisatie** ligt het meest voor de hand.
Verenigde Staten	**Variant 3**, of anders **Variant 1** op een grootschalige greenfieldlocatie	In de VS ligt de nadruk federale-veiligheidsrechtelijk sterk op **facility safety** (RMP) en op transport/pipeline safety, minder op een nationaal uniform land-use-planningsregime rond chemische installaties. Daardoor is het systeem gevoeliger voor **marktlogica en bestaande industriële clustering**. In een haven als Houston/Texas City is het daarom waarschijnlijker dat men kiest voor **grote, verspreide opslag in bestaande industriële zones**, tenzij een zeer grote centrale terminal economisch aantrekkelijk is.
Zweden	**Variant 2**: centrale opslag op afstand, kleinere tanks	Zweden heeft een sterk risicobewust bestuursmodel waarin **risk and vulnerability analyses**, kritieke infrastructuur en de koppeling tussen risico en fysieke planning zwaar wegen. In een haven als Göteborg, met veel nadruk op duurzaamheid en planologische afweging, zou verspreide opslag nabij woningen minder voor de hand liggen. Ook hier zou ik verwachten dat men eerder kiest voor **centrale ligging en kleinere eenheden**.

De **hoofdlijn** is dus scherp:
Duitsland, Engeland en Zweden zouden naar alle waarschijnlijkheid eerder uitkomen op een **centrale opslaglocatie op afstand van woongebieden**, terwijl de **VS** eerder geneigd is om bestaande industriële clusters en marktlogica te benutten, dus sneller richting **verspreide opslag** of zeer grote centrale terminals te gaan.

Daaronder zit een tweede verschil, namelijk de keuze tussen **60.000 ton tanks** en **15.000 ton tanks**. Ook daar zie ik een cultuurverschil. In landen waar **voorzorg, ruimtelijke ordening en publieke acceptatie** zwaar wegen, schuift de voorkeur eerder naar **15.000 ton tanks**: kleinere worst-case scenario's, kleinere effectgebieden en bestuurlijk beter uitlegbaar. In systemen waar **economische schaalvoordelen** zwaarder tellen, wordt sneller gekozen voor **60.000 ton tanks**. Dat maakt dat Duitsland en Zweden waarschijnlijk eerder naar **variant 2** bewegen, Engeland ergens tussen **variant 1 en 2**, en de VS eerder naar **variant 1 of 3**, afhankelijk van grondbeschikbaarheid en commerciële logica.

Als ik dit nog iets scherper vertaal naar uw matrix, dan is de **weging per land** ongeveer zo:

- **Duitsland:** gezondheid, afstand, planologische robuustheid, bestuurlijke uitlegbaarheid.
- **Engeland:** afstand tot kwetsbare functies, HSE-zones, juridisch verdedigbare siting.
- **USA:** economie, bestaande industriële footprint, facility compliance, logistieke efficiëntie.
- **Zweden:** voorzorg, kwetsbaarheid van omgeving, fysieke planning, bestuurlijke weerbaarheid.

Daarmee wordt ook zichtbaar waarom de Nederlandse discussie zo lastig is. Nederland probeert tegelijk:

- de **Engelse/Germaanse veiligheidslogica** van contouren en planologie te behouden,
- maar ook de **Amerikaanse/Gulf Coast-logica** van inbreiding en industriële efficiëntie te volgen,
- in een van de **dichtstbevolkte delta's van Europa**.

Dat wringt. Als dezelfde vier varianten in Duitsland, Engeland, de Verenigde Staten en Zweden zouden worden afgewogen, dan zouden Duitsland, Engeland en Zweden waarschijnlijk kiezen voor centrale opslag op afstand van woongebieden, terwijl de Verenigde Staten eerder geneigd zouden zijn bestaande industriële clusters te benutten. Het onderscheid wordt bepaald door de vraag of gezondheid en ruimtelijke voorzorg zwaarder wegen dan economische schaalvoordelen en inbreiding.

Bijlage 4 Het bestuurlijk proces

Verandering bestuurlijk landschap

In het Nederlandse stelsel van externe veiligheid is het institutionele “nee” geleidelijk verdwenen door decentralisatie van ruimtelijke besluitvorming, de verschuiving naar modelmatige risicotoetsing en de verdeling van verantwoordelijkheden over meerdere organisaties. Hierdoor kan elke actor binnen zijn mandaat correct handelen, terwijl er geen expliciete instantie bestaat die de cumulatieve omgevingsveiligheid van het systeem als geheel begrenst.

Het Nederlandse bestuurssysteem is sterk gegroeid in samenwerking, uitvoering en modelmatige besluitvorming. Tegelijkertijd is de institutionele capaciteit om cumulatieve risico’s expliciet te begrenzen minder ontwikkeld. Hierdoor ontstaat een systeem dat goed in staat is ontwikkelingen te organiseren, maar minder duidelijk aangeeft waar de grens ligt.

Cultuur	Kernmechanisme	Sterke punt	Risico
Angelsaksisch	aansprakelijkheid	duidelijke verantwoordelijkheid	juridisering
Continentaal	norm en voorzorg	duidelijke grenzen	bureaucratie
Nederlands	consensus en modellering	samenwerking	diffuse verantwoordelijkheid

Drie veiligheidsmodellen in complexe industriële systemen

Kenmerk	Angelsaksisch model	Continentaal Europees model	Nederlands poldermodel
Kernlogica	Aansprakelijkheid en onafhankelijke controle	Normatieve bescherming en voorzorg	Consensus, modellering en bestuurlijke afweging
Wie bepaalt de grens?	Onafhankelijke veiligheidsautoriteit of rechter	Wetgever en ruimtelijke ordening	Overleg tussen overheid, bedrijven en adviseurs
Stopmechanisme (“institutioneel nee”)	Toezichthouder kan installatie stilleggen	Wet of afstandsnorm verhindert ontwikkeling	Alleen wanneer modelnorm wordt overschreden
Rol van modellen	Ondersteunend bewijs	Ondersteunend instrument	Vaak doorslaggevend voor besluitvorming
Rol van aansprakelijkheid	Zeer groot (civiel en strafrecht)	Beperkter	Beperkt
Rol van ruimtelijke ordening	Minder dominant	Zeer dominant	Gemengd
Bestuurlijke structuur	Sterke onafhankelijke autoriteiten	Sterke nationale regels	Gefragmenteerde verantwoordelijkheden
Voordeel	Duidelijke verantwoordelijkheid	Sterke bescherming van omwonenden	Flexibel en pragmatisch
Risico	Juridisering	Bureaucratie	Diffuse verantwoordelijkheid

Moreel leiderschap

De analyse laat zien dat het veiligheidsvraagstuk niet wordt genegeerd door individuele nalatigheid, maar door institutionele fragmentatie. Iedere actor handelt binnen zijn mandaat zorgvuldig, maar niemand heeft expliciet de verantwoordelijkheid voor het geheel. Daardoor

ontstaat een systeem waarin het signaleren van structurele tekortkomingen voor individuele professionals een groter persoonlijk risico vormt dan het handhaven van bestaande aannames.

Bevoegdheid om nee te zeggen

Analyse van complexe risicosystemen laat zien dat veiligheid niet alleen afhankelijk is van techniek en regelgeving, maar ook van het bestaan van een institutioneel geaccepteerd “nee”. Wanneer verantwoordelijkheden gefragmenteerd zijn en economische en politieke belangen zwaar wegen, ontstaat een situatie waarin niemand de bevoegdheid of het mandaat heeft om het proces te stoppen. Het ontbreken van zo’n veto-functie vormt zelf een systeemrisico.

Normalisering

Analyse van grote industriële rampen laat zien dat de onderliggende risico’s vaak al tien tot twintig jaar bekend zijn voordat een incident plaatsvindt. Signalen ontstaan vroeg, verspreid over organisaties, geleidelijk genormaliseerd binnen organisaties en werden vervolgens niet vertaald in systeemcorrectie omdat verantwoordelijkheden gefragmenteerd waren en het veranderen van bestaande aannames organisatorisch en politiek risico met zich meebracht.

Verschil buitenland

In veel landen is een institutioneel “nee” georganiseerd via ruimtelijke planning of een onafhankelijke veiligheidsautoriteit. In het Nederlandse stelsel is de verantwoordelijkheid verdeeld over meerdere actoren, waardoor een expliciete veto-functie voor cumulatieve omgevingsveiligheid ontbreekt. Hierdoor kan het systeem zich ontwikkelen zonder dat één actor bevoegd is om het geheel te begrenzen.

Bijlage 5 Waar kan het proces falen?

Kwetsbare schakels in model gestuurde veiligheidsbesluitvorming

Wanneer risicobesluitvorming in belangrijke mate steunt op modellering, ontstaat een keten van aannames en keuzes waarin op meerdere punten fouten of vertekeningen kunnen ontstaan. Veiligheid wordt dan niet alleen bepaald door techniek of regelgeving, maar ook door de kwaliteit van het besluitvormingsproces zelf.

De eerste stap is de **beschrijving van de omgeving**. Om een betrouwbaar risicomodel te kunnen bouwen moet de fysieke en operationele context volledig en correct worden weergegeven. Dit betreft onder meer de aanwezigheid van installaties, opslagvolumes, transportstromen, nabijgelegen woongebieden, infrastructuur en kwetsbare functies zoals landbouw of glastuinbouw. Wanneer deze context onvolledig wordt beschreven, bijvoorbeeld doordat cumulatie van activiteiten of gelijktijdige operaties onvoldoende worden meegenomen, ontstaat een vertekend uitgangspunt voor de verdere analyse.

De tweede stap betreft de **kwaliteit van incidentdata**. Risicomodellen zijn afhankelijk van historische gegevens over incidentfrequenties, technische storingen en externe factoren zoals weersomstandigheden. Wanneer deze gegevens onvolledig zijn, selectief worden gebruikt of onvoldoende representatief zijn voor nieuwe technologieën of schaalvergroting, kan de berekende kans op incidenten structureel worden onderschat.

De derde stap is de **geschiktheid van het model zelf**. Elk model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Daarom moet expliciet worden vastgesteld of een bepaald type incident of systeemcomplexiteit wel adequaat met het gekozen model kan worden beschreven. Complexe interacties, domino-effecten, gemeenschappelijke afhankelijkheden (zoals elektriciteitsvoorziening) en gelijktijdige operaties kunnen buiten het bereik van standaardmodellen vallen. Wanneer dergelijke systeeminteracties niet worden gemodelleerd, ontstaat een schijn van precisie.

De vierde stap betreft de **kwaliteit van de modelinput**. Zelfs wanneer een model geschikt is, kunnen fouten ontstaan wanneer de ingevoerde parameters niet overeenkomen met de feitelijke situatie. Voorbeelden zijn aannames over opslagvolumes, lekdebieten, meteorologische omstandigheden, noodmaatregelen of incidentduur. Kleine afwijkingen in invoerparameters kunnen grote gevolgen hebben voor de berekende risicocontouren.

Risicomodellen bevatten noodzakelijkerwijs aannames over scenario’s, frequenties en effectafstanden. Wanneer deze modellen worden opgesteld in opdracht van een initiatiefnemer en primair worden gebruikt om normconformiteit aan te tonen, bestaat het risico dat aannames systematisch richting gunstige uitkomsten bewegen. Dit hoeft geen bewuste manipulatie te zijn; het kan ook het gevolg zijn van modelcomplexiteit, interpretatie van literatuur of impliciete druk om binnen de norm te blijven

De vijfde stap is de **validatie van het modelgebruik**. Hier moet expliciet worden beoordeeld of het model in staat is het relevante veiligheidsvraagstuk te beschrijven. Dit betekent dat niet alleen de berekeningen zelf worden gecontroleerd, maar ook dat wordt nagegaan of

belangrijke risico's buiten het model blijven. In complexe systemen is deze validatiestap essentieel, maar in de praktijk vaak impliciet of beperkt uitgevoerd.

De zesde stap betreft de **interpretatie van de modeluitkomsten**. Modellen leveren numerieke resultaten, maar de betekenis daarvan vraagt bestuurlijke en veiligheidskundige interpretatie. Risicocontouren en kansberekeningen kunnen een gevoel van zekerheid geven, terwijl zij in werkelijkheid afhankelijk zijn van aannames en onzekerheden. Wanneer onzekerheden onvoldoende worden benoemd of gecommuniceerd, kan een modeluitkomst worden geïnterpreteerd als een objectieve waarheid. Naast aantal dodelijke slachtoffers moet ook nog zaken, als reputatie, verstoring logistiek, schade aan milieu, water, landbouwgewassen en kassen en blijvend zieken worden beoordeeld.

De zevende stap is de **vaststelling van grenswaarden en normen**. Zelfs wanneer de berekeningen correct zijn, blijft de vraag welke mate van risico maatschappelijk aanvaardbaar is. Normen zoals het plaatsgebonden risico of groepsrisico zijn uiteindelijk politieke en normatieve keuzes. Wanneer deze normen impliciet blijven of niet aansluiten bij maatschappelijke verwachtingen, ontstaat een spanningsveld tussen technische berekening en maatschappelijke acceptatie.

De achtste stap betreft de **bestuurlijke afweging tussen veiligheid en andere belangen**. Veiligheidsbesluitvorming staat nooit op zichzelf. Zij wordt afgewogen tegen economische ontwikkeling, werkgelegenheid, energietransitie en woningbouw. Wanneer deze afweging plaatsvindt zonder een expliciete maatlat voor cumulatieve veiligheid, kan het gebeuren dat afzonderlijke besluiten elk verdedigbaar zijn, maar gezamenlijk leiden tot een toename van systeemrisico.

De negende stap is de **systeemgrens van besluitvorming**. In een gefragmenteerd bestuurlijk stelsel zijn verantwoordelijkheden verdeeld over meerdere organisaties. Bedrijven, vergunningverleners, toezichthouders, veiligheidsregio's en beleidsmakers handelen ieder binnen hun eigen mandaat. Wanneer er geen actor is die expliciet verantwoordelijk is voor de cumulatieve veiligheid van het systeem als geheel, ontbreekt een mechanisme dat het proces kan stoppen wanneer de totale risicodruk te groot wordt.

Het gevolg is dat een systeem kan ontstaan waarin iedere stap afzonderlijk zorgvuldig wordt uitgevoerd, terwijl de totale uitkomst toch leidt tot een verhoogd systeemrisico. Veiligheidskundig gezien ontstaat daarmee een paradox: het systeem functioneert volgens de regels, maar het vermogen om grenzen te stellen ontbreekt.

Dit verschijnsel is in de literatuur over grote industriële rampen bekend als **normalisering van risico**. Risico's worden geleidelijk onderdeel van de dagelijkse praktijk, signalen worden verspreid over verschillende organisaties en bestaande aannames blijven in stand omdat het ter discussie stellen daarvan organisatorisch en politiek risico met zich meebrengt.

Daarom is het bestaan van een institutioneel geaccepteerd **"nee"** essentieel voor de veiligheid van complexe systemen. Zonder een expliciete veto-functie kan een systeem zich blijven ontwikkelen totdat een incident de onderliggende structurele kwetsbaarheden zichtbaar maakt.

Bijlage 6 De volledige veiligheidsketen in complexe industriële systemen

Fase 1 – Probleem en systeemafbakening

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
1	Probleemdefinitie	Wat is het veiligheidsvraagstuk?	Probleem te smal formuleren
2	Systeemgrens bepalen	Welke installaties, transporten en interacties horen erbij	Alleen individuele inrichting bekijken
3	Omgevingsanalyse	Bevolking, landbouw, infrastructuur, klimaat	Kwetsbare functies ontbreken
4	Scenario-identificatie	Alle mogelijke incidenttypen bepalen	Domino- en cascadescenario's ontbreken

Fase 2 – Kennisbasis

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
5	Incidentdata verzamelen	Historische ongevallen en storingen	Data onvolledig of verouderd
6	Technische systeemkennis	Inzicht in installaties en processen	Nieuwe technologie onvoldoende begrepen
7	Externe factoren	Weer, infrastructuur, energievoorziening	Gemeenschappelijke afhankelijkheden ontbreken

Fase 3 – Modellering

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
8	Modelselectie	Geschikt model kiezen	Model kan systeeminteracties niet beschrijven
9	Modelstructuur	Juist fysisch en statistisch model	Vereenvoudigingen te groot
10	Inputparameters	Realistische invoer	Optimistische aannames
11	Modelvalidatie	Onafhankelijke toets of model geschikt is	Validatie ontbreekt
12	Onzekerheidsanalyse	Effect van onzekerheden bepalen	Onzekerheden genegeerd

Fase 4 – Interpretatie

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
13	Resultaatinterpretatie	Modeluitkomst correct duiden	Model wordt absolute waarheid
14	Risicocommunicatie	Onzekerheden transparant maken	Complexiteit wordt versimpeld

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
15	Normstelling	Vaststellen wat acceptabel risico is	Normen impliciet of historisch

Fase 5 – Bestuurlijke besluitvorming

Stap	Proces	Wat hier moet gebeuren	Typische fout
16	Belangenafweging	Veiligheid, economie, energie, woningbouw	Geen expliciete maatlat
17	Besluitvorming	Heldere bestuurlijke keuze	Verantwoordelijkheid diffuus
18	Systeemgrens / veto	Actor die totale risico begrenst	Niemand kan “stop” zeggen

Wat de veiligheidswetenschap hieruit leert

Grote industriële rampen ontstaan meestal niet door één fout, maar door **een reeks kleine verschuivingen in deze keten**.

Typische patronen zijn:

1. Onzichtbare cumulatie. Iedere stap lijkt acceptabel, maar het totaal wordt riskant.
2. Modeldominantie. Modelresultaten krijgen meer gewicht dan onzekerheden.
3. Diffuse verantwoordelijkheid. Iedere actor heeft een taak, maar niemand bewaakt het geheel.
4. Normalisering van afwijkingen. Onzekerheden worden geleidelijk geaccepteerd.

Bijlage 7 Waar een model beïnvloed kan worden

In een QRA-achtige studie of risicomodel zitten meerdere stappen waarin keuzes worden gemaakt.

Stap	Mogelijke beïnvloeding
Scenarioselectie	bepaalde scenario's wel of niet meenemen
Incidentfrequentie	gebruik van lagere frequenties uit literatuur
Lekgrootte	aannemen van kleinere lekken
Meteorologische data	kiezen van gunstigere weerstatistiek
Effectmodellen	model kiezen dat kleinere effectafstand geeft
Incidentduur	aannemen dat lekkage snel wordt gestopt
Mitigerende maatregelen	aannemen dat systemen altijd werken
Populatiedata	vereenvoudigen van bevolkingsdichtheid, kwetsbare groepen oplossen
Aggregatie	cumulatie van risico's niet meenemen

Geen van deze keuzes is per definitie fout.
Maar **de combinatie kan de uitkomst aanzienlijk beïnvloeden**.

Waarom dit structureel kan gebeuren

1. Opdrachtrelatie

Het ingenieursbureau wordt betaald door de initiatiefnemer. Daardoor ontstaat een natuurlijke druk om: aannames te kiezen die het project mogelijk maken en binnen de norm te blijven. Dit wordt in de literatuur wel **client bias** genoemd. Want de vervolg opdracht is er afhankelijk van.

2. Modelcomplexiteit

Modellen bevatten veel parameters. Daardoor is het mogelijk om aannames te variëren en onzekerheden anders te interpreteren. Voor een buitenstaander is het vaak moeilijk te zien **welke aannames doorslaggevend zijn**.

3. Normgedreven analyse

Wanneer het doel impliciet wordt om onder de norm blijven, dan ontstaat de neiging om aannames te kiezen die dat mogelijk maken. Dit heet soms **regulatory gaming**.

Hoe dit normaal gesproken wordt voorkomen

In robuuste veiligheidssystemen worden verschillende correctiemechanismen gebruikt.

- onafhankelijke verificatie door een tweede bureau controleert de studie

- gevoeligheidsanalyse om laten zien hoe de uitkomst verandert bij andere aannames
- scenarioanalyse met worst-case scenario's die expliciet doorrekenen
- transparantie van inputdata waarbij alle parameters openbaar gemaakt worden
- onafhankelijke veiligheidsautoriteit die niet bij het project betrokken is, controleert.

Signalen dat een model mogelijk te gunstig is

Er zijn een aantal typische indicatoren waar onderzoekers op letten.

- effectafstanden liggen opvallend dicht bij normgrenzen
- mitigerende maatregelen worden altijd als succesvol aangenomen
- incidentduur wordt kort aangenomen
- domino-effecten ontbreken
- cumulatie wordt niet meegenomen
- onzekerheidsanalyse ontbreekt.

Vijf klassieke manieren waarop risicomodellen gunstiger kunnen uitvallen

Nr.	Mechanisme	Wat er gebeurt	Effect op uitkomst
1	**Scenario-selectie**	Alleen de meest waarschijnlijke scenario's worden doorgerekend; complexe of samengestelde scenario's (domino, common-cause, langdurige lekkage) blijven buiten beeld	Risico wordt smaller gedefinieerd
2	**Optimistische parameters**	Lekdebieten, incidentduur, detectietijd en herstel worden relatief gunstig gekozen	Effectafstand en impact worden kleiner
3	**Succes van barrières veronderstellen**	Veiligheidssystemen (afsluiters, detectie, noodmaatregelen) worden als vrijwel altijd effectief aangenomen	Incidentkans en gevolgen nemen af
4	**Beperkte cumulatieanalyse**	Interacties tussen installaties, transport en gelijktijdige operaties worden niet of slechts gedeeltelijk meegenomen	Systeemrisico blijft verborgen
5	**Selectieve presentatie van resultaten**	De centrale berekening wordt gepresenteerd zonder uitgebreide gevoeligheidsanalyse of bandbreedte	Onzekerheden verdwijnen uit de besluitvorming

Risicomodellen bevatten onvermijdelijk aannames en parameterkeuzes. Wanneer deze modellen worden gebruikt om normconformiteit aan te tonen, kan een combinatie van scenarioselectie, optimistische parameters, aannames over barrières, beperkte cumulatieanalyse en selectieve presentatie van resultaten leiden tot uitkomsten die gunstiger zijn dan het werkelijke systeemrisico. Transparantie over aannames en onafhankelijke verificatie zijn daarom essentieel.

Bijlage 8 Veiligheidsketen-matrix voor grote industriële systemen

Fase	Actoren	Mogelijke fouten	Veiligheidsbarrières	Type fout
1 Probleemdefinitie	overheid, havenbedrijf	economische druk bepaalt scope	strategische veiligheidsvisie	bestuurlijk
2 Conceptontwerp	bedrijf, consultants	verkeerde locatiekeuze	ruimtelijke veiligheidsnorm	systeem
3 Risicomodellering	ingenieursbureau	selectieve scenario's	modelvalidatie	technisch
4 QRA-analyse	adviesbureau	gunstige parameters	onafhankelijke review	model
5 Vergunningaanvraag	bedrijf	onvolledige informatie	transparantieplicht	juridisch
6 Vergunningbeoordeling	DCMR / provincie	te veel vertrouwen in model	second opinion	bestuurlijk
7 Politieke afweging	gemeente / provincie / rijk	economie > veiligheid	expliciete normatieve afweging	politiek
8 Detailontwerp	ingenieursbureau	onvoldoende veiligheidsmarges	ontwerpstandaarden	technisch
9 Bouwfase	aannemers	materiaalafwijkingen	inspectie	technisch
10 Testfase	bedrijf	incomplete tests	onafhankelijke commissioning	organisatorisch
11 Operationele fase	bedrijf	procedurefouten	training	menselijk
12 Onderhoud	bedrijf	uitgesteld onderhoud	inspecties	organisatorisch
13 Detectie	sensoren	defecte sensoren	redundante detectie	technisch
14 Eerste respons	operators	verkeerde diagnose	noodprocedures	menselijk
15 Escalatiebeheersing	bedrijf / brandweer	falende noodsystemen	veiligheidsbarrières	technisch
16 Crisisbeheersing	veiligheidsregio	capaciteit tekort	rampenplannen	organisatorisch
17 Evacuatie	overheid	slechte communicatie	alarmsystemen	bestuurlijk
18 Geneeskundige hulp	ziekenhuizen	triageproblemen	GHOR-organisatie	medisch
19 Milieubeheer	overheid	verkeerde inschatting verspreiding	monitoring	technisch
20 Schadeafhandeling	overheid / verzekeraars	aansprakelijkheid onduidelijk	schadefonds	juridisch

Bijlage 9 Maatschappelijke ontwikkeling

In complexe industriële regio's ontstaat regelmatig een bestuurlijke spanning tussen kortetermijnbelangen van de meerderheid en lange termijn risico's voor een kleinere groep mensen. Economische ontwikkeling, werkgelegenheid, energietransitie en woningbouw worden in het publieke debat vaak gepresenteerd als doelen die het algemeen belang dienen. Deze belangen zijn zichtbaar, direct voelbaar en politiek urgent. Daartegenover staan risico's voor gezondheid en veiligheid die zich mogelijk pas op langere termijn manifesteren en die vaak slechts een beperkte groep omwonenden rechtstreeks raken. In bestuurlijke besluitvorming kan daardoor de neiging ontstaan om het collectieve voordeel op korte termijn zwaarder te laten wegen dan de mogelijke nadelige gevolgen voor een minderheid op langere termijn.

Juist in een democratische rechtsstaat behoort echter het omgekeerde uitgangspunt te gelden. Democratie betekent niet uitsluitend dat de meerderheid beslist, maar ook dat de meerderheid verantwoordelijkheid draagt voor de bescherming van minderheden. De legitimiteit van democratische besluitvorming berust immers op het principe dat de rechten, gezondheid en veiligheid van burgers niet afhankelijk mogen zijn van hun aantal, hun economische betekenis of hun politieke invloed. Wanneer risico's structureel worden afgewenteld op een kleinere groep inwoners of op toekomstige generaties, komt daarmee de morele basis van democratische besluitvorming zelf onder druk te staan.

In de praktijk blijkt dat deze afweging zelden expliciet wordt gemaakt. Economische belangen, woningbouwopgaven en strategische energieprojecten worden zichtbaar en concreet gewogen, terwijl gezondheids- en veiligheidsrisico's voornamelijk worden beoordeeld via procedures, modellen en vergunning kaders. Daardoor kan de indruk ontstaan dat veiligheid volledig is geborgd zolang aan de formele normen wordt voldaan. Wat echter ontbreekt, is een expliciete maatschappelijke maatlat voor de vraag hoeveel cumulatief risico voor gezondheid en veiligheid aanvaardbaar wordt geacht, met name wanneer meerdere ontwikkelingen zich in hetzelfde gebied concentreren.

Een tweede factor die deze situatie versterkt is het ontbreken van een duidelijke drager van verantwoordelijkheid voor de beschermingsuitkomst van het systeem als geheel. De bestaande instituties vervullen elk hun eigen rol: bedrijven ontwerpen installaties, adviesbureaus ontwikkelen risicomodellen, vergunningverleners toetsen aan wettelijke normen, toezichthouders controleren naleving en veiligheidsregio's bereiden zich voor op incidentbestrijding. Binnen dit stelsel kan iedere actor zorgvuldig handelen binnen zijn eigen mandaat. Tegelijkertijd bestaat er geen instantie die expliciet verantwoordelijk is voor de cumulatieve gevolgen van al deze besluiten voor gezondheid en veiligheid van de omgeving.

Wanneer zowel een normatieve maatlat als een duidelijke systeemverantwoordelijke ontbreken, ontstaat een bestuurlijke ruimte waarin impliciete afwegingen plaatsvinden. Economische ontwikkeling en ruimtelijke groei kunnen dan stap voor stap worden toegestaan, terwijl de vraag of de totale risicodichtheid van een gebied nog aanvaardbaar is buiten beeld blijft. Zo kan normatieve willekeur ontstaan: niet omdat regels ontbreken of procedures onzorgvuldig zijn, maar omdat de uiteindelijke beschermingsuitkomst van het systeem nooit expliciet wordt beoordeeld.

Juist in regio's waar industriële ontwikkeling, energietransitie en woningbouw samenkomen, vraagt dit om expliciete bestuurlijke reflectie. De kernvraag is niet alleen of afzonderlijke projecten voldoen aan bestaande regels, maar ook of de gezamenlijke uitkomst van al die besluiten nog past binnen de beschermingsplicht van de overheid tegenover burgers. Het beantwoorden van die vraag is uiteindelijk een democratische verantwoordelijkheid van het bestuur: het zichtbaar maken van de grens waar economische en ruimtelijke ambities eindigen en waar de bescherming van gezondheid en veiligheid van inwoners begint.

De urgentie van deze vraag is de afgelopen jaren sterk toegenomen door een aantal structurele ontwikkelingen in het bestuurlijke en maatschappelijke landschap. Allereerst is de rol van de rijksoverheid als normatieve richting gever in belangrijke mate teruggetreden. Waar het Rijk in het verleden vaker duidelijke kaders stelde voor ruimtelijke ordening, industriebeleid en externe veiligheid, is een belangrijk deel van deze afwegingsruimte verschoven naar decentrale overheden. Provincies en gemeenten hebben daardoor meer verantwoordelijkheid gekregen voor ruimtelijke en economische ontwikkeling, maar beschikken niet altijd over een integraal kader voor de normatieve begrenzing van cumulatieve risico's.

Tegelijkertijd is het bestuurlijke veld sterk gefragmenteerd geraakt. Taken en bevoegdheden zijn verdeeld over meerdere organisaties – gemeenten, provincies, omgevingsdiensten, veiligheidsregio's, havenautoriteiten en nationale ministeries – die elk vanuit hun eigen wettelijke opdracht opereren. Daardoor kan iedere actor binnen zijn mandaat zorgvuldig handelen, terwijl de verantwoordelijkheid voor de totale beschermingsuitkomst van het systeem als geheel diffuus blijft.

Daar komt bij dat de ruimtelijke druk in Nederland sterk is toegenomen. De beschikbare ruimte voor industrie, energie-infrastructuur en woningbouw staat onder grote spanning. Industriële clusters worden geconcentreerder, terwijl woningbouw steeds dichter in de nabijheid van bestaande risicogebieden plaatsvindt. Deze ruimtelijke schaarste vergroot de noodzaak van bestuurlijke afwegingen waarin economische ontwikkeling, energietransitie en leefomgeving direct met elkaar concurreren.

Ook economische factoren spelen een rol. In verschillende sectoren bestaat zorg over de toekomst van industriële werkgelegenheid in Nederland. Dat kan de bestuurlijke druk vergroten om nieuwe industriële projecten en investeringen te faciliteren, juist in regio's waar bestaande bedrijvigheid onder druk staat. In een dergelijke context kan het risico ontstaan dat economische continuïteit en werkgelegenheid zwaarder gaan wegen dan de vraag naar de lange termijn bescherming van gezondheid en veiligheid van omwonenden.

Daarnaast nemen de schaal en complexiteit van industriële projecten toe. Nieuwe energie- en grondstoffenketens brengen grotere installaties, grotere opslagvolumes en intensievere logistieke stromen met zich mee. Emissies en risico's beperken zich daarbij steeds minder tot één inrichting of één gemeente, maar kunnen grensoverschrijdende effecten hebben binnen hele regio's. Daarmee verschuift veiligheid van een lokaal vraagstuk naar een systeemvraagstuk.

Ten slotte is ook de maatschappelijke context veranderd. Burgers beschikken over meer kennis, informatie en internationale vergelijkingsmogelijkheden dan voorheen. Zij volgen ontwikkelingen rond gezondheid, milieu en veiligheid kritischer en verwachten transparantie over de risico's die zij mogelijk lopen. Deze toenemende kennis en betrokkenheid betekent

dat impliciete bestuurlijke afwegingen steeds moeilijker te rechtvaardigen zijn zonder duidelijke normatieve onderbouwing.

Samen maken deze ontwikkelingen duidelijk dat de vraag naar expliciete systeemverantwoordelijkheid voor gezondheid en veiligheid aan urgentie heeft gewonnen. In een context van bestuurlijke fragmentatie, ruimtelijke schaarste en groeiende industriële complexiteit volstaat het niet langer om veiligheid uitsluitend via afzonderlijke procedures en bevoegdheden te organiseren. Juist dan wordt zichtbaar hoe belangrijk het is dat ergens in het stelsel een expliciete maatlat en een herkenbare drager van verantwoordelijkheid bestaan voor de bescherming van burgers en leefomgeving als uitkomst van het systeem als geheel.

De voorgaande analyse maakt zichtbaar dat het huidige stelsel niet zozeer tekortschiet in regels, procedures of instituties, maar in het expliciet dragen van verantwoordelijkheid voor de uiteindelijke beschermingsuitkomst van het systeem als geheel. Veiligheid wordt beoordeeld per inrichting, per vergunning en per bevoegd gezag, terwijl de cumulatieve gevolgen van al deze besluiten zich manifesteren op het niveau van het totale systeem. Daardoor kan een situatie ontstaan waarin afzonderlijke besluiten juridisch en procedureel correct zijn, maar waarin de vraag of de gezamenlijke uitkomst nog voldoende bescherming biedt voor gezondheid en veiligheid van burgers onbeantwoord blijft.

Wanneer zowel een expliciete normatieve maatlat als een duidelijke systeemverantwoordelijke ontbreken, ontstaat een bestuurlijke lacune. In die ruimte kunnen impliciete afwegingen ontstaan tussen economische ontwikkeling, ruimtelijke groei en de bescherming van gezondheid en veiligheid, zonder dat helder is waar de maatschappelijke grens van aanvaardbaar risico ligt. Dit betekent niet dat bestaande instituties hun taken onvoldoende vervullen, maar wel dat het stelsel als geheel een functie mist die de beschermingsuitkomst van besluiten integraal en normatief beoordeelt.

Juist in een tijd waarin industriële systemen groter, complexer en sterker met hun omgeving verweven raken, wordt deze lacune steeds zichtbaarder. De vraag of een gebied nog voldoende beschermd is tegen cumulatieve risico’s kan niet uitsluitend worden beantwoord vanuit afzonderlijke vergunningprocedures of technische risicomodellen. Zij vraagt om een expliciete bestuurlijke beoordeling van de beschermingsuitkomst van het systeem als geheel.

Een aanvullende factor in deze ontwikkeling is de verschuiving van verantwoordelijkheden binnen het openbaar bestuur. In de afgelopen decennia heeft de rijksoverheid verschillende taken op het gebied van ruimtelijke ordening, milieu, vergunningverlening en toezicht in toenemende mate overgedragen aan provinciale en gemeentelijke overheden. Deze decentralisatie is vaak ingegeven door het streven naar meer bestuurlijke nabijheid en maatwerk in de regio. In de praktijk is echter regelmatig gebleken dat de overdracht van verantwoordelijkheden niet altijd gepaard is gegaan met een evenredige overdracht van middelen, kennis en bestuurlijke capaciteit.

Tegelijkertijd is het nationale beleidskader minder stabiel geworden. Beleidsprioriteiten wisselen sneller, politieke accenten verschuiven en langjarige richtinggevende kaders ontbreken soms of worden tussentijds aangepast. Voor uitvoerende organisaties betekent dit dat zij moeten opereren in een omgeving waarin doelen en verwachtingen voortdurend in beweging zijn.

Voor ambtenaren en uitvoerende instanties creëert dit een complex spanningsveld. Zij bevinden zich op het snijvlak van verschillende verwachtingen: de strategische doelen van de rijksoverheid, de economische en ruimtelijke ambities van regionale en lokale overheden, en de groeiende zorgen van burgers over gezondheid, veiligheid en leefomgeving. Wanneer deze verwachtingen niet volledig met elkaar in overeenstemming zijn en duidelijke normatieve kaders ontbreken, kunnen uitvoerende professionals in een positie terechtkomen waarin zij moeten laveren tussen verschillende belangen zonder dat duidelijk is welke beschermingsnorm uiteindelijk leidend is.

In een dergelijke context ontstaat het risico dat besluitvorming zich steeds meer richt op het voldoen aan procedures en formele vereisten, terwijl de bredere vraag naar de uiteindelijke beschermingsuitkomst voor gezondheid en leefomgeving minder expliciet wordt gesteld. Daarmee kan de spanning tussen economische ontwikkeling, ruimtelijke druk en veiligheidsbescherming verder toenemen, zonder dat er een duidelijk bestuurlijk referentiepunt bestaat waar deze afweging integraal wordt gemaakt.

Vanuit deze constatering ontstaat de behoefte aan een institutionele functie die deze lacune adresseert. Niet door bestaande bevoegdheden over te nemen of nieuwe besluitvormingslagen te creëren, maar door zichtbaar te maken waar normatieve keuzes over bescherming impliciet blijven. In dit perspectief kan een **Onafhankelijke Autoriteit Gezondheid en Leefomgeving (OAGL)** worden begrepen als een institutionele aanvulling op het bestaande stelsel: een onafhankelijke functie die de vraag centraal stelt of de beschermingsuitkomst van besluiten, gegeven onzekerheid, cumulatie en lange termijn effecten, maatschappelijk en normatief verdedigbaar is.

De OAGL vervult daarmee geen rol als toezichthouder, vergunningverlener of beleidsmaker. Haar betekenis ligt juist in het expliciteren van wat in het huidige systeem vaak impliciet blijft: de normatieve vraag naar de aanvaardbaarheid van risico’s voor gezondheid en leefomgeving. Daarmee vormt zij geen concurrent van bestaande instituties, maar een spiegel voor het bestuur: een plek waar de vraag naar bescherming als uitkomst expliciet wordt gesteld voordat onomkeerbare besluiten worden genomen.

Wat is de maximale cumulatieve risicodichtheid die in een dichtbevolkte regio maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht, en wie draagt bestuurlijke verantwoordelijkheid voor het bewaken van die grens?

Bijlage 10 Hoe te komen tot verandering

Een terugkerend patroon uit de bestuurskunde en de geschiedenis van veiligheidsregulering is dat grote institutionele veranderingen zelden ontstaan uit analyse alleen. In de praktijk komen zij meestal tot stand wanneer meerdere voorwaarden gelijktijdig samenkomen. Om te begrijpen wat er nodig is voordat een autoriteit zoals een Onafhankelijke Autoriteit Gezondheid en Leefomgeving (OAGL) ontstaat en systeemveiligheid werkelijk centraal komt te staan, is het nuttig te kijken naar de omstandigheden waaronder vergelijkbare institutionele veranderingen elders zijn ontstaan.

In veel landen ontstaat een nieuwe veiligheidsautoriteit pas wanneer drie factoren samenkomen. De eerste factor is het zichtbaar worden van een herkenbaar probleem. Het moet duidelijk worden dat het bestaande systeem een structurele lacune bevat. Dit gebeurt vaak naar aanleiding van een incident of een bijna-incident, maar kan ook voortkomen uit een overtuigende analyse, publieke discussie of politieke druk. Essentieel is dat het vraagstuk niet langer wordt gezien als een technisch detail binnen een sector, maar als een systeemvraag die het functioneren van het gehele stelsel raakt.

De tweede factor is de aanwezigheid van een geloofwaardige diagnose. Naast het zichtbaar worden van het probleem moet er ook een duidelijke en overtuigende uitleg bestaan waarom het systeem tekortschiet. In succesvolle hervormingen is zo'n diagnose doorgaans analytisch onderbouwd, herkenbaar voor bestuurders en beleidsmakers, niet persoonlijk verwijtend en gericht op systeemfouten in plaats van individuele fouten. De analyse dat in het huidige stelsel een expliciete drager van systeemverantwoordelijkheid ontbreekt, past precies binnen dit type diagnose.

De derde factor is het bestaan van een concreet institutioneel voorstel. Wanneer zowel het probleem als de diagnose zichtbaar zijn geworden, moet er ook een realistisch voorstel beschikbaar zijn voor een institutionele oplossing. Succesvolle voorstellen hebben doorgaans drie kenmerken: zij vervangen bestaande instituties niet, zij creëren geen onnodige extra bureaucratie en zij lossen een duidelijk herkenbare lacune in het systeem op. De positionering van een OAGL als een instantie die niet zelf vergunningen verleent of toezicht uitvoert, maar de beschermingsuitkomst van het systeem als geheel beoordeelt, past binnen deze logica.

Historisch gezien zijn vergelijkbare institutionele ontwikkelingen vaker opgetreden. In Nederland werd bijvoorbeeld de Onderzoeksraad voor Veiligheid opgericht na een reeks rampen en onderzoekscommissies waarin telkens dezelfde conclusie naar voren kwam: niemand keek systematisch naar de onderliggende systeemfouten. Daaruit ontstond de behoefte aan een onafhankelijke instantie die juist deze rol vervult. In de nucleaire sector werd het toezicht versterkt na internationale gebeurtenissen zoals Fukushima, waarbij duidelijk werd dat beleid, promotie van kernenergie en toezicht te sterk met elkaar verweven waren. Ook in de financiële sector leidde de crisis van 2008 tot een vergelijkbaar inzicht: banken konden individueel gezond lijken terwijl het financiële systeem als geheel kwetsbaar was. Daaruit ontstond het concept van macro-prudentieel toezicht, gericht op systeemrisico.

Tegelijkertijd is het bekend dat institutionele veranderingen vaak lang uitblijven. De observatie dat politiek en ambtenaren terughoudend reageren op voorstellen voor structurele hervorming past in een bekend patroon in risicobestuur. Zolang het systeem zonder grote incidenten blijft functioneren, verantwoordelijkheden verspreid zijn over verschillende

organisaties en economische belangen groot zijn, bestaat er weinig bestuurlijke prikkel om het stelsel fundamenteel te veranderen. In zo'n situatie kiest men meestal voor optimalisatie van bestaande procedures, extra rapportages of beperkte organisatorische aanpassingen, in plaats van voor institutionele hervorming.

Uit internationale ervaringen blijkt dat echte doorbraken meestal ontstaan wanneer een systeemlacune breed wordt erkend, meerdere partijen dezelfde diagnose delen en er tegelijkertijd een concreet alternatief beschikbaar is. Vaak wordt dit proces versneld door een gebeurtenis of een publiek debat dat het probleem zichtbaar maakt en het onderwerp op de bestuurlijke agenda plaatst.

In dit licht bevat de analyse van de veiligheid van de haven eigenlijk al twee van de drie noodzakelijke elementen voor institutionele verandering. Enerzijds ligt er een duidelijke diagnose, namelijk het ontbreken van een expliciete systeemverantwoordelijkheid voor de beschermingsuitkomst van het geheel. Anderzijds bestaat er een concreet voorstel in de vorm van een OAGL. De derde factor – brede erkenning van het probleem – ontstaat meestal via wetenschappelijke analyses, publieke discussie, internationale vergelijking en uiteindelijk parlementaire aandacht.

De strategische vraag is daarom niet alleen hoe een nieuwe autoriteit kan worden opgericht, maar vooral hoe zichtbaar kan worden gemaakt dat het huidige systeem deze functie mist. Wanneer dat inzicht breder wordt gedeeld, ontstaat vaak vanzelf ruimte voor institutionele verandering.

Analyses zoals de onderhavige kunnen daarbij een belangrijke rol spelen. Zij maken de systeemvraag expliciet, tonen internationale vergelijkingen, maken normatieve keuzes zichtbaar en formuleren een concreet institutioneel alternatief. Op die manier dragen zij bij aan het proces waarin een nieuw institutioneel antwoord mogelijk wordt.

Samenvattend ontstaat institutionele verandering doorgaans wanneer drie elementen samenkomen: het probleem wordt zichtbaar, de diagnose wordt breed gedeeld en er ligt een geloofwaardig alternatief klaar. In het huidige debat over havenveiligheid zijn vooral de tweede en derde component aanwezig. De eerste – brede erkenning van het probleem – is vaak het moeilijkst te bereiken, maar vormt uiteindelijk het moment waarop echte verandering begint.

Waar zijn grote wijzingen in veiligheidsbeleid geweest?

In verschillende grote internationale havens is de organisatie van veiligheid pas wezenlijk veranderd nadat incidenten of structurele risico's zichtbaar maakten dat veiligheid niet uitsluitend op het niveau van individuele bedrijven kan worden beheerd. Drie voorbeelden illustreren dit: Houston, Antwerpen en Singapore. Hoewel de aanpak in deze havens verschilt, laten zij alle drie zien dat bij grote industriële clusters uiteindelijk behoefte ontstaat aan een vorm van systeemgerichte veiligheidsorganisatie.

In de regio rond de Port of Houston werd dit inzicht versterkt door een reeks ernstige industriële incidenten, waaronder de Texas City refinery explosion. Deze gebeurtenissen maakten duidelijk dat risico's in een petrochemisch cluster zich niet beperken tot één installatie of bedrijf, maar gevolgen kunnen hebben voor het gehele industriële gebied en de omliggende regio. Als reactie daarop is in de regio Houston de samenwerking tussen

industrie, brandweer, lokale overheden en federale toezichthouders sterk geïntensiveerd. Er ontstonden gezamenlijke noodstructuren en regionale veiligheidsprogramma's die gericht zijn op het beheersen van risico's op het niveau van het cluster als geheel.

Een vergelijkbare ontwikkeling is zichtbaar in de Port of Antwerp-Bruges. In Antwerpen groeide vanaf de jaren negentig het besef dat petrochemische installaties door hun geografische nabijheid en onderlinge afhankelijkheid specifieke systeemrisico's met zich meebrengen. Installaties delen vaak infrastructuur, energievoorziening en logistieke stromen, waardoor incidenten zich kunnen uitbreiden naar andere bedrijven. Onderzoek naar petrochemische clusters laat zien dat dergelijke situaties kunnen leiden tot domino-effecten en ketenreacties tussen bedrijven.

In reactie daarop ontwikkelde Antwerpen verschillende vormen van clusterveiligheid, waaronder gezamenlijke veiligheidsstudies, gedeelde noodplanning en intensieve samenwerking tussen bedrijven en overheden. Het haven- en industriegebied wordt daardoor steeds meer benaderd als één samenhangend risicosysteem.

Een derde voorbeeld is de ontwikkeling van het petrochemische cluster op Jurong Island in Singapore. In tegenstelling tot Houston en Antwerpen is daar vanaf het begin gekozen voor een sterk centrale regie. De Singaporese overheid organiseerde de ontwikkeling van het industriecluster zelf, inclusief gedeelde infrastructuur, geïntegreerde veiligheidsplanning en streng toezicht door nationale autoriteiten. Door deze aanpak wordt het cluster niet alleen gezien als een verzameling bedrijven, maar als een strategisch nationaal systeem waarin veiligheid, infrastructuur en industriële ontwikkeling nauw met elkaar verbonden zijn.

Deze drie voorbeelden laten zien dat grote haven- en industrieclusters uiteindelijk worden geconfronteerd met dezelfde fundamentele vraag: veiligheid kan niet uitsluitend worden geregeld op het niveau van individuele bedrijven of afzonderlijke vergunningen. Door de nabijheid van installaties, de uitwisseling van producten en energie, en de intensiteit van transportstromen ontstaan systeemrisico's die alleen op een hoger organisatieniveau kunnen worden beheerd. Tegelijkertijd richten deze internationale voorbeelden zich vooral op het verbeteren van samenwerking en operationeel veiligheidsbeheer binnen het cluster. De meer fundamentele vraag naar de normatieve grens van aanvaardbaar risico voor de samenleving – hoeveel cumulatief risico een regio kan dragen – wordt in de meeste havens nog slechts beperkt expliciet gesteld. Juist op dat punt raakt de discussie over systeemveiligheid aan bredere bestuurlijke en maatschappelijke keuzes.

Plof van Pernis 1968

In de jaren zestig werd de Rotterdamse haven opgeschrikt door een zwaar industrieel incident dat later bekend werd als de "Plof van Pernis". Op 20 januari 1968 vond in de raffinaderij van Shell in Pernis een enorme explosie plaats, gevolgd door een grote brand. De explosie ontstond nadat zich in een opslagtank een grote wolk van brandbare koolwaterstoffen had gevormd, die vervolgens door een onbekende ontstekingsbron tot ontploffing kwam. De explosie en de daaropvolgende brand veroorzaakten een enorme drukgolf die in een wijde omtrek ruiten deed springen in plaatsen als Hoogvliet, Pernis en Vlaardingen. Twee werknemers kwamen om het leven en tientallen mensen raakten gewond, zowel op het terrein van de raffinaderij als in de omliggende woongebieden.

De materiële schade was zeer groot. Op het raffinaderijterrein werden installaties zwaar beschadigd of volledig verwoest en de raffinaderij moest grotendeels worden stilgelegd. In de omliggende woonwijken lagen duizenden ruiten aan diggelen en werd de ravage door bewoners beschreven als een “oorlogsgebied”. De brandweer en hulpdiensten moesten met honderden mensen worden ingezet om de brand onder controle te krijgen en gewonden te verzorgen.

Dit incident maakte in brede kring duidelijk dat de snelle groei van de petrochemische industrie in de Rotterdamse haven nieuwe risico’s met zich meebracht voor zowel werknemers als omwonenden. Tot dat moment was het veiligheidsbeleid in belangrijke mate reactief georganiseerd: men reageerde op incidenten, maar had nog weinig systematische aandacht voor de mogelijke gevolgen van grote industriële installaties voor de omgeving. De explosie bij Pernis droeg bij aan een bredere discussie over industriële veiligheid, toezicht en rampenbestrijding in de havenregio. In de jaren daarna werden verschillende veiligheidsprocedures aangescherpt, werden installaties technisch verbeterd en groeide de aandacht voor noodplanning en samenwerking tussen bedrijven, overheid en hulpdiensten.

Hoewel het incident niet onmiddellijk leidde tot één centrale veiligheidsautoriteit, kan de explosie bij Pernis wel worden gezien als een van de gebeurtenissen die het besef versterkten dat industriële veiligheid in een groot haven- en industriecomplex niet uitsluitend een zaak van individuele bedrijven is. De groei van petrochemische installaties in gebieden zoals Pernis, Botlek en later Europoort maakte duidelijk dat incidenten grote gevolgen konden hebben buiten het fabrieksterrein zelf. Daarmee vormde dit soort gebeurtenissen een vroege aanleiding voor de ontwikkeling van meer systematische veiligheidsregimes rond zware industrie in Nederland.

De explosie bij de raffinaderij in Pernis op 20 januari 1968 kan worden gezien als een van de gebeurtenissen die het besef versterkten dat de snelle groei van de petrochemische industrie in de Rotterdamse haven nieuwe risico’s met zich meebracht voor zowel werknemers als omwonenden. In de jaren zestig ontwikkelde het havengebied zich in hoog tempo tot een van de grootste petrochemische clusters van Europa. Grote raffinaderijen, chemische installaties en opslagtanks werden dicht bij elkaar gebouwd, terwijl tegelijkertijd in de nabijgelegen gebieden Hoogvliet, Pernis, Spijkenisse en Vlaardingen nieuwe woonwijken ontstonden. Het veiligheidsbeleid was in die periode grotendeels gebaseerd op bedrijfsinterne maatregelen en op een reactieve benadering van incidenten. De explosie en brand in Pernis maakten zichtbaar dat grote industriële installaties ook gevolgen konden hebben buiten het fabrieksterrein zelf.

In de jaren na het incident groeide geleidelijk het inzicht dat industriële veiligheid niet uitsluitend een zaak van individuele bedrijven was, maar ook een vraagstuk van ruimtelijke ordening en publieke bescherming. Overheden begonnen meer aandacht te besteden aan noodplanning, samenwerking tussen bedrijven en brandweer, en technische veiligheidsvoorschriften voor installaties. Tegelijkertijd bleef het beleid in belangrijke mate gericht op het voorkomen van incidenten binnen afzonderlijke bedrijven. Een expliciet stelsel voor de bescherming van omwonenden tegen industriële risico’s bestond nog nauwelijks.

Soveso/BRZO

Een belangrijke impuls voor verdere ontwikkeling van veiligheidsregelgeving kwam vanuit internationale gebeurtenissen. In 1976 vond in Noord-Italië een chemisch incident plaats waarbij een wolk met dioxine vrijkwam uit een fabriek in Seveso. De gebeurtenis maakte in

heel Europa duidelijk dat zware industriële ongevallen ook grote gevolgen konden hebben voor de omgeving buiten het fabrieksterrein. Als reactie daarop werd binnen de Europese Gemeenschap de eerste Seveso-richtlijn ontwikkeld. Deze richtlijn verplichtte lidstaten om strengere regels in te voeren voor bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen, inclusief veiligheidsrapporten, inspecties en noodplannen.

In Nederland leidde de implementatie van de Europese Seveso-richtlijnen uiteindelijk tot een eigen systeem van regelgeving voor zware industriële ongevallen. Dit systeem ontwikkelde zich geleidelijk via verschillende wet- en regelgevingsinstrumenten. Belangrijke onderdelen daarvan werden het Besluit risico's zware ongevallen (BRZO) en later het beleid rond externe veiligheid, waarbij ook expliciet werd gekeken naar de risico's voor mensen buiten het bedrijfsterrein. Binnen dit kader ontstonden instrumenten zoals risicocontouren, kwantitatieve risicoanalyses en ruimtelijke afwegingskaders voor de ligging van risicovolle installaties ten opzichte van woongebieden.

Deze ontwikkeling betekende een belangrijke verschuiving in het veiligheidsdenken. Waar industriële veiligheid eerder vooral werd gezien als een technische verantwoordelijkheid van bedrijven, ontstond nu een breder stelsel waarin overheid, bedrijven en hulpdiensten gezamenlijk verantwoordelijk werden voor het beheersen van risico's van zware industrie. Tegelijkertijd bleef het systeem grotendeels gebaseerd op de beoordeling van afzonderlijke bedrijven en installaties. De vergunningverlening, risicoberekeningen en toezichtsystemen werden voornamelijk per inrichting georganiseerd, terwijl de cumulatieve risico's van grote industriële clusters slechts beperkt in samenhang werden beoordeeld.

In grote haven- en industriegebieden zoals de Rotterdamse haven leidde deze ontwikkeling tot een relatief robuust stelsel van bedrijfsveiligheid, inspecties en noodplanning. Tegelijkertijd bleef een fundamentele vraag grotendeels impliciet: welke totale risicodichtheid voor gezondheid en veiligheid in een dichtbevolkte regio maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht. Juist in gebieden waar meerdere grote installaties, transportstromen en opslagfaciliteiten dicht bij elkaar liggen, kan die vraag niet meer uitsluitend worden beantwoord op het niveau van individuele vergunningen.

In dat opzicht kan de explosie bij Pernis worden gezien als een vroege gebeurtenis in een langere ontwikkeling van veiligheidsbeleid rond zware industrie. Het incident droeg bij aan het besef dat industriële risico's ook maatschappelijke en ruimtelijke dimensies hebben. De daaropvolgende decennia hebben geleid tot een uitgebreid stelsel van regelgeving en toezicht. Tegelijkertijd laat de ontwikkeling van grote industriële clusters zien dat de vraag naar systeemveiligheid en cumulatieve risico's steeds relevanter wordt naarmate de schaal en complexiteit van industriële activiteiten verder toenemen.

Bestuurlijke argumenten rond verandering van het veiligheidsbeleid in grote havenclusters

Argument om het huidige systeem te handhaven	Argument voor verandering van het systeem
"Het gaat toch goed zo." Grote incidenten zijn zeldzaam en de haven functioneert al decennia met het bestaande stelsel van vergunningen, toezicht en noodplanning.	**Afwezigheid van rampen is geen bewijs van voldoende systeemveiligheid.** In complexe systemen kan risico zich langdurig opbouwen zonder dat dit direct zichtbaar is. Moderne veiligheidswetenschap wijst op het fenomeen van systeemdrift.
De institutionele rollen liggen vast. Havenbedrijf, bedrijven, omgevingsdienst,	**Verantwoordelijkheid voor het geheel ontbreekt.** Het huidige systeem verdeelt taken, maar niemand draagt expliciet

Argument om het huidige systeem te handhaven	Argument voor verandering van het systeem
veiligheidsregio en gemeenten hebben ieder een duidelijke taak.	verantwoordelijkheid voor de cumulatieve beschermingsuitkomst van het hele haven- en industriecomplex.
Extra instituties kosten geld en capaciteit. Overheden en bedrijven staan onder financiële druk en willen geen nieuwe bestuurlijke structuren creëren.	**Kosten van grote incidenten zijn vele malen hoger.** Preventieve systeemveiligheid is doorgaans aanzienlijk goedkoper dan herstel na een groot incident of langdurige gezondheidsschade.
Verandering kan economische concurrentiepositie schaden. Havens concurreren internationaal om investeringen en industrie.	**Reputatie en betrouwbaarheid zijn economische factoren.** Havens die aantoonbaar veilig en robuust opereren, versterken juist hun internationale positie en investeringsklimaat.
De bestaande regelgeving (bijv. vergunningen, Seveso/BRZO) is al uitgebreid. Het systeem wordt als voldoende gezien zolang bedrijven aan de regels voldoen.	**Regels zijn vooral gericht op individuele bedrijven.** In grote industriële clusters ontstaan risico's door interacties tussen installaties, transportstromen en infrastructuur.
Risicomodellen geven inzicht in veiligheid. Zolang uit analyses blijkt dat normen worden gehaald, wordt het systeem als adequaat beschouwd.	**Modellen hebben beperkingen.** Zij beschrijven meestal individuele scenario's en zijn minder geschikt om systeemcomplexiteit, domino-effecten en cumulatieve risico's volledig te beoordelen.
Verandering vraagt bestuurlijke inspanning en kan bestaande verhoudingen verstoren. Organisaties zijn gewend aan het huidige stelsel.	**Complexiteit van industriële clusters neemt toe.** Energietransitie, nieuwe stoffen (zoals waterstof en ammoniak) en toenemende logistieke intensiteit vergroten systeemrisico's.
Veiligheid wordt gezien als technische of operationele kwestie. Bedrijven en toezichthouders richten zich op installaties, procedures en incidentbeheersing.	**Veiligheid is ook een bestuurlijke en ruimtelijke vraag.** Het gaat uiteindelijk om de vraag hoeveel risico een regio kan dragen en wie die grens bewaakt.
Er is weinig politieke druk zolang er geen grote ramp plaatsvindt.	**Proactieve governance voorkomt dat beleid pas na rampen verandert.** Veel sectoren hebben geleerd dat systeemveiligheid beter vooraf kan worden georganiseerd.

Operationele veiligheid versus systeemveiligheid in haven- en industrieclusters

Aspect	Operationele veiligheid	Systeemveiligheid
Doel	Voorkomen van incidenten tijdens dagelijkse operaties en bedrijfsprocessen.	Beoordelen of het totale industriële systeem als geheel een aanvaardbaar risiconiveau heeft voor samenleving en leefomgeving.
Focus van analyse	Installaties, processen, werknemersveiligheid en specifieke bedrijfsactiviteiten.	Interactie tussen bedrijven, infrastructuur, transportstromen en ruimtelijke omgeving.
Niveau van verantwoordelijkheid	Bedrijf of individuele inrichting.	Havencluster, regio of industriële systeem als geheel.
Belangrijkste instrumenten	Veiligheidsprocedures, onderhoud, audits, training, operationele risicobeoordeling.	Governance, normstelling voor cumulatieve risico's, ruimtelijke afwegingen en systeemanalyses.
Belangrijkste actoren	Bedrijven, operationeel management, toezichthouders, inspectiediensten.	Overheden, havenautoriteiten, beleidsmakers en eventueel onafhankelijke systeemautoriteiten.
Type risico's	Technische storingen, menselijke fouten, procesincidenten.	Domino-effecten, cumulatieve risico's, afhankelijkheden tussen bedrijven, infrastructuurfalen.

Aspect	Operationele veiligheid	Systeemveiligheid
Tijdshorizon	Korte termijn: dagelijkse operaties en incidentpreventie.	Lange termijn: ontwikkeling van industriële clusters, energietransitie en ruimtelijke verdichting.
Succescriterium	Incidenten worden voorkomen of snel beheerst.	De totale risicodichtheid van het gebied blijft binnen maatschappelijk aanvaardbare grenzen.
Typische vraag	“Werken de installaties en procedures veilig?”	“Is het totale systeem nog veilig voor werknemers, omwonenden en regio?”
Institutionele uitdaging	Zorgen dat bedrijven en operators veilig werken.	Bepalen wie verantwoordelijk is voor de beschermingsgrens van het hele systeem.

Wat toont een QRA niet

aspect	hoe het in klassieke QRA wordt behandeld	wat in werkelijkheid speelt	bestuurlijke betekenis
domino-effecten tussen bedrijven	vaak beperkt tot directe buren	kettingreacties over meerdere installaties mogelijk	cluster-veiligheid vraagt systeemanalyse
cumulatie van installaties	installaties afzonderlijk geanalyseerd	totale risicodichtheid van een gebied groeit	ruimtelijke ordening wordt veiligheidsvraag
transportstromen	vaak buiten scope of vereenvoudigd	continue stromen via pijpleiding, schip, trein, truck	transport kan grootste risico worden
logistieke verstoring	meestal niet beschouwd	incident kan hele haven of regio stilleggen	economische en maatschappelijke impact
rampenbestrijdingscapaciteit	modelmatige aannames	werkelijke inzet afhankelijk van bereikbaarheid en capaciteit	realistische toets van hulpdiensten nodig
langdurige effecten	focus op directe slachtoffers	langdurige evacuatie, economische schade, milieueffecten	maatschappelijke ontwrichting
organisatorische factoren	nauwelijks gemodelleerd	onderhoud, communicatie en managementdruk beïnvloeden veiligheid	cultuur en governance bepalen risico
bestuurlijke fragmentatie	niet meegenomen	meerdere vergunningverleners en toezichthouders	onduidelijkheid over verantwoordelijkheid
maatschappelijke acceptatie	buiten technische analyse	publieke weerstand kan projecten blokkeren	vertrouwen en legitimiteit
systeemverstoring	niet geanalyseerd	uitval van infrastructuur of supply chains	veiligheid raakt nationale economie

De meeste havens hebben een goed ontwikkeld systeem voor operationele veiligheid. Procedures, inspecties en bedrijfsveiligheid zijn doorgaans uitgebreid gereguleerd. De uitdaging verschuift echter wanneer industriële clusters groeien en installaties, transportstromen en energie-infrastructuur steeds sterker met elkaar verbonden raken. Dan ontstaat een tweede vraag: niet alleen of afzonderlijke installaties veilig functioneren, maar ook of het geheel van activiteiten nog binnen een maatschappelijk aanvaardbaar risiconiveau blijft.

Juist op dat punt ontstaat in veel haven- en industrieclusters een bestuurlijke lacune. De bestaande instituties richten zich primair op operationele veiligheid per inrichting, terwijl de

beoordeling van cumulatieve systeemrisico's vaak minder expliciet georganiseerd is. Daarmee wordt zichtbaar dat het debat over havenveiligheid niet alleen een technische of operationele kwestie is, maar ook een vraagstuk van bestuurlijke verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het systeem als geheel.

Wie beslist over verandering?

In het Nederlandse bestuurlijke stelsel liggen de beslissingsbevoegdheden over veiligheidsbeleid in grote industriële havengebieden niet bij één enkele instantie. Bevoegdheden zijn verdeeld over verschillende bestuurslagen en organisaties. Dat is historisch zo gegroeid en heeft als voordeel dat taken en verantwoordelijkheden worden gedeeld. Tegelijkertijd betekent deze verdeling dat veranderingen in het veiligheidsbeleid vaak alleen tot stand komen wanneer meerdere bestuurlijke niveaus gelijktijdig in beweging komen.

De belangrijkste systeemveranderingen in regelgeving en veiligheidsbeleid ontstaan doorgaans op het niveau van de rijksoverheid. Het Rijk bepaalt de nationale kaders voor industriële veiligheid, milieuregels en externe veiligheid. Ministeries zoals het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat zijn verantwoordelijk voor wetgeving, beleidskaders en de implementatie van Europese regelgeving, zoals de Seveso-richtlijnen. Wanneer het stelsel van toezicht of normstelling fundamenteel wordt aangepast, gebeurt dat vrijwel altijd via nationale wetgeving of via nieuwe beleidskaders die door het Rijk worden vastgesteld.

Op regionaal niveau speelt de provincie een belangrijke rol, in dit geval de Provincie Zuid-Holland. De provincie heeft bevoegdheden op het gebied van ruimtelijke ordening, regionale economische ontwikkeling en vergunningverlening voor bepaalde industriële activiteiten. Provincies kunnen invloed uitoefenen op de ruimtelijke inrichting van industriële gebieden en op de afweging tussen industriële ontwikkeling, woningbouw en bescherming van de leefomgeving. Daarmee heeft de provincie een belangrijke positie bij het vaststellen van regionale veiligheidskaders en bij de ruimtelijke ontwikkeling van grote industriële clusters.

De gemeente Rotterdam heeft eveneens een belangrijke rol, vooral omdat zij aandeelhouder is van het Havenbedrijf Rotterdam. Via deze positie heeft de gemeente invloed op de strategische ontwikkeling van het havengebied, op de ruimtelijke inrichting van haventerreinen en op de economische koers van de haven. De gemeenteraad kan politieke kaders stellen en maatschappelijke discussies agenderen, maar heeft slechts beperkte directe invloed op de landelijke veiligheidsregels voor zware industrie.

Daarnaast zijn er uitvoerende organisaties die verantwoordelijk zijn voor vergunningverlening, toezicht en rampenbestrijding. In de regio Rotterdam vervullen onder meer de DCMR Milieudienst Rijnmond en de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond deze rol. Zij beoordelen vergunningaanvragen, houden toezicht op bedrijven en bereiden zich voor op mogelijke incidenten. Deze organisaties voeren echter voornamelijk bestaande wet- en regelgeving uit en hebben slechts beperkte mogelijkheden om het systeem zelf fundamenteel te veranderen.

Ten slotte speelt het Havenbedrijf Rotterdam een belangrijke rol in de ontwikkeling van het haven- en industriecomplex. Het havenbedrijf is verantwoordelijk voor de economische ontwikkeling van het havengebied, de uitgifte van terreinen en de inrichting van

infrastructuur. Daarmee heeft het een grote invloed op de ruimtelijke en industriële structuur van het systeem. Hoewel het havenbedrijf geen veiligheidsautoriteit is, bepaalt het in belangrijke mate hoe industriële activiteiten zich in het gebied ontwikkelen.

De combinatie van al deze rollen maakt duidelijk waarom veranderingen in het veiligheidsbeleid van grote havenclusters vaak complex zijn. Bevoegdheden zijn verdeeld over verschillende bestuurslagen, en geen van deze organisaties draagt expliciet verantwoordelijkheid voor de beschermingsuitkomst van het systeem als geheel. Juist daardoor ontstaat de situatie waarin veel partijen binnen hun eigen mandaat zorgvuldig kunnen handelen, terwijl de vraag wie uiteindelijk de totale veiligheid van het haven- en industriecluster bewaakt minder duidelijk beantwoord is.

Beleidsverandering

Beleidsveranderingen in Nederland ontstaan zelden via één enkele beslissing of door één actor. Het Nederlandse bestuursmodel is consensusgericht en institutioneel gelaagd. Daardoor ontstaan belangrijke beleidswijzigingen meestal via een herkenbaar proces waarin analyse, maatschappelijke aandacht en bestuurlijke besluitvorming elkaar opvolgen. In de praktijk zijn er een aantal terugkerende routes waarlangs beleidsveranderingen worden gestart.

Een eerste route is die via **onderzoekscommissies en onafhankelijke analyses na incidenten of maatschappelijke problemen**. Wanneer een gebeurtenis zichtbaar maakt dat het bestaande systeem tekortschiet, wordt vaak een onafhankelijke commissie ingesteld om de oorzaken te onderzoeken. De conclusies van dergelijke onderzoeken hebben in Nederland regelmatig geleid tot belangrijke beleidsaanpassingen. Rapporten van onderzoeksorganen of staatscommissies geven bestuurders een gezaghebbende diagnose van het probleem en bieden een basis voor verandering zonder dat individuele organisaties direct verantwoordelijk worden gesteld. Dit mechanisme heeft bijvoorbeeld een rol gespeeld bij veranderingen in rampenbestrijding, transportveiligheid en industriële veiligheid.

Een tweede route is **advies van strategische adviesraden en kennisinstituten**. In Nederland hebben adviesorganen zoals de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR), de Raad voor het Openbaar Bestuur en andere onafhankelijke adviesraden een belangrijke rol bij het agenderen van nieuwe beleidsvraagstukken. Zij signaleren structurele problemen in het bestuur of in maatschappelijke systemen en formuleren aanbevelingen voor beleidsaanpassing. Omdat deze adviezen afkomstig zijn van onafhankelijke experts, kunnen zij politieke en bestuurlijke discussies openen die anders moeilijk op gang zouden komen.

Een derde route ontstaat via **parlementaire aandacht en politieke initiatieven**. Wanneer een onderwerp politiek urgent wordt, kunnen leden van de Tweede Kamer vragen stellen, moties indienen of een parlementaire enquête of onderzoek voorstellen. Kamerdebatten kunnen ministers ertoe bewegen beleid te herzien of nieuwe regelgeving te ontwikkelen. In veel gevallen wordt een onderwerp eerst via rapporten of maatschappelijke discussies op de agenda geplaatst, waarna de politiek het initiatief neemt om veranderingen te onderzoeken of door te voeren.

Een vierde route loopt via **internationale ontwikkelingen en Europese regelgeving**. In veel beleidsdomeinen worden veranderingen in Nederland mede bepaald door Europese richtlijnen of internationale afspraken. Europese regelgeving kan lidstaten verplichten om nationale wetgeving aan te passen of nieuwe toezichtsstructuren te creëren. Dit geldt

bijvoorbeeld voor regelgeving rond industriële veiligheid, milieubescherming en financiële stabiliteit. Internationale incidenten of ontwikkelingen kunnen daardoor indirect ook nationale beleidsveranderingen in gang zetten.

Een vijfde route is **maatschappelijke druk en publieke discussie**. Burgers, maatschappelijke organisaties, wetenschappers en media kunnen aandacht vragen voor structurele problemen in beleid of toezicht. Wanneer maatschappelijke zorgen breed worden gedeeld, ontstaat er druk op bestuurders om het onderwerp serieus te onderzoeken en eventueel maatregelen te nemen. Publieke discussies kunnen zo de politieke agenda beïnvloeden en beleidsveranderingen versnellen.

In de praktijk komen deze routes vaak samen. Een incident of maatschappelijke zorg kan leiden tot een onderzoek of adviesrapport. Dat rapport kan vervolgens publieke discussie en parlementaire aandacht genereren, waarna de rijksoverheid beleidsaanpassingen voorbereidt of nieuwe regelgeving ontwikkelt. Het Nederlandse systeem van beleidsverandering is daarmee vaak geleidelijk en consensusgericht. Veranderingen worden zelden abrupt ingevoerd, maar ontstaan meestal uit een combinatie van analyse, maatschappelijke aandacht en politieke besluitvorming.

Dit patroon verklaart ook waarom beleidsveranderingen soms traag lijken te verlopen. Zolang problemen niet breed worden erkend of politiek urgent worden, blijft het bestaande systeem vaak functioneren. Pas wanneer analyse, maatschappelijke aandacht en bestuurlijke bereidheid samenkomen, ontstaat er ruimte voor fundamentele beleidsvernieuwing.

Bijlage 11 Ammoniak varianten

Beslismatrix ammoniakopslag Rotterdam					
weging	criterium	Maasvlakte centrale opslag (60 kt tanks)	verspreid Botlek/Europoort (60 kt tanks)	verspreid Botlek/Europoort (15 kt tanks)	hybride: Maasvlakte + dagtanks industrie
15	veiligheid voor woongebieden	5	1	3	4
6	Bedreiging kasteelt	4	2	3	4
12	domino risico industrie	5	1	2	3
7	havenlogistiek robuustheid	4	2	2	4
8	verstoring logistiek	4	1	2	3
8	transport risico	4	2	2	4
8	rampenbestrijding	4	2	3	3
10	impact bij groot incident	3	1	2	3
7	ruimtelijke ordening	5	2	1	3
7	energie-infrastructuur flexibiliteit	4	3	3	5
6	kosten infrastructuur	3	4	3	3
6	maatschappelijke acceptatie	4	1	2	3
100					
		83.6	33.6	47	70

Literatuur en theoretisch kader

Inleiding

De analyse in deze studie is gebaseerd op inzichten uit verschillende kennisgebieden: veiligheidswetenschap, rampanalyse, bestuurskunde, externe veiligheid en internationale havenontwikkeling. In deze literatuur worden industriële risico's steeds minder gezien als geïsoleerde technische problemen en steeds meer als eigenschappen van complexe socio-technische systemen. Grote ongevallen blijken in de praktijk zelden het gevolg van één fout of defect. Zij ontstaan meestal door een combinatie van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren die zich in de loop van de tijd opstapelen.

Dit hoofdstuk bespreekt de belangrijkste wetenschappelijke en beleidsmatige bronnen die relevant zijn voor de beoordeling van veiligheid in grote industriële clusters zoals de Rotterdamse haven. Per bron wordt kort aangegeven welk inzicht deze literatuur biedt en waarom dit relevant is voor de analyse in deze studie.

1 Moderne veiligheidswetenschap Charles Perrow – Normal Accidents (1984)

De Amerikaanse socioloog Charles Perrow introduceerde in zijn boek *Normal Accidents* het concept dat ernstige ongevallen in complexe technische systemen onvermijdelijk kunnen zijn wanneer systemen zowel **complex als strak gekoppeld** zijn. In dergelijke systemen kunnen kleine fouten zich onverwacht combineren tot grote incidenten.

Het belang van Perrow voor deze studie ligt in het inzicht dat veiligheid niet alleen afhankelijk is van de betrouwbaarheid van afzonderlijke installaties, maar ook van de structuur van het systeem als geheel. Wanneer industriële installaties, energie-infrastructuur, transportstromen en digitale systemen sterk met elkaar verbonden zijn, kan een verstoring zich sneller door het systeem verspreiden. Voor een havengebied waarin clustering en systeemintegratie toenemen, is dit inzicht direct relevant.

Jens Rasmussen – Risk Management in a Dynamic Society (1997)

Jens Rasmussen ontwikkelde een model waarin organisaties en systemen voortdurend onder druk staan van economische, politieke en organisatorische factoren. Deze druk kan leiden tot een geleidelijke verschuiving van gedrag richting de grenzen van wat veilig is.

Rasmussen beschrijft dit proces als **"drift toward the boundary"**. Veiligheidssystemen kunnen daardoor langzaam verzwakken zonder dat dit direct zichtbaar wordt in incidentstatistieken.

Voor deze studie is dit inzicht relevant omdat economische druk, energietransitie en ruimtelijke verdichting allemaal factoren zijn die de druk op het haven- en industriesysteem vergroten. Het model van Rasmussen helpt om te begrijpen hoe risico's zich langzaam kunnen opbouwen zonder dat afzonderlijke actoren bewust onveilig handelen.

James Reason – Managing the Risks of Organizational Accidents (1997)

James Reason introduceerde het bekende **"Swiss cheese model"**, waarin ongevallen ontstaan wanneer meerdere veiligheidsbarrières gelijktijdig falen. Technische, organisatorische en menselijke factoren kunnen samen leiden tot een doorbraak van het veiligheidssysteem.

Reason maakt daarbij onderscheid tussen:

- actieve fouten
- latente systeemcondities

Latente condities kunnen jarenlang aanwezig zijn voordat zij tot een incident leiden.

Het belang voor deze studie ligt in het inzicht dat veiligheid niet uitsluitend moet worden beoordeeld op incidentfrequentie, maar ook op de kwaliteit van het systeem van barrières. In een haven met toenemende complexiteit wordt de vraag belangrijk of deze barrières op systeemniveau voldoende robuust zijn.

Erik Hollnagel – *Safety-I en Safety-II* (2014)

Erik Hollnagel introduceerde het onderscheid tussen **Safety-I** en **Safety-II**.

Safety-I richt zich op het analyseren van incidenten en fouten.
Safety-II richt zich op het begrijpen waarom systemen meestal goed functioneren en hoe veerkracht kan worden versterkt.

Dit perspectief is relevant voor deze studie omdat veel veiligheidsrapportages zich richten op incidentstatistieken en naleving van normen. Een systeemveiligheidsbenadering vraagt echter ook inzicht in de adaptieve capaciteit van organisaties en infrastructuren.

2 Rampanalyse en empirisch onderzoek

Onderzoeksraad voor Veiligheid

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft in Nederland verschillende onderzoeken uitgevoerd naar grote industriële incidenten, waaronder:

- Chemie-Pack Moerdijk (2011)
- Odfjell Rotterdam (2013)
- Shell Moerdijk (2014)

Uit deze onderzoeken blijkt dat ernstige incidenten vaak voortkomen uit een combinatie van organisatorische tekortkomingen, gebrekkige informatie-uitwisseling en onvoldoende bestuurlijke regie.

Het belang voor deze studie ligt in de bevestiging dat veiligheid in complexe industriële systemen niet uitsluitend door technische normen kan worden geborgd. Bestuurlijke coördinatie en systeemoverzicht spelen een cruciale rol.

Europese Seveso-richtlijn

De Europese Seveso-richtlijn vormt de juridische basis voor het beheer van risico's van gevaarlijke stoffen in Europa. De richtlijn verplicht bedrijven tot veiligheidsrapportages en verplicht overheden tot toezicht en ruimtelijke planning rond risicovolle installaties.

Voor deze studie is de richtlijn relevant omdat zij het institutionele kader vormt voor externe veiligheid in de Rotterdamse haven. Tegelijkertijd is de richtlijn primair gericht op individuele installaties, terwijl deze studie juist de vraag stelt hoe systeemveiligheid op cluster-niveau kan worden beoordeeld.

3 Governance en publieke besluitvorming

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR)

De WRR heeft in verschillende rapporten gewezen op de complexiteit van risicobeleid in moderne samenlevingen. In publicaties over publieke risico's wordt benadrukt dat technologische risico's steeds vaker verweven zijn met maatschappelijke en bestuurlijke factoren.

Het belang voor deze studie ligt in het inzicht dat veiligheid niet alleen een technische kwestie is, maar ook een vraag van publieke legitimiteit en bestuurlijke verantwoordelijkheid.

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI)

De RLI heeft herhaaldelijk gewezen op het belang van transparantie, participatie en voorzorg bij besluitvorming over risicovolle infrastructuur. Volgens de raad moeten burgers inzicht hebben in risico's en moeten overheden expliciet verantwoorden welke risico's maatschappelijk aanvaardbaar worden geacht.

Voor deze studie is dit relevant omdat omgevingsveiligheid in een dichtbevolkte regio niet alleen technisch maar ook normatief moet worden afgewogen.

4 Havenontwikkeling en industriële clusters

Internationale literatuur over havenclusters

Internationale studies over industriële clusters benadrukken dat economische concentratie zowel voordelen als risico's met zich meebrengt. Clustering kan efficiëntie en innovatie stimuleren, maar kan ook leiden tot grotere systeemrisico's wanneer installaties sterk afhankelijk zijn van gedeelde infrastructuur.

In grote havengebieden zoals Rotterdam, Antwerpen en Singapore ontstaat daardoor een spanningsveld tussen economische schaalvoordelen en veiligheidsbeheer.

Het belang voor deze studie ligt in de vraag hoe clustering van nieuwe energiedragers zoals waterstof en ammoniak het risicoprofiel van een haven kan veranderen.

Conclusie van het literatuurkader

De besproken literatuur leidt tot een aantal gemeenschappelijke inzichten.

Ten eerste laten moderne veiligheidsstudies zien dat grote industriële ongevallen meestal het gevolg zijn van systeemfactoren en niet van één technische fout.

Ten tweede benadrukken zowel wetenschappelijke studies als rampanalyses dat bestuurlijke fragmentatie en organisatorische druk belangrijke rol kunnen spelen bij het ontstaan van risico's.

Ten derde blijkt uit internationale ervaringen dat veiligheid in grote industriële clusters steeds vaker op **gebiedsniveau** wordt benaderd in plaats van uitsluitend per installatie.

Deze inzichten vormen het theoretische kader van de analyse in deze studie. Zij ondersteunen de centrale vraag of het huidige veiligheidsstelsel van het Rotterdamse haven- en industriecomplex nog passend is bij de schaal, complexiteit en maatschappelijke context van de ontwikkelingen richting 2050.

Literatuurlijst

Veiligheidswetenschap en systeemveiligheid

Beleidskeuze Externe veiligheid, 7.1.3., Provincie Zuid Holland

Perrow, C. (1984). *Normal accidents: Living with high-risk technologies.* New York: Basic Books.

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science*, 27(2–3), 183–213.

Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents.* Aldershot: Ashgate.

Reason, J. (2000). Human error: Models and management. *British Medical Journal*, 320, 768–770.

Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management.* Farnham: Ashgate.

Hollnagel, E., Woods, D., & Leveson, N. (Eds.). (2006). *Resilience engineering: Concepts and precepts.* Aldershot: Ashgate.

Dekker, S. (2011). *Drift into failure: From hunting broken components to understanding complex systems.* Farnham: Ashgate.

Leveson, N. (2011). *Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety.* Cambridge: MIT Press.

Reniers, G., & Cozzani, V. (Eds.). (2013). *Domino effects in the process industries.* Amsterdam: Elsevier.

Reniers, G., & Audenaert, A. (2018). *Multi-plant safety management in the chemical process industries.* Wiley.

Rampanalyse en industriële incidenten

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2012). *Brand Chemie-Pack Moerdijk: Lessen voor veiligheid en toezicht.*

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2013). *Veiligheid Odfjell Terminals Rotterdam.*

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2014). *Onderzoek naar incidenten bij Shell Moerdijk.*

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2017). *Industrie en veiligheid: Lessen uit incidentonderzoek.*

Hopkins, A. (2000). *Lessons from Longford: The Esso gas plant explosion.* Sydney: CCH Australia.

Hopkins, A. (2012). *Disastrous decisions: The human and organisational causes of the Gulf of Mexico blowout.* CCH Australia.

Turner, B., & Pidgeon, N. (1997). *Man-made disasters.* Oxford: Butterworth-Heinemann.

Vaughan, D. (1996). *The Challenger launch decision.* Chicago: University of Chicago Press.

Governance, publieke risico's en bestuurskunde

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR). (2011). *Onzekere veiligheid: Verantwoordelijkheden rond fysieke veiligheid.*

WRR. (2014). *Toezien op publieke belangen.*

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI). (2017). *Veiligheid en leefomgeving.*

RLI. (2020). *Risico's en verantwoordelijkheid in het omgevingsbeleid.*

OECD. (2014). *Risk governance: Towards an integrative approach.*

Renn, O. (2008). *Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world.* London: Earthscan.

Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity.* London: Sage.

Externe veiligheid en regelgeving

European Commission. (2012). *Seveso III Directive (2012/18/EU) on the control of major accident hazards involving dangerous substances.*

European Environment Agency. (2018). *Industrial accidents and prevention in Europe.*

RIVM. (2019). *Handboek externe veiligheid.*

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2020). *Nationaal veiligheidsbeleid gevaarlijke stoffen.*

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving). (2021). *Omgevingsveiligheid in Nederland.*

Havenontwikkeling en industriële clusters

Notteboom, T., & Rodrigue, J.P. (2005). Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, 32(3).

Rodrigue, J.P. (2020). *The geography of transport systems.* Routledge.

Merk, O. (2013). *The competitiveness of global port cities.* OECD.

OECD. (2019). *The governance of port-city relationships.*

Port of Rotterdam Authority. (2019). *Port Vision 2050.*

Port of Antwerp-Bruges. (2022). *Safety and sustainability report.*

Singapore Maritime and Port Authority. (2021). *Integrated port safety framework.*

Energie- en industrie-transitie

IEA. (2021). *Global hydrogen review.*

IEA. (2022). *Ammonia technology roadmap.*

European Commission. (2020). *Hydrogen strategy for a climate-neutral Europe.*

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Global hydrogen trade outlook.*

DNV. (2023). *Energy transition outlook.*

Samenvattend belang van deze literatuur

Deze literatuur vormt de basis voor drie centrale inzichten die in deze studie worden gebruikt:

1. **Moderne veiligheidswetenschap** laat zien dat grote ongevallen meestal systeemoorzaken hebben en niet alleen technische oorzaken.
2. **Rampanalyses** tonen dat organisatorische en bestuurlijke factoren een belangrijke rol spelen bij industriële incidenten.
3. **Governance-literatuur** benadrukt dat veiligheid in complexe systemen vraagt om duidelijke verantwoordelijkheid en integrale systeemregie.

Samen bieden deze inzichten een theoretisch kader om de veiligheid van een groot industrieel cluster zoals de Rotterdamse haven te analyseren.

Literatuuroverzicht voor bestuurders

Dit overzicht vat de belangrijkste inzichten uit de relevante literatuur samen die ten grondslag liggen aan de analyse in *Havenveiligheid 2050*. Het doel is niet om een volledig academisch debat weer te geven, maar om bestuurders een beknopt beeld te geven van wat modern onderzoek leert over veiligheid in complexe industriële systemen en wat dit betekent voor grote haven- en industrieclusters.

1. Van technische veiligheid naar systeemveiligheid

Een belangrijk inzicht uit de moderne veiligheidswetenschap is dat grote industriële ongevallen zelden uitsluitend het gevolg zijn van één technische fout. Onderzoek van onder meer **Charles Perrow**, **James Reason** en **Jens Rasmussen** laat zien dat ongevallen vaak ontstaan door een combinatie van technische, organisatorische en bestuurlijke factoren.

Perrow beschreef dat in complexe en sterk gekoppelde systemen onverwachte interacties kunnen optreden waardoor kleine verstoringen zich kunnen ontwikkelen tot grote incidenten.

Reason liet zien dat veiligheidssystemen bestaan uit meerdere beschermingslagen die gelijktijdig kunnen falen wanneer latente organisatorische tekortkomingen aanwezig zijn. Rasmussen benadrukte dat organisaties onder economische en politieke druk geleidelijk richting de grenzen van wat veilig is kunnen bewegen zonder dat dit direct zichtbaar wordt in incidentstatistieken.

Voor bestuurders betekent dit dat veiligheid niet alleen kan worden beoordeeld op basis van naleving van technische normen of op basis van het aantal incidenten. De structuur en druk van het systeem als geheel spelen een belangrijke rol.

2. Inzichten uit onderzoek naar industriële rampen

Onderzoeken naar grote industriële incidenten bevestigen deze systeemgerichte benadering. Internationale studies en rampanalyses tonen dat ernstige ongevallen meestal ontstaan door een combinatie van factoren, zoals organisatorische tekortkomingen, gebrekkige communicatie tussen instanties en onvoldoende zicht op cumulatieve risico's.

Ook Nederlandse onderzoeken, bijvoorbeeld door de **Onderzoeksraad voor Veiligheid**, laten zien dat incidenten vaak niet worden veroorzaakt door één partij of één fout, maar door samenloop van omstandigheden in een complex systeem van bedrijven, toezichthouders en infrastructuur.

De belangrijkste les uit deze literatuur is dat veiligheid in industriële clusters niet alleen moet worden georganiseerd op het niveau van afzonderlijke bedrijven, maar ook op het niveau van het systeem als geheel.

3. Veiligheid in industriële clusters en havens

Internationale studies over havenontwikkeling en industriële clusters laten zien dat economische concentratie belangrijke voordelen kan bieden, zoals efficiëntie, innovatie en logistieke schaalvoordelen. Tegelijkertijd kan clustering ook nieuwe veiligheidsvraagstukken creëren.

Wanneer meerdere bedrijven gevaarlijke stoffen opslaan, gedeelde infrastructuur gebruiken en afhankelijk zijn van dezelfde energie- en transportsystemen, ontstaat een netwerk van onderlinge afhankelijkheden. In dergelijke systemen kunnen incidenten zich sneller uitbreiden of meerdere installaties tegelijkertijd beïnvloeden.

Daarom wordt in internationale literatuur steeds vaker gesproken over **cluster-veiligheid** of **systeemveiligheid**, waarbij niet alleen individuele installaties maar het gehele industriële gebied wordt beschouwd.

4. Bestuurlijke dimensie van veiligheid

Naast technische en organisatorische factoren benadrukt de literatuur ook het belang van bestuurlijke structuren. Studies van onder meer de **Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR)** en internationale organisaties zoals de **OECD** laten zien dat risico's in moderne samenlevingen vaak verspreid zijn over meerdere organisaties en bestuurslagen.

Wanneer verantwoordelijkheden sterk verdeeld zijn, kan het gebeuren dat iedere actor binnen zijn eigen mandaat correct handelt, terwijl het totale systeem onvoldoende integraal wordt overzien. In dergelijke situaties kan bestuurlijke fragmentatie zelf een bron van risico worden.

Voor complexe haven- en industrieclusters betekent dit dat duidelijke regie op systeemniveau belangrijk is om cumulatieve risico's zichtbaar te maken en bestuurlijk te begrenzen.

5. Relevantie voor de Rotterdamse haven

De literatuur maakt duidelijk dat veiligheid in grote industriële systemen niet alleen afhankelijk is van technische betrouwbaarheid of naleving van regelgeving. De interactie tussen infrastructuur, economische druk, bestuurlijke structuur en ruimtelijke ontwikkeling speelt een belangrijke rol.

Voor een havengebied waarin energietransitie, nieuwe energiedragers, industriële clustering en ruimtelijke verdichting samenkomen, betekent dit dat veiligheid steeds meer een **systeemvraagstuk** wordt.

De inzichten uit de literatuur ondersteunen daarom de centrale vraag van deze studie:
of het bestaande veiligheidsstelsel van het Rotterdamse haven- en industriecomplex nog voldoende aansluit bij de schaal en complexiteit van de ontwikkelingen richting 2050.